

# Zur Belastung der Strände der Inseln Mellum und Minsener Oog (südliche Nordsee) mit Müll in den Jahren 1991–2002.

Von Thomas Clemens und Eike Hartwig

## 1. Einleitung

Berichte über angespülten Abfall und Müll an Stränden liegen inzwischen beinahe weltweit vor (z.B. COLEMAN et al. 1984, BENTON 1991, GABRIELIDES 1995, CONVEY, BARNES & MORTON 2002, DERRAIK 2002, KUSUI & NODA 2003). Hauptquelle dieser Verschmutzung ist zum überwiegenden Teil die Seeschifffahrt (z.B. SCHREY 1987, HARTWIG 1994). Auch die Deutsche Bucht ist erheblich durch Müll von Schiffen belastet, wie dies z.T. schon langjährige Untersuchungen an Stränden auf Scharhörn, Helgoland, Norderoogsand, Juist, Mellum, Minsener Oog und am Seedeich des Hauke-Haien-Koogs in Nordfriesland belegen (CLEMENS 1992, 2003, CLEMENS et al. 2002, GERLACH 1994, 1999, NASSAUER 1981, VAUK et al. 1989, HARTWIG & CLEMENS 1999, HARTWIG 2000, 2001a, b). Die vorliegenden Ergebnisse über die Müllbelastung der Inseln Mellum in den Jahren 1991-2002 und Minsener Oog in den Jahren 1995-2002 wurden im Rahmen des vom Umweltbundesamt Berlin finanzierten F&E-Vorhabens „Untersuchung der Verschmutzung der Spülsäume durch Schiffsmüll an der deutschen Nordseeküste“ (FLEET 2003) ausgewertet.

## 2. Material und Methode

In den Jahren 1991 bis 2002 wurden auf der Insel Mellum (53° 43'N, 8° 09'E) am Weser exponierten Nordstrand und am Jade exponierten Südstrand an einem jeweils 100 m langen Strandabschnitt systematische Müllzählungen durchgeführt. Mellum ist eine etwa 750 ha große Düneninsel an der Spitze des Hohe-Weg-Watts, die ohne Anleger oder Küstenschutzbauten ausschließlich natürlicher Dynamik unterliegt.

In den Jahren 1995 bis 2002 wurden ebenfalls auf der Insel Minsener Oog (6 km nordwestlich von Mellum) am zum Seegatt „Blaue Balje“ exponierten Weststrand (Rückseitenwatt der Ostfriesischen Inseln) an einem 100 m langen Strandabschnitt systematische Müllzählungen durchgeführt. Minsener Oog ist eine etwa

250 ha große künstliche Insel - entstanden als Strombauwerk und durch Sandaufspülungen aus dem Jadefahrwasser.

Die Inseln Mellum und Minsener Oog sind Brut- und Rastgebiete für See- und Küstenvögel von internationaler Bedeutung (HECKROTH & HARTWIG 2002, HARTWIG & HECKROTH 2004); sie liegen im Nationalpark „Niedersächsisches Wattenmeer“.

Die Zählstrecken an den untersuchten Strandabschnitten waren durch Pflöcke am Dünenfuß gekennzeichnet. Während des Untersuchungszeitraumes kam es zu keinen Änderungen in den Kontrollstrecken.

### 2.1 Erfassungszeiträume und Anzahl der Zählungen

Der Erfassungszeitraum und damit die Anzahl der Müllfassungen im Zählgebiet schwanken von Jahr zu Jahr. Für Mellum-Nord und Mellum-Süd schwanken sie zwischen 52 und 71 Zählungen, entsprechend dem unterschiedlichen Zeitraum der Besetzung und Betreuung der Gebiete. Zu Beginn der Müllfassung auf Mellum im Jahre 1991 wurden lediglich 27 Zählungen durchgeführt (CLEMENS 1992). Aus dem Jahre 1995 liegen keine Daten vor. An einigen Zählterminen konnten keine Müllfassungen durchgeführt werden, da entweder die Inseln nicht besetzt waren oder z.B. Sturmfluten keine Zählung zuließen. Die Müllfassung wurde in ca. 7.200 Std. ehrenamtlicher Arbeit von Naturschutzwarten des Mellumrates erbracht.

### 2.2 Durchführung der Erfassung

Auf Mellum erfolgten die Zählungen in 3-tägigem Abstand (etwa jedes 6. Niedrigwasser), auf der Minsener Oog wöchentlich. Dabei wurde der Müll nach Anzahl der Teile und Gewicht (auf die Wiedergabe und Diskussion der Ergebnisse aus der Gewichtsanalyse wird hier verzichtet, da sie generell wenig über das Ausmaß der Müllbelastung aussagen) erfasst und in acht Hauptkategorien (Plastik, Papier,

Metall, Glas, Fischereigerät, Bekleidung, Nahrungsmittel, Holz) eingeteilt. Die Hauptkategorien sind in weitere Unterkategorien eingeteilt. „Sonstiges“ bezeichnet in den Hauptkategorien solche Teile, die keinen Unterkategorien zugeteilt werden konnten, z.B. Nägel und Bolzen unter „Metall“, Bauhelme und Mützen unter „Bekleidung“. Zusätzlich gibt es die Hauptkategorie „Sonstiges“. Darin wurden Strandfunde vermerkt, die keiner der 8 Hauptkategorien zugeordnet werden konnten, z.B. Baustoffe, Kohlen, Putzlappen, Damenbinde, Autorad, Tierkadaver, in einigen Fällen auch Paraffin- und Teerklumpen. Bei Teer und Öl handelt es sich nicht um Müll im eigentlichen Sinne, sondern um illegale Einleitung. Paraffineinleitungen sind leider legal. Größere Ölmengen und Paraffinfunde wurden nicht in die Auswertung aufgenommen.

Nach der Registrierung wurde der Müll so am Rand von Dünen abgelegt, dass er bei höheren Wasserständen nicht doppelt gezählt werden konnte. Gebinde mit Öl oder anderen wasserverschmutzenden, giftigen Stoffen wurden in luftdicht verriegelbaren Kunststofftonnen ans Festland zu Sondermülldeponien geschaffen. Munitionsfunde verblieben an Ort und Stelle oder wurden von der Wasserschutzpolizei entsorgt. Eine vollständige Entsorgung des gesammelten Mülls von der Insel, die nach Studien in Amerika zu hohen Kosten zu Lasten des Gemeinwesens führt (OFIARA & BROWN 1999), war aus logistischen Gründen nicht möglich.

Bei allen Zählungen handelt es sich um Mindestwerte, da z.B. ein zwischendurch höher auflaufendes Hochwasser auch bereits abgelagerte Müllteile wieder wegspült. Zu berücksichtigen ist außerdem, dass natürlich nur schwimmender bzw. treibender Müll angeschwemmt wird. Es kann zudem auch zum Einsanden und Ausspülen von zuvor angespültem Müll kommen, wie Untersuchungen von WILLIAMS & TUDOR (2001) an gekennzeichneten Müllteilen eindrucksvoll belegen.

Zur Auswertung gelangten alle Erfassungen, die kontinuierlich, i.d.R. im Zeitraum

März bis Oktober eines jeden Jahres, erhoben wurden. Lediglich auf Minsener Oog wurde in 2001 bereits im Februar mit der kontinuierlichen Erfassung begonnen. Sonderzählungen, z.B. anlässlich der Wasser- und Watvogelzählungen zum Jahreswechsel, wurden nicht in die Auswertung aufgenommen.

### 3. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Untersuchungen im Jahre 1991 am Nord- und Südstrand der Insel Mellum wurden bereits publiziert (CLEMENS 1992). Der Übersichtlichkeit halber werden die Daten von 1991 in diese Auswertung übernommen und in die Beurteilung einbezogen. Ebenso wurde mit den bereits publizierten Ergebnissen der Müllbelastung der Insel Minsener Oog in den Jahren 1995 bis 2000 (CLEMENS et al. 2002) verfahren.

