

Aus dem Institut für Naturschutz- und Umweltschutzforschung (INUF) des »Verein Jordsand«

Häufigkeit und Verteilung von Rohplastikgranulaten (»Pellets«) an der Westküste Schleswig-Holsteins*

Von Petra Denking, Johannes Prüter, Christiane Lammen und Eike Hartwig

Einleitung

Ein Ziel innerhalb der von September 1987 bis April 1989 laufenden Spülsaumuntersuchungen war es, Aussagen über Häufigkeit, Menge, Zusammensetzung und mögliche ökologische Auswirkungen des anorganischen Kleinstmüllanteils im Treibsel treffen zu können. Bei den Analysen zeigte es sich, daß Rohplastikgranulate einen wesentlichen Teil des Kleinstmülls im Treibsel ausmachten.

Die Herkunft der im Meer treibenden Pellets ist bis heute nicht eindeutig geklärt. Eine denkbare Möglichkeit wäre die unsachgemäße Handhabung der Rohplastikgranulate beim Transport.

Es ist bekannt, daß diese Teilchen weltweit zur Meeresverschmutzung beitragen und auch in ihren ökologischen Folgen nicht ohne Bedeutung sind (u.a. ROTHSTEIN 1973, RYAN 1987, 1988).

Ziel dieser Arbeit ist, die Häufigkeit und Verteilung der Rohplastikgranulate an der schleswig-holsteinischen Westküste darzustellen, Nachweise in Vögeln zu beschreiben und durch Literaturrecherchen auf die weltweite Bedeutung des Problems aufmerksam zu machen.

Was sind Plastik-Pellets?

Die regelmäßig im Spülsaum vorkommenden Pellets sind Rohplastikgranulate, welche eine Dichte von $\leq 1,0 \text{ g/cm}^3$ haben, also schwimmfähig sind. Hauptsächlich handelt es sich um Polyethyleneteilchen, vereinzelt auch um Polypropylenteilchen. Ihr Durchmesser beträgt im Schnitt etwa vier Millimeter, wobei sich zylinderförmige, kugelige und manchmal sogar rechteckige finden. Meist sind Pellets von weißer Farbe, aber nicht selten treten auch farbige auf. Als Granulate sind diese Pellets Zwischenprodukte in Transportform: In dieser Form liefert der Hersteller Rohplastik an die weiterverarbeitende Industrie. Der Transport erfolgt per Schiff, Bahn und Lkw.

Pellets werden wieder eingeschmolzen und in Formen gepreßt. So entstehen u. a. Verpackungen, Haushaltswaren, Rohrleitungen, Geräte für medizinische Anwen-



Verschiedene Plastik-Pellets. Different types of plastic-pellets.

Foto: J. Prüter

dungen usw. Eine weitere Verwendungsmöglichkeit, z.B. als Reinigungsmittel beim Säubern von Rohren (Pellets binden sehr gut andere Stoffe; CARPENTER et al. 1972), konnte bisher nicht bestätigt werden.

Material und Methode

Probennahme, -bearbeitung, Beobachtungen

Regelmäßig nach Sturmfluten wurden von November 1987 bis Januar 1989 insgesamt zehn Sammelfahrten durch zwölf Testgebiete durchgeführt (s. Abb. 1). An jedem dieser Küstenabschnitte wurden an drei Stellen jeweils zwei Proben über die gesamte Breite eines augenscheinlich typischen Spülsaumes entnommen. Das Volumen der Proben betrug ca. vier Liter, das Gewicht je nach Feuchtigkeit zwischen 100 und 400 Gramm. Die so gesammelten 292 Proben wurden im Labor auf Kleinstmüll untersucht und die Anzahl der vorhandenen Pellets registriert. Dabei wurde auf mögliche Verölung geachtet.

Zusätzlich wurden entlang der gesamten Westküste Schleswig-Holsteins zwischen den einzelnen Testgebieten im Abstand von ca. zwei Kilometer Küstenlinie (s. Abb. 1) im ganzen 270 »Griffproben« (bis Ende September 1988) gesammelt und vor Ort untersucht.

Während der Kontrollfahrten im Spülsaum gefundenen Vögeln wurde der Magen entnommen, um festzustellen, ob Pellets aufgenommen worden waren. Zusätzlich konnten Vögel untersucht werden, die im Rahmen des vom Umweltbundesamt (UBA) in Berlin finanzierten und von der Norddeutschen Naturschutzakademie (NNA) in Schneverdingen (unter Mitarbeit des INUF) durchgeführten Projektes »Untersuchung zur schleichenden Verölung der deutschen Nordseeküste und Auswirkungen auf die Seevögel« an Sammelstrecken der Westküste Schleswig-Holsteins anfielen.

Um den Umschlag der Rohplastikgranulate als eine mögliche Verschmutzungsquelle zu verfolgen, wurde auch mehrfach der Hamburger Freihafen aufgesucht. Aufnahmen von Pellets mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM) wurden dankenswerterweise von Frau E. BOSSMANN/ Zoologisches Institut der Universität Hamburg angefertigt und geben Aufschluß über die Oberflächenstrukturen verschiedenen stark durch Umwelteinflüsse angegriffener Pellets.

Dabei handelte es sich um Fotos von

- produktionsfrische Pellets aus Säcken direkt vom Lagerort Hamburger Hafen,
- Pellets aus dem Treibsel,
- in Mägen von Eissturmvögeln (*Fulmarus glacialis*) gefundene Pellets.

* Gefördert mit Mitteln des Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer im Rahmen des Projektes »Untersuchungen zur Zusammensetzung des Treibselns an der Westküste Schleswig-Holsteins«.

Berechnungen

Die Gesamtmenge angespülter Pellets ergibt sich aus der Anzahl der über »Normal hohen Wasserstände« mit »Landunter« und damit Spülsaum am Deichfuß. Zunächst wird die Pelletanzahl/m Küste für jedes Testgebiet und jeden Treibselanfall einzeln berechnet (s. Tab. 1). Anschließend werden Mittelwerte für die Testgebiete gebildet, die den durchschnittlichen Pelletanfall pro Gebiet und Meter Küste bei mehreren Sammelterminen angeben. (\bar{x} , s. Tab. 1). Mit Hilfe eines Mittelwertes aus allen Testgebieten, der repräsentativ für die gesamte Westküste Schleswig-Holsteins erscheint, wird die Pelletmenge pro Treibselanfall und Meter auf die gesamte Westküste (nur Festland; Länge der Küstenlinie: 220,7 Kilometer) hochgerechnet. Multipliziert man den hochgerechneten Wert nun mit der Anzahl an zu erwartenden Treibselanfällen pro Jahr, so erhält man eine Abschätzung über die Gesamtmenge der in einem Jahr an der schleswig-holsteinischen Westküste anfallenden Pellets.

