



Natur- und Umweltschutz

Zeitschrift der Naturschutz- und Forschungsgemeinschaft
Der Mellumrat e.V.



Band 13, Heft 2 – Dezember 2014

Zur Müllbelastung der Nordsee – eine statistische Analyse von Langzeituntersuchungen an Stränden der Deutschen Nordseeküste

Von Marcus Schulz, Thomas Clemens, David Fleet, Imme Flegel, Harald Förster, Silvia Gaus, Christel Grave, Thorsten Harder, Eike Hartwig & Eckart Schrey

Einleitung

Die Vermüllung der Meere ist in den vergangenen Jahrzehnten in den umweltwissenschaftlichen Fokus gerückt. Seit der Mitte des 20. Jahrhunderts sind in allen Meeresbereichen die Mengen an Müll teilweise drastisch gestiegen (Barnes et al., 2009). Insbesondere die Verwicklung von Meerestieren in Fäden, Seilen und Netzen (Gregory, 2009) und das Fressen von Plastikteilen durch Meerestiere (van Franeker et al., 2011) stellen Gefährdungen für die Meeresumwelt dar.

In vergangenen Untersuchungen wurde deutlich, dass in der Nordsee Plastik mit 50% bis 70% des Gesamtmülls den größten Anteil hat (Clemens et al., 2002; OSPAR, 2009). Es besteht allerdings noch Forschungsbedarf, die Einträge aus verschiedenen Müllquellen zu quantifizieren. Auch die Frage der Repräsentativität von Kartierungsstrecken für größere Gebiete ist bisher ungeklärt.

An der deutschen Nordseeküste werden derzeit zwei Methoden für das Monitoring von Strandmüll angewendet. Zum einen führen die drei Umweltverbände Der Mellumrat e.V., Verein Jordsand e.V. und Schutzstation Wattenmeer e.V. teilweise bereits seit 1989 ein Strandmüllmonitoring an 15 Strandabschnitten in der Deutschen Bucht durch (Clemens et al., 2002). Insofern wurde durch die drei Umweltverbände bezüglich der Erfassung von Strandmüll Pionierarbeit geleistet. Der so geschaffene Datenbestand über Strandmüll ist einzigartig und wurde bisher kaum statistisch analysiert (Clemens et

Tab. 1: Prozentuale Zusammensetzung von Sammelkategorien des Strandmülls in der Deutschen Bucht zwischen 1995 und 2013 nach Jahressummenwerten.

Sammelkategorie	Minimum	Maximum	Mittelwert
Plastik/Styropor/Schaumgummi	51,3	79,9	69,3
Papier/Pappe	0,9	7,2	2,9
Metall	0,9	14,7	3,1
Glas/Porzellan	2,2	6,5	3,7
Fischereigerät	1,4	11,4	4,7
Bekleidung	0,5	1,6	0,9
Nahrungsmittel	0,3	1,7	0,8
Holz	4,6	15,8	9,2
Sonstiges	0,6	17,0	5,4

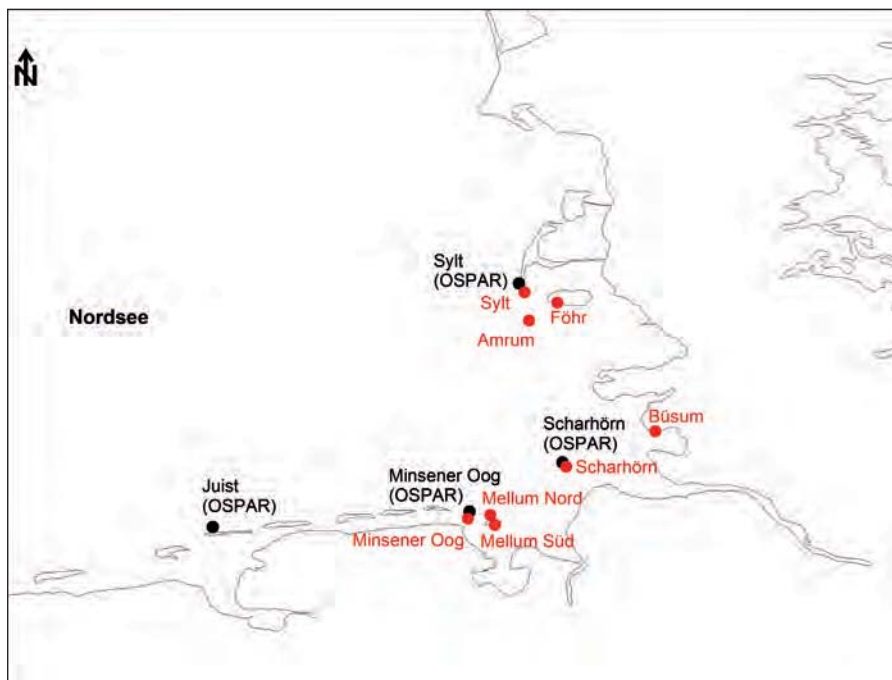


Abb. 1: Kartenskizze des Untersuchungsgebietes an der Nordsee. Rote Punkte kennzeichnen acht Strandabschnitte, an denen von den Umweltverbänden Der Mellumrat e.V., Verein Jordsand e.V. und Schutzstation Wattenmeer e.V. Strandmüll kartiert wurde. Schwarze Punkte kennzeichnen vier Strandabschnitte, an denen im Rahmen der OSPAR-Konvention (OSPAR, 1992) Strandmüll kartiert wurde.

al., 2002; Fleet, 2003). Zum anderen wird seit 2002 an vier deutschen Nordseestränden das standardisierte OSPAR-Spülsaummonitoring praktiziert (OSPAR, 2010). Ein Abgleich der Strandmülldaten der drei Umweltverbände mit den OSPAR-Daten fehlt bisher ebenso. Die Zielsetzungen dieses Projektes

Tab. 2: Die elf häufigsten Einzelkategorien für alle acht berücksichtigten Strände der Verbände.

Einzelkategorie	Anzahl der Rangwerte unter den zehn häufigsten Einzelkategorien
Plastiktüten, Planen, Folien	8
Schnüre	8
Styropor, Schaumgummi	8
Bäume, Äste, Faschinen	8
Bretter	8
Flaschen	8
Netze	7
Schiffstau	7
Balken, Pfähle	5
Glasreste	4
Becher, Geschirrtile	4

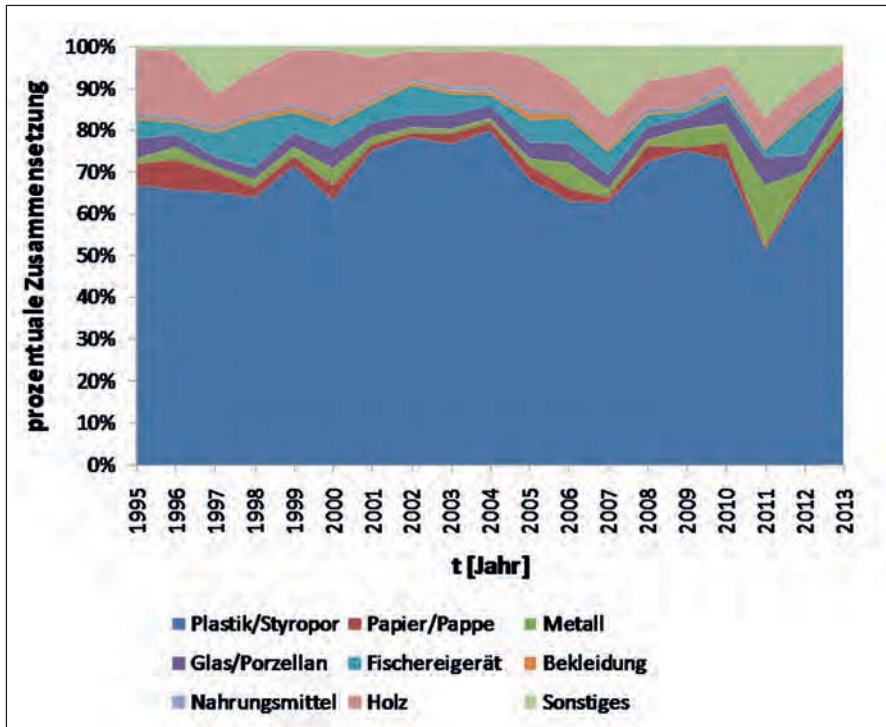


Abb. 2: Prozentuale Zusammensetzungen von Sammelkategorien des Strandmülls in der Deutschen Bucht zwischen 1995 und 2013. Datengrundlage sind Summen der Jahressummenwerte.

waren daher:

- Ermittlung langfristiger Trends von Müll-Sammel- und Einzelkategorien anhand der Strandmülldaten der Umweltverbände,
- Abgleich der OSPAR-Methode mit der Kartierungsmethode der Umweltverbände,
- Überprüfung, ob die zeitliche Auflösung und Kategorisierung des Monitorings der Verbände an das OSPAR-Spülsaummonitoring angeglichen werden soll.

In dieser Studie werden die Ergebnisse umfassender statistischer Analysen der gesammelten Strandmülldaten vorgestellt. Sie soll ein Beitrag dazu sein, die oben genannten wissenschaftlichen Fragestellungen zu beantworten und das Monitoring von Strandmüll an der deutschen Nordseeküste künftig noch effektiver und effizienter als bisher zu gestalten.



Von allen Stränden an der Deutschen Nordseeküste weist die Insel Scharhörn das größte Müllaufkommen auf. Foto: I. Flegel

Methodik

Umfassende Strandmülldaten wurden von den Umweltverbänden Der Mellumrat e.V., Verein Jordsand e.V. und Schutzstation Wattenmeer e.V. bereitgestellt. Die Daten beinhalten Ergebnisse von Strandmüllkartierungen an acht Nordseeküsten (Abb. 1) über einen Zeitraum von teilweise mehr als 20 Jahren seit 1989 und basieren auf insgesamt 4.394 Strandmüllkartierungen mit insgesamt ca. 240.000 erfassten Müllteilen. Darüber hinaus wurden von der Schutzstation Wattenmeer e.V. sieben weitere, hier nicht berücksichtigte Strandabschnitte, regelmäßig kartiert. Für die acht in dieser Studie berücksichtigten Strände, die von den drei Verbänden kartiert worden sind, wurden aus den Jahressummenwerten von Sammelkategorien wie Plastik, Styropor, Schaumgummi oder Fischereigerät ihre Anteile am gesamten Müll berechnet. Datengrundlage für Analysen zur Aufdeckung langfristiger Trends waren die jahreszeitlichen Mittelwerte der elf häufigsten Einzelkategorien sowie der drei Sammelkategorien Plastik/Styropor/Schaumgummi, Fischereigerät und Gesamtmüll. Clusteranalysen dienten der Gruppierung der acht berücksichtigten Strände der Umweltverbände und der vier OSPAR-Strände anhand ähnlicher zeitlicher Trends sowie ähnlicher Größenordnungen von Strandmüllmengen. Damit sollte ein Vergleich zwischen der Kartierungsmethode der Umweltverbände und dem OSPAR-Spülsaummonitoring erfolgen.

Clusteranalysen dienten der Gruppierung der acht berücksichtigten Strände der Umweltverbände und der vier OSPAR-Strände anhand ähnlicher zeitlicher Trends sowie ähnlicher Größenordnungen von Strandmüllmengen. Damit sollte ein Vergleich zwischen der Kartierungsmethode der Umweltverbände und dem OSPAR-Spülsaummonitoring erfolgen.

Ergebnisse und Diskussion

Die Zusammensetzungen des Strandmülls waren an allen acht berücksichtigten Strandabschnitten der drei Umweltverbände ähnlich. An jedem der acht Strandabschnitte war die Sammelkategorie Plastik/Styropor/Schaumgummi durchgehend die häufigste mit Anteilen von 40% bis 95% am Gesamtmüll. Bis auf wenige Ausnahmen wurde sie gefolgt von den Sammelkategorien Holz, Fischereigerät und Glas/Porzellan (Abb. 2, Tab. 1).



„Plastik u.a. Kunststoffe“ haben mit 69,3 % den größten Anteil am Strandmüll. Foto: T. Schimmer, Minsener Oog 2012

Die hier vorgestellten prozentualen Zusammensetzungen stimmen im Wesentlichen mit denen des OSPAR-Spülsaumonitorings an den vier deutschen OSPAR-Stränden überein. Es sind teilweise Abnahmen der Anteile von Holz und Zunahmen bzw. Stagnationen der Anteile von Plastik/Styropor/Schaumgummi erkennbar. Für die Abnahme der Anteile von bearbeitetem Holz diskutiert Fleet (2003) als Ursache einen Wechsel im Schifftransport von Stückgut hin zu Containern. Der Mangel an langfristigen Trends in den Zusammensetzungen darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass die kartierten Mengen durchaus langfristige Zu- oder Abnahmen aufweisen können. Die drei häufigsten Einzelkategorien bestanden aus Plastik/Styropor/Schaumgummi (Tab. 1). Ein Vergleich mit den Häufigkeiten von Einzelkategorien des OSPAR-Spülsaumonitorings war nicht möglich, da die Kategorisierungen sich wesentlich unterscheiden.

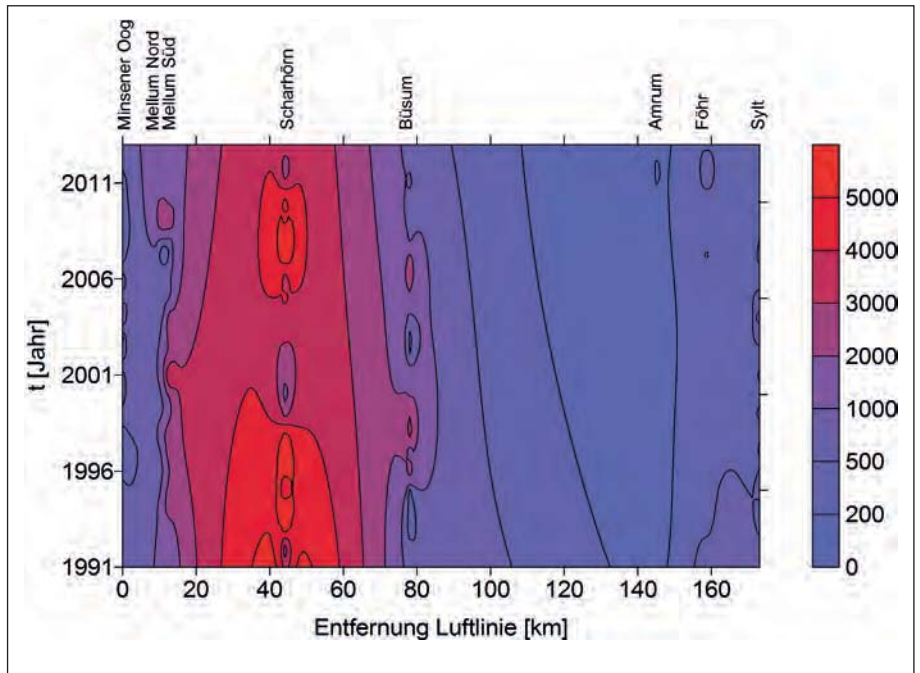


Abb. 3: Raum-Zeit-Diagramm der Mengen von Gesamtmüll. Gezeigt werden Jahressummenwerte. Die Grafik liest sich wie eine Temperaturkarte einer Wettervorhersage. Ein Unterschied zu einer Wetterkarte besteht darin, dass die Ordinate eine Zeitachse ist. Rötliche Farben zeigen hohe Müllmengen, bläuliche Farben zeigen niedrige Müllmengen (siehe Skala). Die Positionen der Strände entlang der Luftlinien von Strand zu Strand sind über dem Diagramm angegeben.

Abbildung 3 zeigt beispielhaft räumliche und zeitliche Trends von Gesamtmüllmengen. Generell waren räumliche Unterschiede stärker ausgeprägt als zeitliche Trends. Scharhörn weist fast ausschließlich die größten und Amrum die niedrigsten Jahressummenwerte von Strandmüllsammelkategorien auf. Eine Ausnahme bildet die Sammelkategorie Bekleidung, für die am Strand von Büsum ähnlich hohe Häufigkeiten wie auf Scharhörn dokumentiert wurden. Teilweise zeitlich abnehmende Trends liegen für Papier/Pappe, Nahrungsmittel, Fischereigerät und Holz vor. Metall weist teilweise zeitlich zunehmende Trends auf.

Anhand der Konturdiagramme wird eine ausgeprägte räumliche Ungleichverteilung der Strandmüllmengen deutlich. Sie konnte auch anhand der Daten des OSPAR-Spülsaumonitorings veranschaulicht werden (Schulz et al., 2013). Ebenso liegt eine Übereinstimmung der zeitlich überwiegend fallenden Trends von Fischereigerät vor. Insofern sind die Ergebnisse

der Kartierungen durch die drei Umweltverbände plausibel. Richtung und Stärke von Meeresströmungen sind wesentliche Gründe für die räumliche Verteilung der Strandmüllmengen in der Deutschen Bucht. Auffallend hohe Müllmengen am Strandabschnitt von Scharhörn sind eventuell auf seine Lage vor dem Elbeästuar und in unmittelbarer Nähe zu einer Hauptschiffahrtsroute zurückzuführen. Niedrige Strandmüllmengen am Strand von Amrum erklären sich wahrscheinlich durch eine der Kartierungsstrecke vorgelagerte Sandbank, die den seewärtigen Eintrag von Strandmüll vermindert.

Die Trendanalysen ergaben zahlreiche signifikante fallende und steigende langfristige Trends. Die Einzelkategorien Plastiktüten/Planen/Folien, Bretter, Schiffstau und Balken/Pfähle wiesen ausnahmslos fallende Trends auf. Die Einzelkategorie Schnüre wies ausnahmslos steigende Trends auf. Die Sammelkategorie Fischereigerät zeigte ausnahmslos fallende Trends.



„Glas/Porzellan“ ist mit 3,7 %, „Netzreste u.a. Fischereigerät“ mit 4,7 % am Strandmüll beteiligt.

Fotos: T. Clemens

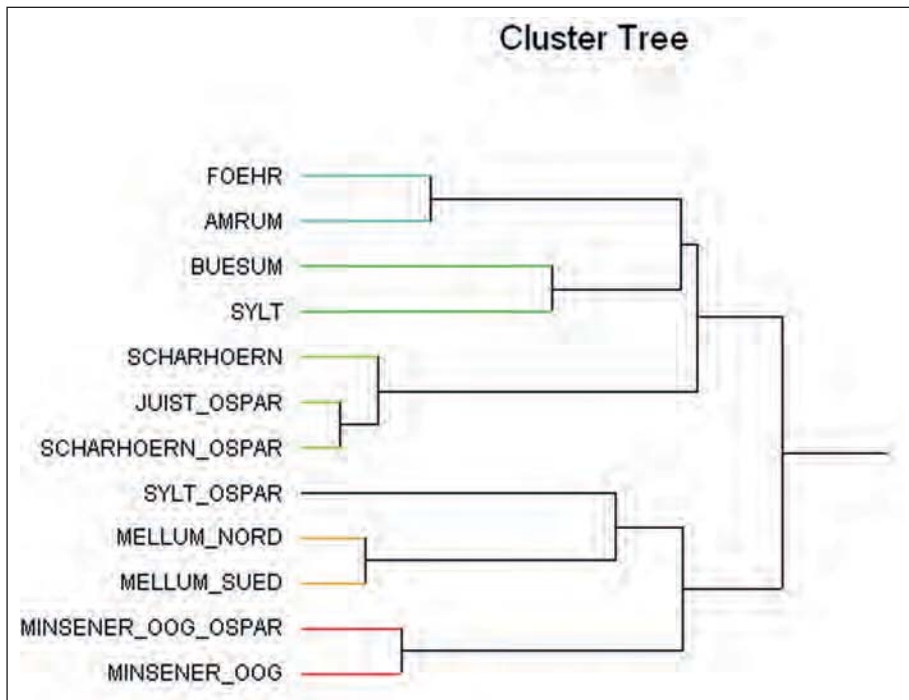


Abb. 4: Baumdiagramm mit Daten von Gesamtmüll als Eingangsdaten. Nahe beieinander gelegene Strände weisen ähnliche zeitliche Trends von Gesamtmüll auf. Einzelne Gruppen (Cluster) sind farblich markiert.

Die Sammelkategorien Plastik/Styropor/Schaumgummi und Gesamtmüll zeigten nur wenige Trends, die steigend waren. Die Strände Minsener Oog und Sylt zeigten ausnahmslos fallende Trends. Die anderen sechs Strände wiesen sowohl fallende als auch steigende Trends auf.

Schulz et al. (2013) fanden wie in der vorliegenden Studie keine großräumigen einheitlichen Muster. Diese Übereinstimmung mit den hier gezeigten Ergebnissen ist ein weiterer Hinweis auf die Plausibilität der Strandmülldaten der drei Umweltverbände. Als Gründe für die kleinräumige Ungleichverteilung langfristiger Trends können kleinräumige Unterschiede im Strömungsregime angeführt werden, die wiederum auf die unregelmäßige Küstenlinie der Inseln zurückzuführen sind. Die Nähe zu unterschiedlichen Quellregionen kann die räumliche Heterogenität verstärken. Weiterhin ist das Tourismusaufkommen ein möglicher Grund für räumlich unterschiedliche zeitliche Trends. Da die acht berücksichtigten Strände



Holz hat mit 9,2 % den zweithöchsten Anteil am Strandmüll.



Die Kategorie „Metall“ stellt im Mittel 3,1 %.

Fotos: T. Clemens

der Umweltverbände teilweise in unterschiedlichen Jahreszeiten kartiert wurden, sind solche Effekte hier möglich. Ein Vergleich der vier Erfassungstrecken auf unbewohnten Inseln mit den vier anderen Erfassungstrecken ergibt jedoch keine einheitlichen Muster von Trends, die auf jahreszeitlich unterschiedliche Einträge durch Tourismus hinweisen würden.

Die Baumdiagramme der Clusteranalysen weisen teilweise sinnvolle Gruppierungen auf, insofern geographisch zueinander nahe gelegene Strandabschnitte in denselben Clustern liegen (Abb. 4). Das gilt sowohl für die OSPAR-Strände als auch für die Strände der Verbände. Aufgrund dessen war der Abgleich beider Kartierungsmethoden erfolgreich: Beide Methoden liefern ähnliche langfristige Trends.

Jedoch liefert die Kartierungsmethode der Umweltverbände über ein Jahr gesehen tendenziell höhere Müllmengen als die OSPAR-Methode. Durch Anlandung, Übersandung, Wind- und Wellenerosion und nachfolgenden Abtransport erfolgt ein schneller Umsatz von Strandmüll. Dieser Umsatz führt dazu, dass Kartierungen in kurzen Abständen von drei Tagen bis zwei Wochen mehrfach höhere Strandmüllmengen erbringen als Kartierungen in im Vergleich dazu längeren Intervallen (Ryan et al., in press). Diese Autoren empfehlen darum, Strandmüllmonitoring in gleichen zeitlichen Abständen durchzuführen, wenn kartierte Strandmüllmengen verglichen werden sollen.

Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass die Ergebnisse der Strandmüllkartierungen der drei Umweltverbände überwiegend in Übereinstimmung mit den Ergebnissen des OSPAR-Spülsaummonitorings stehen. Daher war der Abgleich beider Kartierungsmethoden erfolgreich, und die Kartierungsergebnisse beider Methoden sind plausibel. Eine Angleichung der beiden Kartierungsmethoden ist wünschenswert, da für

einen Vergleich die Kartierungsergebnisse erheblich bearbeitet werden müssen, um ein einheitliches zeitliches Niveau zu erreichen. Letztendlich zeigen die hier vorgestellten Analyseergebnisse, dass zwar einzelne Kategorien von Strandmüll fallende Trends aufweisen, doch dass die Gesamtmengen an Strandmüll, insbesondere von Plastikabfällen, stagnieren und teilweise noch zunehmen. Darum sind Gegenmaßnahmen erforderlich, die auf der Basis eines geeigneten einheitlichen Monitorings angelegt werden müssen. Strandmüllmonitoring ist aus statistischer Sicht ein geeigneter und effektiver Bestandteil eines solchen Monitorings.

Danksagung

Unser besonderer Dank gilt allen, die ehrenamtlich seit 1989 an der Erfassung der Strandmülldaten von Mellumrat e.V., Verein Jordsand e.V. und Naturschutzgesellschaft Schutzstation Wattenmeer e.V., sowie den deutschen OSPAR-Zählungen beteiligt waren. Diese Studie wurde finanziert durch die Niedersächsische Wattenmeer-Stiftung, die Hamburger Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt und die Naturschutzgesellschaft Schutz Station Wattenmeer e.V..

Literatur

Barnes D. K. A., Galgani F., Thompson R. C., Barlaz M., 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 364, 1985–1998.

Clemens T., Bednarova Z., Hartwig E., 2002. Zur Müllbelastung der Insel Minsener Oog (Außenjade) 1995 bis 2000. *Natur- und Umweltschutz (Zeitschrift Mellumrat)* 1 (1), 18-23.

Fleet D. M., 2003. Untersuchung der Verschmutzung der Spülsäume durch Schiffsmüll an der deutschen Nordseeküste. *Endbericht des F+E-Vorhaben FKZ 202 96 183, 192 pp.*

Gregory M. R., 2009. Environmental implications of plastic debris in marine settings—entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 364, 2013–2025.

OSPAR, 2009. *Marine litter in the North-East Atlantic Region: Assessment and priorities for response.* London, United Kingdom, 127 pp.

OSPAR, 2010. *Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area.* OSPAR Commission, ISBN 90-3631-973.

Ryan P. G., Lamprecht A., Swanepoel D., Moloney C. L., in press. The effect of fine-scale sampling frequency on estimates of beach litter accumulation. *Marine Pollution Bulletin*.

Schulz M., Neumann D., Fleet D. M., Matthies M., 2013. A multi-criteria evaluation system for marine litter pollution based on statistical analyses of OSPAR beach litter monitoring time series. *Marine Environmental Research* 92, 61-70.

van Franeker J. A., Blaize C., Danielsen J., Fairclough K., Gollan J., Guse N., Hansen P.-L., Heubeck M., Jensen J.-K., Le Guillou G., Olsen B., Olsen K.-O., Pedersen J., Stienen E. W.M., Turner D. M., 2011. Monitoring plastic ingestion by the northern fulmar *Fulmarus glacialis* in the North Sea. *Environmental Pollution* 159, 2609-2615.

Korrespondenz-Adressen der beteiligten Vereine

Der Mellumrat e.V.
Zum Jadebusen 179
26316 Varel
Email: info@mellumrat.de
Home: www.mellumrat.de

Verein Jordsand zum Schutz der Vögel und der Natur e.V.
Haus der Natur
Wulfsdorf
Bornkampsweg 35
22926 Ahrensburg
Email: info@jordsand.de
Home: www.jordsand.eu

Schutzstation Wattenmeer e.V.
Nationalpark-Haus
Hafenstr. 3
25813 Husum
Email: geschaeftsstelle@schutzstation-wattenmeer.de
Home: www.schutzstation-wattenmeer.de



Die Kategorie „Bekleidung“ stellt im Mittel 0,9 %, „Nahrungsmittel“ nur 0,8 % des Strandmülls.



Fotos: T. Clemens

Postkartenserie

Postkarten können auch eine Botschaft transportieren. Die Serie „Müll im Meer – wir tun was! Der Mellumrat e.V.“ ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Mellumrates zum Thema „Strandvermüllung und Meeresverschmutzung“. Die Postkarten zeigen Originalfunde, Fotos und Texte von Thomas Clemens. Die Botschaft lautet: Nicht wegsehen, sondern ein Problem zur Kenntnis nehmen, von dem wir alle betroffen sind und an dem jeder von uns beteiligt ist. In diesem Zusam-

menhang sei an die Langzeit-Untersuchung zum Ausmaß von Strandvermüllung auf den Inseln Mellum und Minsener Oog, die Wanderausstellung „Strandmüll – na und?“ und die Freiwilligenaktion im Herbst 2013 auf Mellum mit 40 Personen erinnert, die an einem Tag auf rd. 60 ha Strand und Dünen ca. 54.000 Müllteile sammelten (wir berichteten in dieser Ztschr.). - Die Postkarten sind in der Geschäftsstelle des Mellumrates gegen eine Spende zu erhalten.