#### 3.1 Mellum-Nord

In den Jahren 1991 bis 2002 wurden auf der Zählstrecke am Nordstrand der Insel Mellum insgesamt 10.456 Müllteile mit einem Gesamtgewicht von 2.058 kg re-

gistriert. Von Jahr zu Jahr schwankt der Anteil der Müllteile erheblich, unabhängig von der Anzahl der Zählungen. So wurden 1991 bei lediglich 27 Zählungen 1.665 Teile, 1999 bei 52 Zählungen aber nur 352 Teile erfasst.

##### 3.1.1 Müllteile auf Mellum-Nord

Die mittlere prozentuale Zusammensetzung des Mülls nach Anzahl je Kategorie über den Untersuchungszeitraum von 1991 bis 2002 zeigt zunächst, dass „Plastik/Styropor/Schaumgummi“ mit etwa 69 % die Masse des Strandmülls stellt. Es folgen „Holz“ (16 %), etwa gleichstark „Fischereigerät“ (4,6 %) und „Glas/Porzellan“ (4,5 %). Die Kategorien „Papier/Pappe“ stellen 1,9 %, „Metall“ 1,1 %, „Bekleidung“ 0,9 % und „Nahrungsmittel“ 0,6 % des Strandmülls. Unter „Sonstiges“ fielen 1,4 % des Mülls (Abb. 1).

Die Kategorie „**Plastik/Styropor/Schaumgummi**“ stellte in 10 von 11 Jahren den Hauptanteil des Strandmülls. Bis auf das Jahr 1991 mit lediglich 35 % lag der Anteil dieser Kategorie am Müllaufkommen immer über 65 %, in 3 Jahren sogar über 80 %. Mit 88 % in 1999 wurde

ein Maximum an Teilen aus „Plastik/Styropor/ Schaumgummi“ registriert. Eine statistische Überprüfung mit Rank-Korrelations-Tests lässt über den Untersuchungszeitraum bis 2002 keinen Trend erkennen (FLEET 2003).

Die Unterkategorie „Plastiktüten, Planen u. Folien“ stellt im Mittel mit 59,5 % den deutlich größten Anteil des Kunststoffmülls (Abb. 2), gefolgt von „Styropor, Schaumgummi“ (10,9%) „Schnüren“ (8,2 %) und „Sonstiges Verpackungsmaterial“ mit 7 % und „Becher, Geschirrtteile“ mit 4,5 %. „Sonstiges“, d.h. der Anteil nicht den Unterkategorien zuzuordnender Kunststoffteile, betrug 5,4 %. Der Anteil Plastikflaschen betrug 2,9%. Die Anteile von „Eimer“, „Kanister“ und „Spielzeug“ lagen unter 1 %. - Wie bereits in der Gesamtkategorie ergeben sich auch innerhalb der Unterkategorien z.T. deutliche Schwankungen im Untersuchungszeitraum (s. Abb. 2): 1991 und 1994 lag der Anteil von Kunststoffmüll pro Zählung mit 21,6 bzw. 18,6 Teilen/Zählung am höchsten. Ab 1996 liegt der Wert deutlich niedriger.

„**Holz**“ stellte im Mittel mit insgesamt 16% den zweitgrößten Müllanteil (Abb. 1). Abgesehen von 1991 mit 51% schwankt der Anteil dieser Kategorie am Gesamt- müllaufkommen von Jahr zu Jahr sehr stark. Lediglich in drei von 11 Jahren lagen die Werte deutlich unter 10% (1999: 4%, 2000: 2,7% und 2002: 1%). Die Betrachtung der tatsächlich gezählten Müllteile sowie ein Vergleich der Anzahl Holzteile je Zählung und Jahr lassen eine deutliche Abnahme von Holz am Müllaufkommen erkennen; diesen negativen Trend bestätigt auch die statistische Überprüfung (FLEET 2003).

„**Fischereigerät**“ ist mit insgesamt 4,6% am Müllaufkommen beteiligt (Abb. 1). Dabei sind auffallende Schwankungen von Jahr zu Jahr zu verzeichnen, z.B. 0,3% in 1999 und 9,5% 1992. Auch hier ist die Betrachtung der realen Müllmenge von Bedeutung. Nur in zwei von 11 Jahren waren es weniger als 10 Teile Fischereigerät/Jahr. In 6 Jahren waren es über 30 Teile/Jahr. In 1992 wurde mit 119 Teilen ein Maximum festgestellt. Die Unterkategorien „Täue“ und „Netze“ stellen mit 44,3% bzw. 43,7% den deutlich größten Anteil innerhalb der Kategorie „Fischereigerät“. Nach Teilen/Zählung lässt sich für den Nordstrand der Insel Mellum keine Abnahme von „Fischereigerät“ konstatieren, was auch die statistische Überprüfung ergibt (FLEET 2003). Für die Unter-

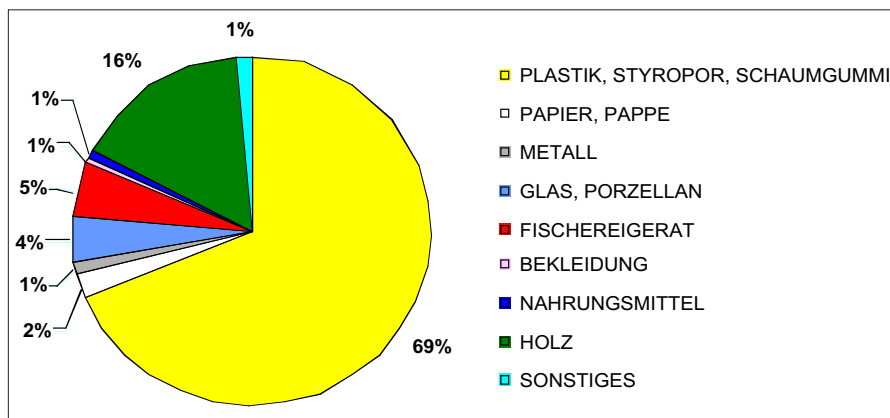


Abb. 1: Mittlere prozentuale Verteilung der Müll-Kategorien am Nordstrand der Insel Mellum in den Jahren 1991 - 2002 nach Anzahl.

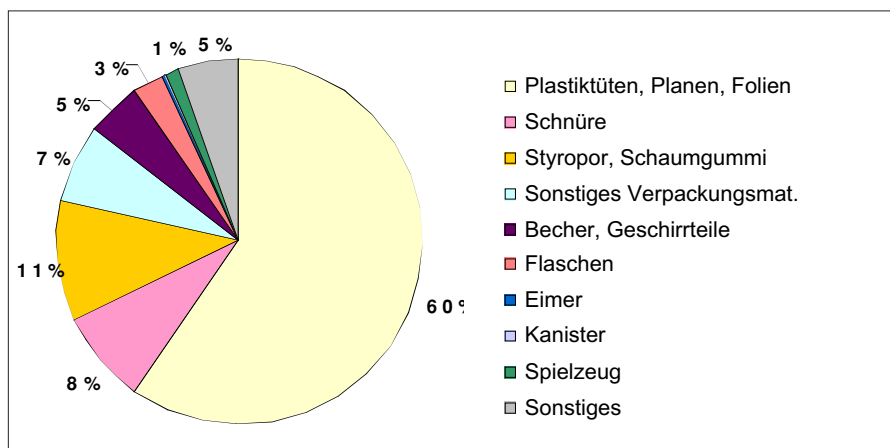


Abb. 2: Mittlere prozentuale Verteilung des Kunststoffmülls am Nordstrand der Insel Mellum in den Jahren 1991 - 2002 nach Anzahl.

kategorie „Netze“ konnten dagegen eine statistisch abgesicherte Zunahme festgestellt werden.

Die Kategorie „**Glas/Porzellan**“ ist im Mittel mit insgesamt 4,5% am Müllaufkommen beteiligt (Abb. 1). Sowohl die prozentuale, als auch die mengenmäßige Verteilung lässt im Untersuchungszeitraum eine Abnahme erkennen. Dieser Trend wird anhand der Teile/Zählung besonders deutlich und ist signifikant nach Überprüfung mit Rank-Korrelations-Tests (FLEET 2003).

Zwar liegen nur relativ wenige Funde von Flaschen und Gläsern vor, die für Fische oder andere marine Organismen zur Todesfalle wurden, die Dunkelziffer dürfte aber erheblich sein (HARTWIG et al. 1992). Glasscherben bergen potentiell Verletzungsgefahr für Mensch und Tier. Auffallend ist innerhalb der Kategorie „Glas/Porzellan“ der hohe Anteil noch vollständig erhaltener Flaschen und Gläser. Eine statistische Überprüfung von FLEET (2003) mit Rank-Korrelations-Tests ergab für Glasflaschen einen negativen, d.h. abnehmenden Trend in den jährlichen Erfassungen.

Der Anteil von „**Papier/Pappe**“ am Strandmüllaufkommen (Abb. 1) beträgt knapp 2%, der von „**Bekleidung**“ 0,9% und der von „**Nahrungsmitteln**“ lediglich 0,6%. Im langjährigen Mittel sind das je Zählung 0,3 Teile Papier/Pappe, 0,2 Teile Bekleidung und 0,1 Teile Nahrungsmittel. – Bis auf Nahrungsmittel (POLGLAZE 2003) sind diese Müllkategorien hinsichtlich ihres mengenmäßigen Aufkommens weitgehend zu vernachlässigen. Für Nahrungsmittel können beträchtliche Mengen besonders auf Schiffen mit einer großen Zahl an Fahrgästen anfallen (POLGLAZE 2003: zwischen 0,54 und 0,98 kg/Person), die überwiegend über Bord gegeben werden. Ein dramatischer negativer Einfluss auf die Umwelt ist wegen der biologischen Abbaubarkeit für die drei genannten Müllkategorien nicht zu erwarten, soweit es sich nicht um Kunststoffe oder Verbundprodukte handelt. Der hohe Eintrag an Nährstoffen stimmt aber bedenklich.

### 3.2 Mellum-Süd

In den Jahren 1991 bis 2002 wurden am Südstrand der Insel Mellum insgesamt 17.577 Müllteile mit einem Gesamtgewicht von 1.004 kg registriert. Die Müllmenge schwankt von Jahr zu Jahr teilweise erheblich, z.B. 721 Müllteile bei 52 Zählungen

in 1999 und 2.939 Müllteile bei 58 Zählungen in 1994. Die mittlere prozentuale Verteilung der Müllteile je Kategorie über den Untersuchungszeitraum ist der Abb. 3 zu entnehmen.

#### 3.2.1 Müllteile auf Mellum-Süd

Den prozentual höchsten Anteil des Mülls nach Anzahl über den Untersuchungszeitraum stellt wiederum die Kategorie „**Plastik/Styropor/Schaumgummi**“ mit 88,6% (Abb. 3). In 8 von 11 Untersuchungsjahren betrug der Anteil der Kunststoffe am Gesamtmüllaufkommen annähernd oder mehr als 90%.

Setzt man den gesamten Anteil des Kunststoffmülls gleich 100%, so haben innerhalb dieser Kategorie wiederum „Plastiktüten, Planen u. Folien“ mit 80,3% den größten Anteil (Abb. 4). Innerhalb des Untersuchungszeitraumes von 1991 bis 2002 gibt es erhebliche Schwankungen von Jahr zu Jahr. Der Anteil „Plastiktüten, Planen u. Folien“ am Kunststoff-Müllaufkommen liegt aber in jedem Jahr über 60% und beträgt in 6 von 11 Jahren über 80%. Nach Häufigkeiten der Unterkategorien des Kunststoffmülls folgen „Becher, Geschirrtteile“ mit 6,3% und „Schnüre“ mit 6,0%. Die übrigen Unterkategorien haben einen deutlich geringeren Anteil am Kunststoff-Müllaufkommen (Abb. 4). Im Gegensatz zur Zählstrecke am Nordstrand zeigen die Plastikteile/Zählung am Südstrand keine Abnahme ab Mitte der 90er Jahre sondern größere Schwankungen. 1997 lag der Wert mit 46,7 Teilen/Zählung für den gesamten Untersuchungszeitraum am höchsten, fiel dann auf 13 Teil/Zählung in 1999; für 2001 wurden aber mit 31,5 Teile/Zählung ein deutlich höherer Wert ermittelt. Die statistische Überprüfung (FLEET 2003) ergab, wie am Nordstrand von Mellum, keinen Trend.

„**Fischereigerät**“ ist mit 3,9% im Mittel die nächst häufige Müllkategorie (Abb. 3). Ein Vergleich der in den einzelnen Jahren pro Zählung gefundenen Teile zeigt, dass von 1991 bis 1993 wesentlich mehr Teile „Fischereigerät“ gefunden wurden als in den folgenden Jahren. Von 1998 bis 2002 lag der Anteil „Fischereigerät“ pro Zählung bei 0,2 bzw. 0,3 Teilen. Obwohl dieses nach einer Abnahme der Belastung aussieht, ergab die Überprüfung mit Rank-Korrelations-Tests keinen Trend (FLEET 2003). Der Grund dafür kann in einer zu geringen Zahl von Teilen je Zählung liegen, die keine statistische Absicherung ermöglichen.

Auch hier muss wieder darauf verwiesen werden, dass die auf 100 m Zählstrecke am Südstrand der Insel Mellum in 11 Jahren registrierten 685 Teile „Fischereigerät“ – fast alles Netze und Tampen – das Ausmaß der Gefährdung von marinen Organismen sowie See- und Küstenvögeln überdeutlich machen (z.B. ANONYMUS 2000, CADÉE 2002, UNEPUTTY & EVANS 1997).

„**Holz**“ stellt im Mittel nur 2,6 % der Müllteile an diesem Strandabschnitt (Abb. 3). Der Anteil „Holz“ ist damit, im Gegensatz zur Zählstrecke am Nordstrand der Insel Mellum (Abb. 1), deutlich geringer und übersteigt lediglich in zwei Jahren den Anteil „Fischereigerät“. Ein signifikanter negativer Trend ist jedoch zu erkennen (FLEET 2003).

Nach ihrem mittleren prozentualen Anteil am Müllaufkommen folgt die Kategorie „**Glas, Porzellan**“ (Abb. 3: 1,7%). Während von 1991 mit 2,9 Teilen/Zählung bis 1994 mit 0,7 Teilen/Zählung innerhalb dieser Kategorie ein relativ hoher Wert erreicht wird, sind es in der zweiten Hälfte des Untersuchungszeitraumes von 1996 bis 2002 lediglich maximal 0,3 Teile pro Zählung, d.h. „Glas, Porzellan“ nimmt ab Mitte der 90er Jahre am Zählabschnitt Mellum Süd deutlich ab. Dieser negative Trend ergibt sich auch durch Rank-Korrelations-Tests (Fleet 2003).

„**Papier, Pappe**“ sind 1,2 % des Mülls (Abb. 3). Nach Anzahl Teilen pro Zählung ist ebenfalls ab Mitte der 90er Jahre eine Abnahme statistisch gesichert festzustellen (Fleet 2003).

Die Kategorien „**Metall**“, „**Bekleidung**“ und „**Nahrungsmittel**“ stellen weniger als 1% des Mülls (Abb. 3). Ein Trend ist möglicherweise bei „Nahrungsmitteln“ gegeben. Ab 1997 liegt die Anzahl Teile pro Zählung bei Null.

## 4. Minsener Oog

In den Jahren 1995 bis 2002 wurden am Weststrand der Insel Minsener Oog bei insgesamt 183 Zählungen 5.164 Müllteile mit einem Gewicht von 643 kg registriert. Die Müllmenge schwankt von Jahr zu Jahr erheblich. Bezogen auf die Müllteile pro Zählung wurde die geringste Müllmenge 2002 mit 11,7 Teilen pro Zählung (305 Teile bei 26 Zählungen), die größte 1995 mit 59,4 Teilen pro Zählung (594 Teile bei 10 Zählungen) ermittelt. Die mittlere prozen-

tuale Verteilung der Müllteile über den Untersuchungszeitraum ist der Abb. 5 zu entnehmen.

#### 4.1 Müllteile auf Minsener Oog

Über den gesamten Untersuchungszeitraum betrachtet, ist die mittlere prozentuale Verteilung der Müllteile nach Kategorie bei „Plastik, Styropor, Schaumgummi“ (56,8%) am höchsten, gefolgt von „Holz“ (23,2%), „Fischereigerät“ (6,1%) und „Glas, Porzellan“ (5,3%). Deutlich geringere Anteile haben „Metall“ (3,5%), „Papier, Pappe“ und „Nahrungsmittel“ und „Bekleidung“ mit 1,1 bzw. 0,9% (siehe Abb. 5).

„**Plastik/Styropor/Schaumgummi**“ stellt in 7 von 8 Jahren den größten Teil der Müllmenge. Eine Ausnahme ist das Jahr 1999, in dem diese Kategorie lediglich einen Anteil von 39,4% hatte. Der höchste Wert wurde 1995 mit 82,8% „Plastik, Styropor, Schaumgummi“ erreicht. Innerhalb dieser Kategorie (= 100%) sind „Plastiktüten, Planen, Folien“ mit 38,5% der Hauptanteil (Abb. 6), gefolgt von „Schnüren“ (23%) und „Sonstiges Verpackungsmaterial“ (12,5%). Die Unterkategorie „Sonstiges“ ist mit 14,5% relativ hoch. Dies ist vor allem auf Zählungen in 2000 zurückzuführen (174 Teile). Es sind dies Kunststoffteile, die anderen Unterkategorien nicht zugeordnet werden konnten, wie z.B. Luftballonreste, Feuerzeuge, Flaschenverschlüsse, Kunststoff-Stäbchen, Plastikrohr und der Kunststoffrest eines Autospiegels. Nach Häufigkeit folgt „Sonstiges Verpackungsmaterial“ mit 12,5% auf dem dritten Platz. „Becher, Geschirrtile“ (3,4 %, n = 99 Teile), „Styropor, Schaumgummi“ (2,7%), „Flaschen“ (3%), Spielzeug (1,5%) und „Kanister“ (0,7%) sind als Mengenanteil eher zu vernachlässigen (Abb. 6).

Auch wenn auf Minsener Oog 1995 mit 49,2 Teilen/Zählung der höchste Wert erreicht wurde – in den Folgejahren lag der Wert um mehr als Hälfte (2000: 19,6 Teile/Zählung) oder noch erheblich niedriger (2002 nur: 7,2 Teile/Zählung), eine Abnahme kann aber dennoch nicht konstatiert werden; die statistische Überprüfung (FLEET 2003) ergab keinen Trend.

Auf den relativ hohen Anteil von „Schnüren“ (23 % des Kunststoffmülls; Abb. 6) sei im Hinblick auf die Gefährdung von Vögeln, die sich darin verfangen können (HARTWIG, KORSCH & SCHREY 1992), besonders hingewiesen. Insgesamt 662

Schnüre wurden in 8 Jahren auf dem 100 m langen Strandabschnitt auf Minsener Oog registriert.

„**Holz**“ stellt im Mittel mit 23,2 % (Abb. 5) (n = 1.198) der Gesamtmüllmenge den zweitgrößten Anteil. Innerhalb dieser Kategorie hat die Unterkategorie „Bäume, Äste, Faschinen“ mit 72% den höchsten Anteil. Dieser Anteil, der nicht als Müll aus dem Bereich des Menschen anzusehen ist, kann darauf zurückzuführen sein, dass auf der Insel Minsener Oog selbst Faschinen vorhanden sind und größere Mengen entsprechender Holzteile aus dem Rückseitenwatt der Ostfriesischen Inseln an den Weststrand der Insel angetrieben wurden. Es folgen in der Häufigkeit als Unterkategorien „Bretter“ mit 16,5%. „Balken, Pfähle“ nehmen nur 5,1% ein. Zwischen 1998 und 2002 (beide Jahre mit 0,9 Teilen/Zählung) steigt der Wert auf maximal 15,8 Teile/Zählung in 1999 und ist auch in 2000 mit 13,9 Teilen/Zählung und 2001 mit 7,4 Teilen/Zählung relativ hoch. Bei diesen starken Schwankungen kann kein Trend ausgemacht werden (FLEET 2003).

„**Fischereigerät**“ hat mit 6,1 % einen nennenswerten Anteil an Gesamtmüllaufkommen (Abb. 5). Von den 315 gefundenen Teilen waren 148 Netze (47%) und 142 Schiffstau (45,1%). Nach Teilen pro Zählung lässt sich für Minsener Oog innerhalb des Untersuchungszeitraumes von 1995 bis 2002 eine Zunahme feststellen; die statistische Überprüfung weist jedoch keinen Trend nach (FLEET 2003).

„**Glas, Porzellan**“ ist im Mittel mit 5,3% (275 Teilen) am Müllaufkommen beteiligt (Abb. 5). Davon sind 64,7% „Glasreste“ und 21,8% „Flaschen“. Dabei ist zu bedenken, dass „Glasreste“ zahlenmäßig besonders auffällig sind. Ein klarer Trend ist innerhalb des Untersuchungszeitraumes nicht erkennbar.

„**Metall**“ nimmt 3,5% der Müllmenge nach Anzahl im Untersuchungszeitraum ein. In 2000 wurden sehr viel mehr Teile/Zählung gefunden als in den Jahren zuvor und danach. Ein Trend ist aus den für Minsener Oog vorliegenden Daten nicht erkennbar (FLEET 2003).

Die Kategorie „**Papier, Pappe**“ ist mit 2,1% (n = 108) für das Müllaufkommen von relativ geringer Bedeutung (Abb. 5). Nach Teilen pro Zählung scheint es bei „Papier, Pappe“ nach den ersten beiden Untersuchungsjahren (1995 und 1996 je 1,5 Teile/Zählung) eine Abnahme zu

geben; die Überprüfung weist jedoch keinen Trend nach (FLEET 2003).

„**Nahrungsmittel**“ nehmen lediglich 1% (n = 57) der Müllmenge ein. Bei insgesamt sehr niedrigem Niveau lag die größte Anzahl Teile/Zählung in 2001, die niedrigste (kein Fund) in 2002.

„**Bekleidung**“ (0,9%, n = 45) hat weder prozentual noch hinsichtlich der tatsächlichen Müllmenge (Anzahl) besondere Bedeutung (Abb. 5). In den Folgejahren liegt der Wert deutlich niedriger und hat in 2002 mit 0,1 Teilen pro Zählung seinen Tiefststand. Die statistische Überprüfung ergibt keinen Trend (FLEET 2003).

#### 4.2 Herkunftsländer von Müllteilen auf Minsener Oog

Auf Minsener Oog wurden in 2000 anhand der Beschriftung die Herkunftsländer von 100 Müllteilen bestimmt. Nach Häufigkeit ergibt sich folgende Reihenfolge: Deutschland (57%), Holland (17%), England (8%), Dänemark (4%). Es folgen mit 1% oder 2% „Arabien“, Belgien, China, Zypern, Frankreich, Italien, Österreich, UdSSR/Russland, Spanien und Thailand.

### 5. Gesamtbetrachtung und Schlussbemerkungen

Für eine Gesamtbetrachtung werden die Ergebnisse der Zählstrecken Mellum Nord und Mellum Süd sowie Minsener Oog zusammengefasst (Abb. 7), da diese Zählstrecken in einem Seegebiet, dem Ausgang des Jadebusens, zusammenliegen. Damit können die Ergebnisse dieser drei Zählstrecken in einen größeren regionalen Rahmen gestellt und mit anderen langjährigen Untersuchungsstrecken verglichen werden.

Die Müllmenge wies 1991 mit 49,7 Teilen/Zählung auf allen drei Strecken zusammen den zweithöchsten Wert des Untersuchungszeitraumes auf. Der Höchststand lag 1995 mit 59,4 Teilen/Zählung. In den Folgejahren war es jeweils weniger als die Hälfte. Der niedrigste Wert wurde 2002 mit 12,7 Teilen/Zählung ermittelt. Es bleibt aber festzuhalten, dass pro Zählung an einem 100 m langen, offenen Strandabschnitt im langjährigen Mittel 22,5 Müllteile registriert wurden und es 2002, mit dem im Untersuchungszeitraum niedrigsten Wert, immer noch 12,7 Teile/Zählung waren.

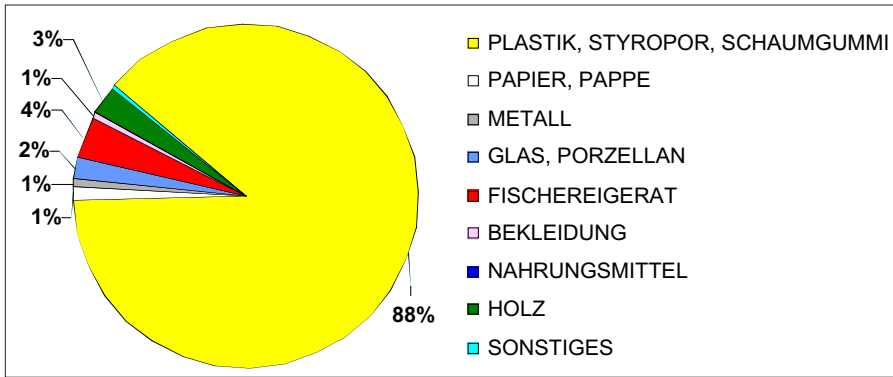


Abb. 3: Mittlere prozentuale Verteilung der Müll-Kategorien am Südstrand der Insel Mellum in den Jahren 1991 - 2002 nach Anzahl.

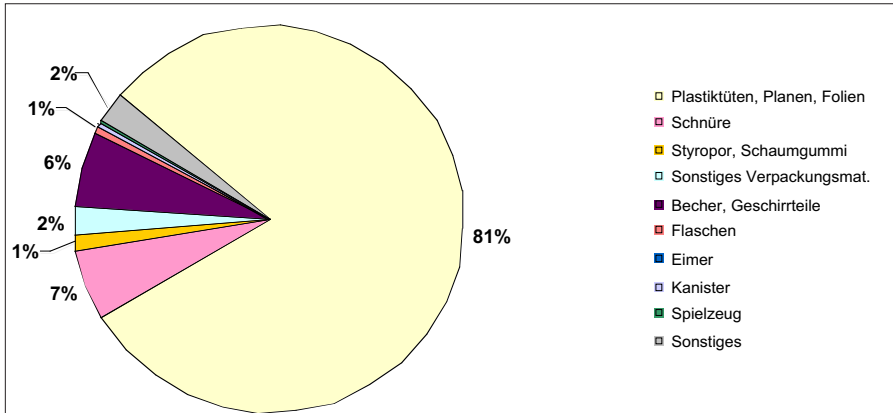


Abb. 4: Mittlere prozentuale Verteilung des Kunststoffmülls am Südstrand der Insel Mellum in den Jahren 1991 - 2002 nach Anzahl.

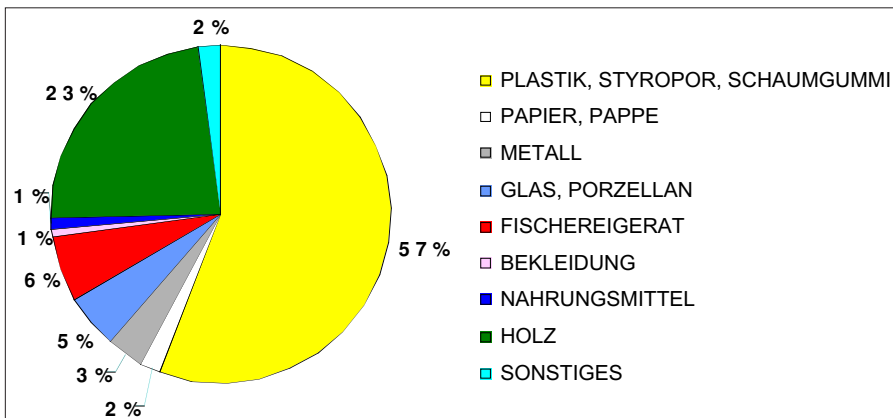


Abb. 5: Mittlere prozentuale Verteilung der Müll-Kategorien auf der Insel Minsener Oog in den Jahren 1995 - 2002 nach Anzahl.

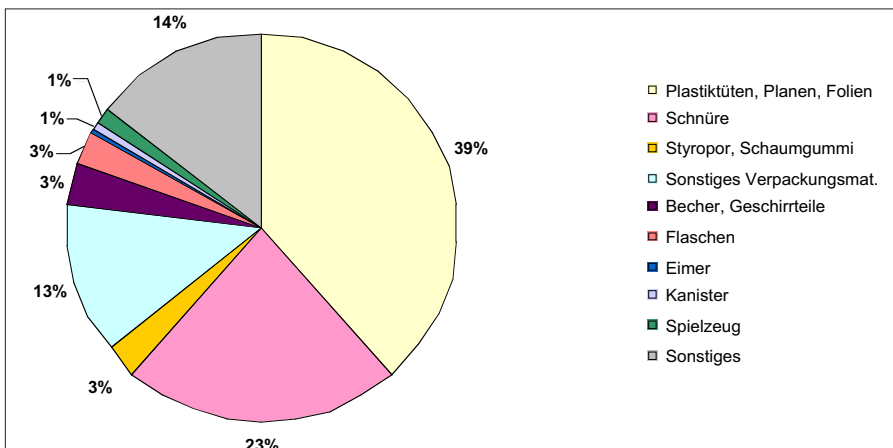


Abb. 6: Mittlere prozentuale Verteilung des Kunststoffmülls auf der Insel Minsener Oog in den Jahren 1995 - 2002 nach Anzahl.

Auf allen drei Zählstrecken und demgemäß auch insgesamt hat „**Plastik/Styropor/Schaumgummi**“ mit 25.662 Teilen (77,8%) den deutlich größten Anteil am Strandmüll auf Mellum und Minsener Oog (Abb. 7) im Untersuchungszeitraum. Auf 100 m offen liegendem Strand wurden rechnerisch bei jeder Zählung 17,4 Teile Kunststoff angetroffen. Es sind dies vor allem „Plastiktüten, Planen, Folien“ (69,8 %, n = 17.911 Teile), gefolgt von „Schnüren“ (8,5%, n = 2.184 Teile). „Sonstiges Verpackungsmaterial“ stellt 4,1% (n = 1.251 Teile) des Kunststoffmülls. Damit hat Verpackungsmaterial (ohne Flaschen und Kanister) einen mittleren Anteil von 82,4% am Kunststoffmüll und ist der größte Müllanteil überhaupt. Auffallend ist bei der Betrachtung des Kunststoffmülls der relativ hohe Anteil von „Becher, Geschirrtteile“ mit 5,5%, welches insgesamt 1.413 Müllteile ausmacht. Die statistische Überprüfung mit Rank-Korrelations-Test (FLEET 2003) ergab für diese Komponenten eine signifikante Reduktion im Verlauf des Untersuchungszeitraumes bis 2002 für Mellum-Süd und Minsener Oog (und für Scharhörn in der Elbmündung), keinen Trend dagegen für Mellum-Nord, sowie Sylt, Amrum, Föhr und Büsum.

Die Betrachtung nach Teilen pro Zählung und Jahr zeigt, dass der Kunststoffmüll 1994 und 1995 mit 32 bzw. 49,2 Teilen/Zählung am höchsten lag und dann – mit jährlichen Schwankungen – auf 10,5 Teile/Zählung in 2002 fiel. Eine statistische Überprüfung der Ergebnisse aller drei Zählstrecken mit Rank-Korrelations-Tests (FLEET 2003) ergab keinen Trend. Für Büsum ergab diese statistische Überprüfung jedoch einen positiven Trend, d.h. eine Zunahme des Kunststoffmülls, und einen negativen Trend, also eine Abnahme des Kunststoffmülls bis 2002, auf der Insel Scharhörn (FLEET 2003).

„**Holz**“ nimmt mengenmäßig mit 10% (n = 3.326) im Mittel die zweite Position ein (Abb. 7). Dabei haben „Bäume, Äste, Faschinen“, die nicht zum Müll aus dem Bereich des Menschen zu zählen sind, mit 56% den größten Anteil innerhalb dieser Kategorie, was möglicherweise auf Küstenschutzarbeiten auf den Ostfriesischen Inseln zurückzuführen ist. Eindeutig anthropogenen Ursprungs und im engeren Sinne „Müll“ sind 791 Bretter und 249 Balken und Pfähle, die zusammen 31,3% der Kategorie umfassen. Betrachtet man beim „Holz“ das Jahr 1991 als Ausnahme mit einem besonders hohen

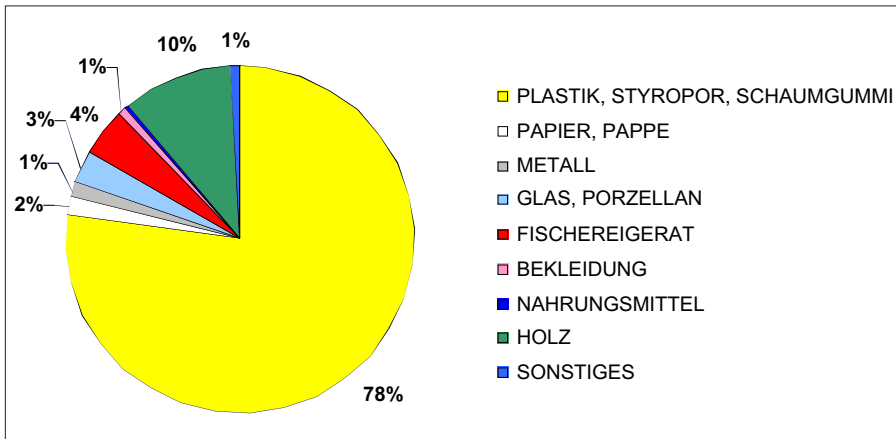


Abb. 7: Mittlere prozentuale Verteilung der Müll-Kategorien nach Anzahl auf den Inseln Mellum und Minsener Oog in den Jahren 1991 - 2002.

Anteil (17,5 Teile/Zählung), so ergibt sich für den verbleibenden Untersuchungszeitraum zwischen 0,3 (2002) und 3,4 Holzteile/Zählung (1999) ein jährliches Auf und Ab, das keinen Trend erkennen lässt für Minsener Oog, jedoch einen signifikanten negativen Trend für Mellum-Süd und Mellum-Nord, sowie für Föhr und Scharhör (FLEET 2003).

„Fischereigerät“ stellt im Mittel 4,5% des Mülls auf den drei Zählstrecken (Abb. 7). Insgesamt 1.485 Teile Fischereigerät setzen sich vor allem aus 802 Netzen (54%) und 505 Schiffstauen (34%) zusammen. Netze und Schnüre liegen häufig zu Haufen und verknötet am Strand. Solche Netzhäufen und Seilbündel enthalten Dutzende Teile, die aber nicht einzeln erfasst werden können. Der zahlenmäßige Anteil Netze und Schnüre liegt somit vermutlich deutlich höher. Im Jahre 1991 hatte die Kategorie „Fischereigerät“ mit 3,9 Teilen/Zählung den höchsten Stand des Untersuchungszeitraumes. Mit Schwankungen von Jahr zu Jahr erreicht der Wert 1998 mit 0,3 Teilen/Zählung den niedrigsten Stand, um dann wieder leicht anzusteigen (2002: 1,3 Teile/Zählung). Die Anzahl der erfassten Komponenten ist jedoch zu gering, um eine statistische Überprüfung zu ermöglichen; ein Trend konnte nicht festgestellt werden (FLEET 2003). Dieses gilt auch für die Untersuchungsstrecken Sylt, Amrum, Föhr, Büsum und Scharhör.

Auch wenn in einzelnen Jahren „Fischereigerät“ nur einen relativ geringen prozentualen Anteil an der Gesamtmüllmenge stellt, ist doch auf die besonders schädlichen Auswirkungen insbesondere auf Meerestiere hinzuweisen. Vor allem Netz- und Taureste sind Todesursache und eine ständige Bedrohung für zahlreicher Wat- und Wasservogel, aber auch

anderer Meeresorganismen (z.B. HARTWIG et al. 1985, 1992, HARTWIG 2001a,b, CAMPHUYSEN, 1994, 2000, 2001, HANNI & PYLE 2000, MOORE & CLARKE 2002, DONOHUE et al. 2001).

„Glas, Porzellan“, über den gesamten Untersuchungszeitraum im Mittel 3,2% (n = 1.043 Teile; Abb. 7), hätte 1995 einen Höchstwert (4,5 Teile/Zählung). In der zweiten Hälfte der Untersuchungszeit fiel der Wert mit 0,3 Teilen/Zählung auf seinen tiefsten Stand in den Jahren 1998, 2000 und 2002. D.h. bei „Glas, Porzellan“ liegt eine statistisch gesicherte Abnahme für Mellum-Süd und -Nord vor, während für Minsener Oog kein Trend zu erkennen war (FLEET 2003). Negative Trends konnten mit Rank-Korrelations-Tests auch für die Strecken Sylt und Föhr festgestellt werden.

„Papier, Pappe“ stellen im Mittel lediglich 1,5% des gesamten Mülls (n = 510 Teile) und sind damit als relativ gering einzustufen (Abb. 7). 200 Milchtüten stellen mit 38,9% den größten Anteil, gefolgt von Zigaretenschachteln und Kippen (30,7%, n = 158). Papier- und Pappstücke nahmen 29,2% ein. Die statistische Überprüfung ergab für die Unterkategorie „Zigaretenschachteln und Kippen“ einen negativen Trend, d.h. Abnahme, außer für Mellum-Süd auch für die Insel Scharhör (FLEET 2003). Milchtüten nahmen signifikant ab im Untersuchungszeitraum bis 2002 auf Mellum-Nord sowie Scharhör, Sylt und Föhr.

„Metall“ hat einen mittleren Anteil von 1,4% der Müllmenge in allen Gebieten (Abb. 7). „Sonstige Metallteile“ haben daran mit 306 Teilen (68,3%) den größten Anteil (u.a. Munitionsreste und Kronenkorken). 92 Getränkedosen (20,5%) sind verhältnismäßig wenig. Ein Trend ist

bei dieser Kategorie für Mellum-Süd, Minsener Oog, Büsum und Scharhör bis 2002 nicht auszumachen; eine Abnahme war jedoch für Mellum-Nord sowie für Sylt und Föhr festzustellen (FLEET 2003). Es bleibt abzuwarten, ob der Anteil an Getränkedosen nach Einführung des Dosenpfandes und der Rücknahmepflicht noch weiter zurückgeht.

„Bekleidung“ ist mit 0,7% Anteil am Müllaufkommen und 0,2 Teilen/Zählung von relativ geringer Bedeutung. Ab 1999 liegt für Mellum Nord und Süd der Wert unter 0,1 Teil/Zählung, auf Minsener Oog darüber. Zusammengefasst lässt sich ab Mitte der 90er Jahre eine Abnahme auf 0,1 Teile/Zählung in 2002 für beide Inseln feststellen; die statistische Absicherung durch Rank-Korrelations-Tests lässt sich, außer für Mellum-Süd (negativer Trend), wegen des geringen Datenmaterials nicht durchführen (FLEET 2003). Für die Insel Sylt, Amrum, Föhr, Büsum und Scharhör ergeben sich bis 2002 keine Trends.

„Nahrungsmittel“ haben im Mittel über den Untersuchungszeitraum mit 0,5% (n = 161 Teile) den geringsten Anteil am Strandmüll (Abb. 7). Auf niedrigem Niveau gibt es jährliche Schwankungen, ein Trend ist nicht erkennbar (FLEET 2003). Seit Inkrafttreten der Anlage V (Schiffsmüll) des MARPOL-Übereinkommens zum 1. Januar 1989 ist nur noch das Einbringen von Lebensmitteln, aber nicht näher als 12 Seemeilen von Land, erlaubt. Der geringe Anteil am Gesamtaufkommen des Strandmülls darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass bisher geringe Informationen über die Wirkung von auf Schiffen anfallenden und auf See entsorgten Lebensmittelresten auf das Meeresökosystem vorliegen (POLGLAZE 2003).

Aus zwei Gründen sind Mellum und Minsener Oog für systematische Müll-Erfassungen auch zukünftig besonders gut geeignet:

- beide Inseln sind unbewohnt, d.h. es wird auf den Inseln selbst kein Müll erzeugt, der die Erfassungen beeinflussen kann. Zum anderen gibt es keinen Tourismus und somit auch keine Reinigung von Stränden, d.h. der angespülte Müll bleibt liegen.
- Mellum wird seit 1925, Minsener Oog seit 1949 vom Mellumrat e.V. betreut. Der Verein ist eine ehrenamtlich tätige Naturschutz- und Forschungsgemeinschaft, die von März bis Oktober Mitar-

beiter auf die Inseln entsendet. Ohne deren ehrenamtliche Tätigkeit wäre die Durchführung des relativ zeitaufwendigen Müll-Monitorings (ca. 7.200 Std.) nicht möglich gewesen.

Bei Betrachtung des Anteils der schwer abbaubaren, überwiegend als Verpackung aller Art verwendeten „Kunststoffmülls“ mit u.a. 2.184 Schnüren und des „Fischereigeräts“ (vorwiegend Kunststoffnetze und Schiffstau aus Kunststoff), ist überdeutlich deren erdrückendes Ausmaß (rd. 82%) an der Strandvermüllung auf Mellum und Minsener Oog auszuma-chen.

Dieser hohe Anteil an der Gesamtmenge des Plastik-Kunststoffmülls ist deshalb so bemerkenswert und bedenklich, weil es seit Jahren internationale gesetzliche Grundlagen zur Eindämmung des Müllproblems gibt: Die Anlage V/Schiffsmüll des Marpol-Übereinkommens trat zum 1. Januar 1989 in Kraft, die Erklärung der Nordsee zum Sondergebiet zum 18. Februar 1991. Ferner gilt nach MARPOL- und Helsinki-Übereinkommen sowie nach der EU-Directive 2000/59/EC die Pflicht zur Bereitstellung von Auffanganlagen für Öl, Schiffsmüll und Schiffsabwässer in den Häfen der Bundesrepublik und der Nordseeanrainerstaaten (BSH 2001, CARPENTER & MACGILL 2003).

Obwohl auf den drei Untersuchungsstrecken nach der statistischen Überprüfung mit Rank-Korrelations-Tests kein Trend und damit auch keine Abnahme des Plastikmülls und des Fischereigeräts bis 2002 zu erkennen ist (FLEET 2003), ist zu hoffen, dass zukünftig die internationalen Regelungen für die Nordsee ihre Wirkung zeigen werden. Die gegenwärtige Menge des Plastikmülls ist immer noch viel zu hoch und somit inakzeptabel. Bei der Betrachtung der Entwicklung ist zu berücksichtigen, dass Kunststoffe teilweise eine Lebensdauer von mehreren Hundert Jahren haben und Millionen Müllteile im Meer herumdriften (ANONYMUS 1989). Außerdem werden ständig Müllteile in Strandbereichen ein- bzw. ausgespült. D.h. würde ab sofort kein „neuer“ Müll mehr ins Meer und damit an Strände gelangen, gäbe es dennoch auf lange Zeit Strandvermüllung (WILLIAMS & TUDOR 2001).

Die Unterkategorien „Flaschen“ und „Kanister“ im Plastikmüll sind als Mengenteile eher zu vernachlässigen. Sie sind aber nicht immer leer, sondern enthalten

Reste von Flüssigkeiten (HARTWIG 2001b). Häufig sind dies Stoffe, die besonders schädliche Auswirkungen auf die Meeresumwelt haben (z.B. Ölprodukte, Detergenzien u.a. Lösungsmittel). Gleiches gilt für Dosen mit Lackresten und Spraydosen (HARTWIG 2001a).

Die Verschmutzung des Meeres durch Müll ist zum größten Teil aufgrund der internationalen gesetzlichen Grundlagen vermeidbar und sie sollte aus ökonomischen Gründen vermieden werden, denn sie stellt eine Bedrohung des marinen Lebensraumes dar; sie darf nicht zu einem akzeptierten, obwohl unansehnlichen Merkmal der Meeres- und Küstenökosysteme werden (FLEET 2003).

## 7. Zusammenfassung

Im Rahmen des vom Umweltbundesamt finanzierten OSPAR-Projektes „Untersuchung der Verschmutzung der Spülsäure durch Schiffsmüll an der deutschen Nordseeküste“ (FLEET 2003) wurden langfristige Erfassungen des gestrandeten Mülls auf den vom Mellumrat betreuten Inseln Mellum (Nord und Süd:1991-2002) und Minsener Oog (1995-2002) ausgewertet. Mit Rank-Korrelations-Test (FLEET 2003) werden die Ergebnisse auf Trends statistisch überprüft und in einem größeren regionalen Rahmen mit anderen langjährigen Untersuchungsstrecken an der deutschen Nordseeküste verglichen.

Insgesamt hat die Kategorie „Plastik/Styropor/Schaumgummi“ mit 25.662 Teilen (77,8%) den deutlich größten Anteil am Strandmüll auf den drei 100m-Strecken (Abb. 7) im Untersuchungszeitraum bis 2002. „Holz“ nimmt mengenmäßig mit 10% (n = 3.326) im Mittel die zweite Position ein, dabei haben Bretter und Balken, die eindeutig anthropogenen Ursprungs sind, zusammen einen Anteil von 31,3%. „Fischereigerät“ stellt im Mittel 4,5% (n = 1.485) des Mülls auf den drei Zählstrecken, wobei vor allem Netze bzw. Schiffstau 54% bzw. 34% dieser Kategorie ausmachen. Am Gesamt Müllaufkommen aller drei Erfassungsstrecken betragen im Mittel die Anteile für „Glas“ 3,2%, „Porzellan“ 1,5%, „Papier, Pappe“ 1,4%, „Metall“ 0,7%, „Bekleidung“ und „Nahrungsmittel“ jeweils 0,5%.

## 8. Summary

The results of beached litter surveys on the three sites on the islands Mellum (North and South:1991-2002) and Minsener Oog (1995-2002), run by the Mellumrat e.V., were analysed in the course of the OSPAR-Project „Investigation into litter pollution on beaches on the German North Sea coast“ (FLEET 2003) financed by the Federal Environmental Agency. The statistical evaluation on trends were carried out by Spearman rank correlation tests (FLEET 2003) and compared with other results of beached litter surveys from the German North Sea coast.

The category „plastic/polystyrene/foam rubber“ has the largest share of all litter found on the three 100 m sites in total in the time period covered until 2002; this accounted for 77.8% (n = 25,662 parts) (fig. 7). „Wood“ takes with 10% (n = 3,326) on average in numbers the second position, and wooden planks, posts and beams within this category, which are clear of anthropogenic origin, have a share of 31.3%. „Fishery items“ make up on average 4.5% (n = 1,485 items) of the total litter amount on the three sites; nets and ships ropes have a share of 54% and 34% of the category „fishery items“. „Glass & porcelain“, „paper & cardboard“, „metal“, „clothing“ and „food items“ have a share of 3.2%, 1.5%, 1.4%, 0.7% and 0.5% on average of all litter found on the three survey sites in the time period covered until 2002.

## 9. Literatur

- ANONYMUS (1989): Garbage: A problem - also a source of materials and energy. – NEA 80: 1-2.
- ANONYMUS (2000): Scotland's seabirds snagged by marine litter. – Scottish Bird News 58: 4-5.
- BENTON, T. (1991): Oceans of garbage. – Nature 352: 113.
- BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE/BSH (Hrsg.) (2001): Entsorgungsmöglichkeiten für Öl, Schiffsmüll und Schiffsabwässer - Auffanganlagen gemäß MARPOL und Helsinki-Übereinkommen an der deutschen Küste. – BSH-Hamburg u. Rostock: 1-64.
- CADÉE, G.C. (2002): Seabirds and floating plastic debris. – Mar. Pollut. Bull. 44/11: 1294-1295.
- CAMPHUYSEN, C.J. (1994): Verstrickingen van vogels in plastics an vistuig aan de Nederlandse kust, 1990-1993. – Sula 8:

- 226-229.
- CAMPHUYSEN, C.J. (2000): Seabirds drowned in fishing nets off Jan Mayen (Greenland Sea). – *Atlantic Seabirds* 2/2: 87-91.
- CAMPHUYSEN, C.J. (2001): Northern Gannets *Morus bassanus* found dead in the Netherlands, 1970-2000. – *Atlantic Seabirds* 3/1: 15-30.
- CARPENTER A. & S.M. MACGILL (2003): The EU directive on port reception facilities for ship-generated waste and cargo residues: current availability of facilities in the North Sea. – *Mar. Pollut. Bull.* 46/1: 21-32.
- CLEMENS, T. (1992): Untersuchungen zur Müllbelastung der Insel Mellum 1991. – *Seevögel* 13/4: 55-60.
- CLEMENS, T. (2003): Kein Strand ohne Müll? Aktuelles von der südlichen Nordsee. – In: FANSA, M. & S. WOLFRAM (Hrsg.): Müll – Facetten von der Steinzeit bis zum Gelben Sack. Schriftenreihe des Landesmuseum für Natur und Mensch, Oldenburg, Heft 27: 155-161.
- CLEMENS, T., Z. BEDNAROVA & E. HARTWIG (2002): Zur Müllbelastung der Insel Min-sener Oog (Außenjade) 1995 – 2000. – *Natur- und Umweltschutz (Ztschr. Mellumrat)* 1/1: 18-23.
- COLEMAN, F.C. & D.H.S. WEHLDE (1984): Plastic pollution: A worldwide problem. – *Parks* 9/1: 9-12.
- CONVEY, P., D.K.A. BARNES & A. MORTON (2002): Debris accumulation on oceanic island shores of the Scotia Arc, Antarctica. – *Polar Biol.* 25: 612-617.
- DERRAIK, J.G.B. (2002): The pollution of marine environment by plastic debris: a review. – *Mar. Pollut. Bull.* 44/9: 842-148.
- DONOHUE, M.J., R.C. BOLAND, C.M. SRAMEK G.A. ANTONELIS (2001): Derelict fishing gear in the northwestern Hawaiian Islands: Diving surveys and debris removal in 1999 confirm threat to coral reef environments. – *Mar. Pollut. Bull.* 42: 1301-1312.
- FLEET, D.M. (2003): Untersuchung der Verschmutzung der Spülsäume durch Schiffsmüll an der deutschen Nordseeküste. – Umweltbundesamt Berlin; UFOPLAN FAZ 2002 96 183: 166 pp.
- GABRIELIDES, G.P. (1995): Pollution of the Mediterranean Sea. – *Water Science and Technology* 32(9-10): 1-10.
- GERLACH, A. (1994): Müll im Winterspülsaum 1990 auf der Insel Mellum. – *Seevögel* 15/2: 27-30.
- GERLACH, A. (1999): Winter driftline debris on the wadden island of Mellum, Germany: distribution, quantity and decomposition. – *Abh. Naturwiss. Verein Bremen* 44/2-3: 707-724.
- HANNI, K.D. & P. PYLE (2000): Entanglement of pinnipeds in synthetic materials at South-east Farallon Island, California, 1976-1998. – *Mar. Pollut. Bull.* 40/12: 1076-1081.
- HARTWIG, E., B. REINEKING, E. SCHREY & E. VAUK-HENTZELT (1985): Auswirkungen der Nordsee-Vermüllung auf Seevögel, Robben und Fische. – *Seevögel* 6/Sonderband: 57-62.
- HARTWIG, E., M. KORSCH & E. SCHREY (1992): Seevögel als Müllopfer in der Deutschen Bucht. – *Seevögel* Bd. 13, H. 1: 1-4.
- HARTWIG, E. (1994): Belastung des Wattenmeeres durch Müll. – In: LOZAN, J., E. RACHOR, K. REISE, H. v. WESTERNHAGEN & W. LENZ (Hrsg.): Warnsignale aus dem Wattenmeer. Blackwell Wissenschafts-Verlag: 54-57.
- HARTWIG, E. & T. CLEMENS (1999): Die Müllbelastung im Mündungsbereich von Elbe, Weser und Jade. – In: Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer & Umweltbundesamt (Hrsg.): *Umweltatlas Wattenmeer, Bd. 2. Wattenmeer zwischen Elb- und Emsmündung*: 116-117.
- HARTWIG, E. (2000): Die Müllbelastung der Insel Scharhörn 1992-1994. – *Seevögel* 21/Sonderheft: 10-12.
- HARTWIG, E. (2001a): Die Müllbelastung im Mündungsbereich der Elbe. – In: Nationalpark-Atlas hamburgisches Wattenmeer/Nationalparkplan: Teil I; Naturschutz und Landschaftspflege in Hamburg, Schriftenreihe der Umweltbehörde Heft Nr. 50: 92-93.
- HARTWIG, E. (2001b): Die Müllbelastung im Mündungsbereich der Elbe 1996. – *Seevögel* 22/3: 93-95.
- HARTWIG, E. & M. HECKROTH (2004): Brutvogelübersicht 2003 aus den Schutzgebieten des Mellumrates. – *Natur- und Umweltschutz (Zeitschrift Mellumrat)* 3/1: 4-5.
- HECKROTH, M. & E. HARTWIG (2002): Brutvogelübersicht 2002 aus den Schutzgebieten des Mellumrates. – *Natur- und Umweltschutz (Zeitschrift Mellumrat)* 1/2: 62-63
- KUSUI, T. & M. NODA (2003): International survey on the distribution of stranded and buried litter on beaches along the Sea of Japan. – *Mar. Pollut. Bull.* 47/1-6: 175-179.
- MOORE, S.E. & J.T. CLARKE (2002): Potential impact of offshore human activities on gray whales (*Eschrichtius robustus*). – *J. Cetacean Res. Manage.* 4/1: 19-25.
- NASSAUER, G. (1981): Untersuchungen zur Müllbelastung von Stränden der deutschen Nordseeküste. – *Seevögel* 2/3: 53-57.
- OFIARA, D.D. & B. BROWN (1999): Assessment of economic losses to recreational activities from 1988 marine pollution events and assessment of economic losses from long-term contamination of fish within the New York Bight to New Jersey. – *Mar. Pollut. Bull.* 38/11: 990-1004.
- POLGLAZE, J. (2003): Can we always ignore ship-generated food waste? – *Mar. Pollut. Bull.* 46/1: 33-38.
- SCHREY, E. (1987): Untersuchungen zur Belastung der Deutschen Bucht durch Schiffsmüll. – UBA-Text 29/87: 3 S.
- UNEPETTY, P. & S.M. EVANS (1997): The impact of plastic debris on the biota of tidal flats in Ambon Bay (Eastern Indonesia). – *Marine Environmental Research* 44: 233-242.
- VAUK, G., E. HARTWIG, E. SCHREY, E. VAUK-HENTZELT & M. KORSCH (1989): Seevogelverluste durch Öl und Müll an der deutschen Nordseeküste von August 1983 bis April 1988. – Norddeutsche Naturschutzakademie Schneverdingen (Umweltbundesamt, Wasser Forschungsbericht 192 94 370): 45 S.
- WILLIAMS, A.T. D. T. TUDOR (2001): Litter burial and exhumation: Spatial and temporal distribution on a cobble pocket beach. – *Mar. Pollut. Bull.* 42/11: 1031 – 1039.

#### **Anschrift des Verfassers:**

Naturschutz- und  
Forschungsgemeinschaft  
Der Mellumrat e.V.  
Zum Jadebusen 179  
26316 Varel-Dangast  
E-mail: info@mellumrat.de