Ergebnisse

Küstenweite Verteilung von Pellets

Die Ergebnisse der Treibselanalyse sowie jene von den Zwischenprobenstellen zeigen, daß Rohplastikgranulate küstenweit allgegenwärtig sind.

Dabei ergab sich für die Häufigkeit von Pellets in den »Griffproben« (n=270):

keine Pellets in	178 Proben (66%)
1 Pellet/Probe in	48 Proben (18%)
2-5 Pellets/Probe in	30 Proben (11%)
6-9 Pellets/Probe in	5 Proben (2%)
10-20 Pellets/Probe in	5 Proben (2%)
21-30 Pellets/Probe in	3 Proben (1%)
> 30 Pellets/Probe in	1 Probe (+ %)

Insgesamt waren in 34% der »Griffproben« Pellets enthalten, wobei sich meist 1-5 Pellets fanden. Es zeigte sich eine annähernd gleichmäßige Verteilung über die gesamte Westküste. Häufungen in bestimmten Bereichen konnten nicht festgestellt werden.

Die Ergebnisse der Pelletverteilung und -häufigkeit in den Testgebieten zeigt Tabelle 1. Die Daten lassen keine saisonalen Unterschiede in der Pellethäufigkeit erkennen. In einigen Gebieten nimmt während des Sommerhalbjahres die Pellethäufigkeit ab.

Da sich im August 1988 nicht in allen Testgebieten Spülsäume in Deichfußnähe fanden, können wegen zu geringer Anzahl an Vergleichswerten keine Schlüsse betreff saisonaler Unterschiede in der Pellethäufigkeit gezogen werden.

Regionale Unterschiede ergeben sich vermutlich aufgrund von Strömungsverhältnissen, Vorlandhöhe und vorgelagerten Inseln: So ist z. B. die geringe Anzahl angetriebener Pellets im Bereich Neufelder Koog damit erklärbar, daß hier durch den Strömungsverlauf der Elbe ein Teil des treibenden Materials an der Küste vor-

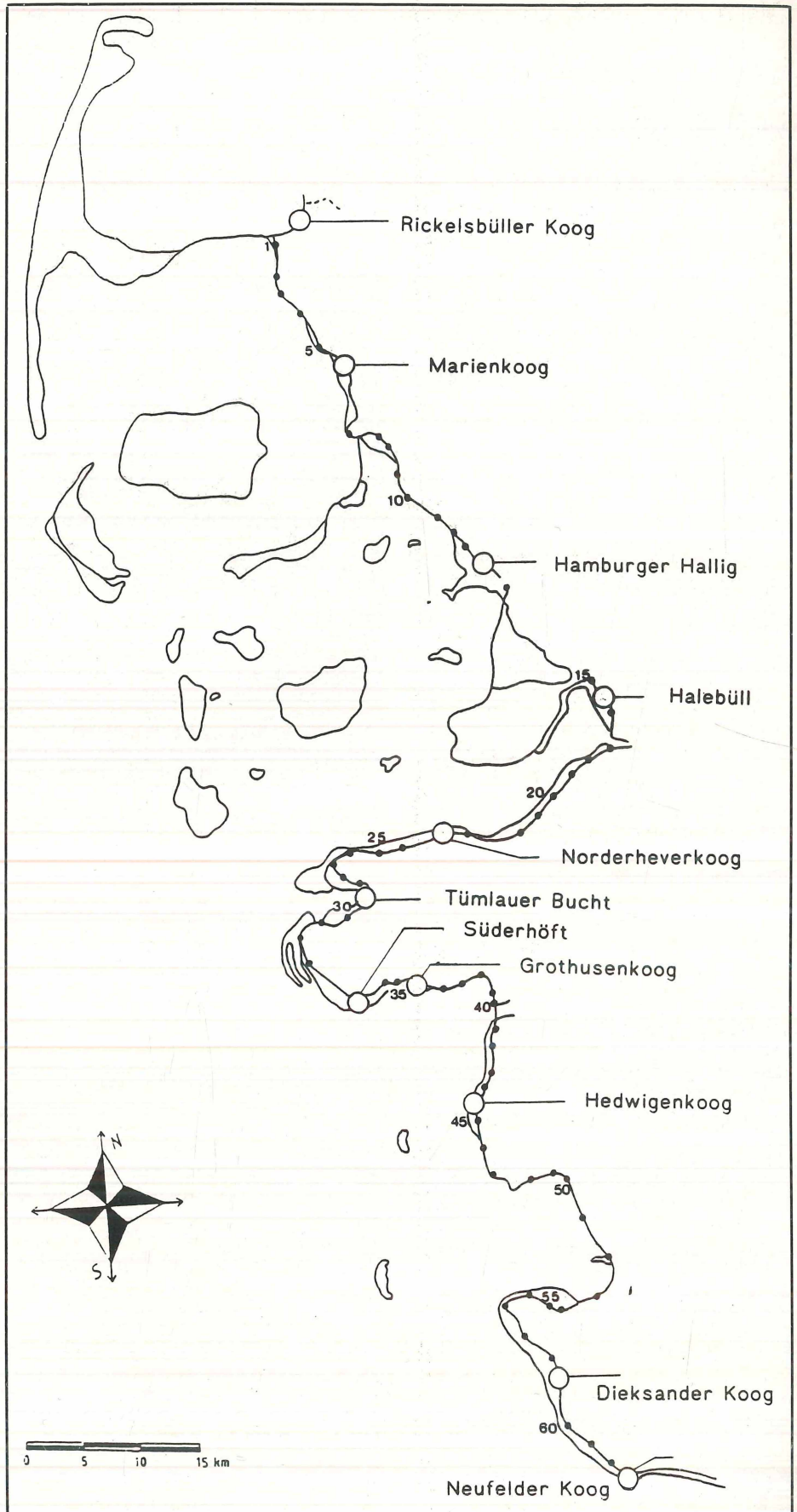


Abb. 1: Lage der Probennahmestellen.
 ○ Testgebiete ●● Zwischenprobenstellen
 Fig. 1: Position of the sampling-areas.
 ○ main sampling areas ●● additional sampling areas

bei Richtung Norden verdriftet wird, wo es im Bereich der Eidermündung verstärkt anlandet. Hierfür spricht die große Pellet-häufigkeit in den Testgebieten Hedwigenkoog und Grothusenkoog. Ob auch über die Eider Pellets eingebracht werden, ist nicht bekannt. Bei einer einmaligen Probenahme vom Spülsaum am Eiderufer bei Tönning wurde zwischen Seggenresten auf 1 m² lediglich ein Pellet gefunden. Die Testgebiete Süderhöft und Halebüll weisen nur geringe Mengen an Pellets auf. Beide Gebiete zeichnen sich durch ihre Vorlandhöhe bzw. dessen hohen Bewuchs aus, wo vermutlich schon ein großer Teil Pellets abgelagert wird und damit nicht durch die Treibselanalysen erfassbar war. In den Bereichen Rickelsbüll-Koog, Marienkoog und Hamburger Hallig schließlich ist die Pellet-häufigkeit trotz vorgelagerter Inseln und Halligen, an die auch Pellets antreiben können, relativ hoch.

Aus den Ergebnissen für die einzelnen Testgebiete läßt sich ungefähr abschätzen, welche Pelletmengen pro Jahr an der schleswig-holsteinischen Westküste antreiben müssen. Für die Hochrechnungen wurde der Durchschnittswert aus der Summe der Mittelwerte (s. Tab. 1) für die einzelnen Testgebiete verwendet. Dieser beträgt 103 Stk./m (Schwankungsbreite: 2–257 Stk./m). Der hieraus ermittelte Wert »Pellets an der Küste von 220,7 km/Treibselalarm« ist $22,7 \times 10^6$ Stk. Das entspricht ca. 640 kg Pellets (ein Pellet ca. 28 mg).

Bei etwa 10 »Landunter« im Jahr sind das 227×10^6 Stk./Jahr oder ca. 6,4 Tonnen; d.h. mehrere Tonnen Pellets treiben pro Jahr an Schleswig-Holsteins Westküste an!

Beobachtungen beim Umschlag von Pellets am Hamburger Freihafen

Zweimal wurde der Hamburger Freihafen aufgesucht, um sich ein Bild vom Vorgang der Pelletverladung sowie dem Umgang mit diesen Stoffen zu machen.

Pellets werden in kleinen Mengen als Stückgut zusammen mit allen möglichen anderen Stückgütern verschifft. Zielorte liegen oft in Ländern der Dritten Welt (mündl. Mitteilungen, eigene Beobachtungen), in denen die Pellets weiterverarbeitet werden. Verpackt sind sie gewöhnlich in Papiersäcken, auf Paletten gestapelt, über die eine Plastikfolie gelegt ist (selten eingeschweißt). Wenn Pellets nicht in kleinen Mengen verschifft werden (10–20 Paletten, mdl. Mittlg.), werden sie nach Aussagen von Hafenanstellten in Containern verladen.

Im Freihafen wurden sehr geringe Mengen an Pellets, z. B. zwischen Gleisen, gefunden, während Kaffee- und Kakaobohnen in großen Mengen herumlagen. Die Reste werden durch Zusammenkehren und Umfüllen in Abfallcontainer beseitigt. Ein Abspritzen der Hafenanlagen konnte nicht beobachtet werden.

Bei der Verladung von Pellets wurde folgender Vorgang beobachtet: 40 Paletten mit je 40 mit Pellets gefüllten Säcken sollten aus einem Lagerschuppen zu einem ca. 200 Meter entfernt liegenden Schiff gebracht werden, und dort zusammen mit anderen Gütern verladen werden. Dasselbe Schiff hatte zuvor Kaffee und ähnliches gebracht.

Ein Gabelstapler fuhr Palette um Palette zu einem Hänger und hinterließ dabei Spuren, da von nahezu jeder Palette ein feiner Pelletstrom rieselte. Zwölf Paletten fanden auf dem Hänger Platz, anschließend wurde dieser zum Schiff gebracht, wo ein Hebekran die Paletten einzeln in die Laderäume des Schiffes verfrachtete. Während der Beobachtungszeit von etwa drei Stunden wurden keine Pelletreste vom Boden entfernt.

Nach Mitteilungen der Firma Hoechst wiegt jede Palette mit 40 Säcken eine Tonne (Hoechst in litt). Daraus folgt, daß ein Sack mit Pellets 25 kg wiegt. Es waren also insgesamt 40 Tonnen Pellets in 1600 Säcken à 25 kg verladen worden. Der Verlust beim Verladen mag etwa 1% (400 kg) betragen. Diese Pellets bleiben auf der Kaianlage liegen.

Pellets in Vogelmägen

Die insgesamt 100 totgefundenen Vögel, deren Mägen nach Pellets untersucht wurden, waren Möwen, Enten, Alke, Eissturm-vögel, ein Kormoran, Sterntaucher und ein Kiebitz.

Tab. 1: Durchschnittliche Häufigkeit von Pellets in Testgebieten (Abb. 1). Schätzungen anhand von Mittelwerten aus »n«-Proben. Mean frequency of plastic pellets in sampling areas (Fig. 1). Estimations about mean values based on »n« samples.

n = Probenanzahl pro Tag und Gebiet; * = nicht repräsentativ; ** = Proben nicht vollständig bearbeitet; --- = keine Probenahme; \bar{x} = durchschnittl. Pelletanzahl je Gebiet und Treibselanfall. Alle Angaben in Stück Pellets/Meter Küstenlinie
n = number of samples per day and area; * = not representativ; ** = samples not analyzed; --- = no sampling; \bar{x} = mean value of pellet number per area and sampling. All values: pellets/metre coastline

Testgebiet	Okt. '87	Nov. '87	Jan. '88	Feb. '88	Apr. '88	Jul. '88	Aug. '88	Sep. '88	\bar{x}
Rickelsbüller Koog	27 (n=6)	9 (n=6)	188 (n=6)	316 (n=6)	---	---	0 (n=6)	83 (n=6)	104 (n=36)
Marienkoog	33 (n=2)	108 (n=6)	155 (n=6)	838 (n=6)	---	---	0 (n=6)	260 (n=6)	257 (n=32)
Hamburger Hallig	56 (n=2)	21 (n=6)	61 (n=6)	304 (n=6)	0 (n=6)	---	0 (n=6)	321 (n=6)	115 (n=38)
Halebüll	---	13 (n=4)	2 (n=6)	97 (n=6)	---	---	---	1560* (n=6)	40 (n=16)
Norderheverkoog	---	20 (n=6)	6 (n=6)	0 (n=6)	---	---	28 (n=6)	0 (n=6)	11 (n=30)
Tümlauer Bucht	23 (n=4)	37 (n=6)	103 (n=6)	73 (n=6)	**	**	---	590 (n=6)	175 (n=28)
Süderhöft	---	11 (n=6)	23 (n=6)	22 (n=6)	---	**	---	13 (bish. n=4)	18 (n=22)
Grothusenkoog	---	---	245 (n=6)	228 (n=6)	**	**	---	1907* (n=6)	237 (n=12)
Hedwigenkoog	---	112 (n=6)	268 (n=6)	282 (n=6)	---	---	52 (n=6)	0 (bish. n=2)	165 (n=26)
Dieksander Koog	1 (n=6)	13 (n=6)	23 (n=6)	30 (n=6)	---	---	0 (n=6)	0 (bish. n=2)	13 (n=32)
Neufelder Koog	0 (n=2)	---	4 (n=6)	2 (n=6)	---	---	---	0 (n=6)	2 (n=20)

Pellets wurden nur in den Mägen der pelagischen Arten Eissturmvogel (*Fulmarus glacialis*) und Dreizehenmöwe (*Rissa tridactyla*) nachgewiesen. Von den 38 untersuchten Eissturmvögeln hatten elf Kunststoffpellets aufgenommen (28,9%). Von 16 untersuchten Dreizehenmöwen enthielt eine Pellets. Die größte gefundene Anzahl in einem einzigen Vogelmagen betrug 19 Stück.

Nachfolgend sind die Tiere, deren Mägen Pellets enthielten, mit Funddatum, -ort und Pellet-Anzahl zusammengestellt:

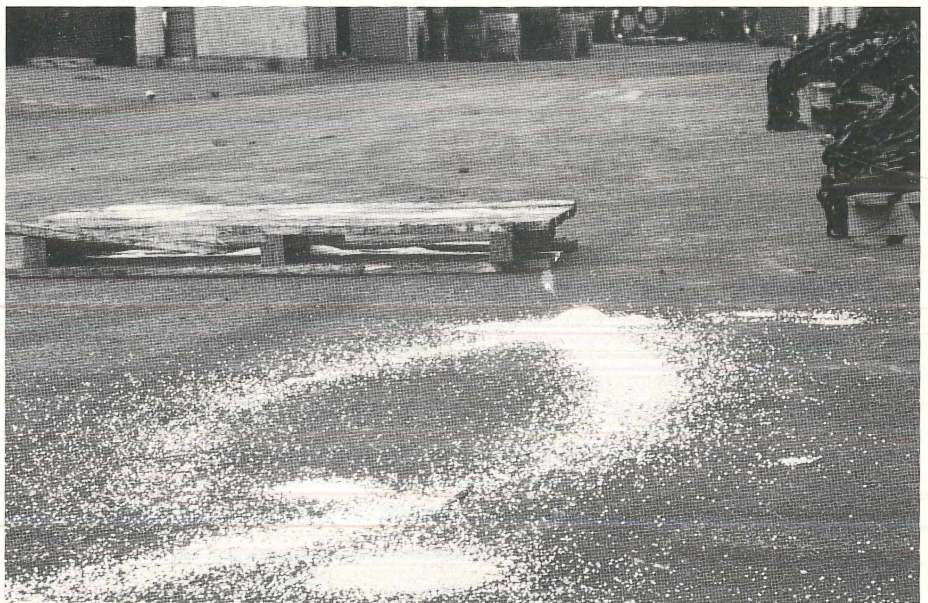
(01) Eissturmvogel (ME/005), 6. 8. 1987, Memmert	13 Stk.
(02) Eissturmvogel (ME/006), 6. 8. 1987, Memmert	2 Stk.
(03) Eissturmvogel (ME/007), 15. 8. 1987, Memmert	1 Stk.
(04) Eissturmvogel (WE/534), 16. 8. 1987, Westerhever	2 Stk.
(05) Eissturmvogel (WE/537) 16. 8. 1987, Westerhever	19 Stk.
(06) Eissturmvogel (WE/538), 17. 8. 1987, Westerhever	1 Stk.
(07) Dreizehenmöwe (BÜ/304), 23. 11. 1987, Hedwigenkoog	6 Stk.
(08) Eissturmvogel (BÜ/307), 1. 12. 1987, Hedwigenkoog	8 Stk.
(09) Eissturmvogel (BÜ/309), 23. 11. 1987, Hedwigenkoog	2 Stk.
(10) Eissturmvogel (BÜ/324), 24. 3. 1988, Hedwigenkoog	5 Stk.
(11) Eissturmvogel (NE/160), 3. 4. 1988, Neuwerk	1 Stk.
(12) Eissturmvogel (HE/087), 24. 4. 1988, Helgoland	1 Stk.



Pellets werden in Plastiksäcken verschifft. Während der Verladung rieseln sie ständig aus den Säcken heraus.

Pellets are transported in plastic-bags. There is a continual lost during loading time.

Foto: P. Denkinger



Große Mengen Plastik-Pellets bleiben nach der Verschiffung auf den Kaianlagen liegen und können so in die Gewässer gelangen.

After shipping big amounts of plastic-pellets are found on the quais. From there they may enter waters.

Foto: P. Denkinger

Rasterelektronenoptische Aufnahmen

REM-Fotos tragen zum besseren Verständnis möglicher ökologischer Folgen der Pellet-Verschmutzung bei. Sehr deutlich wurden daran Anlagerungen von Fremdstoffen (hier Öl) sowie Vertiefungen und Absplitterungen sichtbar (s. Abb. 2).

Diskussion

In einer Übersichtsarbeit von AZARELLO & VAN VLEET (1987) wird das weltweite Problem der Meeresverschmutzung durch Plastik aufgezeigt. Dabei kommt der Vermüllung der See durch Plastikteile aus der Industrie (hier sind speziell Rohplastikgranulate gemeint) eine besondere Bedeutung zu. So wurde in den siebziger Jahren mehrfach der Versuch gemacht, die Konzentration von Pellets auf offener See festzustellen. Es wird berichtet, daß Plastikgranulate auf den Oberflächen von Nordatlantik, Südatlantik und Pazifik in Dichten von 1000–4000 Stück pro Quadratkilometer treiben (CARPENTER & SMITH 1972, CARPENTER et al. 1972, COLTON et al. 1974, MORRIS & HAMILTON 1974, WONG et al. 1974, GREGORY 1977, SHIBER 1979, DAY 1980), wobei dazu gesagt werden muß, daß die meisten untersuchten Gebiete in der Nähe von Industrieanlagen der Küste, großen Schifffahrtswegen und/oder von

Strömungs- und Windverhältnissen entsprechend beeinflußt liegen.

WONG et al. (1974) sammelten Proben von der Wasseroberfläche in der Nähe der kalifornischen Küste und entlang Britisch-Kolumbiens. Sie fanden in 21 von 23 Proben kleine (\varnothing 1–5 mm), runde, farblose Plastikpellets mit einem Gewicht von je 20–50 mg. Die Durchschnittskonzentration betrug 0,3 mg/m² mit einer Maximalkonzentration von 3,5 mg/m² oder 34000 Stück pro km².

Untersuchungen von GREGORY (1977) ergaben eine sehr unterschiedliche Verteilung in der Nähe Neuseelands: die größte Dichte überschritt im Bereich von wichtigen Industriezentren Neuseelands 40000

Stück/m Strand. In Neuseeland gibt es schon Strände, die überwiegend aus Plastikpellets bestehen, die sogenannten »plastic-beaches«.

Da nicht nur schwimmfähige Rohplastikgranulate verschifft werden, sondern auch solche mit einem spezifischen Gewicht über 1,0, die bis in bestimmte Wassertiefen absinken, rechnet MORRIS (1980) sogar mit einer Unterschätzung der Pelletanzahl in den Weltmeeren.

Die Spülsaumuntersuchungen innerhalb des Treibselprojektes machen zwar deutlich, daß Rohplastikgranulate im Bereich der schleswig-holsteinischen Nordseeküste noch nicht in alarmierenden Konzentrationen vorhanden sind, aber es werden

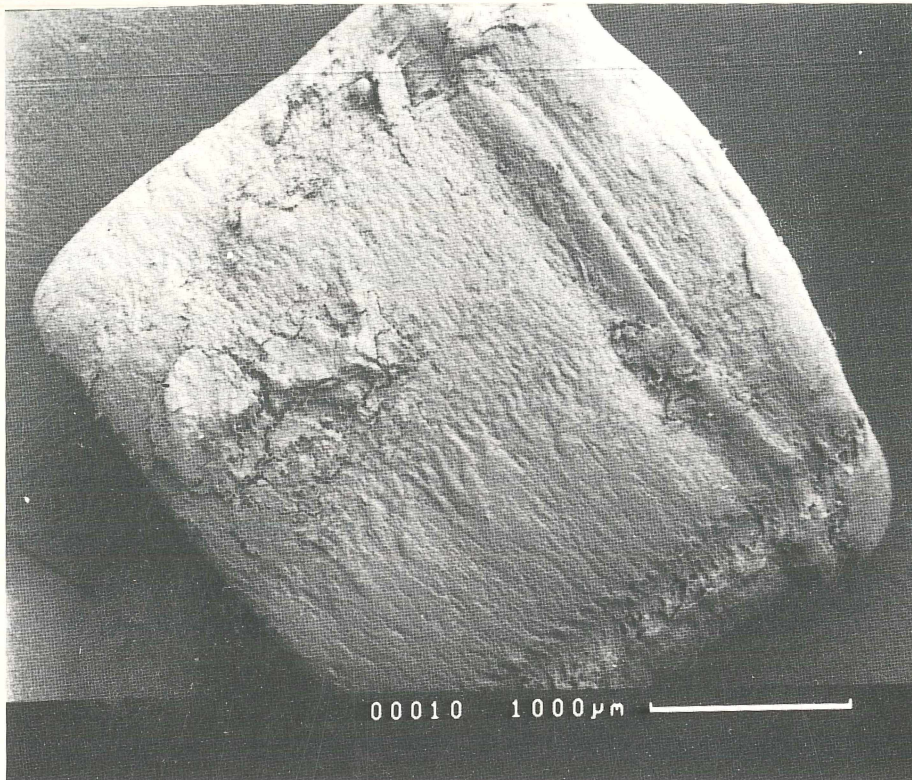


Abb. 2: Die Oberfläche eines Plastik-Pellets unter dem Raster-Elektronenmikroskop (Maßstab ist angegeben).

Fig. 2: The surface of a plastic-pellet under REM (scale is indicated).

Foto: E. Bossmann

immerhin jedes Jahr mehrere hundert Millionen Plastik-Pellets angespült und zusammen mit organischem Material auf Müllhalden gebracht (und so teilweise verbrannt) oder eingegraben.

Wie stark die Ostsee mit Rohplastikgranulaten belastet ist, ist nicht bekannt. Bei mehrfachen Probennahmen vom Treibsel im Seevogelschutzgebiet »Oehe-Schleimünde« innerhalb des Projektes, wurden keine Pellets gefunden.

Unfälle allein reichen nicht aus, um die globale Verteilung und große Häufigkeit der Rohplastikgranulate in den Ozeanen zu erklären. Pellets können auch während des Transportes in die Gewässer gelangen, z. B. beim Verladen im Hafen oder bei Routinesäuberungsaktionen auf See nach Löschen der Ladung (mündl. Mittgl. von Seeleuten).

Als weitere Verschmutzungsquellen werden von COLTON et al. (1974) sowie HAYS & CORMONS (1974) Ausflüsse der kunststoff-erzeugenden und -verarbeitenden Industrie angegeben.

Rohplastikgranulate wirken zwar nicht unmittelbar giftig, können jedoch auf verschiedene Weise dennoch für die Lebewelt gefährlich werden. Sie werden nur langsam im Laufe mehrerer Jahre oxidativ unter Einfluß der UV-Strahlung der Sonne abgebaut (DIXON & DIXON 1981).

Von MORRIS (1980) und ebenso von COLTON et al. (1974) wird beschrieben, daß die gefundenen Pellets eher abgerundete als scharfe Kanten haben. Beim Untersuchen der im Rahmen des Treibselprojektes an-

gefallenen Granulate wurde dieses ebenfalls festgestellt. Beim Treiben an der Wasseroberfläche unterliegen Pellets offensichtlich »Verwitterungsprozessen«. BALTZ & MOREJOHN (1976) halten es für wahrscheinlich, daß dieser Abrieb vor allem am Strand oder in Vogelmägen stattfindet.

CARPENTER et al. (1972) entdeckten bei Plastik, welches von der Meeresoberfläche stammte, die Anlagerung von PCB. Weil PCB beim Herstellen von Rohplastikgranulaten nicht zugefügt wird, nehmen die Autoren an, daß die Schadstoffe aus dem umgebenden Meerwasser angelagert worden sein müssen.

Aufgrund ihrer ähnlichen chemischen Eigenschaften kann davon ausgegangen werden, daß auch andere giftige organische Chloride – wie DDT und DDE – sich an Plastik, das im Ozean treibt, binden (AZZARELLO & VAN VLEET 1987). Im Rahmen des Treibselprojektes wurde die Bindung von Öl an Plastikpellets nachgewiesen. So waren 188 der insgesamt gefundenen 1141 Pellets (= 16%) sichtbar verölt. Auch werden auf dem Weg zur Fertigstellung den Pellets teilweise giftige Stoffe zugesetzt (z. B. Weichmacher, Farbstoffe und Antioxidationsmittel) (ALDERSHOFF 1982).

Die Aufnahme von Plastikpellets durch Vögel ist bekannt. In der deutschsprachigen Literatur machten erstmals LÖHMER & VAUK (1969) auf dieses Problem aufmerksam und zwar im Zusammenhang mit nahrungsökologischen Untersuchungen an Silbermöwen (*Larus argentatus*) auf

Helgoland: So enthielten 52 der 784 von ihnen untersuchten Speiballen Pellets (6,6%). Die Zahl der »Körner« pro Auswurf schwankte zwischen 1 und 112. In der Mehrzahl der Fälle waren es 4–6 Stück. Seither zeigen viele weitere Beispiele, wie verbreitet die Aufnahme von Pellets durch Seevögel ist. Die Aufnahme über die Nahrungskette ist eine Möglichkeit. So fanden HAYS & CORMONS (1974) Pellets in Speiballen von Seeschwalben; es ist wahrscheinlich, daß die von den Seeschwalben gefressenen Fische schon Pellets aufgenommen hatten. RYAN (1987) zufolge tritt sekundäre Aufnahme von Plastik über die Nahrungskette bei Seevögeln allerdings nur vereinzelt auf und ist überwiegend bei einer Art, der Skua (*Stercorarius parasiticus*), darauf zurückzuführen. Von wesentlich größerer Bedeutung ist die Aufnahme dieser Granulate durch Seevögel, die primär Nahrungsobjekte nutzen, die an der Meeresoberfläche oder knapp darunter erreichbar sind, z. B. die Vögel der Ordnung *Procellariiformes*.

Durch die typische anatomische Ausformung und geringe Größe des Magens ist die Artengruppe der *Procellariiformes* besonders anfällig dafür, daß bereits nach der Aufnahme weniger Pellets der Magen gefüllt ist. Diese Vögel konzentrieren deshalb auch in besonderem Maße Pellets in ihren Mägen, da sie nicht so leicht Nahrung wieder ausspeien können wie z. B. Möwen (FURNESS 1985, ROTHSTEIN 1973). Bei den Arten der *Procellariiformes*, die ihre Jungen durch Hervorwürgen von Nahrung füttern, kommt es somit zu einem intraspezifischen Transfer von Plastik und zu einem jährlichen Zyklus in der Belastung der Adulten mit einem Maximum vor und einem Minimum nach der Brutzeit (RYAN 1988). Immature Individuen sind generell am höchsten belastet.

Daß die Ordnung der *Procellariiformes* am stärksten mit Plastik belastet ist, zeigte sich auch in den eigenen Untersuchungen: in 28,9% der Mägen von tot aufgefundenen Eissturmvögeln wurden Pellets gefunden, wogegen nur eine von 16 Dreizehnmöwen belastet war. Von 65 an der holländischen Küste tot aufgefundenen Eissturmvögeln enthielten sogar 92% der Mägen Plastikteile (VAN FRANEKER 1985). Mehr als die Hälfte der Plastikteile waren Pellets.

Daß auch in weit von industriellen Zentren entfernt liegenden Seegebieten pelagisch lebende Seevogelarten regelmäßig Pellets in den Mägen tragen, zeigen weitere Entdeckungen VAN FRANEKERS, die er an totgefundenen Eissturmvögeln Nordnordwegens machte: Die Tiere enthielten zu 80% Plastik in den Mägen, wobei bei einem Teil der Vögel wiederum 50% des Plastikmülls Rohplastikgranulate waren. DAY (1980) fand in 15 von 37 Arten von Seevögeln in Alaska Plastikpartikel. Für die südliche Hemisphäre, überwiegend Südafrika, liegen Untersuchungen von RYAN (1987) vor, nach denen 36 von 60 Seevogelarten mit Plastik belastet waren. In Mägen von Seevögeln von Gough Is-

land mitten im Südatlantik (FURNESS 1985), genauso wie bei Untersuchungen an Großen Sturmtauchern (*Puffinus gravis*) bzw. Wellenläufern (*Oceanodroma leucorhoa*) in der Nähe Neufundlands (BARKER et al. 1981, ROTHSTEIN 1973) wurden Pellets gefunden, ebenso fand man Plastikpartikel bei Tieren von den Aleuten (OHLENDORF et al. 1978), von Hawaii (KENYON & KRIDLER 1969) und aus antarktischen und subarktischen Gebieten.

Verschiedene Untersuchungen belegen, daß Pellets in Mägen den Gesundheitszustand der betroffenen Vögel negativ beeinflussen können. Bei Vögeln, die gewöhnlich festes Material nicht auswürgen, können bei Ansammlung von unverdaulichem Material Verdauungsstörungen auftreten. So kann es nicht nur zu Verstopfungen im Magen-Darm-Bereich kommen (DAY 1980), sondern auch direkte Auswirkungen auf das Freßverhalten, auf Appetit und Freßaktivität sind möglich. Die Vögel nehmen weniger oder gar keine Nahrung mehr auf, weil der mit Plastik angefüllte Magen ihnen offenbar eine Art Sättigungsgefühl vermittelt (STURKIE 1965, FURNESS 1985).

Versuche an jungen Masthähnchen (*Gallus domesticus*), die mit Pellets gefüttert wurden, ergaben geringe Aktivität bei Nahrungs- und Wasseraufnahme sowie verlangsamtes Wachstum der Versuchstiere (RYAN 1988 a). Untersuchungen an Thorshühnchen (*Phalaropus fulicarius*) legen die Vermutung nahe, daß die Menge an aufgenommenen Rohplastikgranulaten negativ proportional zum Gehalt des Vogels an Fettreserven ist (CONNORS & SMITH 1982). PETTIT et al. (1981) untersuchten vier tote junge Albatrosse und stellten fest, daß diese von den Altvögeln offenbar primär mit Plastik gefüttert worden waren. Ein Jungtier enthielt davon solche Mengen, daß diese bereits zu Darmverstopfung geführt hatten. Das Vorfinden von relativ kleinen, abgerundeten Plastikteilchen, wie Pellets, zeigt, daß selbst kleine, harte Objekte für gewöhnlich nicht weiter als bis in den Magen gelangen. In den Exkreten wurden keine Plastikteilchen gefunden. RYAN & JACKSON (1987) schätzen anhand von Untersuchungen an juvenilen Weißkinn-Sturmtauchern (*Procellaria aequinoctialis*) für Polythylenteilchen eine Halbwertszeit von einem Jahr in Vogelmägen.

Die Fähigkeit der Rohplastikgranulate, Schadstoffe anzulagern, kann bei Aufnahme durch Vögel zu einer erheblichen Belastung z.B. mit chlorierten Kohlenwasserstoffen führen, die ihrerseits negative Auswirkungen auf die Fortpflanzungsfähigkeit haben (PEAKALL 1970). Eigene REM-Fotos von Granulaten (Abb. 2) machten häufig Ölanlagerungen sichtbar. Es ist denkbar, daß Vögel, die derartige Pellets aufnehmen, sekundär auch Schadstoffbelastungen ausgesetzt sind. Eine positive Korrelation zwischen PCB-Konzentrationen und Plastik-Gehalten im Abdominalfett fanden RYAN et al. (1988) bei Weibchen vom Großen Sturmtaucher

(*Puffinus gravis*). Sie vermuten daher, daß Plastik zu einem Teil an der Belastung von Seevögeln mit organischen Kohlenwasserstoffen beteiligt sein kann.

Obwohl in den angeführten Beispielen nur besonders auf betroffene Seevogel-Arten hingewiesen wurde, stellen die als völlig »harmlos« geltenden Rohplastikgranulate allgemein für die Tierwelt ein Problem dar, das bis heute noch vielfach unterschätzt wird. Wenn es bisher auch erst sehr wenige Untersuchungen sind, die sicher belegen, wie gefährlich aufgenommene Kleinplastikteile für die marinen Organismen sein können, so erscheint es dennoch höchste Zeit, auf diese spezielle Form der Meeresverschmutzung verstärkt aufmerksam zu machen. Es handelt sich eben nicht, wie heute noch weithin angenommen wird, um ökologisch völlig unbedenkliche Produkte, sondern für eine Vielzahl von Arten um potentiell schädliche Beuteobjekte, die sich im marinen Lebensraum in hohem Maße anreichern. Um eine weitere Zuspitzung dieses weltweiten Problems zu vermeiden, wären folgende Forderungen zu stellen:

- Eine Verschiffung von Kleinplastikteilen – auch kleiner Mengen – sollte nur in Containern oder »pelletsicheren« Kisten stattfinden.
- Ein Säubern der Laderäume eines Schiffes darf nur noch im Hafen unter Bereitstellung von Abfallbehältern vor sich gehen.
- Die beim Verladen – z.B. im Hafenbereich – anfallenden Pellets müssen ordnungsgemäß entsorgt werden.
- Es muß eine Aufklärung der Öffentlichkeit über Existenz, Häufigkeit und biologische Bedeutung der Pellets stattfinden, um überhaupt ein Problembewußtsein zu entwickeln.

Zusammenfassung

In einer Untersuchung zur Zusammensetzung des Spülsaumes an der schleswig-holsteinischen Westküste wurde unter anderem das Vorkommen von Plastik-Pellets erfaßt. Es zeigte sich, daß Pellets an jedem Küstenabschnitt zu finden sind. Lokale Unterschiede ergeben sich vermutlich aus Unterschieden in den Strömungsrichtungen. Saisonale Variationen konnten nicht festgestellt werden. Hochrechnungen ergeben, daß mehr als 6 Tonnen Pellets pro Jahr an der Küste Schleswig-Holsteins angetrieben werden, die vermutlich durch unsachgemäße Behandlung bei der Verladung im Hafen und beim Transport in die Nordsee gelangen.

Die Mageninhalte von 100 tot aufgefundenen Seevögeln wurden untersucht. Von 38 Eissturmvogelmägen enthielten 29% Pellets. In einem Magen wurden 19 Pellets gefunden. Andere Vogelarten waren, abgesehen von einer Dreizehenmöwe, nicht betroffen.

Anhand von REM-Fotos ließ sich erkennen, daß Pellets eine raue Oberfläche haben, an der sich Schadstoffe anlagern

können. Häufig wurden Ölanlagerungen sichtbar. Es ist daher denkbar, daß Vögel, die Pellets aufgenommen haben, zusätzlichen Schadstoffbelastungen ausgesetzt sind.

Summary

Frequency and distribution of plastic pellets at the West coast of Schleswig-Holstein

In an examination of the composition of small organic and inorganic jetsam at the West coast of Schleswig-Holstein the occurrence of plastic-pellets has been recorded. Pellets were found at every part of the coast. Local variations in frequency probably are reduced to variations in the direction of currents. Seasonal variations could not be stated.

Projection of the number of pellets found in the sampling-areas show, that more than 6 tons of plastic-pellets per year are floating ashore at the Westcoast of Schleswig-Holstein. Presumably the predominant part reaches the North Sea in consequence of careless shipping and transport.

The stomach contents of 100 seabirds found dead have been examined. 29% of totally 38 Fulmarus had ingested up to 19 pellets. Other species except one Kittiwake were not concerned.

REM-photographs showed the rough surface of pellets. Frequently depositions of oil were found. It is possible that seabirds, which have ingested plastic pellets, additionally are physically stressed because of released pollutants.

Literatur

- ALDRERSHOFF, W.G. (1982): Gezondheidsaspecten van PVC voor levensmiddelen. – *Plastica* 35: 58–60
- AZZARELLO, M.Y. & E.S. VAN VLEET (1987): Marine birds and plastic pollution. – *Marine Ecology* 37: 295–303
- BALTZ, D.M. & G.V. MOREJOHN (1976): Evidence from seabirds of plastic particle pollution off central California. – *Western Birds* 7: 111–112
- BARKER, S.P., S.P. GASKIN & E.E. SANDEMANN (1981): The foods of Great and Sooty Shearwaters, *Puffinus gravis* and *P. griseus* in eastern Canadian waters. – *Ibis* 123: 19–30
- CARPENTER, E.J., S.J. ANDERSON, G.R. HARVEY, H.P. MIKLAS & B.B. PECK (1972): Polystyrene spherules in coastal waters. – *Science* 178: 749–750
- CARPENTER, E.J. & K.L. SMITH (1972): Plastics on the Sargasso Sea surface. – *Science* 175: 1240–1241
- COLTON, J.B., F.D. KNAPP & B.R. BURNS (1974): Plastic particles in surface waters of the northwestern Atlantic. – *Science* 185: 491–497
- CONNORS, P.G. & K.G. SMITH (1982): Oceanic plastic particle pollution: suspected effect on fat deposition in Red Phalaropes. – *Mar. Pollut. Bull.* 13: 18–20
- DAY, R.H. (1980): The occurrence and characteristics of plastic pollution in Alaska's marine birds. – M.S. thesis, Univ. of Alaska

- DIXON, T.R. & T.J. DIXON (1981): Marine litter surveillance. – Mar. Pollut. Bull. 12: 289–295
- FRANEKER VAN, J.A. (1985): Plastic ingestion in the North Atlantic Fulmar. – Mar. Pollut. Bull. 16: 367–369
- FURNESS, R.W. (1985): Ingestion of plastic particles by seabirds at Gough Island, South Atlantic Ocean. – Environ. Pollut. Series A 38: 261–272
- GREGORY, M.R. (1977): Plastic pellets on New Zealand beaches. – Mar. Pollut. Bull. 8: 82–84
- HAYS, H. & G. CORMONS (1974): Plastic particles found in tern pellets on coastal beaches and at factory sites. – Mar. Pollut. Bull. 5: 44–46
- KENYON, K.W. & E. KRIDLER (1969): Laysan Albatross swallow indigestible matter. – Auk. 86: 339–343
- LÖHMER, K. & G. VAUK (1969): Nahrungsökologische Untersuchungen an übersommern Silbermöwen (*Larus argentatus*) auf Helgoland im August/September 1967. – Bonn. Zool. Beitr. Heft 1/3/20: 110–124
- MORRIS, A.W. & E.S. HAMILTON (1974): Polystyrene spherules in the Bristol Channel. – Mar. Pollut. Bull. 5: 26–27
- MORRIS, R.J. (1980): Plastic debris in the surface waters of the South Atlantic. – Mar. Pollut. Bull. 11: 164–166
- OHLENDORF, H.M., R.W. RISEBROUGH & K. VERMEER (1978): Exposure of marine birds to environmental pollutants. – U.S. Dept. Interior, Fish and Wildlife Service, Wildlife Research Report 9, Washington, D.C.
- PEAKALL, D.B. (1970): p, p' DDT: effect on Ca metabolism and concentration of estradiol in the blood. – Science 168: 592–594
- PETTIT, T.N., G. GRANT & G.C. WHITTO (1981): Ingestion of plastic by Laysan Albatross. – Auk. 98: 839–841
- ROTHSTEIN, S.I. (1973): Plastic particle pollution of the surface of the Atlantic Ocean: evidence from a seabird. – Condor 75: 344–346
- RYAN, P.G. (1987): The incidence and characteristics of plastic particles ingested by seabirds. – Mar. Environ. Res. 23: 175–206
- RYAN, P.G. (1988): Intraspecific variation in plastic ingestion by seabirds and the flux of plastic through seabird populations. – The Condor 90: 446–452
- RYAN, P.G. (1988a): Effects of ingested plastic on seabird feeding: Evidence from chickens. – Mar. Pollut. Bull. 19: 125–128
- RYAN, P.G., A.D. CONNELL & B.D. GARDNER (1988): Plastic ingestion and PCBs in seabirds: Is there a relationship? – Mar. Pollut. Bull. 19: 174–176
- RYAN, P.G. & S. JACKSON (1987): The lifespan of ingested plastic particles in seabirds and their effect on digestive efficiency. – Mar. Pollut. Bull. 18: 217–219
- SHIBER, J.G. (1979): Pellets on the coast of Lebanon. – Mar. Pollut. Bull. 10: 28–30
- STURKIE, P.D. (1965): Avian physiology. – Cornell Univ. Press, New York
- WONG, C.S., D.R. GREEN & W.J. CRETNEY (1974): Quantitative tar and plastic waste distributed in the Pacific Ocean. – Nature, Lond. 247: 30–32

Anschrift der Verfasser:

Verein Jordsand
– INUF –
Haus der Natur
Wulfsdorf
2070 Ahrensburg

Buchbesprechungen

RÖSLER, Markus und Stefan RÖSLER (1989):

Aktionsbuch Naturschutz

Leitfaden für die Jugendarbeit

159 Seiten. Kartoniert. ISBN 3-440-05919-7. Franckh-Kosmos Verlag GmbH & Co., Stuttgart. Preis: 19,80 DM.

Mit ihrem »Aktionsbuch« wenden sich die Autoren in erster Linie an Jugendliche und Jugendgruppen; aber auch Bürgerinitiativen und ähnliche Zusammenschlüsse »erwachsener« Umweltschützer werden in diesem Buch sicher fündig werden.

Verständlich geschrieben, gut gegliedert und mit lustigen Cartoons versehen, sind die Seiten leicht und ohne Langeweile lesbar.

Der Schwerpunkt ist – sicher ganz bewußt – auf die Bereiche Gründung, Organisation und Leitung von Jugendgruppen im Naturschutz gelegt. Hier gibt es unzählige Tips und Hinweise für die Praxis, die leicht in die Tat umsetzbar sind. So werden sich für neu gegründete Gruppen relativ schnell die ersten Erfolge erzielen lassen.

Und es gibt Ratschläge für öffentlichkeitswirksame Aktionen ebenso wie für eine wirksame Pressearbeit. Es wird allerdings kein »Aktionsismus« propagiert, sondern solide Arbeit angeregt. »Nur durch das Wissen der technischen, finanziellen und rechtlichen Hintergründe ist eine effektive Naturschutzar-

beit möglich«, schreiben die Autoren. Diese Einschätzung kann ich nur unterstützen, denn leider wird auch im Naturschutz manche Aktion allzu vordergründig vorbereitet, recherchiert und durchgeführt.

Eine Schwäche zeigt das »Aktionsbuch« von Markus und Stefan Rösler in dem etwas sehr breit dargestellten Gründungszeremoniell neuer Jugendgruppen. Hier hätte es knapper und konzentrierter sein sollen.

Insgesamt ist den Autoren mit ihrem Buch ein außerordentlich wertvoller und benutzerorientierter Leitfaden gelungen, der in keiner Umweltschutzgruppe fehlen sollte.

Dieter Ohnesorge

MADGE, S. & H. BURN (1989):

Wassergeflügel

Ein Bestimmungsbuch der Schwäne, Gänse und Enten der Welt

Übersetzt und bearbeitet von H. HOERSCHELMANN. 297 Seiten, 710 farbige Vogeldarstellungen, 154 farbige Verbreitungskarten und 23 einfarbige Abb.: ISBN 3-490-19018-1. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin. Preis: Gebunden DM 79,-.

Schwäne, Gänse und Enten sind weltweit verbreitet und besiedeln die unterschiedlichsten Lebensräume. Als Zier-

geflügel sind sie ausgesprochen beliebt und erweitern, aus der Gefangenschaft entflohen, unsere Avifauna. Daher kann es immer wieder vorkommen, daß wir auf unseren Gewässern Entenvögel antreffen, die mit den Bestimmungsbüchern der einheimischen Vögel nicht zu ermitteln sind.

Mit der vorliegenden Neuerscheinung existiert nun auch ein hervorragender Bestimmungsbuch sämtlicher Schwäne-, Gänse- und Entenarten, der eine echte Lücke schließt. Im ersten Teil des Bandes werden auf 47 Farbtafeln 155 Arten in allen wichtigen Kleidern (Alters- und Geschlechtsunterschiede), zum Teil Unterartenkleider, sowie Flugbildern dargestellt. Den Tafeln steht jeweils eine Seite mit farbigen Verbreitungskarten und den wichtigsten Erkennungsmerkmalen gegenüber (hier ist auf einen Mangel aufmerksam zu machen, auf den schon der Bearbeiter in seinem Vorwort hinweist: Bei den Tafeln steht der zugehörige Text nicht immer den Abbildungen seiner Art genau gegenüber. Da die Reihenfolge der Abbildungen manchmal eine andere ist als die der Abbildungstexte, muß man sich daher streng nach der Numerierung richten). Der zweite Teil des Buches besteht aus auf wesentliche Fakten beschränkte Artbeschreibungen und Feldkennzeichen, und macht Angaben zu Stimme, Maße, geographische Variabilität, Lebensweise, Biotop, Verbreitung, Bestand und Literatur. Abgeschlossen wird das Buch durch ein kurzes Glossar und Register der deutschen, wissenschaftlichen und englischen Namen.

Eike Hartwig

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Seevögel - Zeitschrift des Vereins Jordsand zum Schutz der Seevögel und der Natur e.V.](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [11_1_1990](#)

Autor(en)/Author(s): Denkinger Petra, