

Umweltforschungsplan des
Bundesministers für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Förderungskennzeichen (UFOPLAN) FKZ 297 25 310

**Bestimmung, Quantifizierung und Bewertung
der Öleinträge in der Nordsee zur Beurteilung der
Schiffsentsorgung in deutschen
Nordseehäfen**

von

David M. Fleet und Bettina Reineking

unter Mitarbeit von
Gerhard Dahlmann, Manfred Brandt,
Thomas Höth und Stefan Garthe

**Hochschule Bremen
Leiter des Vorhabens Dr. Gert Weber**

**In Kooperation mit
GAUSS
gem. Gesellschaft für Angewandten
Umweltschutz und Sicherheit im Seeverkehr mbH**

IM AUFTRAG
DES UMWELTBUNDESAMTES

November 2001

UBA - Berichtskennblatt

1. Berichtsnummer F+E-Vorhaben 297 25 310	2.	3.
4. Titel des Berichts: Bestimmung, Quantifizierung und Bewertung der Öleinträge in der Nordsee zur Beurteilung der Schiffsentsorgung in der deutschen Nordsee		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Fleet, David M. & Reineking, Bettina unter Mitarbeit von Dahlmann, Gerhard; Brandt, Manfred & Höth, Thomas; Garthe, Stefan		8. Abschlußdatum November 2001
		9. Veröffentlichungsdatum November 2001
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Hochschule Bremen Neustadtswall 30 D - 28199 Bremen		10. UFOPlan-Nr. 297 25 310
		11. Seitenzahlen 279
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt Bismarckplatz 1 D - 14191 Berlin		12. Literaturangaben 90
		13. Tabellen 29
		14. Abbildungen / Diagramme 86 / 8
15. Zusätzliche Angaben:		
<p>16. Zusammenfassung: Ziel des F+E-Vorhabens war, die Veränderungen der Verschmutzung der Deutschen Bucht durch Öleinträge mit Hilfe von Spülsaumerfassungen und Ölanalysen zu ermitteln, um Aussagen über die Effektivität von Maßnahmen zur Reduzierung von Ölverschmutzungen, wie z.B. der kostenlosen Schiffsentsorgung in den Häfen, machen zu können. Die Ergebnisse wurden mit Daten zum Schiffsverkehr, Abschätzung anfallender Ölrückstände auf Schiffen, Entsorgungsmengen in den Häfen, Meldungen von Ölverschmutzungen auf See sowie den beeinflussenden Faktoren Wetter, Verbreitung, Häufigkeit und Sterblichkeit von Seevögeln in Verbindung gebracht. Im Gesamtzeitraum des F+E-Vorhabens wurden insgesamt 20.742 unverölte und verölte Kadaver von 124 Vogelarten in den Spülsaumen der deutschen Nordseeküste registriert. Eine Datenbank für die Verwaltung und Analyse der Daten wurde eingerichtet und alle Daten der Spülsaumuntersuchungen von 1984 - 2001 für die Auswertung genutzt. Ergebnisse der Ölanalysen von über 700 Gefieder- und Strandproben belegen, dass nach wie vor überwiegend Rückstände der Schwerölseparation aus dem Schiffsbetrieb verbotswidrig gelentzt werden. Für alle betrachteten Schiffsrouten in der Deutschen Bucht ist seit 1992 eine Zunahme der errechneten anfallenden Mengen ölhaltiger Rückstände zu verzeichnen. Die Zunahme ist erheblich größer auf Routen, die als Verschmutzungsquelle für die schleswig-holsteinische Küste in Frage kommen, als auf der Route parallel zur niedersächsischen Küste. Die Verölungsraten der Totfunde im Zeitraum 1984/85 - 2000/01 weisen einen generellen Rückgang auf, wobei besondere Ereignisse, wie z.B. Ölunfälle, Massensterben und kalte Winter für die Trendberechnung nicht miteinbezogen wurden. Von 1984 - 2001 sank die Verölungsraten der Tottellumme von 80% auf 40%. Der Rückgang scheint zumindest bei einigen Arten Ende der 80er / Anfang der 90er Jahre am stärksten gewesen zu sein; in Schleswig-Holstein ist er von einem Hoch-tief-hoch-tief-Muster überlagert. In den Wintern 1999/2000 und 2000/01 nahm bei acht von zehn Vogelarten die Verölungsraten ab.</p> <p>Änderungen der Ölbelastung der südlichen Nordsee sind nicht nur auf die Entsorgungsmengen in deutschen Häfen bzw. auf die Kosten für die Entsorgung zurückzuführen. Es ist vielmehr davon auszugehen, dass ein Bündel von Maßnahmen zur Verhütung der Ölverschmutzung auf internationaler und nationaler Ebene (z.B. MARPOL Anhang I, kostenlose Ölentorgung, Sondergebiet Nordsee nach MARPOL I) in den letzten 20 Jahren zur kontinuierlichen Verbesserung der Ölbelastung innerhalb der Deutschen Bucht beigetragen hat. Es ist anzunehmen, dass Verhaltensänderungen in der Seefahrt - ausgelöst durch verschärfte Regelungen, effektivere Überwachung sowie Abschreckung durch Strafe bei Verstoß und möglicherweise ein verändertes Umweltbewusstsein - dafür verantwortlich sind.</p> <p>Die Verölungsraten vor allem der Hochseearten und Meerestarten an der deutschen Nordseeküste sind immer noch sehr hoch. Spülsaumkontrollen und Ölanalysen müssen fortgesetzt werden um zu zeigen, ob der Sondergebietsstatus der Nordsee für Öl und die zu erwartende Ausweisung des Wattenmeeres als PSSA zu einer weiteren Abnahme der Verölungsraten bei Vögeln der südlichen Nordsee führen wird.</p>		
17. Schlagwörter: Öleinträge, Nordsee, Spülsaumkontrollen, Monitoring, TAMP, Ölverschmutzung, Nordseeverschmutzung, Ölanalysen, Ölentorgung, Seeverkehrsanalyse, Seevogel, Verbreitung von Seevögeln auf See, Maßnahmen zur Reduktion der Ölverschmutzung		
18.	19.	20.

UBA report cover sheet

1. Report number R+D-Project 297 25 310	2.	3.
4. Report title: Identification, qualification and evaluation of oil input in the North Sea to assess the value of port reception facilities for oil residues in German north Sea harbours.		
5. Author(s), Name(s), First Name(s) Fleet, David M. & Reineking, Bettina in cooperation with Dahlmann, Gerhard; Brandt, Manfred & Höth, Thomas; Garthe, Stefan		8. Report date November 2001
6. Performing organisation (name, address) University of Applied Sciences Bremen Neustadtswall 30 D - 28199 Bremen		9. Publication date November 2001
7. Sponsoring agency (name, address) Umweltbundesamt Federal Environmental Agency Bismarckplatz 1 14191 Berlin		10. UFOPlan-Ref. No. 297 25 310
		11. No. of pages 279
		12. No. of references 90
		13. No. of tables 29
		14. No. of figures / diagrams 86 / 8
15. Supplementary notes:		
<p>16. Abstract: The aim of the R&D-project was to assess changes in the oil pollution of the German Bight using the results of beached bird surveys and oil analysis in order to evaluate the effectiveness of measures implemented to reduce this type of pollution such as the provision of free reception facilities for oil residues in German harbours. The results were analysed in conjunction with information on trends in shipping traffic, estimates of the amount of oil residues that are produced through the operation of ships in the German Bight, the amount of oil residues disposed of in German harbours, records of oil incidents on Sea and other factors that can effect the results of the beached bird surveys such as weather conditions and distribution, density and mortality of seabirds.</p> <p>During the R&D-project 20.742 oiled and unoled dead birds of 124 species were recorded during the beached bird surveys on German North Sea coasts. A databank for the administration and analysis of the results was installed and used for the evaluation of the data for the period 1984 to 2001. The results of the analysis of over 700 oil samples from the plumage of beached birds and from beaches show that the main source of oil pollution in the German Bight is still the illegal discharge of residues from the separation of heavy fuel oil on board ship. Increases in the amount of oil residues that are produced during the operation of shipping in the German Bight were recorded on all routes since 1992. These increases were much larger on routes that are potentially the source of pollution of Schleswig-Holstein coasts than they were on the route that runs parallel to the coast of Niedersachsen.</p> <p>Oil rates of birds found dead on German North Sea coasts have generally decreased in the period 1984 to 2001. The trends in the oil rates registered over this period are a good index of the level of oil pollution in the southern North Sea. The decreases in the oil rates were greater at the end of the 1980s and beginning of the 1990s than they were in later years. In the period 1984 to 2001 the oil rate of the Guillemot fell from 80% to 40%. In Schleswig-Holstein a high-low-high-low pattern is superimposed on the general decrease. The oil rates of eight of ten species were lower in the last two winters 1999/00 and 2000/01 than they were in the preceding period.</p> <p>Changes in the level of oil pollution in the southern North Sea are not only the result of changes in the amount of oil disposed of in German harbours. On the contrary it is more likely that the bundle of pollution prevention measures implemented at an international and national level over the last decades (e.g. MARPOL Annex I, free reception facilities in German harbours, Special Area status of the North Sea according to MARPOL I) have led to the continual improvement of the oil pollution situation in the German Bight revealed by the beached bird surveys. It can be assumed that changes in the behaviour of shipping due to a tightening of regulations, effective surveillance, other deterrents such as fines for breaches of the law and possibly a greater environmental awareness have led to this improvement.</p> <p>Although the oil rates of pelagic seabirds and sea ducks distributed in the German Bight are much reduced, they are still very high. Beached bird surveys will continue to document changes in the oil pollution of the marine environment and will show whether the special area status of the North Sea and the future designation of the Wadden Sea as a Particularly Sensitive Sea Area (PSSA) will lead to further reductions in the oil rates of the birds of southern North Sea waters.</p>		
17. Keywords: Input of oil, North Sea, Wadden Sea, Beached Bird Surveys, monitoring, TAMP, oil pollution, North Sea pollution, oil analysis, port reception facilities for oil residues, shipping analysis, seabirds, distribution of seabirds at sea, measures for reduction of oil pollution		
18.	19.	20.

Kurzfassung

EINLEITUNG

Vögel sind die auffälligsten Opfer von Ölverschmutzungen auf See und zuverlässige Bioindikatoren insbesondere für das Ausmaß der chronischen Ölverschmutzung. Systematische Spülsaumuntersuchungen haben in der Vergangenheit gezeigt, dass sich mit ihrer Hilfe brauchbare Ergebnisse erzielen lassen, die Auskunft über den Zustand, die Ursache und den Umfang der Meeresverschmutzungen durch schwimmende Materialien geben.

BESCHREIBUNG DES VORHABENS

Ausgangspunkt des F+E-Vorhabens war die Hypothese, dass die vermehrte Abgabe von Ölrückständen aufgrund des 1988 in allen deutschen Häfen eingeführten Demonstrationsvorhabens "Kostenlose Schiffsentsorgung nach MARPOL I" zur Verringerung der Ölverschmutzung der Nordsee geführt habe. Weiterhin, dass in den folgenden Jahren die wieder geringer werdenden abgegebenen Mengen in den Häfen sowie eine erkennbare Zunahme der Ölverschmutzung in der Deutschen Bucht vermutlich mit der teilweisen Aufhebung der kostenlosen Ölentorgung in den Häfen zusammenhänge. Dieser Rückschluss deutete sich aufgrund der Ergebnisse der bis 1992 begleitenden Spülsaumergebnisse an, der auch durch den Verlauf der vom Zentralen Meldekopf in Cuxhaven (ZMK) zusammengestellten Meldungen über Gewässer- bzw. Ölverunreinigungen im Bereich des Verkehrstrennungsgebiets (VTG) gestützt wurde.

Das F+E-Vorhaben hat Veränderungen der Verschmutzung der Deutschen Bucht durch schwimmfähige Produkte, wie Öl und ölähnliche Substanzen mit Hilfe von Spülsaumerfassungen und Ölanalysen ermittelt, um Aussagen über die Effektivität von Maßnahmen zur Reduzierung von Ölverschmutzungen, wie z.B. der Schiffsentsorgung in den Häfen, machen zu können.

Die Ergebnisse der Spülsaumkontrollen und Ölanalysen wurden im Vorhaben mit Erkenntnissen begleitender Aspekte in Verbindung gebracht. Diese umfassen eine Seeverkehrsanalyse, Daten über Entsorgungsmengen in den Häfen, Meldungen von Ölverschmutzungen auf See sowie die beeinflussenden Faktoren Wetter, Verbreitung, Häufigkeit und Sterblichkeit von Seevögeln. Dadurch wurden die Öleinträge in die Nordsee bestimmt, quantifiziert und zu einem gewissen Grad die verschiedenen Maßnahmen zur Verhütung und Verminderung von Ölverschmutzungen bewertet, wie z.B. die Schiffsentsorgung in den Häfen. Die Ergebnisse der Analyse aller dieser Faktoren sowie die räumlich-zeitlichen Veränderungen der Verölungsraten - dem Maß der Spülsaumkontrollen für Ölverschmutzung - ergeben ein Bild über die räumlich-zeitlichen Veränderungen der Belastung der südlichen Nordsee mit Öl und erlauben Aussagen über mögliche Ursachen für diese Änderungen.

ERGEBNISSE

Spülsaumkontrollen

An der deutschen Nordseeküste haben Spülsaumuntersuchungen eine lange Tradition und dokumentieren den Grad der Verschmutzung der südlichen Nordsee mit Öl seit einem Zeitraum von nunmehr 17 Jahren. Die Daten aus diesem F+E-Vorhaben (1998 – 2001) ergänzen die Daten aus zwei vorangegangenen Vorhaben (1983 - 1988, 1988 - 1992) sowie aus den fünf Jahren, in denen Spülsaumkontrollen an der deutschen Nordseeküste von Naturschutz- und Umweltbehörden in Zusammenarbeit mit privaten Naturschutzverbänden in Schleswig-Holstein, Hamburg und Niedersachsen aufrecht erhalten wurden (1993 – 1997). Die Analyse der Daten der 16 am häufigsten vorkommenden Arten und aller Aspekte innerhalb des jetzigen Vorhabens hat deutlich gemacht, dass nur eine Betrachtung des gesamten Zeitraumes von 1984 - 2001 und die Berücksichtigung aller seit Anfang der 1980er Jahre eingeführten Maßnahmen ein klares Bild über ihre Effizienz liefern kann.

Die Lebensweise und Verbreitung einer Vogelart bestimmen deren Gefährdungsgrad durch Öl auf See verschmutzt zu werden und somit – bei gleichbleibender Verschmutzungsintensität - ihre Verölungsraten in einer bestimmten Region. Die Verölungsraten errechnen sich aus der Gesamtzahl der Totfunde dividiert durch die Zahl der verölten Totfunde. Sie hat sich als wertvolle Größe für den Grad der Verschmutzung der Meere durch Öl erwiesen. Die Verölungsraten einer Vogelart wird sowohl von dem eigentlichen Zielaspekt – dem Grad der Ölverschmutzung in der Region, in der sie vorkommt – bestimmt, als auch durch die natürliche Sterblichkeit dieser Vogelart. Die Verbreitung und Sterblichkeit der Meeresvögel wird wiederum u.a. vom vorherrschenden Wetter beeinflusst.

Im Zeitraum des F+E-Vorhabens wurden insgesamt 20.742 unverölte und verölte Kadaver von 124 Vogelarten in den Spülsaumen der deutschen Nordseeküste registriert. Im Rahmen dieses F+E-Vorhabens wurde eine Datenbank für die Verwaltung und Analyse der Daten eingerichtet. Die Datenbank enthält Informationen zu den Spülsaumfunden sowie den kontrollierten Küstenabschnitten des Vorhabens. Sie verfügt über Informationen zu ca. 55.000 Totfunden, die auf 425 Strecken bzw. Teilstrecken an der deutschen Nordseeküste von Sylt bis Borkum erfasst wurden. Eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Abfrage erleichtern die Auswertung und Analyse der Ergebnisse.

Ölanalysen

Im Zeitraum des Vorhabens wurden über 700 Gefiederproben von im Spülsaum gefundener, verölt angeschwemmter Vögel bzw. Strandproben analysiert. In über 90% der Proben wurden Rückstände der Schwerölseparation, gecracktes Schweröl (Heavy Fuel Oil, HFO, Bunker C-Öl) nachgewiesen, das in der Seeschifffahrt seit den 80er Jahren als Brennstoff eingesetzt wird. Ölanalysen verölter Gefiederproben damals ergaben, dass die starke Zunahme der Ölverschmutzungen mit der Einführung neuer Verarbeitungsverfahren (sog. Crackverfahren) in den Raffinerien zusammenhängt, deren Abfallprodukt Bunkeröle sind, die als Brennstoff in der Seeschifffahrt ein-

gesetzt werden. Bei der Reinigung dieser Brennstoffe an Bord (Schwerölseparation) fallen vermehrt Rückstände an, die offensichtlich - entgegen internationaler und nationaler Vorschriften - illegal ins Meer eingeleitet werden. Die vorliegenden Ergebnisse wie auch Untersuchungen auf den Shetlands belegen, dass nach wie vor vorwiegend Rückstände der Schwerölseparation aus dem Schiffsbetrieb verbotswidrig gelenzt werden.

Seeverkehrsanalyse

Eine im Rahmen des F+E-Vorhabens durchgeführte Seeverkehrsanalyse untersuchte mit Hilfe von MARION anhand der verfügbaren Daten von 1992 – 1999 Schiffsbewegungen in der Deutschen Bucht. MARION wurde als ein DV-System für die Quantifizierung von Schadstoffen durch den Seeschiffsverkehr entwickelt. Mit Hilfe von Emissionsalgorithmen konnten belastbare Aussagen über seeverkehrsbedingte Umweltbelastungen, hier der Anfall von ölhaltigen Rückständen des Brennstoffs durch den Schiffsverkehr an der Nordseeküste, berechnet werden.

Entsorgung in den Häfen

Das gemeinsam von Bund und Küstenländern finanzierte, in deutschen Häfen durchgeführte Demonstrationsvorhaben "Kostenlose Schiffsentsorgung" wurde Mitte 1988 eingeführt und 1991 beendet. Das Pilotvorhaben wurde zunächst von den vier norddeutschen Küstenländern allein weitergeführt; 1992 setzte Schleswig-Holstein statt kostenloser Entsorgung auf das Verursacherprinzip, und Hamburg schloss Ladungsreste sowie Tankwasch- und Ballastwasser von der kostenlosen Entsorgung aus. Seit Juli 1994 subventioniert Hamburg die Entsorgung eines Schiffes im Hamburger Hafen bis zu einer bestimmten Summe, die 1996 und 1998 jeweils herabgesetzt wurde. Bremen hat die kostenlose Schiffsentsorgung mit Beginn 1996 eingestellt, so dass Niedersachsen zur Zeit das einzige Küstenland ist, in dessen Häfen Schiffe ölhaltige Rückstände und Abwässer aus dem Maschinenbereich kostenlos entsorgen werden können.

Die abgegebenen Entsorgungsmengen ölhaltiger Rückstände aus dem Maschinenraum von Schiffen aller deutscher Häfen der Nordsee werden durch die Hamburger Mengen geprägt. Mit Beginn des Pilotprojektes wurden steigende Entsorgungsmengen bis 1993 registriert. Danach sanken die Entsorgungsmengen bis 1996 auf den tiefsten Wert der letzten 11 Jahre. Ab 1997 pendelte sich die Entsorgungsmenge bei etwa 70.000t - 75.000t pro Jahr ein. Generell ist die Anzahl der Entsorgungen in den letzten Jahren nach Einstellung der kostenlosen Entsorgung bzw. den schrittweisen Veränderungen der Subventionierung gesunken, die abgegebene Menge der einzelnen Schiffe hat jedoch zugenommen. Dieses ist im Zusammenhang mit der Veränderung der fahrenden Schiffe zu sehen, d.h. es entsorgen heute weniger, dafür jedoch größere Schiffe jeweils größere Mengen.

Wetter

Um den Einfluss der Wetterverhältnisse auf die Anspülungen von Vogelkadavern an die Küsten zu berücksichtigen, wurden verschiedene Faktoren untersucht, die einen Überblick über zeitliche und räumliche Veränderungen im Wettergeschehen im Be-

reich der Deutschen Bucht ermöglichen. Danach sind die drei Winter des Vorhabens 1998/99 – 2000/01 als „normal mild“ einzustufen. Das vermehrte Auftreten von östlichen Winden im Winter 2000/01 hat viele Vogelkadaver von den Küsten der Deutschen Bucht fern gehalten, so dass die extrem niedrigen Fundzahlen in diesem Jahr zum größten Teil auf die anhaltende Ostwindwetterlage zurückzuführen sind. Das herausragende Wetterereignis im Zeitraum 1992/93 - 2000/01 war der kalte Winter 1995/96. In diesem Winter beeinflusste das Wetter in der Deutschen Bucht mit hoher Wahrscheinlichkeit die Anzahl und Verteilung der Funde und damit die Verölungsraten vieler Arten. Es wurde ein deutlicher Zusammenhang mit den Verölungsraten der 16 häufig vorkommenden Arten in den Spülsaumkontrollen desselben Zeitraumes festgestellt, und aus diesem Grund die Spülsaumdaten aus dem strengen Winter 1995/96 zur Berechnung von Trends für die weitere Analyse nicht miteinbezogen. Damit wurde ausgeschlossen, dass die ermittelten reduzierten Verölungsraten dieses Winters das generelle Ergebnis über den Trend der Verölungsraten beeinflusst.

Obwohl das Wetter in bestimmten „Ausnahme“-Wintern die Verölungsraten der an den Küsten gefundenen Vogel beeinflusst hat, ist ein genereller Zusammenhang zwischen Änderungen im Wettergeschehen und den Verölungsraten nicht erkennbar. Dennoch ist es möglich, dass die Verölungsraten Mitte/Ende der 1980er Jahre wetterbedingt unterschätzt worden sind, und dass der Rückgang Ende der 1980er/Anfang der 1990er Jahre größer als ermittelt war.

Verbreitung von Seevögeln

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Seevogel tot an der Küste angespült wird, ist zu großen Teilen von der räumlichen Verbreitung und der Häufigkeit dieser Vogelart auf See abhängig. Die Kenntnis der räumlich-zeitlichen Verteilungsmuster der häufigsten Arten sind daher wichtige Voraussetzung zur Interpretation von Spülsaumdaten. Die in der "European Seabirds at Sea Database" gesammelten Daten zur Verbreitung und Häufigkeit von Seevögeln auf See wurden als Beschreibung der Verbreitung sowie der möglichen Änderungen in Verbreitung und Häufigkeit der wichtigsten Seevogelarten im Winterhalbjahr genutzt. Daraus ergibt sich, dass die Verbreitung und Häufigkeiten der behandelten Arten sich in vielen Fällen in der Verbreitung und Häufigkeit der angespülten Totfunde widerspiegelt.

Besondere Ereignisse

Bei der Betrachtung besonderer Ereignisse, die – wie z.B. strenge Winter - die Ergebnisse der Spülsaumkontrollen beeinflussen, sind Ölunfälle und natürliche Massensterben bestimmter Vogelarten zu nennen. Ende Oktober 1998 havarierte südwestlich von Amrum der Holzfrachter Pallas. Insgesamt liefen aus dem Wrack 244 m³ Öl (hauptsächlich Schweröl, aber auch Diesel- und Hydrauliköl) in die Nordsee und das Wattenmeer. Über 12.000 Vögel wurden verölt auf den Stränden der Westküste Schleswig-Holsteins und Dänemarks registriert. Schätzungsweise 16.000 Individuen von 35 Vogelarten starben aufgrund der Verschmutzung mit den aus der Pallas aufgelaufenen Ölen. Die Masse der betroffenen Vögel waren Eiderenten und Trauerenten. Dieser Unfall führte zu einem Anstieg in der Verölungsraten dieser zwei

Meeresentenarten in Schleswig-Holstein im Winter 1998/99, der bei der Trendberechnung unberücksichtigt blieb.

Erhöhte Sterblichkeit bei bestimmten Arten hat in einigen Wintern zur Reduzierung der Verölungsraten geführt. Das Massensterben der Trottellumme im Winter 1998/99 führte zu der bisher niedrigsten dokumentierten Verölungsraten der deutschen Nordseeküste. Das Massensterben der Eiderente in den Wintern 1999/00 und 2000/01 ergab ebenfalls sehr geringe Verölungsraten im Vergleich zum Zeitraum 1992/93 - 1998/99. Vermehrte Funde der Dreizehenmöwe in Niedersachsen im Winter 1998/99 sind wahrscheinlich auch – wie weitere Beispiele zeigen - aufgrund erhöhter Sterblichkeit dieser Art in der südlichen Nordsee zurückzuführen. Da die Daten aus Wintern mit erhöhter Sterblichkeit bei den entsprechenden Arten nicht in die Auswertung mit einbezogen wurden, kann ausgeschlossen werden, dass Änderungen der Sterblichkeit das Ergebnis über den Trend der Verölungsraten beeinflussen.

Flugüberwachung

Zum Vergleich mit den Ergebnissen der Spülsaumuntersuchungen wurden die Erkenntnisse aus der Überwachung der Meeresverschmutzung aus der Luft sowie anderer Meldesysteme „Ölverschmutzungen auf See“ herangezogen. Die Luftüberwachung ist wichtiger Bestandteil des deutschen Vorsorgekonzeptes gegen Meeresverschmutzungen und dient in erster Linie der Überwachung der deutschen Gewässer zur Identifizierung schiffsbedingter Verschmutzungen und ihrer Verursacher. Sie wurde jedoch nicht als Instrument für Monitoringzwecke konzipiert, um regionale Trends in der Verschmutzung deutscher Gewässer aufzuzeigen.

Für die Auswertung im Rahmen des F+E-Vorhabens standen Flugüberwachungsdaten in ausreichend räumlicher und zeitlicher Auflösung von 1989 - 2000 zur Verfügung sowie Übersichten aller an den ZMK gemeldeten Ölverschmutzungen inklusive der Luftüberwachungsdaten, aufgeteilt in die Bereiche Verkehrstrennungsgebiet (VTG), Flussmündungen (Elbe, Weser, Jade und Ems) sowie übrige Nordsee. Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) in Hamburg fasst gemeldete Gewässerverunreinigungen (Öl, Chemie, Müll, andere Arten) für die Bereiche Nordsee und Ostsee mit Herausgabe von Jahres- und Halbjahresübersichten zur Verteilung der Verunreinigungen im Seegebiet zusammen.

Die Darstellung aller Meldungen über Ölverschmutzungen des ZMK hat sich nach Prüfung aller zur Zeit zur Verfügung stehenden Daten als geeignetste Übersicht räumlicher Unterschiede der Anzahl gemeldeter Ölverschmutzungen und deren zeitlicher Trends herausgestellt, die für den Vergleich mit den Spülsaumdaten genutzt werden kann. Die Änderungen der Anzahl der Meldungen für das VTG verlaufen - bis auf das Jahr 2000 - fast identisch mit denen der Verölungsraten der Trottellumme im selben Zeitraum. Es ist anzunehmen, dass die Verölungsraten der Trottellumme - aufgrund der Verbreitung dieser Vogelart - im wesentlichen den Verschmutzungsgrad im VTG widerspiegelt. Die Winter 1995/96 (wetterbedingter Rückgang der Verölungsraten), 1998/99 (Massensterben der Trottellummen) und die letzten zwei Winter 1999/00 und 2000/01 ergeben hier jedoch Abweichungen; die Verölungsraten der Trottellumme sinken, die Anzahl der Meldungen steigt jedoch im VTG wieder an. Der

registrierte Rückgang der Anzahl der Verschmutzungsfälle pro Flugstunde seit Anfang der 90er Jahre spiegelt die im selben Zeitraum fallenden Verölungsraten der an deutschen Nordseeküsten registrierten Vögel wieder.

Die im Rahmen der Luftüberwachung festgestellte Häufigkeit von Ölverschmutzungen im Bereich des VTGs, vor allem vor den Küsten der Niederlande, aber auch vor der Küste Nordfrieslands wird durch die generell höheren Verölungsraten an den Küsten der Niederlande im Vergleich zu Deutschland bzw. die generell höheren Verölungsraten in Schleswig-Holstein im Vergleich zu Niedersachsen bestätigt.

Regionale Unterschiede der Verölungsraten

Schon Anfang der 1990er Jahre wurde eine Abnahme der Verölungsraten der an deutschen Nordseeküsten gefundenen Vögel dokumentiert, was eine Abnahme der Verschmutzung deutscher Seegebiete mit Öl indizierte. Durch das jetzige Vorhaben ergibt sich bei Betrachtung des Gesamtzeitraums von 1984/85 – 2000/01 folgendes Bild:

Helgoland weist generell höhere Verölungsraten auf als Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Im Zeitraum 1984/85 - 1991/92 waren die Verölungsraten von Schleswig-Holstein - mit Ausnahme von Trottellumme und Trauerente - höher als an der niedersächsischen Küste. Die im Vergleich zu Niedersachsen generell höheren Verölungsraten in Schleswig-Holstein sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die gegen den Uhrzeigersinn vorherrschende Strömung in der Deutschen Bucht das eingeleitete Öl und verölte Vögel aus dem Hauptverkehrsbereich, dem VTG und der Elbmündung parallel der schleswig-holsteinischen Küste nach Norden treibt.

Das Wattenmeer weist im Vergleich zum offenem Meer eine geringere Ölbelastung auf. Die Verölungsraten von Vogelarten, die den Schwerpunkt ihrer Verbreitung im Wattenmeer haben, wie Silbermöwe, Lachmöwe oder Austernfischer, sind in der Regel niedriger als von Arten, die im Winter auf Hoher See vorkommen, wie Trottellumme und Dreizehenmöwe bzw. Arten, die im küstennahen Bereich seewärts der Inseln verbreitet sind, wie Trauerente und Sterntaucher. Ein Vergleich der Möwenarten zeigt, dass Arten mit Verbreitung auf Hoher See, wie Dreizehenmöwe und Sturmmöwe, höhere Verölungsraten aufweisen als Arten mit Verbreitungsschwerpunkt im Wattenmeer, wie Silbermöwe und Lachmöwe.

Die – sowohl im Vergleich zu den Arten des Wattenmeeres als auch den Hochseearten - hohen Verölungsraten von "Küstenarten", wie Trauerente und Sterntaucher, sind in Niedersachsen vermutlich auf die Nähe zum VTG zurückzuführen; in Schleswig-Holstein aufgrund der Strömungsverhältnisse in der Deutschen Bucht, die Öl aus dem Hauptverkehrsbereich an der schleswig-holsteinischen Küste nach Norden treibt.

Die Verölungsraten der an den deutschen Nordseeküsten im Zeitraum 1984/85 - 2000/01 registrierten Totfunde weisen einen generellen Rückgang auf, wobei die besonderen Ereignisse, wie z.B. kalte Winter, Ölunfälle und Massensterben bei der Trendberechnung nicht mit einbezogen wurden. Dieser Rückgang scheint zumindest bei einigen Arten Ende der 80er / Anfang der 90er Jahre am stärksten gewesen zu

sein und in Schleswig-Holstein ist er von einem Hoch-tief-hoch-tief-Muster überlagert. In den Wintern 1999/2000 und 2000/01 nahm bei acht von zehn Vogelarten die Verölungsrate ab. Die deutliche Abnahme der Verölungsrate in den Wintern 1999/00 und 2000/01 wurde sowohl an deutschen Nordseeküsten als auch an den benachbarten Küsten der Niederlande registriert. Auch auf den Shetland Inseln sind die Verölungsraten der letzten zwei Winter viel niedriger ausgefallen als in der Vergangenheit.

Bei Hochseearten, wie z.B. Trottellumme und Tordalk, sind die Verölungsraten insgesamt rückläufig. Nach anfänglichem Sinken der Verölungsraten Ende der 80er / Anfang der 90er Jahre steigen die Raten dieser Alkenarten bis zum Winter 1996/97 wieder an, um Ende der 90er Jahre erneut zu fallen. Die Verölungsraten der Hochseearten zeigen ein Hoch-tief-hoch-tief-Muster, dass auf hohe Verölungsraten im Zeitraum 1993/94 - 1996/97 an den Küsten Schleswig-Holsteins zurückzuführen ist. Insgesamt sank die Verölungsrate der Trottellumme von 80% auf 40%.

Auch in den Niederlanden zeigen die Ergebnisse von 30 Jahren Spülsaumkontrollen, dass mit Ausnahme der Trauerente die Verölungsraten aller Arten Mitte der 70er bis Mitte der 90er signifikant und kontinuierlich zurückgegangen sind. Dieser Trend hat sich seitdem in den Niederlanden fortgesetzt. In Dänemark wurde ebenfalls eine Abnahme der Verölungsrate im Bereich des dänischen Wattenmeeres von mehreren Prozent pro Jahr Mitte der 80er bis Mitte der 90er beobachtet. Das entspricht dem Trend in Schleswig-Holstein und es ist davon auszugehen, dass die dänischen Daten die Situation des gleichen Seegebiets widerspiegelt wie die aus Schleswig-Holstein, da Öl und verölte Vögel mit der Strömung und den vorherrschenden Winden nach Norden ebenfalls an Dänemarks Küsten gespült werden. Nördlich des Wattenmeeres, an den Nordseeküsten von Nord Jütland, wurde dagegen kein Trend bei den Verölungsraten festgestellt.

Schiffsverkehr und Verölungsraten

Es ist davon auszugehen, dass der Verschmutzungsgrad eines bestimmten Seegebiets durch das Schiffsverkehrsaufkommen in dem jeweiligen Bereich bestimmt wird. Der Vergleich der Verölungsraten bestimmter Vogelarten hat ergeben, dass sie tatsächlich die Änderungen im Verkehrsaufkommen auf bestimmten Routen in der Deutschen Bucht widerspiegeln. Dabei war zu erwarten, dass aufgrund der vorherrschenden Strömung und Windrichtung in der Deutschen Bucht die Verölungsraten an der niedersächsischen Küste den Verschmutzungsgrad im Bereich des Verkehrstrennungsgebietes und das Verkehrsaufkommen parallel der niedersächsischen Küste bzw. die Verölungsraten an der schleswig-holsteinischen Küste den Verschmutzungsgrad der Bereiche vor der Küste und Helgoland sowie der Elbmündung widerspiegeln.

Insgesamt wurde für alle betrachteten Routen eine Zunahme beim errechneten Mengenanfall ölhaltiger Rückstände verzeichnet. Die Zunahme war erheblich höher auf den Routen, die als Verschmutzungsquelle für die schleswig-holsteinischen Küste in Frage kommen, als auf der Route die entlang der niedersächsischen Küste führt. Beim errechneten Mengenanfall ölhaltiger Rückstände ist ein steiler Anstieg vor

vor allem Mitte der 90er Jahre zu erkennen. Vieles deutet darauf hin, dass diese Änderungen im Schiffverkehr für die hohen Verölungsraten, die an den Küsten Schleswig-Holsteins Mitte der 90er Jahre ermittelt wurden, verantwortlich sind.

Nach einer dramatischen Steigerung der schiffsbedingten Ölverschmutzung der Meere einschließlich der Nordsee Ende der 70er Jahre, bedingt durch die Einführung von kostengünstigem Schweröl als Brennstoff während der Ölkrise, wurde seit Anfang der 80er Jahre Schritt für Schritt eine Reihe von Maßnahmen auf internationaler und nationaler sowie europäischer Ebene eingeführt, um die Ölverschmutzung der Meere generell und insbesondere der Nordsee zu reduzieren: u.a. die Hafenstaatkontrolle (1982), das MARPOL Übereinkommen mit Anlage I (1983) und seine Änderungen (1993, 1999), die Ausweisung der Nordsee zum Sondergebiet nach MARPOL Anlage I (1999), nationale Maßnahmen, wie das Demonstrationsvorhaben zur kostenlosen Ölentorgung in den Häfen sowie die Verschärfung des Ordnungswidrigkeitenrechts für unzulässiges Einleiten von Ölrückständen ins Meer.

Schiffe leiten illegal nach wie vor Brennstoffrückstände in die Nordsee ein. Die Menge ist offensichtlich jedoch in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich geringer geworden. Die Seeverkehrsanalyse hat allerdings steigende Mengen anfallender Ölrückstände für Schiffe in den letzten Jahren auf allen betrachteten Routen in der Deutschen Bucht ermittelt und bei den Hafenstaatkontrollen in Deutschland ist eine Steigerung der Anzahl von Schiffen mit technischen Mängeln festgestellt worden. Es ist daher anzunehmen, dass viele Maßnahmen zusammen, wie verschärfte Regelungen, intensivierete Überwachung und ein verbesserter Vollzug bei Regelverstößen und Umweldelikten (Abschreckung durch Strafen) zusammen zu Verhaltensänderungen bei den Kapitänen geführt haben (Entsorgung nicht auf See sondern an Land). Inwieweit ein gestiegenes Umweltbewusstsein der Kapitäne und Reeder bzw. der Seefahrt insgesamt hier auch eine Rolle spielt, ließe sich z.B. durch Befragungen der Kapitäne untersuchen.

FAZIT

Die systematischen Spülsaumkontrollen begannen in Deutschland Anfang der 80er Jahre und dokumentieren die Zeit nach der Einführung von MARPOL I. Die Daten weisen seitdem eine kontinuierliche Verbesserung der Verschmutzungssituation in der Deutschen Bucht auf. Der generell abnehmende Trend der Verölungsraten wird aber von zeitlich-räumlichen Abweichungen überlagert. Die Verölungsraten in Niedersachsen sind im Zeitraum 1984 – 2000 kontinuierlich gefallen. Die vor allem in Schleswig-Holstein registrierte Zunahme der Verölungsraten vieler Arten nach einem scheinbaren „Tief“ Mitte der 90er Jahre ist mit ziemlicher Sicherheit durch steigendes Schiffsverkehrsaufkommen in dieser Region zu dieser Zeit verursacht worden.

Verschiedene Aspekte - wie auch die Öffnung zum Osten Anfang der 90er Jahre - deuten darauf hin, dass in den 90ern eine Umlagerung des Schiffsverkehrs zu und von der Ostsee stattgefunden hat, durch den Nordostseekanal bzw. durch Skagerrag / Kattegat. Im Nordostseekanal ist ein Rückgang des Verkehrs Anfang der 90er Jah-

re und vor allem ab 1996, beim Seeverkehr über Skagerrag / Kattegat eine Steigerung ab Mitte der 90er zu verzeichnen. Zusätzlich weist die Seeverkehrsstudie im Rahmen dieses Vorhabens steigendes Schiffsverkehrsaufkommen und ein wachsendes Verschmutzungspotential auf den Routen zu und von der Ostsee im Zeitraum 1992 – 1999 auf.

Aufgrund unserer Untersuchungen gibt es keinen Hinweis dafür, dass die kostenlose Ölentorgung in den deutschen Häfen allein zu der deutlichen Verringerung der Ölbelastung der südlichen Nordsee Ende der 80er / Anfang der 90er Jahre geführt hat. Es gibt auch kein Anzeichen dafür, dass die - nach Beendigung bzw. schrittweiser Einstellung der Schiffsentsorgung - nun geringeren in den Häfen abgegebenen Mengen entsorgter Ölrückstände zu einer Erhöhung der Ölverschmutzung in der Deutschen Bucht geführt haben. Die erneute Zunahme der Verölungsraten Mitte der 1990er Jahre verlaufen regional in Schleswig-Holstein und sind mit hoher Wahrscheinlichkeit durch die Zunahme im Schiffsverkehr der Schleswig-Holstein benachbarten Seegebiete verursacht. Es gibt jedoch deutliche Anzeichen dafür, dass zeitgleich mit der Ausweisung der Nordsee zum Sondergebiet nach MARPOL I eine Reduzierung der Verschmutzung der südlichen Nordsee mit Öl eingesetzt hat.

Insgesamt ist davon auszugehen, dass ein Bündel von Maßnahmen der letzten 20 Jahre zu einer schrittweisen Verbesserung der Ölbelastung innerhalb der Deutschen Bucht geführt hat. Es ist anzunehmen, dass Verhaltensänderungen in der Seefahrt – ausgelöst durch verschärfte Regelungen, effektivere Überwachung sowie Abschreckung durch Strafen bei Verstößen und möglicherweise ein verändertes Umweltbewusstsein dafür verantwortlich sind.

Trotz Verringerung sind die Verölungsraten vor allem der Hochseearten an der deutschen Nordseeküste immer noch sehr hoch. Spülsaumkontrollen und Ölanalysen müssen fortgesetzt werden, um zu zeigen, ob der Sondergebietsstatus der Nordsee und die zu erwartende Ausweisung des Wattenmeeres als „Particularly Sensitive Sea Area (PSSA)“ durch die IMO zu einer weiteren Reduzierung der Verölungsrate bei Vögeln führen. Die Ergebnisse der letzten zwei Winter geben Grund zur Hoffnung.

Danksagung

Bei der Durchführung des gemeinsamen Bund-Länder-Vorhabens sowie der Erstellung des vorliegenden Berichtes waren Ministerien und Ämter des Bundes, der Länder Schleswig-Holstein, Niedersachsen sowie der Hansestädte Hamburg und Bremen, ihre nachgeordneten Behörden, Verwaltungen und Ämter sowie Institute, Universitäten, Naturschutzverbände, GmbHs sowie Einzelpersonen beteiligt, sei es durch finanzielle oder ideelle Unterstützung, durch Erhebung bzw. Bereitstellung von Daten und Informationen sowie durch tatkräftige Hilfe und Anregungen. Die Projektmitarbeiter danken den Vertretern und Vertreterinnen aller dieser Institutionen für die hervorragende Zusammenarbeit.

Danken möchten wir insbesondere den Personen und Institutionen, die einen besonderen Beitrag zu dem Vorhaben bzw. dem Bericht geleistet haben:

Der Dank für die Durchführung von Teiluntersuchungen geht an

- Dr. Gerhard Dahmann und seine Mitarbeiterinnen, Bundesanstalt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg für die Ölanalysen; im Labor Sülldorf wurden uns freundlicherweise für die zweimal im Jahr stattfindenden Feldkoordinatorensitzungen Räumlichkeiten zur Verfügung gestellt;
- Manfred Brandt und Thomas Höth, im Auftrag der GAUSS mbH Bremen für die Seeverkehrsanalyse sowie
- Dr. Stefan Garthe, FTZ Büsum der Universität Kiel für die Studie zur Verbreitung der Seevögel auf See.

Für ihren Einsatz danken möchten wir den Feldkoordinatoren und ihren Institutionen, denen die Koordination der Spülsaumkontrollen sowie die Bereitstellung der Zählergebnisse oblag: Silvia Gaus, Schutzstation Wattenmeer e.V.; Dr. Eike Hartwig, Verein Jordsand zum Schutz der Seevögel und der Natur e.V.; Petra Potel, Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer, Wilhelmshaven und Martin Schulze Dieckhoff, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasser- und Küstenschutz (NLWK), Norden.

Die Spülsaumkontrollen wären ohne die Unterstützung zahlreicher Mitarbeiter der Naturschutzverbände wie dem Verein Jordsand e.V., der Schutzstation Wattenmeer e.V., dem Mellumrat e.V., dem Nationalparkservice im Schleswig-Holsteinischen Nationalpark Wattenmeer sowie von Behörden, Instituten und engagierten Einzelpersonen vor Ort nicht möglich gewesen. Wir danken allen Zählerinnen und Zählern für ihre tatkräftige Unterstützung bei den Feldarbeiten des F+E-Vorhabens und allen, die bei der Bergung der Ölopfere der Pallas-Havarie Hilfe geleistet haben.

Von vielen Bundes- und Landeseinrichtungen haben wir in den vergangenen 3 ½ Jahren umfangreiche Informationen und Daten erhalten. Dafür und für die vielen Gespräche, die uns weitergebracht und neue Aspekte aufgezeigt haben, bedanken wir uns bei den folgenden Einrichtungen und ihren Mitarbeitern:

- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn/Berlin,
- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) in Hamburg,
- Statistisches Bundesamt in Wiesbaden,
- Deutscher Wetterdienst, Geschäftsfeld Klima- und Umweltberatung (DWD) in Offenbach,
- Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord, Kiel,
- Wasser- und Schifffahrtsamt Cuxhaven, Sonderstelle des Bundes zur Bekämpfung von Meeresverschmutzungen (SBM) in Cuxhaven,
- Zentraler Meldekopf (ZMK) in Cuxhaven,
- Revierzentrale in Cuxhaven,
- Marine Fliegergeschwader 3 (MfG3) in Nordholz,
- Niedersächsisches Umweltministerium in Hannover,
- Ministerium für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein in Kiel,
- Senator für Wirtschaft und Häfen in Bremen,
- Umweltbehörde der Hansestadt Hamburg,
- Institut für Vogelforschung, Inselstation der Vogelwarte Helgoland.

Der Informationsaustausch und die Gespräche mit den Kollegen der „Trilateral Beached Bird Survey Group (TBBS)“ im Rahmen des „Trilateral Monitoring and Assessment Program (TMAP)“ der Deutsch-Dänisch-Niederländischen Wattenmeereszusammenarbeit, Kees Camphuysen, Niederlande und Henrik Skov, Ornis Consult, Dänemark waren für die Auswertung der Daten sehr hilfreich. Ihnen, den Mitarbeitern von Søværnets Operative Kommando in Aarhus, Dänemark und den Mitarbeitern des ParisMOU Sekretariats in Den Haag, Niederlande möchten wir ebenfalls für Informationen danken.

Weiterhin danken wir für die Unterstützung von Frau Prof. Ulrike Schleier, Fachhochschule Wilhelmshaven bei der statistischen Analyse der Daten der Spülsaumkontrollen sowie für die wertvolle Hilfe von Debis Systemhaus SES GmbH, Leinfelder-Echterdingen zum Aufbau der Datenbank.

Unterstützung bei allen maritimen Fragen haben wir von der GAUSS mbH Bremen und ihren Mitarbeitern, Hans Gerd Knoop und Thomas Reincke erhalten. Die GAUSS hat darüber hinaus in Kooperation mit der Hochschule Bremen die organisatorischen Dinge des Projektes geregelt, verwaltet und abgewickelt und wir danken dafür insbesondere Andrea Zebrowski. Sie hat darüber hinaus auch die vielen Protokolle und das letztendliche Layout dieses Berichts erstellt. Dem Leiter des Vorhabens, Herrn Dr. Gert Weber von der Hochschule Bremen danken wir insbesondere für sein Vertrauen. Die zuverlässige Zusammenarbeit der grenzübergreifenden Ko-

ordinatorin und des wissenschaftlichen Koordinators mit der GAUSS war eine wesentliche Voraussetzung für den erfolgreichen Abschluss dieses Bund-Länder-Vorhabens.

Unseren Kollegen im Nationalparkamt Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer in Tönning und beim Gemeinsamen Wattenmeer Sekretariat in Wilhelmshaven danken wir für manche Unterstützung und kleine Aufmunterungen.

Last but not least danken wir Herrn Volker Brenk, dem Betreuer des Vorhabens beim Umweltbundesamt, der uns alle erdenkliche Unterstützung hat zukommen lassen.

David M. Fleet
Wissenschaftliche Koordination
Nationalparkamt Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Tönning

und

Bettina Reineking
Grenzübergreifende Koordination / Qualitätskontrolle
Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven

Tönning - Wilhelmshaven - Bremen im November 2001

	Seite
UBA BERICHTSKENNBLATT	
KURZFASSUNG	I
DANKSAGUNG	XI
INHALTSVERZEICHNIS	XV
1 EINLEITUNG	1
2 HAUPTTEIL	5
2.1 SPÜLSAUMKONTROLLEN	5
2.1.1 Einleitung	5
2.1.2 Vögel im Spülsaum als Indikator für Ölverschmutzung auf See	6
2.1.2.1 Lebensweise der betroffenen Arten	6
2.1.2.2 Verbreitung der behandelten Arten	7
2.1.2.3 Änderungen der Sterblichkeit der behandelten Arten	8
2.1.2.4 Wetter als beeinflussender Faktor	8
2.1.3 Methodik der Spülsaumuntersuchungen	9
2.1.3.1 Erfassungszeiträume und vorhandene Daten	9
2.1.3.2 Zentrale Datenhaltung	10
2.1.3.3 Datenerhebung und Methode der Auswertung	10
2.1.4 Ergebnisse	14
2.1.4.1 Darstellung der Ergebnisse aus dem Projektzeitraum 01. Oktober 1998 bis 31. März 2001	14
2.1.4.1.1 Besondere Ereignisse	15
2.1.4.1.2 Die Funde in Detail – Daten der Winterhalbjahre	16
2.1.4.2 Darstellung und Vergleich der Ergebnisse aus dem Zeitraum 1984/85 -2000/01	21
2.1.4.2.1 Unterschiede zwischen den drei Regionen Helgoland, Niedersachsen und Schleswig-Holstein	21
2.1.4.2.2 Unterschiede zwischen den Verölungsraten innerhalb des Wattenmeeres und der zur Nordsee exponierten Küsten	24
2.1.4.2.3 Unterschiede zwischen den ersten und zweiten Hälften der Winter	25
2.1.4.2.4 Besondere Aspekte der Ergebnisse der Spülsaumkontrollen auf den Dauersammelstrecken	26
2.1.4.3 Zeitliche, regionale und art-spezifische Trends in den Verölungsraten im Zeitraum 1984/85 bis 2000/01 - Statistische Analyse der Daten der Spülsaumuntersuchungen	28
2.1.4.3.1 Logit-Modell	29
2.1.4.3.2 Spearman-Rangkorrelationen	30
2.1.5 Diskussion der Ergebnisse	37
2.1.6 Literatur	38

2.2	ÖLANALYSEN	41
2.2.1	Einleitung	41
2.2.2	Methodik	41
2.2.3	Ergebnisse	42
2.2.4	Diskussion	46
2.2.5	Besondere Vorfälle	47
2.2.5.1	Eine neue Quelle von Ölverschmutzungen	47
2.2.5.2	Untersuchungen nach dem Unfall der Pallas Ende Oktober 1998	48
2.2.5.3	Untersuchungen nach dem Seevogelsterben im März/April 1999	49
2.2.5.4	Nachweis von Öl aus dem Tanker Erika	49
2.2.6	Ein Computerprogramm zur Identifizierung von Ölverschmutzungen	50
2.2.7	Literatur	52
2.3	SEEVERKEHRSANALYSE UND ABSCHÄTZUNG DER ANFALLENDEN ÖLRÜCKSTÄNDE IM NORDSEEGBIET DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND AUF VORDEFINIERTEN SCHIFFSROUTEN	53
2.3.1	Einleitung	53
2.3.2	Berechnung von Emissionen mit Hilfe von Schiffseinzeldaten	53
2.3.3	Schiffsbewegungsdaten des Statistischen Bundesamtes	53
2.3.3.1	Anschreibehafen	54
2.3.3.2	Schiffsmerkmale - Schiffsart	54
2.3.3.3	Schiffsmerkmale - Größenklasse	55
2.3.3.4	Ankunft/Abgang	55
2.3.3.5	Unbeladen/Beladen	55
2.3.3.6	Einsatzart der Seeschiffe	55
2.3.3.7	Herkunftsbezirk – Bestimmungsbezirk	56
2.3.3.8	Einladebezirk – Ausladebezirk	56
2.3.3.9	Werteangabe	56
2.3.4	Rechenansatz im MARION-System unter Berücksichtigung von gemittelten Daten des Statistischen Bundesamtes	56
2.3.4.1	Verkehrsterm	56
2.3.4.2	Emissionsterm	56
2.3.4.3	Berechnungsbeziehungen	57
2.3.4.4	Ermittlung der Verweilzeit τ eines Schiffstyps in einer Größenklasse	58
2.3.5	Betrachtungsgebiet	59
2.3.6	Schiffsrouten innerhalb des Betrachtungsgebietes	61
2.3.7	Schiffsbewegungszahlen innerhalb des Betrachtungsgebietes	65
2.3.8	Ölhaltige Rückstände durch den Betrieb von Seeschiffen	70
2.3.8.1	Quantifizierung von ölhaltigen Rückständen durch den Betrieb von Seeschiffen	71
2.3.8.2	Berechnungsergebnisse der ölhaltigen Rückstände bezogen auf vordefinierte Schiffsrouten	73
2.3.9	Diskussion der Ergebnisse	74
2.3.10	Literatur	75

2.4	ENTSORGUNGSMENGEN NACH MARPOL I IN DEN DEUTSCHEN NORDSEEHÄFEN	77
2.4.1	Einleitung	77
2.4.2	Demonstrationsvorhaben „Kostenlose Schiffsentsorgung“	77
2.4.3	Datenerhebung und Ergebnisse	78
2.4.3.1	Hamburger Hafen	79
2.4.3.2	Bremische Häfen - Bremerhaven und Bremen	80
2.4.3.3	Schleswig-Holsteinische Nordseehäfen	81
2.4.3.4	Niedersächsische Häfen	82
2.4.3.5	Deutsche Nordseehäfen	83
2.4.4	Diskussion	84
2.4.5	Literatur	85
2.5	LUFTÜBERWACHUNG UND ANDERE SYSTEME ZUR MELDUNG VON ÖLVERSCHMUTZUNGEN	87
2.5.1	Einleitung	87
2.5.2	Luftüberwachung	87
2.5.3	Analyse der verfügbaren Daten über Meldungen von Ölverschmutzungen im Hinblick auf ihre Nutzung zur Bewertung der Spülsaumkontrollen	88
2.5.4	Ausgewählte Ergebnisse	89
2.5.5	Diskussion	93
2.5.6	Literatur	94
2.6	EINFLUSS VON WETTER	95
2.6.1	Einleitung	95
2.6.2	Datengrundlage	95
2.6.3	Ergebnisse	101
2.6.3.1	Lufttemperatur und Anzahl der Eistage	101
2.6.3.2	Windrichtung und -geschwindigkeit	101
2.6.4	Diskussion	102
2.6.5	Literatur	104
2.7	VERBREITUNG UND HÄUFIGKEIT AUSGEWÄHLTER SEEVOGELARTEN IM WINTERHALBJAHR IN DER DEUTSCHEN BUCHT	105
2.7.1	Einleitung	105
2.7.2	Material und Methode	105
2.7.3	Ergebnisse und Diskussion	107
2.7.3.1	Die Verbreitung der wichtigsten Arten im Winterhalbjahr	107
2.7.3.2	Mögliche Veränderungen der Verbreitung und Häufigkeit	109
2.7.4	Schlussfolgerungen für Spülsaumfunde	110
2.7.5	Literatur	111
2.7.6	Abbildungen	113

2.8	ANALYSE UND BEWERTUNG DER ERGEBNISSE DER SPÜLSAUMKONTROLLEN UNTER EINBEZIEHUNG ZUSÄTZLICHER ERKENNTNISSE	129
2.8.1	Einleitung	129
2.8.2	Einfluss bestimmter Faktoren auf die Ergebnisse der Spülsaumkontrollen	129
2.8.2.1	Einfluss des Unfalls der Pallas 1998	129
2.8.2.2	Einfluss der Wetterverhältnisse	131
2.8.2.3	Einfluss der Verbreitung der See- und Küstenvögeln auf See	132
2.8.3	Regionale Unterschiede und Trends der Verölungsrate	135
2.8.3.1	Regionale Unterschiede der Verölungsrate	135
2.8.3.2	Trends der Verölungsrate	138
2.8.4	Ursachen für den Rückgang und das Hoch-tief-hoch-tief-Muster der Verölungsrate im Zeitraum 1984/85 - 2000/01	139
2.8.4.1	Faktor: Wetter	139
2.8.4.2	Faktor: Erhöhte Sterblichkeit	140
2.8.4.3	Faktor: Schiffsverkehr und anfallende ölhaltige Rückstände	140
2.8.4.4	Faktor: Technisches Ausrüstung der Schiffe	144
2.8.5	Maßnahmen und ihre Effektivität zur Reduktion von Ölverschmutzungen	146
2.8.7	Literatur	155
3	LITERATURVERZEICHNIS	159
	ANHÄNGE	167
	Anhang 1: Liste der Vogelnamen.	A1
	Anhang 2.1.1: Auswertbaren Spülsaumfunde 1984/85 – 2000/01.	A4
	Anhang 2.1.2: Spülsaumkontrollstrecken an der deutschen Nordseeküste 1992 – 2001 und Anzahl der Funde pro Strecke im Zeitraum 1998 - 2001.	A10
	Anhang 2.1.3: Ergebnisse der Spülsaumkontrollen der Winterhalbjahre 1998/99 bis 2000/01 an der deutschen Nordseeküste (alle Funde, auswertbare Funde und Ölfunde von jeweils 01. Oktober - 31. März).	A11
	Anhang 2.1.4: Anzahl der nicht verölten auswertbaren Funde einiger Vogelarten auf den Dauersammelstrecken (Anzahl / km) der deutschen Nordseeküste im Zeitraum 1992/93 - 2000/01.	A19
	Anhang 2.2.1: Ergebnisse der Ölanalysen im Projektzeitraum 17.10.1997 – 30.04 2001. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie.	A26
	Anhang 2.5.1: Liste besonderer Vorkommnisse bzw. Verunreinigungen an den Küsten der Deutschen Bucht ab 1990.	A77
	Anhang 3: Liste der Veröffentlichungen im Rahmen des F+E-Vorhabens.	A88

1 EINLEITUNG

Um die Öleinträge in die Nordsee zur Beurteilung der Schiffsentsorgung in deutschen Nordseehäfen bestimmen, quantifizieren und bewerten zu können, wurde 1998 für 3 ½ Jahre ein Forschungsauftrag des Umweltbundesamtes an die Hochschule Bremen vergeben. Ziel des Vorhabens war es, die Veränderungen der Verschmutzung der Deutschen Bucht durch schwimmfähige anthropogene Produkte, wie Öl und ölähnliche Substanzen mit Hilfe von Spülsaumerfassungen und Ölanalysen zu ermitteln, um Aussagen über die Effektivität von Maßnahmen (s. Tab. 1.1) im Bereich des Seeverkehrs, wie. z.B. der Schiffsentsorgung in den Häfen, machen zu können.

Tabelle 1.1: Ausgewählte Maßnahmen zur Reduktion der Verschmutzung der Meere, insbesondere der Nordsee durch Öl.

1958	Inkrafttreten des Internationalen Übereinkommens zur Verhütung der Verschmutzung der See durch Öl (OILPOL 1954).
1983	Inkrafttreten des Internationalen Übereinkommens zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe (MARPOL 73/78) einschließlich der Anlagen I und II.
Juni 1988 - Jan. 1992	Demonstrationsvorhaben „Kostenlose Schiffsentsorgung in deutschen Nordseehäfen nach MARPOL Anlage I“; danach kostenlose Entsorgung nur noch teilweise.
Juli 1993	Änderung von MARPOL Anlage I: Einführung des Grenzwertes 15 ppm für das Einleiten von Ölrückständen weltweit; Reduktion der Einlassrate ölhaltiger Rückstände aus dem Ladungsbereich von Öltankern um 50%, d.h. auf 30 l/sm.
August 1999	Ausweisung der Nordsee zum Sondergebiet nach MARPOL Anlage I; Verbot der Öleinleitungen von Schiffen.

Das Vorhaben ist in zwei Teilvorhaben, nämlich „Spülsaumkontrollen an der Nordsee“ sowie „Ölanalysen“ unterteilt, die durch Einbeziehung zusätzlicher Aspekte zur Bewertung der Ergebnisse der Teilvorhaben ergänzt werden.

Methodische Spülsaumuntersuchungen haben in der Vergangenheit gezeigt, dass sich mit ihrer Hilfe brauchbare Ergebnisse erzielen lassen, die Auskunft über den Zustand, die Ursache und den Umfang der Meeresverschmutzungen durch schwimmende Materialien geben. Vorläufer des derzeitigen F+E-Vorhabens waren das von 1983 - 1988 laufende Vorhaben „Seevogelverluste durch Öl und Müll an der deutschen Nordseeküste“ (Vauk et al., 1987; Vauk et al., 1989), sowie die ebenfalls vom Umweltbundsamt von 1988 – 1992 geförderte Untersuchung „Seevögel als Ölopfere“ (Averbeck et al., 1993). Diese beiden F+E-Vorhaben haben gezeigt, dass Spülsaumuntersuchungen unverzichtbare Hinweise auf die Nordseverschmutzungen durch den Seeverkehr geben. Im Vordergrund stehen die durch den Seeverkehr ver-

ursachten Ölverschmutzungen. Spülsaumuntersuchungen lassen unter bestimmten Voraussetzungen Trendanalysen und Aussagen über die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Vermeidung seeverkehrsbedingter Meeresverschmutzungen zu.

In allen Ländern, in denen bereits langjährig Spülsaumkontrollen durchgeführt und Trends ermittelt werden, hat sich die Ölrate als zuverlässiger Indikator für Ölverschmutzungen herausgestellt. Übereinstimmend haben die Autoren festgestellt, dass dieser Wert bemerkenswert konstant für bestimmte Arten, in bestimmten Regionen und über größere Zeiträume ist (Stowe, 1982; Camphuysen, 1989; Danielsen et al., 1990; Górski & Antczak, 1990; Averbek et al., 1993; Heubeck, 1995).

Folge dieser Ergebnisse war, dass auf der Nordseekonferenz in Esbjerg, Dänemark 1995 beschlossen wurde, Spülsaumkontrollen sowie die Analyse der Ergebnisse national und international koordiniert durchzuführen. Bereits im selben Jahr wurden im Rahmen von OSPAR für diesen Parameter sowie für Ölanalysen verölter Gefiederproben die ersten "Monitoring Guidelines" des „Joint Assessment and Monitoring Program, JAMP“ (JAMP, 1998) angenommen. Eine im Rahmen von OSPAR koordinierte Durchführung dieser Parameter findet nordseeweit zur Zeit jedoch noch nicht statt.

Das Spülsaummonitoring ist allerdings ein Parameter, für den seit 1997 eine Verpflichtung zur Durchführung in den Wattenmeerstaaten Dänemark, der Bundesrepublik Deutschland und den Niederlanden besteht. Dieser Parameter gehört im Rahmen der Trilateralen Wattenmeer-Zusammenarbeit zum "Common Package" des "Trilateral Monitoring and Assessment Program" (TMAP).

Im Rahmen der Spülsaumkontrollen dieses F+E-Vorhabens wurden neben der Erfassung der Vogelkadaver (s. Kapitel 2.1) auch Ölanalysen durchgeführt (s. Kapitel 2.2). Analysen von gesammelten Öl- bzw. Chemikalien-Proben aus dem Spülsaum und dem Gefieder angestrandeter Vögeln lassen den Nachweis bestimmter Öle und damit Quellen bzw. Verursacher der Verschmutzung zu, der auf andere Weise nicht in dieser Größenordnung erbracht werden kann (Dahlmann 1985; Dahlmann et al., 1994; Dahlmann & Secheyne, 2000).

Die Aussagekraft systematischer Spülsaumuntersuchungen gewinnt, wenn sie mit anderen Erkenntnisquellen in Verbindung gebracht wird. Bei der Auswertung der Spülsaumkontrollen und Ölanalysen, wurden daher in diesem F+E-Vorhaben folgende zusätzliche Informationen, Daten und Ergebnisse ergänzender Aspekte bzw. Untersuchungen aus dem Bereich der Deutschen Bucht miteinbezogen:

- Seeverkehrsanalyse – Schiffsbewegungen (s. Kapitel 2.3);
- Abschätzung der anfallenden Ölrückstände (s. Kapitel 2.3.8);
- Angaben der Entsorgungsmengen nach MARPOL I (s. Kapitel 2.4);
- Ergebnisse der Luftüberwachung (s. Kapitel 2.5);
- Wetterdaten (s. Kapitel 2.6);
- Verbreitung von See- und Wasservögeln auf See (s. Kapitel 2.7).

Zu Beginn des Vorhabens wurde zusammen mit dem Vertreter des Umweltbundesamtes festgestellt, dass der Aspekt Ausbreitungs- und Strandrungsmodelle schwimmender Materialien, die Meeresströmung und Windfeld berücksichtigen (Driftmodelle), bereits ausreichend bearbeitet wurde und im Rahmen des Vorhabens kein weiterer Handlungsbedarf besteht.

Die erforderlichen Informationen für die zusätzlichen Aspekte wurden dem F+E-Vorhaben von verschiedenen Ministerien, Ämtern, Verwaltungen und Einrichtungen des Bundes und der Länder sowie von zahlreichen Universitäten, Instituten, Verbänden, GmbHs und Einzelpersonen zur Verfügung gestellt. Für die Erstellung der Seeverkehrsanalyse einschließlich der Abschätzung der anfallenden Ölrückstände und die Untersuchung zur Verbreitung von See- und Wasservögeln auf See wurden Unterverträge im Rahmen des F+E-Vorhabens vergeben.

2 HAUPTTEIL

Der Hauptteil des Berichtes besteht aus einer eingehenden Darstellung der einzelnen Aufgabenfelder des F+E-Vorhabens, der Methodik der Untersuchungen, den erzielten Ergebnissen (s. Kapitel 2.1 bis 2.7) sowie der Analyse der Ergebnisse der einzelnen Aspekte im Hinblick auf die Bewertung der Öleinträge in der Nordsee zur Beurteilung der Schiffsentsorgung in deutschen Nordseehäfen sowie andere Maßnahmen zur Reduktion von Eineinträgen in die See (s. Kapitel 2.8). Am Ende jedes Teilkapitels wird die jeweils verwendete Literatur aufgelistet, in Kapitel 3 das Literaturverzeichnis des Gesamtberichtes.

2.1 SPÜLSAUMKONTROLLEN

2.1.1 Einleitung

Weltweit werden seit Jahrzehnten Zählungen von an der Küste tot aufgefundenen Vögeln – sogenannte Spülsaumkontrollen – eingesetzt, um die Verschmutzung der Meere mit Öl und anderen Chemikalien zu beobachten. Mittlerweile werden Spülsaumkontrollen als die kosteneffektivste und zuverlässigste Methode angesehen, um die schleichende Ölverschmutzung zu überwachen (Camphuysen & Franeker, 1992; Camphuysen & Heubeck, 2001). Auch an der deutschen Nordseeküste haben Spülsaumuntersuchungen eine lange Tradition, da sie den Grad der Verschmutzung der südlichen Nordsee mit Öl seit einem Zeitraum von nunmehr 17 Jahren dokumentiert.

Die gewonnenen Daten aus dem Projektzeitraum dieses F+E-Vorhabens von 1998 – 2001 ergänzen die Daten aus zwei vorangegangenen Vorhaben (1983 – 1992) sowie aus den fünf Jahren, in denen Spülsaumuntersuchungen an der deutschen Nordseeküste von staatlichen Naturschutz- und Umweltbehörden in Zusammenarbeit mit privaten Naturschutzverbänden in Schleswig-Holstein, Hamburg und Niedersachsen aufrecht erhalten wurden (1993 – 1997).

Seit 1994 sind Spülsaumerfassungen fester Bestandteil des Trilateral Monitoring and Assessment Program (TMAP) im Rahmen der trilateralen Zusammenarbeit der drei Wattenmeeranliegerstaaten Dänemark, Deutschland und den Niederlanden. Auf trilateraler wie internationaler Ebene mit dem "Joint Assessment and Monitoring Program" (JAMP) im Rahmen der OSPAR-Konvention, wurde bzw. wird die Einführung und Umsetzung der Erfassung verörter Vögel als Indikator für Ölverschmutzung vorangetrieben und Richtlinien zu Spülsaumkontrollen erarbeitet. Für die deutsche Nordseeküste gelten die 1995 länderübergreifend erarbeiteten "Gemeinsamen Empfehlungen zur Erfassung von Spülsaumfunden, sowie zur Analyse der Ölproben". Innerhalb der dänisch-deutsch-niederländischen Zusammenarbeit einigten sich die

Partner, die innerhalb von JAMP/OSPAR 1996 verabschiedeten "Guidelines" zu übernehmen, die mit den deutschen "Gemeinsamen Empfehlungen" im Grundsatz übereinstimmen (JAMP, 1998). Durch diese, über Jahrzehnte aufrechterhaltenen Spülsaum-Monitoringaktivitäten, ist es möglich, die Auswirkung und Effektivität von Maßnahmen zur Reduzierung der Verschmutzung der Meere durch Öl und andere Chemikalien zu bewerten und das Ausmaß zu quantifizieren.

2.1.2 Vögel im Spülsaum als Indikator für Ölverschmutzung auf See

Vögel sind die auffälligsten Opfer von Ölverschmutzungen auf See und zuverlässige Bioindikatoren insbesondere für das Ausmaß der chronischen Ölverschmutzung. Standardisierte, langfristige Erfassungen von angeschwemmten Vogelkadavern, Öl und anderen Chemikalien auf bestimmten Küstenabschnitten sind gut geeignet, um Veränderungen der Verschmutzung der Meere durch schwimmfähige anthropogene Produkte (z.B. Öl, Palmöl, Süßöle, Paraffin etc.) zu dokumentieren.

Die Lebensweise und Verbreitung einer Vogelart bestimmen deren Gefährdungsgrad durch Öl auf See verschmutzt zu werden und somit – bei gleichbleibender Verschmutzungsintensität - ihre Verölungsraten in einer bestimmten Region. Die Verölungsraten errechnen sich aus der Gesamtzahl der Totfunde dividiert durch die Zahl der veröhlten Totfunde. Sie hat sich als wertvolle Größe für den Grad der Verschmutzung der Meere durch Öl erwiesen (Reineking & Vauk, 1982; Camphuysen & Franeker, 1992; Camphuysen und Heubeck, 2001). Die Verölungsraten einer Vogelart wird sowohl von dem eigentlichen Zielaspekt der Spülsaumuntersuchungen – dem Grad der Ölverschmutzung in der Region, in der sie vorkommt – bestimmt, als auch die natürlichen Sterblichkeit dieser Vogelart. Die Verbreitung und Sterblichkeit der Meeresvögel wird wiederum u.a. vom vorherrschenden Wetter beeinflusst. Im Rahmen des F+E-Vorhabens wurden daher auch Daten zu diesen Einflussgrößen herangezogen und ausgewertet (s. Kap.2.6 und 2.8.5), um die Bewertung von Trends in der Verölungsraten zu ermöglichen.

2.1.2.1 Lebensweise der betroffenen Arten

Vogelarten, die auf dem Wasser leben und tauchend ihre Nahrung suchen, wie z.B. Trottellummen und Seetaucher, laufen große Gefahr von einer Verölung betroffen zu werden. Sie kommen leichter mit auf der Wasseroberfläche schwimmenden Öl in Kontakt als Arten, die weniger Zeit auf dem Wasser verbringen, wie Möwen oder Limikolen, die sich auf den freifallenden Wattflächen im Wattenmeer, an der Wasserkante oder im Spülsaum aufhalten. Arten wie Trottellumme und Seetaucher sind in der Regel auch sehr empfindlich gegenüber geringen Verschmutzungen, da die schützende, wasserabweisende und isolierende Wirkung ihres Gefieders schon bei der kleinsten Verölung beeinträchtigt wird. Das führt in der Regel zum Tode der Vögel durch Unterkühlung. Möwen und Limikolen können allerdings zumindest kleine Verschmutzungen des Gefieders überleben, da sie sich nicht - wie tauchende Arten - ständig im Wasser aufhalten. (u.a. Reineking & Vauk, 1982)

Tasker & Pienkowski (1987) ordnen die Vogelarten und -gruppen der Nordsee einem Oil Vulnerability Index (OVI = Index der Empfindlichkeit gegenüber Ölverschmutzungen) zu, der anhand der Verweildauer der Vogelart auf dem Wasser (Lebensweise) sowie der Bedeutung der Nordsee für deren Weltbestand (Gefährdung des Gesamtbestandes durch Verschmutzung der Nordsee) bestimmt wird (s. Tab. 2.1.1) (s. auch Camphuysen & Franeker, 1992).

Tabelle 2.1.1: Empfindlichkeit von Seevogelarten der Nordsee gegenüber Ölverschmutzungen (geändert nach Tasker & Pienkowski (1987); nur die in diesem Bericht behandelten Arten sind aufgeführt).

Empfindlichkeit: sehr hoch	Empfindlichkeit: hoch	Empfindlichkeit: mäßig
Seetaucher	Baßtöpel	Eissturmvogel
Eiderente	Kormoran	Zwergmöwe
Trauerente	Dreizehenmöwe	Lachmöwe
andere Meerestenten	Skua	Sturmmöwe
Brandente	Krabbentaucher	Heringsmöwe
Trottellumme	Limikolen im Sommer	Silbermöwe
Tordalk		Mantelmöwe
Andere Alken		Seeschwalben
		Limikolen im Winter

2.1.2.2 Verbreitung der behandelten Arten

Die geographische Verbreitung einer Art bestimmt in hohem Masse auch die Wahrscheinlichkeit verölt zu werden. Die im Bereich der südlichen Nordsee vorkommenden Vogelarten wurden innerhalb des F+E-Vorhabens drei Verbreitungskategorien zugeordnet:

- Hochseearten, z.B. Trottellumme und Eissturmvogel, die auf der hohen See leben;
- Küstenarten, z.B. Trauerente und Seetaucher, die direkt seewärts der Inseln des Wattenmeeres im 10 bis 20 m Tiefenbereich vorkommen, und
- Wattenmeerarten, z.B. Eiderente und Brandente (s. Carter et al., 1993).

In der Regel ist die schiffsbedingte Verschmutzung der Meere dort, wo viele Schiffe fernab von der Küste verkehren, wie z.B. im Verkehrstrennungsgebiet (VTG) (s. Abb. 2.8.3) in der Deutschen Bucht, höher als in Bereichen, in denen wenige Schiffe fahren oder die küstennah liegen. Liegt die Hauptverbreitung einer Art insgesamt oder teilweise in einem Gebiet mit hohem Schiffsverkehrsaufkommen, ist die Gefahr größer durch Öl verschmutzt zu werden (Camphuysen & Heubeck, 2001).

Die im Rahmen des F+E-Vorhabens erstellte Analyse der European-Seabirds-at-Sea Datenbank (s. Kapitel 2.7) liefert vor allem Informationen über die Verbreitung von Stern- und Prachtttaucher, Eissturmvogel, Baßtölpel, Trauerente, Lach-, Sturm-, Hering-, Silber-, Mantel- und Dreizehenmöwen, Trottellumme und Tordalk. Weitere Daten zur Verbreitung der häufig von Ölverschmutzung betroffenen Küsten- und Wattenmeerarten sind Meltofte et al., (1994), den Ergebnissen des trilateralen Rastvogelmonitorings im Rahmen des TMAP (Rösner et al., 1994; Poot et al., 1996; Hennig, 2001) sowie Nehls (1998) entnommen. Daten zu Änderungen der Verbreitung der behandelten Arten während des Projektzeitraumes (1998 – 2001) sind nur in wenigen Fällen verfügbar.

2.1.2.3 Änderungen der Sterblichkeit der behandelten Arten

Aussagen über die Sterblichkeit der Vögel eines überwinternden Bestandes - vor allem bei Hochseevögeln – können nur schwer getroffen werden. Für den Zeitraum des F+E-Vorhabens stehen keine Daten aus speziellen Untersuchungen zur Mortalität der betroffenen Arten zur Verfügung.

Als Mortalitätsindex dienen im Rahmen der Spülsaumuntersuchungen die Angaben zur Anzahl der gefundenen Vogelkadaver/km. Die Anwendung eines solchen Mortalitätsindex setzt voraus, dass die zu vergleichenden Strecken und Jahre immer mit gleicher Intensität und im gleichen Zeitraum erfasst werden. Die sogenannten Dauersammelstrecken (s. auch 2.1.5) des Spülsaummonitorings erfüllen diese Kriterien und liefern unter gewissen Einschränkungen einen Index für die Wintersterblichkeit unter den Vogelbeständen der südlichen Nordsee und des Wattenmeeres. Da die Anzahl der Funde an einem bestimmten Küstenabschnitt auch von der Verbreitung der betroffenen Arten – wenn mehr Vögel im Gebiet anwesend sind, gibt es bei gleichbleibender Sterblichkeit mehr Funde – und der vorherrschenden Windrichtung und -stärke abhängig ist, müssen auch Informationen zu diesen Faktoren berücksichtigt werden.

2.1.2.4 Wetter als beeinflussender Faktor

Das Wetter, vor allem Windrichtung und -stärke, beeinflusst die Anzahl der Funde, die an einem bestimmten Küstenabschnitt stranden. Die Wassermassen der Nordsee zirkulieren aufgrund der vorherrschenden westlichen Winde und dem Einfluss der Gezeiten entgegen dem Uhrzeigersinn. Die Verdriftung von Vogelkadavern und Müllteilen ist von der Strömung und vom Wind abhängig, wobei die Windverhältnisse die Drift der Kadaver in entscheidender Weise beeinflussen. Weiterhin können Temperatur und Windstärke im Extremfall die Sterblichkeit von Meeresvögeln und somit die Verölungsrate beeinflussen. Der Einfluß des Wetters auf die Ergebnisse der Spülsaumuntersuchungen wird in Kapitel 2.6 diskutiert.

2.1.3 Methodik der Spülsaumuntersuchungen

2.1.3.1 Erfassungszeiträume und vorhandene Daten

Spülsaume werden seit dem Winter 1984/85 an der deutschen Nordseeküste systematisch untersucht, das heißt auf ausgewählten Kontrollstrecken werden an bestimmten Stichtagen alle angeschwemmten toten Vögel erfasst. Bei der Zählung wird die Vogelart und der Zustand des Vogelkörpers bestimmt und dokumentiert, ob der Vogel mit Öl verschmutzt ist oder nicht. Aus der Gesamtzahl der Totfunde und der Anzahl der verölten Totfunde - hier werden nur Totfunde von Körpern, die vollständig intakt sind, in die Berechnung aufgenommen - wird die Verölungsrate (Anteil verölter Vögel an der Gesamtzahl aller Strandfunde) für die verschiedenen Vogelarten und Regionen berechnet.

Die Daten eines Winterhalbjahres (01. Oktober - 31. März) werden zusammengefasst, da sich das Winterhalbjahr als geeignete Untersuchungsperiode herausgestellt hat. Die Mehrzahl der Ölopfer fällt in den Wintermonaten an, da zu dieser Zeit die Seevogelbestände in der südlichen Nordsee besonders hoch sind, und die Auswirkung des Öls aufgrund der niedrigeren Temperatur auf das jeweilige Tier am größten ist: langsamer Abbau des Öls; Kontakt des Vogels mit (sehr) kaltem Wasser (Reineking & Vauk, 1982). Hinzu kommt, dass an vielen Stränden der deutschen Nordseeküste während der Sommermonate aus Gründen des Fremdenverkehrs der Spülsaum von den Gemeinden gereinigt und Strandgut und Müll entsorgt werden, so dass eine Zählung der Vogelkadaver nicht möglich ist.

Aus dem Zeitraum der Winter 1984/85 - 1991/92 liegen Spülsaumdaten für die deutsche Nordseeküste aus zwei früheren Vorhaben der Vogelwarte Helgoland bzw. der Norddeutschen Naturschutzakademie, NNA vor (Vauk et al., 1987 & 1989; Averbek et al., 1993). Von 1992/93 bis einschließlich 1997/98 liegen Ergebnisse vor, die auf Initiative des Nationalparkamtes in Tönning, Schleswig-Holstein, von den Naturschutzverbänden Verein Jordsand e.V., Naturschutzgesellschaft Schutzstation Wattenmeer e.V., NABU Wangerooge und dem damaligen Staatlichen Amt für Insel- und Küstenschutz (StAIK), jetzt Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz, Betriebsstelle Norden (NLWK) erfasst wurden (Fleet et al., 1995). Ab Winter 1998/99 - Winter 2000/01 konnten die Daten im Rahmen des jetzigen F+E-Vorhabens vom Verein Jordsand, der Schutzstation Wattenmeer, dem NLWK und dem NABU gesammelt werden (Fleet et al., 1999a; 1999b & 2000). 1999 übernahm der Mellumrat e.V. die Erfassungen auf Wangerooge.

Für die Periode der Winter 1984/85 - 1991/92 sind die Daten für die drei Regionen Schleswig-Holstein (inklusive Neuwerk), Helgoland und Niedersachsen zusammengefasst (Daten in tabellarischer Form auf DV-Träger verfügbar durch die damalige Projektbearbeiterin Frau C. Averbek). Für die o.a. Winter existieren Übersichten der Gesamtfundzahlen einer jeden Vogelart und deren Anteil an verölten Exemplaren, so dass die Verölungsraten für die drei Regionen berechnet werden können. Bei der Bearbeitung der Daten von Averbek et al. (1993) wurden einige Rechenfehler in den Tabellen korrigiert. Anhang 2.1.1 enthält alle auswertbaren Spülsaumfunde von

1984/85 – 2000/01, wobei für die Periode 1984/85 -1991/92 die korrigierten Daten von Awerbeck et al. (1993) einbezogen sind.

2.1.3.2 Zentrale Datenhaltung

Nach Gesprächen mit Kees Camphuysen, niederländisches Mitglied der Trilateral Beached Bird Survey Group (TBBS) und Informationsaustausch über die Datenhaltung in den Niederlanden wurde zu Beginn des Vorhabens mit Unterstützung von Debis-Systemhaus SES GmbH (T-Systems, Leinfelder-Echterdingen) auf der Basis von MS-ACCESS eine Datenbank für die Verwaltung und Analyse der Daten der deutschen Spülsaumkartierungen aufgebaut. Die Datenbank enthält Informationen zu den Spülsaumfunden sowie den Küstenabschnitten/-strecken des Vorhabens, auf denen der Spülsaum kontrolliert wurde. Eine Vielzahl von Abfrage-Möglichkeiten erleichtern die Auswertung und Analyse der Ergebnisse der Spülsaumkontrollen.

Alle registrierten Daten von im Spülsaum tot aufgefundenen Vögeln sind bzw. werden seit dem Winter 1992/93 in dieser zentralen Datenbank erfasst. Die Datenbank enthält zusätzlich Informationen zu ca. 1.000 Funden aus dem Winter 1991/92. Die Daten werden unter Angabe des genauen Fundortes, Funddatums und des Zustands des Kadavers sowie - soweit der Zustand des Körpers eine Bestimmung zulässt - der Vogelart, dem Verölungungsgrad, dem Alter und Geschlecht gespeichert. Vögel, die sich in Müllteilen (z.B. Netzresten o.ä.) verfangen haben und dabei zu Tode gekommen sind, werden ebenfalls dokumentiert.

Die Datenbank orientiert die sich an den Erfordernissen der JAMP/OSPAR Guidelines (s. unter 2.1.1) und stellt für die im Rahmen des TMAP zu erstellende trilaterale TAMP-Datenbank eine wesentliche Grundlage dar. Die Datenbank wurde im Laufe des Vorhabens weiterentwickelt und verfügt inzwischen über Informationen zu ca. 55.000 Totfunden, die auf 425 Strecken bzw. Teilstrecken an der deutschen Nordseeküste von Sylt bis Borkum erfasst wurden (Abb. 2.1.1).

2.1.3.3 Datenerhebung und Methode der Auswertung

Im Folgenden wird die Datenerhebung und Methode in den drei Wintern des F+E-Vorhabens 1998/99, 1999/2000 und 2000/01 im Detail dargestellt. Es ist hier herauszustellen, dass die hier beschriebenen Methoden der Datenerhebung und Auswertung auch für die Untersuchungen aus der Zeit vor diesem F+E-Vorhaben (s. auch 2.1.4) gelten. Insgesamt wurden in dem Zeitraum vom 01.10.1992 - 31.03.2001 Daten über Spülsaumfunde von ca. 400 Strecken bzw. Teilstrecken an der gesamten deutschen Nordseeküste gesammelt (Abb. 2.1.1 und Anhang 2.1.2). In Niedersachsen sind Teilstrecken anhand der Flurkarten definiert. Bei der Erfassung einer Strecke in Niedersachsen werden in den meisten Fällen mehrere Teilstrecken begangen. In Schleswig-Holstein und Hamburg sind die Strecken anhand einer alphanumerischen Gebietsdefinition definiert (Hälterlein et al., 1991). Beide Systeme ermöglichen eine Zusammenfassung der Daten von Strecken zu Gebieten (z.B. Inseln oder Teilabschnitte der Festlandsküste) und Regionen (z.B. Schleswig-Holstein, Niedersachsen, deutsche Nordseeküste).

Teile der Spülsaumkontrollstrecken sind als sogenannte Dauersammelstrecken (Tab. 2.1.2; Abb. 2.1.1) seit dem Winter 1992/93 durchgehend mit gleicher Intensität und Methode erfasst worden. Das heißt, die Zählungen von Vogelkadavern sowie die Erfassung von angeschwemmtem Öl wurde auf diesen Strecken in den Winterhalbjahren alle 14 Tage seit 1992/93 durchgeführt. Darüber hinaus gibt es weitere Kontrollstrecken, die sich durch ihren Erfassungsmodus von den Dauersammelstrecken unterscheiden. Es gibt zusätzliche Kontrollstrecken, die nur gelegentlich erfasst wurden, z.B. für ein paar Jahre durchgehend im Winter oder während der einmal im Jahr stattfindenden internationalen Spülsaumkontrollen, dem International Beached Bird Survey (IBBS). Auf den Dauersammelstrecken und anderen Kontrollstrecken, die durchgehend im Winterhalbjahr untersucht werden (siehe Tab. 2.1.2), wird im Zeitraum vom 01.10. - 31.03. zweimal im Monat jeweils kurz nach der Springtide eine Spülsaumkontrolle nach den JAMP/OSPAR Guidelines on Standard Methodology for the Use of (Oiled) Beached Birds as Indicators of Marine Oil Pollution durchgeführt (JAMP 1998). Erfassungen außerhalb dieses Zeitraumes und auf anderen Strecken wurden nur unregelmäßig durchgeführt. Bei der Berechnung der Verölungsrate (siehe 2.1.3.1) werden alle vorhandenen Daten aus dem Zeitraum 01.10. - 31.03. verwendet, die für das jeweilige Gebiet oder die Region zur Verfügung stehen.

In der Regel liegen von den regelmäßig erfassten Kontrollstrecken Informationen über die Länge der Strecken vor. Vor allem auf den Dauersammelstrecken, auf denen im Winterhalbjahr mit gleicher Intensität erfasst wird, ist die Berechnung der Anzahl registrierter Totfunde pro km möglich. Dieser Wert ist, unter Berücksichtigung anderer Faktoren, wie z.B. der Windrichtung und -geschwindigkeit sowie Informationen zur Verbreitung der jeweiligen Vogelart, ein Indiz für die Höhe der Sterblichkeit innerhalb eines Vogelbestandes. Informationen über die Sterblichkeitsrate der Vogelbestände der südlichen Nordsee dienen der Interpretation von Trends in der Verölungsrate dieser Region und ermöglichen eine bessere Bewertung der Ergebnisse der Spülsaumuntersuchungen. Steigt die Sterblichkeitsrate eines Vogelbestandes bei gleichbleibender Ölverschmutzung an, dann sinkt die Verölungsrate entsprechend dieser Sterblichkeitszunahme, da die Stichprobe - im Verhältnis zur Anzahl der Vögel - weniger verölte Vögel enthält. Zur Berechnung einer Verölungsrate wird eine Stichprobengröße von 25 Exemplaren (pro Strecke bzw. Vogelart) als Mindestgröße vorausgesetzt (Camphuysen & Franeker, 1992).

Um die Stichprobengröße von Niedersachsen und Schleswig-Holstein während der Dauer des F+E-Vorhabens einander anzugleichen, wurde in Schleswig-Holstein die Anzahl der regelmäßig kontrollierten Kontrollstrecken ab 1999 um 10 Strecken auf 21 Strecken erhöht.



Abbildung 2.1.1: Dauersammelstrecken und andere Kontrollstrecken für Spülsaumuntersuchungen im Zeitraum 1992/93 - 2000/01.

Tabelle 2.1.2: Dauersammelstrecken und andere Kontrollstrecken, die an der deutschen Nordseeküste durchgehend in den Winterhalbjahren kontrolliert werden.

Strecken-Code	Strecken-Name	Streckenlänge (km)	Zählungen ab	Durchgehende Zeitreihe und vergleichbare Daten ab Winter
12IA31a	Amrum ³	2	Herbst 1991	1991/92
12IH1a	Langeneß ³	2	Herbst 1991	1991/92
12IH6a	Hooge ³	6	Herbst 1991	1991/92
12IP25a	Pellworm ³	8	Herbst 1991	1991/92
12IS18a	Sylt (Hörnum) ³	5	Herbst 1991	1991/92
1104	Juist ^{1,2,3}	5,29	März 1992	1992/93
1105	Norderney ^{2,3}	2,33	Frühling 1992	1992/93
1107	Langeoog ³	4,7	Frühling 1992	1992/93
1108	Spiekeroog ³	3,52	Frühling 1992	1992/93
1119	Wangerooge ^{1,2,3}	5,5	Herbst 1992	1992/93
12INa	Neuwerk ^{1,2,3}	3,5	Herbst 1992	1992/93
12IS15a	Sylt (Rantum) ^{1,2,3}	4,4	Herbst 1992	1992/93
12VD12a	Büsum ^{2,3}	4	Dezember 91	1992/93
12VD3a	Friedrichskoog ³	1,5	Dezember 91	1992/93
12VE52a	St. Peter ³	2,9	Januar 92	1992/93
12VN41a	Hauke-Haien-Koog ^{1,2,3}	4,5	August 92	1992/93
12VN721a	Nordstrand ³	3,6	Dezember 91	1992/93
13NH	Helgoland ^{1,2}	2	August 92	1992/93
1101	Borkum	5,3	Frühling 1994	1994/95
1106	Baltrum	2,4	Winter 1994/95	1994/95
12VN6a	Sönke-Nissen-Koog	3,2	Januar 94	1994/95
1103	Memmert ²	2,68	April 95	1995/96
1112	Krummhörn	4,8	Frühling 1997	1997/98
1114	Norderland West	2	Frühling 1997	1997/98

¹ Kontrollstrecke der Untersuchung von Averbeck et al. (1993).

² Dauersammelstrecke der Untersuchung von Vauk et al. (1989).

³ Dauersammelstrecke des Zeitraumes 1992/93 - 2000/01.

2.1.4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Daten aus den drei Wintern des F+E-Vorhabens 1998/99, 1999/2000 und 2000/01 im Detail dargestellt. Besondere Aufmerksamkeit wird dabei auch den Ergebnissen eines größeren Zeitraums, nämlich vom 01.10.1992 - 31.03.2001, gewidmet. Darüber hinaus werden Daten aus der Periode 1984/85 - 1991/92 für Vergleiche und Analysen von Trends herangezogen.

2.1.4.1 Darstellung der Ergebnisse aus dem Projektzeitraum 01. Oktober 1998 bis 31. März 2001

Innerhalb des F+E-Vorhabens wurden im Gesamtzeitraum (vom 01.10.1998 - 31.03.2001) in den Sommer- und Wintermonaten insgesamt 20.742 Exemplare (unverölt und verölt) von 124 Vogelarten in den Spülsäumen der deutschen Nordseeküste registriert. 88,6% aller Funde stammen von nur 14 See- und Wasservogelarten (Tab. 2.1.3). Den größten Anteil davon hat die Eiderente mit 37,5%, gefolgt von der Trottellumme mit 13,1%. Alle anderen Arten liegen jeweils unter einem Anteil von 10%. Abbildung 2.1.2 zeigt die Verteilung der Funde unter den verschiedenen Vogelfamilien. Von den knapp 21.000 unverölkten und verölkten Funden war der körperlichen Zustand von 8.888 Exemplaren ausreichend, um sie für die Berechnung der Verölungsrate nutzen zu können.

Tabelle 2.1.3: Anzahl der Funde (verölt und unverölt) sowie Prozentanteil der Gesamtfunde aller Funde für 14 der am häufigsten an der deutschen Nordseeküste gefunden Vogelarten im Zeitraum 01.10.98 - 31.03.2001.

Vogelart	Anzahl Funde	Prozentanteil (%)
Eiderente	7782	37,5
Trottellumme	2723	13,1
Silbermöwe	1775	8,6
Austernfischer	1268	6,1
Lachmöwe	1032	5,0
Brandente	648	3,1
Trauerente	546	2,6
Eissturmvogel	504	2,4
Sturmmöwe	477	2,3
Heringsmöwe	441	2,1
Dreizehenmöwe	387	1,9
Großer Brachvogel	337	1,6
Tordalk	231	1,1
Mantelmöwe	221	1,1
Summe	18372	88,6

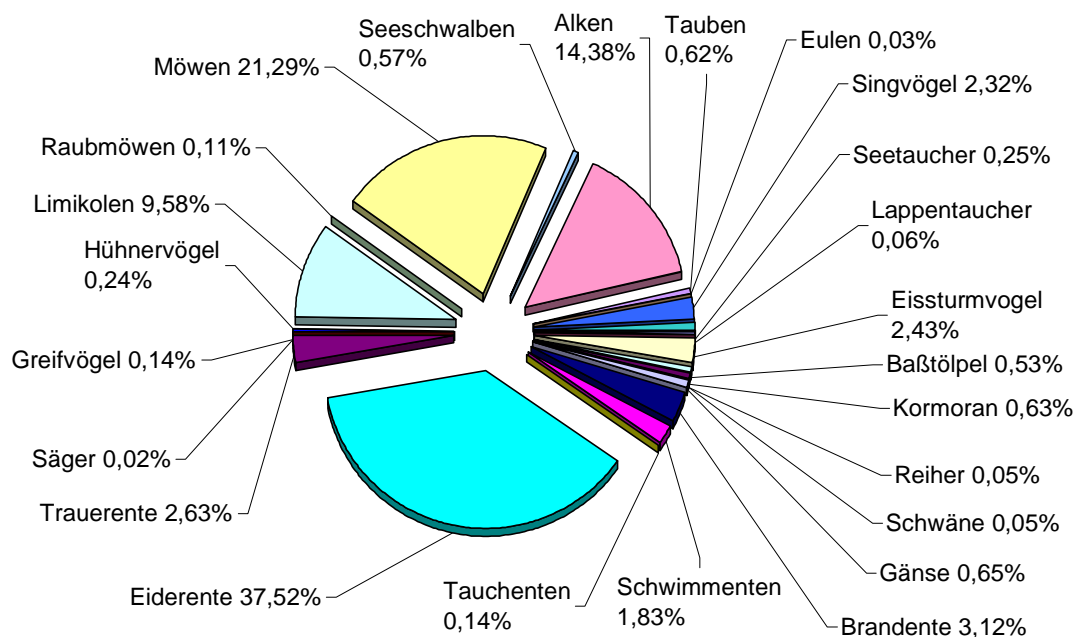


Abbildung 2.1.2: Verölte und unverölte Totfunde der verschiedenen Vogelfamilien bzw. Arten an der deutschen Nordseeküste im Zeitraum 01.10.1998 - 31.03.2001 in Prozent der Gesamtfunde.

2.1.4.1.1 Besondere Ereignisse

Vier Ereignisse haben die Untersuchungen während des Projektzeitraumes geprägt und die Aussagekraft der Daten für betroffene Winter, Regionen oder Arten beeinflusst:

a) 1998/99, im ersten Winter des Vorhabens verursachte die Havarie des Holzfrachters Pallas an der Westküste Schleswig-Holsteins im November 1998 erhöhte Verölungsraten unter den dort überwinterten Eider- und Trauerenten. Darüber hinaus führte die mit der Strandung des Schiffes einhergehende Verschmutzung der Strände und ihre Aufräumarbeiten zu einer Mehrbelastung der vor Ort beteiligten Verbände und Zähler, so dass die Spülsaumerfassungen im November und Dezember 1998 in dieser Region teilweise zusammenbrachen (WWF, 1998; Günther, 1999; Fleet et al., 1999b; Reineking, 1999).

b) Im gleichen Winter 1998/99 erlebte die südliche Nordsee das größte Massensterben von Trottellummen seit Beginn der systematischen Spülsaumuntersuchungen von 1984/85 (Fleet & Reineking, 1999).

c) Ebenfalls im Winter 1998/99, sowie im Winter 1997/98 deuten die Zählungen auf den Dauersammelstrecken drauf hin, dass ein Massensterben des Eissturmvogels vor der deutschen Nordseeküste stattgefunden hat.

d) In den beiden letzten Wintern des Vorhabens - 1999/00 und 2000/01 – trat ein Massensterben von Eiderenten auf, das zu einer Erhöhung der Spülsaumfunde und

einer Reduzierung der Verölungsrates dieser Art führte (Camphuysen, 2000; van den Berk et al., 2000; Fleet, 2001).

2.1.4.1.2 Die Funde in Detail – Daten der Winterhalbjahre

In Anhang 2.1.3 werden die Daten der Winterhalbjahre (jeweils vom 01.10. - 31.03.) der drei Projektwinter 1998/99, 1999/00 und 2000/01 für die drei "Regionen" Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Helgoland dargestellt. Diese Ergebnisse unterscheiden sich geringfügig von den früher veröffentlichten Daten der Winter 1998/99 und 1999/00 von Fleet et al. (1999b & 2000). Der Grund für diese Unterschiede liegt in der zwischenzeitlichen Ergänzung der Datenbank mit Daten, die zur Zeit der jeweiligen Veröffentlichung noch nicht zur Verfügung standen.

In den drei Wintern des F+E-Vorhabens wurden 17.256 Vögel (unverölte und verölte) von 114 Arten tot im Spülsaum registriert. 90% der Funde sind 15 Vogelarten zuzuordnen. Davon waren 40% der Funde Eiderenten und knapp 15% Trottellummen. Alle anderen Arten waren nur mit einem Anteil von weniger als 10% der Gesamtsumme aller Funde vertreten (Tab. 2.1.4). Der Anteil der Eiderenten an der Gesamtzahl der Funde variiert zwischen 22% im Winter 1998/99 - ohne ein Massensterben dieser Art - bis 53% im Winter 2000/01 mit Massensterben. Im Winter 1998/99, in dem die Sterblichkeit der Trottellumme extrem hoch lag, gehörten knapp 25% der Funde dieser Art an.

Tabelle 2.1.4: Anzahl der Funde (verölt und unverölt) sowie Prozentanteil der Gesamtsumme aller Funde für 15 der am häufigsten an der deutschen Nordseeküste in den Wintern (Okt. - März) 1998/99 – 2000/01 gefundenen Vogelarten.

Vogelart	alle Funde 1998/99	% Anteil	alle Funde 1999/00	% Anteil	alle Funde 2000/01	% Anteil	alle Funde 1998/99 - 00/01	% Anteil
Eiderente	1403	22,33	3516	49,6	2043	52,7	6962	40,3
Trottellumme	1589	25,29	728	10,3	209	5,4	2526	14,6
Silbermöwe	394	6,27	469	6,6	284	7,3	1147	6,6
Austernfischer	476	7,58	368	5,2	256	6,6	1100	6,4
Brandente	243	3,87	195	2,7	168	4,3	606	3,5
Trauerente	285	4,54	199	2,8	31	0,8	515	3,0
Lachmöwe	177	2,82	187	2,6	141	3,6	505	2,9
Eissturmvogel	297	4,73	129	1,8	17	0,4	443	2,6
Sturmmöwe	174	2,77	183	2,6	79	2,0	436	2,5
Dreizehenmöwe	184	2,93	160	2,3	21	0,5	365	2,1
Großer Brachvogel	134	2,13	99	1,4	67	1,7	300	1,7
Tordalk	66	1,05	132	1,9	16	0,4	214	1,2
Mantelmöwe	84	1,34	64	0,9	44	1,1	192	1,1
Heringsmöwe	56	0,89	78	1,1	52	1,3	186	1,1
Stockente	56	0,89	64	0,9	53	1,4	173	1,0
Summe	5618	89	6571	92,6	3481	89,7	15670	90,8

Bei weniger als der Hälfte aller Funde war der körperliche Zustand ausreichend, um eine Bestimmung des Verölungszustandes vorzunehmen. Knapp 53% dieser auswertbaren Funde stammten aus Niedersachsen, 45% von der schleswig-holsteinischen Westküste und den vorgelagerten Inseln und nur knapp über 2% von Helgoland. Die Anteile der Funde, die in Niedersachsen gefunden wurden, sanken von 58% im Winter 1998/99 auf 54% in 1999/00 und weiter auf 48% in 2000/01. Die Verteilung der Funde in den drei „Regionen“ Niedersachsen, Helgoland und Schleswig-Holstein ist je nach Vogelart und Winter unterschiedlich. Abb. 2.1.3 zeigt die Verteilung der auswertbaren Funde nach diesen drei Region für die drei Winter des Vorhabens und die 16 wichtigsten bzw. häufigsten Vogelarten.

1.117 der auswertbaren Funde wiesen eine Verölung auf. 96% der auswertbaren Ölfunde sind 10 Arten zuzuordnen (Tab. 2.1.5). Mit Ausnahme der Eiderente und der Brandente, sind die meisten Ölopfer Hochseevogelarten. Knapp über 42% der Ölopfer waren Trottellummen, 19% Eiderenten und 13% Trauerenten; alle anderen Arten lagen unter 10%.

Die Gesamtfundzahl sank trotz gleichbleibender Erfassungsintensität im Winter 2000/01 auf 57% des Durchschnitts der beiden vorherigen Jahre. Wenn die hohen Fundzahlen der Trottellumme von 1998/99 sowie die der Eiderente von 1999/00 und 2000/01 aus der Berechnung herausgenommen werden, liegt dieser Wert bei 53%. Insbesondere bei Hochseevogelarten, wie Trottellumme und Dreizehenmöwe, sowie Küstenvogelarten, wie Trauerente und Mantelmöwe, aber auch bei Wattenmeerarten, wie Silbermöwe und Austernfischer, waren die Fundraten im Winter 2000/01 niedriger als die in den Vorjahren.

Der Anteil der verölten Vögel an der Gesamtfundzahl sank von 26% in 1998/99 auf 12% in 1999/00 und weiter auf 5% in 2000/01. Bei 19 Arten war die Stichprobe groß genug, um die Verölungsrate über den Projektzeitraum von drei Jahren für die deutsche Nordseeküste zu berechnen (Tab. 2.1.6). Bei drei Arten - Sterntaucher, Trauerente und Baßtölpel - lag die Verölungsrate bei 50% oder mehr. Auf den 4. Platz in der Rangliste lag der Tordalk mit 45%, gefolgt von Trottellumme mit 32% und Dreizehenmöwe und Eissturmvogel mit je 29%, dem Kormoran mit 18% und Sturmmöwe mit 10%. Alle anderen Arten hatten eine Verölungsrate von weniger als 10%. Durch geringe Spülsaumfunde im Winter 2000/01 konnte insgesamt bei nur sechs Arten die Verölungsrate bestimmt werden. In 1998/99 und 1999/00 war die Verölungsrate bei 13 bzw. 11 Arten bestimmbar.

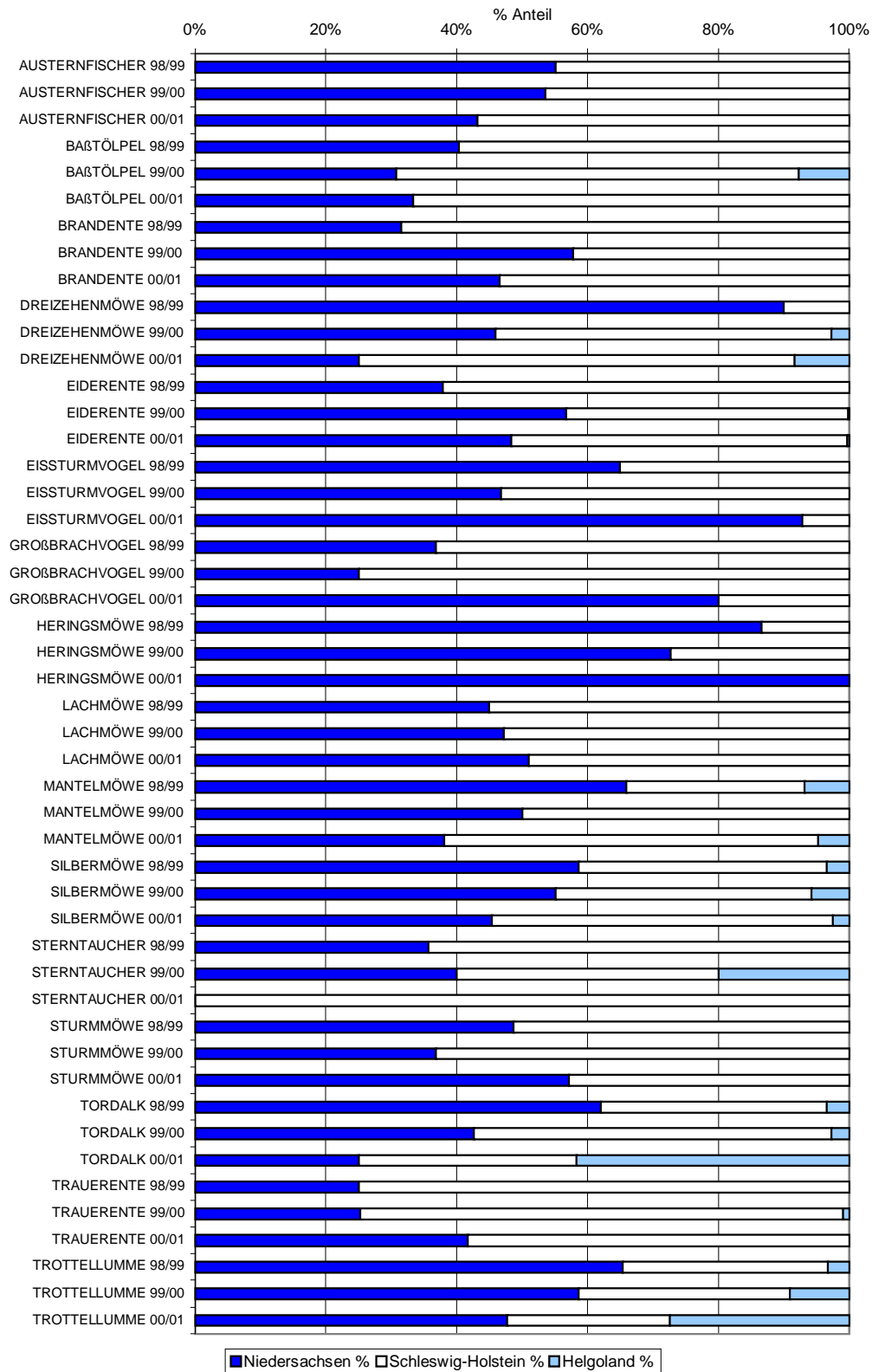


Abbildung 2.1.3: Verteilung der „auswertbaren“ Spülsaumfunde in den drei Regionen Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Helgoland in den Wintern 1998/99 - 2000/01.

Tabelle 2.1.5: Anzahl sowie Prozentanteil der Ölfunde bei den zehn am häufigsten an der deutschen Nordseeküste gefundenen Ölopfern in den Wintern 1998/99 – 2000/01 (jeweils von Okt. - März).

Vogelart	Ölfunde 1998/99	1998/99 % Anteil	Ölfunde 1999/00	1999/00 % Anteil	Ölfunde 2000/01	2000/01 % Anteil	Ölfunde 1998/99 - 00/02	1998/99 - 00/02 % Anteil
Trottellumme	234	35,5	182	48,4	56	68,3	472	42,3
Eiderente	173	26,3	35	9,3	7	8,5	215	19,2
Trauerente	100	15,2	45	12,0	2	2,4	147	13,2
Eissturmvogel	34	5,2	28	7,4	4	4,9	66	5,9
Tordalk	18	2,7	31	8,2	3	3,7	52	4,7
Dreizehenmöwe	25	3,8	17	4,5	3	3,7	45	4,0
Baßtölpel	28	4,2	5	1,3	1	1,2	34	3,0
Brandente	12	1,8	2	0,5	2	2,4	16	1,4
Sternaucher	8	1,2	7	1,9		0,0	15	1,3
Sturmmöwe	7	1,1	5	1,3		0,0	12	1,1
Summe	639	97,0	357	94,9	78	95,1	1074	96,2

Bei 10 Arten war ein Vergleich der Verölungsraten der Winter 1999/00 und 2000/01 mit dem Zeitraum 1995/96 - 1998/99 durchführbar. Aufgrund des Massensterbens der Eiderente in den Wintern 1999/00 und 2000/01, der Trottellumme im Winter 1998/99 und des Eissturmvogels in den Wintern 1997/98 und 1998/99, sowie der erhöhten Verölungsraten der Trauer- und Eiderenten während des Pallas-Unfalls im Winter 1998/99, wurden Daten aus diesen Wintern für die genannten Arten nicht in den Vergleich miteinbezogen. Für die Eiderente war aufgrund der o.g. Umstände ein Vergleich nicht möglich. Nach dieser Berechnung ergibt sich, dass die Verölungsraten in den Wintern 1999/00 und 2000/01 bei acht von zehn Arten abnahm (Tab. 2.1.7). Vergleiche zwischen den vergangenen zwei Wintern und denen der Vorjahre ergaben, dass die Verölungsraten für Eissturmvogel und Trauerente nahezu konstant geblieben sind. Allerdings wurde festgestellt, dass die Verölungsraten der Trauerente in Niedersachsen in den letzten zwei Jahren höher war, während sie in Schleswig-Holstein sank.

Tabelle 2.1.6: Verölungsraten (in %) an der deutschen Nordseeküste im Zeitraum 1998/99 - 2000/01.

Vogelart	Verölungsrate 1998/99 - 2000/01 (%)
Sterntaucher	53,6
Trauerente	53,5
Baßtölpel	50,0
Tordalk	44,8
Trottellumme	32,1
Eissturmvogel	28,9
Dreizehenmöwe	28,8
Kormoran	18,2
Sturmmöwe	10,3
Großer Brachvogel	9,4
Brandente	8,1
Eiderente	5,9
Mantelmöwe	3,4
Ringelgans	3,2
Silbermöwe	2,4
Austernfischer	1,1
Lachmöwe	0,8
Heringsmöwe	-
Stockente	-

Tabelle 2.1.7: Vergleich der Verölungsraten der Winter 1999/00 und 2000/01 mit dem Zeitraum 1995/96 - 1998/99 für zehn ausgewählte Arten an der deutschen Nordseeküste.

Vogelart	Verölungsrate 2000/01 in %	Mittlere Verölungsrate im Zeitraum 1995/95- 1998/99 in %	Abweichung vom Zeitraum	Änderung in Prozentpunkte	Grund für die Auswahl des Zeitraumes
Eissturmvogel	35,2	33,3	1995/96-1996/97	1,9	Massensterben in 1997/98 u. 1998/99
Brandente	3,3	6		-2,7	
Trauerente	38,2	38,7	1995/96-1997/98	-0,5	"Pallas" Unfall in 1998/99
Austernfischer	0	2,1		-2,1	
Lachmöwe	0	5,6		-5,6	
Sturmmöwe	6,4	14,8		-8,4	
Mantelmöwe	2,9	5,4		-2,5	
Dreizehenmöwe	2,2	12,4		-10,2	
Trottellumme	41,7	57,2	1995/96-1997/98	-15,5	Massensterben in 1998/99
Tordalk	39,1	53,7		-14,6	

2.1.4.2 Darstellung und Vergleich der Ergebnisse aus dem Zeitraum 1984/85 -2000/01

Um regionale und zeitliche Unterschiede in der Anzahl der Funde und bei den Verölungsraten der Vogelarten an der deutschen Nordseeküste darzustellen, ist die Betrachtung eines längeren Zeitraums eine aussagekräftige Stichprobe notwendig. Seit dem Winter 1992/93 werden alle Daten des Spülsaummonitorings in einer zentralen Datenbank gespeichert (s. unter 2.1.3.2). Dies erlaubt eine eingehende Auswertung der vorhandenen Daten und einen Vergleich mit den Daten von Vauk et al. (1987 & 1989) und Averbek et al., (1993) aus dem Zeitraum 1984/85 - 1991/92.

2.1.4.2.1 Unterschiede zwischen den drei Regionen Helgoland, Niedersachsen und Schleswig-Holstein

Ein Vergleich der Daten des Zeitraums 1992/93 - 2000/01 mit denen des Zeitraums 1984/85 - 1991/92 gibt Hinweise auf räumlich/zeitliche Veränderungen an der deutschen Nordseeküste. Die Funddaten der drei Regionen Helgoland, Niedersachsen und Schleswig-Holstein werden verglichen. Im Zeitraum 1984/85 - 1991/92 waren die Verölungsraten auf Helgoland insgesamt am höchsten, die von Niedersachsen am niedrigsten und die von Schleswig-Holstein - mit Ausnahme von Trottellumme und Trauerente - höher als an der niedersächsischen Küste. Im Zeitraum 1992/93 - 2000/01 können für vier Arten – Silbermöwe, Mantelmöwe, Trottellumme und Tordalk - die Verölungsraten auf Helgoland ermittelt werden. Bei allen vier Arten lag die Verölungsrate auf Helgoland höher als in Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Bei 11 Arten lagen die Verölungsraten in Niedersachsen unter denen von Schleswig-Holstein, bei vier weitere Arten waren die Verölungsraten der beiden Regionen etwa gleich oder lagen in Niedersachsen etwas höher als in Schleswig-Holstein (Abb. 2.1.4). Das Verhältnis der Verölungsraten zwischen Niedersachsen und Schleswig-Holstein hat sich ab 1992/93 geändert. In Niedersachsen sind die Verölungsraten von Eiderente, Trottellumme, Trauerente und Silbermöwe im Zeitraum 1992/93 - 2000/01 zum Teil erheblich niedriger als im Zeitraum 1984/85 - 1991/92. Im Zeitraum 1992/93 - 2000/01 in Schleswig-Holstein dagegen sind die Verölungsraten von Brandente, Eiderente, Trottellumme, Tordalk, Eissturmvogel und Großer Brachvogel gestiegen, die von Trauerente und Sturmmöwe etwa gleich geblieben und von Dreizehenmöwe, Silbermöwe, Lachmöwe, Mantelmöwe und Austernfischer gesunken.

Diese Veränderungen sind im wesentlichen auf hohe Verölungsraten in Schleswig-Holstein in den Wintern 1993/94 - 1996/97 zurückzuführen, und zwar im Vergleich zum Zeitraum davor (1984/85 – 1992/93) bzw. danach (1997/98 – 2000/01). Hohe Verölungsraten wurden vor allem bei Hochseearten wie Tordalk, Trottellumme, Eissturmvogel, Dreizehenmöwe und Sturmmöwe, aber auch bei den Wattenmeerarten Silbermöwe und Eiderente sowie der Trauerente als Küstenart (Abb. 2.1.5) verzeichnet. Bei der Brandente lag die Verölungsrate des mittleren o.a. Zeitraumes mit 9,8% deutlich höher als in der ersten Periode (7%), aber gleich wie in der dritten Periode. Beim Austernfischer lag die Verölungsrate im mittleren Zeitraum niedriger als im ersten, jedoch erheblich höher als im Zeitraum danach. Beim Austernfischer ist die

Stichprobe der Periode 19985/86 - 1991/92 für Schleswig-Holstein vom Winter 1986/87 geprägt, als für diese Art eine außergewöhnlich hohe Verölungsrate festgestellt wurde. Bei der Brandente ist die Stichprobe des Zeitraumes 1997/98 - 2000/01 vom Winter 1998/99 geprägt, in dem ebenfalls eine hohe Verölungsrate dokumentiert wurde.

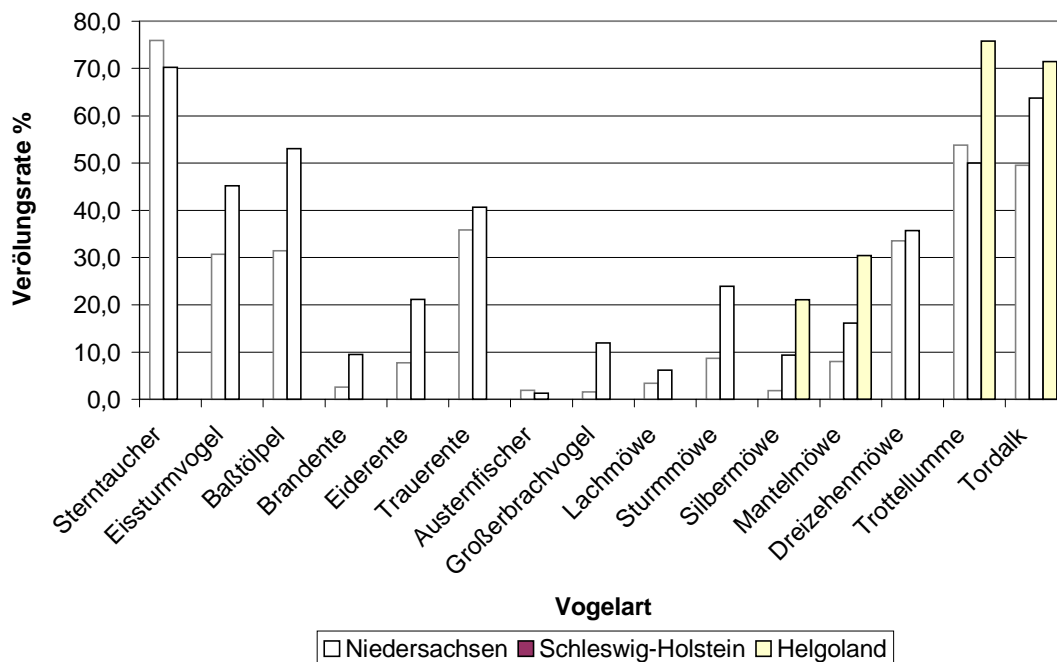


Abbildung 2.1.4: Verölungsraten auf Helgoland, in Schleswig-Holstein und Niedersachsen im Zeitraum 1992/93 - 2000/01.

Die Anzahl der Funde in Niedersachsen erlaubt bei sechs Arten einen Vergleich der drei o.a. Zeiträume. Ein ähnliches Muster wie in Schleswig-Holstein ist in Niedersachsen nicht erkennbar. Hier lagen die Verölungsraten bei Trottellumme, Trauerente und Brandente im Zeitraum 1984/85 - 1992/93 am höchsten. Die Verölungsraten von Trauerente, Eissturmvogel und Brandente waren im Zeitraum 1993/94 - 1996/97 am niedrigsten oder zumindest niedriger als in der dritten Periode. Nur bei Eiderente, Austernfischer und Silbermöwe lag die Verölungsrate im mittleren Zeitraum am höchsten, wie in Schleswig-Holstein (Abb. 2.1.6).

Bei der Trottellumme war die Verölungsrate im Zeitraum 1984/85 - 1991/92 auf Helgoland mit 79% am höchsten und in Niedersachsen mit 68% weit höher als in Schleswig-Holstein (37%). Im Zeitraum 1992/93 - 2000/01 lag die Verölungsrate auf Helgoland mit 76% immer noch am höchsten, in Niedersachsen mit 54% und in Schleswig-Holstein mit 50% etwa gleich hoch. Im Winter 1996/97 lag die Verölungsrate in Schleswig-Holstein mit 79% sogar weit über der von Helgoland mit 63% (Abb. 2.1.7).

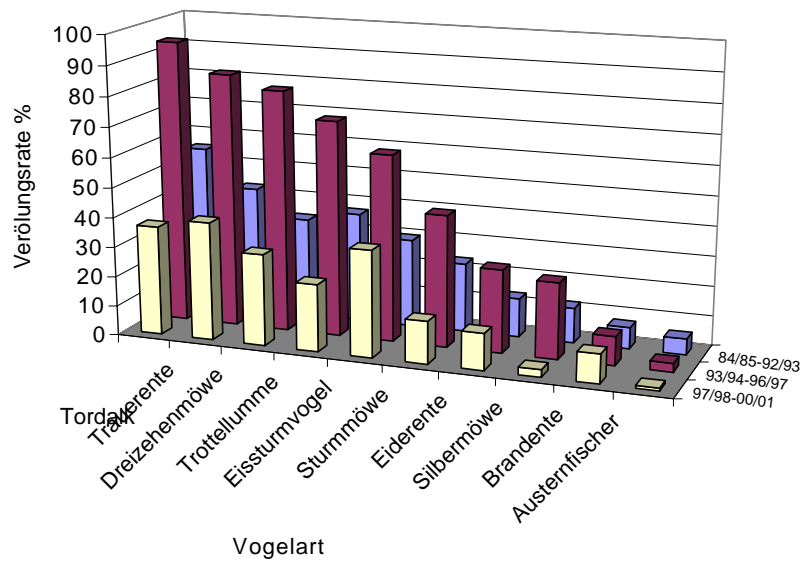


Abbildung 2.1.5: Verölungsraten in Schleswig-Holstein in den drei Zeiträumen 1984/85 - 92/93, 1993/94 - 96/97 und 1997/98 - 00/01.

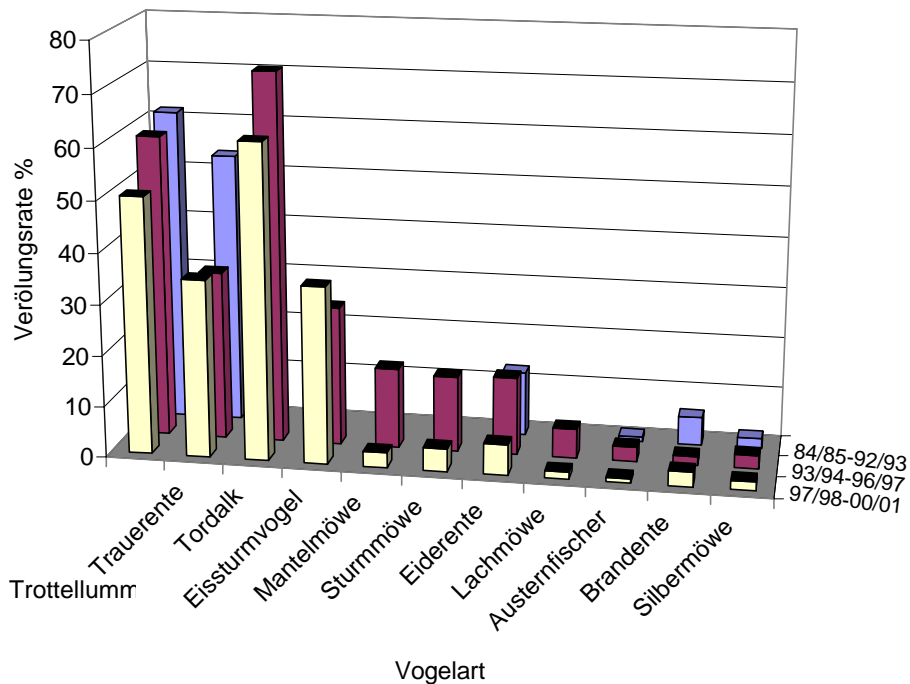


Abbildung 2.1.6: Verölungsraten in Niedersachsen in den drei Zeiträumen 1984/85 - 92/93, 1993/94 - 96/97 und 1997/98 - 00/01.

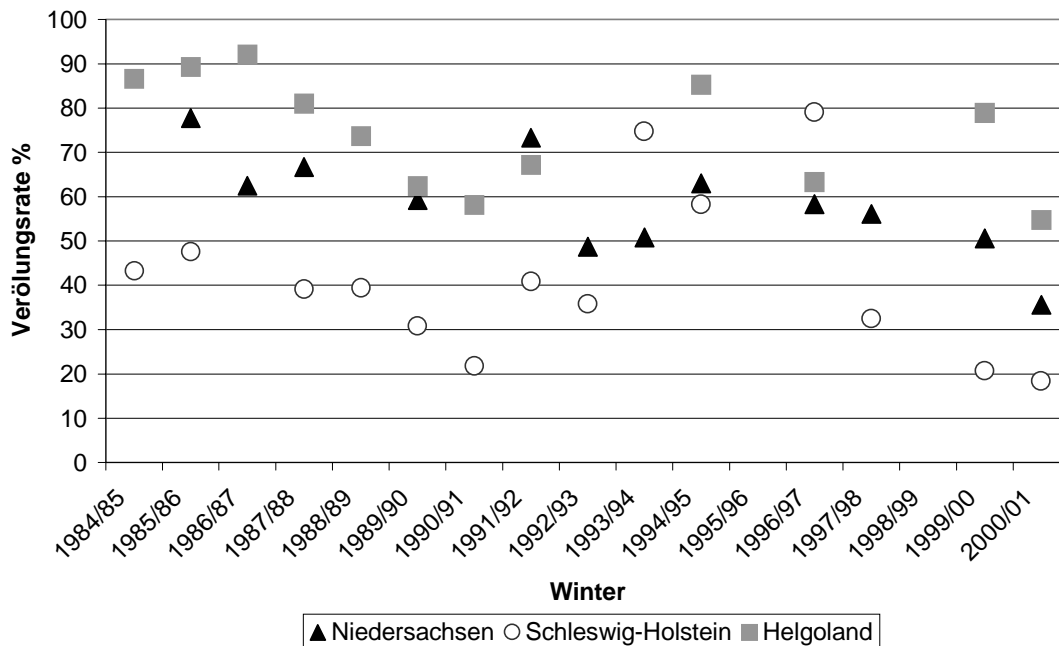


Abbildung 2.1.7: Verölungsraten der Trottellumme in Niedersachsen, Schleswig-Holstein und auf Helgoland im Zeitraum 1984/85 - 2000/01.

2.1.4.2.2 Unterschiede zwischen den Verölungsraten innerhalb des Wattenmeeres und der zur Nordsee exponierten Küsten

Zu den Küsten des Wattenmeeres zählen hier die Festlandsküsten und Küsten der im Wattenmeer liegenden Inseln bzw. die Wattseiten der Inseln. Im Gegensatz dazu gibt es die zur Nordsee exponierten Küsten der Inseln. Ein Vergleich der Verölungs-raten dieser unterschiedlichen Küstenbereiche gibt Aufschluss über Unterschiede in der Belastung des Wattenmeeres und die der offenen Nordsee mit Öl. Im Zeitraum 1992/93 - 2000/01 ist dieser Vergleich nur bei wenigen Arten möglich, da sie sowohl im Wattenmeer als auch seeseitig der Inseln in ausreichenden Zahlen vorkommen sowie in ausreichender Anzahl als Funde im Spülsaum vorhanden sein müssen.

Bei der Silbermöwe in Schleswig-Holstein lag die Verölungsrate an der Festlandsküste bei 3% (n=234), an den Küsten der Inseln und Halligen bei 22% (n=121) und an der Küste Sylts bei 59% (n=41). In Niedersachsen lag die im Wattenmeer ermittelte Verölungsrate dieser Art bei 2,5% (n=79) und die an den Nordsee exponierten Küsten der Inseln bei 5% (n=180). Auf Helgoland betrug die Verölungsrate der Silbermöwe 21% (n=38). Auch beim Austernfischer ist die Verölungsrate an den Festlandsküsten in Schleswig-Holstein mit 1,2% (n=81) geringer als die an der Nordseeküste von Sylt mit 1,5% (n=68). In Niedersachsen liegt die Verölungsrate dieser Art im Wattenmeer bei 0% (n=40) und an der Nordseeküste bei 5,6% (n=54).

Die Verölungsrate der Trauerente an der zur Nordsee exponierten Küste Eiderstedts liegt bei 81%, die an der Nordseeküste von Sylt bei 73,5% und an der Festlandsküste Nordfrieslands bei 58%. Bei der Eiderente sind die Verhältnisse ähnlich der Trauerente mit einer Verölungsrate von 49% (n=57) an der Küste Eiderstedts, 32,4% (n=469) an der nordfriesischen Festlandsküste und 40% (n=68) an der Nordseeküste der Insel Sylt. In Niedersachsen waren 9,4% (n=53) der im Wattenmeer gefundenen Eiderenten verölt, an den Nordsee exponierten Küsten der niedersächsischen Inseln dagegen 15% (n=160).

2.1.4.2.3 Unterschiede zwischen den ersten und zweiten Hälften der Winter

Im Zeitraum 1992/93 - 2000/01 war die Anzahl der auswertbaren Vogelfunde in den zweiten Hälften der Winter (01.01 bis 31.03), sowohl insgesamt als auch bei den meisten Arten, größer als in den ersten Hälften der Winter (01.10. – 31.01) (Tab. 2.1.8). In der Regel spiegeln daher die Verölungsraten der Vögel die Verschmutzungsintensität der südlichen Nordsee zu dieser Jahreszeit wieder. Dies ist vor allem der Fall bei Trauerente, Dreizehenmöwe, Trottellumme, Großer Brachvogel und Tordalk, bei denen über 80% der Funde aus der zweiten Hälfte des Winters stammen, aber auch bei Sturmmöwe, Sterntaucher, Eissturmvogel und Austernfischer mit über 60% der Funde. Bei Herings-, Silber-, Lach- und Mantelmöwe sowie beim Baßtöpel werden mehr Funde im Herbst gemacht.

Tabelle 2.1.8: Unterschiede in der Anzahl der Funde und den Verölungsraten zwischen den beiden Hälften der Winter an der deutschen Nordseeküste im Zeitraum 1992/93 - 2000/01.

Vogelart	Oktober/November/Dezember				Januar/Februar/März				Gesamt		
	Auswertbare Funde	% Anteil Funde	Ölfunde	Verölungs-Rate %	Auswertbare Funde	% Anteil Funde	Ölfunde	Verölungs-Rate %	Auswertbare Funde	Ölfunde	Verölungs-Rate %
Heringsmöwe	52	82,5	0	0,0	11	17,5	1	9,1	63	1	1,6
Baßtöpel	93	67,9	32	34,4	44	32,1	26	59,1	137	58	42,3
Silbermöwe	810	64,3	22	2,7	449	35,7	36	8,0	1259	58	4,6
Lachmöwe	167	63,3	3	1,8	97	36,7	11	11,3	264	14	5,3
Mantelmöwe	124	55,9	4	3,2	98	44,1	24	24,5	222	28	12,6
Eiderente	2516	46,9	170	6,8	2844	53,1	279	9,8	5360	449	8,4
Brandente	238	43,7	17	7,1	307	56,3	11	3,6	545	28	5,1
Sturmmöwe	112	36,8	11	9,8	192	63,2	34	17,7	304	45	14,8
Sterntaucher	33	30,6	19	57,6	75	69,4	62	82,7	108	81	75,0
Eissturmvogel	131	30,5	32	24,4	299	69,5	107	35,8	430	139	32,3
Austernfischer	190	22,8	2	1,1	642	77,2	13	2,0	832	15	1,8
Trauerente	125	19,1	83	66,4	531	80,9	279	52,5	656	362	55,2
Dreizehenmöwe	50	16,2	13	26,0	259	83,8	99	38,2	309	112	36,2
Trottellumme	440	14,9	253	57,5	2504	85,1	1107	44,2	2944	1360	46,2
Trottellumme*	352	17,2	181	51,4	1693	82,8	945	55,8	2045	1126	55,1
Großer Brachvogel	42	11,4	0	0,0	325	88,6	10	3,1	367	10	2,7
Tordalk	34	9,2	24	70,6	334	90,8	182	54,5	368	206	56,0
Alle Arten	5552	36,5	709	12,8	9669	63,5	2400	24,8	15221	3109	20,4

*ohne Massensterben im Frühling 1999

Bei den meisten Arten ist auch die Verölungsrate in den zweiten Hälften der Winter höher als in den ersten Hälften (Tab. 2.1.8), z.B. Baßtöpel, Sterntaucher, Dreizehenmöwe. Ausnahmen zu dieser Regel sind Tordalk, Trauerente und Brandente. Bei

der Trottellumme und Silbermöwe, bei denen die Höhe der Fundzahlen in vielen Jahren eine solche differenzierte Berechnung der Verölungsrate nach erster und zweiter Hälfte der Winter zulässt, ist dieses Verhältnis nicht konstant. Bei beiden Arten gibt es Winter, in denen die Verölungsrate in der ersten Hälfte des Winters höher ist als in der zweiten Hälfte (Abb. 2.1.8).

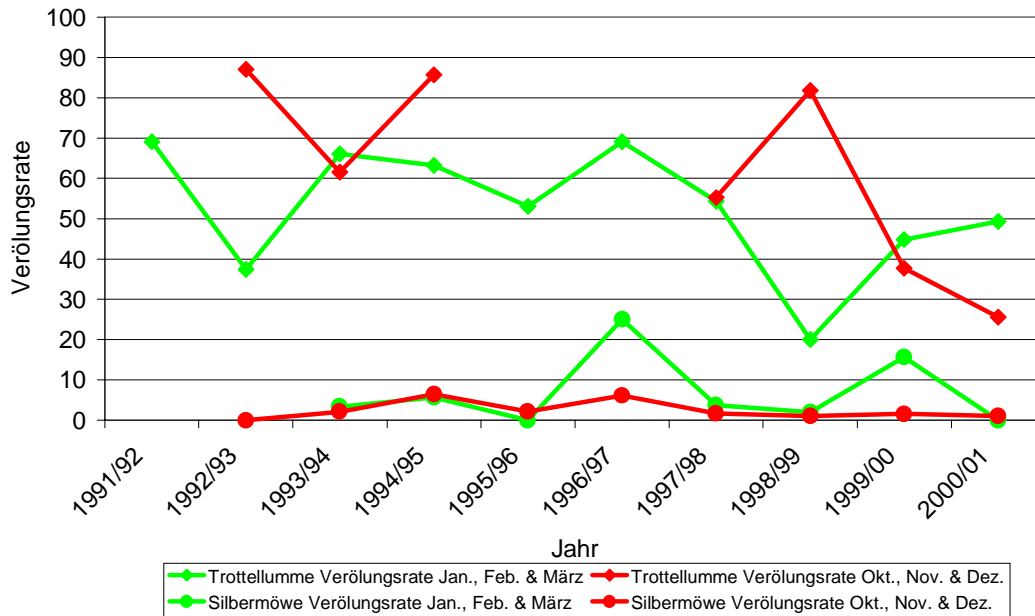


Abbildung 2.1.8: Verölungsraten der Trottellumme und Silbermöwe an der deutschen Nordseeküste in den Perioden 1.10. - 31.12. und 1.01. - 31.03. (Trottellumme: 56% der Funde aus Jan., Feb. & März; Silbermöwe: 64% der Funde aus Okt., Nov. & Dez.).

2.1.4.2.4 Besondere Aspekte der Ergebnisse der Spülsaumkontrollen auf den Dauersammelstrecken

Mit Hilfe der Daten der Dauersammelstrecken (s. Kap. 2.1.5) soll und kann die Frage beantwortet werden, ob die natürliche Mortalität bzw. die Verbreitung bestimmter Vogelarten sich verändert hat. Daher werden die Daten der Dauersammelstrecken, und zwar die „nicht verölten auswertbaren“ Funde, zu Hilfe genommen, um damit bei der Analyse die Sterblichkeit der Vögel durch Öl, also die Änderungen in der Verschmutzungsintensität der südlichen Nordsee, auszuschließen. Die Ergebnisse der Zählungen, d.h. die Anzahl der nicht verölten auswertbaren Funde auf den sogenannten Dauersammelstrecken (s. auch Tab. 2.1.2) sind für 13 der 16 am häufigsten vorkommenden Arten für die Winter 1992/93 - 2000/01 in den Abbildungen im Anhang 2.1.4 dargestellt. Für Sterntaucher, Baßtölpel und Heringsmöwe war die Anzahl der Funde, mit insgesamt unter 50 Funde für den Gesamtzeitraum, auf den Dauersammelstrecken für eine weitergehende Auswertung zu gering.

Im Zeitraum 1992/93 - 2000/01 gab es auf den Dauersammelstrecken folgende auffällig hohen Jahresfundzahlen bzw. auffällige Trends bei der Anzahl der Funde:

- Eissturmvogel: Viele unverölte Funde in Schleswig-Holstein im Winter 1992/93, in Niedersachsen im Winter 1995/96 und in Niedersachsen und Schleswig-Holstein gemeinsam in den Wintern 1997/98 - 1999/00. Im Winter 2000/01 nur zwei Funde in Schleswig-Holstein.
- Brandente: Viele Funde im Winter 1995/96 in Niedersachsen. Allgemein wenig Funde im Winter 2000/01 in Niedersachsen sowie in den Wintern 1993/94 und 1999/00 in Schleswig-Holstein.
- Eiderente: Viele unverölte Funde in Niedersachsen und wenig Funde in Schleswig-Holstein im Winter 1995/96. Steigende Fundzahlen in Schleswig-Holstein ab 1995/96 und in Niedersachsen ab 1996/97. Leicht fallende Zahlen im Winter 2000/01 in Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Massensterben in den Wintern 1999/00 und 2000/01 an der deutschen Nordseeküste.
- Trauerente: Viele unverölte Funde in Niedersachsen im Zeitraum 1994/95 - 1996/97 und in 1998/99 sowie 1999/00 in Schleswig-Holstein. Wenig unverölte Funde in 1992/93 und 1997/98 in Niedersachsen, wenig Funde im Winter 2000/01 in Niedersachsen und Schleswig-Holstein.
- Austernfischer: Viele Funde in Niedersachsen im Zeitraum 1994/95 - 1996/97, vor allem im Winter 1995/96. Mehr Funde in Niedersachsen im Winter 1998/99 als in den zwei Wintern danach. Wenig Funde in Niedersachsen im Winter 1997/98.
- Großer Brachvogel: In Niedersachsen viele Funde im Winter 1995/96 und wenig Funde von 1997/98 - 2000/01.
- Lachmöwe: Viele Funde in 1993/94, 1995/96, 1996/97 und 2000/01 in Niedersachsen. Viele Funde in 1997/98 in Schleswig-Holstein.
- Sturmmöwe: Hohe Fundzahlen in Niedersachsen im Winter 1992/93 und im Zeitraum 1994/95 - 1996/97. Wenig Funde in Schleswig-Holstein im Winter 1997/98. Wenig Funde in Schleswig-Holstein in 1992/93, 1994/95 und 1995/96.
- Silbermöwe: Vermehrt Funde in Niedersachsen im Zeitraum 1994/95 - 1996/97. Wenig Funde in Schleswig-Holstein im Winter 1995/96.
- Mantelmöwe: Viele Funde in Niedersachsen im Zeitraum 1993/94 - 1996/97 und in Niedersachsen und Schleswig-Holstein im Winter 1998/99. Keine Funde in Niedersachsen in 1992/93 und 2000/01. Wenig Funde in Schleswig-Holstein in 1992/93 und 1993/94.
- Dreizehenmöwe: Viele Funde im Winter 1992/93 in Schleswig-Holstein und vermehrt Funde in Niedersachsen im Zeitraum 1997/98 - 1999/00,

insbesondere im Winter 1998/99. Vermehrt Funde in Schleswig-Holstein in 1997/98 und 1999/00. Wenig Funde insgesamt an der deutschen Nordseeküste im Zeitraum 1993/94 - 1996/97. Keine Funde in Niedersachsen in 1992/93 und 2000/01.

Trottellumme: Viele unverölte Funde in Niedersachsen und Schleswig-Holstein im Winter 1998/99. Geringe Fundzahlen in 1995/96, 1996/97 und 2000/01, vor allem in Schleswig-Holstein.

Tordalk: Extrem hohe Fundzahlen in Niedersachsen im Winter 1995/96 vor allem in März. Geringe Fundzahlen in Niedersachsen in 1993/94, 1997/98 und 1998/99, viele Funde in Schleswig-Holstein im Winter 1999/00.

2.1.4.3 Zeitliche, regionale und art-spezifische Trends in den Verölungsraten im Zeitraum 1984/85 bis 2000/01 - Statistische Analyse der Daten der Spülsaumuntersuchungen

Anhang 2.1.1 stellt die vorhandenen Winterhalbjahres-Daten des Spülsaummonitorings für die drei Regionen Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Helgoland für den Zeitraum 1984/85 - 2000/01 für die 16 am häufigsten im Spülsaum vorkommenden Arten dar (auswertbaren Funde). Für diese Arten verfügen wir in der Regel über längere Zeitreihen und ihre Daten bilden die Grundlage für die statistische Analyse.

Die Stichprobe (Anzahl der Funde) ist nicht in jedem Winter bei jeder Art ausreichend um eine Berechnung der Verölungsrate vorzunehmen. Darüber hinaus wurden folgende Daten nicht in die Analyse aufgenommen, weil sie zu einer Unterschätzung der tatsächlichen Verölungsraten (durch Massensterben), bzw. zu höheren Verölungsraten und einer Überschätzung der Gesamtbelastung durch Öl an der deutschen Nordseeküste führen (durch lokale Ereignisse wie Unfälle mit Ölaustritt):

1998/99	Trottellumme - deutsche Nordseeküste, Massensterben
1985/86	Eiderente - deutsche Nordseeküste, Unfall der Brady Marie
1998/99	Eiderente - Schleswig-Holstein, Unfall der Pallas
1999/00	Eiderente - deutsche Nordseeküste, Massensterben
2000/01	Eiderente - deutsche Nordseeküste, Massensterben
1993/94	Trauerente - Schleswig-Holstein, Massenverölung in Januar 94
1998/99	Trauerente - Schleswig-Holstein, Pallas Unfall
1997/98	Eissturmvogel - deutsche Nordseeküste, Massensterben
1998/99	Eissturmvogel - deutsche Nordseeküste, Massensterben

Die Zeitreihen sind lückenhaft und nur für 11 der 16 Arten statistisch gesehen ausreichend um Trends zu berechnen. Um die Einflüsse von Zeit und Region voneinander trennen zu können, und die Arten einzubeziehen, wurden Logit-Modelle ange-

passt, und zwar einmal für alle Arten und jeweils getrennt für die drei Arten Silbermöwe, Dreizehenmöwe und Trottellumme.

2.1.4.3.1 Logit-Modell

Im Logit-Modell wird die Verölungsrate transformiert, so dass sie als Summe von Einzelgrößen darstellbar ist, die auf die sogenannten Einflussgrößen „Region“ und „Zeit“ und deren Kombination zurückzuführen sind. Wenn die Einflussgrößen sich nicht auf die transformierte Verölungsrate auswirken, dann sind alle Parameterwerte des Modells gleich Null und die Verölungsrate ist konstant über die Regionen und die Zeit. Ein Parameterwert größer als Null bedeutet, dass der Wert der Einflussgröße sich erhöhend auf die transformierte Verölungsrate auswirkt, ein Parameterwert kleiner als Null das Gegenteil.

Die Jahre, für die Daten der Spülsaumkontrollen vorliegen, wurden in folgende vier Zeiträume zusammengefasst:

Zeitraum 1: 1984/85 - 1988/89

Zeitraum 2: 1989/90 - 1991/92

Zeitraum 3: 1992/93 - 1998/99

Zeitraum 4: 1999/2000 - 00/01

Der Zeitraum 1 (1984/85 - 1988/89 bzw. - 2000/01) dokumentiert die Belastung der südlichen Nordsee mit Öl nach dem Inkrafttreten von MARPOL Anlage I in 1983.

Der Zeitraum 2 (1989/90 - 1991/92) dokumentiert die Belastung der südlichen Nordsee mit Öl während des Demonstrationsvorhabens „Kostenlose Schiffsentsorgung in den Deutschen Häfen“. Das Pilotprojekt lief von Juni 1988 bis Januar 1992. Danach führte Schleswig-Holstein das Verursacherprinzip ein und Hamburg schloss Ladungsreste sowie Tankwasch- und Ballastwasser von der kostenlosen Entsorgung aus (s. auch unter 2.4).

Der Zeitraum 3 (1992/93 - 1998/99 bzw. - 2000/01) dokumentiert die Belastung der südlichen Nordsee mit Öl nach dem Demonstrationsvorhaben „Kostenlose Schiffsentsorgung in den Deutschen Häfen“ (s. auch unter 2.4).

Der Zeitraum 4 (1999/2000 - 00/01) dokumentiert die Belastung der südlichen Nordsee mit Öl nach der Ausweisung der Nordsee als Sondergebiet für Öleinleitungen von Schiffen nach MARPOL Anlage I. Siehe hierzu Tabelle 1.1 mit den eingeführten Maßnahmen zur Reduzierung der Belastung der Meere durch Öl.

Die folgenden Interpretationen resultieren aus der Anpassung des Logit-Modells:

- Helgoland weist generell höhere Verölungsraten auf als Niedersachsen und Schleswig-Holstein.

- Für Schleswig-Holstein und Helgoland ist über die vier Zeiträume ein Hoch-tief-hoch-tief-Muster erkennbar. Dieses Muster ist für Niedersachsen nicht ersichtlich.
- Bei der Dreizehenmöwe ist dieses Hoch-tief-hoch-tief-Muster generell für die deutsche Nordseeküste erkennbar. Regionale Unterschiede in der Verölungsrate sind nicht erkennbar.
- Bei der Trottellumme ist generell für die deutsche Nordseeküste ein Hoch-tief-hoch-tief-Muster erkennbar. Bei dieser Art sind regionale Unterschiede in der Höhe der Verölungsrate erkennbar (Helgoland höher als Niedersachsen und Schleswig-Holstein).
- Bei der Silbermöwe ist generell für die deutsche Nordseeküste ein Hoch-tief-hoch-tief-Muster erkennbar. Bei dieser Art sind regionale Unterschiede in der Höhe der Verölungsrate erkennbar (Helgoland & Schleswig-Holstein höher als Niedersachsen).

2.1.4.3.2 Spearman-Rangkorrelationen

Für den Zeitraum 1984/85 - 2000/01 wurden die verfügbaren Verölungsraten der Arten Brand-, Eider- und Trauerente, Austernfischer, Lach-, Sturm-, Silber-, Mantel- und Dreizehenmöwe sowie Trottellumme und Tordalk für die deutsche Nordseeküste berechnet und in Graphiken dargestellt (Abb. 2.1.9 - 2.1.19). Der dargestellte Zeitraum variiert je nach den für die jeweilige Art verfügbaren Daten. Die in den Abbildungen dargestellten Trendlinien sind per Hand eingezeichnet und dienen der Verdeutlichung dieser Trends in der Verölungsrate im Zeitraum 1984/85 - 2000/01. Bei den Berechnungen werden Daten in bestimmten Wintern, für einzelne Arten in bestimmten Regionen, nicht mit einbezogen, wenn die berechnete Verölungsrate durch erhöhte Mortalität einer oder mehrerer Arten bzw. durch einen Öl-Unfall unmittelbar in Küstennähe reduziert bzw. erhöht wurde. Zusätzlich zu der o.a. Auflistung von Wintern, Arten und/oder Regionen die nicht in die Berechnung eingegangen sind wurden die Daten aus dem strengen Winter 1995/96 sowie teilweise aus dem Eiswinter 1984/85 weggelassen, um sicher zu sein, dass die berechneten Trends Änderungen in der Intensität der Verschmutzung der südlichen Nordsee widerspiegeln.

Die Daten wurden auf monotonen Trends in der Verölungsrate für den gesamten Zeitraum und - wegen des aus der Anpassung des Logit-Modells ersichtlichen Hoch-tief-hoch-tief-Musters - für die zwei Zeiträume 1984/85 - 1992/93 und 1993/94 - 2000/01 getestet (Spearman-Rangkorrelation zwischen Verölungsrate und Zeit). Signifikant abnehmende Trends in der Verölungsrate im gesamten Zeitraum 1984/85 - 2000/01 sowie für die Zeiträumen 1984/85 - 1992/93 und 1993/94 - 2000/01 sind in Tabelle 2.1.10 dargestellt.

Insgesamt zeigen sieben der 11 getesteten Arten im gesamten Zeitraum 1984/85 - 2000/01 signifikante Abnahmen in der Verölungsrate. Die Ausnahmen sind Brand- und Eiderente sowie Mantel- und Dreizehenmöwe. Im Zeitraum 1984/85 - 1992/93 zeigen ebenfalls sieben und im Zeitraum 1993/94 - 2000/01 fünf Arten signifikante

Abnahmen. Die Rückgänge im Zeitraum 1984/85 - 1992/93 sind in der Regel steiler als im Zeitraum 1993/94 - 2000/01. Bei Brandente, Austernfischer und Silbermöwe bleibt die Verölungsrates nach einer signifikanten Abnahme im ersten Zeitraum auf niedrigem Niveau mehr oder weniger konstant. Die Verölungsrates der Eiderente variieren von Winter zu Winter sehr stark, vielleicht auf Grund von Verschiebungen im Schwerpunkt ihrer Verbreitung. Bei der Mantelmöwe sind die Fundzahlen im Zeitraum 1990/91 - 1995/96 nicht ausreichend um eine Berechnung der Verölungsrates vorzunehmen. Darüber hinaus ist die im zweiten Zeitraum festgestellte signifikante Abnahme auf nur drei Winter beschränkt, 1996/97 und 1997/98 mit hohen Verölungsrates und 1998/99 mit niedriger Verölungsrates. Diese Lücke in der Zeitreihe lässt eine Abschätzung des Trends in der Verölungsrates über dem gesamten Zeitraum nicht zu. Bei der Dreizehenmöwe ist ein eindeutiger Trend nur in den Wintern 1997/98 - 1999/00 erkennbar. Die nicht signifikante Abnahme bei der Trottellumme im zweiten Zeitraum hat in den Wintern 1996/97 - 2000/01 stattgefunden. In den Wintern 1993/94 - 1996/97 bleibt die Verölungsrates dieser Art bei knapp über 60% mehr oder weniger konstant. Nur zwei Arten - Lachmöwe und Tordalk - weisen sowohl im gesamten Zeitraum als auch in den zwei o.a. Zeiträumen signifikante Abnahmen in der Verölungsrates auf.

Tab. 2.1.10: Signifikante Rückgänge der Verölungsrates bei ausgewählten Arten (Spearman Rangkorrelationen) r_s =Spearman-Rang-Korrelation, n = Anzahl der Fälle. Alle berechneten Rang-Korrelationen sind signifikant auf einem Niveau von 5%.

ZEITRAUM	1984/85-2000/01	1984/85-1992/93	1993/94-2000/01
ARTEN			
Brandente		$r_s=-1,000$ $n=4$	
Eiderente			$r_s=-1,000$ $n=4$
Trauerente	$r_s=-0,934$ $n=8$		
Austernfischer	$r_s=-0,749$ $n=11$	$r_s=-1,000$ $n=4$	
Lachmöwe	$r_s=-0,957$ $n=10$	$r_s=-1,000$ $n=3$	$r_s=-0,873$ $n=7$
Sturmmöwe	$r_s=-0,700$ $n=9$		
Silbermöwe	$r_s=-0,693$ $n=15$	$r_s=-0,738$ $n=8$	
Mantelmöwe		$r_s=-0,975$ $n=5$	$r_s=-1,000$ $n=3$
Dreizehenmöwe			$r_s=-1,000$ $n=3$
Trottellumme	$r_s=-0,731$ $n=13$	$r_s=-0,929$ $n=7$	
Tordalk	$r_s=-0,773$ $n=11$	$r_s=-1,000$ $n=5$	$r_s=-0,943$ $n=6$

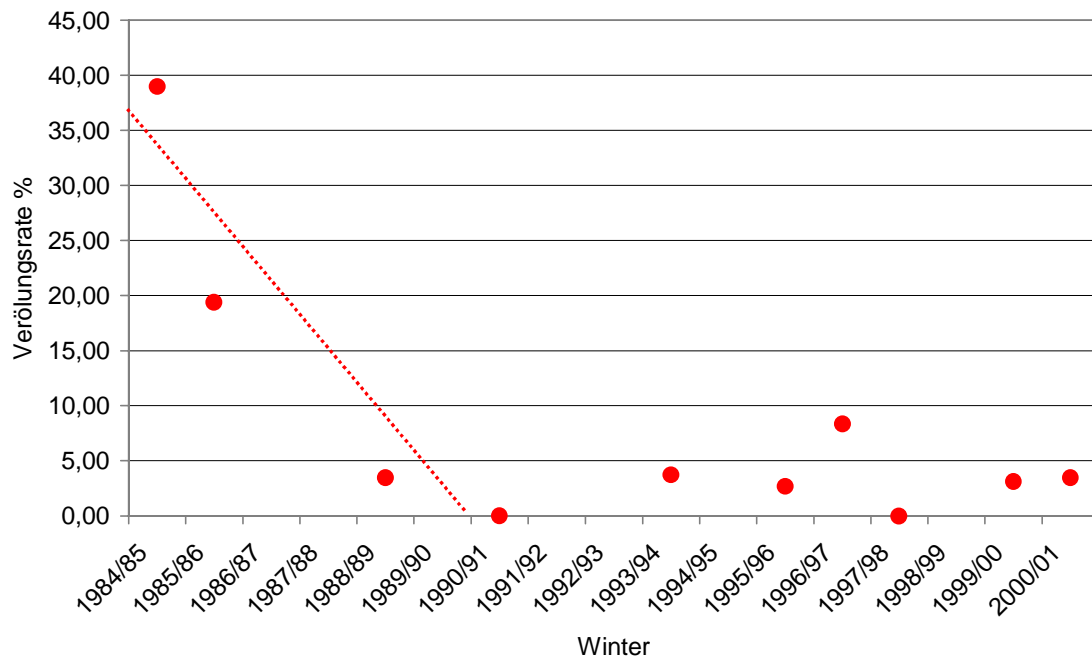


Abb. 2.1.9: Verölungsrate (%) der Brandente an der deutschen Nordseeküste im Zeitraum 1984/85 - 2000/01. Gerade zur Verdeutlichung des Trends per Hand eingezeichnet. 1984/85-1989/90, $r_s = -1,000$, $n = 4$.

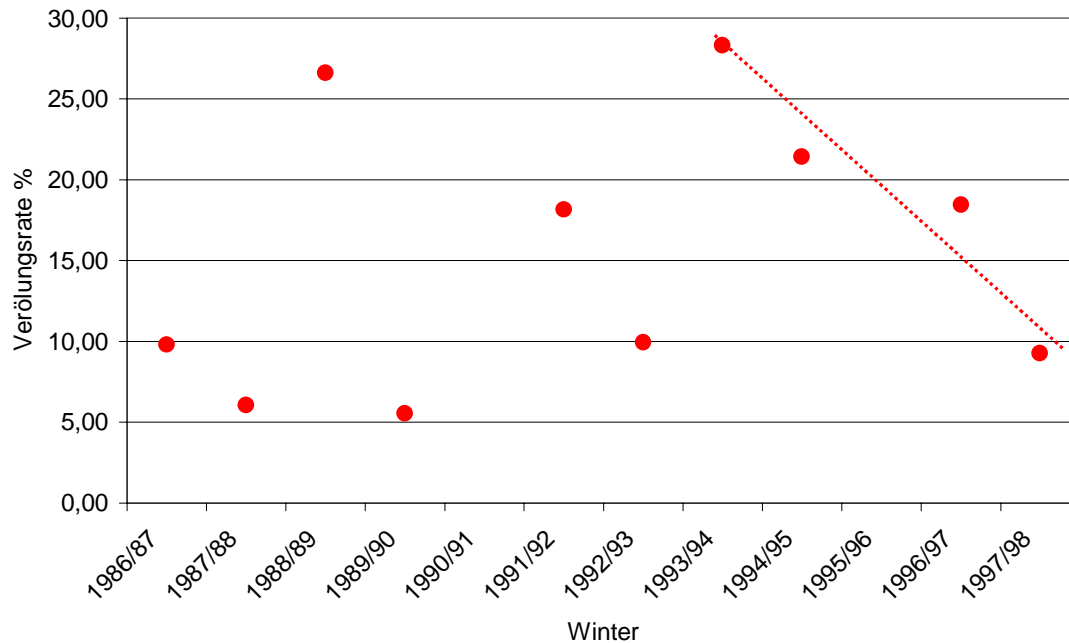


Abb. 2.1.10: Verölungsrate (%) der Eiderente an der deutschen Nordseeküste im Zeitraum 1986/87 - 1997/98. Gerade zur Verdeutlichung des Trends per Hand eingezeichnet. 1993/94-1997/98, $r_s = -1,000$, $n = 4$.

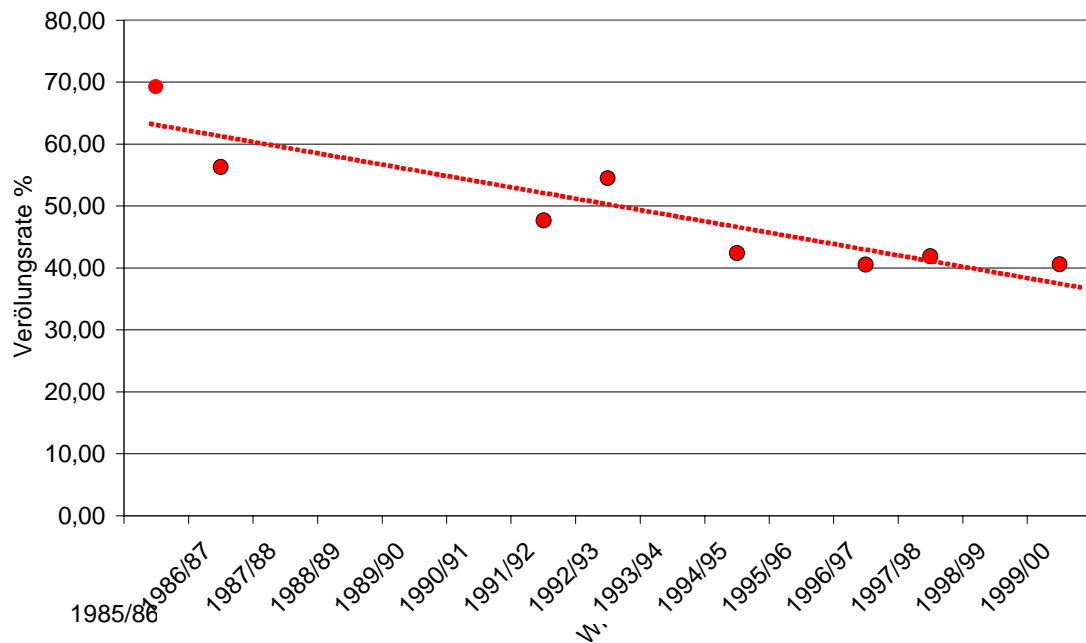


Abb. 2.1.11: Verölungsrate (%) der Trauerente an der deutschen Nordseeküste im Zeitraum 1985/86 - 1999/00. Gerade zur Verdeutlichung des Trends per Hand eingezeichnet. 1985/86 - 1999/00, $r_s = -0,934$, $n = 8$.

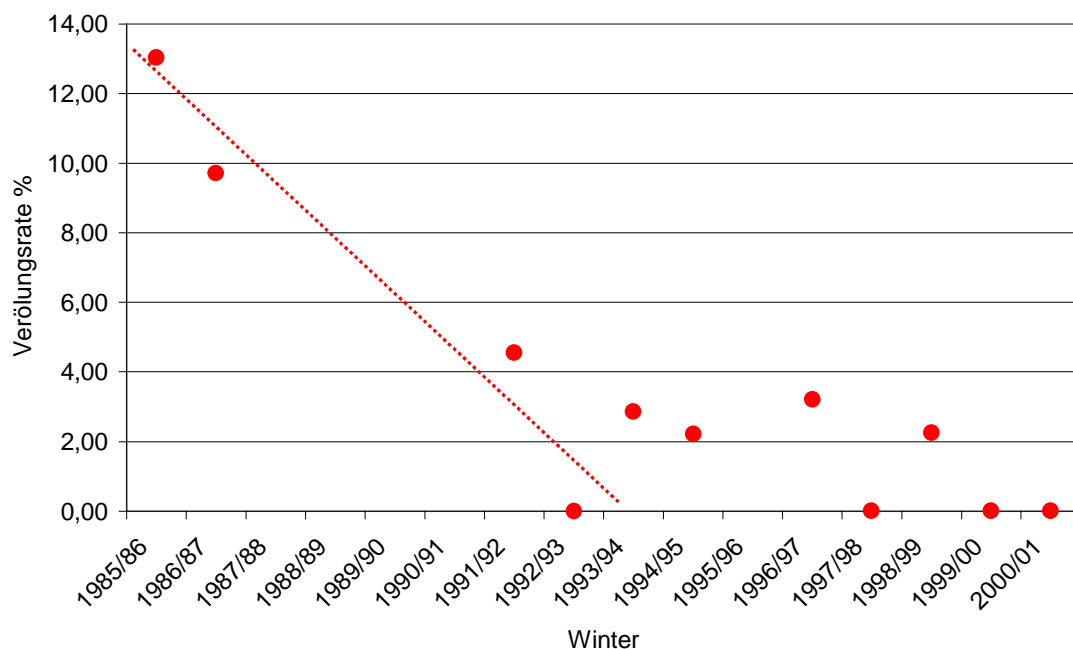


Abb. 2.1.12: Verölungsrate (%) des Austernfischers an der deutschen Nordseeküste im Zeitraum 1984/85 - 2000/01. Gerade zur Verdeutlichung des Trends per Hand eingezeichnet. 1985/86-2000/01, $r_s = -0,749$, $n = 11$; 1985/86-1992/93, $r_s = -1,000$, $n = 4$.

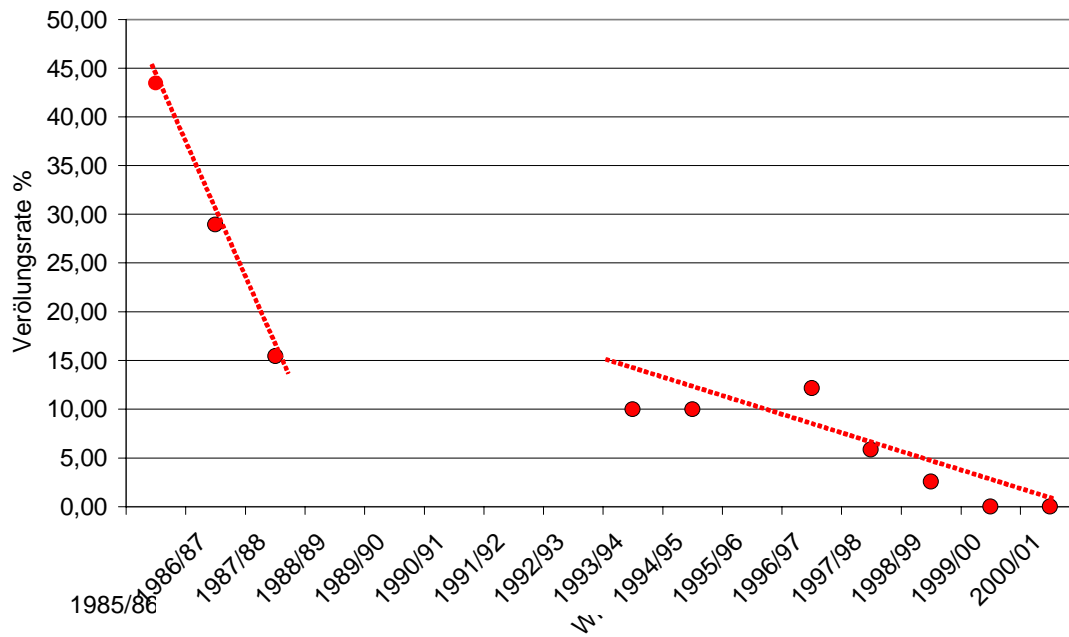


Abb. 2.1.13: Verölungsrate (%) der Lachmöwe an der deutschen Nordseeküste im Zeitraum 1985/86 - 2000/01. Gerade zur Verdeutlichung des Trends per Hand eingezeichnet. 1985/86-2000/01, $rs=-0,957$, $n=10$; 1985/86-1987/88, $rs=-1,000$, $n=3$; 1993/94-2000/01, $rs=-0,873$, $n=7$.

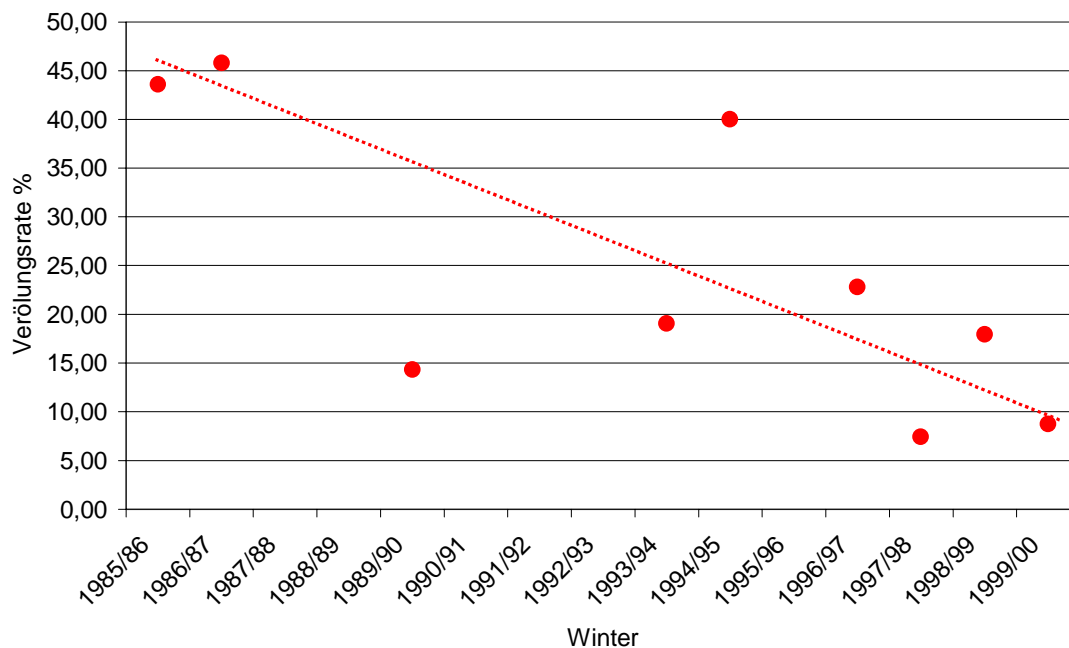


Abb. 2.1.14: Verölungsrate (%) der Sturmmöwe an der deutschen Nordseeküste im Zeitraum 1985/86 - 1999/00. Gerade zur Verdeutlichung des Trends per Hand eingezeichnet. 1985/86-1999/00, $rs=-0,700$, $n=9$.

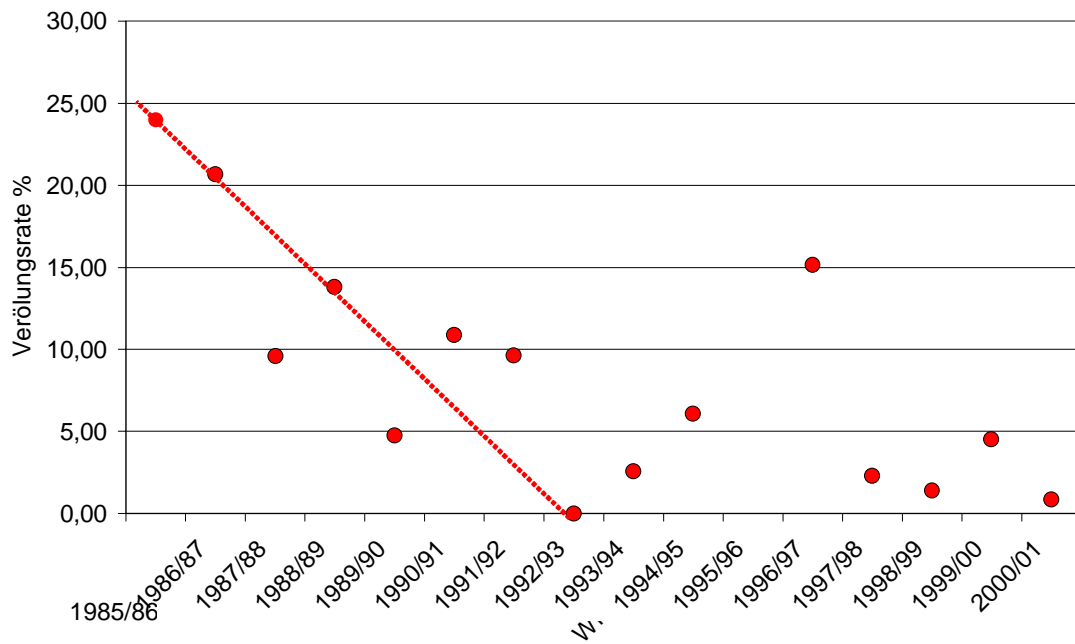


Abb. 2.1.15: Verölungsrate (%) der Silbermöwe an der deutschen Nordseeküste im Zeitraum 1985/86 - 2000/01. Gerade zur Verdeutlichung des Trends per Hand eingezeichnet. 1985/86-2000/01, $r_s = -0,693$, $n = 15$. 1985/86-1992/93, $r_s = -0,738$, $n = 8$.

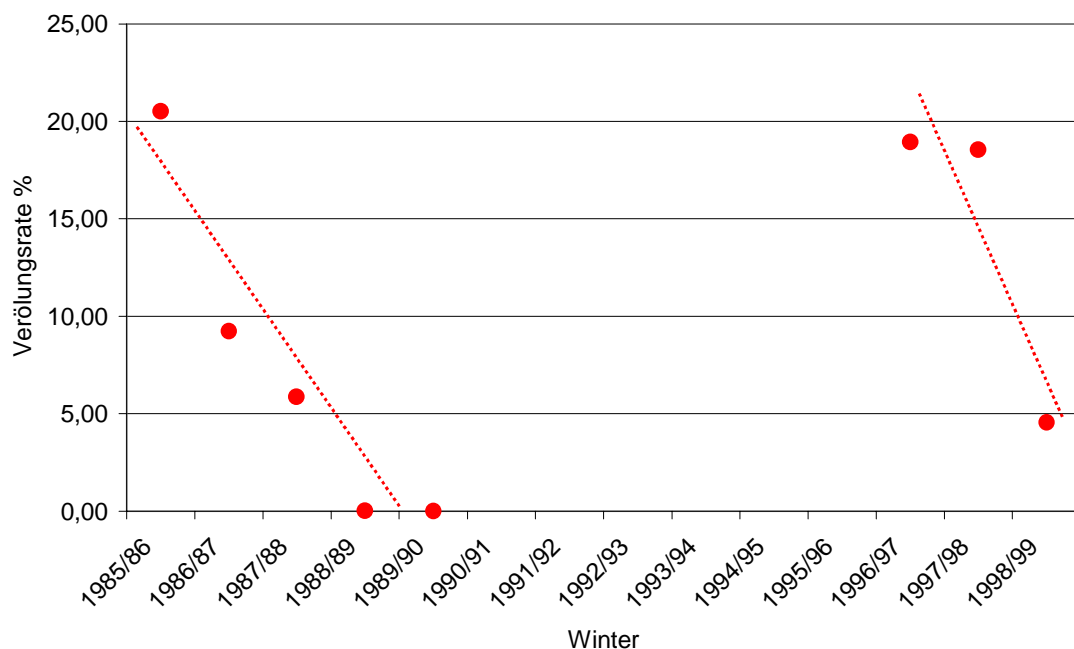


Abb. 2.1.16: Verölungsrate (%) der Mantelmöwe an der deutschen Nordseeküste im Zeitraum 1985/86 - 1998/99. Gerade zur Verdeutlichung des Trends per Hand eingezeichnet. 1985/86-1989/90, $r_s = -0,975$, $n = 5$. 1996/97-1998/99, $r_s = -1,000$, $n = 3$.

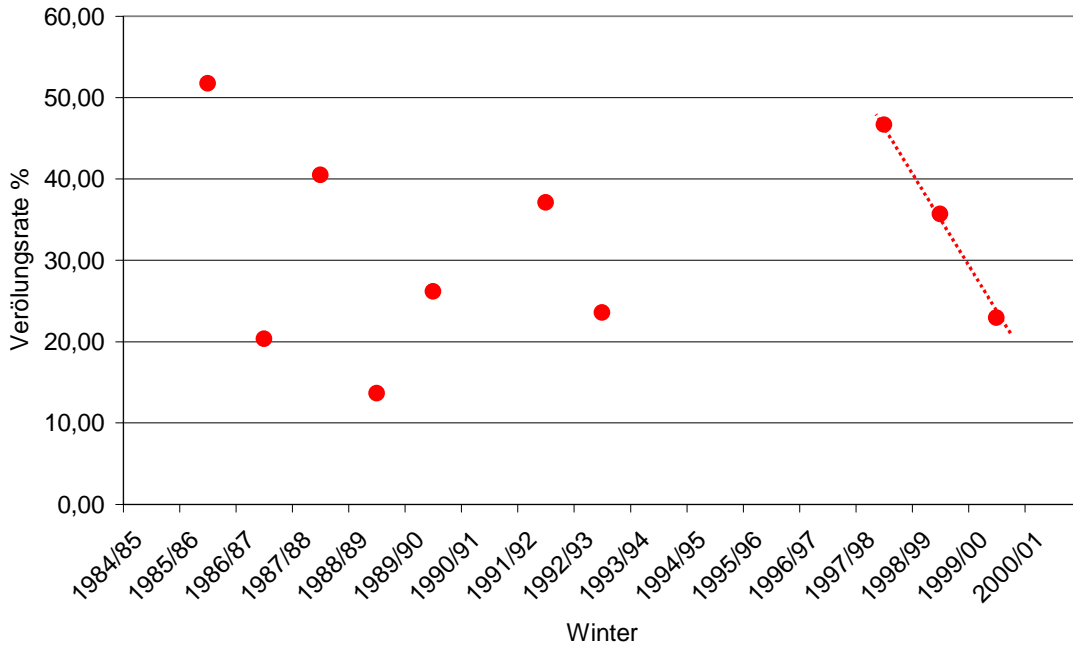


Abb. 2.1.17: Verölungsrate (%) der Dreizehenmöwe an der deutschen Nordseeküste im Zeitraum 1984/85 - 2000/01. Gerade zur Verdeutlichung des Trends per Hand eingezeichnet. 1997/98-2000/01, $r_s=-1,000$, $n=3$.

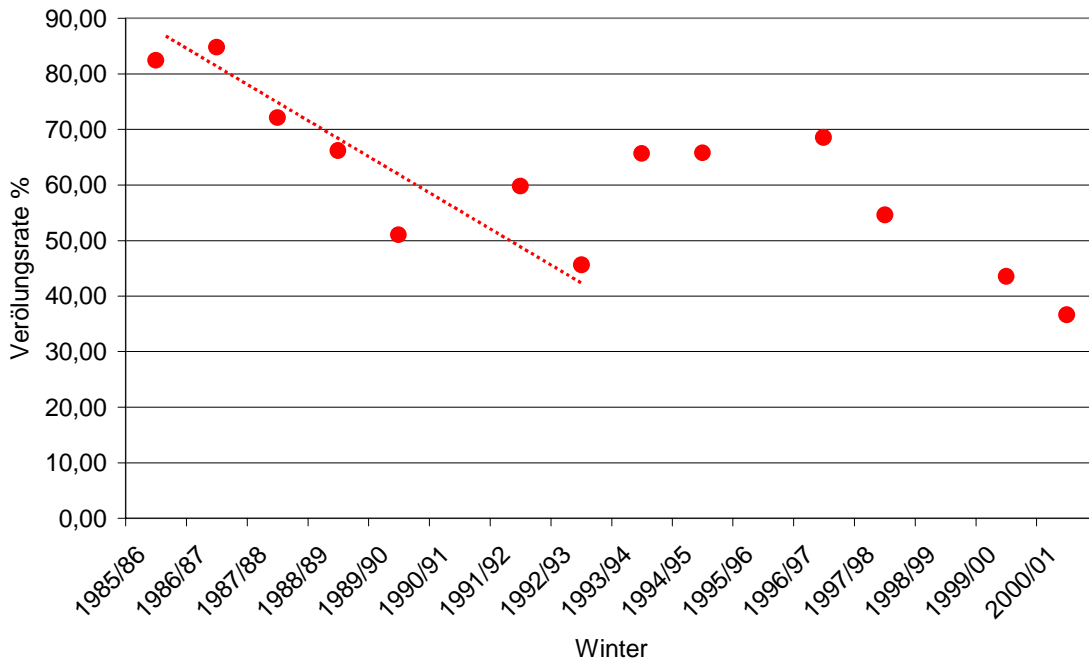


Abb. 2.1.18: Verölungsrate (%) der Trottellumme an der deutschen Nordseeküste im Zeitraum 1985/86 - 2000/01. Gerade zur Verdeutlichung des Trends per Hand eingezeichnet. 1985/86-2000/01, $r_s=-0,731$, $n=13$; 1985/86-1992/93, $r_s=-0,929$, $n=7$.

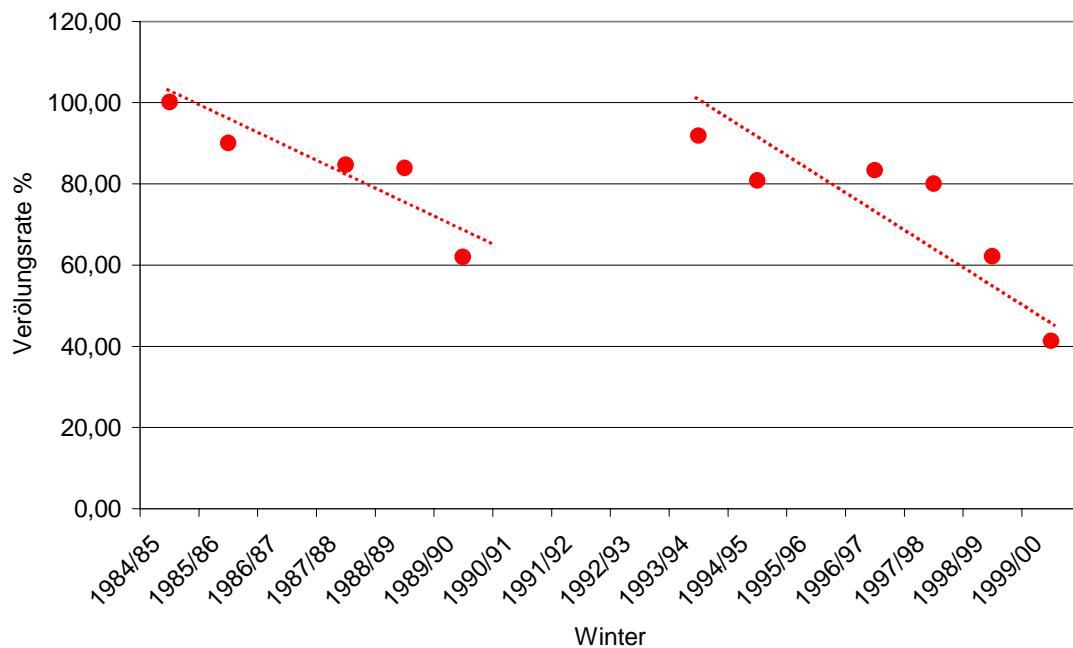


Abb. 2.1.19: Verölungsrate (%) des Tordalken an der deutschen Nordseeküste im Zeitraum 1984/85 bis 2000/01. Gerade zur Verdeutlichung des Trends per Hand eingezeichnet. 1984/85-1989/90, $r_s=-1,0$, $n=5$; 1993/94-1999/00, $r_s=-0,943$, $n=6$.

2.1.5 Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Spülsaumkontrollen sind vor dem Hintergrund einer Reihe von beschriebenen Ereignissen in dem Untersuchungszeitraum, wie z.B. Ölunfälle, erhöhte Sterblichkeit bestimmter Vogelarten sowie weiterer beeinflussender Faktoren wie Wetter, der Entwicklung des Seeverkehrs und der Verbreitung von See- und Wasservögeln auf See zu diskutieren. Die Ergebnisse der Ölanalysen, d.h. der Art des Öls, die Entwicklung der abgegebenen Entsorgungsmengen nach MARPOL I in den deutschen Nordseehäfen sowie die Ergebnisse der Luftüberwachung bzw. Dokumentation von Meldungen von Ölverschmutzungen sind ebenfalls in Bezug zu den Ergebnissen der Spülsaumkontrollen zu setzen.

Um dieses diskutieren zu können, sind zunächst alle weiteren Faktoren und Aspekte zu behandeln, so dass hier auf die Gesamtdiskussion in Kapitel 2.8 „Analyse und Bewertung der Ergebnisse der Spülsaumkontrollen unter Einbeziehung zusätzlicher Erkenntnisse“ verwiesen wird.

2.1.6 Literatur

Averbeck, C., M. Korsch, G. Vauk & J. Wilke (1993): Seevögel als Ölopfer.- Umweltbundesamt, Wasser Forschungsbericht 102 04 414, Norddeutsche Naturschutzakademie, 58 pp.

Camphuysen, C.J. (1989): Beached Bird surveys in the Netherlands 1915-1998; Seabird mortality in the southern North Sea since the early days of oil pollution. Tech. Rep. Vogelbescherming 1, Werkgroep Noordzee, Amsterdam: 322 pp.

Camphuysen, C. J. (2000): Eider mortality in the Dutch Wadden Sea, Winter 1999/2000. . Wadden Sea Newsletter, No. 1: 4 - 5.

Camphuysen, C. J. & J. A. Franeker (1992): The value of beached bird surveys in monitoring marine oil pollution. - Technisch rapport Vogelbescherming 10 Nederland, Zeist.

Camphuysen & Heubeck (2001): Marine oil pollution and beached bird surveys: the development of a sensitive monitoring instrument. Environment Pollution 112: 443 - 461.

Carter, I. C., J. M. Williams, A. Webb & M. Tasker (1993): Seabird concentrations in the North Sea: An atlas of vulnerability to surface pollutants. Joint Nature Conservation Committee, Aberdeen. 39 pp.

Danielsen, F.; H. Skov; J. Durinck & K.M. Christensen (1990): Seks ars overvågning af dode havfugle. Danks orn. Foren. Tidskr. 84: 8 – 9.

Dahlmann G. (1985): Herkunft der Ölverschmutzungen an der deutschen Nordseeküste, Seevögel 6 (Sonderband): 73 - 80.

Dahlmann G., Timm D., Averbeck C., Camphuysen C., Skov C., Durinck J. (1994): Comparative Investigations on Oiled Seabirds and Oiled Beaches in the Netherlands, Denmark and Germany (1990-1993), Mar. Poll. Bull. 28: 305 - 310.

Dahlmann, G. & A. Secheyaye (2000): Verölte Seevögel an der deutschen Nordseeküste 1998/99 – Ergebnisse der Ölanalysen. - Seevögel 21/1: 11 – 12.

Fleet, D. M. (2001): Numbers of Common Eider Beached on the German North Sea coast during the mass mortality in the winter of 1999/2000. Wadden Sea Newsletter, No. 1: 6 - 7.

Fleet, D. M., S. Gaus, E. Hartwig, P. Potel & M. Schulze Dieckhoff (1995): Ölopfer in der Deutschen Bucht im Zeitraum 1. Oktober 1992 bis 31. Dezember 1994. - Seevögel 16/4: 87 - 92.

Fleet, D. M., S. Gaus, E. Hartwig, P. Potel, B. Reineking & M. Schulze Dieckhoff (1999a): Ölopfer in der Deutschen Bucht im Zeitraum 1. Juli 1994 bis 30. Juni 1998. - Seevögel 20/2: 43 - 48.

Fleet, D. M., S. Gaus, E. Hartwig, P. Potel, B. Reineking & M. Schulze Dieckhoff (1999b): PALLAS-Havarie und Seevogelsterben dominieren Spülsaumkontrollen im

Winter 1998/99 - Ölopfer in der Deutschen Bucht im Zeitraum 01. Oktober 1998 bis 31. März 1999. - Seevögel 20/3: 79 - 84.

Fleet D. M., B. Reineking, S. Gaus, E. Hartwig, P. Potel & M. Schulze Dieckhoff (2000): Ölopfer in der Deutschen Bucht im Zeitraum 1. Oktober 1999 bis 31. März 2000. Seevögel 21 Heft 4: 103 - 107.

Fleet, D. M. & B. Reineking (1999): Zum Seevogelsterben an der deutschen und niederländischen Wattenmeerküste im Februar/März 1999. - Seevögel Band 20/2: 63.

Górski, W. & J. Antczak (1990): Śmiertelnosc ptaków wodnych z powodu zanieczyszczen ropopochodnych w srodkowej czesci polskiego wybrzeza Bałtyku. Proc, conf. "Ornitologia Polska w setna rocznice smierci Wladyslawa Taczanowskiego", Lodz.

Günther, K. (1999): Pallas-Bilanz für die Vögel: Folgeschwerste Ölpest im Wattenmeer. Berichte zum Vogelschutz 36: 127.

Hälterlein, B., D. M. Fleet & Rösner (1991): Gebietsdefinition für Brut- und Rastvogelzählungen an der Schleswig-Holsteinischen Küste. Seevögel 12: 21 - 25.

Hennig, V. (2001): An evaluation of available knowledge on the necessity of undisturbed moulting sites for seaducks in the offshore area, in order to investigate the possibilities for creating such undisturbed moulting sites. – Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Landesamtes für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, 36 pp. and Annex.

Heubeck, M. (1995): Shetland beached bird surveys: national and european context. Proc. Roy. Soc. Edin. 103B:165 – 179.

JAMP (1998): Guidelines on standard methodology for the use of oiled beached birds as indicators of marine oil pollution, Joint Assessment and Monitoring Programme, Oslo and Paris Commissions.

Meltofte, H., J. Blew, J. Frikke, H.-U. Rösner, & C. J. Smit (1994): Numbers and distribution of waterbirds in the Wadden Sea. Results and evaluation of 36 simultaneous counts in the Dutch-German-Danish Wadden Sea 1980-1991. IWRB Publication 34/ Wader Study Group Bull. 74 Special Issue:192 pp.

Nehls, G. (1998): Bestand und Verbreitung der Trauerente *Melanitta nigra* im Bereich des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres. Seevögel Band 19, Heft 1: 1922.

Poot, M., L. M. Rasmussen, M. van Roomen, H.-U. Rösner & P. Südbeck (1996): Migratory Waterbirds in the Wadden Sea 1993/94. Wadden Sea Ecosystem No. 5: 1 - 79.

Reineking, B. (1999): The PALLAS Accident. - Wadden Sea Newsletter 1999 - 1: 22 -25.

Reineking, B. & G. Vauk (1982): Seevögel - Opfer der Ölpest. - Jordsand Buch Nr. 2, Niederelbe-Verlag Otterndorf: 143 pp.

Rösner, H.-U., M. van Roomen, P. Südbeck & L. M. Rasmussen (1994): Migratory Waterbirds in the Wadden Sea 1992/93. Wadden Sea Ecosystem No. 2: 1 - 72.

Stowe, T. J. (1982): Beached Bird surveys and surveillance of cliff-breeding seabirds. Royal Society for the Protection of Birds, Sandy: 201 pp.

Tasker, M. & M. W. Pienkowski (1987): Vulnerable concentrations of birds in the North Sea. Nature Conservancy Council, Peterborough. 38 pp.

Van den Berk, V. M., S. Dirksen & M. J. M. Poot (2000): Sterfte onder eidereenden in de Waddenzee 1999-2000. - Werkdocument EC-LNV Nr. 186, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Wageningen: 71pp.

Vauk, G., G. Dahlmann, E. Hartwig, J. C. Ranger, B. Reineking, E. Schrey & E. Vauk-HenzelT (1987): Ölopfererfassung an der deutschen Nordseeküste und Ergebnisse der Ölanalysen sowie Untersuchungen zur Belastung der Deutschen Bucht durch Schiffsmüll. - Umweltbundesamt, Wasser Forschungsbericht 102 04 361, Norddeutsche Naturschutzakademie. 45 pp.

Vauk, G., E. Hartwig, E. Schrey, E. Vauk-Henzelt, & M. Korsch (1989): Seevögelverluste durch Öl und Müll an der deutschen Nordseeküste von August 1983 bis April 1988. - Umweltbundesamt, Wasser Forschungsbericht 102 04 370. 164 pp.

WWF (1998): Schwerpunktthema PALLAS, - Wattenmeer International, 16/4: 4 - 14.

2.2 ÖLANALYSEN

von

Dr. Gerhard Dahlmann, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg

2.2.1 Einleitung

Durch die systematische Erfassung von verölten Seevögeln im Spülsaum sind Aussagen über den Zustand und den Trend der Meeresverschmutzung durch Öl möglich. Über Analysen aus dem Vogelgefieder können darüber hinaus Rückschlüsse auf die Ursachen dieser Verschmutzung gezogen werden. Analysen von Ölverschmutzungen werden im Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) seit Anfang der 80er Jahre durchgeführt. Nach der Einführung der Gaschromatographie-Massenspektrometrie-Kopplung wurde eine Methode entwickelt, mit der Ölverschmutzungen sicher - bis hin zu einzelnen Verursachern - identifiziert werden können (Dahlmann, 1984). Diese Methode hat sich in bisher über 900 Strafverfahren bewährt und wird inzwischen weltweit angewendet. In diesen Fällen werden Proben aus Ölfilmen oder Strandverschmutzungen gemeinsam mit Proben von verdächtigten Schiffen von den ermittelnden Behörden (Bundesgrenzschutz, Zoll, Wasserschutzpolizei) zum Probenvergleich an das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie geschickt.

Untersuchungen über die Hauptursachen der Ölverschmutzung durch systematische Spülsaumkontrollen, wie in diesem F+E-Vorhaben, werden seit den 80er Jahren durchgeführt. Ergebnisse wurden regelmäßig veröffentlicht (Dahlmann, 1985; UBA, 1987; Dahlmann et al., 1994; Dahlmann & Sechehaye, 2000).

2.2.2 Methodik

Die Proben werden mittels UV-Fluoreszenzspektroskopie (UVF) und Kapillargaschromatographie (CGC) untersucht. Mit Hilfe dieser beiden Methoden ist vor allem das gecrackte Schweröl (Heavy Fuel Oil, HFO, Bunker C-Öl) rasch zu erkennen, das in der Seeschifffahrt als Brennstoff eingesetzt wird. Deutlichstes Erkennungszeichen von gecracktem Schweröl sind stark erhöhte Aromatengehalte, die aus den Raffinerieprozessen stammen. Wenn sich kein eindeutiges Ergebnis zeigt, wird die Gaschromatographie-Massenspektrometrie-Kopplung (GC/MS) angewendet. Mit dieser Methode werden die relativen Konzentrationen von etwa 400 Einzelkomponenten des Öls erfasst. Sie ist daher die sicherste Methode zur Unterscheidung zwischen Bunkeröl- und Rohölrückständen, denn bei geringeren Aromatengehalten lässt sich damit anhand der Isomerenmuster der Einzelkomponenten erkennen, ob Produkte aus einem Crackverfahren beteiligt sind oder nicht. Im Falle eines Rohöls

besteht weiterhin die Möglichkeit der Identifizierung dieses Öls bis hin zur einzelnen Förderquelle (Dahlmann, 1984, 1985, 1987; Dahlmann et al., 1994). Die angewandte Methode entspricht den "Guidelines on standard methodology for the use of oiled beached birds as indicators of marine oil pollution" des "Joint Assessment and Monitoring Programme" (JAMP), von OSPARCOM von 1998 (JAMP, 1998). Ein Beispiel des Verfahrens wird unter 2.2.6 näher erläutert.

Die angewendeten Methoden erlauben ferner die Identifizierung von anderen Verschmutzungen, wie z.B. Paraffinwachs und Süßöle.

2.2.3 Ergebnisse

Insgesamt wurden 788 Proben (720 Gefiederproben und 68 Strandproben) von den Feldkoordinatoren im Projektzeitraum gesammelt und im Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie untersucht (Fundzeitraum: Oktober 1997 bis April 2001) (s. Anhang 2.2.1). Die Anzahl der Proben pro Winterhalbjahr ist in Abb. 2.2.1 dargestellt.

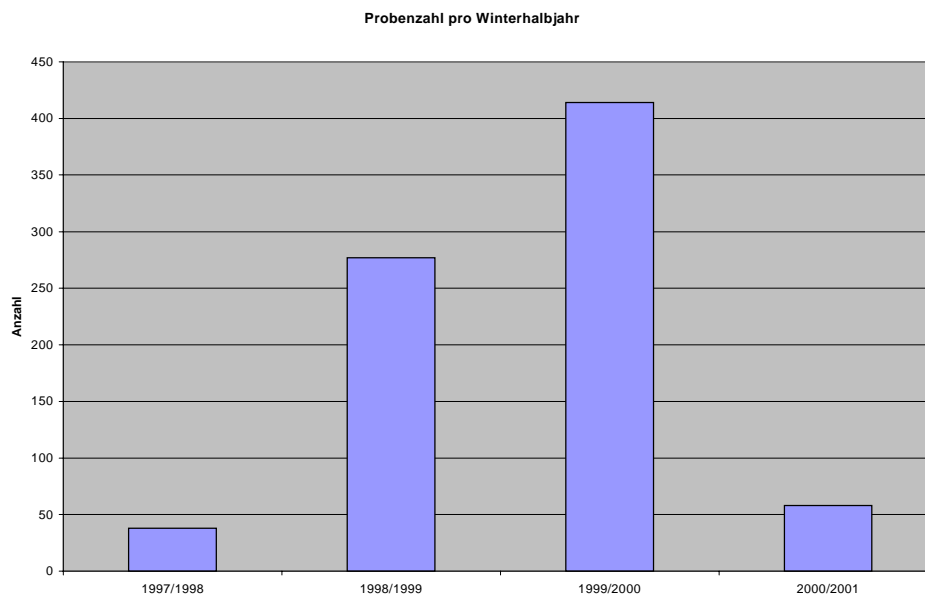


Abbildung 2.2.1: Gesamtprobenzahl pro Winterhalbjahr im Zeitraum des F+E-Vorhabens.

Danach stammten 38 Proben aus dem letzten Winterhalbjahr vor dem offiziellen Beginn des Projektes (01.06.1998). Auffällig ist die verhältnismäßig geringe Anzahl von Proben im Winter 2000/01. Nach Auskunft der Feldkoordinatoren gab es in diesem Winter überwiegend Winde aus Südwest und geringe Verölungsraten (s. auch Kap. 2.6 und 2.8). Insgesamt wurden im Winter 2000/01 nur 93 verölte Vögel gefunden und daher auch nur die verhältnismäßig geringe Anzahl von 58 Proben gesammelt.

In Abb. 2.2.2 ist die Anzahl der Proben pro Winterhalbjahr nach Herkunft (Niedersachsen und Schleswig-Holstein) getrennt dargestellt.

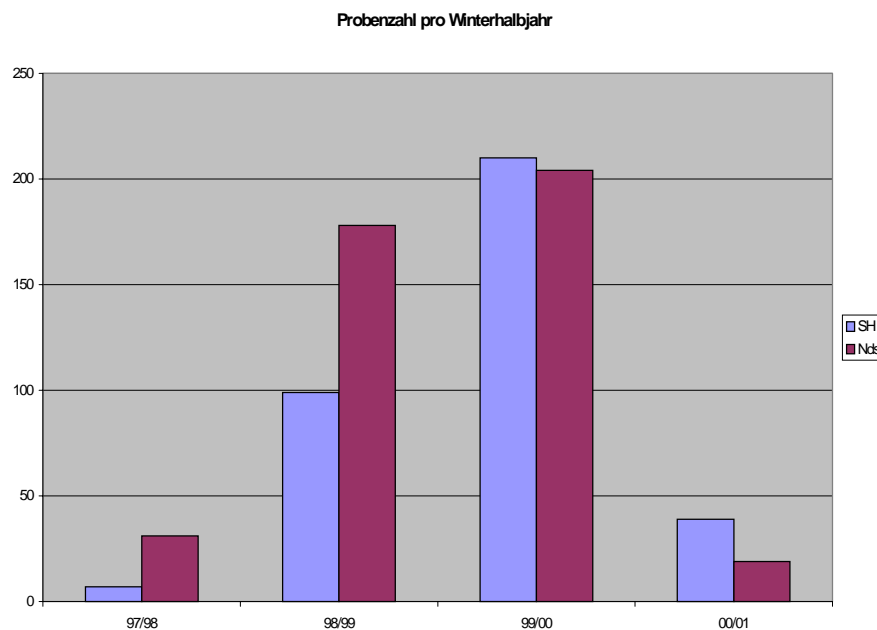


Abbildung 2.2.2: Probenzahl pro Winterhalbjahr, aufgeteilt nach Herkunft (SH: Schleswig-Holstein, Nds: Niedersachsen) im Zeitraum des F+E-Vorhabens.

Das Gesamtergebnis ist in Abb. 2.2.3 wiedergegeben: In 67 der untersuchten Proben war keine Verschmutzung nachweisbar. In all diesen Proben wurden praktisch ausschließlich die Ester der Bürzeldrüsensekrete der Vögel gefunden. Von den restlichen 721 Proben enthielten 655 eindeutig Schweröl (HFO, Bunker C). Darunter waren 25 Proben, die zusätzlich Motorenöl und 27 Proben, die zusätzlich deutlich Paraffin enthielten. Zwei Proben enthielten reines Motorenöl, 10 Proben reines Paraffin. 52 Proben enthielten einen Rohölrückstand bzw. wahrscheinlich einen Rohölrückstand. Dieser stammte in einem Fall aus Nigeria, in zwei Fällen aus der Nordsee.

Die Ergebnisse der Ölanalysen der in Schleswig-Holstein bzw. Niedersachsen (inklusive Neuwerk und Helgoland) gesammelten Proben unterscheiden sich nur unwesentlich im Projektzeitraum (Abb. 2.2.4 und Abb. 2.2.5).

In 91,8% bzw. 90,4% der untersuchten Proben wurde HFO nachgewiesen, zu einem geringen Prozentsatz vermischt mit Motorenöl (2,7% bzw. 3,3%) bzw. mit Paraffin (7% bzw. 0,8%). Rohöl wurde in 4,7% bzw. 8,8% der Proben in Schleswig-Holstein bzw. Niedersachsen nachgewiesen. Mögliche Erklärungen für die Unterschiede bei Paraffin und Rohöl sind aufgrund der geringen Probenanzahl kaum zulässig.

Höhere Paraffin-Funde in Schleswig-Holstein hängen möglicherweise auch mit der Probensammelstrategie zusammen (z.B. Substanz am Strand, bei der es sich offensichtlich um "Paraffin" handelt, wird gerade oder nicht mehr beprobt). Eine weitere mögliche Ursache kann darin bestehen, dass Tankwaschungen stattfinden, nach-

dem Paraffin in Hamburg entladen worden ist. Das Tankwaschwasser wird gelenzt, sobald der nach MARPOL Anlage I vorgegebene Mindestabstand zum Land (50 sm) nach dem Verlassen der Elbe erreicht worden ist. Aufgrund der Restströmung, die in der Deutschen Bucht von Südwesten nach Nordosten und Norden verläuft, sind stärkere Auswirkungen an der schleswig-holsteinischen Küste möglich.

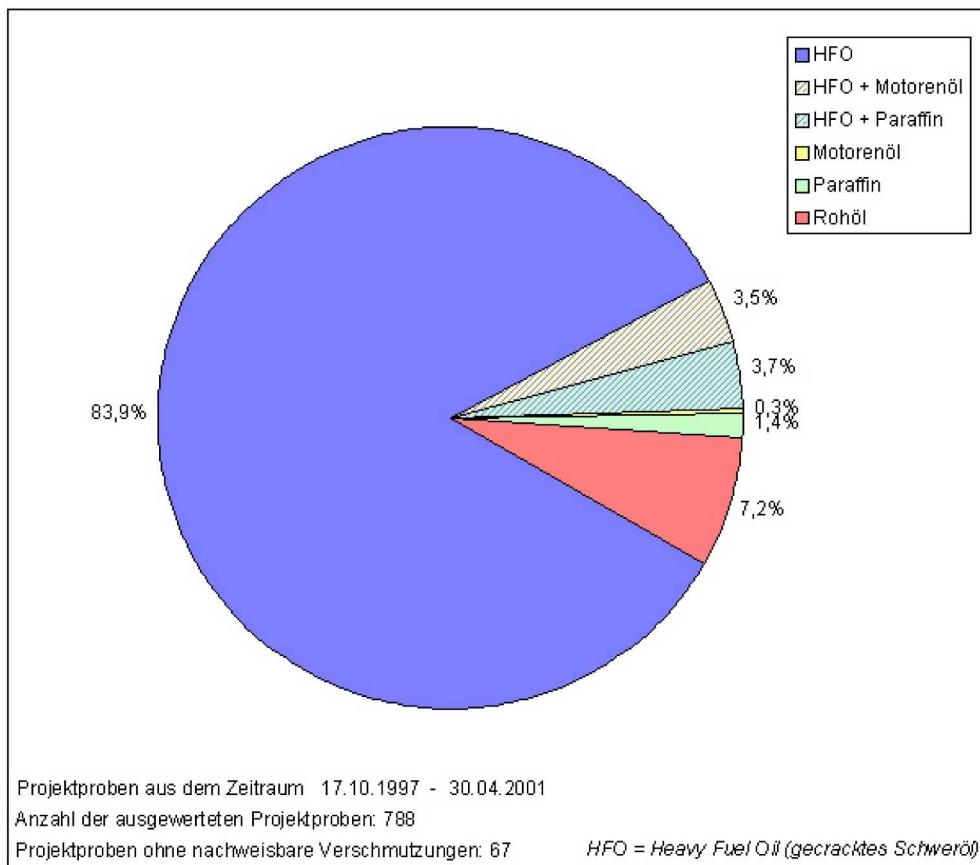
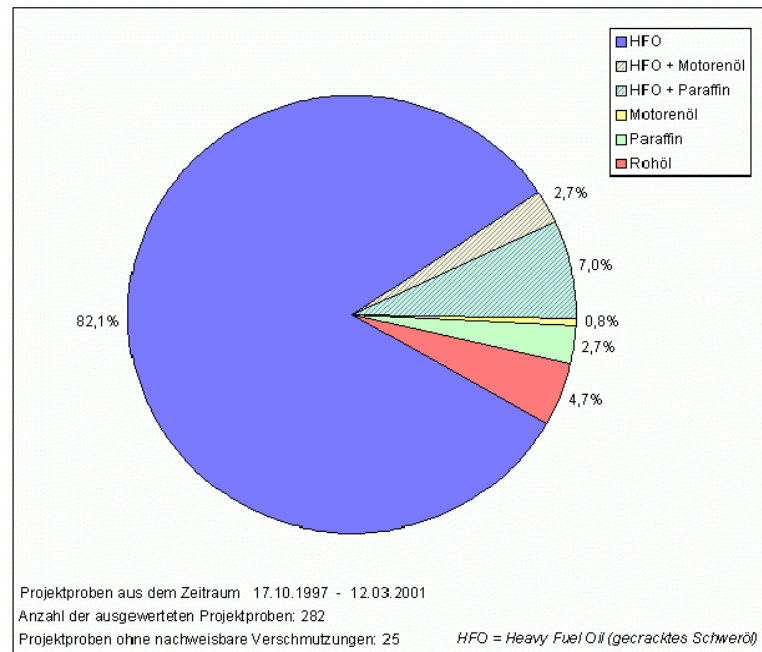
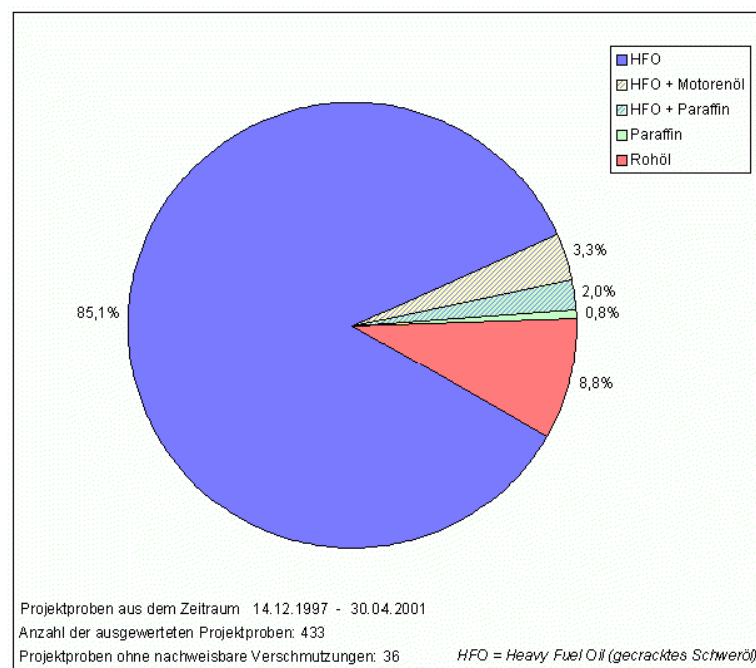


Abbildung 2.2.3: Analysenergebnisse von 721 Projektproben aus Schleswig-Holstein und Niedersachsen (einschließlich Neuwerk und Helgoland) im Zeitraum des F+E-Vorhabens.



Analyseergebnisse von 257 Projektproben aus Schleswig/Holstein

Abbildung 2.2.4: Analyseergebnisse von 257 Projektproben aus Schleswig-Holstein im Zeitraum des F+E-Vorhabens.



Analyseergebnisse von 397 Projektproben aus Niedersachsen

Abbildung 2.2.5: Analyseergebnisse von 397 Projektproben aus Niedersachsen (einschließlich Neuwerk und Helgoland) im Zeitraum des F+E-Vorhabens.

2.2.4 Diskussion

Bereits in den 80er Jahren sind im Rahmen eines Projektes des Umweltbundesamtes Untersuchungen über die Ursachen der Ölverschmutzungen an unseren Küsten durchgeführt worden (UBA, 1987). Damals war das herausragende Ergebnis, dass eine starke Zunahme der Ölverschmutzungen mit der Einführung neuer Verarbeitungsverfahren (sog. Crackverfahren) in den Raffinerien in Beziehung gebracht werden konnte. Diese neuen Techniken waren mit einer Verschlechterung der Qualität der in der Seeschifffahrt eingesetzten Bunkeröle verbunden: Bei der Reinigung der Brennstoffe an Bord (Schwerölseparation) fallen vermehrt Rückstände an, die offensichtlich - entgegen internationaler und nationaler Vorschriften - einfach ins Meer eingeleitet worden waren. Die vorliegenden Untersuchungen belegen, dass nach wie vor vorwiegend Rückstände der Schwerölseparation verbotswidrig gelenzt werden.

Zusätzliches Motorenöl in den Proben mit Brennstoffrückständen ist nichts Ungewöhnliches, da Motorenöl in unterschiedlichen Anteilen in den Ölrückständen aus dem Maschinenbereich eines Schiffes vorhanden sein kann.

Paraffin (Wachs) kann nur aus der Ladung eines (Chemikalien-)Tankers stammen. Das Einleiten von Paraffin-Waschrückständen in die Nordsee ist nach dem MARPOL-Abkommen nicht verboten, da es sich bei Paraffin um einen ungiftigen Stoff handelt, ähnlich z.B. dem Palmöl und Kokosnussöl, die ebenfalls als flüssige Massengüter transportiert werden. Das Lenzen ist zwar mit bestimmten Auflagen verbunden, diese können aber entweder leicht eingehalten (z.B. ein bestimmter Mindestabstand vom Land) oder aber kaum nachgeprüft werden (z.B. vorgeschriebener maximaler Anteil an Paraffin im Waschwasser). Da Hamburg ein großer Umschlaghafen für Paraffin ist, stellt gelenztes Paraffin insbesondere in der Deutschen Bucht ein Problem dar. Die nachteiligen Auswirkungen auf Seevögel und auf die Strände werden durch die vorliegenden Untersuchungen belegt.

Es ist unklar, wie in 27 Proben die Vermischung von Paraffinwachs und Schweröl zustande kam. Eine vollständige Vermischung dieser beiden Produkte in der Natur ist sehr unwahrscheinlich. Wahrscheinlicher ist, dass beide Produkte in jedem einzelnen Fall gemeinsam (oder auch nacheinander) von einem Tanker transportiert worden sind, und eine Vermischung jeweils an Bord stattgefunden hat: Bei Tankwaschungen werden normalerweise die Waschrückstände aus unterschiedlichen Tanks in heißem Zustand zunächst in einen Sammeltank - sog. Sloptank - überführt. Offenbar wurden Rückstände aus diesen Sammeltanks gelenzt.

Rohölrückstände können nur aus einer Tankerladung oder - wenn es sich um Nordsee-Rohöl handelt - direkt aus der Erdölförderung der Nordsee stammen. In vielen Fällen konnte aufgrund der zu starken Alterung des Rohöls keine eindeutige Zuordnung mehr getroffen werden (s. aber unter 2.2.5.1 „Eine neue Quelle von Ölverschmutzungen“).

2.2.5 Besondere Vorfälle

2.2.5.1 Eine neue Quelle von Ölverschmutzungen

Im Sommer 1999 trat an der schleswig-holsteinischen Westküste eine massive Ölverschmutzung auf. Vor allem die Strände von Sylt waren betroffen. Die Verschmutzung zog sich aber auch an der Küste nach Norden entlang bis zum Ringköbing-Fjord, Dänemark. Die Analysenergebnisse ließen auf einen Rohölrückstand schließen. Doch – wie sich später herausgestellt hat – stammten die Rückstände mit großer Wahrscheinlichkeit weder von einer Plattform noch von einem Rohöltransport, sondern von dem Transport eines Raffinerieproduktes. Es handelte sich um einen reinen Rückstand der atmosphärischen bzw. der Vakuumdestillation. Dieser Öltyp und die Quelle der Verschmutzung konnten deshalb aufgeklärt werden, weil die gleiche Verschmutzung etwa einen Monat später wiederum auf Sylt auftrat. Derart identische Verschmutzungen, die zu unterschiedlichen Zeiten auftraten, waren bisher nicht aufgefallen, und es stellte sich die Frage, ob unter den untersuchten Proben nicht weitere Proben vorhanden waren, die zu den beiden Verschmutzungen passen. Alle vergleichbaren, bisher untersuchten Proben wurden daraufhin noch einmal genauer untersucht. Es wurden tatsächlich mehrere passende Proben von Verschmutzungen gefunden, die zu sehr unterschiedlichen Zeiten aufgetreten waren. Weitere Proben kamen im Verlauf des Projektes hinzu. Damit hatten diese Proben plötzlich eine herausragende Bedeutung zur Aufklärung des Problems, ja zur direkten Verursacherermittlung gewonnen.

Es handelt sich zum Großteil um Verschmutzungen, die aus dem regelmäßigen Transport von Rohölrückständen aus Ostseehäfen zu Häfen in der südlichen Nordsee stammen. Jede einzelne, frische Verschmutzung dieser Art bedeutet, dass ein Tanker, der dieses Öl transportiert hatte, kurz zuvor in der südlichen Nordsee gewesen sein muss. Nachforschungen der Ermittlungsbehörden über entsprechende Tankertransporte laufen.

Das Problem des Transportes dieser Rückstandsöle wird derzeit im Rahmen eines Projektes der HELCOM (Helsinki-Kommission) behandelt, an dem alle Ostsee-Anliegerstaaten beteiligt sind und das vom BSH geleitet wird. Ziel des Projektes ist es, über eine internationale Zusammenarbeit diese Art von Ölverschmutzungen in Zukunft besser und rascher zu erkennen. Der Unfall der Baltic Carrier im März 2001 in der Ostsee hat noch einmal verdeutlicht, welche Gefahren durch den Transport dieser speziellen Produkte für die Meeresumwelt vorhanden sind: Auch die Baltic Carrier hatte ein derartiges Produkt geladen.

Insgesamt sind wahrscheinlich 33 der 52 als „Rohölrückstand“ eingestuften Proben derartigen Produkten zuzuordnen. Die Erfahrung mit dieser Art von Ölverschmutzungen hat zu einer völlig neuartigen Methode der Auswertung von Analysenergebnissen geführt, die sicherstellt, dass Zusammenhänge zwischen Proben in Zukunft nicht mehr übersehen werden können (s. unter 2.2.6).

2.2.5.2 Untersuchungen nach dem Unfall der Pallas Ende Oktober 1998

Am 29.10.1998 strandete die Pallas acht km südwestlich der nordfriesischen Insel Amrum, Schleswig-Holstein, und eine Woche später liefen aus einem Riss in dem immer noch brennenden Schiff etwa 60 Tonnen Schwer- und Dieselöl ins Meer.

An Bord der Pallas befanden sich ca. 800 m³ Öl, davon waren 655 m³ Schweröl (IFO 180), 130 m³ Dieselöl und 15 m³ Motorenöl. Weiterhin waren einige Fässer Hydrauliköl an Bord, die geplatzt sind, und deren Inhalt sich in das Schiffsinnere ergossen hat. All diese Produkte haben sich teilweise gemischt. Hinzu kommt, dass teilweise Veränderungen durch den Brand oder die starke Hitzeeinwirkung des Brandes entstanden sind.

Nach dem Unfall der Pallas waren insgesamt 31 Proben von verölten Vögeln von der Westküste Schleswig-Holsteins im Oktober/November 1998 gezogen worden (Abb. 2.2.6), um die Auswirkungen des Unfalls näher zu untersuchen.

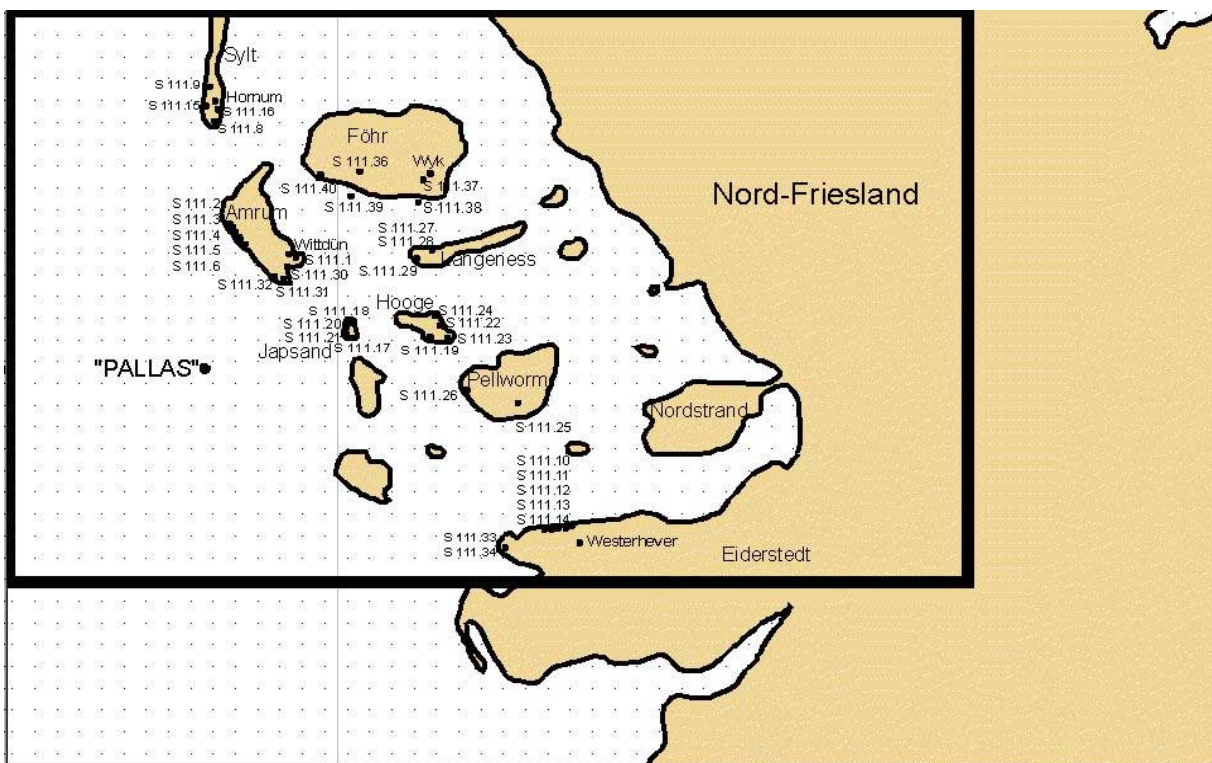


Abbildung 2.2.6: Orte der Probenahme in Schleswig-Holstein im Zusammenhang mit dem Unfall der „Pallas“.

Hier zeigte sich insbesondere eine der Grenzen der chemischen Analyse zur Ermittlung der Quellen von Ölverschmutzungen: Es waren zwar mehrere Vergleichspro-

ben¹ des ausgelaufenen Öls vorhanden, da aber unterschiedliche Öle an Bord des Frachters vorhanden waren (Schweröl, Motorenöl, Dieselöl und Hydrauliköl), und zu unterschiedlichen Zeiten unterschiedliche Gemische dieser Öle ausgelaufen waren, war eine eindeutige Zuordnung der Vogelproben zu den Proben der Pallas kaum möglich. Einzig die Tatsache, dass überwiegend Schweröl an Bord war, ließ die Aussage zu, dass die meisten Proben aus dem Vogelgefieder (d.h. diejenigen, die auch überwiegend Schweröl enthielten) zumindest mit großer Wahrscheinlichkeit von der Pallas stammten.

Der Verdacht, dass das Öl der Pallas auch die niedersächsische und niederländische Küste im Süden oder den Ringköbing-Fjord, Dänemark im Norden erreicht haben könnte, konnte durch Analysen nicht bestätigt werden.

2.2.5.3 Untersuchungen nach dem Seevogelsterben im März/April 1999

Im Zusammenhang mit dem Seevogelsterben vom Februar/März/April 1999 (Fleet & Reineking, 1999) wurden 17 Proben von betroffenen Vögeln der niederländisch-deutschen Wattenmeerküste untersucht, um die Frage zu prüfen, ob toxische Verbindungen Ursache des Vogelsterbens gewesen waren.

Es konnten keine Besonderheiten in den Proben nachgewiesen werden (d.h. es wurden ausschließlich die Ester aus der Bürzeldrüse der Tiere gefunden). Die Ursache des Vogelsterbens konnte damit nicht über chemische Analysen geklärt werden.

2.2.5.4 Nachweis von Öl aus dem Tanker Erika

Am 12.12.1999 brach der Tanker Erika vor der Bretagne, Frankreich auseinander und sank. Laut Presseberichten liefen aus dem Schiff Tausende Tonnen Schweröl aus.

Eine Silbermöwe, die am 07.01.00 auf Juist, Niedersachsen und eine Dreizehenmöwe, die am 31.01.00 im Hauke-Haien-Koog, Schleswig-Holstein gefunden worden waren, enthielten im Gefieder genau das Öl, das bei dem Unfall der Erika vor der Küste der Bretagne im Dezember 1999 freigesetzt worden war - nicht nur der Produkttyp war der gleiche, sondern das Produkt war identisch (Hartwig, 2000).

Obwohl seitens offizieller, französischer Stellen dieses Produkt als „ganz normales Schweröl“ beschrieben wird, ist doch festzustellen, dass es sich um ein Produkt mit extrem hohen Aromatengehalt gehandelt hat. Der gesamte vordere bis mittlere Siedebereich bestand ausschließlich aus aromatischen Kohlenwasserstoffen, deren toxische und teilweise cancerogene Eigenschaften bekannt sind (Abb. 2.2.7).

¹ Als Vergleichsproben dienten zwei Wasserproben aus der Nähe der Pallas, die am 08.11.98 und 09.11.98 gezogen worden waren, sowie eine Ölprobe aus dem Maschinenraum und eine Bunkerprobe der Pallas vom 12.11.98. Diese Proben waren vorsorglich zur Beweissicherung von der WSP-Husum gezogen worden. Weiterhin kamen Proben der Einsatzleitgruppe (ELG, Cuxhaven) vom Bottom, First Foot, Upper, Festprobe aus Doppelbodentank der Pallas hinzu, die am 04.12.98 bei der Übergabe von der Thor auf die Markus gezogen wurden.

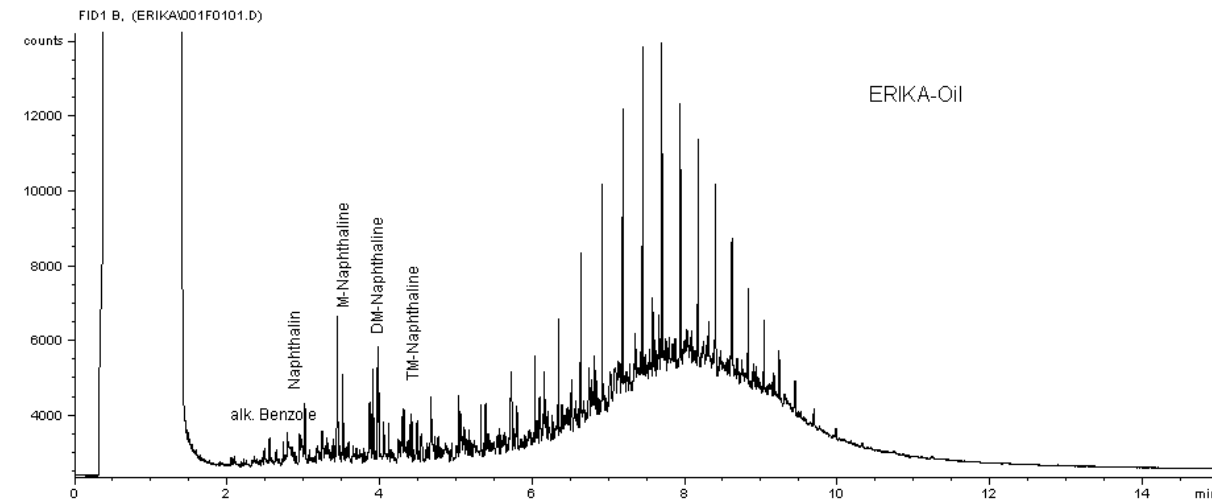


Abbildung 2.2.7: Gas-Chromatogramm des „Erika“-Öls.

Dies ist wahrscheinlich die Erklärung dafür, warum bei vielen Personen, die bei der Ölbekämpfung und bei der Beseitigung des Öls von den Stränden in Frankreich beteiligt waren, Gesundheitsschäden vor allem in Form von Hautreizungen aufgetreten waren.

Das Erika-Öl konnte weiterhin im Gefieder von zwei Seevögeln (Dreizehenmöwen) nachgewiesen werden, die mit einem Sturm Ende Dezember 1999 in die Schweiz verfrachtet worden waren (Hartwig, 2001).

2.2.6 Ein Computerprogramm zur Identifizierung von Ölverschmutzungen

Bei den Nachforschungen zu den Verschmutzungen durch den Tankertransport von Rohölrückständen (s. auch 2.2.5.1) erwies sich die Suche nach passenden Ölen in tausenden von Spektren, Chromatogrammen und Massenchromatogrammen als außerordentlich mühsam und zeitraubend. Es kam daher die Idee auf, alle produzierten Daten auf einem zentralen Computer zu speichern. Darüber hinaus wurde ein Computerprogramm entwickelt, mit dessen Hilfe alle gespeicherten Proben miteinander verglichen werden können. Hierbei wurde die Erfahrung beim Vergleich von Ölproben aus mehr als 20 Jahren in numerische Parameter umgesetzt. So ist derzeit ein Vergleich der bisher gespeicherten, etwa 1.500 Proben innerhalb weniger Minuten möglich. Über ein Netzwerk, an dem auch die Computer der Analysengeräte angeschlossen sind, wird jede neu untersuchte Probe automatisch erfasst und ausgewertet.

Ein Beispiel der Programmoberfläche ist in Abb. 2.2.8 wiedergegeben. Hinter den beiden Tabellen (oben) verbergen sich derzeit bereits etwa 1.500 Proben. Nach Auswahl der Verschmutzungsprobe aus der linken Tabelle wird die gesamte Datenbank durchsucht. Innerhalb weniger Minuten werden alle Proben der Datenbank

nach abfallender Ähnlichkeit zu dieser Probe in der rechten Tabelle wiedergegeben. Das Beispiel zeigt die Identifizierung einer Gefiederprobe einer stärker verwesten Trottellumme, die vom NLWK am 08.05.2000 gefunden worden war. Das Ergebnis ist folgendermaßen zu interpretieren: Da als ähnlichste Öle nur Rohöle aufgelistet werden, handelt es sich bei der Ölverschmutzung mit Sicherheit um einen Rohölrückstand. Da an den ersten Stellen nur Rohöle aus der Nordsee stehen, handelt es sich mit Sicherheit um einen Rohölrückstand aus einem Nordsee-Rohöl. Darüber hinaus kann das Gebiet aber noch näher eingekreist werden: Es handelt sich um das Fördergebiet, dass zwischen den Shetland-Inseln und Norwegen liegt und die Ölfelder Ninian, Brent, Stadtfjord und Oseberg enthält.

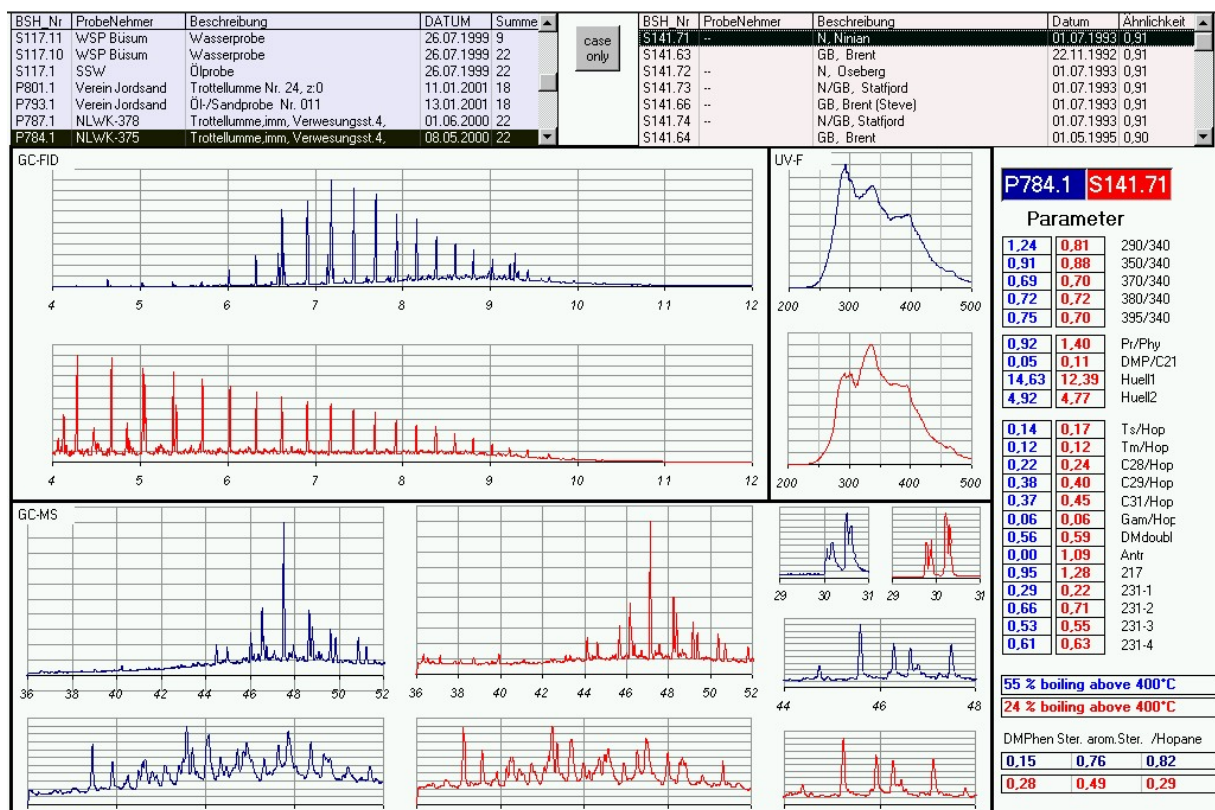


Abbildung 2.2.8: Eine der Oberflächen des Programms „Computerunterstützte Identifizierung von Ölverschmutzungen“ beim BSH.

Dieses Beispiel zeigt weiterhin, dass eine Identifizierung auch noch nach starker Alterung des Öls möglich ist: Der Vergleich der beiden GC-FID-Chromatogramme (oben) lässt erkennen, dass das Öl aus dem Vogelgefieder (oberes Chromatogramm) im Vergleich zu dem frischen Öl (Chromatogramm darunter) im vorderen und mittleren Siedebereich stark verdampft ist. Etwa 50% des Öls fehlen bereits. „Störkomponenten“ aus dem Vogelgefieder und dem Meerwasser sind hinzugekommen. Dies und die Tatsache, dass sich Öle aus einem begrenzten Fördergebiet in ihren charakteristischen Merkmalen nur noch sehr geringfügig unterscheiden, lässt in diesem Fall keine noch genauere Aussage zu.

2.2.7 Literatur

Dahlmann G. (1984): Eine neue sichere Methode zur Identifizierung der Verursacher von Ölverschmutzungen, Dt. hydrogr. Z. 37(5), 217 - 220.

Dahlmann G. (1985): Herkunft der Ölverschmutzungen an der deutschen Nordseeküste, Seevögel 6 (Sonderband), 73 - 80.

Dahlmann G. (1987): Identification of oil pollutions. In: Seminar on Oil Pollution Questions, Norrköping, Baltic Sea Environment Proceedings No. 22, Baltic Marine Environment Protection Commission. Helsinki Commission.

Dahlmann G., Timm D., Awerbeck C., Camphuysen C., Skov C., Durinck J. (1994): Comparative Investigations on Oiled Seabirds and Oiled Beaches in the Netherlands, Denmark and Germany (1990-1993), Mar. Poll. Bull. 28, 305 - 310.

Dahlmann, G., Secheyaye, A. (2000): Verölte Seevögel an der Deutschen Nordseeküste, Seevögel, 2000/21, 11 - 12.

Fleet D. M., S. Gaus, E. Hartwig, P. Potel, B. Reineking & M. Schulze Dieckhoff (1999a): Ölopfer in der Deutschen Bucht im Zeitraum 01. Juli 1994 bis 30. Juni 1998. Seevögel 20/2: 43 - 48.

Fleet D. M., S. Gaus, E. Hartwig, P. Potel, B. Reineking & M. Schulze Dieckhoff (1999b): Pallas-Havarie und Seevogelsterben dominieren Spülsaumkontrollen im Winter 1998/99- Ölopfer in der Deutschen Bucht im Zeitraum 01. Oktober 1998 bis 31. März 1999. Seevögel 20/3: 79 - 84.

Fleet D. M. & B. Reineking (1999): Zum Vogelsterben an der deutschen und niederländischen Wattenmeerküste im Februar/März 1999. Seevögel 20/ 2: 63.

Hartwig, E. (2000): Öl der Erika im deutschen Wattenmeer. Seevögel 21/3: 69.

Hartwig E. (2001): Öl der Erika auch in der Schweiz, Seevögel 22/2:36.

JAMP (1998): Guidelines on standard methodology for the use of oiled beached birds as indicators of marine oil pollution, Joint Assessment and Monitoring Programme, Oslo and Paris Commissions, 1998.

UBA (1987): Ölopferefassung an der deutschen Nordseeküste und Ergebnisse der Ölanalysen sowie Untersuchungen zur Belastung der Deutschen Bucht durch Schiffsmüll, Texte 29/87 des Umweltbundesamtes: 152.

2.3 SEEVERKEHRSANALYSE UND ABSCHÄTZUNG DER ANFALLENDEN ÖLRÜCKSTÄNDE IM NORDSEEGBIET DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND AUF VORDEFINIERTEN SCHIFFSROUTEN

von

Manfred Brandt und Thomas Höth, im Auftrag der GAUSS mbH, Bremen

2.3.1 Einleitung

Die Autoren wurden von der Gesellschaft für angewandten Umweltschutz und Sicherheit im Seeverkehr (GAUSS) beauftragt, eine Seeverkehrsanalyse, d.h. eine Betrachtung der Schiffsbewegungen im deutschen Raum der Nordsee und eine Berechnung des Anfalls von ölhaltigen Rückständen durch den Schiffsverkehr an der Nordseeküste mit Hilfe von aggregierten Statistikdaten des Statistischen Bundesamtes durchzuführen. Die Berechnung wurde mit dem DV-System **MARION** durchgeführt. Berücksichtigt wurde dabei das statistische Datenmaterial der Jahre 1992 bis 1999.

Das Datenmaterial des Statistischen Bundesamtes vor dem Jahr 1992 konnte in dem System nicht berücksichtigt werden. Vor dem Zeitraum 1992 wurde ein komplett anderer Datensatzcode - als der unter Kapitel 2.3.3 beschrieben - verwendet. Der Datensatzcode wurde vom Statistischen Bundesamt im Jahr 1992 umgestellt, da die neuen Bundesländer bis zu diesem Zeitpunkt keine Berücksichtigung fanden.

Ferner war zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes der Datensatz für das Berichtsjahr 2000 und 2001 noch nicht verfügbar und konnte somit nicht in die nachfolgenden Betrachtungen einbezogen werden.

2.3.2 Berechnung von Emissionen mit Hilfe von Schiffseinzeldaten

MARION wurde als ein DV-System für die Quantifizierung von Schadstoffen durch den Seeschiffsverkehr entwickelt. Mit Hilfe von Daten über Schiffsbewegungen in Verbindung mit Emissionsalgorithmen können belastbare Auskünfte über seeverkehrsbedingte Umweltbelastungen berechnet werden. Die Funktionsweise des **MARION**-Systems ist in Brandt & Höth (1999a) detailliert beschrieben.

2.3.3 Schiffsbewegungsdaten des Statistischen Bundesamtes

Für das **MARION**-System wurden Seeschiffahrtsdaten vom Statistischen Bundesamt kostenpflichtig zur Verfügung gestellt und in Tab. 2.3.1 beschrieben:

Tabelle 2.3.1: Datensatzbeschreibung der „MARSS“ - Datenbank des Statistischen Bundesamtes.

Feldbez. Ef – Nr.	Satzstellen		Feldformat		Inhalt / Bemerkung
	von-bis	Anzahl	Allg.	Intern	
1	1 - 5	5	C	ALN	Anschreibehafen
2	6 – 7	2	C	ALN	Leer
3	8 – 11	4			Schiffsmerkmale
3U1	8 – 9	2	C	ALN	Schiffsart
3U2	10 – 11	2	C	ALN	Größenklasse
4	12	1	C	ALN	Ankunft =1 / Abgang = 2
5	13	1	C	ALN	KZ 0 = Unbeladen 1 = Beladen
6	14	1	C	ALN	Einsatzart 1 = Linienfahrt 2 = Fährverkehr 3 = Trampfahrt 4 = Tankerfahrt
7	15 – 17	3	C	ALN	Herkunfts-/Bestimmungsbezirk Wenn EF5 = 0 sonst Nullen
8	18 – 20 3		C	ALN	Ein-/Ausladebezirk Wenn EF5 = 1 sonst Nullen
9	21 – 43 23				Werte
9U1	21 – 25 5		C	NOVO5KOo	Zahl der Schiffe
9U2	26 – 34	9	C	NOVO9KOo	BRZ
9U3	35 – 43	9	C	NOVO9KOo	NRZ

2.3.3.1 Anschreibehafen

Das Datenbankfeld „Anschreibehafen“ beschreibt den Hafen, der die Schiffsmelddaten an das Statistische Bundesamt liefert. Der Code für den Anschreibehafen, den das Statistische Bundesamt bereithält, beinhaltet 9.127 verschiedene nationale und internationale Häfen.

2.3.3.2 Schiffsmerkmale - Schiffsart

Alle Seeschiffe, die dem Statistischen Bundesamt von den jeweiligen Hafenbehörden gemeldet werden, wurden in neun verschiedene Schiffstypen eingeteilt.

Tabelle 2.3.2: Schiffsmerkmale – Schiffsart.

Schlüssel	Schiffsart
01	Stückgutfrachter
02	Massengutschiffe
03	Tankschiffe
04	Trägerschiffe
05	Containerschiffe
06	Kühlschiffe
07	Fährschiffe/Ro-Ro-Schiffe
08	Fahrgastschiffe
09	Sonstige Schiffe

Das **MARION**-System beinhaltet eine Datenbank mit Daten der Welthandelsflotte (Stand 1995). Dadurch konnten statistische Informationen über die in Tabelle 2.3.2 genannten Schiffstypen ermittelt werden. Hierbei handelt es sich um statistische Mittelungen für bestimmte Schiffsparameter einer Schiffsgrößenklasse (siehe Pkt. 2.3.3.3), die für die Berechnung bestimmter Schadstoffquellterme benötigt werden.

2.3.3.3 Schiffsmerkmale - Größenklasse

Jeder Schiffstyp (Tab. 2.3.3) wird vom Statistischen Bundesamt in eine von zwölf verschiedenen Größenklassen eingeteilt. Die Größenklasseneinteilung erfolgt hierbei in der Angabe der Bruttoreaumzahl (BRZ). Die Bruttoreumzahl (engl. Gross-Tonnage) ist ein dimensionsloser Wert, der allmählich im amtlichen Verkehr bei Schiffen unter der Flagge eines Unterzeichnerstaates die Bruttoregistertonne (BRT) verdrängt.

Tabelle 2.3.3: Schiffsmerkmale – Größenklasse.

Klasse	Bruttoreumzahl (BRZ) von – bis		
01	10	-	999
02	1000	-	2999
03	3000	-	4999
04	5000	-	9999
05	10000	-	19999
06	20000	-	29999
07	30000	-	49999
08	50000	-	79999
09	80000	-	99999
10	100000	-	159999
11	160000	-	199999
12	200000	-	400000

2.3.3.4 Ankunft/Abgang

Bei dem Datenbankfeld Ankunft/Abgang handelt es sich um die Angabe, ob die gemeldeten Schiffe den „Anschreibehafen“ angelaufen haben, oder ob die Schiffe den „Anschreibehafen“ verlassen haben.

2.3.3.5 Unbeladen/Beladen

Das Datenbankfeld „Unbeladen/Beladen“ beschreibt den gemeldeten Beladungszustand der Schiffe.

2.3.3.6 Einsatzart der Seeschiffe

Bei den Datenbankfeldern „Einsatzart“ wird unterschieden, ob es sich bei den gemeldeten Seeschiffsverkehren um Linienschiffahrt, Fährverkehr, Trampschiffahrt oder Tankerfahrt handelt.

2.3.3.7 Herkunftsbezirk – Bestimmungsbezirk

Den jeweiligen Häfen wird vom Statistischen Bundesamt ein Verkehrsbezirk („Herkunfts – Bestimmungsbezirk“) zugeordnet. Bei internationalen Häfen beschränkt sich das Datenbankfeld „Herkunfts – Bestimmungsbezirk“ meist auf das jeweilige Land.

Bei den nationalen Häfen gibt der „Herkunfts- oder Bestimmungsbezirk“ den jeweiligen Land- oder Stadtkreis an. Der Herkunftsbezirk beschreibt, woher das Schiff kommt. Der Bestimmungsbezirk beschreibt, wohin das Schiff fahren will.

2.3.3.8 Einladebezirk – Ausladebezirk

Bei den Feldern Herkunftsbezirk/Bestimmungsbezirk und Einladebezirk/Ausladebezirk handelt es sich nur um ein Feld, das unterschiedlich verwendet wird - je nach Status der Felder „Beladen“ und „Ankunft/Abgang“:

Feldstatus:	Bezirk:
Beladen, Ankunft	Einladebezirk
Beladen, Abfahrt	Ausladebezirk
Unbeladen, Ankunft	Herkunftsbezirk
Unbeladen, Abfahrt	Bestimmungsbezirk

2.3.3.9 Werteangabe

Bei den Werteangaben handelt es sich jeweils um die Aufaddierung von „Zahl der Seeschiffe“, „Bruttoraumzahl (BRZ)“ und „Nettoraumzahl (NRZ)“ als Zahlenangabe des jeweiligen Anschreibehafens für die jeweilige Schiffsart in der entsprechenden Größenklasse.

2.3.4 Rechenansatz im MARION-System unter Berücksichtigung von gemittelten Daten des Statistischen Bundesamtes

Der Rechenansatz im **MARION**-System wurde detailliert in Brandt & Höth (1999b) beschrieben. Die Berechnung wurde jeweils in zwei Schritten durchgeführt. Es wurden bei dieser Rechenmethode unabhängig voneinander zwei Terme (Verkehrsterm und Emissionsterm) berechnet.

2.3.4.1 Verkehrsterm

Der Verkehrsterm charakterisiert die Verweilzeit bzw. den zurückgelegten Seeweg eines Schiffstyps in einer bestimmten Größenklasse im geographisch festgelegten Betrachtungsgebiet.

2.3.4.2 Emissionsterm

Der Emissionsterm stellt die Emissionen eines Schiffstyps einer bestimmten Größenklasse je Zeiteinheit der Verweildauer bzw. je Längeneinheit des zurückgelegten Seewegs dar.

Die Gesamtemission eines Schiffstyps in einer bestimmten Größenklasse berechnet sich durch die Verknüpfung des Verkehrsterms mit dem Emissionsterm.

$$\mathbf{Emission}_{\text{Schiffstyp, Klasse}} = \mathbf{Verkehrsterm}_{\text{Schiffstyp, Klasse}} * \mathbf{Emissionsterm}_{\text{Schiffstyp, Klasse}}$$

2.3.4.3 Berechnungsbeziehungen

Mathematisch präzisiert ergibt sich für die Berechnung der Emission $E_{\text{Schiffstyp, Klasse}}$ für jeden Schiffstyp einer Größenklasse folgende Beziehung:

$$E_{\text{Schiffstyp, Klasse}} = \int_0^{\tau_{\text{Schiffstyp, Klasse}}} E_{\text{Schiffstyp, Klasse}}(t) dt \quad [kg]$$

Die Gesamtemission für einen definierten Betrachtungszeitraum in einem festgelegten Betrachtungsgebiet ergibt sich aus der Summe der Emissionen des jeweiligen Schiffstyps in der jeweiligen Größenklasse $E_{\text{Schiffstyp, Klasse}}$.

$$E = \sum_{i=1}^N E_{\text{Schiffstyp, Klasse}} = \sum_{i=1}^N \int_0^{\tau_{\text{Schiffstyp, Klasse}}} \dot{E}_{\text{Schiffstyp, Klasse}}(t) dt \quad [kg]$$

Die zeitabhängigen Emissionsraten $\dot{E}(t)$ sind jedoch nicht verfügbar. Der Ansatz der Berechnung mit verschiedenen Schiffstypen in verschiedenen Größenklassen setzt dann aber voraus, dass ein zeitlich gemittelter Wert für jeden Schiffstyp einer Größenklasse bekannt ist:

$$\langle \dot{E}_{\text{Schiffstyp, Klasse}}(t) \rangle_t \equiv \bar{\dot{E}}_{\text{Schiffstyp, Klasse}}$$

Der Operator $\langle \rangle_x$ symbolisiert hier und im folgenden die Mittelung über die Variable x . Das Verfahren bleibt solange exakt, wie Mittelwerte $\bar{\dot{E}}$ verwendet werden, die dem Mittelwertsatz der Integralrechnung entsprechend

$$E_{\text{Schiffstyp, Klasse}} = \int_0^{\tau_{\text{Schiffstyp, Klasse}}} \dot{E}_{\text{Schiffstyp, Klasse}}(t) dt = \bar{\dot{E}}_{\text{Schiffstyp, Klasse}} * \tau_{\text{Schiffstyp, Klasse}}$$

genügen. Die folgenden „Arbeitsgleichungen“ lauten somit:

$$E_{\text{Schiffstyp,Klasse}} = \bar{E}_{\text{Schiffstyp,Klasse}} * \tau_{\text{Schiffstyp,Klasse}}$$

und

$$E_{\text{Schiffstyp,Klasse}} = \sum_{i=1}^N E_{\text{Schiffstyp,Klasse}} = \sum_{i=1}^N \bar{E}_{\text{Schiffstyp,Klasse}} * \tau_{\text{Schiffstyp,Klasse}}$$

2.3.4.4 Ermittlung der Verweilzeit τ eines Schiffstyps in einer Größenklasse

Bei der Verwendung von statistischen Daten wird die Verweilzeit τ aus dem zurückgelegten Seeweg [s] eines Schiffstyps in einer Größenklasse und der angegebenen gemittelten Konstruktionsgeschwindigkeit [v] eines Schiffstyps in einer Größenklasse ermittelt.

$$\tau = s/v$$

Die durchschnittliche Geschwindigkeit eines Schiffstyps in einer bestimmten Größenklasse ergibt sich aus der Mittelung aller in der Schiffsstammdatenbank vorhandenen Schiffe dieses Typs in der vorgegebenen Größenklasse. Diese Werte sind fest im **MARION**-System integriert, lassen sich jedoch jederzeit ändern. Exemplarisch für den Schiffstyp Tankschiffe sind die Geschwindigkeiten der jeweiligen Größenklasse hier aufgelistet:

Tabelle 2.3.4: Exemplarische Auflistung von Schiffsgeschwindigkeiten des Schiffstyps "Tankschiff".

Klasse	Bruttoreaumzahl (BRZ) von – bis			Geschwindigkeit in Knoten [kn]
01	10	-	999	10,34
02	1000	-	2999	12,18
03	3000	-	4999	12,87
04	5000	-	9999	14,12
05	10000	-	19999	15,25
06	20000	-	29999	15,01
07	30000	-	49999	15,39
08	50000	-	79999	14,97
09	80000	-	99999	16,59
10	100000	-	159999	15,39
11	160000	-	199999	15,33
12	200000	-	400000	15,31

2.3.5 Betrachtungsgebiet

Die Ermittlung von Verkehrsströmen und umweltschädigenden Quelltermen bezieht sich grundsätzlich auf ein genau definiertes Seegebiet. Mit dem DV-System **MARION** ist es möglich, sowohl die Nordsee als auch die Ostsee zu betrachten (s. Abb. 2.3.1).

Auftragsgegenstand war die Betrachtung von Schiffsbewegungen und die Ermittlung von ölhaltigen Rückständen im Nordseegebiet der Bundesrepublik Deutschland – speziell für die Niedersächsische Küste und die Schleswig-Holsteinische Küste. Das zu untersuchende Gebiet umfasst in der jetzigen Projektstufe einen Radius von ca. 140 sm um die Stadt Hamburg in nordwestlicher Richtung (s. Abb. 2.3.2).

In diesem Gebiet werden die anlaufenden Verkehre und die ablaufenden Verkehre der 19 höchstfrequentierten Häfen berücksichtigt. Den Verkehren wird eine vordefinierte Route zugeordnet. Fährverkehre zu den Nord- und Ostfriesischen Inseln werden nicht berücksichtigt.

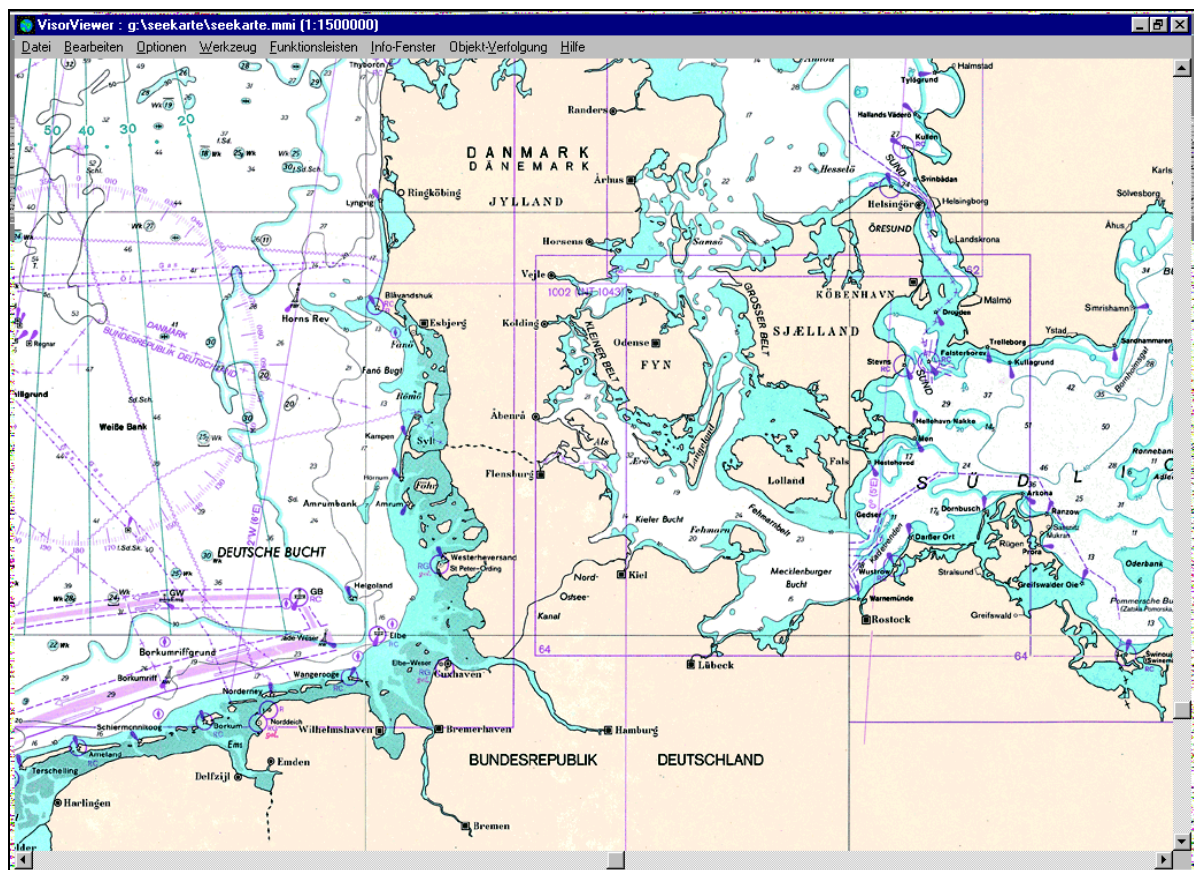


Abbildung 2.3.1: Verkehrsgebiet der Nord- und Ostsee.

In den gelieferten Datensätzen des Statistischen Bundesamtes für die Jahre 1992 bis 1999 werden 122 Meldehäfen genannt, von denen aber der Großteil den o.a. Häfen zugeordnet werden kann. Nach der Zuordnung verbleiben 76 Meldehäfen, die den gleichen Hafencode der hier 19 aufgelisteten Häfen verwenden (s. Tab. 2.3.5).

Die Datenlage hat gezeigt, dass die Verkehre der o.a. Häfen eine Frequenz von über 90% an der Gesamtverkehrsfrequenz haben. Alle anderen Verkehre werden deshalb bei der weiteren Berechnung nicht berücksichtigt. Ferner werden auch Inselfährverkehre im **MARION**-System nicht berücksichtigt. Prinzipiell ist es jedoch möglich, einzelne oder mehrere Häfen außer den hier genannten 19 Nord- und Ostseehäfen zu betrachten.

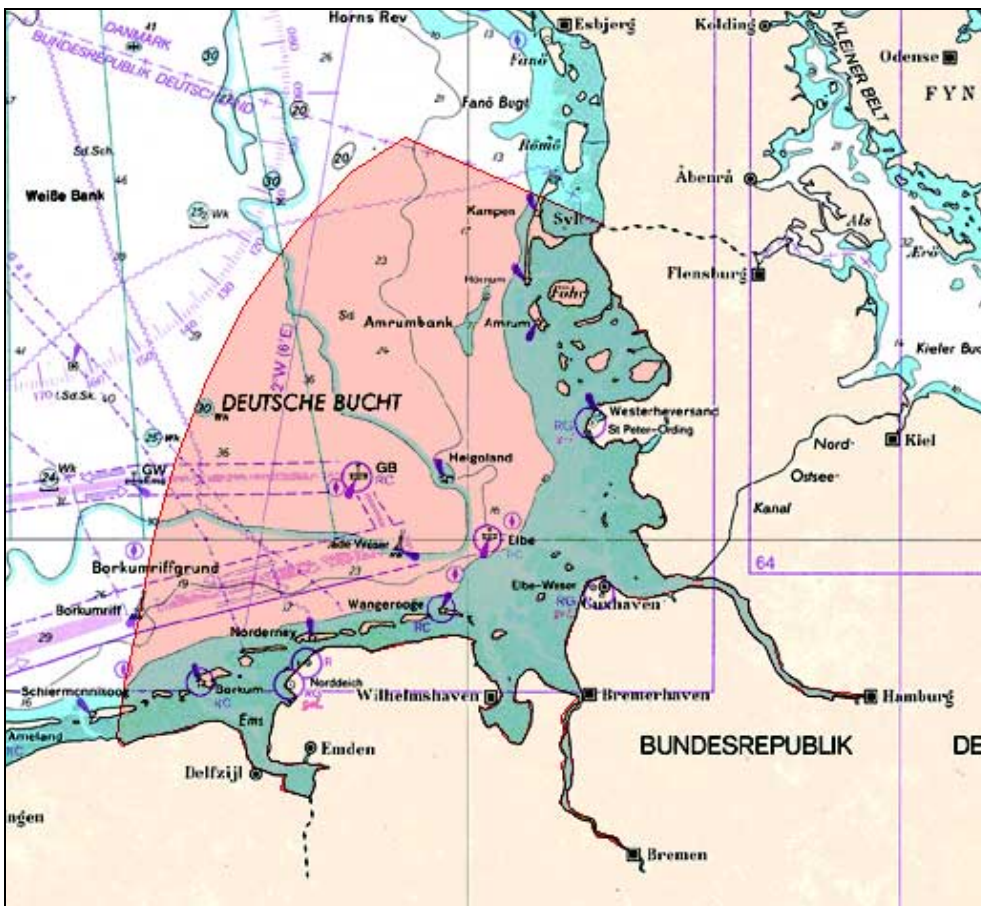


Abbildung 2.3.2: Betrachtungsgebiet der Nordsee.

Tabelle 2.3.5: Nord- und Ostseehäfen.

Nordseehäfen	Ostseehäfen
<ul style="list-style-type: none"> • Brake • Bremen • Bremerhaven • Brunsbüttel • Cuxhaven • Emden • Hamburg • Nordenham • Wilhelmshaven 	<ul style="list-style-type: none"> • Eckernförde • Flensburg • Kappeln • Kiel • Lübeck • Rostock • Stralsund • Travemünde • Warnemünde • Wismar

2.3.6 Schiffsrouten innerhalb des Betrachtungsgebietes

Alle Schiffsverkehre, die einen deutschen Hafen anlaufen, bewegen sich im **MARION**-System auf vordefinierten Seewegeabschnitten. Seewegeabschnitte sind Teilverbindungen auf vorgegebenen Schiffsrouten, die durch die Angabe von zwei Koordinaten (jeweils Angabe in Längen- und Breitengrad) definiert sind.

Innerhalb des Betrachtungsgebiets der Nordsee besteht das Verkehrsnetz, auf dem sich die Verkehre bewegen, aus vordefinierten Seewegeabschnitten. Hierbei wird in Kauf genommen, dass sich die einzelnen Schiffsverkehre, insbesondere in der offenen Nordsee, nicht immer ganz genau auf den vordefinierten Routen bewegen. Die Abweichungen sind aber in der Regel gering. Im statistischen Mittel über einen längeren Betrachtungszeitraum bleibt diese geringe Ungenauigkeit ohne nachweisbaren Einfluss.

Exemplarisch ist hier ein Seeweg dargestellt, auf dem Schiffe betrachtet werden, deren Herkunftsbezirk der Hafen „Bergen“ in Norwegen ist, und deren Anschreibehafen der Hafen von „Bremen“ ist. Die Seeschiffe durchfahren in diesem Beispiel aneinandergefügte Seewegeabschnitte (s. Tab. 2.3.6).

Durch die Summierung der einzelnen Seewegeabschnitte ergibt sich die gesamte Entfernung, die die Seeschiffe innerhalb des Betrachtungsgebiets zurückgelegt haben. In diesem Beispiel wird eine Distanz von 139 sm zurückgelegt.

Innerhalb des vorgegebenen Gebietes sind die Verkehre auf 6 verschiedene Routen verteilt worden. Alle Verkehre sind diesen Routen zugeordnet worden (s. Tab. 2.3.7 und Abb. 2.3.3).

Tabelle 2.3.6: Beispiel für Seeweg auf einer vordefinierten Seeroute.

Seewegabschnitt Eintrittspunkt	Position	Seewegabschnitt Austrittspunkt	Position	Entfernung
Übergabepunkt von Bergen (NO) in das Betrachtungsgebiet	55°04'00" N 07°32'00" E	TB 1	53°58'55" N 07°43'05" E	62,6 sm
TB 1	53°58'55" N 07°43'05" E	Bremerhaven Z2	53°54'50" N 07°55'00" E	10,5 sm
Bremerhaven Z2	53°54'50" N 07°55'00" E	Bremerhaven Z1	53°37'40" N 08°28'20" E	25,5 sm
Bremerhaven Z1	53°37'40" N 08°28'20" E	Bremerhaven	53°32'12" N 08°34'12" E	5,7 sm
Bremerhaven	53°32'12" N 08°34'12" E	Nordenham	53°28'30" N 08°28'00" E	3,2 sm
Nordenham	53°28'30" N 08°28'00" E	Brake	53°19'30" N 08°27'30" E	9,9 sm
Brake	53°19'30" N 08°27'30" E	Bremen Z1	53°12'05" N 08°29'30" E	7,2 sm
Bremen Z1	53°12'05" N 08°29'30" E	Zielhafen Bremen	53°02'00" N 08°49'00" E	14,4 sm

Es können für das o.a. Betrachtungsgebiet jedoch nur die Verkehre berücksichtigt werden, die einen der 19 deutschen Häfen anlaufen, da nur hierfür das Datenmaterial aus Wiesbaden vorhanden ist. Transitverkehre, die das beschriebene Betrachtungsgebiet durchfahren ohne einen der 19 Häfen anzulaufen, können somit nicht berücksichtigt werden (z. B. Verkehre von Amsterdam nach Esbjerg oder Verkehre, die durch den Nordostseekanal ein östlich gelegenes Land anlaufen, ohne einen deutschen Hafen anzusteuern).

Tabelle 2.3.7: Routenzuordnung.

Route 0 dünne schwarze Striche	<u>ausschließlich</u> innerdeutsche Verkehre (z.B. Bewegungen von Bremen nach Bremerhaven). Verkehre, die von der Ostsee in die Nordsee führen werden erst ab dem Nordostseekanal – bei Brunsbüttel - in die Berechnung für die Nordsee einbezogen (z.B. Bewegungen von Rostock nach Bremen). Verkehre, die von einem Nordseehafen in einen Ostseehafen führen werden nur bis zum Eintritt in den Nordostseekanal berücksichtigt (z.B. Bewegungen von Bremen nach Rostock).
Route 1 schwarz/blau	Berechnungen für internationale Verkehre, die sich entlang der niedersächsischen Küste bewegen (z.B. Bewegungen von Amsterdam nach Bremerhaven).
Route 2 schwarz/grün	Berechnungen für internationale Verkehre, die sich Richtung Helgoland – Shetland in den Atlantic und umgekehrt bewegen (z.B. Bewegungen von Island nach Bremerhaven)
Route 3 schwarz/rot	Berechnungen für internationale Verkehre, die sich entlang der schleswig-holsteinischen Küste bewegen (z.B. Bewegungen von Esbjerg DK nach Bremerhaven).
Route 4 schwarz/gelb	Berechnung für internationale Verkehre, die von der Nordsee in die Ostsee und dann Richtung Norden – Kattegat führen (z.B. Bewegungen von Bremerhaven nach Kopenhagen). Die Verkehre, die von einem Nordseehafen in die Ostsee führen werden jedoch nur bis zum Eintritt in den Nordostseekanal berücksichtigt. Es muss hier erwähnt werden, dass keine Informationen darüber vorliegen ob die Schiffe wirklich durch den Nordostseekanal in die Ostsee gefahren sind. Es kann ebenso sein, dass eine Teilsumme der Schiffe über den Skagerrak in die Ostsee fährt.
Route 5 schwarz/gelb	Berechnung für internationale Verkehre, die von der Nordsee in die Ostsee und dann Richtung Osten führen (z.B. Bewegungen von Bremerhaven nach Polen, Rußland etc.). Die Verkehre, die von einem Nordseehafen in die Ostsee führen werden jedoch nur bis zum Eintritt in den Nordostseekanal berücksichtigt. Auch hier muss hier erwähnt werden, dass keine Informationen darüber vorliegen ob die Schiffe wirklich durch den Nordostseekanal in die Ostsee gefahren sind. Es kann ebenso sein, dass eine Teilsumme der Schiffe über den Skagerrak in die Ostsee fährt.

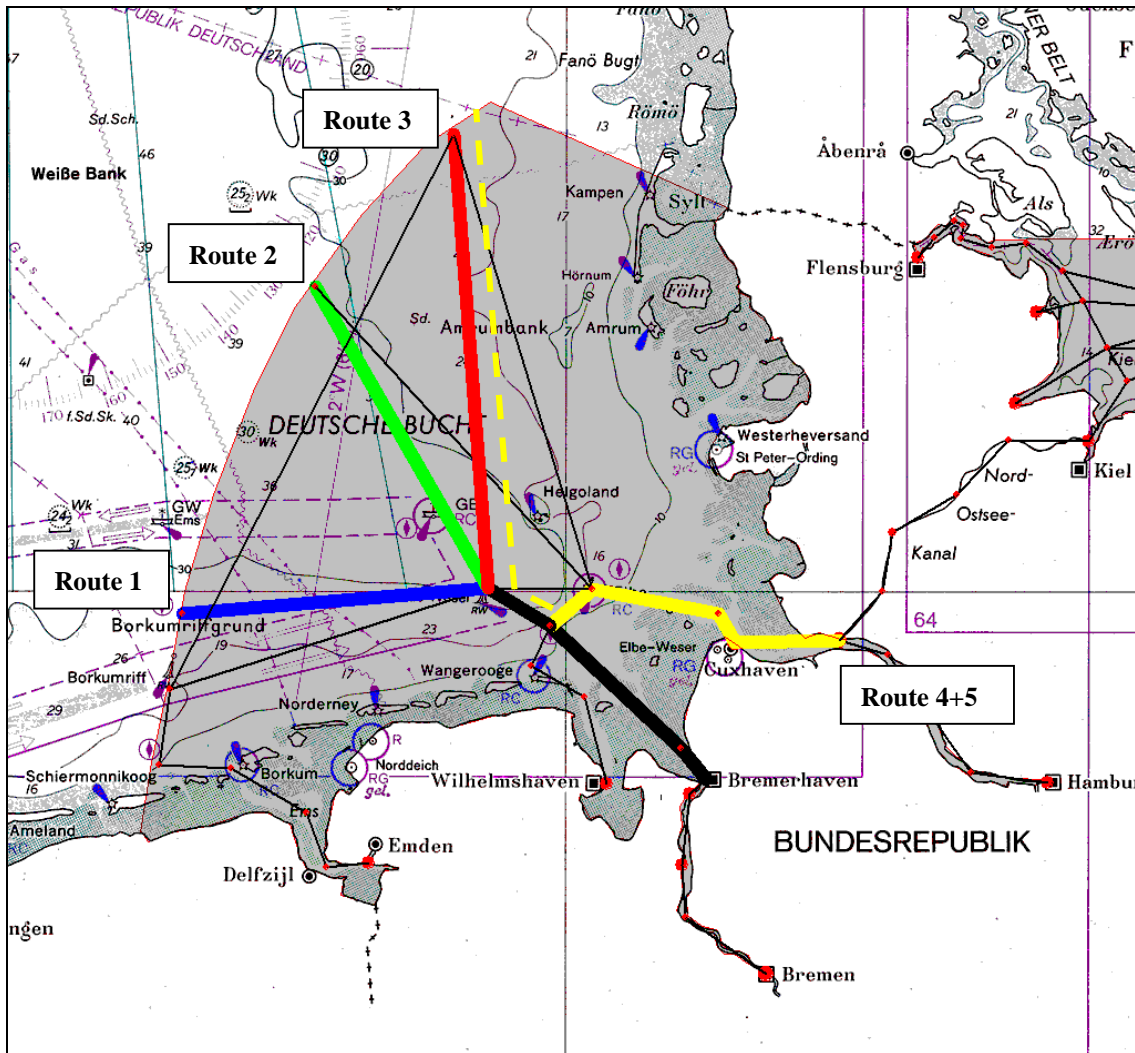


Abbildung 2.3.3: Betrachtungsgebiet der Nordsee mit Routenzuordnung.

2.3.7 Schiffsbewegungszahlen innerhalb des Betrachtungsgebietes

Innerhalb des Zeitraums von 1992 bis 1999 haben insgesamt 438.526 Schiffe einen deutschen Hafen (s. Tab. 2.3.5) angelaufen. Aufgeteilt auf die einzelnen Jahre ergeben sich bestimmte Frequentierungen pro vorgegebener Schiffsroute (s. Tab. 2.3.8).

Tabelle 2.3.8: Anzahl Schiffe pro Route und Jahr.

	Route	Anzahl Schiffe pro Route		Route	Anzahl Schiffe pro Route	
1992	Route 1	20345		1996	Route 1	17822
1992	Route 2	8914		1996	Route 2	8483
1992	Route 3	4046		1996	Route 3	4220
1992	Route 4	3444		1996	Route 4	2030
1992	Route 5	11570		1996	Route 5	12614
1992	Route 0	9629		1996	Route 0	9633
	Route	Anzahl Schiffe pro Route		Route	Anzahl Schiffe pro Route	
1993	Route 1	18329		1997	Route 1	16458
1993	Route 2	8293		1997	Route 2	8057
1993	Route 3	3992		1997	Route 3	4372
1993	Route 4	3089		1997	Route 4	2082
1993	Route 5	11427		1997	Route 5	13358
1993	Route 0	8325		1997	Route 0	9928
	Route	Anzahl Schiffe pro Route		Route	Anzahl Schiffe pro Route	
1994	Route 1	17370		1998	Route 1	16759
1994	Route 2	8503		1998	Route 2	7420
1994	Route 3	4460		1998	Route 3	4073
1994	Route 4	2546		1998	Route 4	2400
1994	Route 5	12053		1998	Route 5	13567
1994	Route 0	8855		1998	Route 0	10555
	Route	Anzahl Schiffe pro Route		Route	Anzahl Schiffe pro Route	
1995	Route 1	17071		1999	Route 1	16548
1995	Route 2	8188		1999	Route 2	7956
1995	Route 3	4318		1999	Route 3	4286
1995	Route 4	2426		1999	Route 4	2497
1995	Route 5	11792		1999	Route 5	13431
1995	Route 0	10154		1999	Route 0	10838

Die graphische Auswertung der Statistik zeigt, dass sich die Verkehrsfrequenz auf den Routen 1, 2 und 4 in den Jahren 1992 bis 1999 verringert hat. Die Verkehrsfrequenz auf den Routen 3, 5 und 0 hat dagegen zugenommen (s. Diagramm 2.3.1).

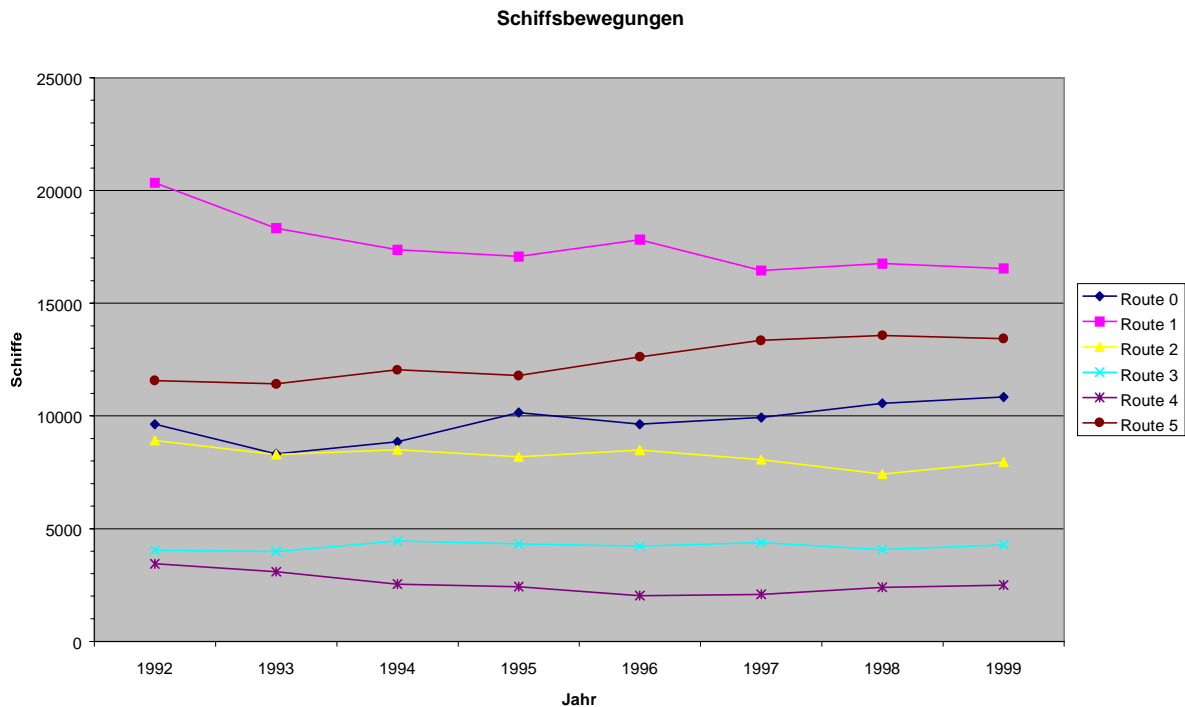


Diagramm 2.3.1: Schiffsbewegungen pro Jahr und Route.

Um die Verkehre genauer beurteilen zu können ist es notwendig, die Größenverteilung der Schiffe auf ihren jeweiligen Routen zu betrachten. Hierzu werden die unter Kap. 2.3.3.3 beschriebenen Größenklassen auf den jeweiligen Routen explizit dargestellt (s. Diagramm 2.3.2).

Die Gesamtverkehre auf der Route 1 haben im Zeitraum 1992 – 1999 um ca. 19% abgenommen. Die Schiffsgrößenverteilung auf der Route 1 zeigt, dass die Größenklasse von 10 – 999 BRZ und von 10.000 – 19.999 BRZ im Betrachtungszeitraum stark abgenommen hat. Die Verkehre von 50.000 – 79.999 BRZ haben dagegen stark zugenommen (s. Diagramm 2.3.3).

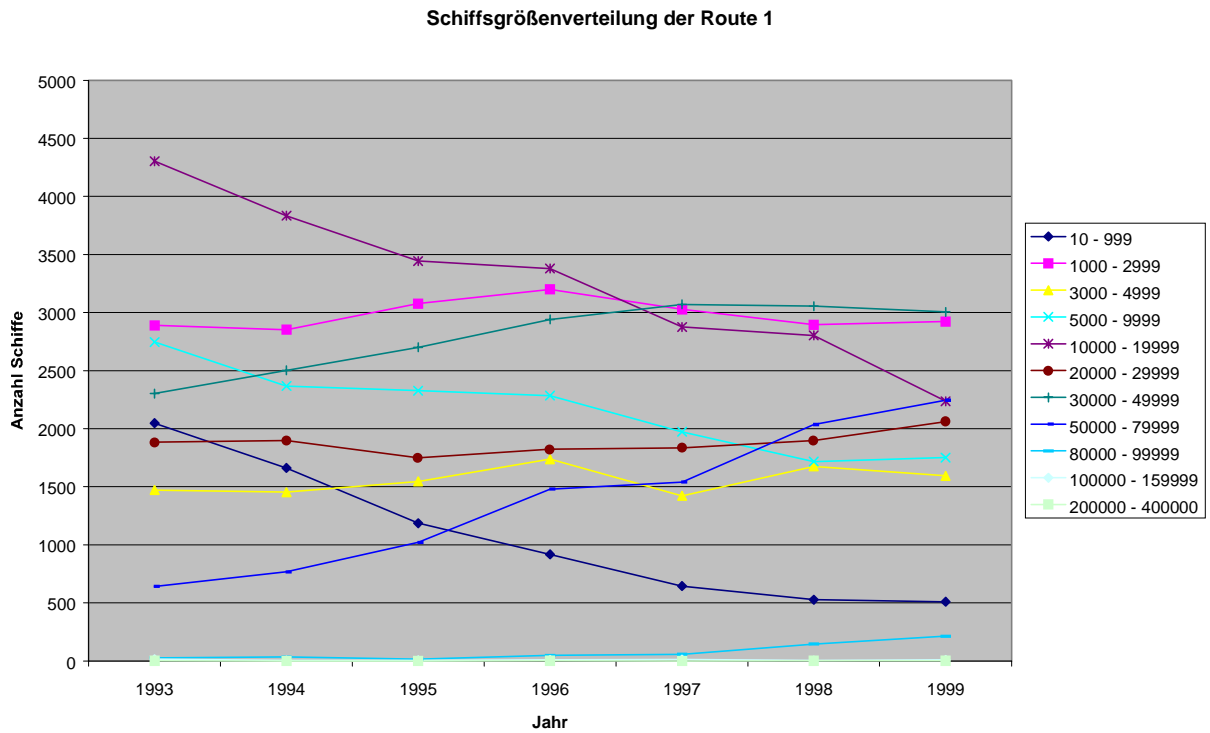


Diagramm 2.3.2: Verteilung der Schiffsgrößenklassen auf Route 1.

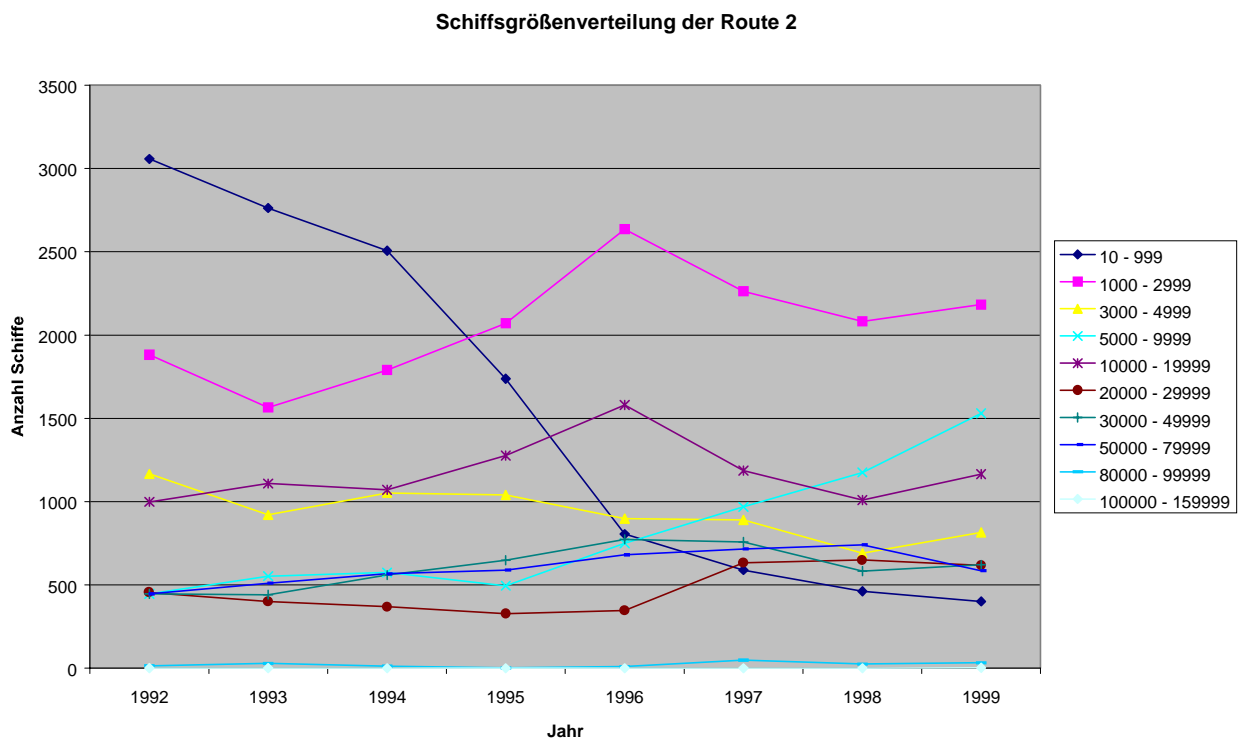


Diagramm 2.3.3: Verteilung der Schiffsgrößenklassen auf Route 2.

Die Anzahl der Gesamtverkehre auf der Route 2 hat im Zeitraum von 1992 – 1999 um ca. 11% abgenommen. Die Schiffsgrößenverteilung auf der Route 2 zeigt, dass die Größenklasse von 10 – 999 BRZ im Betrachtungszeitraum stark abgenommen hat. Die Verkehre von 5.000 – 9.999 BRZ haben dagegen stark zugenommen. Obwohl in dem Diagramm 2.3.3 zu erkennen ist, dass sich im Jahr 1996 die Verkehre der Klassen 1.000 – 2.999 BRZ und 10.000 – 19.999 BRZ stark nach oben entwickelt haben, ist über die Gesamtverteilung (Diagramm 2.3.1) keine nennenswerte Steigerung zu erkennen.

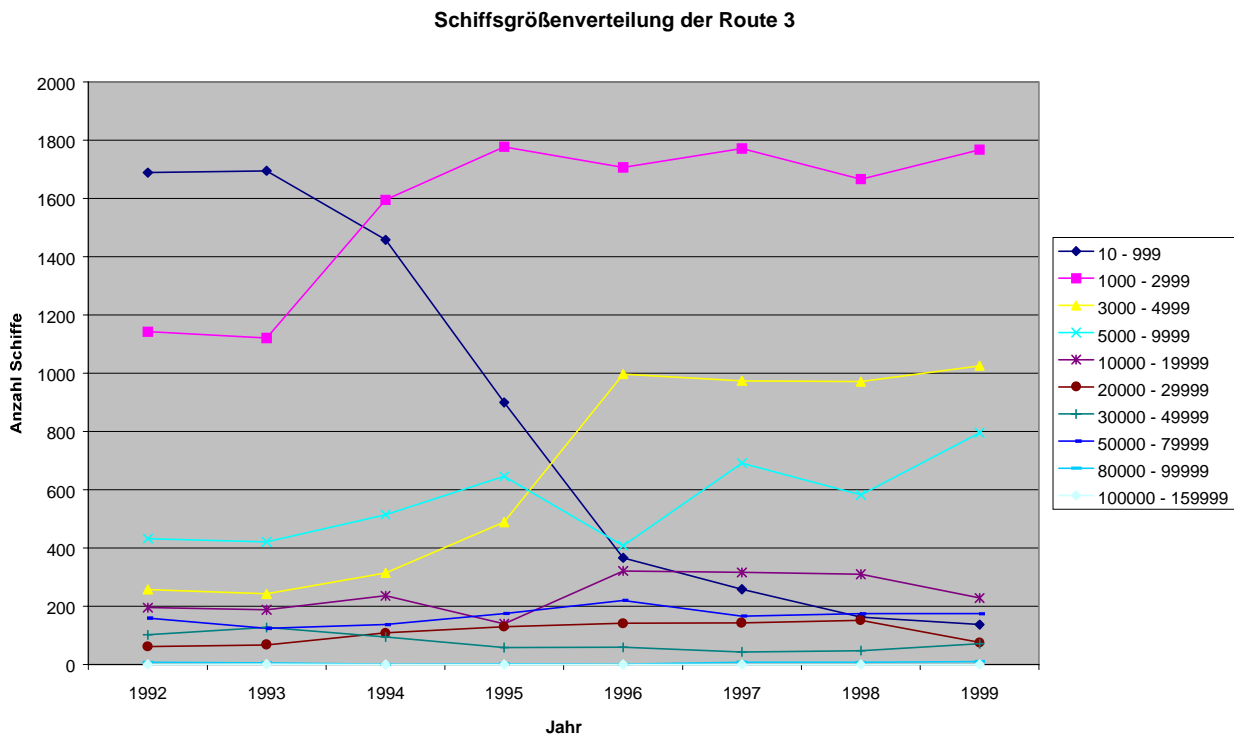


Diagramm 2.3.4: Verteilung der Schiffsgrößenklassen auf Route 3.

Die Anzahl der Gesamtverkehre auf der Route 3 hat sich im Zeitraum von 1992 – 1999 nicht nennenswert verändert (ca. +5%) (s. Diagramm 2.3.4). Die Schiffsgrößenverteilung auf der Route 3 zeigt, dass die Größenklasse von 10 – 999 BRZ im Betrachtungszeitraum sehr stark abgenommen hat. Die Verkehre der Klassen von 1.000 – 2.999 BRZ, 3.000 – 4.999 BRZ und 5.000 – 9.999 BRZ haben dagegen stark zugenommen. Obwohl in dem Diagramm zu erkennen ist, dass sich die Verkehre dieser Klassen nach oben entwickelt haben, ist über die Gesamtverteilung (Diagramm 1) keine nennenswerte Steigerung zu erkennen.

Die Anzahl der Gesamtverkehre auf der Route 4 hat im Zeitraum von 1992 – 1999 um ca. 27% abgenommen (s. Diagramm 2.3.5). Die Schiffsgrößenverteilung auf der Route 4 zeigt, dass die Größenklasse von 10 – 999 BRZ im Betrachtungszeitraum sehr stark abgenommen hat. Die Verkehre der Klasse 3.000 – 4.999 BRZ haben dagegen stark zugenommen.

Schiffsgrößenverteilung der Route 4

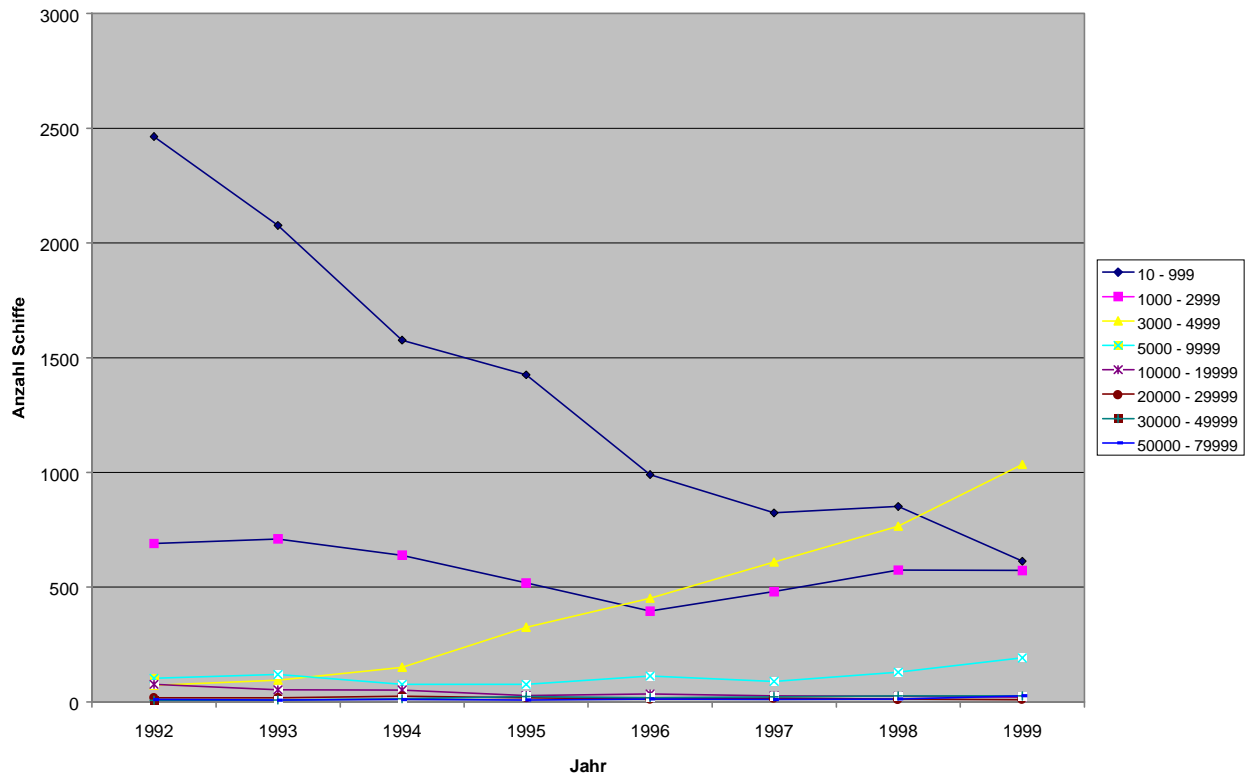


Diagramm 2.3.5: Verteilung der Schiffsgrößenklassen auf Route 4.

Schiffsgrößenverteilung der Route 5

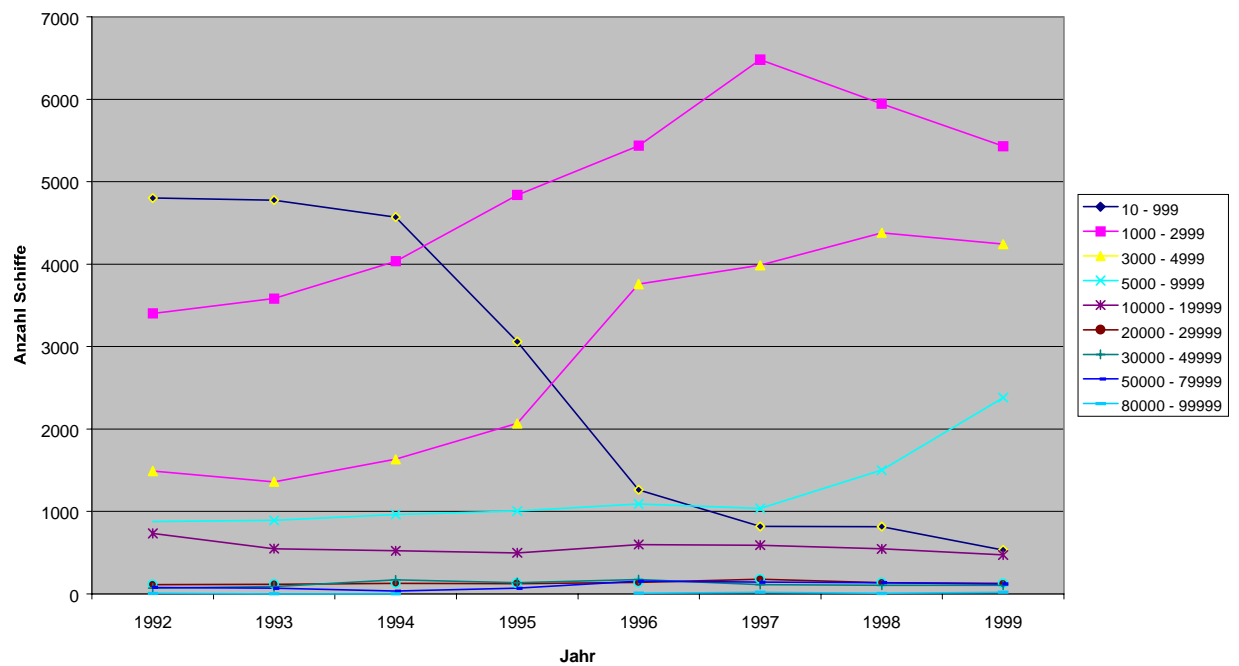


Diagramm 2.3.6: Verteilung der Schiffsgrößenklassen auf Route 5.

Die Anzahl der Gesamtverkehre auf der Route 5 hat im Zeitraum von 1992 – 1999 um ca. 16% zugenommen (s. Diagramm 2.3.6). Die Schiffsgrößenverteilung auf der Route 5 zeigt, dass die Größenklasse von 10 – 999 BRZ im Betrachtungszeitraum sehr stark abgenommen hat. Die Verkehre der Klassen von 1.000 – 2.999 BRZ, 3.000 – 4.999 BRZ und 5.000 – 9.999 BRZ haben dagegen stark zugenommen.

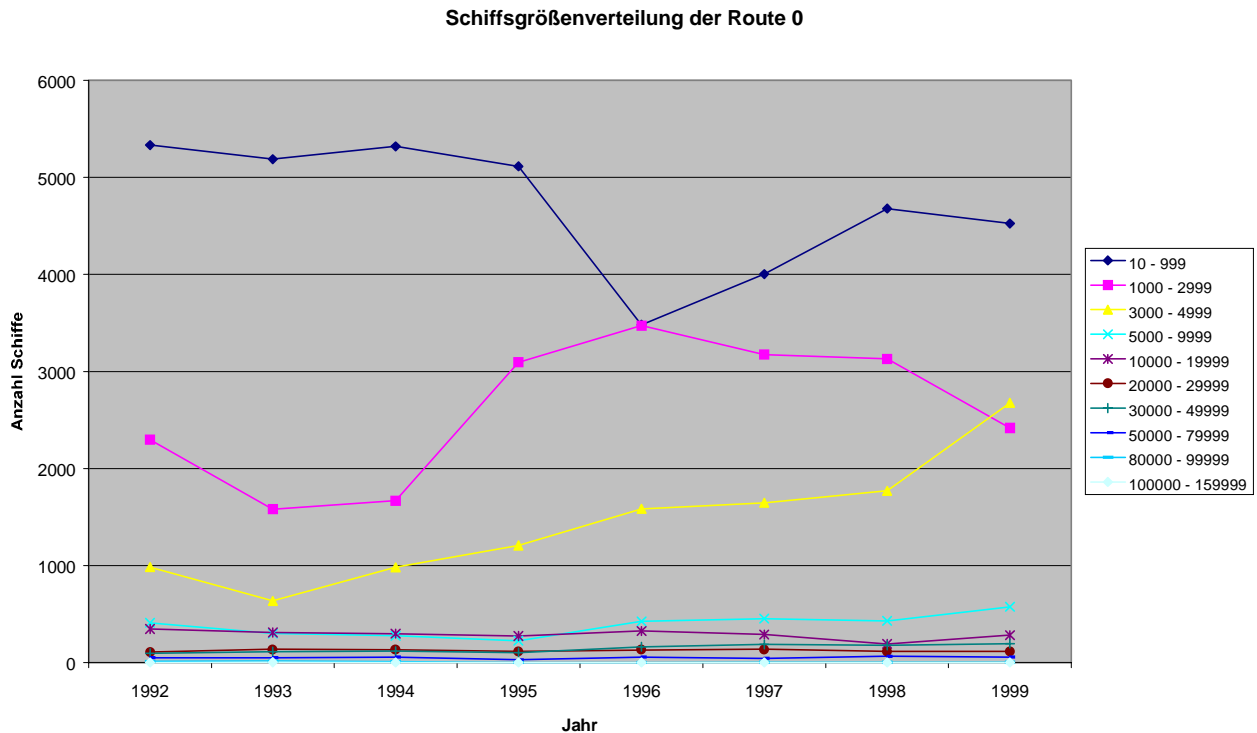


Diagramm 2.3.7: Verteilung der Schiffsgrößenklassen auf Route 0.

Die Anzahl der Gesamtverkehre auf der Route 0 hat im Zeitraum von 1992 – 1999 um ca. 12% zugenommen (s. Diagramm 2.3.7). Die Schiffsgrößenverteilung auf der Route 0 zeigt, dass die Größenklasse von 10 – 999 BRZ im Betrachtungszeitraum bis 1996 stark abgenommen, danach aber wieder zugenommen hat. Bei der Größenklasse 1.000 – 2.999 BRZ verhalten sich die Verkehre genau entgegengesetzt. Die Verkehre der Klasse 3.000 – 4.999 BRZ haben dagegen kontinuierlich zugenommen.

2.3.8 Ölhaltige Rückstände durch den Betrieb von Seeschiffen

Durch den Betrieb von Seeschiffen entstehen zwangsläufig erhebliche Mengen an ölhaltigen Rückständen (Ölschlamm). Ölhaltige Rückstände fallen bei der Brennstoffaufbereitung, dem regulären Maschinenbetrieb mit allen Schmier- und Fettvorgängen und bei der Reinigung von Material und Maschinen an.

Die ölhaltigen Rückstände werden an Bord mittels Separatoren, Filtern und Rückspülfiltern aus den Flüssigkeiten herausgefiltert und in sogenannten Schlamm-

tanks (Sloptanks) gesammelt. Die Größe und Anzahl der Schlammtanks fällt von Schiff zu Schiff verschieden aus (FSSH, 1992). Nach MARPOL 73/78, Anlage 1, Regel 17, ist jedes Schiff mit einer Vermessungsgröße ab und über 400 RT mit einem oder mehreren Tanks von angemessener Kapazität entsprechend dem Maschinentyp und der Dauer der Reise auszustatten, welche die ölhaltigen Rückstände (Ölschlämme) aufnehmen.

Eine Verschlechterung der Qualität des Brennstoffs hat direkten Einfluss auf den Maschinenbetrieb, d.h. die Anfälligkeit und der Verschleiß der Aggregate erhöht sich. Motorenhersteller sahen sich gezwungen, Maschinen zu liefern, die stark verunreinigte, schwere Ölqualitäten verarbeiten können. Diese Entwicklung ist heute abgeschlossen. Neben den technischen Auswirkungen des Maschinenbetriebs sind Unverträglichkeiten und die Instabilität von Brennstoffgemischen geblieben. Diese Instabilität ist zu einem großen Teil für den Schlammanfall im Separator und die Absetzung in den Brennstofftanks verantwortlich.

Beim Ölschlammanfall wird daher zwischen Diesel- und Schwerölbrennstoff unterschieden. Für Dieselöl wird ein Schlammanfall von 0,1% - 0,5% der Brennstoffmenge angenommen. Bei Schweröl schwanken diese Angaben je nach Untersuchung zwischen 1% und 3%.

Nach MARPOL 73/78, Anlage 1, werden Schlammtanks für 1% und demnächst für 1,5% der Brennstoffmenge ausgelegt. Eine von der IMO veranlasste Umfrage hat ergeben, dass bis zu 3% Ölschlamm anfallen. Untersuchungen in der Bundesrepublik Deutschland ergaben einen Wert von 2,5% Ölschlamm anfall bezogen auf die Brennstoffmenge (Wragge, 1989). Nach einer vom Umweltbundesamt geförderten Studie (FSSH, 1991) betragen die entsorgungsbedürftigen Rückstände aus dem Maschinenbereich für schwerölbetriebene Schiffe durchschnittlich 1,36% der verbrauchten Brennstoffmenge. Das MEPC (Maritime Environment Protection Committee) geht von 1,5% - 2% der verbrauchten Brennstoffmenge an Schweröltreibstoff und 0,5% der verbrauchten Brennstoffmenge an Dieseltreibstoff aus (MEPC, 1993).

Der im Schlammtank enthaltene Ölschlamm wird entweder an landseitige Auffanganlagen abgegeben (geregelt durch MARPOL 73/78 Anl.1, Reg. 19) oder, falls an Bord vorhanden, in speziell dafür geeigneten Ölfeuerungsanlagen verbrannt. Da sich im Schlammtank die Ölphase von der Wasserphase trennt, ist es in der Regel möglich, die Schlammtankentwässerung in die Bilge zu leiten. In der Bilgenwasserentölungsanlage kann das Wasser unter Berücksichtigung von höchstzulässigen Ölanteilen gereinigt und nach MARPOL 73/78 Anl. 1, Reg. 9, 10 und 16 in gewissen Seegebieten und mit bestimmten Auflagen außenbords gebracht werden (FSSH, 1992).

2.3.8.1 Quantifizierung von ölhaltigen Rückständen durch den Betrieb von Seeschiffen

Um den Anfall von ölhaltigen Rückständen seegehender Schiffe zu quantifizieren, muss von der anfallenden Menge eines Schiffstyps einer bestimmten Größenklasse (Typ, Klasse) im Zeitraum τ ausgegangen werden.

Die Emissionsrate $\dot{E}_{Typ,Klasse,Ölrückstand}$ wird wie folgt beschrieben:

$$\dot{E}_{i,Ölrückstand} = \eta b_i * a_{Rückstand}$$

- $E_{i,Ölrückstand}$ = Mengenanfall an Ölrückständen pro Schiff [g]
 mb_i = Brennstoffverbrauch des Schiffes [t/d]
 $a_{Rückstand}$ = %-Anteil an Ölschlamm des verbrauchten Kraftstoffes der Haupt- und Hilfsmaschine/n (hier 2 %)

Da die Information über den Brennstoffverbrauch in den Schiffsstammdaten nicht vorliegt, wird folgender Ansatz gewählt:

$$\dot{E}_{i,Ölrückstand} = (P_{i,Haupt} * 0,85 + P_{i,Hilfs} * 0,3) * \eta b_{i,statistisch} * a_{Rückstand}$$

- $E_{i,Ölrückstand}$ = Mengenanfall an Ölrückständen pro Einzelschiff [g]
 $P_{i,Haupt}$ = Leistung der Hauptmaschine des Einzelschiffs [kWh]
 $P_{i,Hilfs}$ = Leistung der Hilfsmaschine des Einzelschiffs [kWh]
 $mb_{i,statistisch}$ = angenommener Brennstoffverbrauch der Haupt- und Hilfsmaschine/n [g/kWh]
 $a_{Rückstand}$ = %-Anteil an Ölschlamm des verbrauchten Kraftstoffes der Haupt- und Hilfsmaschine/n

Der spezifische Brennstoffverbrauch mb_i des Seeschiffes i wird mit $mb_i = 180$ g/kWh angesetzt. Die Hauptmaschinenleistung $P_{i,Haupt}$ des Schiffes wird mit 85% der Nennleistung und die Hilfsmaschinenleistung $P_{i,Hilfs}$ mit 30% der Nennleistung angenommen.

Im dem Rechenansatz unter **MARION** wird von einem mittleren Ölschlammfall $a_{Rückstand}$ bei Schwerölbetrieb von 2,0% des verbrauchten Kraftstoffs ausgegangen. Bei Betrieb mit Marine Diesel- oder Gasöl wird der in der Literatur genannte Ölschlammfall $a_{Rückstand}$ von 0,5% des verbrauchten Kraftstoffs zu Grunde gelegt.

Da die Information des Einzelschiffes nicht vorliegt, wird wie in Kap. 2.3.4 beschrieben mit der Mittelung über einen Schiffstyp (Kap. 2.3.3.2) in einer Größenklasse (Kap. 2.3.3.3) gearbeitet. Die Ermittlung der Haupt- und Hilfsmaschinenleistung erfolgt parallel zu der in Kap. 2.3.4.4 beschriebenen Ermittlung der Geschwindigkeit.

Die durchschnittliche Haupt- und Hilfsmaschinenleistung eines Schiffstyps in einer bestimmten Größenklasse ergibt sich aus der Mittelung aller in der Schiffsstammdatenbank vorhandenen Schiffe dieses Typs in der vorgegebenen Größenklasse (z. B. Typ Container der Größenklasse 10-999 BRZ). Diese Werte sind fest im **MARION**-System integriert, lassen sich jedoch jederzeit ändern.

Die Berechnung der Emission von ölhaltigen Rückständen ergibt sich durch die Verknüpfung des Verkehrsterms, also der Verweildauer des Seeschiffes i (hier Schiffstyp einer bestimmten Größenklasse) in dem Betrachtungsgebiet mit der Emissionsrate.

$$E_{i, \text{Ölrückstand}} = \langle \dot{E}_{i, \text{Ölrückstand}} \rangle * \langle \tau_i \rangle$$

Durch Summierung der anfallenden Mengen pro Schiffstyp einer Größenklasse im betrachteten Seegebiet erhält man die Gesamtmenge an anfallenden ölhaltigen Rückständen.

$$E_{\text{Ölrückstand}} = \sum_{i=1}^n E_{i, \text{Ölrückstand}}$$

2.3.8.2 Berechnungsergebnisse der ölhaltigen Rückstände bezogen auf vordefinierte Schiffsrouten

Der unter Kap. 2.3.8.1 berechnete Anfall an ölhaltigen Rückständen lässt sich grafisch in Diagramm 2.3.8 darstellen:

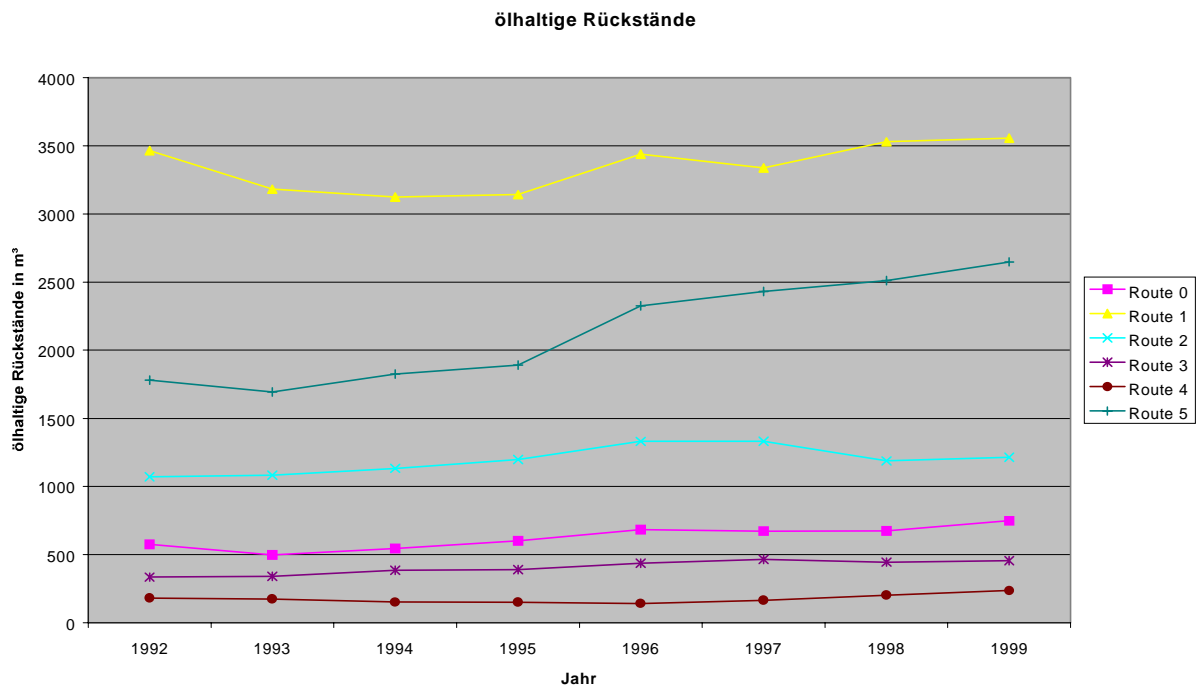


Diagramm 2.3.8: Ölhaltige Rückstände pro Jahr und Route.

Der berechnete Anfall an ölhaltigen Rückständen hat über den Betrachtungszeitraum von 1992 bis 1999 stetig zugenommen (ca. 20%). Auf allen Routen sind innerhalb

des Betrachtungszeitraumes 63077 Tonnen an ölhaltigen Rückständen angefallen (Tab. 2.3.9).

Tabelle 2.3.9: Gesamtanfall an ölhaltigen Rückständen.

Summe - Anfall an ölhaltigen Rückständen	Route						
Jahr	Route 0	Route 1	Route 2	Route 3	Route 4	Route 5	Gesamtergebnis in Tonnen
1992	574,71	3464,7	1072,1	334,3	179,81	1779,9	7405,5
1993	497,9	3182	1082,6	340,4	173,12	1693,2	6969,2
1994	544,5	3124,1	1132,6	385,1	151,6	1826,1	7164,0
1995	600,3	3142,2	1196,8	389,8	150,4	1891,9	7371,4
1996	684,1	3439,6	1329,9	436,7	141,4	2325,1	8356,8
1997	673,1	3337,8	1331,3	465,3	164,8	2431,2	8403,5
1998	673,8	3529,6	1187,4	445,1	202,3	2510,5	8548,7
1999	747,9	3556,9	1214,6	454,41	235,6	2648,6	8858,0
Gesamtergebnis	4996,31	26776,9	9547,3	3251,11	1399,03	17106,5	63077,1

Innerhalb des Betrachtungszeitraums von 1992 bis 1999 haben die ölhaltigen Rückstände auf verschiedenen Routen wie folgt zugenommen:

- Route 1 um ca. +2,5%
- Route 2 um ca. +13%
- Route 3 um ca. +36%
- Route 4 um ca. +31%
- Route 5 um ca. +49%
- Route 0 um ca. +30%

2.3.9 Diskussion der Ergebnisse

Die Verkehrsfrequenz auf den Routen 1, 2 und 4 hat sich in den Jahren 1992 bis 1999 verringert. Die Verkehrsfrequenz auf den Routen 3, 5 und 0 hat dagegen zugenommen. Demgegenüber ist festzustellen, dass sich der Mengenanfall an ölhaltigen Rückständen auf den jeweiligen Routen kontinuierlich erhöht hat.

Dass die Aussagen in der Tabelle 2.3.10 nicht widersprüchlich sind, ist in der Entwicklung der Verkehrsgrößeneinheiten zu sehen. Die Verkehre der Schiffsgrößenklasse 10 – 999 BRZ haben sich nahezu auf allen Routen stark verringert. Parallel dazu haben aber die Verkehre der größeren Schiffsklassen zugenommen.

Tabelle 2.3.10: Prozentuale Entwicklung des Verkehrs gegenüber dem Mengenanfall an ölhaltigen Rückständen.

Zeitraum 1992 - 1999	prozentuale Entwicklung des Gesamtverkehrs	prozentuale Entwicklung des Mengenanfalls ölhaltiger Rückstände
Route 1	- 19%	+ 2,5%
Route 2	-11%	+ 13%
Route 3	+ 5%	+ 36%
Route 4	- 27%	+ 31%
Route 5	+ 16%	+ 49%
Route 0	+ 12%	+ 30%

Der Anfall an ölhaltigen Rückständen steigt unmittelbar mit der Menge des verbrauchten Treibstoffs. Ein größeres Schiff hat in der Regel stärkere Antriebsaggregate. Die Mehrleistung erfordert einen höheren Treibstoffverbrauch, der den Anfall an ölhaltigen Rückständen erhöht. So ist es durchaus möglich, dass drei Schiffe der Größeneinheit 10 – 999 BRZ zusammen eine geringere Maschinenleistung haben als ein Schiff der Größeneinheit 3.000 – 4.999 BRZ.

Da an die verschiedenen Schiffstypen unterschiedliche Ansprüche an die Maschinenleistung zu stellen sind, ist auch der Schiffstyp ein Indikator für potentiellen Anfall an Ölrückständen (Containerschiffe sollen z. B. gegenüber Massengutschiffen schneller sein und haben in der Regel stärkere Antriebsaggregate). Da der Schiffstyp und die Größenklasse in dem hier betrachteten Datenpool bekannt sind, wird die Problematik in der vorliegenden Berechnung bereits berücksichtigt.

Die Berechnung der ölhaltigen Rückstände aus den Schiffsantrieben ermittelt ausschließlich den an Bord angefallenen Ölrückstand. Wo und wie die angefallenen Mengen entsorgt werden, ist nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Einen Rückschluss zu ziehen, wie viel Mengen an ölhaltigen Rückständen innerhalb des Betrachtungsgebiets und der Betrachtungszeit anfallen und wie viel davon illegal in die Nordsee gelangen, ist schwer zu beurteilen. Die gefundenen Mengen an nachgewiesenem Schweröl innerhalb des Nordseegebiets beweisen jedoch, dass diese Art der Entsorgung stattfindet.

2.3.10 Literatur

Brandt, M., Höth, T. (1999a): MARION – Umweltrelevantes Informations- und Analysesystem für den Seeverkehr; Forschungsauftrag des Umweltbundesamtes 102 40 302, November 1999.

Brandt, M., Höth, T. (1999b): MARION – Programmbeschreibung – Seeverkehrsbedingte Emissionsberechnung mit statistischem Datenmaterial; Forschungsauftrag des Umweltbundesamtes zum Vorhaben 102 40 302, November 1999.

FSSH (1992): Demonstrationsvorhaben Schiffsentsorgung in den Häfen der Bundesrepublik Deutschland. Forschungsauftrag des Umweltbundesamtes 102 06 220, Januar 1992.

FSSH (1991): „Demonstrationsvorhaben Schiffsentsorgung“; vorläufiger Schlussbericht zur wissenschaftlichen Begleitung durch das UBA; 21.03.1991.

MEPC (1993): 35. Sitzung im Dezember 1993; Provision of Reception Facilities - Manual on the Disposal of Ship´s Waste - : 2 pp.

Wragge, F. (1989): Bordseitige Probleme der Entsorgung von Schiffen; HANSA 126 Jahrgang Nr. 21, 1989: 1443 – 1451.

2.4 ENTSORGUNGSMENGEN NACH MARPOL I IN DEN DEUTSCHEN NORDSEEHÄFEN

2.4.1 Einleitung

Neben der Abschätzung der anfallenden Ölrückstände, die auf der Grundlage der Seeverkehrsanalyse bilanziert werden (s. Kapitel 2.3.8) sind für das F+E-Vorhaben die Entsorgungsmengen nach MARPOL I, die tatsächlich in den Häfen abgegeben werden, von Bedeutung. Unter Entsorgungsmengen nach MARPOL I sind in den Häfen abgegebenen ölhaltige Rückstände und Abwässer aus dem Maschinenbereich sowie ölhaltige Ballast- und Tankwaschwässer zu verstehen, die auch Rückschlüsse auf die in der Schifffahrt anfallenden Ölrückstände und das vermutliche Verhalten der Schiffsführer geben.

Tankwaschwässer und Ballastwässer aus dem Transport von Mineralöl und Mineralölprodukten fallen sehr unregelmäßig an und ihre Mengen werden zudem in den Häfen nicht einheitlich systematisch erfasst, so dass sich die weiteren Ausführungen auf ölhaltige Rückstände und Abwässer aus dem Maschinenbereich beschränken.

Ausgangspunkt zu Beginn des F+E-Vorhabens war folgende Hypothese: Die Empfindlichkeit von Spülsaumuntersuchungen und ihr zuverlässiger Wert als Indikator für Ölverschmutzungen wurde Ende der 80er/Anfang der 90er erneut deutlich, als begleitend zu den Maßnahmen zur Reduzierung von Ölverschmutzungen auch Spülsaumkontrollen durchgeführt wurden. Rückgänge in den Verölungsraten der Trottelumme im Zeitraum 1987/88 - 1990/91, sowie auch aller Arten zusammengefasst, führten zu der Vermutung, dass das 1988 in allen deutschen Häfen eingeführte Demonstrationsvorhaben "Kostenlose Schiffsentsorgung nach MARPOL Anlage I" zur Verringerung der Ölverschmutzung Wirkung gezeigt habe. Wieder ansteigende Verölungsraten in den dann folgenden Jahren, wie auch die Zunahme der beim Zentralen Meldekopf (ZMK) in Cuxhaven registrierten Gewässerverschmutzungen, indizierten eine Zunahme der Verschmutzung durch Öl in der Deutschen Bucht, die möglicherweise mit der teilweisen Aufhebung der kostenlosen Ölentsorgung in den deutschen Häfen zusammenhing.

2.4.2 Demonstrationsvorhaben „Kostenlose Schiffsentsorgung“

Das gemeinsam von Bund und Küstenländern finanzierte in deutschen Häfen durchgeführte dreijährige Demonstrationsvorhaben "Kostenlose Schiffsentsorgung" lief 1991 aus (s. Tab 2.4.1). Die kostenlose Schiffsentsorgung wurde zunächst von den vier norddeutschen Küstenländern allein weitergeführt. 1992 setzte Schleswig-Holstein statt der kostenlosen Entsorgung auf das Verursacherprinzip, und Hamburger schloss zunächst Ladungsreste sowie Tankwasch- und Ballastwasser von der kostenlosen Entsorgung aus. Seit Juli 1994 subventioniert Hamburg die Seeschiffs-

entsorgung im Hamburg Hafen bis maximal 1.600 DM pro Entsorgungsfall, seit Juli 1996 bis 1.400 DM und seit April 1998 bis 1.100 DM pro Vorgang; damit wurden in Hamburg Schritte aus der kostenlosen in die subventionierte Schiffsentsorgung vollzogen. Die diesen Betrag übersteigenden Kosten sind jeweils vom Verursacher, dem Seeschiff, zu übernehmen. Bremen hat die kostenlose Schiffsentsorgung zum 01.01.1996 eingestellt. Damit ist Niedersachsen zur Zeit das einzige deutsche Küstenland, in dessen Häfen Schiffe ölhaltige Rückstände und Abwässer aus dem Maschinenbereich kostenlos entsorgen können.

Tabelle 2.4.1: Entwicklung der Schiffsentsorgungskosten nach MARPOL Anhang I in deutschen Nordseehäfen.

01.06.1988	Beginn des Pilotprojektes „Kostenlose Schiffsentsorgung nach MARPOL Anlage I“, finanziert durch Bund und Länder.
31.05.1991	Ende des Pilotprojektes „Kostenlose Schiffsentsorgung“.
ab Juni 1991	Fortführung des Pilotprojektes durch die norddeutschen Küstenländer.
Januar 1992	Schleswig-Holstein beendet kostenlose Schiffsentsorgung; Hamburg schließt Ladungsreste sowie Tankwasch- und Ballastwässer von der kostenlosen Entsorgung aus.
Juli 1993	Änderung des MARPOL-I-Grenzwerts für das Einleiten von ölhaltigen Rückständen und Abwässern aus dem Maschinenraum: Weltweite Einführung von 15 ppm; Reduzierung der Einlassraten von Ölrückständen aus dem Ladungsbereich von Öltankern um 50%, d.h. auf 30 l/sm.
ab 17. Juli 1994	Hamburg übernimmt maximal 1.600 DM pro Entsorgung.
Januar 1996	Bremen beendet kostenlose Schiffsentsorgung.
ab Juli 1996	Hamburg übernimmt maximal 1.400 DM pro Entsorgung.
ab April 1998	Hamburg übernimmt maximal 1.100 DM pro Entsorgung; max. sechs jährlich subventionierte Entsorgungen pro Schiff; min. 28 Tage zw. zwei subventionierten Entsorgungen eines Schiffes.
August 1999	Ausweisung der Nordsee als Sondergebiet nach MARPOL Anlage I tritt in Kraft; Einleitungen von ölhaltigem Ballast- und Tankwaschwässern aus Tankschiffen verboten.

2.4.3 Datenerhebung und Ergebnisse

Die Daten der Entsorgungsmengen nach MARPOL I werden von den zuständigen Abteilungen der Umweltministerien in Schleswig-Holstein und Niedersachsen bzw. der Umweltbehörde in Hamburg und des Senators für Wirtschaft und Häfen in Bremen zusammengestellt. Daten ab 1988 zur subventionierten Schiffsentsorgung in

den deutschen Nordsee-Seehäfen wurden dem F+E-Vorhaben freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

2.4.3.1 Hamburger Hafen

Datenquelle: Umweltbehörde Hamburg

Entsorgungskosten:

Nach der kostenlosen Entsorgung bis Mitte 1994 wurde eine schrittweise sich verändernde subventionierte Seeschiffsentsorgung eingeführt (s. Tab. 2.1.4).

Entsorgungsfälle und -mengen:

Vor 1988 liegen keine Daten zu Entsorgungsfällen und -mengen in Hamburg vor. Nach Information der Entsorgungsbetriebe hat es in dieser Zeit etwa 300 Entsorgungen pro Jahr gegeben. Die angegebenen Daten berücksichtigen keine Entsorgungsfälle von Ladungsrückständen der Tankschiffahrt.

Es ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den Mengenangaben in Tab. 2.4.2 nur um Daten handelt, die der Behörde im Rahmen der subventionierten Entsorgung zur Verfügung gestellt wurden. Nach Auskunft der Behörde finden jährlich seit Beginn der Pilotphase weitere Entsorgungen außerhalb der Subventionen statt, die voll bezahlt werden; das waren um 1988 etwa 10% - 15%, heute etwa 20% der Entsorgungen. Hierüber liegen jedoch keine Statistiken vor.

Tab. 2.4.2: Anzahl, Menge und Kosten der MARPOL-I-Entsorgungen von Seeschiffen im Hamburger Hafen in der Zeit von 1988 – 2000. Quelle: Umweltbehörde Hamburg.

Jahr	Anzahl	Menge in m ³	Kosten in TDM
1988	800	14.600	1.544
1989	1.790	37.500	4.216
1990	2.050	47.500	6.220
1991	2.275	60.000	6.753
1992	2.540	77.000	7.503
1993	2.700	81.000	7.818
1994	2.760	71.000	7.825
1995	2.960	53.000	4.382
1996	2.930	47.500	3.663
1997	2.700	51.300	3.419
1998	2.279	45.850	2.830
1999	2.281	47.500	
2000	2.174	43.400	

Generell ist die Anzahl der Entsorgungen in den letzten Jahren nach Einstellung der kostenlosen Entsorgung bzw. den schrittweisen Veränderungen der Subventionierung gesunken, die Menge von den einzelnen Schiffe hat jedoch zugenommen. Dieses ist im Zusammenhang mit der Veränderung der fahrenden Schiffe zu sehen, d.h. es entsorgen heute weniger, dafür jedoch größere Schiffe jeweils größere Mengen als früher.

Für die Jahre 1997 und 1999 liegen Anzahl und Menge der subventionierten Seeschiffsentsorgungen auch getrennt nach Monaten vor (s. Tab 2.4.3). Danach gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Monaten eines Jahres, so dass sich ein Vergleich mit den Verölungsraten verschiedener Vogelarten für einzelne Monate erübrigt.

Tab 2.4.3: Anzahl und Menge der MARPOL-I-Entsorgungen im Hamburger Hafen in den Monaten der Jahre 1997 und 1999. Quelle: Umweltbehörde Hamburg.

	Anzahl 1999	Anzahl 1997	Menge in m ³ 1999	Menge in m ³ 1997
Jan	172	230	3.500	4.413
Feb	155	223	3.100	4.138
Mär	195	246	3.600	4.563
Apr	205	247	4.200	4.102
Mai	185	228	3.900	4.294
Jun	184	225	3.950	4.325
Jul	214	215	4.300	4.487
Aug	180	216	3.700	4.590
Sep	210	225	4.500	4.059
Okt	204	197	4.200	3.867
Nov	174	237	3.800	4.262
Dez	203	211	4.750	4.200
Summe	2.078	2.489	47.500	51.300

Die hier dargestellten Angaben der Entsorgungsmengen für den Hamburger Hafen weichen für die Jahre 1988 – 1991 von früher veröffentlichten Daten ab (siehe Niedersächsisches Umweltministerium, 1996; Reineking, 1997; Liersch, 1998). In der Darstellung des Niedersächsischen Umweltministeriums von 1996, auf das sich die späteren Autoren beziehen, hat das damalige Staatliche Amt für Küstenschutz (STAIK), Norden für die Jahre 1988 – 1991 für Hamburg alle entsorgten Ölrückstände aus dem Schiffsbetrieb inklusive der ölhaltigen Rückstände von Tankwaschwässern und Ballastwässern aufgenommen. Da die Entsorgungsmengen dieser Rückstände in Hamburg seit 1992 nicht mehr in der Statistik geführt werden, sind hier für den gesamten Zeitraum ausschließlich die Ölrückstände aus dem Maschinenraum der Schiffe wiedergegeben.

2.4.3.2 Bremische Häfen - Bremerhaven und Bremen

Datenquelle: Senator für Wirtschaft und Häfen in Bremen

Entsorgungskosten: 01.06.1988 bis 31.12.1995 kostenlose Schiffsentsorgung.

Entsorgungsfälle und -mengen:

In den Bremischen Häfen gibt es keinen Tankerverkehr, daher fallen ladungsbedingten Rückstände nicht an. Die Anzahl der Entsorgungsfälle stieg von 1988 mit 550 bis 1995 mit 1.287 einschließlich, um danach auf etwa die Hälfte zu sinken und sich im Jahr 2000 um 800 einzupendeln (s. Tab 2.4.4).

Tab. 2.4.4: Anzahl und Menge der MARPOL-I-Entsorgungen von Seeschiffen in den Bremischen Häfen in der Zeit von 1988 – 2000. Quelle: Senator für Wirtschaft und Häfen in Bremen.

	Zeitraum	Entsorgungsfälle	Entsorgungsmenge in m ³
Bremerhaven		268	5.561
Bremen		282	4.996
gesamt	1.6. - 31.12.1988	550	10.557
Bremerhaven		542	12.091
Bremen		459	6.151
gesamt	1.1. - 31.12.1989	1.001	18.242
Bremerhaven		544	12.499
Bremen		549	7.163
gesamt	1.1. - 31.12.1990	1.093	19.662
Bremerhaven		611	15.046
Bremen		544	6.234
gesamt	1.1. - 31.12.1991	1.155	21.280
Bremerhaven		662	16.558
Bremen		587	6.293
gesamt	1.1. - 31.12. 1992	1.249	22.851
Bremerhaven		661	15.780
Bremen		511	5.666
gesamt	1.1. - 31.12.1993	1.172	21.446
Bremerhaven		712	20.109
Bremen		509	5.244
gesamt	1.1. - 31.12.1994	1.221	25.353
Bremerhaven		848	23.895
Bremen		439	4.355
gesamt	1.1. - 31.12.1995	1.287	28.250
Bremerhaven		437	11.187
Bremen		184	2.887
gesamt	1.1. - 31.12.1996	621	14.074
Bremerhaven		492	14.364
Bremen		234	3.738
gesamt	1.1. - 31.12.1997	726	18.102
Bremerhaven		576	17.648
Bremen		205	3.640
gesamt	1.1. - 31.12.1998	781	21.288
Bremerhaven		664	17.147
Bremen		196	3.973
gesamt	1.1. - 31.12.1999	860	21.120
Bremerhaven		673	18.267
Bremen		144	3.350
gesamt	1.1. - 31.12.2000	817	21.617

2.4.3.3 Schleswig-Holsteinische Nordseehäfen

Bei den schleswig-holsteinischen Nordseehäfen handelt es sich um Häfen in Dagebüll, Husum, Tönning, Büsum, Friedrichskoog und Brunsbüttel (Landes- und Bundeshafen).

Datenquelle: Schleswig-Holsteinisches Umweltministerium

Entsorgungskosten: 01.06.1988 bis 31.12.1991 kostenlose Schiffsentsorgung.

Entsorgungsfälle und -mengen:

In den schleswig-holsteinischen Nordseehäfen gibt es keinen Tankerverkehr, daher fallen keine ladungsbedingten Rückstände an. Für Schleswig-Holstein liegen Angaben zu den Entsorgungsmengen (s. Tab. 2.4.5), jedoch nur unvollständige Angaben zur Anzahl der Entsorgungsfälle nur unvollständig vor.

Tab. 2.4.5: Menge der MARPOL-I-Entsorgungen von Seeschiffen in den Seehäfen von Schleswig-Holstein an der Nord- und Ostsee in der Zeit von 1988 – 2000. Quelle: Schleswig-Holsteinisches Umweltministerium.

Jahr	Ostsee Menge in m ³	Nordsee Menge in m ³	SH insg. Menge in m ³
1988	2.793	905	3.698
1989	7.381	757	8.138
1990	3.755	970	4.725
1991	1.658	1.232	2.890
1992	2.558	656	3.214
1993	4.799	322	5.121
1994	2.750	331	3.081
1995	4.918	527	5.445
1996	4.567	607	5.174
1997	5.404	610	6.014
1998	5.598	303	5.901
1999	6.577	237	6.814
2000	5.776	515	6.291

Die Entsorgungsmengen in den Schleswig-Holsteinischen Ostseehäfen (Flensburg, Kiel, Lübeck/Travemünde, Neustadt, Burg/Fehmarn und Heiligenhafen) liegen grundsätzlich um ein Vielfaches höher als in den Nordseehäfen, Beispiel 1988: Ostsee 2.793 m³, Nordsee 905 m³; 2000: 5.776 m³ zu 515 m³.

2.4.3.4 Niedersächsische Häfen

Bei den niedersächsischen Seehäfen handelt es sich um Brake, Emden, Norden, Wilhelmshaven, Cuxhaven und Bützfleth.

Datenquelle: Niedersächsisches Umweltministerium.

Entsorgungskosten:

Seit 01.06.1988 kostenlose Schiffsentsorgung nach MARPOL Anlage I.

Entsorgungsfälle und -mengen:

Die Anzahl der Entsorgungsfälle sind von 1988 mit 350 bis 1996 mit 1.224 stetig gestiegen, danach sind es wieder weniger geworden, 2000 wurden 1.042 Fälle registriert.

Tab. 2.4.6: Anzahl, Menge und Kosten der MARPOL-I-Entsorgungen von Seeschiffen in niedersächsischen Seehäfen in der Zeit von 1988 – 2000. Quelle: Niedersächsisches Umweltministerium.

Jahr	Entsorgungsfälle	Entsorgte Menge in t	Entsorgungskosten in TDM
1988	350	3189	399
1989	953	6878	1.228
1990	964	7640	1.341
1991	972	7137	1.499
1992	936	6251	1.635
1993	992	6016	1.738
1994	987	5607	1.603
1995	1131	5598	1.561
1996	1224	5126	1.316
1997	1177	5181	1.322
1998	1112	4972	1.261
1999	1086	5088	1.212
2000	1042	5102	1.185

Nach Angaben aus SH enthalten die niedersächsischen Daten der Entsorgungsmengen von 1988 – 1996 auch ölhaltiges Ballast- und Tankwaschwässer; genaue Angaben dazu liegen jedoch nicht vor. Da die niedersächsischen Mengen für die Gesamtmengen (s. Kap. 2.4.3.5) jedoch nicht wesentlich ins Gewicht fallen, wurde darauf verzichtet, den Anteil ölhaltiger Ballast- und Tankwaschwassermengen herauszurechnen.

2.4.3.5 Deutsche Nordseehäfen

Die Übersichten der Entsorgungsmengen gemäß MARPOL Anlage I in den Nordsee-Seehäfen der Küstenländer enthalten - soweit nicht extra angegeben - Angaben zu Öl- / Ölwassergemischen aus dem Maschinenbereich, ohne ölhaltiges Ballastwasser und Tankwaschwasser aus dem Ladungsbereich. Diese sind in der Abb. 2.4.1 dargestellt, wobei anzumerken ist, dass die Dokumentation der Entsorgungsmengen für das Jahr 1988 erst am 01.06.1988 beginnt.

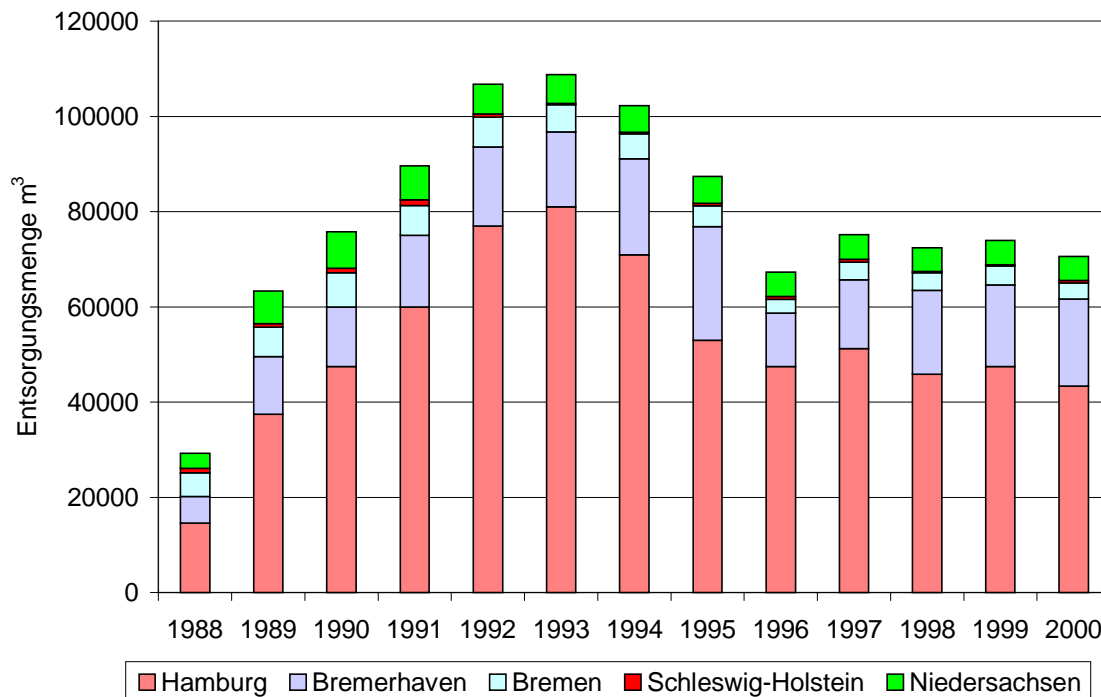


Abbildung 2.4.1: Entsorgungsmengen von Seeschiffen nach MARPOL I in deutschen Nordseehäfen im Zeitraum 01. Juni 1986 - 31. Dezember 2000. (Niedersachsen in t). Quellen: Umweltbehörde Hamburg, Senator für Wirtschaft und Häfen in Bremen, Schleswig-Holsteinisches Umweltministerium, Niedersächsisches Umweltministerium.

2.4.4 Diskussion

1991, dem letzten Jahr der kostenlosen Ölentorgung in allen deutschen Nordseehäfen wurden etwa 90.000t Öl-Wassergemische in den Hafenanlagen entsorgt. Danach stieg die Entsorgungsmenge noch bis 109.000t im Jahr 1993 an, um danach bis 1996 auf den tiefsten Wert der letzten 11 Jahre mit 67.000t wieder zu fallen. Ab 1997 pendelte sich die Entsorgungsmenge bei einem Wert von etwa 70.000t bis 75.000t pro Jahr ein. Der größte Anteil der Menge wird in Hamburg entsorgt, so dass die Gesamtkurve durch die Hamburger Entwicklung der Entsorgungsmengen geprägt ist. Dennoch erkennt man, dass die abgegebenen Mengen in den Bremischen Häfen mit der Einstellung der kostenlosen Entsorgung zu Beginn 1996 deutlich um mehr als die Hälfte sanken (Bremerhaven 1995: 23.895t; 1996: 11.187t), um sich danach aber wieder zu erholen (18.000t), ohne aber den Wert von 1995 wieder ganz zu erreichen.

Der schrittweise Übergang von der kostenlosen zur subventionierten Entsorgung in Hamburg lässt sich auch anhand der Kurve deutlich erkennen, da die Entsorgungsmenge ab 1994 geringer wird; z.B. beim 1. Schritt von 1993 mit 81.000t auf 71.000t in 1994. Seit 1996 pendelte sich die Entsorgungsmenge in Hamburg auf ein Niveau von etwa 45.000t ein. Veränderungen aufgrund des Inkrafttretens der Nordsee als

Sondergebiet im August 1999 spiegeln sich – z.B. durch steigende Entsorgungsmengen - in dieser Kurve nicht wieder.

In dem Bericht der Wissenschaftlichen Begleitung des Demonstrationsvorhabens „Schiffsentsorgung“ durch das Umweltbundesamt (1991) wird Folgendes festgestellt: „Die Schiffsentsorgung in den deutschen Häfen ist in jedem Falle ausreichend, häufig sogar als gut bis sehr gut zu bezeichnen. Es gibt in jedem Seehafen angemessene Einrichtungen zur Schiffsentsorgung und in allen Regionen ausreichende Kapazitäten zur Beseitigung der ölhaltigen Rückstände und Gemische.“ Das heißt, deutsche Häfen verfügen über die entsprechenden vorgeschriebenen Auffanganlagen nach MARPOL Anlage I und diese können ohne unangemessene Verlängerungen der Liegezeit der entsorgenden Schiffe in Anspruch genommen werden (BSH, 1997). Weiter wird in dem Bericht von 1991 ausgeführt: „Bei der großen Mehrzahl der Schiffe sind unsachgemäße Verhältnisse und Betriebsweisen bei den entsorgungsrelevanten Einrichtungen (an Bord) anzutreffen, obwohl die einschlägigen Vorschriften formal eingehalten werden.“ Inwieweit diese technischen Unzulänglichkeiten in den letzten 10 Jahren behoben bzw. verbessert wurden, z.B. im Zuge der Sondergebietsregelung für die Nordwesteuropäischen Gewässer einschließlich der Nordsee im August 1999 wird in Kapitel 2.8.4.4 untersucht.

In den letzten 12 Jahren hat sich gezeigt, dass die kostenfreie Entsorgung ein Anreizsystem für die Kapitäne war, die zum Teil mit möglichen Unbequemlichkeiten verbundene Ölentorgung in den Häfen vorzunehmen statt sich des Öls illegal auf See zu entledigen. Nach diesem finanziellen Anreiz sanken die Entsorgungsmengen in den Häfen zwar wieder, aber die Entsorgungsanlagen werden weiterhin genutzt.

Die Umsetzung der Europäischen Richtlinie über Hafenauffanganlagen für Schiffsabfälle und Ladungsrückstände, Directive 200/59/EC, die am 28.12.2000 in Kraft getreten ist und deren Umsetzung in den einzelnen Mitgliedstaaten bis zum 28.12.2002 erfolgen soll, wird ein weiteres dazu beitragen (European Commission 2000; Koch et al., 1998).

2.4.5 Literatur

BSH (1997): Entsorgungsmöglichkeiten für Öl, Schiffsmüll und Schiffsabwässer. Auffanganlagen gemäß MARPOL und Helsinki-Übereinkommen an der deutschen Küste. Ausgabe 1997. Eine Übersicht für die Sport- und Kleinschiffahrt. Hamburg & Rostock: 64pp.

European Commission (2000): Directive 2000/59/EC of the European Parliament and of the Council on Port Reception Facilities for Ship-generated Waste and Cargo Residues.

Koch, H.J. & R. Lagoni (Eds.) (1998): The Reception of Oily Waste from Ships in European Ports. Report and Papers of a congress organized by the State Ministry of the environment of the Free and Hanseatic City of Hamburg, Hamburg, 4-5 March 1997. – 1 Aufl.- Baden-Baden: Nomos Verl.-Ges.: 249 pp.

Liersch, K.-M. (1998): Marine Pollution by Oily Discharge. In: Koch, H.-J. & R. Lagoni (eds) The Reception of oily Waste from Ships in European Ports: Report and Papers of a Congress organised by the State Ministry of Environment of the Free and Hanseatic City of Hamburg, Hamburg, 4-5 March 1997, Baden-Baden: 85 – 94.

Niedersächsisches Umweltministerium (Hrg.) (1996): Grünbuch Meeresschutz und Schiffssicherheit zum niedersächsischen 20-Punkte-Programm: 25 pp.

Reineking, B. (1997): Verölte Seevögel im Spülsaum – Hinweise auf Ölverschmutzungen durch den Seeverkehr. Supplement 7, Aktuelle Probleme der Meeresumwelt: 113 – 123.

Umweltbundesamt (1991): Vorläufiger Schlussbericht der wissenschaftlichen Begleitung des Demonstrationsvorhabens „Schiffsentsorgung“ durch das Umweltbundesamt. Berlin: 29 pp.

2.5 LUFTÜBERWACHUNG UND ANDERE SYSTEME ZUR MELDUNG VON ÖLVERSCHMUTZUNGEN

2.5.1 Einleitung

Die Aussage von Spülsaumuntersuchungen gewinnt durch die vergleichende Betrachtung der Erkenntnisse aus der Überwachung der Meeresverschmutzung aus der Luft sowie anderer Meldesysteme zu Ölverschmutzungen auf See. Die Registrierung der Verbreitung von Ölverschmutzungen in der Nordsee lässt unter geeigneten Voraussetzungen Rückschlüsse auf ihren Umfang und die zeitliche Entwicklung zu.

2.5.2 Luftüberwachung

Die Luftüberwachung dient als wichtiger Bestandteil des deutschen Vorsorgekonzeptes gegen Meeresverschmutzungen in erster Linie der Überwachung der deutschen Gewässer um vor allem schiffsbedingte Verschmutzungen und ihre Verursacher zu identifizieren (BMV, 1998; Smid et al., 1991). Sie wurde nicht als Instrument für ein Monitoring mit spezifischer, langjähriger Datenhaltung konzipiert um regionale Trends in der Verschmutzung deutscher Gewässer festzuhalten.

Seit 1983 gibt es in der Bundesrepublik Deutschland in Nord- und Ostsee einschließlich den Küstengewässern ein Flugüberwachungssystem zur Erkennung von Meeresverschmutzungen, das jeweils 1986, 1991 und 1993 verbessert wurde. Das Luftüberwachungssystem dient der regelmäßigen Überwachung von Verschmutzungen auf See, insbesondere den Ölverschmutzungen. Die Überwachung erfolgt weitgehend unabhängig von den Sichtverhältnissen und zeitlich nicht vorhersehbar nach ständig wechselnden Einsatzplänen. Dabei werden auch von anderen Beobachtern (z.B. Schiffe) gemeldete Ölverschmutzungen überprüft um vergleichbare Angaben zu erhalten. Zur Beweissicherung werden elektronische und optische Aufzeichnungen eingesetzt.

Bei den Überwachungsflügen werden neben der Anzahl von Flügen, Flugstunden und registrierten Verschmutzungsfällen unter anderem Daten zur Größe des abgeflogenen Gebietes, der mit Öl bedeckten Fläche und die geschätzte Menge des registrierten Öls für Nord- und Ostsee in Übersichten zusammengefasst. Die Luftüberwachung wird von der Marine, ursprünglich dem Marinefliegergeschwader 5 in Kiel-Holtenau, und seit 1994 dem Marinefliegergeschwader 3 (MfG3) in Nordholz durchgeführt.

Die ersten Jahre des Luftüberwachungssystems waren Aufbaujahre, so dass die Daten aus diesen Jahren nicht mit den nach 1991 erhobenen vergleichbar sind (mündl. Mitteilung MfG3). Es werden zur Zeit mit zwei Überwachungsflugzeugen des Typs Dornier 228 insgesamt ca. 1.200 Flugstunden pro Jahr in Nord- und Ostsee geflo-

gen. Jahresübersichten existieren ab (1983) 1986. Die Frage, ob die Rohdaten für den Zeitraum 1986 – 1989 noch vorhanden sind, konnte unsere Recherchen nicht sicher klären.

Für die Auswertung im Rahmen des F+E-Vorhabens hat das MfG 3 alle Flugüberwachungsdaten ab 01.10.1989 - 2000 per EDV-Träger zur Verfügung gestellt. Weiterhin liegen uns die Übersichten der Luftüberwachung von Nord- und Ostsee vom Zentralen Meldekopf (ZMK) in Cuxhaven für den Zeitraum 1986 - 2000 vor.

2.5.3 Analyse der verfügbaren Daten über Meldungen von Ölverschmutzungen im Hinblick auf ihre Nutzung zur Bewertung der Spülsaumkontrollen

Neben der Luftüberwachung existieren weitere Meldesystem und Aufstellungen über Ölverschmutzungen in der Deutschen Bucht. Der Zentrale Meldekopf in Cuxhaven (ZMK) erstellt Übersichten aller an den ZMK gemeldeten Ölverschmutzungen, aufgeteilt in die Bereiche Verkehrstrennungsgebiet (VTG), die Flussmündungen Elbe, Weser, Jade und Ems sowie die übrige Nordsee. Die uns aus dem Zeitraum 1989 - 2000 zur Verfügung stehenden Übersichten enthalten die Daten der Luftüberwachung sowie weiterer Meldungen festgestellter Verunreinigungen, u.a. erhoben von der Küstenwache, dem Bundesgrenzschutz, der Bundeswehr, der Fischereiaufsicht, dem Zoll, den Lotsen, der Wasserschutzpolizei sowie der Besatzung anderer Schiffe und von Privatpersonen.

Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) in Hamburg hat uns eine Zusammenstellung der gemeldeten Gewässerverunreinigungen (Öl, Chemie, Müll, andere Arten) für die Bereiche Nordsee und Ostsee für die Zeiträume September bis März der Jahre 1991 – 1998, sowie jeweils Karten für Halbjahreszeiträume zur Verfügung gestellt, in denen die Orte der Verunreinigungen durch Symbole gekennzeichnet sind.

Im Rahmen des F+E-Vorhabens selbst wurden an den Küsten der Deutschen Bucht festgestellte Verunreinigungen aus dem Zeitraum ab 1990 als Liste der besonderen Vorkommnisse in Anhang 2.5.1 zusammengestellt. Die Liste ist sicherlich für den Zeitraum vor dem F+E-Vorhaben, also vor 1999, nicht vollständig. Nichtsdestotrotz liefert sie einen historischen Überblick der Strandverschmutzungen der letzten 10 Jahre und unterstützt die Bewertung der im Rahmen des Projektes erhobenen Daten.

Um die im Rahmen des F+E-Vorhabens erhobenen Spülsaumdaten im Detail bewerten zu können, wären räumlich-zeitliche differenzierte Daten zu Ölmeldungen auf See, z.B. über die Ergebnisse der Flugüberwachung, hier insbesondere die Anzahl der Verschmutzungsfälle pro Flugstunde, hilfreich. Die Darstellung der Flugüberwachungsdaten aufgeteilt nach Monaten wäre notwendig um Vergleiche mit den nach Winterhalbjahren zusammengestellten Spülsaumdaten machen zu können. Die Anzahl der Verschmutzungsfälle pro Flugstunde für bestimmte geographische Regionen, wie z.B. das Verkehrstrennungsgebiet oder den Bereich vor der schleswig-

holsteinischen Küste, könnten dazu beitragen regionale Unterschiede bei den Ölrauten des Spülsaummonitorings zu bewerten.

Die Luftüberwachung liefert vergleichbare Daten über die Anzahl der Ölverschmutzungsfälle in der Nordsee ab 1991. Die Zeiträume vor und während des Projektes „Kostenlose ÖlentSORgung in deutschen Häfen“, nämlich 1984 - 1990, sind damit leider nicht abgedeckt.

Eine Darstellung der räumlichen und zeitlichen Unterteilung der Luftüberwachungsdaten vom MfG3 ist zwar machbar, liefert aber für die ausgewählten Zeiträume (Winter) und Regionen, z.B. Verkehrstrennungsgebiet (VTG) eine zu kleine Stichprobe für den statistischen Vergleich mit den Daten des Spülsaummonitorings, da die mittlere Anzahl der Beobachtungen von Ölverschmutzungen im VTG im Winter im Zeitraum von 1990/91 - 1998/99 nur 6,6 beträgt.

Darüber hinaus ist ein Vergleich der Luftüberwachungsdaten, z.B. als Anzahl der Beobachtungen pro Flugstunde für ausgewählte Zeiträume bzw. Regionen mit diesem Datenmaterial kaum möglich, da gesicherte Angaben über die Anzahl der Flugstunden über einer bestimmten Region nicht möglich sind und damit die für das Vorhaben wichtige räumliche Komponente nicht bedient werden kann.

Nach wie vor machbar und sinnvoll sind Darstellung und Vergleich der Jahressummen (Zeitraum 01.1. - 31.12.) aller Beobachtungen in der Nordsee, auch als Anzahl der Beobachtungen pro Flugstunde, mit den Daten des Spülsaummonitorings. Die Darstellung aller Meldungen über Ölverschmutzungen des ZMK für die Regionen „Coast“ (VTG), „North Sea“ (übrige Nordsee) und „Estuaries“ (Flussmündungen = die Bereiche Elbe, Weser, Jade und Ems) ist nach Prüfung der zur Zeit zur Verfügung stehenden Daten die beste und einzige Möglichkeit räumliche Unterschiede in der Anzahl gemeldeter Ölverschmutzungen und deren zeitliche Trends darzustellen. Auch bei dieser Darstellung ist zu beachten, dass der (Zeit-) Aufwand (d.h. Flugstunden pro Jahr) sich ändert (Abb. 2.5.1). Eine Darstellung der Anzahl der Ölmeldungen pro Flugstunde in den verschiedenen räumlichen Zonen ist leider nicht möglich.

2.5.4 Ausgewählte Ergebnisse

Im Folgenden werden die für die Spülsaumuntersuchungen relevanten Ergebnisse über Ölmeldungen in der Nordsee/Deutschen Bucht vom ZMK dargestellt. Abbildung 2.5.1 stellt die Anzahl der Flüge sowie die Anzahl der Flugstunden dar. Die Anzahl der Flüge und der Flugstunden ist im Zeitraum 1993 - 2000 stetig gestiegen.

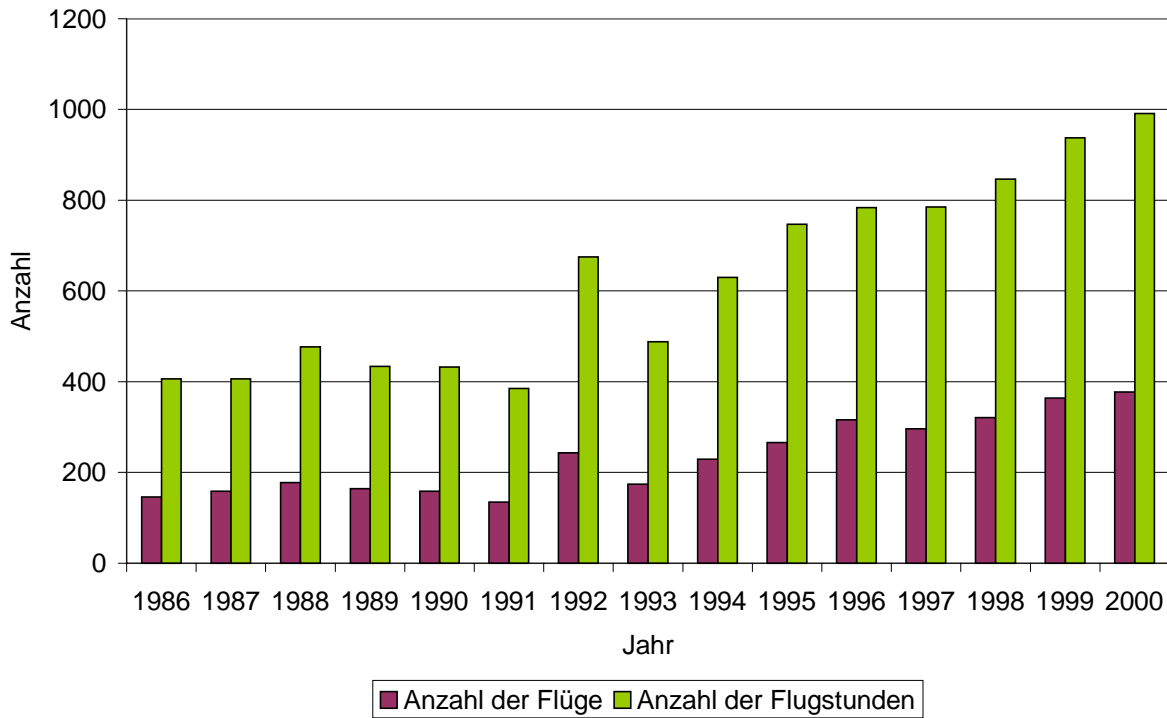


Abbildung 2.5.1: Anzahl Flüge sowie Anzahl der Flugstunden durchgeführt im Rahmen der Luftüberwachung im Zeitraum 1986 - 2000. Quelle: Zentraler Meldekopf, Cuxhaven.

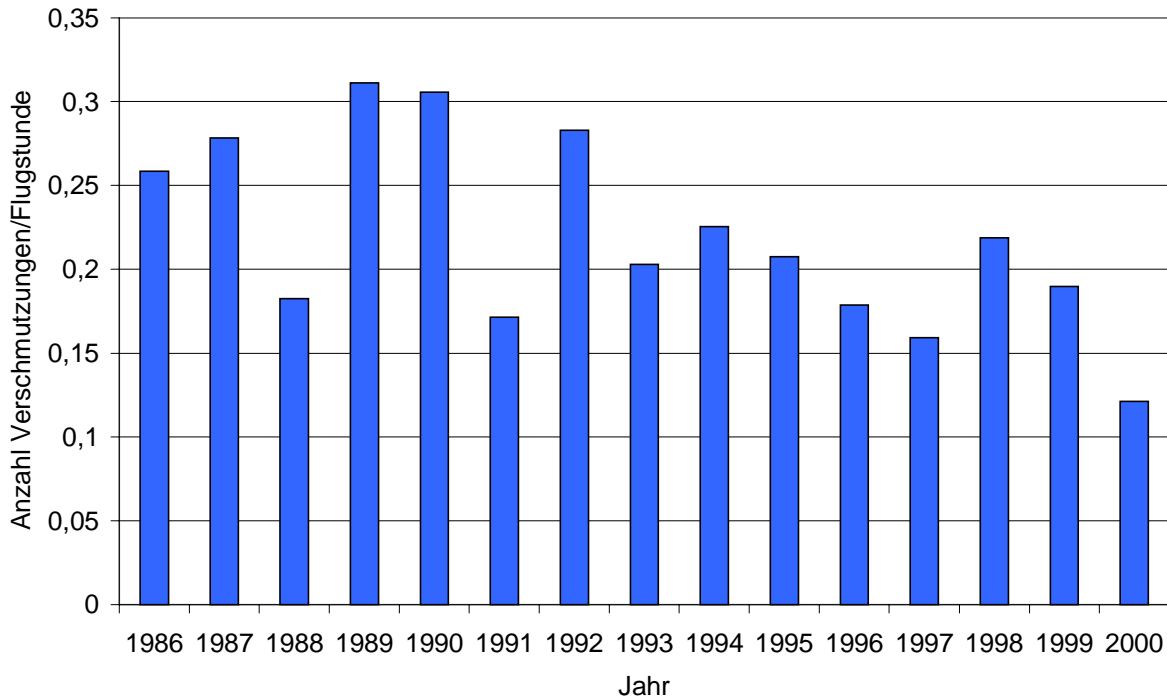


Abbildung 2.5.2: Anzahl der Verschmutzungsfälle/Flugstunde beobachtet im Rahmen der Luftüberwachung im Zeitraum 1986 - 2000. Quelle: Zentraler Meldekopf, Cuxhaven.

Die Jahressummen (Zeitraum 01.1. - 31.12.) der von der Luftüberwachung beobachteten Verschmutzungsfälle in der Nordsee im Zeitraum 1986 - 2000 und die jeweilige Anzahl der Beobachtungen pro Flugstunde sind in Abbildung 2.5.2 dargestellt.

Die Anzahl aller beim ZMK gemeldeten Ölverschmutzungen im Zeitraum 1989 - 2000 für die Regionen „Coast“ (VTG), „North Sea“ (übrige Nordsee) und „Estuaries“ (Flussmündungen) sind in den Abbildungen 2.5.3 bis 2.5.5 dargestellt.

Insgesamt ist die Anzahl der Beobachtungen pro Flugstunde im Zeitraum 1989 - 2000 zurückgegangen (Abb. 2.5.2). Die Anzahl der Beobachtungen pro Flugstunde ist im Zeitraum 1996 bis 2000 in Vergleich zum Zeitraum 1991 bis 1995 um 20% zurückgegangen. Die hohe Gesamtzahl der Beobachtungen in den Jahren 1998 und 1999 sind durch Verschmutzungsfälle im Zuge des Pallas-Unfalls bedingt. Wenn man die Pallas-Verschmutzungen außer acht lässt, geht im Zeitraum 1996 - 2000 die Anzahl der Verschmutzungen pro Flugstunde kontinuierlich zurück. Das bedeutet, dass der Rückgang in den Jahren 1996 - 2000 in etwa im Bereich von 30% liegt.

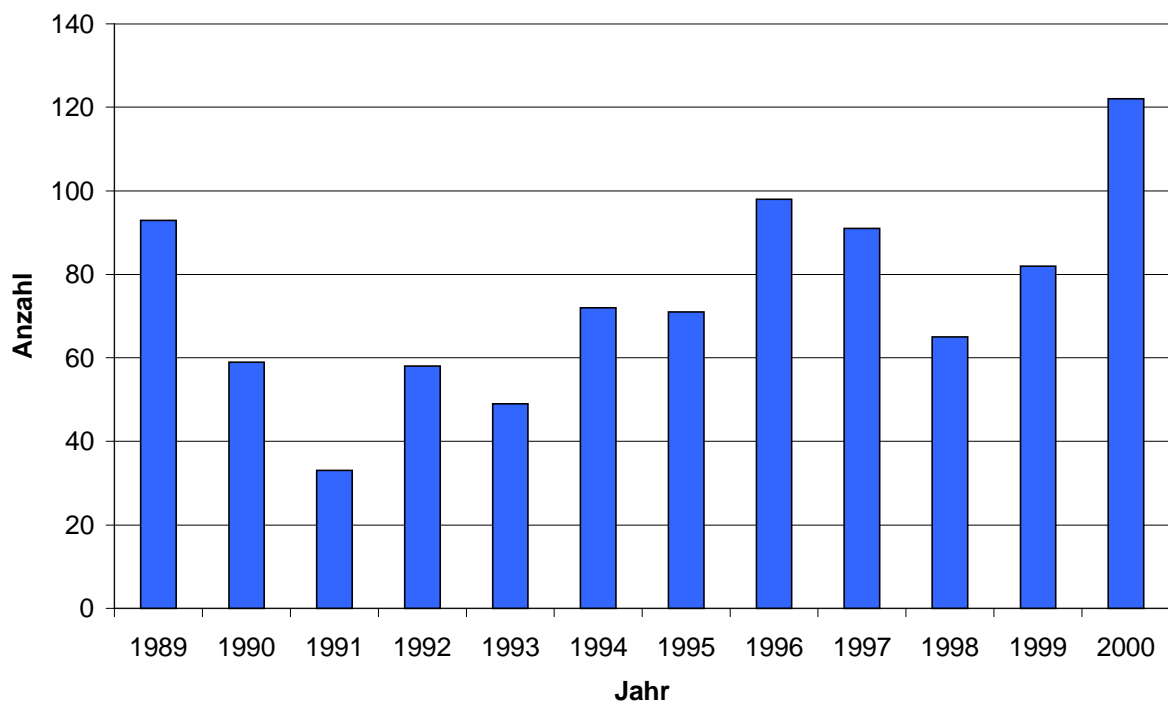


Abbildung 2.5.3: Beim ZMK registrierte Ölmeldungen im Verkehrstrennungsgebiet im Zeitraum 1989 - 2000. Quelle: Zentraler Meldekopf (ZMK), Cuxhaven.

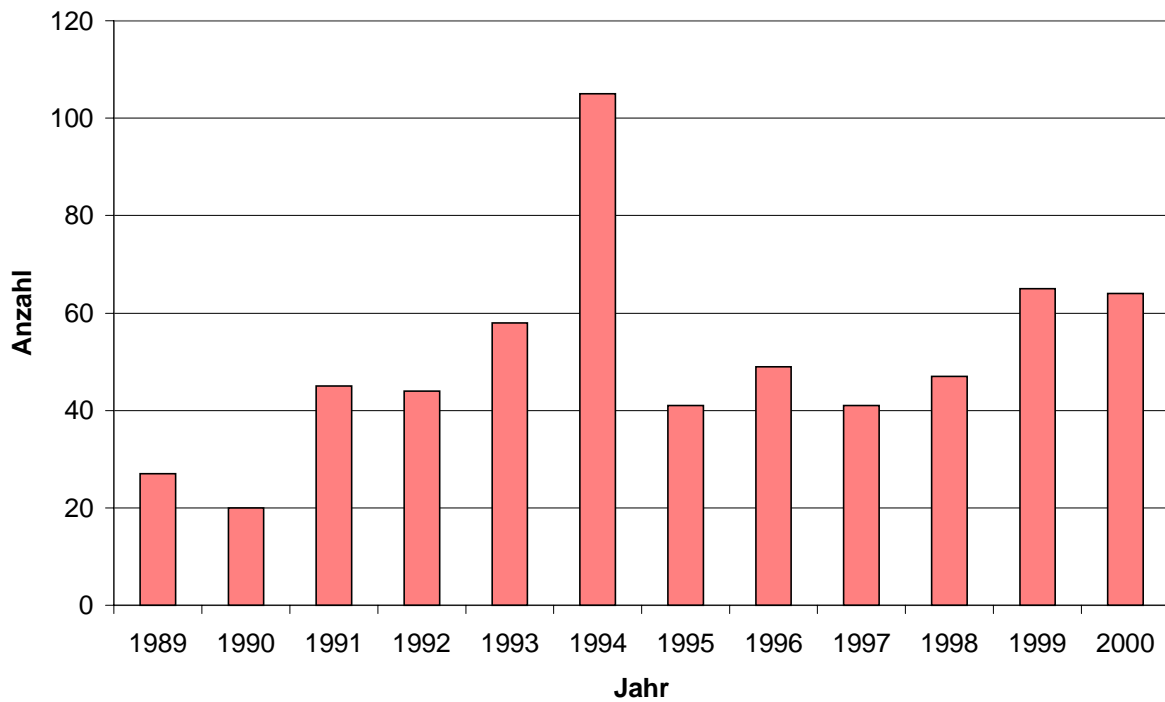


Abbildung 2.5.4: Beim ZMK registrierte Ölmeldungen auf Hoher See im Zeitraum 1989 - 2000. Quelle: Zentraler Meldekopf (ZMK), Cuxhaven.

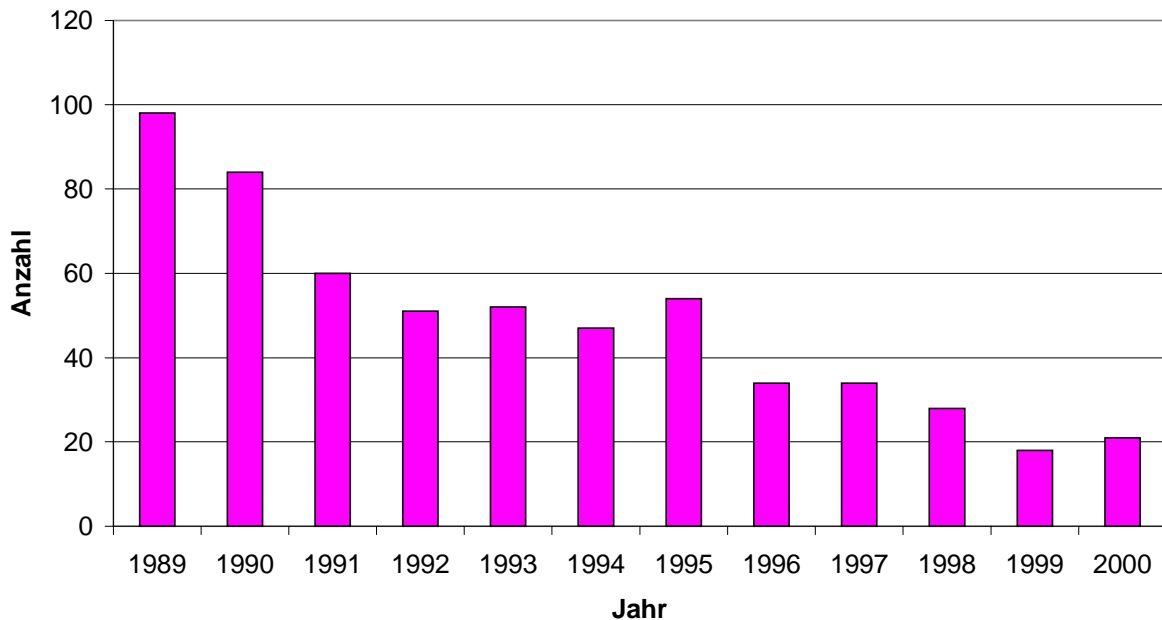


Abbildung 2.5.5: Beim ZMK registrierte Ölmeldungen in den Flussmündungen Elbe, Weser, Jade und Ems im Zeitraum 1989 - 2000. Quelle: Zentraler Meldekopf (ZMK), Cuxhaven.

In den drei Bereichen VTG, übrige Nordsee und Flussmündungen sind im Zeitraum 1989 - 2000 anhand der Anzahl der ZMK-Meldungen drei unterschiedliche Entwicklungen zu verzeichnen. In den Flussmündungen wird ein kontinuierlicher Rückgang in der Anzahl der Meldungen von knapp 100 in 1989 auf knapp über 20 in 2000 deutlich. Im Bereich des Verkehrstrennungsgebietes sinkt die Anzahl der Meldungen Anfang der 1990er Jahre, um zum Ende des Jahrzehnts wieder anzusteigen. Allerdings wurden um 1998 weniger Ölmeldungen im Bereich des VTGs registriert. Im Bereich der übrigen Nordsee steigt die Anzahl der Meldungen bis zu einem außergewöhnlichen Maximum in 1994 an, um sich danach in den Jahren 1995 - 1998 auf etwa 40 Meldungen im Jahr zu stabilisieren. In 1999 und 2000 steigt die Anzahl der Meldungen in diesem Bereich wieder auf über 60 an.

2.5.5 Diskussion

Ein Vergleich der Winterdaten der Verölungsdaten der Spülsaumkontrollen mit den Jahresdaten der vom ZMK dokumentierten Meldungen ist mit einigen Schwierigkeiten behaftet. Es muss entschieden werden, ob z.B. der Winter 1994/95 mit dem Jahr 1994 oder mit dem Jahr 1995 verglichen werden soll. Da insgesamt und bei den meisten Arten die Anzahl der auswertbaren Vogelfunde in der zweiten Hälfte des Winters, d.h. Januar, Februar und März gemacht werden, spiegeln in der Regel die Verölungsdaten der Vögel zu dieser Jahreszeit die Verschmutzungsintensität der südlichen Nordsee wieder. Dies ist vor allem der Fall bei Trauerente, Dreizehenmöwe, Trottellumme und Tordalk, bei denen über 80% der Funde aus der zweiten Hälfte des Winters stammen, aber auch bei Sturmmöwe, Sterntaucher, Eissturmvogel und Austernfischer mit über 69% der Funde.

Der Verlauf von Änderungen in der Anzahl der Meldungen für das VTG verläuft - bis auf das Jahr 2000 - fast identisch mit denen der Verölungsrate der Trottellumme für denselben Zeitraum (s. Abb. 2.5.6). Die Winter 1995/96 (wetterbedingter Rückgang der Verölungsrate), 1998/99 (Massensterben der Trottellummen) und die letzten zwei Winter 1999/00 und 2000/01 ergeben hier jedoch Abweichungen. Hier fallen die Verölungsdaten der Trottellumme, die Anzahl der Meldungen steigt jedoch im VTG wieder an. Die durch Wetter und Sterblichkeit bedingte Unterschätzung der Verölungsdaten in 1995/96 und 1998/99 konnten gedeutet werden (siehe Kap. 2.1.4.1.1 und 2.6). Die steigende Anzahl der registrierten Ölmeldungen im VTG in den Jahren 1999 und 2000 steht der im selben Zeitraum fallenden Anzahl der Verschmutzungen pro Flugstunde gegenüber. Die steigenden Ölmeldungen im VTG in den Jahren 1998 - 2000 hängen möglicherweise mit einer steigenden Anzahl der Flugstunden in diesem Gebiet und Zeitraum zusammen, was sich durch die vorhandenen Daten leider nicht belegen lässt. Es ist anzunehmen, dass die Verölungsrate der Trottellumme im wesentlichen den Verschmutzungsgrad im VTG widerspiegelt (s. auch Kapitel 2.1). Der registrierte Rückgang in der Anzahl der Verschmutzungsfälle pro Flugstunde, sowohl im Gesamtzeitraum 1986 - 2000 als auch insbesondere im Zeitraum 1994 - 2000, passt gut mit den in den selben Zeiträumen fallenden Verölungsdaten

der an den deutschen Nordseeküsten registrierten Vögel zusammen (Vergleich Kap. 2.1.4.3).

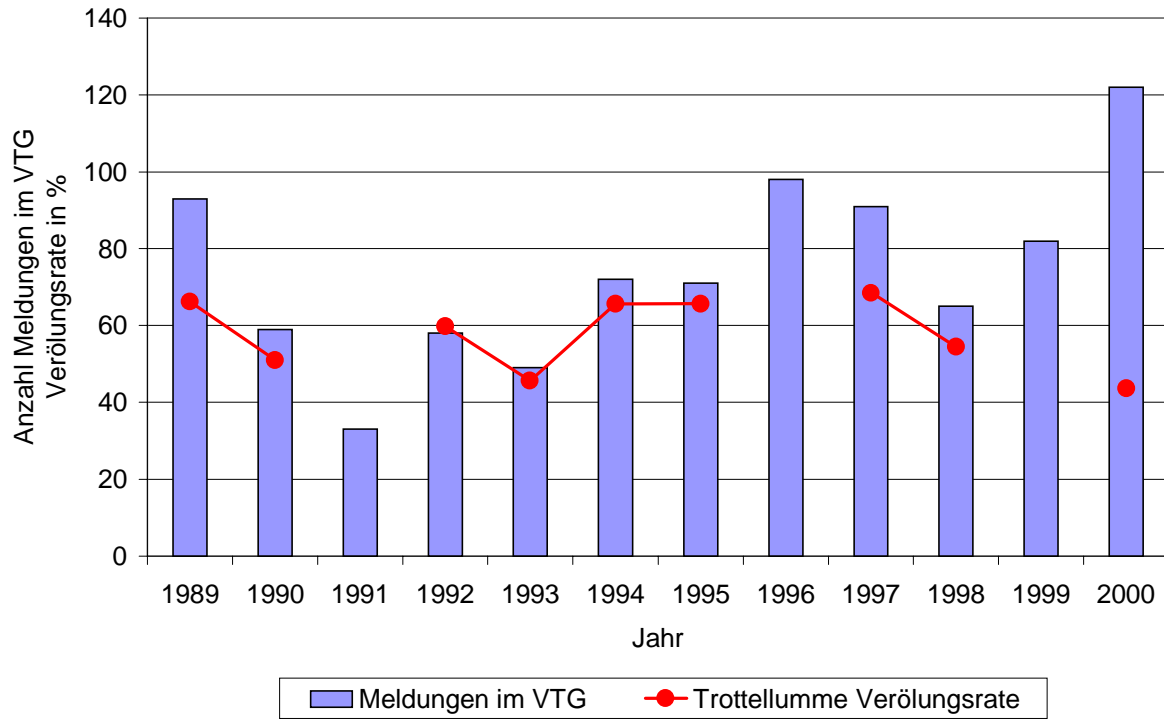


Abbildung 2.5.6: Beim ZMK registrierte Ölmeldungen im Verkehrstrennungsgebiet (VTG) im Zeitraum 1989 - 2000 (Quelle: Zentraler Meldekopf (ZMK), Cuxhaven) und Verölungsrate der Trottelumme an der deutschen Nordseeküste in den Winterhalbjahren (Beispiel: Jahr 1989 = Winterhalbjahr 1988/89).

2.5.6 Literatur

BMV (1998): Luftüberwachungssystem zur Erkennung von Meeresverschmutzungen. Bundesministerium für Verkehr, Bonn: 23 pp.

BSH (1991 – 1998): Jahresberichte des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie ab 1990.

BSH (2001): Jahresbericht 2000. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. 143 pp.

DHI: Jahresberichte des Deutschen Hydrographischen Instituts bis 1989.

Smid, H.; R. Reuter & K. Grüner (1991): Luftüberwachungssystem zur Erkennung von Meeresverschmutzungen. BMV – DFVLR – Univ. Oldenburg – Dornier – Krupp: 43 pp.

ZMK Jahresstatistiken des Zentralen Meldekopfes Küstenwache Cuxhaven.

2.6 EINFLUSS VON WETTER

2.6.1 Einleitung

Wind- und Wetterverhältnisse haben Einfluss auf alles, was an die Küsten gespült wird und daher ist das Wetter bei der Auswertung systematischer Spülsaumuntersuchungen zu berücksichtigen. Bei schweren Stürmen werden bereits gestrandete, abgesunkene oder eingesandete Gegenstände, Abfälle und andere Reste remobilisiert und es kommt zu einer außergewöhnlichen Häufung von angespülten Materialien, wobei in Perioden anhaltender Windstille die überwiegend winddriftabhängigen Strandungsvorgänge weitgehend unterbleiben. Die Anzahl der aufzufindenden (verölten) Seevögel unterliegt einem ausgeprägten Jahresgang mit sehr hohen Werten in den Wintermonaten. Dieser Sachverhalt ist einerseits auf die stärkere Wirkung von Öl auf Seevögel in den Wintermonaten zurückzuführen (niedrige Temperatur), zum Teil sind sie aber auch auf die Zunahme der Bestände durch die große Anzahl von Wintergästen zu erklären.

Das vorherrschende Wetter im Winterhalbjahr in der südlichen Nordsee ist demnach einer der Faktoren, die Anzahl, Verbreitung und Sterblichkeit der dort überwinterten Vögel beeinflussen können (siehe Meltofte et al., 1994). Änderungen der Anzahl, Verbreitung und Sterblichkeit der dort überwinterten Vögeln beeinflussen wiederum die Anzahl der an die Küsten geschwemmten Totfunde und unter Umständen die Verölungsrate dieser Funde. Vor allem die Windrichtung und -stärke spielen bei der Anspülung der Kadaver an eine Küste eine wesentliche Rolle. Bei auflandigen Winden werden auf dem Meer verendete Vögel der Küste zugetrieben, bei ablandigen Winden von der Küste fern gehalten. Lang anhaltende Stürme und Temperaturen, die für die Region unter „normal“ liegen, sogenannte Schlechtwetterperioden und Nahrungsengpässe, können zu Änderungen in der Anzahl und Verbreitung und unter Umständen zu einer erhöhten Sterblichkeit der in der Region überwinterten Vögel und damit zu einer Reduzierung der Verölungsrate führen. Insbesondere sogenannte Eiswinter - mit sehr niedrigen Temperaturen und Eisbildung - können hier von Bedeutung sein, vor allem bei den im Wattenmeer überwinterten Arten wie z.B. Austernfischer und Silbermöwe (Reuter, 1997). Ausgeprägte Eiswinter können auch wegen der Aufschichtung von Packeis am Spülsaum die Ergebnisse unbrauchbar machen.

2.6.2 Datengrundlage

Der Deutsche Wetterdienst (DWD), Geschäftsfeld Klima- und Umweltberatung in Offenbach, verfügt über eine Fülle von Daten, die das Wetter in den Winterhalbjahren in der südlichen Nordsee dokumentieren. In Anlehnung an die Vorschläge zur Dokumentation des Wetters bei Spülsaumuntersuchungen von Camphuysen und Fra-

neker (1992), sowie nach Beratungen mit dem DWD, wurden vier Faktoren ausgewählt, die einen Überblick über zeitliche und räumliche Veränderungen im Wettergeschehen im Bereich der Deutschen Bucht ermöglichen: Windrichtung und Windstärke, sowie mittlere Lufttemperatur und Anzahl der Eistage als Maß für die Stärke des Winters.

Der DWD stellte dem F+E-Vorhaben diese Wetterdaten für fünf Stationen an der deutschen Nordseeküste zur Verfügung: List auf Sylt, Wyk auf Föhr und Helgoland in Schleswig-Holstein, sowie Cuxhaven und Norderney in Niedersachsen.

Kenntnisse über die relative Häufigkeit von ablandigen Winden, die die Vogelkader von der Küste fernhalten, sind für die Bewertung der Ergebnisse der Zählungen auf den Dauersammelstrecken (siehe Kap. 2.1.4.2 & 2.1.4.3) wichtig. Änderungen in der Windstärke zwischen den Wintern können möglicherweise zu Änderungen der Verbreitung und der Sterblichkeit der Vogelarten führen. Als Maß für die Windrichtung und -stärke wurden die Terminwerte für die Windrichtung und Windgeschwindigkeit der Stationen Wyk, Norderney und Helgoland für den Zeitraum 01. September - 31. März gewählt. Der Zeitraum beginnt ca. 30 Tage vor der ersten Erfassung des Winters. Die Terminwerte werden täglich zu den drei sogenannten Klima-Beobachtungsterminen um 7:00, 14:00 und 21:00 Uhr gemessen. Es stehen somit pro Tag und Station drei Messungen zu Windrichtung und -geschwindigkeit zur Verfügung.

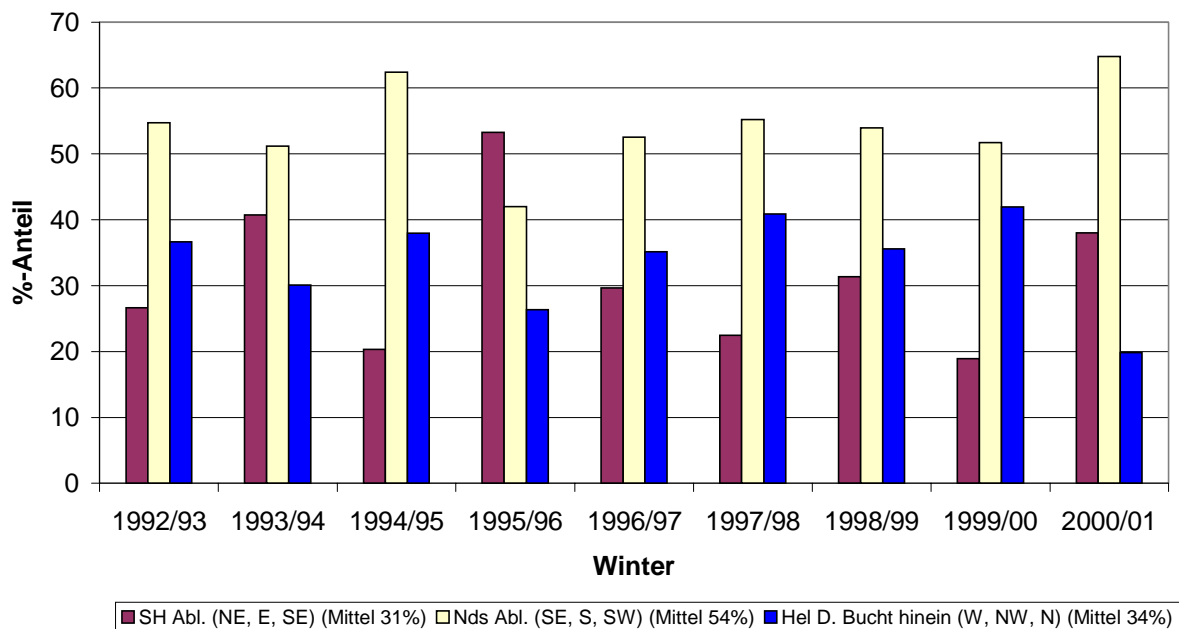


Abbildung 2.6.1: Prozent-Anteile ablandiger Winde für Schleswig-Holstein (SH), gemessen in Wyk auf Föhr, und für Niedersachsen (Nds), gemessen auf Norderney sowie Prozent-Anteile der Winde, die in die Deutsche Bucht hinein geweht haben, gemessen auf Helgoland (Hel). Basierend auf Terminwerten für Windrichtung. Deutscher Wetterdienst, Offenbach.

Bezüglich der Windrichtungen wird für den Zeitraum 1992/93 - 2000/01 dargestellt, wie häufig innerhalb des jeweiligen Winters in Niedersachsen und Schleswig-Holstein ablandige Winde registriert wurden. Für die niedersächsische Küste wurden dafür die Prozent-Anteile der auf Norderney registrierten Winde aus Südost bis Südwest und für die schleswig-holsteinische Küste die Prozent-Anteile der in Wyk auf Föhr registrierten Winde aus Nordost bis Südost gewählt (Abb. 2.6.1). Zusätzlich wurden für Helgoland die Prozent -Anteile der registrierten Winde, die aus West bis Nord und somit in die Deutsche Bucht hinein geweht haben, hinzugezogen.

Insgesamt stehen für den Zeitraum 01.09. - 31.03. an 212 Tagen (in 1992, 1996 & 2000 = 213) drei Beobachtungen zur Verfügung, d.h. insgesamt 636 (bzw. 639) Messungen zu Windstärke und -richtung. Für die Berechnung der Prozent-Anteile wurde als Grundlage die Gesamtzahl der Beobachtungen aus den jeweiligen Windrichtungen genommen. Für die Windrichtung der letzten neun Winter wird für Helgoland (bei den drei Terminen) die Anzahl der jeweilig registrierten Windrichtungen in Form einer Windrose dargestellt (Abb. 2.6.2 bis 2.6.10). Um Unterschiede in der Windstärke der neun Winter darzustellen, werden für Helgoland die Prozent-Anteile der bei den drei Terminen beobachteten Windstärken für die drei Klassen 0 bis 3 Beaufort, 4 bis 7 Beaufort und 5 bis 10 Beaufort dargestellt (Abb. 2.6.11).

Für die Darstellung der Härte eines Winters wurden die mittlere Lufttemperatur sowie die Anzahl der Eistage – d.h. Tage, an denen das Temperaturmaximum unter 0°C liegt – für die Monate Dezember, Januar und Februar auf den fünf o.a. Stationen ausgewählt (Abb. 2.6.12 & 2.6.13).

Abbildung 2.6.2 bis 2.6.10: Anzahl der Beobachtungen der Terminwerte für Windrichtung aus der jeweiligen Richtung im Zeitraum 01.09. - 31.03. gemessen auf Helgoland. Deutscher Wetterdienst, Offenbach.

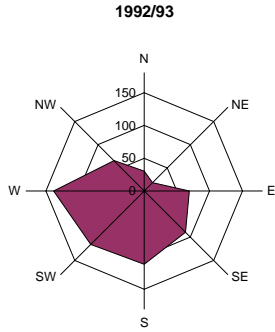


Abbildung 2.6.2

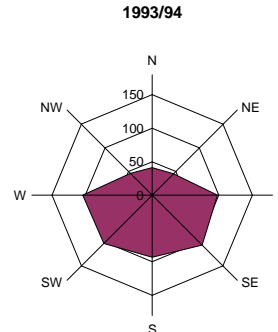


Abbildung 2.6.3

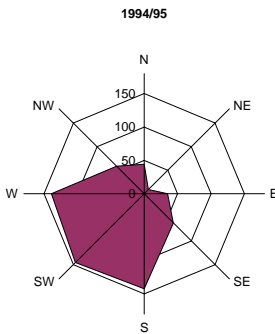


Abbildung 2.6.4

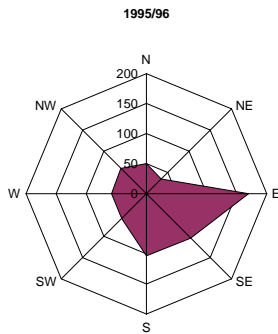


Abbildung 2.6.5

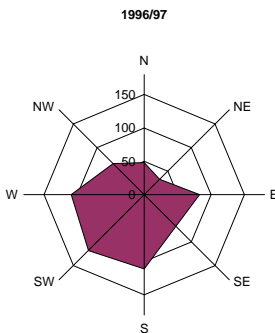


Abbildung 2.6.6

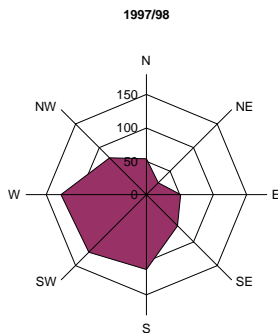


Abbildung 2.6.7

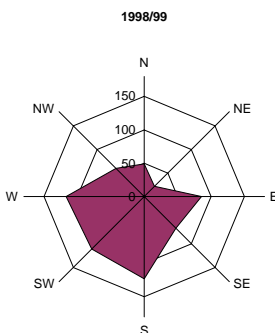


Abbildung 2.6.8

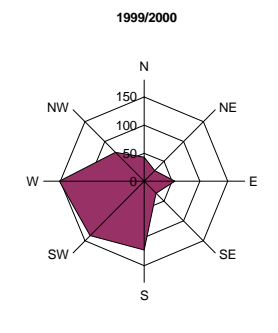


Abbildung 2.6.9

Abbildung 2.6.2 bis 2.6.10 ff: Anzahl der Beobachtungen der Terminwerte für Windrichtungen aus der jeweiligen Richtung im Zeitraum 01.09. – 31.03. gemessen auf Helgoland. Deutscher Wetterdienst, Offenbach.

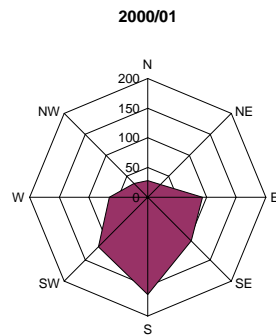


Abbildung 2.6.10

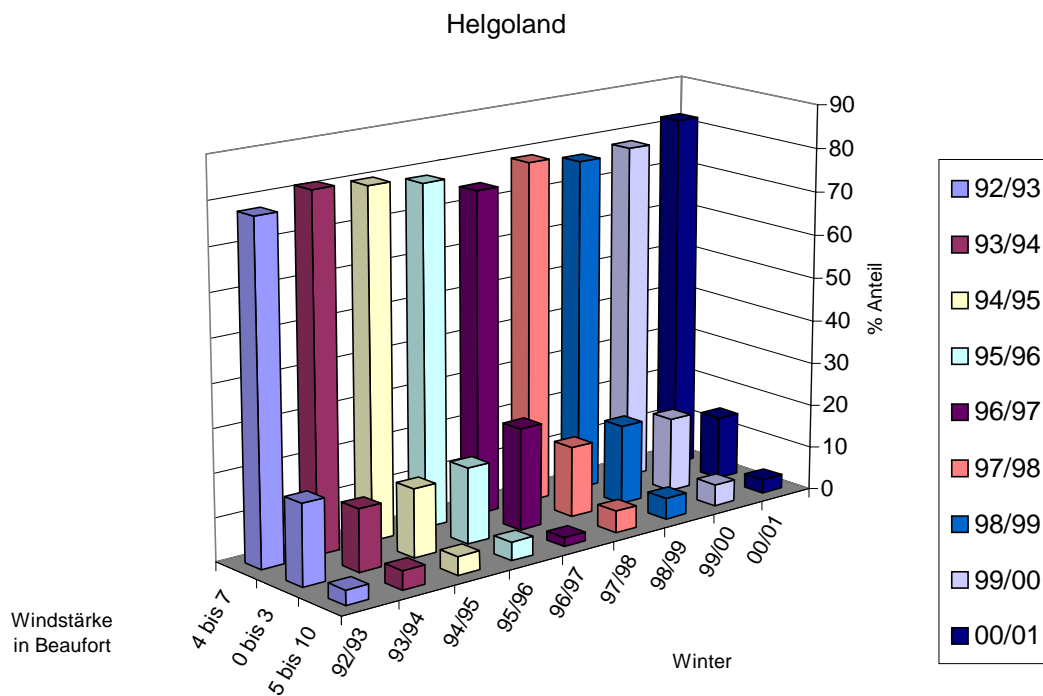


Abbildung 2.6.11: Die Prozent-Anteile der auf Helgoland beobachteten Windstärken für die drei Klassen 0 bis 3 Beaufort, 4 bis 7 Beaufort und 5 bis 10 Beaufort. Basiert auf Terminwerten für Windstärke. Deutscher Wetterdienst, Offenbach (Siehe Kap. 2.6.2 für Beschreibung der Methodik).

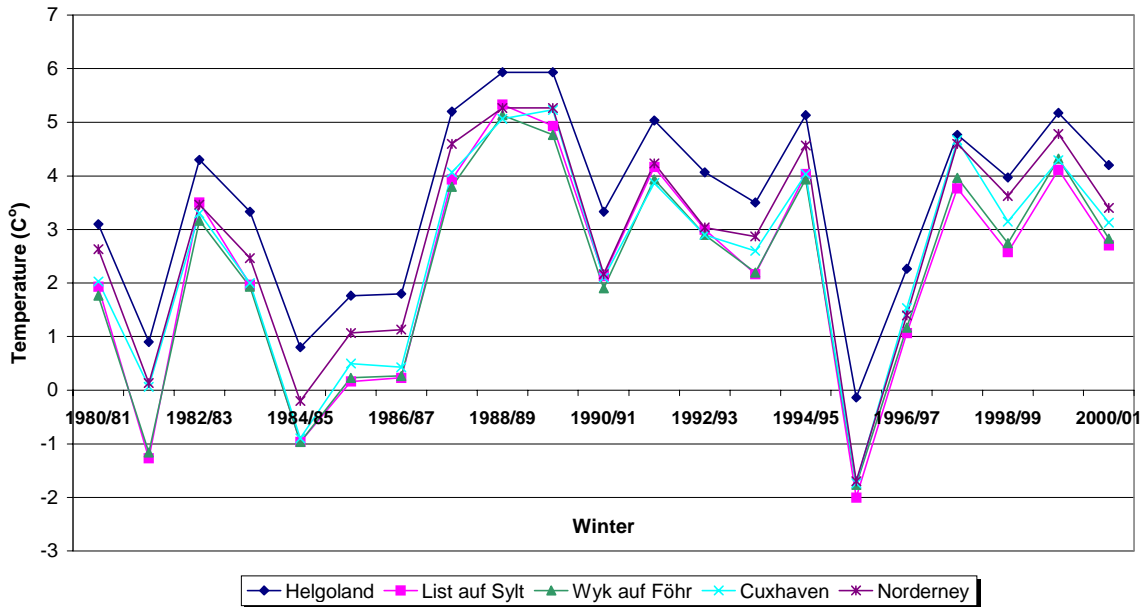


Abbildung 2.6.12: Mittleres Tagesmittel der Lufttemperatur (°C) für fünf Stationen an der deutschen Nordseeküste im Winter (Dezember, Januar und Februar). Deutscher Wetterdienst, Offenbach.

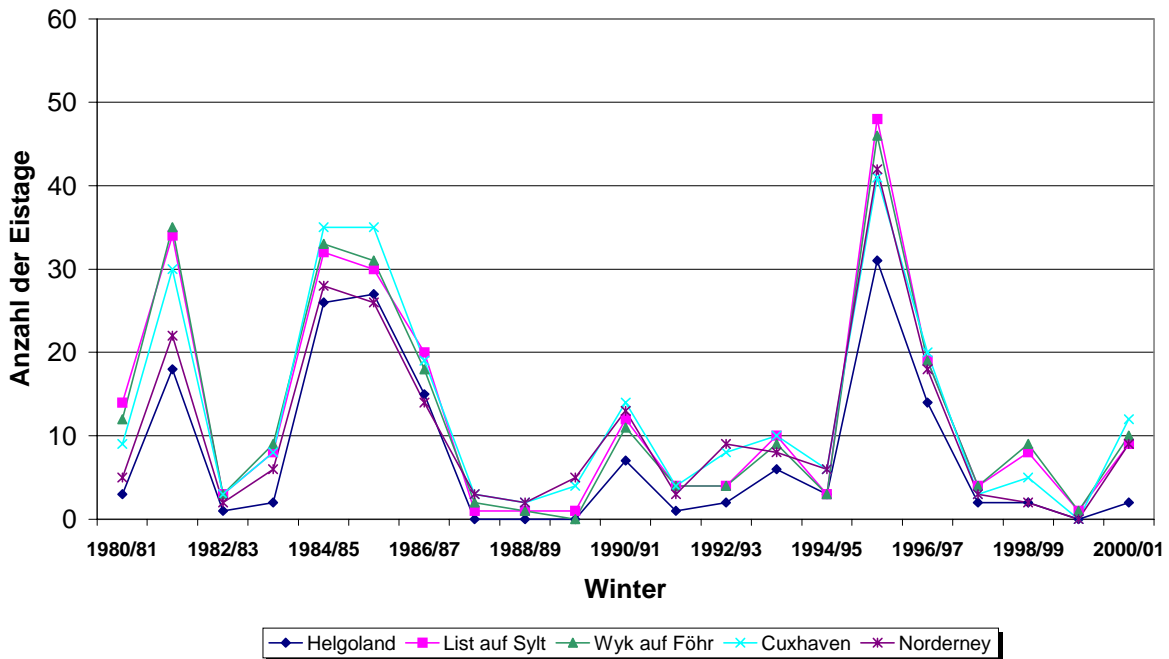


Abbildung 2.6.13: Anzahl der Eistage im Winter für fünf Stationen an der deutschen Nordseeküste im Winter (Dezember, Januar und Februar). Deutscher Wetterdienst, Offenbach.

2.6.3 Ergebnisse

2.6.3.1 Lufttemperatur und Anzahl der Eistage

Im Zeitraum 1984/85 - 2000/01 ist anhand der Lufttemperatur und der Anzahl der Eistage folgendes Muster zu erkennen:

- 1984/85 - 1986/87 sehr kalte Winter
- 1987/88 - 1989/90 milde Winter
- 1990/91 kalter Winter
- 1991/92 - 1994/95 „normale“ Winter
- 1995/96 extrem kalter Winter
- 1996/97 (sehr) kalter Winter
- 1997/98 -1998/99 „normale“ Winter
- 1999/00 milder Winter
- 2000/01 „normaler“ Winter

Die Winter 1984/85 - 1986/87 sowie 1995/96 und 1996/97 waren sehr kalte sog. Eiswinter. Dem kalten Winter 1990/91 folgten drei milde Winter. Der Eiswinter 1995/96 war der kälteste des Zeitraumes 1984/85 - 2000/01 und bei weitem der kälteste des Zeitraumes 1992/93 - 2000/01 (Abb. 2.6.12). Er hatte mit Abstand die höchste Anzahl an Eistagen des Zeitraumes 1984/85 - 2000/01 (Abb. 2.6.13). Er folgte vier relativ milden Wintern.

2.6.3.2 Windrichtung und -geschwindigkeit

Im Winter 1995/96 wurde in Schleswig-Holstein mit 53%, im Vergleich zum dortigen Mittel von 31%, ein sehr hoher Anteil ablandiger Winde registriert, in Niedersachsen dagegen mit 42% ein unter dem dortigen Durchschnitt von 54% liegender Anteil ablandiger Winde gemessen. Insgesamt gesehen wehten jedoch die Winde im Winter 1995/96 aus der Deutschen Bucht heraus, also vom Land weg (vergleiche Abb. 2.6.5). Im Winter 2000/01 waren die Anteile der ablandigen Winde für die gesamte deutsche Nordseeküste hoch. Nur 20% der auf Helgoland registrierten Winde wehten in die Deutsche Bucht hinein, nämlich der geringste Anteil der neun Winter des Zeitraumes 1992/93 - 2000/01. Ein hoher Anteil an ablandigen Winden wurde in Niedersachsen auch im Winter 1994/95 registriert. In Schleswig-Holstein wurden über das normale Maß hinaus ablandigen Winde im Winter 1993/94 registriert. In den Wintern 1994/95, 1997/98 und 1999/00 herrschten in Schleswig-Holstein eher auflandige Winde.

Die Verteilung der Windstärke in den neun Wintern des Zeitraumes 1992/93 - 2000/01 war sehr konstant mit im Durchschnitt 79% der registrierten Winde von 4-7 Beaufort, 17% mit Windstärke 0-3 Beaufort und 4% mit 8-10 Beaufort (Abb. 2.6.11).

Die größten Abweichungen von diesem "Norm" wurden im Winter 1996/97 mit Anteilen von 74,5% (4-5B), 23,4% (0-3B) und 2% (8-10B) registriert. Insgesamt waren die Anteile an höheren Windstärken mit 53,9% 5B oder mehr im Winter 1996/97 geringer als der Durchschnitt der neun Winter des Zeitraumes (65,2%). Übernormale Anteile hoher Windstärken wurden in den Wintern 1999/00, 2000/01 und 1994/95 registriert mit 72,1%, 71,7% und 68,2% der registrierten Winde mit 5B oder mehr.

2.6.4 Diskussion

Bei einem Vergleich der Daten „Lufttemperatur“ und „Eistage“ des Zeitraumes 1984/85 - 2000/01 mit den Verölungsraten desselben Zeitraumes für die 16 häufig vorkommenden Arten konnte, mit Ausnahme des Winters 1995/96, kein Zusammenhang festgestellt werden. Es ist jedoch anzunehmen, dass die Eiswinter von 1984/85, 1985/86 und – in geringerem Maß - auch 1986/87, Einfluss auf die Sterblichkeit einiger Arten und somit auf die Verölungsrate hatten (siehe Camphuysen et al., 1997). Vor allem im ersten der drei Winter ist dieser Effekt zu vermuten, da viele schwache, alte oder kranke Vögel die zwei vorherigen milden Winter wahrscheinlich überlebten, und dann den Verhältnissen des folgenden harten Winters nicht gewachsen waren. In der Tat waren die Verölungsraten einiger Arten (Trauerente, Austernfischer, Silbermöwe, Sturmmöwe, Trottellumme) im Winter 1984/85 niedriger als in dem darauffolgenden Winter, teilweise in den zwei darauf folgenden Wintern. Es ist anzunehmen, dass die Verölungsraten Ende der 80er Jahre deshalb höher waren als bisher ermittelt.

Da Daten von den Dauersammelstrecken erst ab dem Winter 1992/93 in auswertbarer Form zur Verfügung stehen und diese eine besonders zuverlässige Qualität haben, beschränkt sich die folgende Diskussion auf dem Zeitraum 1992/93 - 2000/01.

Das herausragende Wetterereignis im Zeitraum 1992/93 - 2000/01 war der kalte Winter 1995/96. In diesem Winter beeinflusste das Wetter in der Deutschen Bucht mit ziemlicher Sicherheit die Anzahl und Verteilung der Funde und die Verölungsraten vieler Arten. Die im Winter 1995/96 auf den Dauersammelstrecken in Schleswig-Holstein registrierte geringe und in Niedersachsen hohe Anzahl von Funden sind wetterbedingt. Der extreme kalte Winter mit Temperaturen weit unter 0°C und einer hohen Anzahl von Eistagen hat bei vielen Arten zu Verschiebungen in der Winterverbreitung der Vögel nach Südwesten und zu einer erhöhten Sterblichkeit geführt (Reuter, 1997). Die in diesem Winter extreme Häufigkeit von ablandigen Winden in Schleswig-Holstein und auflandigen Winden in Niedersachsen hat die Vogelkadaver von der schleswig-holsteinischen Küste fern gehalten und der niedersächsischen Küste zugetrieben. Vor allem bei Limikolen und Enten aber auch bei Möwen wurden in Niedersachsen die höchsten Fundzahlen pro Kilometer erfasst, die im Zeitraum 1992/93 - 2000/01 registriert wurden. Auch beim Tordalk wurde in Niedersachsen die höchste Zahl (119 Individuen insgesamt) des Zeitraumes registriert. In Schleswig-Holstein dagegen, bedingt einerseits durch Abwanderung nach Südwesten und andererseits durch ablandige Winde, war 1995/96 für viele Arten der Winter mit den geringsten Fundzahlen. Das harte Winterwetter in 1995/96 hat - durch erhöhte Sterb-

lichkeit - die Verölungsraten von einigen Arten nach unten gedrückt. Dies scheint für alle Arten, bei denen die Fundzahl groß genug war um eine Berechnung vorzunehmen, der Fall zu sein (Eider-, Trauer- und Brandente, Austernfischer, Trottellumme, Sturm- und Silbermöwe).

Die bei der Dreizehenmöwe im Winter 1992/93 extrem hohe Fundzahl in Schleswig-Holstein (191) kann nicht anhand der vorhandenen Wetterdaten erklärt werden und hängt vermutlich mit Änderungen in der Sterblichkeit dieser Art zusammen. Im selben Winter wurden auch leicht erhöhte Fundzahlen von Eissturmvogel, Trottellumme und Tordalk in Schleswig-Holstein registriert. Bei einer Reihe von Arten (Eiderente, Trottellumme, Austernfischer, Silbermöwe) war die Verölungsrate in diesem Winter niedriger als in den Jahren davor und danach, und bei der Dreizehenmöwe zumindest niedriger als das Jahr davor. Die im Winter 1998/99 in Niedersachsen extrem hohen Zahlen für diese Art (167) können ebenfalls nicht anhand von Wetterereignissen erklärt werden und hängen vermutlich mit einem Sterben dieser Art zusammen, das auch bei anderen Hochseearten (Eissturmvogel, Trottellumme) in diesem Winter festgestellt wurde (Fleet & Reineking, 1999).

Ablandige Winde im Winter 2000/01 führten sowohl in Niedersachsen als auch in Schleswig-Holstein zu geringen Funden. Nicht alle Arten waren aber gleichermaßen betroffen. Auffällig viele Lachmöwenfunde wurden im selben Winter auf den Dauersammelstrecken in Niedersachsen registriert, allerdings lag die Gesamtzahl der an den Küsten Niedersachsens gefundenen Lachmöwen (99 Individuen) etwas unter dem Durchschnitt der letzten fünf Jahre (115). Die Fundzahlen der Mantelmöwe in Schleswig-Holstein lagen im Winter 2000/01 auf etwa dem gleichen Niveau wie die Vorjahre. Bei vielen Wattenmeerarten lagen sie etwas niedriger – Brandente, Austernfischer, Großer Brachvogel, Lach- und Silbermöwe -, bei den Hochsee- und Küstenarten deutlich niedriger – Eissturmvogel, Baßtölpel, Trauerente, Sturm- und Dreizehenmöwe, Trottellumme und Tordalk. Die Abnahme der Anzahl der Funde an der niedersächsischen Küste war mit Ausnahme von Eissturmvogel, Baßtölpel, Brandente, Eiderente und Lachmöwe generell und zum Teil erheblich größer als in Schleswig-Holstein. Auch hier war die Abnahme bei den Hochsee- und Küstenarten größer als bei den Wattenmeerarten.

Die Eiderentenfunde lagen aufgrund des Massensterbens im Winter 2000/01 weit über dem Durchschnitt des Zeitraumes 1992/93 - 2000/01, jedoch weit unter dem des Vorjahres. Erwartungsgemäß ist die Anzahl der Strandfunde der Wattenmeerarten bei Ostwindlage nicht stark zurückgegangen, wie die Zahl der Funde der Hochsee- und Küstenarten. Die Vögel, die im Wattenmeer sterben, haben in der Regel kürzere (Drift-)Wege zum Strand als Hochseearten und sind in der Regel umgeben von den Küsten der Inseln und des Festlandes und haben damit größere Chancen angespült zu werden.

Andere klare Zusammenhänge zwischen Lufttemperatur, Anzahl der Eistage, Windrichtung und Anzahl der Vogelfunde an den Küsten der Deutschen Bucht oder deren Verölungsraten gibt es für den Zeitraum 1992/93 - 2000/01 nicht. Die eher schwachen Winde des Winters 1996/97 und eher starken Winde der Winter 1994/95,

1999/00 und 2000/01 hatten keinen sichtbaren Einfluss auf die Fundzahlen und/oder Verölungsraten.

2.6.5 Literatur

Camphuysen, C. J. (1997): Oil pollution and oiled seabirds in the Netherlands, 1969-97: Signals of a cleaner sea. SULA 11/2 (special issue): 43 - 156.

Camphuysen, C. J. & J. A. Franeker (1992): The value of beached bird surveys in monitoring marine oil pollution. - Technisch rapport Vogelbescherming 10 Nederland, Zeist: 191 pp.

Fleet, D. M. & B. Reineking (1999): Zum Seevogelsterben an der deutschen und niederländischen Wattenmeerküste im Februar/März 1999. - Seevögel Band 20/2: 63.

Reuter, M. (1997): Großes Sterben von Zugvögeln Anfang 1996 an der ostfriesischen Küste. Seevögel 18/2: 60 – 64.

2.7 VERBREITUNG UND HÄUFIGKEIT AUSGEWÄHLTER SEEVOGELARTEN IM WINTERHALBJAHR IN DER DEUTSCHEN BUCHT

von

Stefan Garthe, Forschungs- und Technologiezentrum Westküste (FTZ) Büsum, Universität Kiel

2.7.1 Einleitung

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Seevogel tot an der Küste angespült wird, ist zu großen Teilen eine Funktion der räumlichen Verbreitung und der Häufigkeit auf See. Insofern ist die Kenntnis der räumlich-zeitlichen Verteilungsmuster der häufigsten Arten eine wichtige Voraussetzung zur Interpretation von Spülsaumfunden. Veränderungen in der Verölungsrates wie in der Gesamtzahl angespülter Vögel können durchaus aus veränderten Verbreitungsmustern und Häufigkeiten resultieren.

In diesem Kapitel wird daher die Verbreitung der wichtigsten Seevogelarten im Winterhalbjahr beschrieben und kurz analysiert. Zusätzlich werden mögliche Änderungen in Verbreitung und Häufigkeit bei diesen Arten untersucht.

2.7.2 Material und Methode

Grundlage dieses Kapitels sind die in der "European Seabirds at Sea Database" gesammelten Daten zur Verbreitung und Häufigkeit von Seevögeln auf See. Im Rahmen des internationalen "Seabirds-at-Sea"-Programmes werden die Vorkommen von See- und Küstenvögeln auf See erfasst. Ornithologen aller Nordseeanrainer kartieren seit 1979 Vögel auf See nach einer standardisierten Methode. Inzwischen werden auch in an die Nordsee angrenzenden Gewässern umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Alle so gesammelten Daten fließen in eine gemeinsame Datenbank, die derzeit weit mehr als 1 Million Beobachtungen enthält. Sie wird von der "European Seabirds at Sea Co-ordinating Group" koordiniert (aktuelle Übersicht zur deutschen Beteiligung in Garthe & Hüppop, 2000).

Die Erfassungen erfolgen gemäß einer für die nordwesteuropäischen Gewässer standardisierten Methode von Schiffen aus (Tasker et al., 1984; Webb & Durinck, 1992). Vom Peildeck (= Dach) bzw. von der Nock (= "Balkon" seitlich der Brücke) aus werden von ein bis drei Beobachtern auf einem 300 m breiten Transekt parallel zur Kiellinie an einer oder beiden Seiten des Schiffes alle fliegenden und schwimmenden Individuen erfasst. Synchron dazu werden für jedes Zählintervall (Standard: 10 min; Spezialfahrten: 1 min) Angaben zur geographischen Position und zu den

Beobachtungsbedingungen erhoben, so dass allen Beobachtungen Ortsangaben zuzuordnen sind. Die Suche nach den Vögeln erfolgt in der Regel mit dem bloßen Auge. Mit dem Fernglas werden Art-, Alters-, Geschlechtsbestimmung usw. durchgeführt bzw. überprüft. Für die Erfassung von Meeressäugern und Seetaucher, die meist eine hohe Fluchtdistanz (oft > 1 km) vor Schiffen haben, zeigt sich zunehmend deutlich die Notwendigkeit, systematisch den Bereich vor dem Schiff mit dem Fernglas abzusuchen. Für Dichte-Berechnungen (z.B. Individuen pro km²) muss zwischen Vögeln im Transekt und außerhalb des Transektes unterschieden werden. Im Transekt sind alle schwimmenden Vögel in 0-300 m Entfernung vom Schiff sowie alle fliegenden Vögel, die sich zu jeder vollen Minute (per Konvention) in dieser Entfernung befinden. Alle außerhalb der 300 m schwimmenden Vögel sowie nicht zur vollen Minute innerhalb der 300 m fliegenden Vögel befinden sich außerhalb des Transektes. Diese Korrektur bei fliegenden Vögeln verhindert, dass häufig und besonders schnell fliegende Vögel mengenmäßig überschätzt oder mehrfach gezählt werden.

Die Dichte schwimmender Vögel wurde gemäß der Werte in Stone et al., (1995) korrigiert, da etwas weiter vom Schiff entfernte Individuen nicht mehr vollständig gesehen werden (in Abhängigkeit von der Vogelart und den Beobachtungsbedingungen).

Für die Standard-Verbreitungskarten in diesem Kapitel wurden alle in der ESAS-Datenbank enthaltenen Daten der Jahre 1992-2001 verwendet. Die Daten wurden jeweils zu zwei Zeiträumen zusammengefasst: "Herbst" (= Oktober bis Dezember) und "Winter" (= Januar bis März). Die Verbreitung wird in Form von Rastern präsentiert, die Kantenzahlen von 5' (Breite) und 10' (Länge) haben und damit eine Flächengröße von ca. 101 km² aufweisen. Für jedes Raster wird eine Vogeldichte dargestellt, die der Summe aller im Transekt nachgewiesenen Individuen, dividiert durch die Summe der kartierten Fläche, entspricht.

Aufgrund unterschiedlicher Verölungsraten (Fleet pers. Mitt.) wurden die Verbreitungen besonders häufiger Wintervogelarten in zwei verschiedenen Zeiträumen getrennt dargestellt, nämlich dem "Winter" 1994-1997 und dem "Winter" 1998-2001.

Des Weiteren wurde in Anlehnung an Mitschke et al., (2001) eine Fläche südöstlich Helgolands ausgewählt, für die besonders viele Fahrten über die Jahre vorliegen und die entsprechend als eine Art "Monitoring-Strecke" eingestuft werden kann. Dazu wurden für das Gebiet zwischen 8.0 und 8.5° E sowie 53.95 und 54.2° N mittlere Dichten pro Vogelart und Tag bestimmt, wenn die kartierte Fläche mindestens 5 km² betrug. Ausreichende Zahlen an Fahrten von Oktober bis März liegen für die Winterhalbjahre 1990/91 (n = 11 Tage), 1991/92 (n = 23), 1992/93 (n = 20), 1993/94 (n = 15), 1996/97 (n = 6) und 1997/98 (n = 13) vor.

2.7.3 Ergebnisse und Diskussion

2.7.3.1 Die Verbreitung der wichtigsten Arten im Winterhalbjahr

Seetaucher (Sterntaucher *Gavia stellata* und Prachtaucher *Gavia arctica*):

Die beiden Seetaucher-Arten haben ihren Verbreitungsschwerpunkt in der Nordsee in der östlichen Deutschen Bucht (Skov et al., 1995). Während im "Herbst" nur geringe Dichten erreicht werden (Abb. 2.7.1, alle Abbildungen dieses Kapitels in Kapitel 2.7.6), liegen die Werte im "Winter" deutlich höher (Abb. 2.7.2).

Schwerpunkt ist vor allem der der schleswig-holsteinischen Küste vorgelagerte Bereich rund um die 20 m-Tiefenlinie, der entsprechend von großer internationaler Bedeutung ist. Hohe Dichten können aber auch im Bereich der Ostfriesischen Inseln und im Weser-Jade-Ästuar erreicht werden. Die räumliche Ausdehnung des Vorkommens-Schwerpunktes in der östlichen Deutschen Bucht variiert mit der Verlagerung der Salzgehaltsfronten (Skov & Prins, 2001), deren Lage eine Funktion des Süßwasserausstroms der Elbe unter Einfluss von Windrichtung und -stärke ist.

Eissturmvogel (*Fulmarus glacialis*):

Die Hochseevogelart Eissturmvogel wird im "Herbst" und "Winter" nur in geringer Dichte in der Deutschen Bucht angetroffen (Abb. 2.7.3 und 2.7.4). Das Vorkommen ist im küstenfernen Bereich stärker ausgeprägt als küstennah. Es ist anzunehmen, dass das meteorologisch-hydrographische Regime auch die Verbreitung im Winterhalbjahr steuert, wie dies deutlich für die Sommermonate gezeigt werden konnte (Camphuysen & Garthe, 1997; Garthe, 1998). So legen die Daten zur Verbreitung nahe, dass Eissturmvögel phasenweise überhaupt nicht oder nur in sehr geringer Anzahl in der Deutschen Bucht zu finden sind (z.B. Januar 2001 bei längerer SE-Windlage), zu anderen Situationen aber ziemlich flächenhaft und häufig.

Basstölpel (*Morus bassanus*):

Basstölpel verlassen im Herbst die Nordsee und kehren erst wieder im Spätwinter zurück (Stone et al., 1995). Entsprechend unbedeutend ist die Verbreitung im Winterhalbjahr in der Deutschen Bucht (Abb. 2.7.5 und 2.7.6).

Trauerente (*Melanitta nigra*):

Aufgrund erheblicher Schwierigkeiten bei der Erfassung dieser punktuell im Flachwasser vorkommenden Vogelart (Hennig & Hälterlein, 2000) sind die Verbreitungskarten nur bedingt aussagekräftig (Abb. 2.7.7 und 2.7.8). Aktuell besteht in der Deutschen Bucht das wichtigste Überwinterungsgebiet westlich der Insel Eiderstedt, südlich von Amrum sowie nördlich der Insel Sylt (Mitschke et al., 2001; Hennig, 2001). Die Vorkommen stehen offensichtlich in Zusammenhang mit geeigneten Muschelvorkommen, wobei auch Störungen durch Schiffsverkehr eine wichtige Rolle spielen. Eine aktuelle Zusammenschau der bekannten Effekte gibt Hennig (2001).

Lachmöwe (*Larus ridibundus*):

Die Lachmöwe wird im "Herbst" und "Winter" regelmäßig nur in direkter Küstennähe, vor allem an Fischereifahrzeugen, angetroffen (Abb. 2.7.9 und 2.7.10). Die recht weite Streuung der Nachweise im "Winter" resultiert offensichtlich aus Heimzug-Beobachtungen im März, die bei dieser Art nicht mehr dem Winter zuzurechnen sind.

Sturmmöwe (*Larus canus*):

Die Sturmmöwe ist im Winterhalbjahr eine der häufigsten und am weitesten verbreiteten Arten in der Deutschen Bucht (Abb. 2.7.11 und 2.7.12). Dies gilt insbesondere für die Bereiche zwischen der Küste und der 30 m-Tiefenlinie. Das Vorkommen ist von internationaler Bedeutung (Skov et al., 1995). Das Vorkommen auf See ist stark windabhängig, wobei die Sturmmöwen bei Ostwindlagen weiter auf See hinaus und in viel größeren Dichten anzutreffen sind als bei Westwindlagen, wo sich die Verbreitung auf einen recht schmalen Streifen vor der Küste zu beschränken scheint (Garthe & Hüppop, 1997; Garthe unveröff. Daten).

Heringsmöwe (*Larus fuscus*):

Die Heringsmöwe verlässt als Zugvogel nach der Brutzeit ihre Reproduktionsgebiete und wurde entsprechend im "Herbst" nur in Einzelexemplaren nachgewiesen (Abb. 2.7.13). Die Heringsmöwe wandert im März wieder in die Deutsche Bucht ein (Mitschke et al., 2001), so dass die Verbreitungskarte des "Winters" eine Mischung aus der Abwesenheit im Januar/Februar und der Rückkehr im März darstellt (Abb. 2.7.14).

Silbermöwe (*Larus argentatus*):

Die Silbermöwe ist im Winterhalbjahr flächig in der Deutschen Bucht verbreitet (Abb. 2.7.15 und 2.7.16). Vorkommensschwerpunkte finden sich in den Flussästuaren, nahe der seewärtigen Grenze des Wattenmeeres und auch weiter ab der Küste, wobei letztere meist durch größere Ansammlungen an Fischkuttern zustande kommen.

Mantelmöwe (*Larus marinus*):

Die Mantelmöwe zeigt im Winterhalbjahr ein ähnliches Vorkommensmuster wie die Silbermöwe (Abb. 2.7.17 und 2.7.18).

Dreizehenmöwe (*Rissa tridactyla*):

Die Dreizehenmöwe ist im Winterhalbjahr in der Deutschen Bucht weit verbreitet (Abb. 2.7.19 und 2.7.20). Ihr Wintervorkommen ist weitaus größer und beständiger als das des Eissturmvogels. Nachweise aus dem küstennahen Raum sind vergleichsweise selten und stehen offensichtlich in Zusammenhang mit den Windlagen, wie dies bereits bei Eissturmvogel und Sturmmöwe beschrieben wurde (s. oben; Garthe & Hüppop, 1997).

Trottellumme (*Uria aalge*):

Die Trottellumme ist im Winterhalbjahr eine flächig und häufig vorkommende Art (Abb. 2.7.21 und 2.7.22). Die "Winter"-Verbreitung ist durch die Rückkehr zu den

Brutplätzen im Februar/März beeinflusst. Im "Herbst" scheinen die Schwerpunkte der Verbreitung etwas küstenferner zu liegen als im "Winter", wo die größten Dichten insbesondere nördlich der Ostfriesischen Inseln zu finden sind.

Tordalk (*Alca torda*):

Der Tordalk kommt in der Deutschen Bucht viel seltener als die Trottellumme vor. Obwohl die Art in allen Bereichen des Gebietes nachgewiesen wurde, ist die Verbreitung viel lückenhafter (Abb. 2.7.23 und 2.7.24). Im "Herbst" gibt es eine auffällige Konzentration der Tordalken vor der niedersächsischen Küste (vgl. Garthe & Hüppop, 2000), die eine Entsprechung auch vor den Westfriesischen Inseln findet (Camphuysen, 1998). Die zeitliche Ausdehnung und die Beständigkeit des Vorkommens vor den Ostfriesischen Inseln ist unbekannt, wird aber Gegenstand zukünftiger Untersuchungen sein.

2.7.3.2 Mögliche Veränderungen der Verbreitung und Häufigkeit

Die Analyse der vielen Zähltag in dem in "Material und Methode" spezifizierten Bereich südöstlich der Insel Helgoland zeigt, dass die Dichte aller häufigen Arten zwischen den Winterhalbjahren stark schwankt (Abb. 2.7.25). Dabei wird deutlich, dass die Schwankungen von Jahr zu Jahr durchaus stärker sind als ein Trend über alle Jahre. Dies ist wohl vor allem dadurch zu erklären, dass das meteorologisch-hydrographische Regime die räumlich-zeitliche Dynamik in diesem Gebiet steuert. Wie oben bereits bei Sturm- und Dreizehenmöwe angedeutet, lassen sich Veränderungen in der Zusammensetzung der Avifauna auf See mit unterschiedlichen Windlagen in Verbindung bringen. Bei länger anhaltenden Ostwindlagen dominiert die Sturmmöwe, bei Westwindlagen treten Dreizehenmöwe, Trottellumme und Mantelmöwe verstärkt auf (Garthe & Hüppop, 1997). Die Kenntnis der dafür ursächlichen Zusammenhänge ist noch sehr gering und Gegenstand laufender Untersuchungen. Die stark schwankenden Dichten in Abb. 2.7.25 sind Mittelwerte über eine Vielzahl von Zählungen ganz unterschiedlicher Wetterlagen und daher nicht geeignet, einen mittelfristigen Trend der Bestände wiederzugeben.

Vergleiche zwischen den "Wintern" 1994-97 und 1998-2001 für sechs der zwölf oben aufgelisteten Arten(-gruppen), für die das Material am aussichtsreichsten eingeschätzt wird, ergibt keinen Hinweis auf Umverlagerungen in den Verbreitungsschwerpunkten oder wesentliche Änderungen der Häufigkeit. Dies sei am Beispiel von Dreizehenmöwe (Abb. 2.7.26 und 2.7.27) und Trottellumme (Abb. 2.7.28 und 2.7.29) veranschaulicht. Es sei dennoch darauf hingewiesen, dass es sehr wohl unterschiedliche Dichten in gleichen Gebieten gibt, vor allem im Küstenbereich. Dies dürfte zwei Ursachen haben. Zum einen ist die küstennahe Seevogeldynamik im Winter stark von meteorologisch-hydrographischen Faktoren abhängig (vgl. oben; Garthe & Hüppop, 1997; Mitschke et al., 2001), so dass unterschiedliche Wetterlagen während der Winter oder zumindest während der Untersuchungsphasen innerhalb der Zeiträume für derartige Unterschiede verantwortlich sein können. Zum anderen ist die Abdeckung der Untersuchungsgebiete zwischen den beiden Vier-Winter-Zeiträumen recht unterschiedlich, so dass selbst großräumige Vergleiche er-

schwert sind. Dennoch müssten gravierende Unterschiede auffallen.

2.7.4 Schlussfolgerungen für Spülsaumfunde

Bei den Auswertungen der "Seabirds-at-Sea"-Daten ist zunächst darauf hinzuweisen, dass räumlich-zeitliche Unterschiede beim Untersuchungs-aufwand (auch innerhalb der "Herbst"- und "Winter"-Quartale) vergleichende Aussagen zwischen Jahren nur bedingt zulassen. Sehr wohl sind die Daten bei weitem ausreichend, um die Grundmuster der Verbreitung und Häufigkeit der Vogelarten auf See zu beschreiben.

Welche Erklärungen gibt es aber für die unterschiedlichen Spülsaumfunde und/oder Verölungsraten zwischen Arten, Gebieten und Jahren? Eine Antwort darauf kann nur unter Berücksichtigung der Größenskalierung gegeben werden. So sind - großräumig (= Deutsche Bucht-weit) gesehen - wesentliche Unterschiede in der Verbreitung und Häufigkeit der detailliert betrachteten 13 Arten im Winterhalbjahr gegeben, wie sie ähnlich auch für das Sommerhalbjahr beschrieben wurden (Garthe, 1997). Der Eissturmvogel ist beispielsweise eine Hochseeart, die am ehesten küstenfern gesehen wird. Die Lachmöwe wird dagegen am ehesten in den Flussmündungsbereichen gefunden. Silber- und Mantelmöwen sind recht flächig verbreitet. Der Tordalk zeigt zumindest phasenweise eine sehr starke Konzentration auf einen Bereich.

Kleinräumig fallen dann erhebliche Unterschiede in der Häufigkeit auf, wenn man umfangreichere Datenreihen berücksichtigt, wie sie z.B. zwischen Helgoland und der Elbmündung bestehen. Diese sind zumindest teilweise sehr gut mit hydrographischen und meteorologischen Faktoren korreliert (z.B. Garthe & Hüppop, 1995; Garthe, 1998). Ein zahlen- und flächenmäßig starkes Vorkommen der Dreizehenmöwe in diesem Bereich fällt nahezu immer mit einem entsprechend geringeren Vorkommen der Sturmmöwen zusammen und andersherum. Somit ist in diesem Fall auch mit einem unterschiedlichen Trend in der Anzahl der Totfunde an der Küste bei Sturm- und Dreizehenmöwe zu rechnen.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Vogel verölt oder anderweitig geschädigt wird und an die Küste gespült wird, ist daher u.a. vom Grundmuster des Vorkommens, der Jahreszeit, der aktuellen (meist windgesteuerten) hydrographischen Situation und auch (nach der Schädigung) von der vorherrschenden Strömung abhängig. Analysiert man die Schwankung der Jahresstrecken an Spülsaumfunden, ist entsprechend eine sehr hohe Datendichte erforderlich, die durch das Seabirds-at-Sea-Programm nicht vorliegt und wahrscheinlich auch zukünftig nicht erzielt werden kann. Somit bleibt festzustellen, dass die starken jahrweisen Schwankungen der Spülsaumstrecken, z.B. bei Eissturmvogel und Trottellumme, innerhalb der letzten 5 Winter sich nicht mit Daten zur Verbreitung und Häufigkeit von Seevögeln auf See erklären lassen.

Problematisch bei der Interpretation von Spülsaumfunden ist ferner, dass die Sterblichkeit der Arten generell nur unzureichend bekannt ist. Die einzige neuere Untersuchung mit Bedeutung für die Deutsche Bucht zeigte anhand von Ringfunden der Trottellumme, dass die Mortalitätsrate bei dieser Art im letzten Jahrhundert nahezu

konstant geblieben ist (Hüppop, 1996). Bei den Haupttodesursachen gab es jedoch gravierende Veränderungen: Während früher menschliche Verfolgung der Haupt-Mortalitätsfaktor bei der Trottellumme war, ist dieses heute das Ertrinken in Fischnetzen. Verölung ist als Faktor vor allem in den 70er und 80er Jahren ein weiterer wichtiger Faktor gewesen, in der Bedeutung mittlerweile jedoch etwas zurückgegangen (Hüppop, 1996). Inwieweit diese Ergebnisse zumindest tendenziell auch für andere Arten zutreffen, kann derzeit nicht gesagt werden.

Hinweise auf erhöhte Mortalität können u.a. auch sogenannte Wrecks geben, also zeitlich bzw. räumlich begrenzte Massensterben. Hauptursachen für Wrecks sind Schlechtwetter-Ereignisse, Verschmutzungen/Vergiftungen und Nahrungsengpässe (Übersicht in Camphuysen et al., 1999). Die Bedeutung solcher Ereignisse für Brut- und Rastbestände ist jedoch kaum zu ermitteln.

Bestandstrends für Hochseevogelarten können derzeit nur anhand von Brutbestandserfassungen (weitgehend gut bekannt), Seawatching-Daten (umfangreiches Material liegt nur aus den Niederlanden, Helgoland und SW-Dänemark vor), Seabirds-at-Sea-Daten sowie Spülsaumfunden ermittelt werden. Aufgrund der Schwierigkeit, aktuell durchziehende Vögel (Seawatching) sowie Rast- und Wintervorkommen Brutplätzen zuzuordnen, wird das in dieser Arbeit dargestellte Datenmaterial daher für die Abschätzung der Rast- und Überwinterungsbestände in der Deutschen Bucht als aktueller Wissensstand eingeschätzt.

2.7.5 Literatur

Camphuysen, C.J. (1998): Het voorkomen van de Alk Alca torda in Nederlandse wateren. *Limosa* 71: 69-75.

Camphuysen, C.J. & Garthe, S. (1997): An evaluation of the distribution and scavenging habits of Northern Fulmars *Fulmarus glacialis* in the North Sea. *ICES J. Mar. Sci.* 54: 654-683.

Camphuysen, C.J., Wright, P.J., Leopold, M.F., Hüppop, O. & Reid, J.B. (1999): A review of the causes, and consequences at the population level, of mass mortalities of seabirds. *ICES Coop. Res. Rep.* 232 : 51-66.

Garthe, S. (1997): Influence of hydrography, fishing activity and colony location on summer seabird distribution in the southeastern North Sea. *ICES J. Mar. Sci.* 54: 566-577.

Garthe, S. (1998): Gleich und doch anders: Zur Habitatwahl von Eissturmvogel (*Fulmarus glacialis*) und Sturmmöwe (*Larus canus*) in der Deutschen Bucht. *Seevögel* 19, Sonderheft: 81-85.

Garthe, S. & Hüppop, O. (1995): The distribution of Fulmars *Fulmarus glacialis* in the German Bight: do fisheries or hydrography explain the pattern? *Limosa* 68: 123-124.

Garthe, S. & Hüppop, O. (1997): Can seabirds be used as hydrocasts? In: Extended abstracts, Symposium "New Challenges for North Sea Research - 20 years after

- FLEX '76". Ber. Zentr. Meeres- u. Klimaforsch. Hamburg, Reihe Z, 2: 77-81.
- Garthe, S. & Hüppop, O. (2000): Aktuelle Entwicklungen beim Seabirds-at-Sea-Programm in Deutschland. *Vogelwelt* 121: 301-305.
- Hennig, V. (2001): An evaluation of available knowledge on the necessity of undisturbed moulting sites for seaducks in the Offshore area, in order to investigate the possibilities for creating such undisturbed moulting sites. Unpubl. Report, TMP Project 35.
- Hennig, V. & Hälterlein, B. (2000): Trauerente - Erfassungsschwierigkeiten einer Offshore-Vogelart. *Wattenmeermonitoring 1999*. Schwerpunktthema: Der Mensch in der Nationalparkregion. Schriftenreihe Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Tönning. S. 20-23.
- Hüppop, O. (1996): Causes and trends of the mortality of Guillemots (*Uria aalge*) ringed on the island of Helgoland, German Bight. *Vogelwarte* 38: 217-224.
- Mitschke, A., Garthe, S. & Hüppop, O. (2001): Erfassung der Verbreitung, Häufigkeiten und Wanderungen von See- und Wasservögeln in der deutschen Nordsee und Entwicklung eines Konzeptes zur Umsetzung internationaler Naturschutzziele. *BfN-Skripten* 34: 1-100.
- Skov, H., Durinck, J., Leopold, M.F. & Tasker, M.L. (1995): Important bird areas for seabirds in the North Sea including the Channel and the Kattegat. *BirdLife International*, Cambridge.
- Skov, H. & Prins, E. (2001): Impact of estuarine fronts on the dispersal of piscivorous birds in the German Bight. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 214: 279-287.
- Stone, C.J., Webb, A., Barton, C., Ratcliffe, N., Reed, T.C., Tasker, M.L., Camphuysen, C.J. & Pienkowski, M.W. (1995): An atlas of seabird distribution in north-west European waters. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.
- Tasker, M.L., Jones, P.H., Dixon, T.J. & Blake, B.F. (1984): Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardized approach. *Auk* 101: 567-577.
- Webb, A. & Durinck, J. (1992): Counting birds from ships. In: Komdeur, J., Bertelsen, J. & Cracknell, G. (eds.): *Manual for aeroplane and ship surveys of waterfowl and seabirds*. IWRB Spec. Publ. 19: 24-37.

2.7.6 Abbildungen

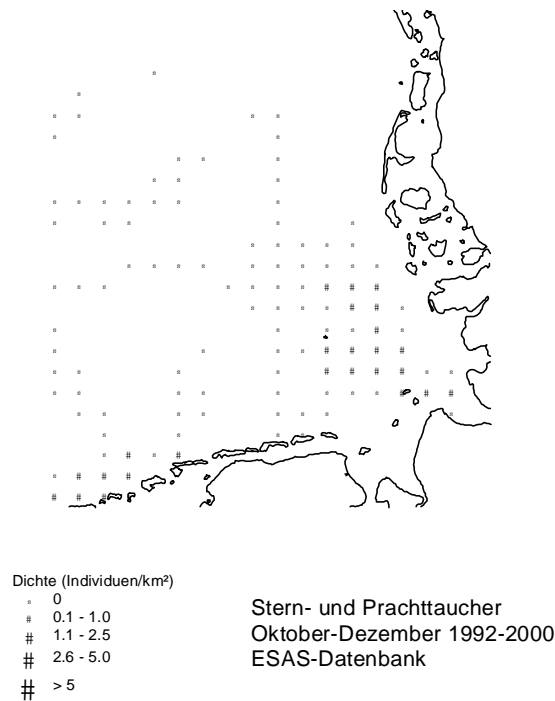


Abbildung 2.7.1: Verbreitung von Stern- und Prachttäuchern in der Deutschen Bucht von Oktober bis Dezember 1992-2000.

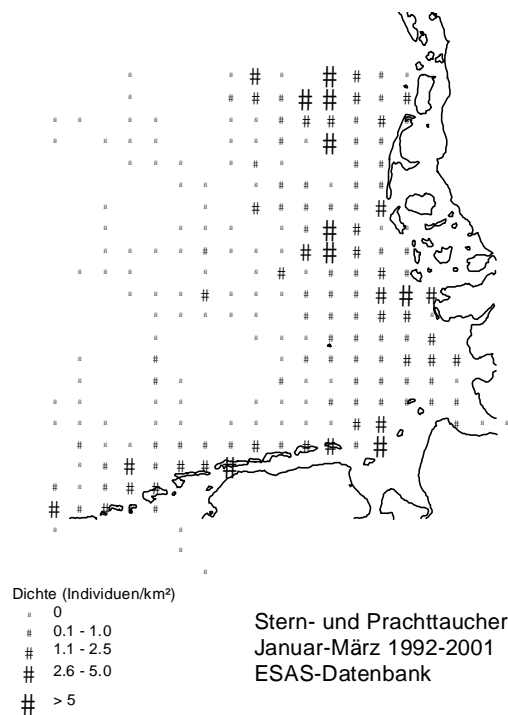


Abbildung 2.7.2: Verbreitung von Stern- und Prachttäuchern in der Deutschen Bucht von Januar bis März 1992-2001.

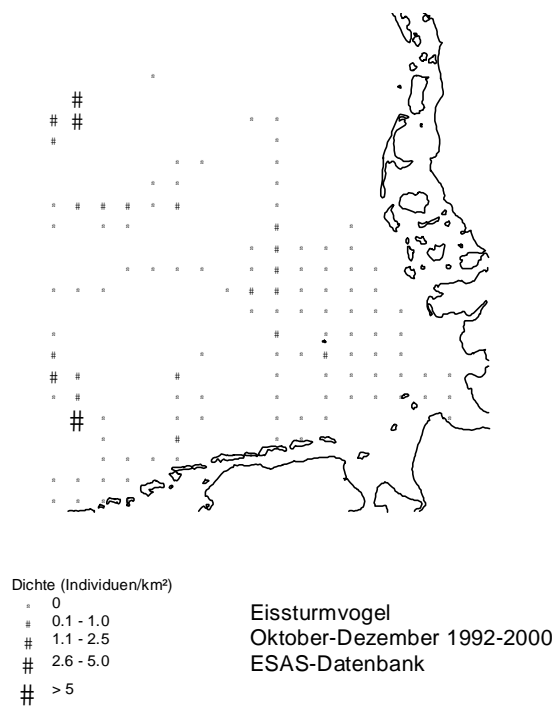


Abbildung 2.7.3: Verbreitung von Eissturmvögeln in der Deutschen Bucht von Oktober bis Dezember 1992-2000.

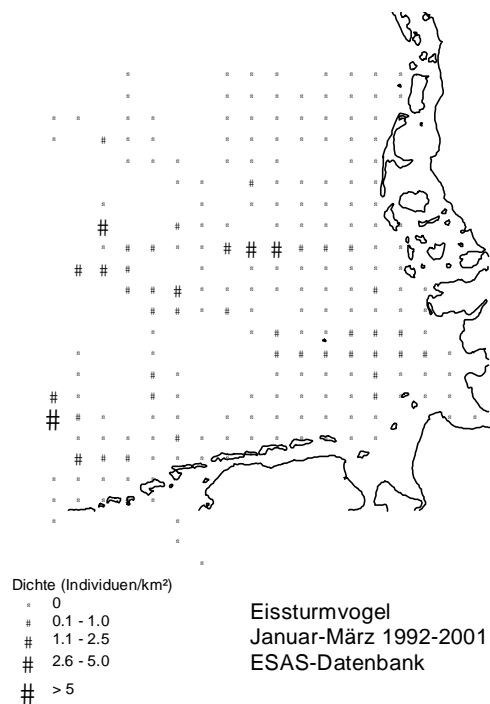


Abbildung 2.7.4: Verbreitung von Eissturmvögeln in der Deutschen Bucht von Januar bis März 1992-2001.

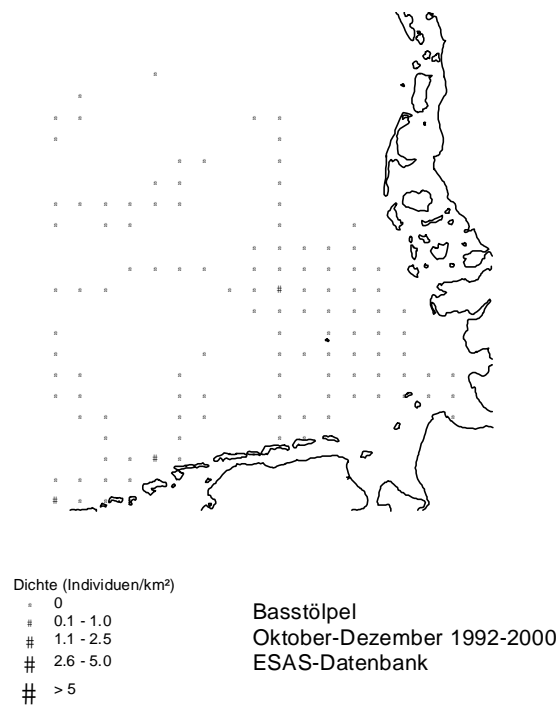


Abbildung 2.7.5: Verbreitung von Basstölpeln in der Deutschen Bucht von Oktober bis Dezember 1992-2000.

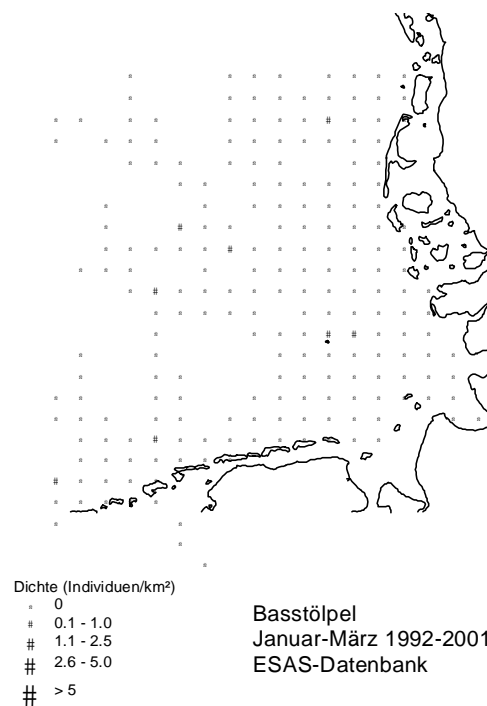


Abbildung 2.7.6: Verbreitung von Basstölpeln in der Deutschen Bucht von Januar bis März 1992-2001.

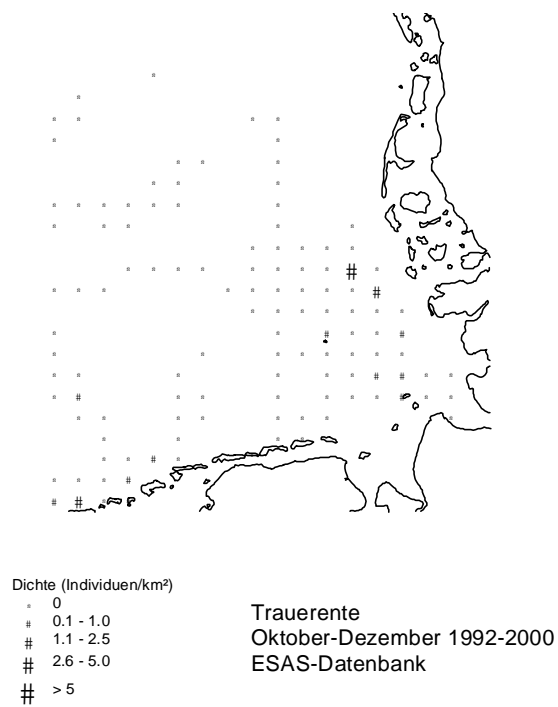


Abbildung 2.7.7: Verbreitung von Trauerenten in der Deutschen Bucht von Oktober bis Dezember 1992-2000.

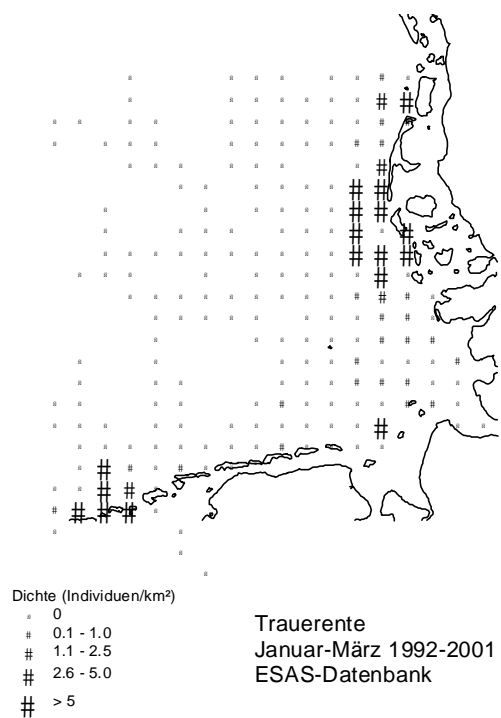


Abbildung 2.7.8: Verbreitung von Trauerenten in der Deutschen Bucht von Januar bis März 1992-2001.

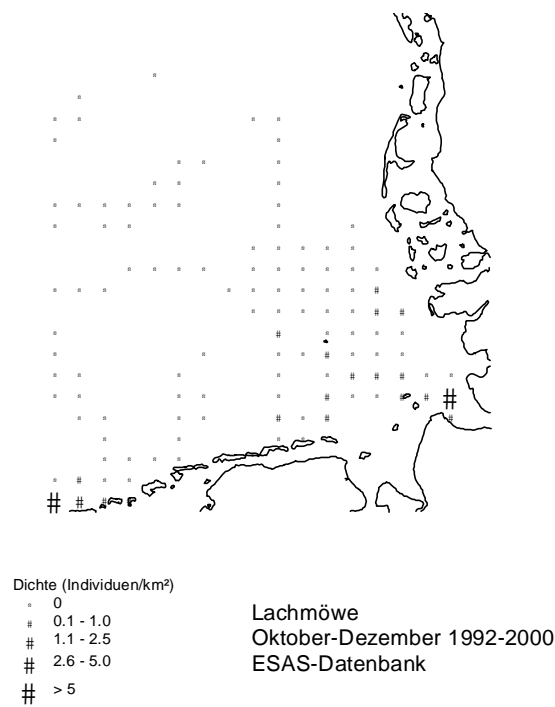


Abbildung 2.7.9: Verbreitung von Lachmöwen in der Deutschen Bucht von Oktober bis Dezember 1992-2000.

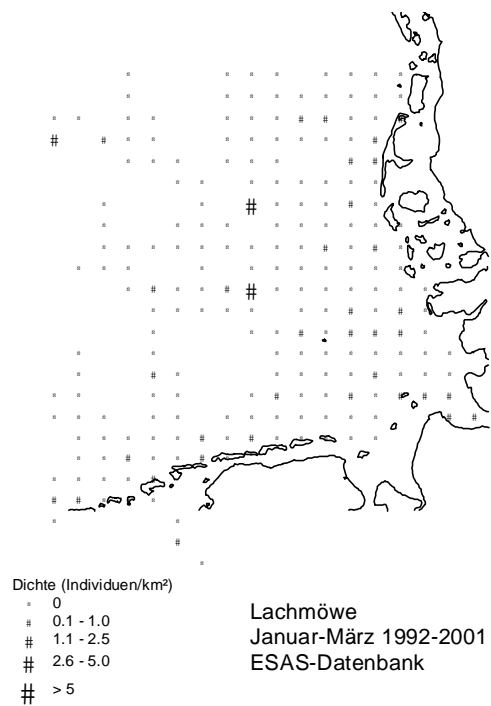


Abbildung 2.7.10: Verbreitung von Lachmöwen in der Deutschen Bucht von Januar bis März 1992-2001.

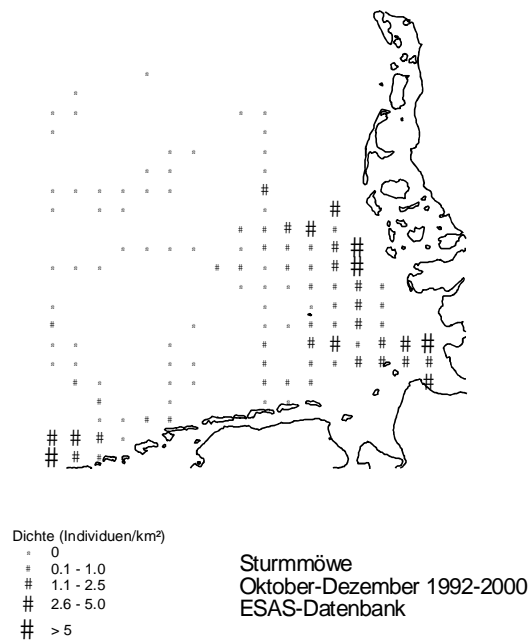


Abbildung 2.7.11: Verbreitung von Sturmmöwen in der Deutschen Bucht von Oktober bis Dezember 1992-2000.

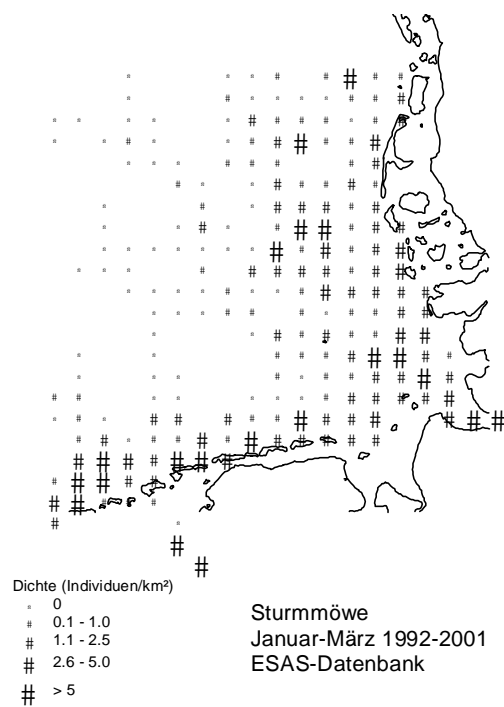


Abbildung 2.7.12: Verbreitung von Sturmmöwen in der Deutschen Bucht von Januar bis März 1992-2001.

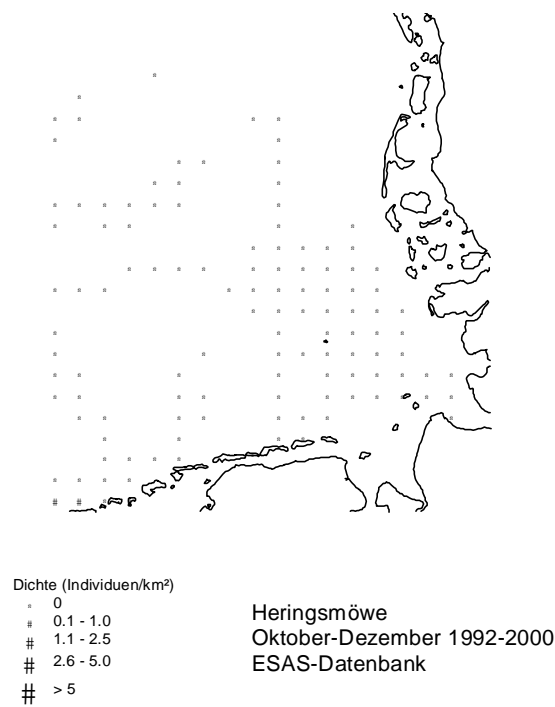


Abbildung 2.7.13: Verbreitung von Heringsmöwen in der Deutschen Bucht von Oktober bis Dezember 1992-2000.

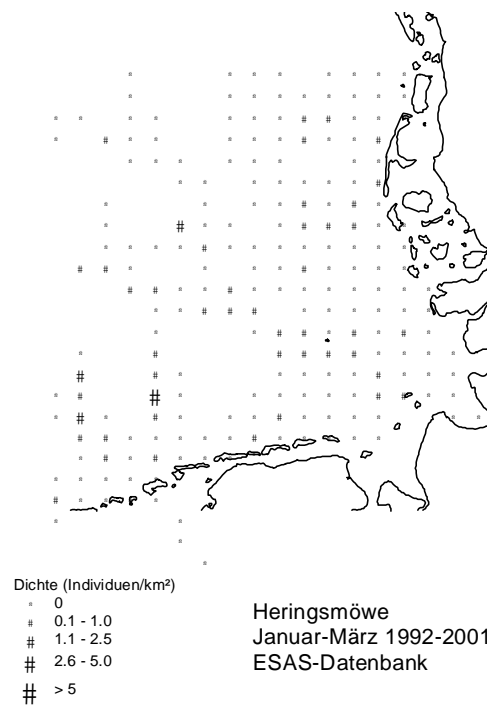


Abbildung 2.7.14: Verbreitung von Heringsmöwen in der Deutschen Bucht von Januar bis März 1992-2001.

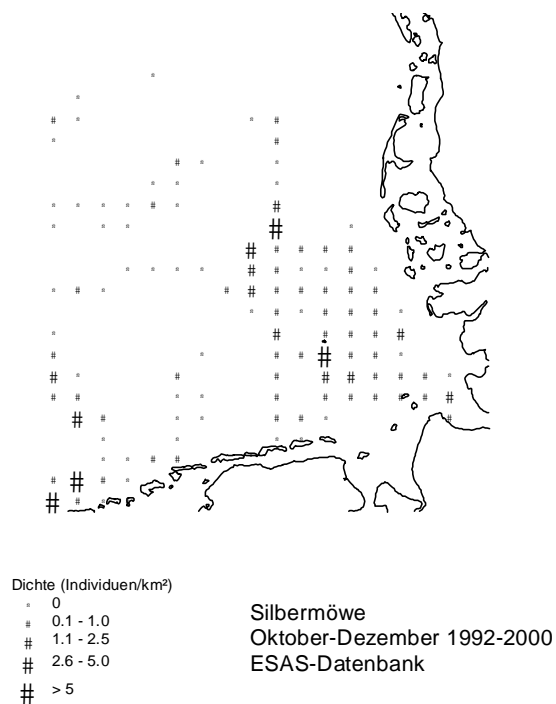


Abbildung 2.7.15: Verbreitung von Silbermöwen in der Deutschen Bucht von Oktober bis Dezember 1992-2000.

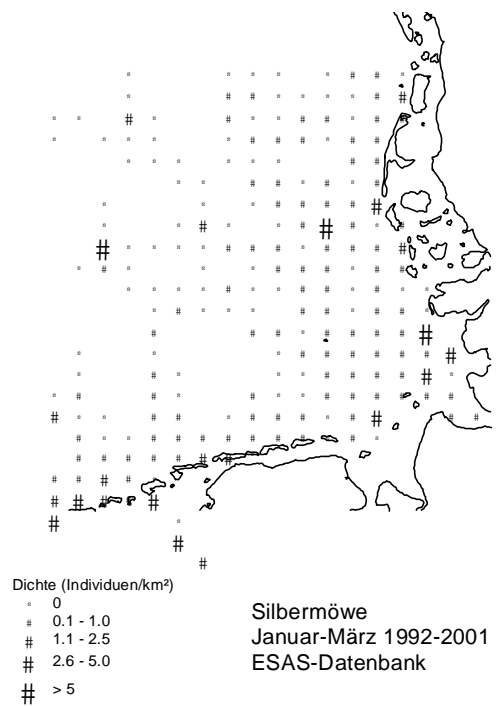


Abbildung 2.7.16: Verbreitung von Silbermöwen in der Deutschen Bucht von Januar bis März 1992-2001.

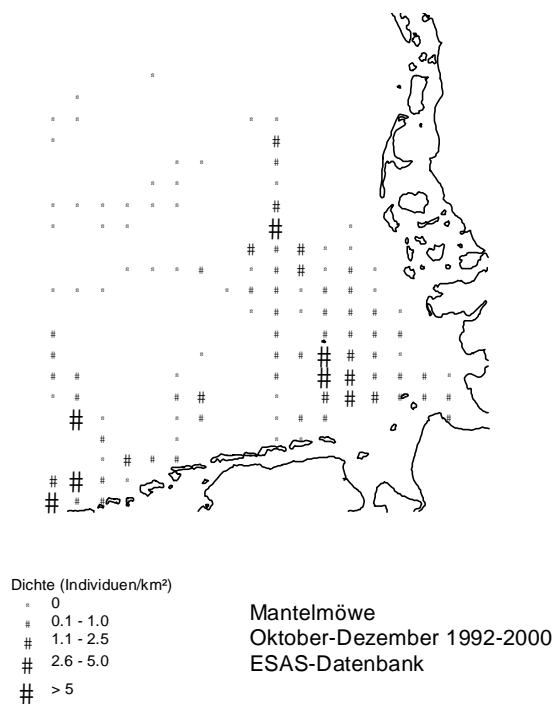


Abbildung 2.7.17: Verbreitung von Mantelmöwen in der Deutschen Bucht von Oktober bis Dezember 1992-2000.

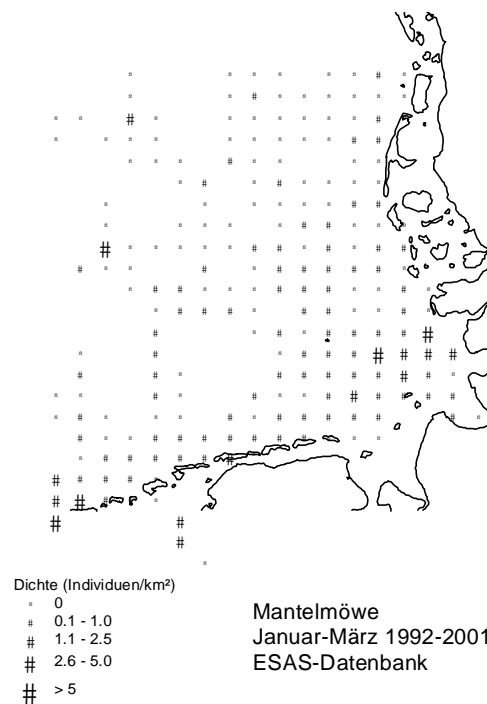


Abbildung 2.7.18: Verbreitung von Mantelmöwen in der Deutschen Bucht von Januar bis März 1992-2001.

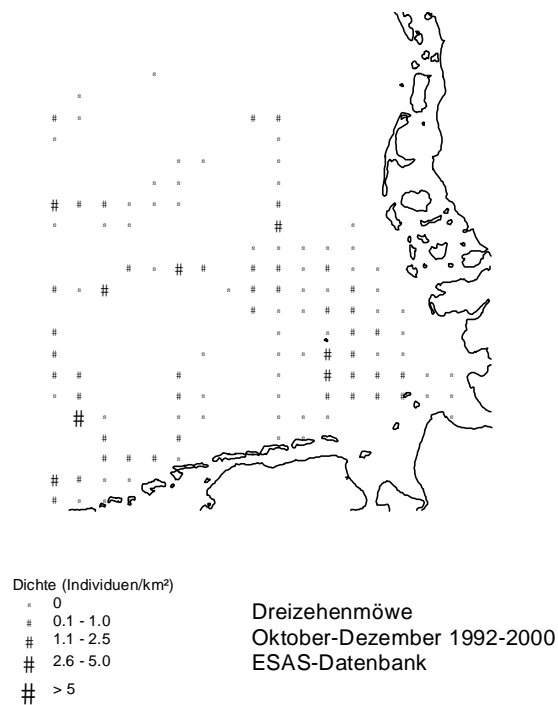


Abbildung 2.7.19: Verbreitung von Dreizehenmöwen in der Deutschen Bucht von Oktober bis Dezember 1992-2000.

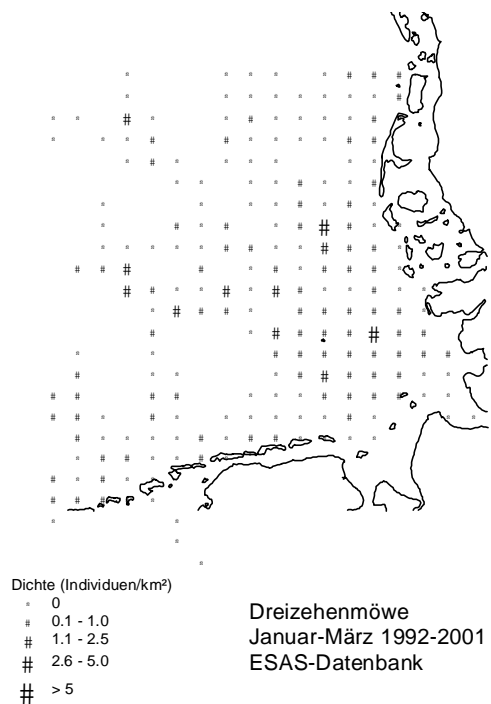


Abbildung 2.7.20: Verbreitung von Dreizehenmöwen in der Deutschen Bucht von Januar bis März 1992-2001.

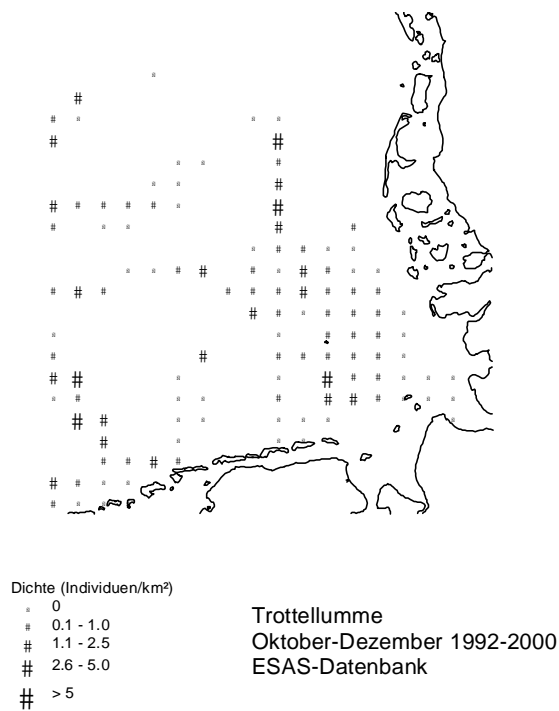


Abbildung 2.7.21: Verbreitung von Trottellummen in der Deutschen Bucht von Oktober bis Dezember 1992-2000.

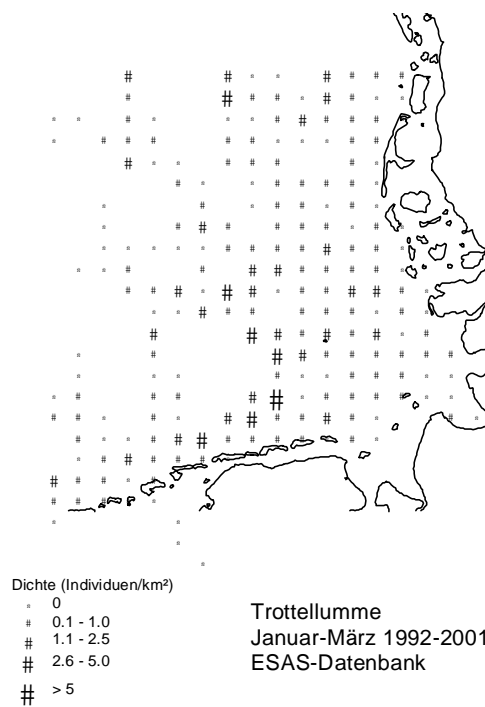


Abbildung 2.7.22: Verbreitung von Trottellummen in der Deutschen Bucht von Januar bis März 1992-2001.

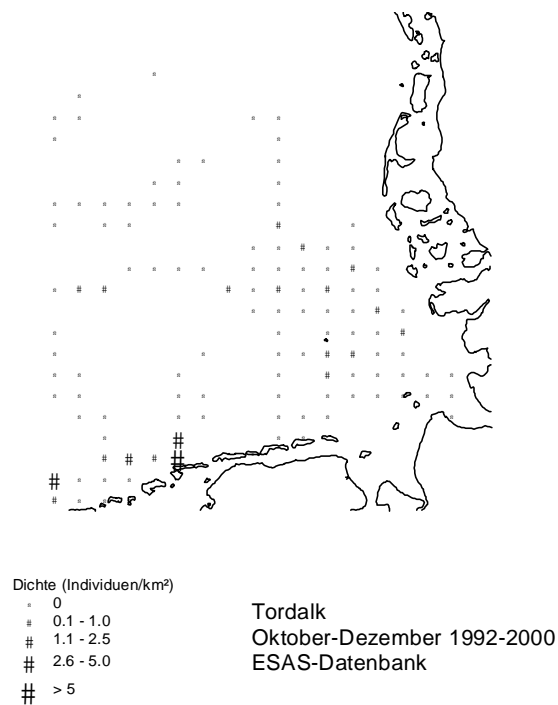


Abbildung 2.7.23: Verbreitung von Tordalken in der Deutschen Bucht von Oktober bis Dezember 1992-2000.

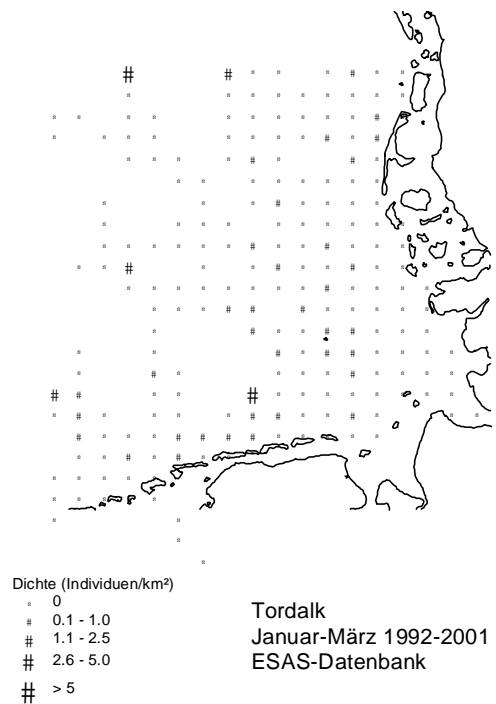


Abbildung 2.7.24: Verbreitung von Tordalken in der Deutschen Bucht von Januar bis März 1992-2001.

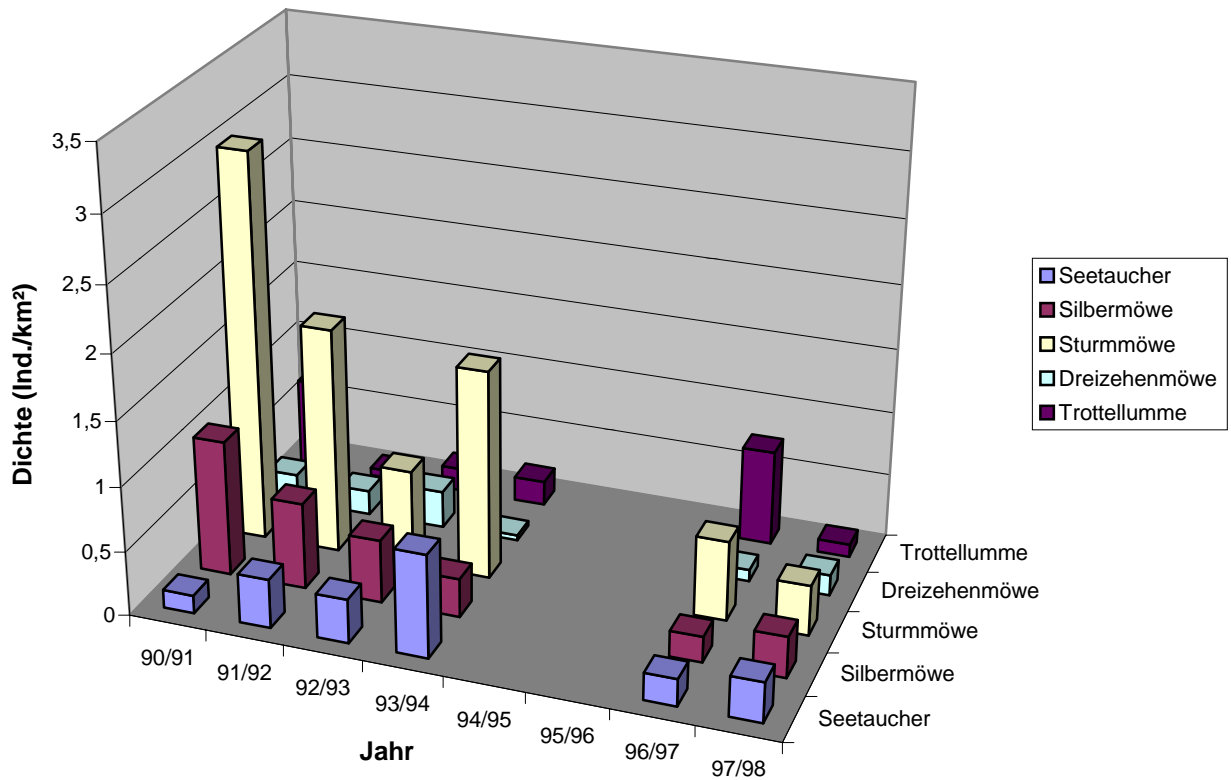


Abbildung 2.7.25: Mittlere Dichten von Seetauchern, Silbermöwe, Sturmmöwe, Dreizehenmöwe und Trottellumme in den Winterhalbjahren 1990/91-1993/94 sowie 1996/97-1997/98 in einem Gebiet südöstlich von Helgoland (weitere Details: s. Kapitel 2.7.2 Material und Methode).

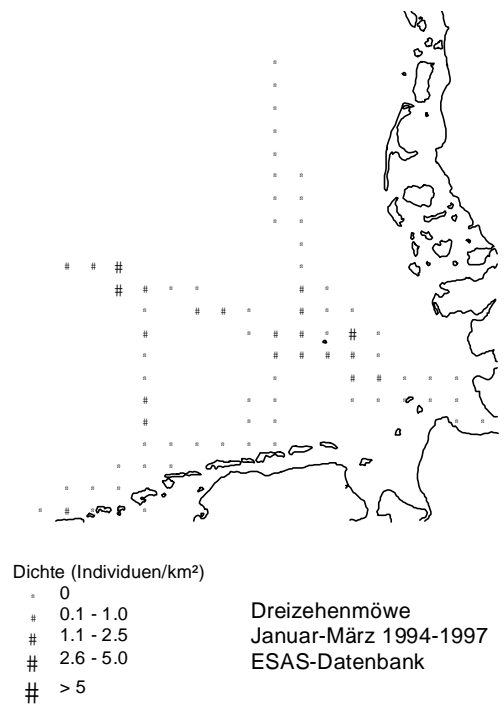


Abbildung 2.7.26: Verbreitung von Dreizehenmöwen in der Deutschen Bucht von Januar bis März 1994-1997.

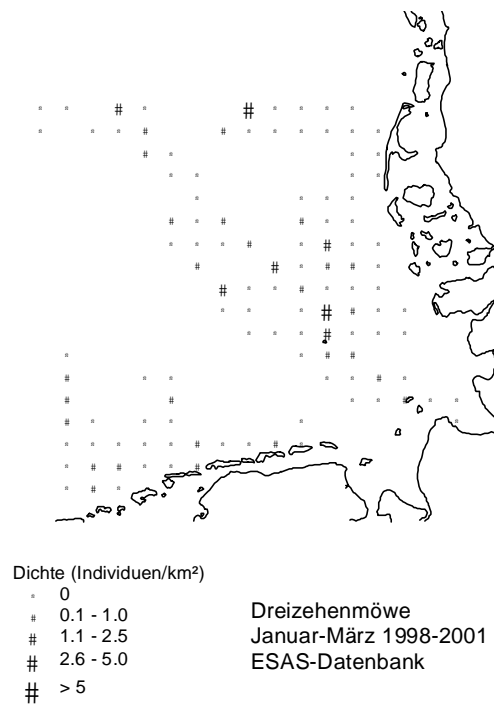


Abbildung 2.7.27: Verbreitung von Dreizehenmöwen in der Deutschen Bucht von Januar bis März 1998-2001.

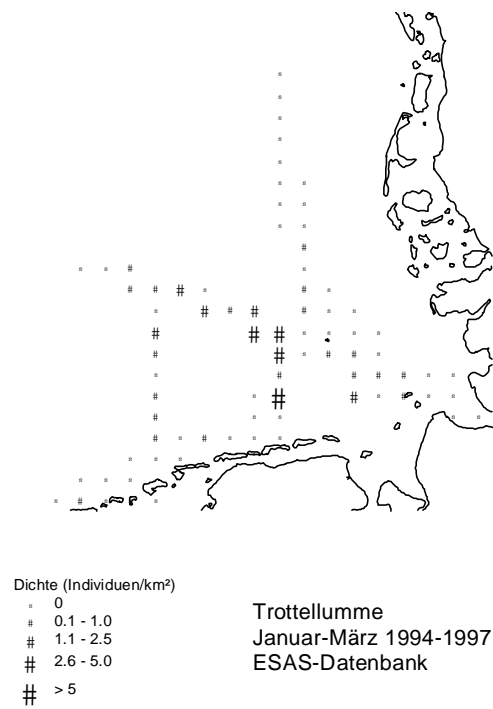


Abbildung 2.7.28: Verbreitung von Trottellummen in der Deutschen Bucht von Januar bis März 1994-1997.

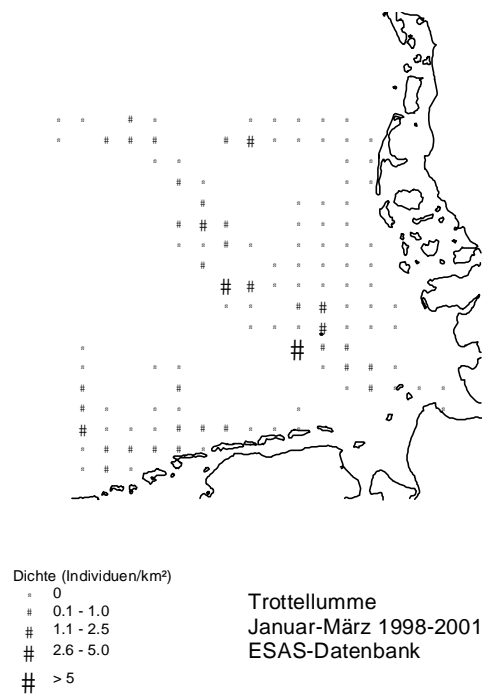


Abbildung 2.7.29: Verbreitung von Trottellummen in der Deutschen Bucht von Januar bis März 1998-2001.

2.8 ANALYSE UND BEWERTUNG DER ERGEBNISSE DER SPÜLSAUMKONTROLLEN UNTER EINBEZIEHUNG ZUSÄTZLICHER ERKENNTNISSE

2.8.1 Einleitung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Spülsaumkontrollen mit den Erkenntnissen aller begleitender Untersuchungen und Aspekte, wie Ölanalysen, Seeverkehrsanalyse, Entsorgungsmengen in den Häfen, Meldungen von Ölverschmutzungen auf See sowie den beeinflussenden Faktoren Wetter, Verbreitung, Häufigkeit und Sterblichkeit von Seevögeln in Verbindung gebracht. Dadurch lassen sich die Öleinträge in die Nordsee besser bestimmen, quantifizieren und zu einem gewissen Grad die verschiedenen Maßnahmen zur Reduktion von Ölverschmutzungen, wie z.B. die Schiffsentsorgung in den Häfen, bewerten. Die Ergebnisse der Analyse aller Faktoren sowie der räumlich-zeitlichen Veränderungen der Verölungsraten ergeben so dann ein zuverlässiges Bild über die räumlich-zeitlichen Veränderungen der Belastung der südlichen Nordsee mit Öl und erlauben Aussagen über mögliche Ursachen für diese Änderungen.

2.8.2 Einfluss bestimmter Faktoren auf die Ergebnisse der Spülsaumkontrollen

2.8.2.1 Einfluss des Unfalls der Pallas 1998

Am 29.10.98 lief südwestlich von Amrum der Holzfrachter Pallas auf Grund. Am 30.10. wurden erste Ölaustritte registriert und am 04.11. die ersten verölten Vögel gesichtet. Insgesamt liefen aus dem Wrack der Pallas ca. 244 m³ Öl, hauptsächlich Schweröl, aber auch Diesel- und Hydrauliköl in die Nordsee und das Wattenmeer (Reineking, 1999).

Über 12.000 verölte Vögel wurden auf den Stränden der Westküste Schleswig-Holsteins und Dänemarks registriert. Die Masse der betroffenen Vögel waren Eiderenten und Trauerenten. Eine Übersicht der Anzahl der gefundenen verölten Vögel der einzelnen Arten gibt Tabelle 2.8.1. Schätzungsweise 16.000 Individuen von 35 Vogelarten starben aufgrund der Ölverschmutzung durch die Pallas. Zusätzlich wurden etwa 10.000 Limikolen, darunter mindestens 5.000 Knutts, 1.000 Pfuhlschnepfen und 1.000 Goldregenpfeifer nach dem Auslaufen des Öls schwer- bis leichtverölt im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer beobachtet. Nur wenige dieser Limikolen wurden tot aufgefunden, doch es bleibt offen, wie viele der betroffenen Vögel dieser Arten den Winter tatsächlich überlebt haben (Fleet et al. 1999b; Günther, 1999).

Über 61% der Funde waren Eiderenten, 16% Trauerenten und ca. 19% nicht bestimmte Enten, bei denen es sich auch hauptsächlich um Eider- und Trauerenten

Tabelle 2.8.1: Anzahl der gefundenen verölten Vögel im Rahmen des Pallas-Unfalls an der schleswig-holsteinischen und dänischen Westküste im November 1998. (unbestimmt)* = überwiegend Trauer- und Eiderenten.

ART	ANZAHL
Deutschland	
Eiderente	7.365
Trauerente	1.962
Vögel (unbestimmt)*	1.921
Enten (unbestimmt)*	98
Trottellumme	87
Austernfischer	71
Baßtölpel	40
Brandente	40
Silbermöwe	39
Sterntaucher	27
Tordalk	14
Eissturmvogel	11
Lachmöwe	11
Pfeifente	11
Mantelmöwe	9
Stockente	8
Dreizehenmöwe	5
Ringelgans	5
Sturmmöwe	5
Kormoran	4
Krabbentaucher	4
Sanderling	4
Brachvogel	2
Möwe (unbestimmt)	2
Rothalstaucher	2
Drossel (unbestimmt)	1
Gänsesäger	1
Goldregenpfeifer	1
Haubentaucher	1
Limikole	1
Mittelsäger	1
Pfuhschnepfe	1
Rabenkrähe	1
Reiherente	1
Rotschenkel	1
Sandregenpfeifer	1
Schwarzhalstaucher	1
Skua	1
Taucher (unbestimmt)	1
Zwergtaucher	1
Summe	11.762
Dänemark	
Vögel (unbestimmt)*	325
Gesamtsumme	12.087

handelte. Der Unfall der Pallas führte im Rahmen der Spülsaumkontrollen zu einem Anstieg in der Verölungsrate dieser zwei Meeresentenarten in Schleswig-Holstein im Winter 1998/99. Im Vergleich zum Zeitraum 1992/93 - 1997/98 erhöhte sich in diesem Winter die Verölungsrate der Trauerente von 73% auf 77% und die der Eiderente von 21% auf 40%. Selbst diese Werte sind nur vorsichtige Schätzungen der tatsächlichen Verölungsraten in dieser Zeit, da die Zählungen auf den Spülsaumstrecken während und aufgrund der Aufräumarbeiten im Herbst 1998 teilweise nicht durchführbar waren und eingestellt werden mussten. Viele Vögel wurden daher auf den Spülsaumkontrollstrecken nicht systematisch erfasst. Ihre Daten sind zwar in den o.a. Übersichten eingegangen, eignen sich aber nicht für die Aufnahme zur Berechnung der Verölungsraten für den Herbst 1998.

2.8.2.2 Einfluss der Wetterverhältnisse

Die Wetterverhältnisse, insbesondere Kälte und Sturm, können die Ergebnisse des Spülsaummonitorings beeinflussen und durch erhöhte Sterblichkeit unter den See- und Wasservögeln zu einer Unterschätzung der Verölungsrate und damit der Belastung der Gewässer mit Öl führen. Windrichtung und -stärke beeinflussen direkt die Anzahl der Vogelkadaver, die an den Küsten der Deutschen Bucht angeschwemmt werden (siehe Kap. 2.6).

Die drei Winter des Vorhabens 1998/99 – 2000/01 waren „normal“ mild. Im Winter 2000/01 wehten die Winde eher von Land weg und damit in die Deutschen Bucht hinein bzw. in Richtung offenes Meer. Im Zeitraum 1992/93 – 2000/01 hob sich nur der extrem kalte Winter 1995/96 heraus.

Bei den vier Wattenmeerarten Austernfischer, Großer Brachvogel, Brandente und Eiderente sowie der Hochseeart Tordalk sind erhöhte Fundraten im dem extrem kalten Winter 1995/96 vor allem in Niedersachsen zu verzeichnen. Bei mehreren Arten weisen die Verölungsraten im kalten Winter 1995/96 niedrigere Werte auf als in den Jahren davor oder danach. Es ist daher anzunehmen, dass bei mehreren Vogelarten die wetterbedingte Sterblichkeit im Winter 1995/96 höher war als "normal". Diese Tatsache hat jedoch eher zu einer Unterschätzung der Verölungsraten im Zeitraum 1992/93 - 2000/01 geführt als zu einer Überschätzung, da die niedrigen Raten des Winters 1995/96 dominierten. Es ist wahrscheinlich, dass analog dazu die kalten Winter Mitte der 1980er Jahre auch eher zu einer Unterschätzung der Höhe der Verölungsraten in dieser Zeit geführt haben als zu einer Überschätzung.

Im Winter 1993/94 herrschten in Schleswig-Holstein ablandige Winde vor. Sie haben aber entgegen den Erwartungen nicht zu einer Reduzierung der Funde auf den Dauersammelstrecken geführt. Das vermehrte Auftreten von östlichen Winden im Winter 2000/01 hat mit Sicherheit viele Vogelkadaver von den Küsten der Deutschen Bucht fern gehalten und die extrem niedrigen Fundzahlen in diesem Jahr sind sicherlich zum größten Teil auf dieses Wetterereignis zurückzuführen. Eine geringere Sterblichkeit durch Öl hat sicherlich ebenfalls zu dem Rückgang der Anzahl der Vögel im Winter 2000/01 beigetragen.

2.8.2.3 Einfluss der Verbreitung der See- und Küstenvögeln auf See

Eine Verölungsrate sagt nichts über die absolute Zahl der von der Ölverschmutzung betroffenen Vögel aus. Da die Verbreitung der Vögel auf See räumlich und zeitlich sehr dynamisch ist und oftmals nur langfristige Mittel der Verbreitung von Arten bekannt sind, können für den Artenschutz relevante Fragen mit dieser Untersuchung nicht beantwortet werden. Im Folgenden wird die Verbreitung und Häufigkeit ausgewählter Seevogelarten im Winterhalbjahr in der Deutschen Bucht in Beziehung zu der Verteilung und Häufigkeit der Spülsaumfunde gesetzt (siehe auch Kap. 2.7). Die „European Seabirds at Sea“-Datenbank verfügt allerdings nicht über die genügende Datendichte, die erforderlich wäre um die Ergebnisse des Spülsaummonitorings im Detail zu bewerten. Nichtsdestotrotz liefern die im Kapitel 2.7 dargestellten Daten wichtige Informationen, die vor allem die Häufigkeit aber auch die Schwankungen in den Häufigkeiten der Spülsaumfunde an den Küsten der Deutschen Bucht zum Teil gut erklären. Die Verbreitung und Häufigkeiten der behandelten Arten spiegeln sich in vielen Fällen in der Verbreitung und Häufigkeit der Totfunde wieder.

Stern- und Prachtttaucher kommen in Küstennähe schwerpunktmäßig in den Monaten nach der Jahreswende vor. Die hohe Verölungsrate des Sterntauchers ist nicht nur durch seine Lebensweise sondern sicherlich auch durch seine Verbreitung bedingt. Im Zeitraum 1992/93 - 2000/01 stammten knapp 70% der Winterhalbjahresfunde dieser Art aus den Monaten Januar bis März.

Die Verbreitung und Häufigkeit der Spülsaumfunde des Eissturmvogels an der deutschen Nordseeküste entsprechen der westlichen, küstenfernen Verbreitung und geringen Dichte dieser Art. Mit weniger als einem Vogel/km im Zeitraum 01.10. - 31.03. der Winter 1992/93 - 1996/97 wurden auf jeden Eissturmvogel etwa zehn Trottellummen gefunden. 63% der Funde im Zeitraum 1992/93 - 2000/01 stammten von niedersächsischen Küsten. Der wesentliche Grund hierfür sind hohe Fundzahlen in Niedersachsen in den Wintern 1997/98, 1998/99 und in geringerem Maß im Winter 1999/00 im Vergleich zu den fünf Wintern davor und generell zu Schleswig-Holstein. Die vermehrten Funde in diesem Zeitraum konnten anhand der Seabirds-at-Sea-Data nicht erklärt werden und haben vermutlich eine erhöhte Sterblichkeit als Ursache.

Die zeitliche Verteilung der Trauerenten-Funde mit 81% in den Monaten nach der Jahreswende entspricht den Ergebnissen der Auswertung der Seabirds-at-Sea-Datenbank. Die hohen Fundzahlen in Niedersachsen in den Wintern 1994/95 - 1996/97 und die geringen im Winter 1997/98 spiegeln möglicherweise Schwankungen im niederländischen Bestand und/oder Verschiebungen im Bestand in der Deutschen Bucht wieder.

Die Tatsache, dass der Baßtölpel die Nordsee im Winter verlässt und erst im Spätwinter zurückkommt, erklärt die geringen Fundzahlen im Spülsaum. 68% der Winterhalbjahresfunde stammen aus den Monaten Oktober bis Dezember, aus der Zeit des Wegzuges dieser Hochseevogelart. In den letzten drei Jahren stammten ca. 60% der Funde aus Schleswig-Holstein.

Unterschiede in der Verbreitung der Lachmöwe - in Flussmündungen in Küstennähe - und der Sturmmöwe - häufig und weitverbreitet auch auf Hoher See - sind vermutlich verantwortlich für die Unterschiede in den Verölungsraten dieser zwei Arten (Lachmöwe 5,3%, Sturmmöwe 14,8% im Zeitraum 1992/93 - 2000/01). Die Heringsmöwe wird generell selten im Spülsaum gefunden. Die meisten Funde stammen aus dem Herbst (83%), und zwar aus Oktober. Die Heringsmöwe verlässt im Herbst weitgehend die Deutsche Bucht und wandert im März wieder ein.

Die Silbermöwe ist im Winter ebenfalls eine weitverbreitete Art in der Deutschen Bucht. Flussmündungen und Gebiete nahe der seewärtigen Grenze des Wattenmeeres sind Schwerpunkte ihres Vorkommens. Größere Ansammlungen entfernter von der Küste hängen meist mit Fischereiaktivitäten zusammen. Die Verölungsraten dieser Möwe entspricht eher der Rate der Lachmöwe als der Sturmmöwe. Die Winter 1994/95 - 1996/97 sind durch hohe Fundzahlen dieser Art in den Spülsäumen Niedersachsens ausgezeichnet. Im selben Zeitraum wurden auch hohe Fundzahlen von Sturm- und Lachmöwen (1995/96 - 1996/97) sowie Trauerenten in Niedersachsen registriert. Die Auswertung der Seabirds-at-Sea-Datenbank ergibt allerdings keine plausible Erklärung für dieses Phänomen.

Die Mantelmöwe zeigt eine ähnliche Verbreitung wie die Silbermöwe, hält sich jedoch küstenferner auf und weist eine - der Verbreitung entsprechend - hohe Verölungsraten auf. Die Dreizehenmöwe ist in der Deutschen Bucht ebenfalls weit verbreitet, hält sich aber eher küstenfern auf. Die Verölungsraten dieser Art ist an der deutschen Nordseeküste die höchste aller Möwenarten und entspricht dem gemessenen Gefälle der Verölungsraten von küstennahen zu küstenfernen Gebieten. Die hohen Fundzahlen in Schleswig-Holstein im Winter 1992/93 können anhand der Seabirds-at-Sea-Daten nicht erklärt werden.

Die Trottellumme - im Winter in der Deutschen Bucht zahlen- und flächenmäßig häufig vorkommend - ist auch eine der am häufigsten im Spülsaum gefundenen Arten, sowohl in Schleswig-Holstein als auch in Niedersachsen und auf Helgoland. Die küstenfernere Verbreitung dieser Art vor der Jahreswende erklärt möglicherweise die geringeren Fundzahlen in dieser Zeit.

Obwohl in allen Bereichen des Gebietes nachgewiesen, kommt der Tordalk in der Deutschen Bucht viel seltener vor als die Trottellumme und wird auch nur selten an der Küste tot gefunden. Obwohl der Tordalk im Herbst eine auffällige Konzentration der Verbreitung vor der niedersächsischen Küste aufweist, lässt sich dies in den Spülsaumfunden der Dauersammelstrecken nicht nachweisen, vermutlich aufgrund der insgesamt geringen Fundzahlen dieser Art, auch auf Dauersammelstrecken. Nur knapp die Hälfte der auswertbaren Funde aus Oktober - Dezember im Zeitraum 1992/93 - 2000/01 wurde in Niedersachsen gefunden und 87% der auswertbaren Winterhalbjahrsfunde des Tordalk stammen aus den drei Monaten nach der Jahreswende. Wenn der Winter 1995/96 außer acht gelassen wird, in dem extrem hohe Tordalk-Fundzahlen in Niedersachsen vor allem in März registriert werden konnten, stammen über 57% der Funde nach der Jahreswende aus Schleswig-Holstein und Helgoland. Wurden knapp 70% der Januar- und über 67% der Februar-Funde in

Schleswig-Holstein und Helgoland dokumentiert, so wurden 64% der März-Funde (ohne 1995/96) in Niedersachsen registriert. Eine Erklärung hierfür geben die Ergebnisse der Seabirds-at-Sea Untersuchungen noch nicht.

Die auf den Dauersammelstrecken geringen Funde von Trottellumme, Dreizehenmöwe und Mantelmöwe - bei den Möwenarten vor allem in Niedersachsen - sowie die relativ hohe Fundzahl bei der Sturmmöwe waren bei den im Winter 2000/01 festgestellten eher östlichen Winden zu erwarten. In dem strengen Winter 1995/96 mit extremer Ostwindlage ist dieses Muster vermutlich durch andere Faktoren, wie z.B. Kälte überlagert. Die Tatsache, dass nahezu immer ein zahlen- und flächenmäßig großes Vorkommen der Dreizehenmöwe mit einem entsprechend geringeren Vorkommen der Sturmmöwen einhergeht, wird auch von den Zählungen auf den Dauersammelstrecken bestätigt. Wenige Funde bei der Dreizehenmöwe in den Wintern 1993/94 - 1996/97 stehen hohen Fundzahlen bei der Sturmmöwe vor allem in den Wintern 1994/95 - 1996/97 insbesondere in Niedersachsen gegenüber. Hohe Fundzahlen bei der Dreizehenmöwe in den Wintern 1997/98 - 1999/00 wurden ebenso dokumentiert wie eher geringe Fundzahlen bei der Sturmmöwe, vor allem in Niedersachsen. Es besteht jedoch kein ersichtlicher Zusammenhang mit den im Rahmen dieses Vorhabens analysierten Winddaten.

2.8.2.4 Einfluss erhöhter „natürlicher“ Sterblichkeit

Das Massensterben der Trottellumme im Winter 1998/99 führte zu der bisher niedrigsten dokumentierten Verölungsrate an der deutschen Nordseeküste. Das Massensterben der Eiderente in den Wintern 1999/00 und 2000/01 führte ebenfalls zu sehr geringen Verölungsraten (1,8% bzw. 0,7%) im Vergleich zum Zeitraum 1992/93 - 1998/99 (17%). Vermehrte Funde der Dreizehenmöwe in Niedersachsen im Winter 1998/99 sind wahrscheinlich auch aufgrund erhöhter Sterblichkeit dieser Art in der südlichen Nordsee zurückzuführen. Die Verölungsrate in Niedersachsen im Winter 1998/99 lag mit 32% deutlich unter der des Zeitraums 1992/93 - 1997/98 (46%). Zur Berechnung der Verölungsrate der Dreizehenmöwe wurden im Winter 2000/01 nicht ausreichend genug Kadaver dieser Art an der deutschen Nordseeküste gefunden. Es gibt für die beiden genannten Winter keine Hinweise auf ein vermehrtes Vorkommen dieser Art in der südlichen Nordsee, das auf Änderungen im meteorologisch-hydrographischem Regime zurückzuführen wäre (vergleiche Kap. 2.6. & 2.7.). Im Winter 1998/99, wie auch im Winter davor, wurden vermehrt Eissturmvogelfunde an der deutschen Nordseeküste registriert. Die Verölungsrate im Winter 1997/98 betrug 31%, im Winter 1998/99 25%. Beide Werte liegen deutlich unter der Verölungsrate des Zeitraumes 1992/93 - 1996/97 (40%) und deuten auch bei dieser Art auf eine erhöhte Mortalität als Ursache für die vermehrten Totfunde hin.

2.8.3 Regionale Unterschiede und Trends der Verölungsrate

2.8.3.1 Regionale Unterschiede der Verölungsrate

Helgoland weist generell höhere Verölungsraten auf als Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Im Zeitraum 1984/85 - 1991/92 waren die Verölungsraten von Schleswig-Holstein - mit Ausnahme von Trottellumme und Trauerente - höher als an der niedersächsischen Küste. Im Zeitraum 1992/93 - 2000/01 lagen bei 11 Arten die Verölungsraten in Niedersachsen unter denen von Schleswig-Holstein, bei vier weiteren Arten – Sterntaucher, Austernfischer, Dreizehenmöwe und Trottellumme, waren die Verölungsraten der beiden Regionen etwa gleich oder lagen in Niedersachsen etwas höher als in Schleswig-Holstein (siehe 2.1.4.2.1 & Abb. 2.1.4). Die im Vergleich zu Niedersachsen generell höheren Verölungsraten in Schleswig-Holstein sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die gegen den Uhrzeigersinn vorherrschende Strömung in der Deutschen Bucht das eingeleitete Öl und verölter Vögel aus dem Hauptverkehrsbereich, dem VTG und der Elbmündung an der schleswig-holsteinischen Küste entlang nach Norden treibt. Die Darstellung der standardisierte Dichte von Ölverschmutzungen im Zeitraum 1989 - 1998 für die Deutsche Bucht (von Viebahn, 2001) (Abb. 2.8.1) zeigt Konzentrationen der Ölverschmutzung im Bereich des VTGs (Abb. 2.8.2) vor allem vor den Küsten der Niederlande und aber auch vor der Küste Nordfrieslands (Schleswig-Holstein). Diese Verteilung wird durch die generell höheren Verölungsraten an den Küsten der Niederlande (Camphuysen, 1997, 2001) im Vergleich zu Deutschland, sowie die generell höheren Verölungsraten in Schleswig-Holstein im Vergleich zu Niedersachsen bestätigt.

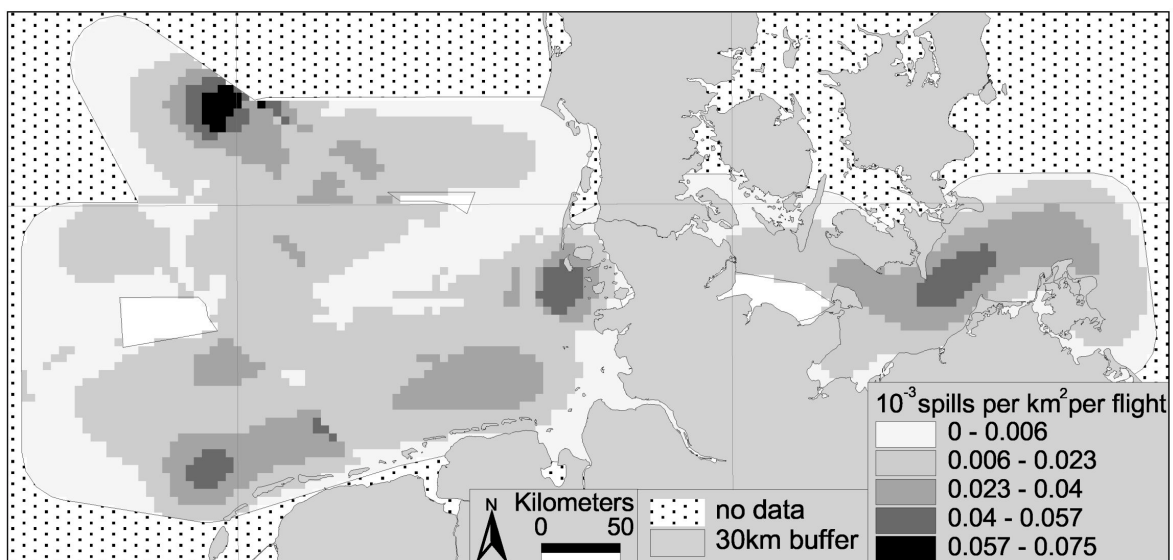


Abbildung 2.8.1: Standardisierte Dichte von Ölverschmutzungen im Zeitraum 1989 - 1998 für die Deutsche Bucht. Quelle: Von Viebahn, 2001.

Das Wattenmeer weist aufgrund der Dokumentation der Verölungsraten (siehe 2.1.4.2.2 & 2.1.4.3.2) im Vergleich zum offenem Meer eine geringere Ölbelastung auf. Die Verölungsraten von Vogelarten, die den Schwerpunkt ihrer Verbreitung im Wattenmeer haben, wie Silbermöwe, Lachmöwe, Austernfischer oder Großer Brachvogel sind in der Regel niedriger als von Arten, die im Winter auf der Hohen See vorkommen, wie Trottellumme und Dreizehenmöwe oder die Arten, die im küstennahen Bereich seewärts der Inseln verbreitet sind, wie Trauerente und Sterntaucher. Diese Unterschiede sind zum Teil durch die Lebensweise der entsprechenden Art bedingt, z.B. bei den Limikolen Austernfischer und Großer Brachvogel (vergleiche 2.1.2.1).

Ein Vergleich bei den Möwen zeigt, dass Arten mit einer Verbreitung auf der Hohen See, wie Dreizehenmöwe und Sturmmöwe (siehe Kap 2.7), höhere Verölungsraten aufweisen als Arten mit Verbreitungsschwerpunkt im Wattenmeer, wie Silbermöwe und Lachmöwe.

Die – sowohl im Vergleich zu den Arten des Wattenmeeres als auch den Hochseearten - hohen Verölungsraten von "Küstenarten" wie Trauerente und Sterntaucher sind in Niedersachsen vermutlich auf die Nähe zum Verkehrstrennungsgebiet (VTG) (Abb. 2.8.2 und Abb. 2.3.1) zurückzuführen; und in Schleswig-Holstein darauf, dass die gegen den Uhrzeigersinn vorherrschende Strömung in der Deutschen Bucht das illegal eingeleitete Öl aus dem Hauptverkehrsbereich, dem VTG und der Elbmündung an der schleswig-holsteinischen Küste entlang nach Norden treibt.

Ein Vergleich der Verölungsraten der an den Küsten innerhalb des Wattenmeeres registrierten Vögel mit denen, die an Küsten zur offenen Nordsee gefunden werden, zeigt, dass Individuen einer Vogelart, die sich im Wattenmeer im Winter aufhalten, einer geringeren Gefahr ausgesetzt sind mit Öl in Kontakt zu kommen als ihre Artgenossen, die seewärts der Inseln vorkommen. Der Unterschied in den Verölungsraten der zwei Bereiche ist zum Teil erheblich und sowohl in Niedersachsen als auch in Schleswig-Holstein erkennbar.

Die Verölungsraten der auf Helgoland - sozusagen auf Hoher See - registrierten Vögel sind generell höher als die der Festlandsküste (siehe 2.1.4.2.1, 2.1.4.3 & Abb. 2.1.4). Die überwiegend im Wattenmeer verbreiteten Arten, wie Brandente, Austernfischer, Silbermöwe und Lachmöwe weisen im Vergleich zu den Hochsee- und Küstenarten stärkere Abnahmen Ende der 1980er/Anfang der 1990er Jahre auf und relativ stabile, auf niedrigem Niveau gebliebene Verölungsraten Mitte bis Ende der 1990er Jahre (siehe 2.1.4.3.).

Das innerdeutsche Schiffsverkehrsaufkommen hat nach den Berechnungen (s. Vergleich Route 0, Kap. 2.3 und Tab. 2.3.10) im Zeitraum 1992 - 1999 insgesamt um 12%, die Menge an anfallenden Brennstoffrückständen sogar um 30% zugenommen. Eine Studie über den Schiffsverkehr im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer (Koss 2000) zeigt jedoch für den direkt im Wattenmeer gelegenen Bereich ein generell sinkendes Schiffsaufkommen im Zeitraum von 1986 - 2000 (Abb. 2.8.3). Die Schiffe, die im Wattenmeer verkehren (hauptsächlich Sport-, Fischerei-

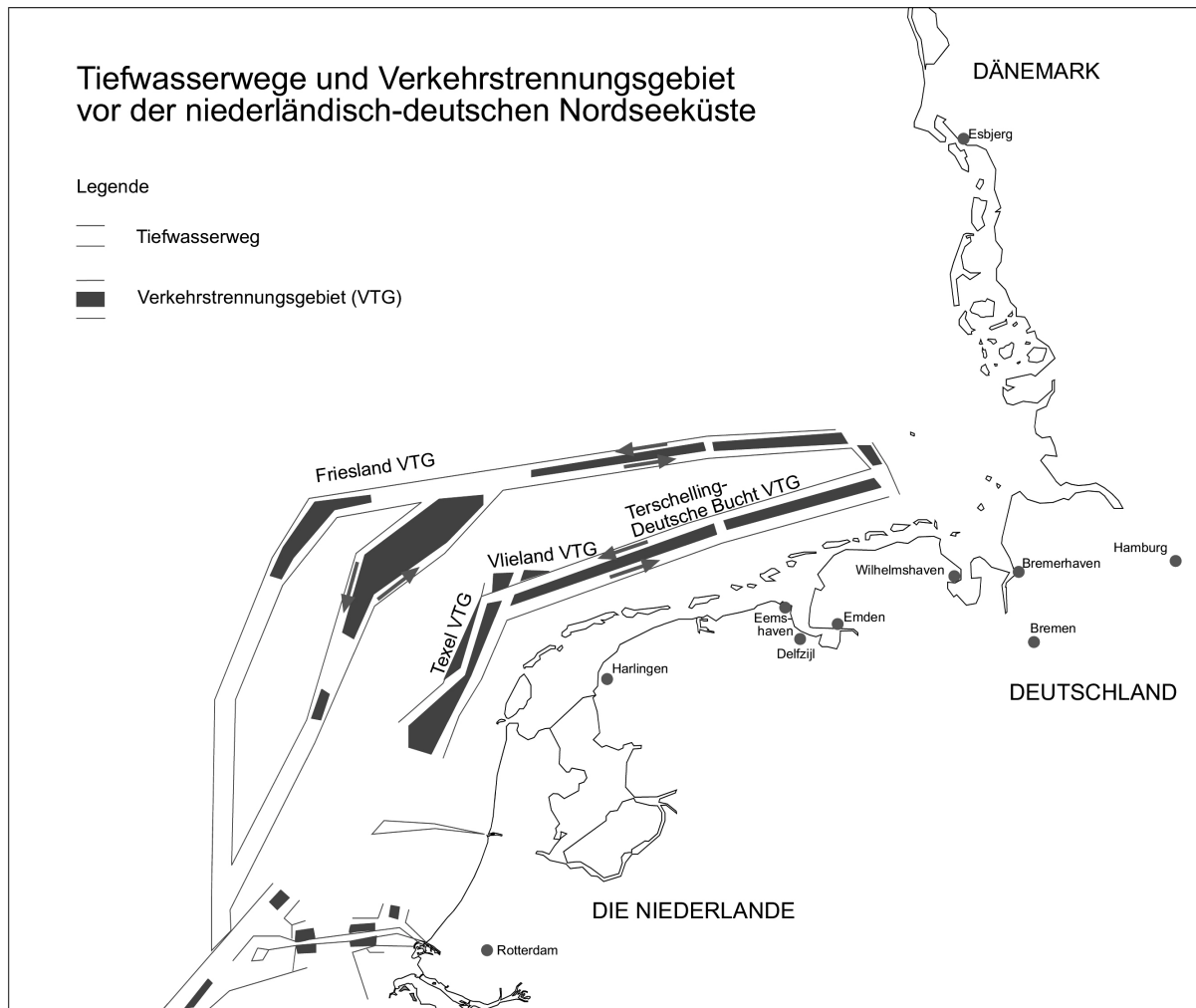


Abbildung 2.8.2: Tiefwasserwege und Verkehrstrennungsgebiet (VTG) in der Deutschen Bucht.
Quelle: de Jong et al., 1999, verändert.

und Behördenfahrzeuge), sind klein und verwenden als Brennstoff den erheblich umweltfreundlicheren Marine Diesel Oil (MDO). Der Rückgang im Schiffsverkehrsaufkommen im schleswig-holsteinischen Wattenmeer ist hauptsächlich auf Änderungen des Aufkommens von Sportfahrzeugen und im geringeren Maß auf einen Rückgang von Behördenfahrzeuge Ende der 1990er Jahre zurückzuführen. Das Aufkommen größerer Schiffe, die HFO als Brennstoff benutzen, hat auf den Routen durch das Wattenmeer von und zu den größeren Häfen zugenommen (innerdeutscher Verkehr).

Das trotz zunehmendem Schiffsverkehr im innerdeutschen Bereich die Verölungsraten der im Wattenmeer gefundenen Vögel zurückgegangen und auf niedrigem Niveau geblieben sind, hängt möglicherweise mit den Ausweisungen des Wattenmeeres als Nationalparke in Deutschland in den Jahren 1985 (Schleswig-Holstein), 1986 (Niedersachsen) und 1990 (Hamburg) zusammen.

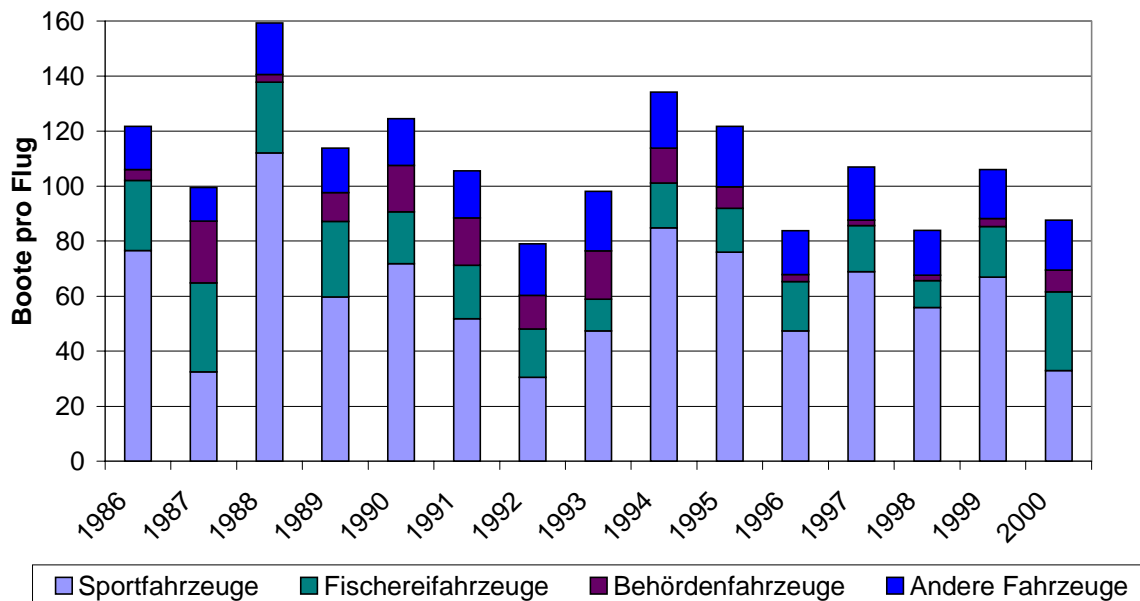


Abbildung 2.8.3: Anzahl der Boote pro Flug nach Bootstypen im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer im Zeitraum 1986 - 2000. (1986: 6 Zählflüge; 1987-1988: je 4 Zählflüge; 1989: 9 Zählflüge; 1990-2000: je 8 Zählflüge) Schiffsverkehrszählung des Wasser- und Schifffahrtsamt, Tönning. Graphik nach Koss, 2000.

Vermutlich ist der hohe Schutzstatus und die damit herausgestellte Bedeutung und Empfindlichkeit des Wattenmeergebietes der Schifffahrt deutlich geworden, so dass Kapitäne ihr Verhalten darauf eingestellt haben. Eine Rolle spielen mag auch die größere Chance im und nahe des Wattenmeeres beim Ablassen von Ölrückständen entdeckt zu werden.

2.8.3.2 Trends der Verölungsraten

Die in Kapitel 2.1.4.3 aufgelisteten besonderen Vorfälle, wie akute Ölverschmutzungen durch Unfälle bzw. erhöhte Mortalität bestimmter Arten, führten in den jeweiligen Wintern zu einer Über- bzw. Unterschätzung der Verölungsraten bei bestimmten Vogelarten und in bestimmten Regionen. Die Daten der Winter, die zu diesen Über- und Unterschätzungen führen, dürfen bei der Berechnung von Trends der Verölungsraten aufgrund der generellen Ölbelastung nicht verwendet werden.

Wenn die Daten der o.a. Besonderheiten nicht miteinbezogen werden, weisen die Verölungsraten der an den deutschen Nordseeküsten registrierten Vögel im Zeitraum 1984/85 - 2000/01 einen generellen Rückgang auf. Dieser Rückgang scheint zumindest bei einigen Arten Ende der 1980er/Anfang der 1990er Jahre am stärksten gewesen zu sein und ist in Schleswig-Holstein von einem Hoch-tief-hoch-tief-Muster überlagert (Abb. 2.1.9 bis 2.1.19 & Abb. 2.1.5 und 2.1.6). Bei drei Arten, die den Schwerpunkt ihrer Verbreitung im Wattenmeer haben - Brandente, Austernfischer

und Silbermöwe -, ist die Verölungsrate im Zeitraum nach 1992/93 auf niedrigem Niveau mehr oder weniger konstant geblieben. Bei einer weiteren Art mit Verbreitungsschwerpunkt im Wattenmeer, der Lachmöwe, blieb die Verölungsrate von 1993/94 – 1996/97 konstant, um danach in den Wintern 1999/00 und 2000/01 auf null zu sinken.

Bei den Hochseearten Trottellumme und Tordalk sind die Verölungsraten insgesamt rückläufig. Nach anfänglichem Sinken der Verölungsraten Ende der 1980er/Anfang der 1990er Jahre steigen die Raten dieser Alkenarten bis zum Winter 1996/97 wieder an um Ende der 1990er Jahre erneut zu sinken. Bei den Hochseearten Sturm- und Dreizehenmöwen ist dieses Muster - wohl aufgrund von Lücken in den Zeitreihen – nicht so deutlich wie bei den zwei Alkenarten. Die ohnehin niedrigen Verölungsraten der im Wattenmeer vorkommenden Arten sind auf wenige Prozent - teilweise auf null - gesunken. Die Verölungsraten der Hochseearten zeigen ein Hoch-tief-hoch-tief-Muster, dass auf hohe Verölungsraten im Zeitraum 1993/94 - 1996/97 an den Küsten Schleswig-Holsteins zurückzuführen ist. Aus den Abbildungen 2.1.9 bis 2.1.19 ist ersichtlich, dass die Verölungsraten des Winters 1996/97 für viele Arten besonders hoch waren. Dieser Gipfel ist ausschließlich durch hohe Verölungsraten an den schleswig-holsteinischen Küsten entstanden. Im Jahr 1996 gab es einen enormen Anstieg des Schiffsverkehrs vor allem auf Routen, die Einfluß auf die Verschmutzung der schleswig-holsteinischen Küste haben können. Im selben Jahr waren die in deutschen Nordseehäfen entsorgten Ölmengen die geringsten des Zeitraums 1990 – 2000.

2.8.4 Ursachen für den Rückgang und das Hoch-tief-hoch-tief-Muster der Verölungsraten im Zeitraum 1984/85 - 2000/01

Im Folgenden werden mögliche Ursachen für den generellen Rückgang der Verölungsrate seit etwa 17 Jahren sowie für das in Schleswig-Holstein überlagerte Hoch-tief-hoch-tief-Muster diskutiert.

2.8.4.1 Faktor: Wetter

Obwohl das Wetter in bestimmten „Ausnahme“-Wintern die Verölungsraten der an den Küsten der Deutschen Bucht gefundenen Vogel beeinflusst hat, ist ein Zusammenhang zwischen den Änderungen im Wettergeschehen und den Verölungsraten nicht erkennbar. Es ist durchaus möglich, dass die Verölungsraten Mitte/Ende der 1980er Jahre wetterbedingt unerschätzt worden sind, und dass der Rückgang Ende der 1980er/Anfang der 1990er Jahre größer war als errechnet. Daten aus dem strengen Winter 1995/96 sind nicht in die Berechnung von Trends eingeflossen. Es kann somit ausgeschlossen werden, dass die ermittelten reduzierten Verölungsraten in diesem Winter zu dem generellen Rückgang oder dem Hoch-tief-hoch-tief-Muster beigetragen haben.

2.8.4.2 Faktor: Erhöhte Sterblichkeit

Eine erhöhte Sterblichkeit hat in einigen Wintern bei bestimmten Arten zu einer Reduzierung der Verölungsraten geführt. Da Daten aus diesen Wintern bei den entsprechenden Arten nicht in die Auswertung eingeflossen sind, kann ausgeschlossen werden, dass Änderungen in der Sterblichkeit zu dem generellen Rückgang oder dem Hoch-tief-hoch-tief-Muster beigetragen haben.

2.8.4.3 Faktor: Schiffsverkehr und anfallende ölhaltige Rückstände

Illegale Einleitungen von Brennstoffrückständen aus dem Schiffsbetrieb waren im Projektzeitraum, wie seit Beginn der Ölanalysen zu Beginn der 1980er Jahre, Hauptverursacher der Meeresverschmutzung in der südlichen Nordsee (s. Kap. 2.2). Man kann davon ausgehen, dass - bei gleichbleibendem Verhalten und Bewusstsein der Seefahrer sowie gleichbleibenden technischen Möglichkeiten an Bord der Schiffe zur Vermeidung von Öleinleitungen in die See - der Verschmutzungsgrad eines bestimmten Seegebietes das Schiffsverkehrsaufkommen in dem jeweiligen Gebiet widerspiegelt. Änderungen im Verkehrsaufkommen in der Deutschen Bucht müssten unter diesen Bedingungen auch zu Änderungen in den Verölungsraten der dort vorkommenden Vogelarten führen. Änderungen des Verhaltens – statt Ölablassen in die See, Entsorgung der Ölrückstände an Land - führt ebenfalls zu Änderungen in den Verölungsraten. Diese Verhaltensänderungen mögen ausgelöst werden z.B. durch zusätzliche Auflagen nach MARPOL Anlage I, Änderungen in der Technologie an Bord der Schiffe und/oder nationale Maßnahmen wie z.B. kostenlose Ölentorgung in den Häfen.

Aufgrund der vorherrschenden Strömung und Windrichtung in der Deutschen Bucht ist zu erwarten, dass die Verölungsraten an der niedersächsischen Küste den Verschmutzungsgrad im Bereich des Verkehrstrennungsgebietes (VTG) und das Verkehrsaufkommen parallel der niedersächsischen Küste widerspiegelt (s. Kap. 2.3, Route 1); und dass die Verölungsraten an der schleswig-holsteinischen Küste den Verschmutzungsgrad der Bereiche vor der Küste (s. Kap. 2.3, Route 3) sowie der Elbmündung (s. Kap. 2.3, Routen 4 & 5) bzw. auch des Gebietes der Route 2 (s. Kap. 2.3) nordwestlich an Helgoland vorbei widerspiegelt.

Daten in auswertbarer Form über das Schiffsverkehrsaufkommen der Deutschen Bucht stehen dem Vorhaben durch die Vergabe der Untersuchung „Seeverkehrsanalyse“ (MARION-Studie) für den Zeitraum 1992 – 1999 zur Verfügung (s. Kap. 2.3), das heißt, aufgrund der Datenerhebung, nur für den Zeitraum nach dem Demonstrationsvorhaben „Kostenlose Ölentorgung in deutschen Häfen“. Diese Daten können also nur Hinweise für mögliche Ursachen der Veränderungen in den Verölungsraten für den Zeitraum 1992/93 – 1999/00 liefern.

Der Schiffsverkehr in der südlichen Deutschen Bucht hat sich 1992 – 1999 deutlich verändert (s. Kap. 2.3). Der Verkehr entlang bzw. parallel der niedersächsischen Küste (Route 1) hat im o.a. Zeitraum um ca. 19% abgenommen, vor allem die Größenklassen 10 – 999 BRZ und 10.000 – 19.999 BRZ. Die Verkehre der Größenklasse 50.000 – 79.999 BRZ hat dagegen dort stark zugenommen. Dies hat zu einer ge-

ringfügigen Zunahme des errechneten Mengenanfalls ölhaltiger Rückstände für die Route entlang der niedersächsischen Küste geführt.

Der Schiffsverkehr an Helgoland vorbei in Richtung Nordwest (Route 2) hat im o.a. Zeitraum um ca. 11% abgenommen, hauptsächlich verursacht durch eine sehr starke Abnahme der Größenklasse 10 – 999 BRZ. Die Größenklasse 5.000 – 9.999 BRZ hat ab 1996 auf dieser Route stark zugenommen und die Größenklassen 1.000 – 2.999 BRZ und 10.000 – 19.999 BRZ wiesen im Jahr 1996 einen Höhepunkt auf. Insgesamt stieg der errechnete Mengenanfall ölhaltiger Rückstände für diese Route um 13% zu.

Der Schiffsverkehr parallel zur schleswig-holsteinischen Küste (Route 3) hat sich im o.a. Zeitraum nicht nennenswert erhöht. Die kleinste Größenklasse 10 – 999 BRZ hat sehr stark abgenommen und die Klassen 1.000 – 2.999 BRZ und 5.000 – 9.999 BRZ ab 1994 stark zugenommen. Dies hat zu einer 36% Zunahme des errechneten Mengenanfalls ölhaltiger Rückstände für diese Route geführt.

Der Schiffsverkehr von der Nordsee kommend in die Ostsee, Richtung Norden (Route 4) hat stark abgenommen, vor allem durch eine Abnahme der Größenklasse 10 – 999 BRZ. Die Größenklasse 3.000 - 4.999 BRZ nahm kontinuierlich stark zu. Der Schiffsverkehr von der Nordsee kommend in die Ostsee, Richtung Osten (Route 5) hat stark zugenommen, vor allem die Größenklassen 1.000 - 2.999 (Gipfel 1997) und 3.000 - 4.999 BRZ (insbesondere ab 1995). Hier ist zu erwähnen, dass für diese beiden Routen anhand der Rohdaten nicht ersichtlich ist, ob die Schiffe den Weg in die Ostsee durch den Nordostseekanal oder über Skagerrak - Kattegat genommen haben. Auf diesen beiden letztgenannten Routen gab es eine starke Zunahme beim errechneten Mengenanfall ölhaltiger Rückstände.

Insgesamt ist für alle Routen eine Zunahme beim errechneten Mengenanfall ölhaltiger Rückstände zu verzeichnen. Die Zunahme ist erheblich größer auf den Routen, die als Verschmutzungsquelle für die schleswig-holsteinischen Küste in Frage kommen, als auf der Route 1, die entlang der niedersächsischen Küste führt.

Bei mehreren Routen und Größenklassen ist die Zunahme der Anzahl der Schiffe um 1995 (teilweise 1994) am stärksten. Beim errechneten Mengenanfall ölhaltiger Rückstände ist ein steiler Anstieg vor allem für Route 5 ab 1996 zu erkennen. Das Jahr 1996 zeigt einen Peak bei der Anzahl der Schiffe bei den zwei häufigsten Größenklassen der Route 2 und der Größenklasse 3.000 – 4.999 BRZ auf Route 3. Die Anzahl der Schiffe in der häufigsten Größenklasse auf Route 3 (1.000 – 2.999 BRZ) stieg im Jahr 1994 stark, um danach dieses höhere Niveau zu halten. Vieles deutet darauf hin, dass diese Änderungen im Schiffsverkehr für die hohen Verölungsraten, die an den Küsten Schleswig-Holsteins Mitte der 1990er Jahre ermittelt wurden, verantwortlich sind.

Die errechneten anfallenden Ölmengen aus der MARION-Studie (Tab. 2.3.9, Kap. 2.3) sind wesentlich kleiner als die tatsächlich in den deutschen Nordeehäfen abgelieferten Entsorgungsmengen der entsprechenden Jahre (s. Abb. 2.4.1, Kap 2.4). Dieses liegt einerseits an der Tatsache, dass die errechneten Mengen aus der

MARION-Studie tatsächliche Ölmengen (t) und die entsorgten Mengen Öl-Wassergemische sind, von denen der Wasseranteil nicht bekannt ist. Weitaus wesentlicher ist jedoch die Tatsache, dass in der MARION-Studie aufgrund der verfügbaren Datenlage nur der Teil des Schiffsverkehrs berücksichtigt werden konnte, der im Bereich der Deutschen Bucht auch deutsche Häfen anläuft, d.h. der gesamte Transitverkehr innerhalb der Deutschen Bucht konnte nicht in die Berechnungen mit aufgenommen werden. Weiterhin konnten und wurden die anfallenden Ölmengen nur für die Zeit berechnet, in der sich die betreffenden Schiffe innerhalb des Betrachtungsgebietes der MARION-Studie aufhielten. Ein Schiff z.B. vom Atlantik kommend hat aber vermutlich erheblich mehr Ölrückstände an Bord gebunkert, die er ordnungsgemäß im Hafen entsorgen müßte, als sich in der relativ kurzen Zeit des Aufenthalts innerhalb des Betrachtungsgebiets der MARION-Studie hätte ansammeln können.

Im Nordostseekanal ist seit Ende der 1980er Jahre ein Rückgang in der Höhe des Gesamtverkehrs in Bruttoreaumzahl (BRZ), als auch - vor allem ab 1996 - in der Anzahl der Schiffe zu erkennen (Abb. 2.8.4). Die Erhebungen des Schiffsverkehrs im dänischen Øresund durch die Dänische Marine (Søværnets Operative Kommando), die ein Maß für die Anzahl der Schiffe sind, die durch den Kattegat fahren, zeigen steigenden Zahlen im Zeitraum 1994 - 1997 (Abb. 2.8.5). Zusätzlich weist die MARION-Studie im Rahmen dieses Projektes (Kap. 2.3) steigendes Schiffsverkehrsaufkommen und wachsendes Verschmutzungspotential auf den Routen zu und von der Ostsee im Zeitraum 1992 – 1999 auf. Im Jahr 1996 wurde der Verkehr durch den Nordostseekanal durch widrige Wetterbedingungen sehr beeinträchtigt (vergl. Abb. 2.8.6). Möglicherweise haben viele Schiffe, die in die Ostsee hinein fahren wollten, deshalb in diesem Jahr die Route an der schleswig-holsteinischen Westküste vorbei durch den Kattegat in die Ostsee genommen. (mündl. Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord, Kiel)

Gründe für den Rückgang der Verölungsraten in den zwei Jahren 1999/00 und 2000/01 liegen möglicherweise in einer Verhaltensänderung innerhalb der Schifffahrt, die sich statt illegaler Entsorgungen in der Deutschen Bucht / Nordsee auf eine Entsorgung an Land eingestellt hat, ausgelöst möglicherweise durch die Ausweisung der Nordsee als Sondergebiet nach MARPOL Anlage I, 1999. Möglich ist aber auch, dass nun außerhalb des Sondergebiets Nordsee, z.B. im Atlantik illegal entsorgt wird. Auch der generelle Rückgang der Verölungsraten an der deutschen Nordseeküste im Zeitraum 1984/85 – 2000/01 kann möglicherweise auf diese Verhaltensänderung zurückzuführen sein, z.B. als Folge der kostenlosen Ölentorgung ab 1988 und/oder Verschärfung der Grenzwerte von MARPOL I in 1993 (s. Kapitel 2.8.5).

Trotz Rückgang sind die Verölungsraten vieler Vogelarten nach wie vor hoch (vergleiche Tab. 2.1.6) und es bleibt abzuwarten, ob die Verölungsraten der letzten zwei Winter des Vorhabens auf dem jetzigen Niveau bleiben, sich weiter verringern oder wieder ansteigen.

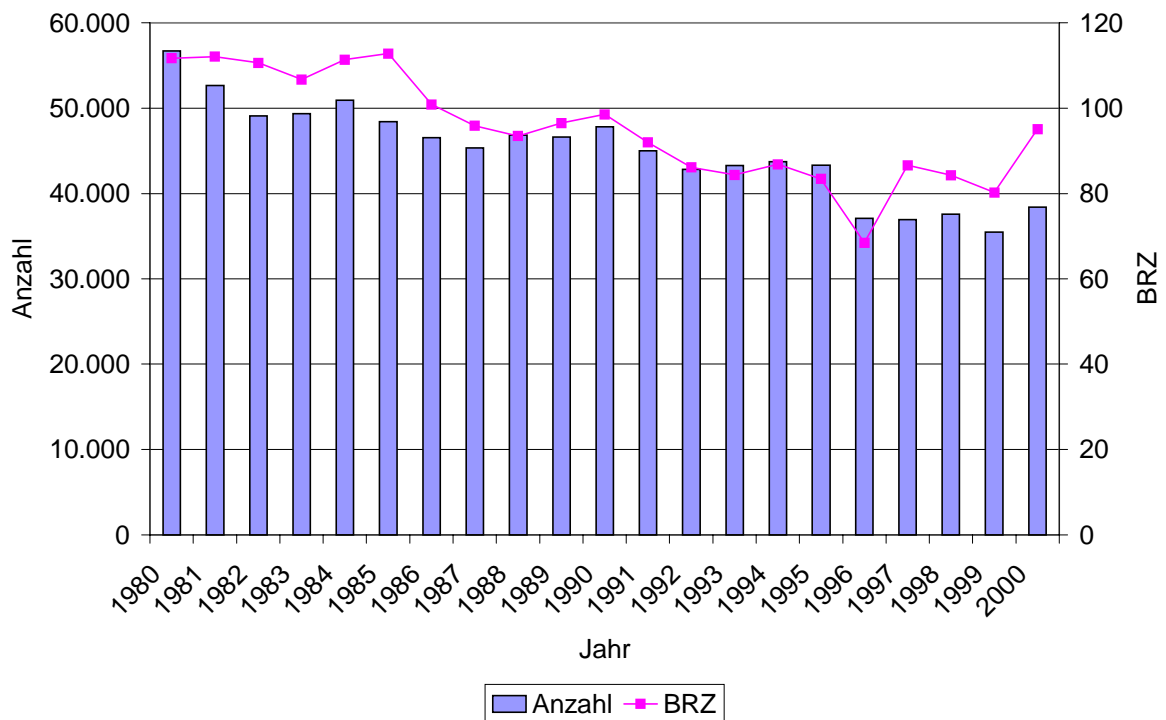


Abbildung 2.8.4: Gesamtzahl der Schiffe und Bruttoreaumzahl (BRZ) des Schiffsverkehrs durch den Nordostseekanal im Zeitraum 1980 - 2000. Quelle: Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord, Kiel. (Im Zeitraum 1980 – 1995 BRZ=BRT X 1.2).

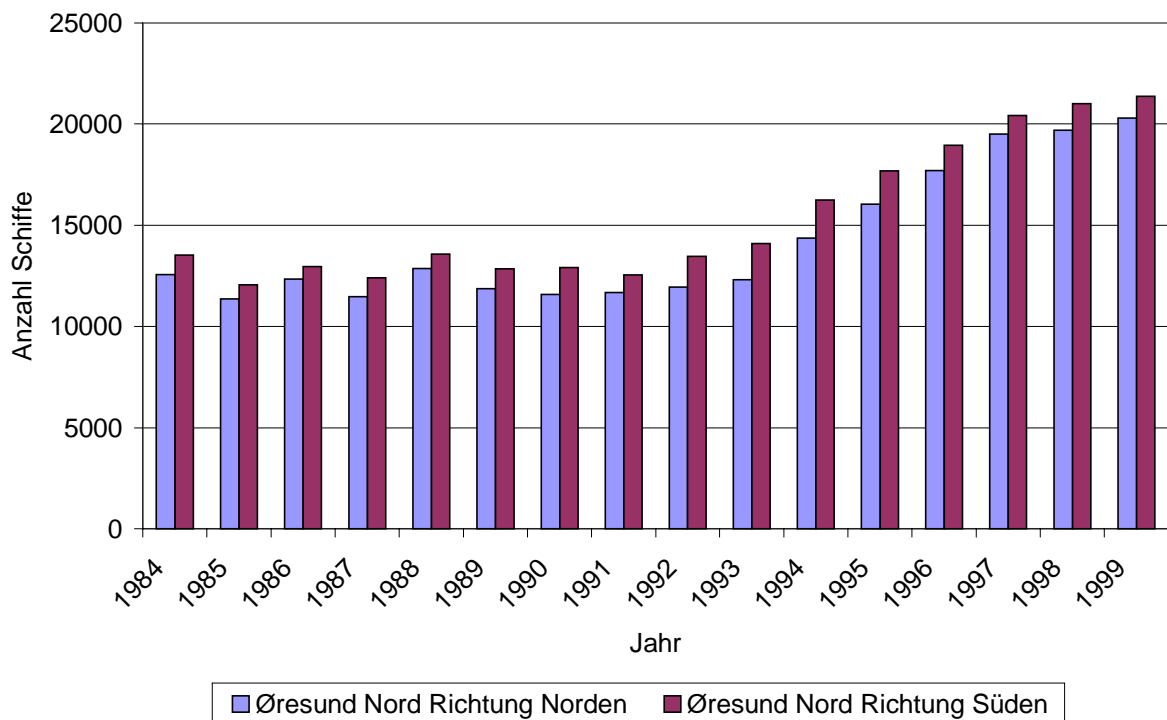


Abbildung 2.8.5: Anzahl der Schiffe durch den nördlichen Øresund in Richtung Norden und in Richtung Süden im Zeitraum 1984 - 1999. Quelle: Søværnets Operative Kommando, Aarhus, Dänemark.

2.8.4.4 Faktor: Technisches Ausrüstung der Schiffe

Nach dem Abschlußbericht zur wissenschaftlichen Begleitung des Demonstrationsvorhabens „Schiffsentsorgung“ (UBA, 1991) gab es Anfang der 1990er Jahre bei etwa 5 - 10% der Schiffe offenkundige technische Mängel bei den Einrichtungen zur Lagerung, Aufbereitung und Entsorgung ölhaltiger Rückstände. Die Jahresstatistik des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) - als der für die Verfolgung und Ahndung von Verstößen gegen das MARPOL-Übereinkommen zuständigen Behörde - für das Jahr 2000 (BSH, 2001) zeigt, dass es immer noch Probleme in diesem Bereich gibt.

Im Jahr 2000 stellten die Wasserschutzpolizeibehörden der Küstenländer Deutschlands bei insgesamt 6.696 Überprüfungen von Schiffen in 1.643 Fällen Mängel fest. Die Wasserschutzpolizei geht im Rahmen ihrer Überprüfungen bezüglich der Grenz- und Passkontrollen an Bord aller einlaufenden Schiffe. Im Zuge dieser Routinetätigkeiten werden auch stichprobenartig oder bei "begründetem Anfangsverdacht" weitergehende Untersuchungen beispielsweise der Öl- oder Mülltagebücher oder auch der Maschinenräume vorgenommen. Erhärten die Untersuchungen den Anfangsverdacht, wird die für die Hafenstaatkontrollen in deutschen Häfen zuständige Seeberufsgossenschaft (SBG) verständigt, die daraufhin weitergehende Inspektionen im Rahmen des "Paris Memorandum of Understanding on Port State Control" (ParisMOU) durchführt.

Das ParisMOU wurde 1982 von 14 Staaten unterzeichnet, inzwischen führen 19 Staaten, inklusive Deutschland, Kontrollen im Rahmen des ParisMOU durch (Tab. 2.8.2). Die EU-Richtlinie 95/21/EG des Rates zur Durchsetzung internationaler Normen für die Schiffssicherheit, die Verhütung von Verschmutzung und die Lebens- und Arbeitsbedingungen an Bord von Schiffen, die Gemeinschaftshäfen anlaufen und in Hoheitsgewässern der Mitgliedstaaten fahren (Hafenstaatkontrolle) setzt die Anforderungen des ParisMOU in geltendes europäisches Recht um.

Um die Frage nach Veränderungen/Verbesserungen der technischen Ausrüstung der Schiffe bezüglich MARPOL I im Laufe der letzten Jahre zu beantworten, haben wir Statistiken über Mängel bei der technischen Ausrüstung von Schiffen der Hafenstaatkontrolle im Rahmen des ParisMOU untersucht (Blue Book 2000, ParisMOU 1997, ParisMOU 1998, ParisMOU 1999, ParisMOU 2000). Hafenstaatkontrolle bedeutet die koordinierte und einheitlich strikte Kontrolle von Seeschiffen durch die angelaufenen Häfen der 19 in Tabelle 2.8.2 aufgeführten Staaten. Die Hafenstaatkontrolle umfasst die Überprüfung der Schiffe unter der Flagge eines fremden Staates. Schiffe unter der eigenen Flagge werden durch Inspektoren der sog. Flaggenstaatkontrolle untersucht.

Im Jahr 2000 wurden in den Häfen der 19 Unterzeichner-Staaten 18.559 Untersuchungen auf 11.358 Schiffen durchgeführt (ParisMOU 2000). Die Anzahl der Schiffe, die im Jahr 2000 deutsche Häfen angelaufen hat, wurde auf insgesamt 6.980 geschätzt. Davon wurden 1.805 Schiffe untersucht (25,9% der geschätzten Gesamtsumme), und bei 1.046 Fällen wurden seitens der Inspektoren der SBG Mängel festgestellt. Der Umfang der Untersuchungen ist groß und erstreckt sich von den Unter-

künften an Bord über Rettungsmittel, die Arbeitsverhältnisse bis hin zu der Hygiene in Kombüse oder Gastronomie. Der Zustand und die Handhabung der Ölfilteranlagen (Bilgenwassertöler) und andere Faktoren bezüglich MARPOL Annex I, wie z. B. die Führung der Öltagebücher, sind nur Teil der Untersuchungen.

Tabelle 2.8.2: „Paris Memorandum of Understanding on Port State Control, ParisMOU“ (Hafenstaatkontrolle), Unterzeichnerstaaten Stand 2000. Quelle: ParisMOU 2000.

ParisMOU Unterzeichnerstaaten (Stand 2000)
Belgien
Kanada
Kroatien
Dänemark
Finnland
Frankreich
Deutschland
Griechenland
Irland
Italien
Niederlande
Norwegen
Poland
Portugal
Russische Föderation
Spanien
Schweden
Vereinigtes Königreich

Die Bewertung der Statistiken ist nicht einfach, da Änderungen in den MARPOL-Bestimmungen, wie z.B. der Ablauf der Übergangsfrist im Juli 1998, in der auf Schiffen mit Ablieferung vor 07/93 100-ppm-Entöler betrieben werden durften - zumindest unmittelbar anschließend - zu einer Erhöhung der Mängel führen kann (die Schiffe benötigen Zeit zum Umrüsten) und ein „targeting scheme“ (vor 1995) eingeführt wurde, wobei „Problemschiffe“ selektiv untersucht wurden. Nichtsdestotrotz liefern die Daten wichtige Informationen über den allgemeinen Zustand der Schiffe und über technische und „operational“ Mängel bezüglich MARPOL I.

Das Blue Book 2000, das Daten über die Hafenstaatkontrolle der 19 o. a. Staaten seit 1991 führt, und die Jahresberichte von ParisMOU der letzten vier Jahre zeigen seit 1991 eine Steigerung im Anteil der untersuchten Schiffe die Mängel bezüglich MARPOL I (Abb. 2.8.6). Ursachen für die Steigerung ab 1993 sind nach Auskunft des ParisMOU-Sekretariats in Den Haag, Niederlande nicht eindeutig. Die hohen Werte sind möglicherweise aber aufgrund der Einführung von strengeren Grenzwerten für die Einleitung von ÖL nach MARPOL I in 1993 entstanden. Die Steigerung ab 1995 bleibt ebenfalls unklar. Seit 1996 ist der Anteil der Schiffe, die MARPOL-I-Mängel aufweisen, ziemlich konstant bei ca. 39%. Im Durchschnitt der Jahre 1995 -

1999 waren knapp 40% der MARPOL-I-Mängel Unregelmäßigkeiten im Öltagebuch, 15% Probleme mit den Ölfilteranlagen und 12% Probleme bezüglich der Zurückhaltung von ÖL an Bord (retention of oil on board). Nach Aussage des ParisMOU-Sekretariats ist eine große Zunahme bei den technischen und betriebsbedingten Mängel an Bord der Schiffe (technical and operational deficiencies) in dem o. a. Zeitraum zu verzeichnen.

Entgegen der Erwartungen, dass generell eine Steigung der Umweltstandards an Bord der Schiffe in den letzten Jahre stattgefunden hat, zeigen die o.a. Statistiken und Aussagen, dass dies nicht der Fall ist. Ein Zusammenhang zwischen dieser Steigerung und dem an der schleswig-holsteinischen Küste festgestellten Anstieg der Verölungsraten Mitte der 1990er Jahre ist nicht auszuschließen.

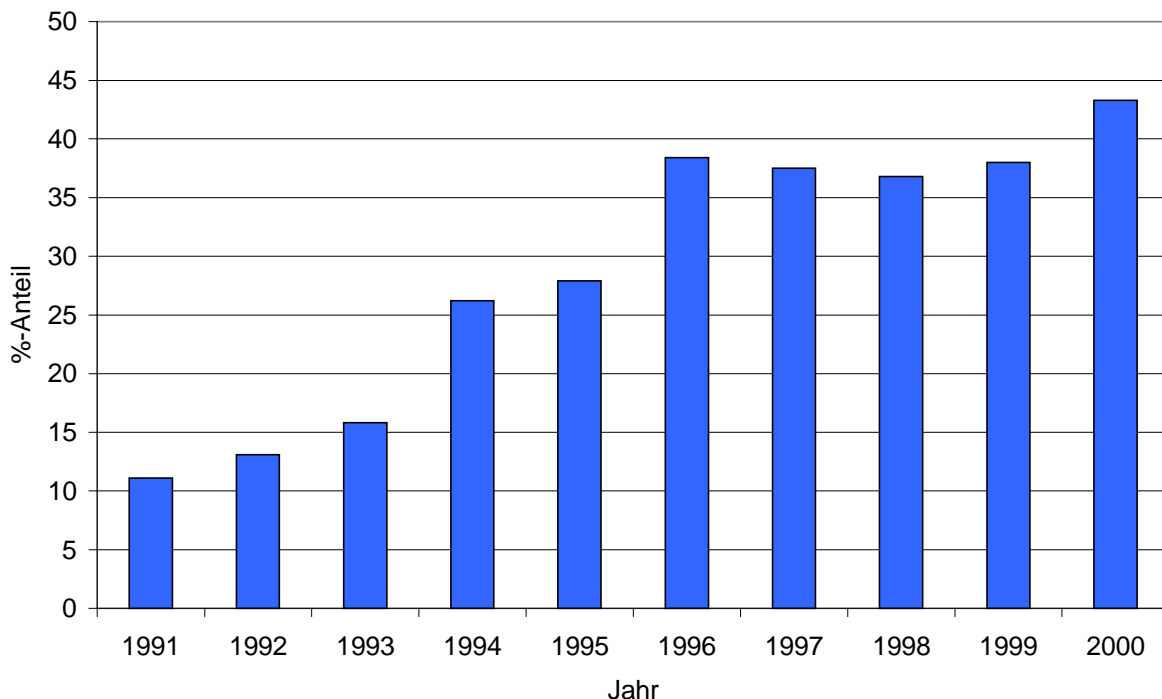


Abbildung 2.8.6: Im Rahmen der Hafenstaatkontrolle untersuchte Schiffe mit Mängeln im Bereich MARPOL I (in Prozent der untersuchten Schiffe). Quelle: ParisMOU Blue Book 2000.

2.8.5 Maßnahmen und ihre Effektivität zur Reduktion von Ölverschmutzungen

Ausgangspunkt zu Beginn des F+E-Vorhabens war (s. auch Kapitel 2.4) die Hypothese, dass die vermehrte Abgabe von Ölrückständen in den Häfen aufgrund des 1988 in allen deutschen Häfen eingeführte Demonstrationsvorhaben "Kostenlose Schiffsentsorgung nach MARPOL I" zur Verringerung der Ölverschmutzung geführt habe; und dass in den folgenden Jahren die erkennbare Zunahme der Verschmut-

zung in der Deutschen Bucht durch Öl – erkennbar aufgrund der Spülsaumergebnisse (Averbeck et al., 1993) sowie der vom Zentralen Meldekopfes (ZMK) zusammengestellten Daten über Meldungen von Ölverunreinigungen im Bereich des Verkehrstrennungsgebiets (Fleet et al., 1995 und 1999a) - vermutlich mit der teilweisen Aufhebung der kostenlosen Ölentorgung zusammenhänge. Nach Analyse und Bewertung der Ergebnisse aller Aspekte und Teiluntersuchungen des Projektes ist jedoch deutlich geworden, dass Änderungen in der Belastung der südlichen Nordsee mit Öl nicht allein auf die Höhe der Kosten bei der Öl-Entsorgung in den Häfen zurückzuführen sind.

Die Belastung der südlichen Nordsee mit Öl stieg nach der Ölkrise Ende der 1970er Jahre und der Einführung von Schweröl als Brennstoff, drastisch an (Reineking & Vauk, 1982; Vauk et al., 1987 und 1989). Seit Anfang der 1980er Jahre sind Schritt für Schritt eine Reihe von Vorsorge-Maßnahmen auf internationaler und nationaler sowie auf Europäischen Ebene eingeführt worden, um die Ölverschmutzung der Meere generell und insbesondere der Nordsee zu reduzieren (Wadden Sea Declaration, 2001). Diese Maßnahmen beziehen sich z.B. auf das „sichere Schiff“, „sichere Verkehrswege“, ein optimiertes Notfallmanagement, Kontrollen zur Einhaltung der Vorschriften und Regelungen sowie eine Bestrafung bei Verstößen.

Für das Wattenmeer als Randmeer der Nordsee, hat die Ausweisung der drei Nationalparke in Schleswig-Holstein, Hamburg und Niedersachsen in den Jahren 1985 bzw. 1986 und 1990 in der Bundesrepublik, wie auch die Unterschutzstellungen des Wattenmeeres in Dänemark und den Niederlanden, sicherlich dazu beigetragen, die Bedeutung und Empfindlichkeit dieses Gebietes auch innerhalb der Schifffahrt deutlich zu machen. Die Verölungsraten vieler Arten sanken besonders Ende der 1980er Jahre/Anfang der 1990er Jahre ab, mehr als in dem Zeitraum danach. Im Wattenmeer ist diese Entwicklung besonders stark ausgeprägt. Vor allem in Schleswig-Holstein ist jedoch eine - höchstwahrscheinlich durch das Schiffsaufkommen bedingte - Steigerung der Verölungsraten Mitte der 1990er Jahre erkennbar (Abb. 2.8.7).

In 1982 wurde mit der Unterzeichnung des „Paris Memorandum of Understanding on Port State Control“ die Hafenstaatkontrolle eingeführt. Inzwischen haben 19 Staaten dieses Übereinkommen unterzeichnet. Diese Staaten verpflichten sich 25% der Schiffe, die ihre Häfen ansteuern, auf Mängel hin zu untersuchen (siehe 2.8.4.4).

Das Internationale Übereinkommen zur Verhütung von Meeresverschmutzung durch Schiffe (MARPOL) einschließlich Anlage I, das Grenzwerte für die Einleitung von Brennstoffrückständen und weitere Maßnahmen vorschreibt, trat 1983 in Kraft. Etwa gleichzeitig begann in Deutschland und anderen Staaten die Luftüberwachung, um durch regelmäßige Überfliegungen Verschmutzungen auf See, insbesondere den Ölverschmutzungen auf die Spur zu kommen und gleichzeitig möglichen Ölsünder als Abschreckung zu dienen.

Im Juni 1988 startete in der Bundesrepublik Deutschland das gemeinsame Bundesländer Demonstrationsvorhaben „Kostenlosen Ölentorgung“ in den deutschen Häfen (siehe Kap. 2.4). Dieses gemeinsame Vorhaben wurde offiziell Mitte 1991 been-

det und ab Januar 1992 in einigen Bundesländern eingestellt, in anderen schrittweise zurückgefahren und nur in Niedersachsen – bis heute - weitergeführt.

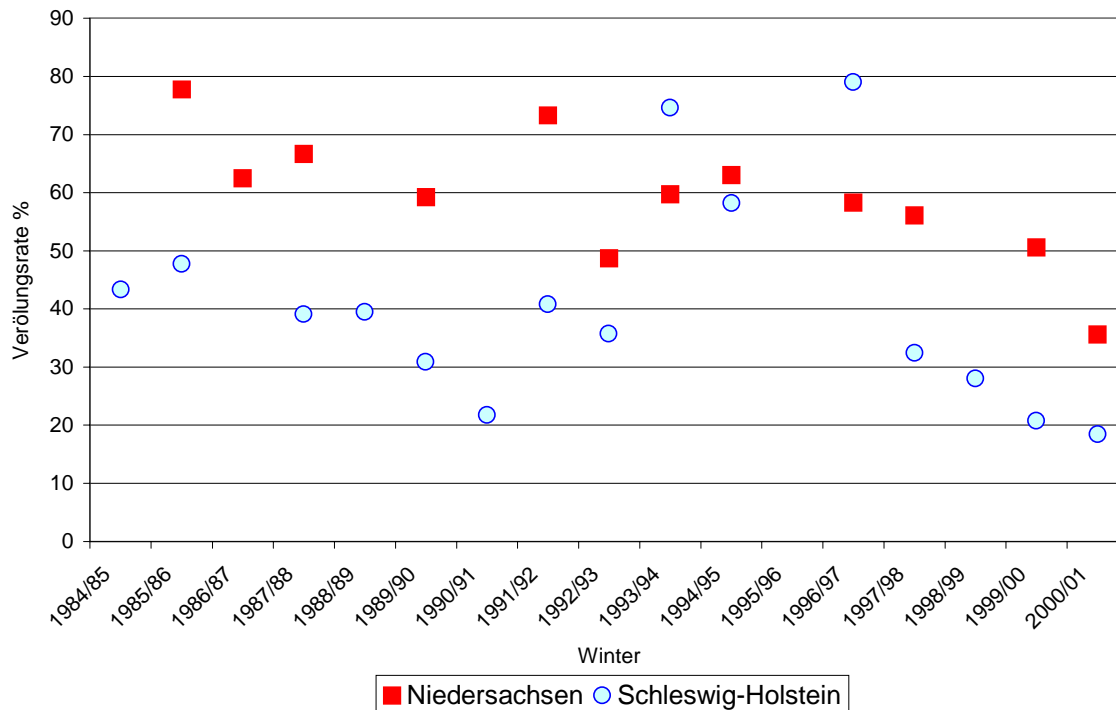


Abbildung 2.8.7: Verölungsraten der Trottellumme an den Küsten in Niedersachsen und Schleswig-Holstein im Zeitraum 1984/85 - 2000/01.

Mit der Einführung von reduzierten Grenzwerten für das Einleiten von Ölrückständen nach MARPOL Anlage I in 1993 wurde ein weiterer entscheidender Schritt zur Reduzierung der Ölverschmutzung der Weltmeere erreicht. Mit der Festlegung der Grenzwerte für ÖL-Einleitungen auf 15 ppm und die Reduktion der Einlassraten für ölhaltige Rückstände aus dem Ladungsbereich von Öltankern auf 30 l/sm, wurden weltweit die Grenzwerte für MARPOL-I-Sondergebiete eingeführt. Als bisher letzter Schritt gilt 1999 die Ausweisung der Nordsee und der küstennahen Meeresgebiete westlich von Großbritannien und Irland (North West European Waters) als Sondergebiet nach MARPOL I.

Weiterhin ist zu erwähnen, dass vor der niederländischen und deutschen Küste im Rahmen der IMO verbindliche Tankerwege in der Deutschen Bucht eingerichtet wurden, so dass Tanker ab 5.000 BRZ gezwungen sind, den küstenfernen Tiefwasserweg zu benutzen (s. auch Abb. 2.8.2).

In der Bundesrepublik Deutschland hat es in den letzten Jahren eine Änderung der Wegführung in der Deutschen Bucht zur Verbesserung des Kreuzungsbereiches der Verkehrstrennungsgebiete vor Wilhelmshaven gegeben; aufgrund der Anlaufbedingungsverordnung seewärts des Geltungsbereiches der Seeschiffahrtsstraßen-

Ordnung ist Meldeverpflichtung, Lotsenannahmepflicht und Einhaltung der Wege als Anlaufbedingung vorgeschrieben.

Weltweit gilt ab Juli 1998 für Fahrgastschiffe, Tankschiffe und Massengutschiffe der internationale Sicherheitsmanagement-Code (ISM). Dieser nach Kapitel IX SOLAS für Reeder und Kapitäne verbindliche Code sieht vor, dass die Kapitäne einerseits ein bordgestütztes Managementsystem zur Gewährleistung eines sicheren Schiffsbetriebs unterhalten müssen, und die Reedereien andererseits ein landgestütztes Sicherheitsmanagementsystem unterhalten müssen um sichere Schiffe und gut ausgebildete Besatzungen zu beschäftigen.

Auch auf europäischer Ebene sind bereits zahlreiche Richtlinien zur Erhöhung der Sicherheit der Seeschifffahrt und des Schutzes der Meeresumwelt erlassen worden, wie z.B. zur Hafenstaatkontrolle (s. Kapitel 2.8.4.4), der Ausrüstung von Schiffen, Meldepflichten und zuletzt die Richtlinie 200/59/EC zur Entsorgung von Schiffsabfällen und Ladungsrückständen, die Ende 2000 in Kraft getreten ist und bis zum Dezember 2002 umgesetzt werden soll. Ziel dieser Richtlinie ist die Einleitungen von Schiffsabfällen und Ladungsrückständen entsprechend MARPOL I (Öl), IV (Schiffsabwasser) und V (Schiffsmüll) in die See zu verhindern, insbesondere von Schiffen, die Häfen der Europäischen Gemeinschaft anlaufen. Die Richtlinie schreibt vor, dass alle Mitgliedsstaaten geeignete Entsorgungseinrichtungen in den Häfen vorzuhalten haben, die ohne Zeitverlust von den Schiffen genutzt werden können, und dass die Kosten für die Benutzung der Entsorgungseinrichtungen keinen Anreiz für die Schiffe darstellen dürfen ihre Rückstände in die See abzulassen. Daher sind mindestens 30% der Kosten über die allgemeinen Gebühren für ein jedes Schiffes im Hafen abzudecken, unabhängig von der tatsächlichen Nutzung der Einrichtungen.

In der Bundesrepublik Deutschland wurde 2000 das Ordnungswidrigkeitenrecht verschärft. Nach der Verordnung über Zuwiderhandlungen gegen MARPOL (MARPOL-Owi-VO) handelt ordnungswidrig, wer als Verantwortlicher an Bord eines Seeschiffes Öl-, Ladungs- und Mülltagebücher nicht ordnungsgemäß führt oder Öl bzw. ölhaltige Gemische, schädliche flüssige Stoffe oder Müll in Meer einbringt. Das heißt, wenn unzulässige Verbindungen zu und von den Ölschlamm tanks auf einem Schiff (illegale Bypassleitungen) bei Kontrollen festgestellt werden, so dass es zum unzulässigen Einleiten von Ölrückständen ins Meer kommen kann, wird ein Bußgeld bis zu 50.000,- DM verhängt. Diese Maßnahme hat sich nach Auskunft des Bundesverkehrsministeriums als wirksames Instrument zur Verminderung von Meeresverschmutzungen erwiesen (mündlich BMVBW). Allein im Jahr 2000 hat das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) aufgrund derartiger Verstöße 51 (53) Verfahren eingeleitet bzw. Bußgelder verhängt (BSH, 2001).

Auch Dänemark hat kürzlich eine Verordnung verabschiedet um Bußgelder für Schiffe, die gegen die Kriterien für das Einleiten von Ölrückständen in Dänische Gewässer verstoßen, zu erheben. Die Geldstrafen liegen zwischen DKK 15.000 bis DKK 100.000 und mehr, je nach der tatsächlich eingeleiteten Menge (Wadden Sea Declaration, 2001).

Zusätzlich sind die im Rahmen der IMO 1999 angenommene Änderungen der Anlagen I und II des MARPOL Abkommens zu nennen, die u.a. Verschärfungen von Bauvorschriften für Öltankschiffe und die Einführung bordeigener Notfallpläne bei Meeresverschmutzungen durch schädliche flüssige Stoffe beinhalten. Diese sind seit Januar 2001 in der Bundesrepublik Deutschland in Kraft.

Auch in den Nachbarstaaten Dänemark und den Niederlanden sind weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit im Schiffsverkehr und zum Schutz der marinen Umwelt erlassen worden und weiter sind in Planung und treten demnächst in Kraft (Wadden Sea Declaration, 2001).

Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass alle o.a. Maßnahmen bereits zu einer kontinuierlichen Reduzierung der Belastung der Deutschen Bucht/Nordsee mit Öl beigetragen haben. Vermehrte technische Regelungen, Intensivierung der Überwachung und Kontrollen sowie eine Verschärfung der Strafen in Form höherer Geldbußen haben die Seefahrer sensibilisiert und möglicherweise zu Verhaltensänderungen geführt. Es gibt allerdings keine Hinweise dafür, dass die - nach Beendigung bzw. schrittweiser Einstellung der Schiffsentsorgung - nun geringeren in den Häfen abgegebenen Mengen entsorgter Ölrückstände zu einer Erhöhung der Ölverschmutzung in der Deutschen Bucht geführt haben. Die erneute Zunahme der Verölungsraten Mitte der 1990er Jahre verlaufen regional in Schleswig-Holstein und sind mit ziemlicher Sicherheit durch eine Zunahme im Schiffsaufkommen der Schleswig-Holstein benachbarten Seegebiete verursacht. Es gibt jedoch deutliche Anzeichen dafür, dass zeitgleich mit der Ausweisung der Nordsee zum Sondergebiet nach MARPOL I eine Reduzierung der Verschmutzung der südlichen Nordsee mit Öl eingesetzt hat.

Sowohl an den deutschen Nordseeküsten als auch den benachbarten niederländischen Küsten sind die Verölungsraten der letzten zwei Winter zurückgegangen (siehe 2.1.4.1.2 und Camphuysen, 2001). Die Ergebnisse der Spülsaumkontrollen der nächsten Jahre werden zeigen, ob sich dieser Trend weiter fortsetzt oder verändert.

Auf der 9. Trilateralen Regierungskonferenz zum Schutz des Wattenmeeres der drei Wattenmeeranrainerstaaten Dänemark, Deutschland und die Niederlande im Oktober 2001 haben die verantwortlichen Minister beschlossen, einen gemeinsamen Vorschlag zur Ausweisung des dänisch-deutsch-niederländischen Wattenmeeres als „Particularly Sensitive Sea Area, PSSA“ (Besonders empfindliches Seegebiet) bei der Internationalen Schifffahrtsorganisation, der International Maritime Organization (IMO) zu beantragen. Mit der Ausweisung durch die IMO, die allerdings noch einige Zeit benötigen wird, würde eine weitere Maßnahme in Kraft treten, die besondere Alarmbereitschaft und Aufmerksamkeit der Schifffahrt für das besondere empfindliche Gebiet an unseren Küsten auf sich zieht. (Wadden Sea Declaration, 2001)

Die Weiterführung der Spülsaumkontrollen zur Beobachtung der zukünftigen Entwicklung der Verölungsraten sowie die Gewährleistung einer zeitnahen gesamtdeutschen Auswertung ist daher von größer Bedeutung um die Maßnahmen zur Reduzierung der Verschmutzung der Deutschen Bucht durch Öl begleiten und ihre Effektivität ermitteln zu können. Mit diesem Vorhaben wurden durch den Aufbau der gemein-

samen Datenbank für die Nordseeküstenländer sowie die Ausweitung und Etablierung des Zähler- und Kommunikationsnetzes an der deutschen Nordseeküste alle Voraussetzungen dafür geschaffen.

2.8.6 Abschließende Betrachtungen

Für die deutsche Nordseeküste verfügen wir für einen Zeitraum von 17 Jahren über Daten zu den Anteilen verölter Vögel unter den registrierten Vogelkadavern (Verölungsrate) für eine Reihe von Arten. Diese Zeitreihe, die regionale Unterschiede und zeitlich-räumliche Trends sichtbar werden lässt, hat sich als wichtiges Instrument zur Dokumentation der Verschmutzung der südlichen Nordsee mit Öl erwiesen. Während der dreieinhalb Jahre des F+E-Vorhabens konnte die Bedeutung und der Wert von Spülsaumkontrollen als Monitoringinstrument für Trends von Meeresverschmutzungen durch den Schiffsverkehr in Kombination mit anderen Erkenntnissen und Fakten wie Daten zum Schiffsverkehr, Bestimmung des Öltyps bzw. der Ursache der Verschmutzungen sowie der Wetterverhältnisse bestätigt werden.

Die Analyse der Daten der 16 am häufigsten vorkommenden Arten (siehe Anhang 2.1.1) für den Zeitraum 1984 - 2001 hat ein deutliches Bild über regionale Unterschiede und zeitlich-räumliche Trends in der Belastung der südlichen Nordsee mit Öl geliefert, so dass die Bewertung von Maßnahmen zur Verhütung der Meeresverschmutzung möglich ist.

Reineking & Vauk (1982) und Camphuysen & Heubeck (2001) geben eine Übersicht der Entwicklung der Ölverschmutzung seit Ende des 19. Jahrhunderts. Die Spülsaumkontrollen an der deutschen Nordseeküste dokumentieren die letzten 17 Jahre dieser Geschichte. Nach einer dramatischen Steigerung der schiffsbedingten Ölverschmutzung der Meere einschließlich der Nordsee Ende der 1970er Jahre (Reineking & Vauk, 1982; Vauk et al., 1987), bedingt durch die Einführung von kostengünstigem Schweröl als Brennstoff während der Ölkrise, wurden eine Reihe unterschiedlicher Maßnahmen eingeführt und später mit dem Ziel verschärft, diese Art der Verschmutzung zu verringern (Tab. 1.1 und Kapitel 2.8.5). Ausgangspunkt zu Beginn des F+E-Vorhabens war die Hypothese, dass Rückgänge in der Verölungsrate an der deutschen Nordseeküste Ende der 1980er/Anfang der 1990er Jahre (Averbeck et al., 1992) mit der Einrichtung - und die Zunahme in den Verölungsraten Mitte der 1990er Jahre mit der Beendigung - des Demonstrationsvorhabens kostenlose Ölent-sorgung in deutschen Häfen zusammen hingen.

Die Gesamtanalyse innerhalb des jetzigen F+E-Vorhabens hat deutlich gemacht, dass nur eine Betrachtung über mehrere Jahrzehnte (wie im Zeitraum von 1984 – 2001) und die Berücksichtigung aller seit Anfang der 1980er Jahre eingeführten Maßnahmen ein klares Bild über die Zusammenhänge und Effizienz liefern kann.

Spülsaumkontrollen von Vogelkadavern zeigen, dass in der Nordsee hohe Verölungsraten typisch sind für Küsten nahe viel befahrener Seegebiete (u.a. Averbeck, 1992; Vauk et al., 1987; Heubeck, 1995; Camphuysen & Franeker, 1992; Camphuysen & Heubeck, 2001). Die Analysen von Ölproben von den Küsten der Deutschen

Bucht und auf den Shetlands zeigen, dass die Ölverschmutzung in diesen Regionen durch illegale Einleitungen und kleinere Unfälle mit Brennstoffrückständen aus dem Schiffsbetrieb verursacht werden (Vauk et al., 1987; Dahlman et al., 1994; Heubeck, 2001). Für die deutsche Nordseeküste hat sich seit Anfang der 1980er Jahre dieses Bild nicht verändert (Vauk et al., 1987; Dahlmann, 1985; Dahlmann et al., 1994; Dahlmann & Secheyne, 2000 und Kap. 2.2).

Das Verkehrsaufkommen in der südlichen Nordsee ist groß im Vergleich zu anderen Seegebieten (Kap. 2.3). Insbesondere im Bereich des Verkehrstrennungsgebietes (VTG) entlang der niederländischen und niedersächsischen Küste fahren viele Schiffe zu und von den deutschen Häfen und durch den Nord-Ostseekanal in die Ostsee hinein. Die Verölungsraten an nahe dem VTG gelegenen Küsten sind im Vergleich zu anderen Regionen der Nordsee hoch (Vauk et al., 1987; Averbek et al., 1992; Camphuysen, 1992, 1997 und 2001; Camphuysen & Heubeck, 2001 und Kap 2.1). Auch entlang der deutschen Nordseeküste spiegeln räumliche Unterschiede in der Höhe der Verölungsrate regionale Unterschiede im Schiffsverkehrsaufkommen wieder. Bis auf dem Zeitraum Mitte der 1990er Jahre (s. Kap 2.1 und unten) sind die Verölungsraten von Trottellummen der niedersächsischen Küste deutlich höher als in Schleswig-Holstein (Abb. 2.8.5).

Schon Anfang der 1990er Jahre dokumentierten Averbek et al. (1992) eine Abnahme der Verölungsraten der an deutschen Nordseeküsten gefundenen Vögel, was einen Rückgang der Verschmutzung deutscher Seegebiete mit Öl indiziert. Camphuysen (1997) zeigte in seinem Bericht über die Analyse der Ergebnisse von 30 Jahren Spülsaumkontrollen an der niederländischen Küste, dass mit Ausnahme der Trauerente die Verölungsraten aller Arten im Zeitraum 1976/77 - 1996/97 signifikant und kontinuierlich zurückgegangen sind. Dieser Trend hat sich seitdem in den Niederlanden fortgesetzt (Camphuysen, 2001).

Auch Heubeck (1995 & 2001) registrierte einen Rückgang in den Verölungsraten vieler Arten auf den Shetland Inseln im Zeitraum 1979 - 2001. Dort, wie auch in der südlichen Nordsee, sind Brennstoffrückstände aus dem Schiffsbetrieb Hauptverursacher der Ölverschmutzung (Heubeck, 2001). Die Verölungsraten auf den Shetland Inseln sind allerdings erheblich niedriger, gemessen an den Raten der niederländischen und niedersächsischen Küsten der südlichen Nordsee.

In Dänemark beobachteten Skov et al. (1996) ebenfalls eine Abnahme der Verölungsrate von Vögeln im Bereich des dänischen Wattenmeeres und zwar pro Jahr um 4 - 6% im Zeitraum 1984 - 1995. Das entspricht dem Trend in Schleswig-Holstein und es ist davon auszugehen, dass die dänischen Daten auch die gleiche Situation auf See widerspiegeln, da Öl und verölte Vögel mit der Strömung und den vorherrschenden Winden nach Norden auch an Dänemarks Küsten gespült werden. An den Nordseeküsten von Nord Jütland, also nördlich des Wattenmeeres, konnte allerdings kein Trend bei den Verölungsraten festgestellt werden. In Dänemark wurde durch Ölanalysen im Rahmen eines dreijährigen trilateralen Projekts zwischen 1990 - 1992 neben der Hauptverschmutzungsquelle „Brennstoffrückstände“ (ca. 63%) regelmäßig auch ein relativ hoher Anteil Rohöl (ca. 25%) festgestellt (Dahl-

mann et al., 1994; Reineking, 1997). Da es kein Nordseeöl (z. B. von Ölplattformen) war, konnte es sich nur um ölige Ladungsreste von Tankschiffen handeln, die im Skagerrak nach dem Übergang von Sondergebiet Ostsee nach MARPOL Anlage I in die Nordsee, die zu diesem Zeitpunkt noch nicht als Sondergebiet für Öl ausgewiesen war, illegal über Bord gepumpt wurden. Ob sich nach 1993 (Verschärfung des Grenzwerts der Öleinlassraten auf Sondergebietsniveau) und 1999 Ausweisung der Nordsee zum Sondergebiet nach MARPOL Anlage I diese Situation geändert hat, bzw. diese Maßnahmen gegriffen haben, kann nur eine systematische Spülsaumkontrolle an den dänischen Küsten mit Probenahme und Analyse des verölten Gefieders der aufgefundenen Totfunde klären.

Die Ergebnisse der Spülsaumkontrollen an der deutschen Nordseeküste seit Anfang der 1990er Jahre zeigen, dass die schon von Awerbeck et al. (1992) festgestellte Abnahme sich generell fortgesetzt hat (Fleet et al. 1999a, 1999b und Kap 2.1).

Trends in der Verölungsrate können regional unterschiedlich ablaufen, wie nicht nur die Ergebnisse von Skov et al. (1996) zeigen. Die im Rahmen dieses Vorhabens analysierten Daten zeigen eine stärkere Abnahme der Verölungsrate an den Küsten des deutschen Wattenmeers als an den Nordsee exponierten Küsten. Auch Camphuysen (1997) stellte solche Unterschiede zwischen Wattenmeer- und Nordsee exponierten Küsten in den Niederlanden im Zeitraum 1969 - 1997 fest. Die erheblich höheren Verölungsraten Mitte der 1990er Jahre in Schleswig-Holstein, die dort zu einem "Zwischenhoch" in der Verölungsrate viele Vogelarten führte, bleiben bisher ein für Schleswig-Holstein regional spezifisches Phänomen.

Die deutliche Abnahme der Höhe der Verölungsrate an deutschen Nordseeküsten in den Wintern 1999/00 und 2000/01 wurde auch an den benachbarten Küsten der Niederlande registriert (Camphuysen, 2001). Auch auf den Deutschland fernen Shetland Inseln sind die Verölungsraten der letzten zwei Winter viel niedriger ausgefallen als in der Vergangenheit (Heubeck, 2001).

Schiffe leiten illegal nach wie vor Brennstoffrückstände in die südlichen Nordsee ein. Die Menge bzw. Häufigkeit ist offensichtlich jedoch kontinuierlich geringer geworden. Dies kann verschiedene Gründe haben, z.B. ist die Überwachung, insbesondere die Luftüberwachung, durch eine abschreckende Wirkung effektiv, die Schiffe sind technologisch besser ausgerüstet und/oder das Schiffsverkehrsaufkommen hat sich verringert. Die letzten zwei Gründe sind zumindest für die südliche Nordsee in Zweifel zu ziehen bzw. auszuschließen, da die Hafenstaatkontrolle eher eine Steigerung der Anzahl von Schiffen mit technischen Mängeln aufweisen und die Seeverkehrsanalyse eine wachsende Zahl von Schiffe bzw. zumindest steigende Mengen anfallender Rückstände für alle Routen in der Deutschen Bucht ergeben hat (Kap. 2.3). Es ist daher anzunehmen, dass die Vorsorge-Maßnahmen zusammen (s. Kapitel 2.8.5), wie verschärfte Gesetze und Regelungen, intensiviertere Überwachung und ein verbesserter Vollzug bei Regelverstößen und Umweltdelikten (Abschreckung durch hohe Strafen) zu Verhaltensänderungen bei den Kapitäne (Entsorgung nicht auf See sondern an Land) geführt haben. Inwieweit ein gestiegenes Umweltbewusstsein der

Kapitäne und Reeder bzw. der Seefahrt hier auch eine Rolle spielt, ließe sich z.B. durch Befragungen der Kapitäne untersuchen.

Der Rückgang der Verölungsraten in den Niederlanden begann bereits in den frühen 1970er Jahren weit vor MARPOL I und Camphuysen (1997) kann aufgrund der Analyse von Spülsaumdaten der niederländischen Küsten nicht nachweisen, dass bereits nach der Einführung von MARPOL I in 1983 eine erhebliche Verbesserung im Verschmutzungsniveau der südlichen Nordsee stattgefunden hat. Nach seiner Meinung hat MARPOL I nur zusätzlich zu diesem Rückgang beigetragen. Für die norddänische Nordseeküste, also nördlich des Wattenmeeres (s. auch oben), konnten Skov et al. (1996) für den Zeitraum 1984 – 1996 ebenfalls keinen positiven Effekt von MARPOL I feststellen.

Die systematischen Spülsaumkontrollen begannen in Deutschland Anfang der 1980er Jahre und dokumentieren die Zeit nach der Einführung von MARPOL I. Die Daten weisen eine kontinuierliche Verbesserung der Verschmutzungssituation in der Deutschen Bucht auf. Der generell abnehmende Trend der Verölungsraten wird aber von zeitlich-räumlichen Abweichungen überlagert. Die vor allem in Schleswig-Holstein registrierte Zunahme der Verölungsraten vieler Arten Mitte der 1990er Jahre ist mit ziemlicher Sicherheit durch das höhere Schiffsverkehrsaufkommen in dieser Region und zu diese Zeit verursacht worden.

Vieles, wie auch die politischen Verhältnisse, deutet daraufhin, dass in den 1990er Jahren eine Umlagerung des Schiffsverkehrs zu und von der Ostsee stattgefunden hat, und zwar vom Nordostseekanal zu der Route durch den Kattegat/Skagerrak. Ebenso weist die Seeverkehrsstudie im Rahmen dieses Projektes (Kap. 2.3) steigendes Schiffsverkehrsaufkommen und wachsendes Verschmutzungspotential auf den Routen zu und von der Ostsee im Zeitraum 1992 – 1999 auf. Möglicherweise haben viele Schiffe, die in die Ostsee hinein fahren wollten, aufgrund widrige Wetterbedingungen 1996 die Route an der schleswig-holsteinischen Westküste vorbei durch den Kattegat in die Ostsee genommen.

Die Verölungsraten in Niedersachsen sind im Zeitraum 1984 – 2000 kontinuierlich gefallen. Das scheinbare "Tief" der Verölungsraten an der schleswig-holsteinische Küste Mitte der 1990er Jahre ist vermutlich dadurch zustande gekommen, das Mitte der 1990er Jahre steigendes Schiffsverkehrsaufkommen kurzzeitig zu einer höheren Belastung der schleswig-holsteinischen Gewässer geführt hat.

Es gibt daher aufgrund unserer Untersuchungen kein Indiz dafür, dass die kostenlose Ölentorgung in den deutschen Häfen allein zu der erheblichen Verbesserung in der Belastung der südlichen Nordsee mit Öl Ende der 1980er/Anfang der 1990er Jahre geführt hat. Vielmehr ist davon auszugehen, dass ein Bündel von Maßnahmen der letzten 20 Jahren zu einer schrittweisen Verbesserung geführt hat. Es ist anzunehmen, dass Verhaltensänderungen in der Seefahrt durch vermehrte Regelungen und Vorschriften, eine effektivere Kontrolle und Überwachung sowie Abschreckung durch empfindlichere Strafen bei Verstößen und ein gestiegenes Umweltbewusstsein dafür verantwortlich sind.

Obwohl gesunken, sind die Verölungsraten vor allem der Hochseearten an der deutschen Nordseeküste noch sehr hoch (Tab. 2.1.6). Spülsaumkontrollen der nächsten Jahre werden zeigen, ob der Sondergebietsstatus der Nordsee, wie in der Ostsee registriert wurde (Skov et al., 1996), zu einer weiteren Reduzierung der Ölverschmutzung führt. Die Ergebnisse der letzten zwei Winter geben Grund zur Hoffnung.

2.8.7 Literatur

Averbeck, C. & L. H. Voigt (1992): Auswirkungen der kostenlosen Schiffsentsorgung gemäß MARPOL I+II: Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleituntersuchung. Schiff & Hafen/Seewirtschaft, Heft 11:74 - 80.

Averbeck, C., M. Korsch, G. Vauk & J. Wilke (1993): Seevögel als Ölopfer.- Umweltbundesamt, Wasser Forschungsbericht 102 04 414, Norddeutsche Naturschutzakademie, 58 pp.

BSH (2001): Jahresbericht 2000. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie: 143 pp.

Camphuysen, C. J. (1997): Oil pollution and oiled seabirds in the Netherlands, 1969-97: Signals of a cleaner sea. SULA 11/2 (special issue): 43 - 156.

Camphuysen, C. J. (2001): Olieslachtoffers op de Nederlandse Kust: Gevonden vogels Mei 2000-April 2001 en oliebevuilingpercentages in de winter 2000/2001. RWS/DNZ contract NZ 1240, CSR Report 2001.005.

Camphuysen, C. J. & J. A. Franeker (1992): The value of beached bird surveys in monitoring marine oil pollution. - Technisch rapport Vogelbescherming 10 Nederland, Zeist: 191 pp.

Camphuysen & Heubeck (2001): Marine oil pollution and beached bird surveys: the development of a sensitive monitoring instrument. Environment Pollution 112: 443 - 461.

Camphuysen, C. J., P. J. Wright, M. Leopold, O. Hüppop & J. B. Reid (1997): A review of the causes, and consequences at the population level, of mass mortalities of seabirds. ICES Coop. Res. Rep. No. 232: 51 - 65.

Dahlmann G. (1985): Herkunft der Ölverschmutzungen an der deutschen Nordseeküste, Seevögel 6 (Sonderband), 73 - 80.

Dahlmann G., Timm D., Averbeck C., Camphuysen C., Skov C., Durinck J. (1994): Comparative Investigations on Oiled Seabirds and Oiled Beaches in the Netherlands, Denmark and Germany (1990-1993), Mar. Poll. Bull. 28: 305 - 310.

Dahlmann, G. & A. Secheyaye (2000): Verölte Seevögel an der deutschen Nordseeküste 1998/99 – Ergebnisse der Ölanalysen. - Seevögel 21/1: 11 - 12

De Jong, F; J.F. Bakker, C.J.M. van Berkel, N.M.J.A. Dankers, K. Dahl, C. Gätje, H. Marencic & P. Potel (1999): 1999 Wadden Sea Quality Status Report. Wadden Sea

Ecosystem No. 9. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Quality Status Group. Wilhelmshaven, Germany: 259.

Fleet, D. M., S. Gaus, E. Hartwig, P. Potel & M. Schulze Dieckhoff (1995): Ölopfer in der Deutschen Bucht im Zeitraum 1. Oktober 1992 bis 31. Dezember 1994. - Seevögel 16/4: 87 - 92.

Fleet, D. M., S. Gaus, E. Hartwig, P. Potel, B. Reineking & M. Schulze Dieckhoff (1999a): Ölopfer in der Deutschen Bucht im Zeitraum 1. Juli 1994 bis 30. Juni 1998. - Seevögel 20/2: 43 - 48.

Fleet, D. M., S. Gaus, E. Hartwig, P. Potel, B. Reineking & M. Schulze Dieckhoff (1999b): PALLAS-Havarie und Seevogelsterben dominieren Spülsaumkontrollen im Winter 1998/99 - Ölopfer in der Deutschen Bucht im Zeitraum 01. Oktober 1998 bis 31. März 1999. - Seevögel 20/3: 79 - 84.

Garthe, S. (1998): Gleich und doch anders: Zur Habitatwahl von Eissturmvogel und Sturmmöwe in der Deutschen Bucht. Seevögel, Band 19, Sonderheft 1. Dt. See- und Küstenvogelkoll.: 81 - 85.

Günther, K. (1999): Pallas-Bilanz für die Vögel: Folgeschwerste Ölpest im Wattenmeer. Berichte zum Vogelschutz 36: 127.

Heubeck, M. (1995): Shetland beached bird surveys: National and European context. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, 103B: 165 - 179.

Heubeck, M. (2001): SOTEAG Ornithological Monitoring Programme, 2000 Summary Report. 34 pp.

Hüppop, O. (1996): Causes and trends of the mortality of Guillemots ringed on the island of Helgoland, German Bight. Die Vogelwarte 38: 217 - 224.

Koss, C. (2000): Datenerhebung über den Schiffsverkehr im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. Unveröffentlichten Bericht Nationalparkamt, Tönning: 47 pp.

ParisMOU (1998): Annual Report 1997. Paris Memorandum of Understanding: 60 pp.

ParisMOU (1999): Annual Report 1998. Paris Memorandum of Understanding: 47 pp.

ParisMOU (2000): Annual Report 1999. Paris Memorandum of Understanding: 42 pp.

ParisMOU (2001a): Blue Book 2000. Paris Memorandum of Understanding: 104 pp.

ParisMOU (2001b): Annual Report 2000. Paris Memorandum of Understanding: 42 pp.

Reineking, B. (1999): The PALLAS Accident. - Wadden Sea Newsletter 1999 - 1: 22 - 25.

Reineking, B. & G. Vauk (1982): Seevögel - Opfer der Ölpest. - Jordsand Buch Nr. 2, Niederelbe-Verlag Otterndorf, 143 pp.

Skov, H., K. D. Christensen & J. Durinck (1996): Trends in marine oil pollution in Denmark 1984-95, An analysis of beached bird surveys, Miljøstyrelsen Working report No. 75: 62 pp.

UBA (1991): Vorläufiger Schlussbericht der wissenschaftlichen Begleitung des Demonstrationsvorhabens „Schiffentsorgung“ durch das Umweltbundesamt. Berlin: 29 pp.

Vauk, G., G. Dahlmann, E. Hartwig, J. C. Ranger, B. Reineking, E. Schrey & E. Vauk-Henzelt (1987): Ölopfererfassung an der deutschen Nordseeküste und Ergebnisse der Ölanalysen sowie Untersuchungen zur Belastung der Deutschen Bucht durch Schiffsmüll. - Umweltbundesamt, Wasser Forschungsbericht 102 04 361, Norddeutsche Naturschutzakademie, 45 pp.

Vauk, G., E. Hartwig, E. Schrey, E. Vauk-Henzelt, & M. Korsch (1989): Seevögelverluste durch Öl und Müll an der deutschen Nordseeküste von August 1983 bis April 1988. - Umweltbundesamt, Wasser Forschungsbericht 102 04 370, 164 pp.

Von Viebahn (2001): Oil spill statistics and oil spill monitoring. DGMU Forschungsbericht 564: 95 pp.

Wadden Sea Declaration (2001): Ministerial Declaration of the Ninth Trilateral Governmental Conference on the Protection of the Wadden Sea. Esbjerg, 31 October 2001; (unveröffentlicht).

3 LITERATURVERZEICHNIS

Gesamtverzeichnis aller im Bericht verwendeter Veröffentlichungen.

Averbeck, C. & L. H. Voigt (1992): Auswirkungen der kostenlosen Schiffsentsorgung gemäß MARPOL I+II: Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleituntersuchung. Schiff & Hafen/Seewirtschaft, Heft 11: 74 - 80.

Averbeck, C., M. Korsch, G. Vauk & J. Wilke (1993): Seevögel als Ölopfer.- Umweltbundesamt, Wasser Forschungsbericht 102 04 414, Norddeutsche Naturschutzakademie. 58 pp.

Brandt, M. & T. Höth (1999): MARION – Umweltrelevantes Informations- und Analysesystem für den Seeverkehr. Forschungsauftrag des Umweltbundesamtes 102 40 302, November 1999.

Brandt, M. & T. Höth (1999): MARION – Programmbeschreibung – Seeverkehrsbedingte Emissionsberechnung mit statistischem Datenmaterial. Forschungsauftrag des Umweltbundesamtes zum Vorhaben 102 40 302, November 1999.

BMV (1998): Luftüberwachungssystem zur Erkennung von Meeresverschmutzungen. Bundesministerium für Verkehr, Bonn: 23 pp.

BSH (1997): Entsorgungsmöglichkeiten für Öl, Schiffsmüll und Schiffsabwässer. Auffanganlagen gemäß MARPOL und Helsinki-Übereinkommen an der deutschen Küste. Ausgabe 1997. Eine Übersicht für die Sport- und Kleinschiffahrt. Hamburg & Rostock: 64pp.

BSH (1991 – 1998): Jahresberichte des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie ab 1990.

BSH (2001): Jahresbericht 2000. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. 143 pp.

Camphuysen, C. J. (1997): Oil pollution and oiled seabirds in the Netherlands, 1969-97: Signals of a cleaner sea. SULA 11/2 (special issue): 43 - 156.

Camphuysen, C.J. (1998): Het voorkomen van de Alk Alca torda in Nederlandse wateren. Limosa 71: 69 - 75.

Camphuysen, C.J. (1998): Beached Bird surveys in the Netherlands 1915-1998; Seabird mortality in the southern North Sea since the early days of oil pollution. Tech. Rep. Vogelbescherming 1, Werkgroep Noordzee, Amsterdam: 322 pp.

Camphuysen, C. J. (2000): Eider mortality in the Dutch Wadden Sea, Winter 1999/2000. . Wadden Sea Newsletter, No. 1: 4 - 5.

- Camphuysen, C. J. (2001): Olieslachtoffers op de Nederlandse Kust: Gevonden vogels Mei 2000-April 2001 en oliebevuildingpercentages in de winter 2000/2001. RWS/DNZ contract NZ 1240, CSR Report 2001.005.
- Camphuysen, C. J. & J. A. Franeker (1992): The value of beached bird surveys in monitoring marine oil pollution. - Technisch rapport Vogelbescherming 10 Nederland, Zeist. 191 pp.
- Camphuysen, C.J. & Garthe, S. (1997): An evaluation of the distribution and scavenging habits of Northern Fulmars *Fulmarus glacialis* in the North Sea. ICES J. Mar. Sci. 54: 654 - 683.
- Camphuysen & Heubeck (2001): Marine oil pollution and beached bird surveys: the development of a sensitive monitoring instrument. Environment Pollution 112: 443 - 461.
- Camphuysen, C. J., P. J. Wright, M. Leopold, O. Hüppop & J. B. Reid (1997): A review of the causes, and consequences at the population level, of mass mortalities of seabirds. ICES Coop. Res. Rep. No. 232: 51 - 66.
- Carter, I. C., J. M. Williams, A. Webb & M. Tasker (1993): Seabird concentrations in the North Sea: An atlas of vulnerability to surface pollutants. Joint Nature Conservation Committee, Aberdeen. 39 pp.
- Dahlmann G. (1984): Eine neue sichere Methode zur Identifizierung der Verursacher von Ölverschmutzungen, Dt. hydrogr. Z. 37(5), 217-220.
- Dahlmann G. (1985): Herkunft der Ölverschmutzungen an der deutschen Nordseeküste, Seevögel 6 (Sonderband), 73 - 80.
- Dahlmann G. (1987): Identification of oil pollutions. In: Seminar on Oil Pollution Questions, Norrköping, Baltic Sea Environment Proceedings No. 22, Baltic Marine Environment Protection Commission. Helsinki Commission.
- Dahlmann G., Timm D., Aeverbeck C., Camphuysen C., Skov C., Durinck J. (1994): Comparative Investigations on Oiled Seabirds and Oiled Beaches in the Netherlands, Denmark and Germany (1990-1993), Mar. Poll. Bull. 28: 305 - 310.
- Dahlmann, G. & A. Secheyay (2000): Verölte Seevögel an der deutschen Nordseeküste 1998/99 – Ergebnisse der Ölanalysen. - Seevögel 21/1: 11 - 12
- Danielsen, F.; H. Skov; J. Durinck & K.M. Christensen (1990): Seks ars overvågning af dode havfugle. Danks orn. Foren. Tidskr. 84: 8 – 9.
- De Jong, F; J.F. Bakker, C.J.M. van Berkel, N.M.J.A. Dankers, K. Dahl, C. Gätje, H. Marencic & P. Potel (1999): 1999 Wadden Sea Quality Status Report. Wadden Sea Ecosystem No. 9. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Quality Status Group. Wilhelmshaven, Germany: 259.
- DHI: Jahresberichte des Deutschen Hydrographischen Instituts bis 1989.

European Commission (2000): Directive 2000/59/EC of the European Parliament and of the Council on Port Reception Facilities for Ship-generated Waste and Cargo Residues.

Fleet, D. M. (2001): Numbers of Common Eider Beached on the German North Sea coast during the mass mortality in the winter of 1999/2000. Wadden Sea Newsletter, No. 1: 6 - 7.

Fleet, D. M., S. Gaus, E. Hartwig, P. Potel & M. Schulze Dieckhoff (1995): Ölopfer in der Deutschen Bucht im Zeitraum 1. Oktober 1992 bis 31. Dezember 1994. - Seevögel 16/4: 87 - 92.

Fleet, D. M., S. Gaus, E. Hartwig, P. Potel, B. Reineking & M. Schulze Dieckhoff (1999a): Ölopfer in der Deutschen Bucht im Zeitraum 1. Juli 1994 bis 30. Juni 1998. - Seevögel 20/2: 43 - 48.

Fleet, D. M., S. Gaus, E. Hartwig, P. Potel, B. Reineking & M. Schulze Dieckhoff (1999b): Pallas-Havarie und Seevogelsterben dominieren Spülsaumkontrollen im Winter 1998/99 - Ölopfer in der Deutschen Bucht im Zeitraum 01. Oktober 1998 bis 31. März 1999. - Seevögel 20/3: 79 - 84.

Fleet D. M., B. Reineking, S. Gaus, E. Hartwig, P. Potel & M. Schulze Dieckhoff (2000): Ölopfer in der Deutschen Bucht im Zeitraum 1. Oktober 1999 bis 31. März 2000. Seevögel 21 Heft 4: 103 - 107.

Fleet, D. M. & B. Reineking (1999): Zum Seevogelsterben an der deutschen und niederländischen Wattenmeerküste im Februar/März 1999. Seevögel Band 20/2: 63.

FSSH (1992): Demonstrationsvorhaben Schiffsentsorgung in den Häfen der Bundesrepublik Deutschland. Forschungsauftrag des Umweltbundesamtes 102 06 220, Januar 1992.

FSSH (1991): „Demonstrationsvorhaben Schiffsentsorgung“, vorläufiger Schlussbericht zur wissenschaftlichen Begleitung durch das UBA, 21.08.1991.

Garthe, S. (1997): Influence of hydrography, fishing activity and colony location on summer seabird distribution in the southeastern North Sea. ICES J. Mar. Sci. 54: 566 - 577.

Garthe, S. (1998): Gleich und doch anders: Zur Habitatwahl von Eissturmvogel und Sturmmöwe in der Deutschen Bucht. Seevögel, Band 19, Sonderheft 1, Dt. See- und Küstenvogelkolloquium: 81 - 85.

Garthe, S. & Hüppop, O. (1995): The distribution of Fulmars *Fulmarus glacialis* in the German Bight: do fisheries or hydrography explain the pattern? Limosa 68: 123 - 124.

Garthe, S. & Hüppop, O. (1997): Can seabirds be used as hydrocasts? In: Extended abstracts, Symposium "New Challenges for North Sea Research - 20 years after FLEX '76". Ber. Zentr. Meeres- u. Klimaforsch. Hamburg, Reihe Z, 2: 77 - 81.

- Garthe, S. & Hüppop, O. (2000): Aktuelle Entwicklungen beim Seabirds-at-Sea-Programm in Deutschland. *Vogelwelt* 121: 301 – 305.
- Górski, W. & J. Antczak (1990): Śmiertelność ptaków wodnych z powodu zanieczyszczeń ropopochodnych w środkowej części polskiego wybrzeża Bałtyku. *Proc, conf. "Ornitologia Polska w setną rocznicę śmierci Władysława Taczanowskiego"*, Łódź.
- Günther, K. (1999): Pallas-Bilanz für die Vögel: Folgeschwerste Ölpest im Wattenmeer. *Berichte zum Vogelschutz* 36: 127.
- Hälterlein, B., D. M. Fleet & Rösner (1991): Gebietsdefinition für Brut- und Rastvogelzählungen an der Schleswig-Holsteinischen Küste. *Seevögel* 12: 21 - 25.
- Hartwig, E. (2000): Öl der Erika im deutschen Wattenmeer. *Seevögel* 21/3: 69.
- Hartwig E. (2001): Öl der Erika auch in der Schweiz, *Seevögel* 22/2: 36.
- Hennig, V. (2001): An evaluation of available knowledge on the necessity of undisturbed moulting sites for seaducks in the offshore area, in order to investigate the possibilities for creating such undisturbed moulting sites. – Unveröffentlichtes Gutachten bezüglich WSP Nr. 35 im Auftrag des Landesamtes für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, 36 pp. und Annex.
- Hennig, V. & Hälterlein, B. (2000): Trauerente - Erfassungsschwierigkeiten einer Offshore-Vogelart. *Wattenmeermonitoring 1999*. Schwerpunktthema: Der Mensch in der Nationalparkregion Schriftenreihe Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Tönning. S. 20 - 23.
- Heubeck, M. (1995): Shetland beached bird surveys: National and European context. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 103B: 165 - 179.
- Heubeck, M. (2001): SOTEAG Ornithological Monitoring Programme, 2000 Summary Report. 34 pp.
- Hüppop, O. (1996): Causes and trends of the mortality of Guillemots ringed on the island of Helgoland, German Bight. *Die Vogelwarte* 38: 217 - 224.
- JAMP (1998): Guidelines on standard methodology for the use of oiled beached birds as indicators of marine oil pollution. Joint Assessment and Monitoring Programme, Oslo and Paris Commissions.
- Koch, H.J. & R. Lagoni (Eds.) (1998): The Reception of Oily Waste from Ships in European Ports. Report and Papers of a congress organized by the State Ministry of the environment of the Free and Hanseatic City of Hamburg, Hamburg, 4-5 March 1997. – 1 Aufl.- Baden-Baden: Nomos Verl.-Ges.: 249 pp.
- Koss, C. (2000): Datenerhebung über den Schiffsverkehr im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. Unveröffentlichten Bericht Nationalparkamt, Tönning. 47 pp.
- Liersch, K.-M. (1998): Marine Pollution by Oily Discharge. In: Koch, H.-J. & R. Lagoni (eds) *The Reception of oily Waste from Ships in European Ports: Report and Papers*

of a Congress organised by the State Ministry of Environment of the Free and Hanseatic City of Hamburg, Hamburg, 4-5 March 1997, Baden-Baden: 85 – 94.

Meltofte, H., J. Blew, J. Frikke, H.-U. Rösner, & C. J. Smit (1994): Numbers and distribution of waterbirds in the Wadden Sea. Results and evaluation of 36 simultaneous counts in the Dutch-German-Danish Wadden Sea 1980-1991. IWRB Publication 34/ Wader Study Group Bull. 74 Special Issue. 192 pp.

MEPC 35 (1993): Provision of Reception Facilities – Manual on the Disposal of Ship's Waste: 2 pp.

Mitschke, A., Garthe, S. & Hüppop, O. (2001): Erfassung der Verbreitung, Häufigkeiten und Wanderungen von See- und Wasservögeln in der deutschen Nordsee und Entwicklung eines Konzeptes zur Umsetzung internationaler Naturschutzziele. BfN-Skripten 34: 1-100.

Nehls, G. (1998): Bestand und Verbreitung der Trauerente *Melanitta nigra* im Bereich des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres. Seevögel Band 19, Heft 1: 1922.

Niedersächsisches Umweltministerium (Hrg.) (1996): Grünbuch Meeresschutz und Schiffssicherheit zum niedersächsischen 20-Punkte-Programm: 25.

ParisMOU (1998): Annual Report 1997. Paris Memorandum of Understanding. 60 pp.

ParisMOU (1999): Annual Report 1998. Paris Memorandum of Understanding. 47 pp.

ParisMOU (2000): Annual Report 1999. Paris Memorandum of Understanding. 42 pp.

ParisMOU (2001a): Blue Book 2000. Paris Memorandum of Understanding. 104 pp.

ParisMOU (2001b): Annual Report 2000. Paris Memorandum of Understanding. 42 pp.

Poot, M., L. M. Rasmussen, M. van Roomen, H.-U. Rösner & P. Südbeck (1996): Migratory Waterbirds in the Wadden Sea 1993/94. Wadden Sea Ecosystem No. 5: 1-79.

Reineking, B. (1984): Zum Seevogelsterben durch Ölpest an der deutschen Nordseeküste im Winter 1982/83. Seevögel 5(3): 43 – 49.

Reineking, B. (1997): Verölte Seevögel im Spülsaum – Hinweise auf Ölverschmutzungen durch den Seeverkehr. Supplement 7, Aktuelle Probleme der Meeresumwelt: 113 – 123.

Reineking, B. (1999): The PALLAS Accident. - Wadden Sea Newsletter 1999 - 1: 22 - 25.

Reineking, B. & G. Vauk (1982): Seevögel - Opfer der Ölpest. - Jordsand Buch Nr. 2, Niederelbe-Verlag Otterndorf, 143 pp.

- Reuter, M. (1997): Großes Sterben von Zugvögeln Anfang 1996 an der ostfriesischen Küste. *Seevögel* 18/ 2: 60 - 64.
- Rösner, H.-U., M. van Roomen, P. Südbeck & L. M. Rasmussen (1994): Migratory Waterbirds in the Wadden Sea 1992/93. *Wadden Sea Ecosystem No. 2*: 1 - 72.
- Skov, H., Durinck, J., Leopold, M.F. & Tasker, M.L. (1995): Important bird areas for seabirds in the North Sea including the Channel and the Kattegat. *BirdLife International, Cambridge*.
- Skov, H., K. D. Christensen & J. Durinck (1996): Trends in marine oil pollution in Denmark 1984-95, An analysis of beached bird surveys, *Miljøstyrelsen Working report No. 75*. 62 pp.
- Skov, H. & Prins, E. (2001): Impact of estuarine fronts on the dispersal of piscivorous birds in the German Bight. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 214: 279 - 287.
- Smid, H.; R. Reuter & K. Grüner (1991): Luftüberwachungssystem zur Erkennung von Meeresverschmutzungen. *BMV – DFVLR – Univ. Oldenburg – Dornier – Krupp*: 43 pp.
- Stone, C.J., Webb, A., Barton, C., Ratcliffe, N., Reed, T.C., Tasker, M.L., Camphuysen, C.J. & Pienkowski, M.W. (1995): An atlas of seabird distribution in north-west European waters. *Joint Nature Conservation Committee, Peterborough*.
- Stowe, T. J. (1982): Beached Bird surveys and surveillance of cliff-breeding seabirds. *Royal Society for the Protection of Birds, Sandy*: 201 pp.
- Tasker, M.L., Jones, P.H., Dixon, T.J. & Blake, B.F. (1984): Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardized approach. *Auk* 101: 567 - 577.
- Tasker, M. & M. W. Pienkowski (1987): Vulnerable concentrations of birds in the North Sea. *Nature Conservancy Council, Peterborough*. 38 pp.
- UBA (1987): Ölopferefassung an der deutschen Nordseeküste und Ergebnisse der Ölanalysen sowie Untersuchungen zur Belastung der Deutschen Bucht durch Schiffsmüll, *Texte 29/87 des Umweltbundesamtes*: 152.
- UBA (1991): Vorläufiger Schlussbericht der wissenschaftlichen Begleitung des Demonstrationsvorhabens „Schiffsentsorgung“ durch das Umweltbundesamt. *Berlin*: 29 pp.
- Van den Berk, V. M., S. Dirksen & M. J. M. Poot (2000): Sterfte onder eidereenden in de Waddenzee 1999-2000. - *Werkdocument EC-LNV Nr. 186, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Wageningen*. 71 pp.
- Vauk, G., G. Dahlmann, E. Hartwig, J. C. Ranger, B. Reineking, E. Schrey & E. Vauk-Henzelt (1987): Ölopferefassung an der deutschen Nordseeküste und Ergebnisse der Ölanalysen sowie Untersuchungen zur Belastung der Deutschen Bucht durch Schiffsmüll. - *Umweltbundesamt, Wasser Forschungsbericht 102 04 361, Norddeutsche Naturschutzakademie*. 45 pp.

Vauk, G., E. Hartwig, E. Schrey, E. Vauk-Henzelt, & M. Korsch (1989): Seevögelverluste durch Öl und Müll an der deutschen Nordseeküste von August 1983 bis April 1988. - Umweltbundesamt, Wasser Forschungsbericht 102 04 370. 164 pp.

Von Viebahn (2001): Oil spill statistics and oil spill monitoring. DGMU Forschungsbericht 564: 95 pp.

Webb, A. & Durinck, J. (1992): Counting birds from ships. In: Komdeur, J., Bertelsen, J. & Cracknell, G. (eds.): Manual for aeroplane and ship surveys of waterfowl and seabirds. IWRB Spec. Publ. 19: 24 - 37.

Wadden Sea Declaration (2001): Ministerial Declaration of the Ninth Trilateral Governmental Conference on the Protection of the Wadden Sea. Esbjerg, 31 October 2001. (unveröffentlicht)

Wragge, F. (1989): Bordseitige Probleme der Entsorgung von Schiffen, HANSA 126, Jahrgang Nr. 21: 1443 – 1451.

WWF (1998): Schwerpunktthema Pallas, Wattenmeer International, 16/4: 4 - 14.

ZMK Jahresstatistiken des Zentralen Meldekopfes Küstenwache Cuxhaven.

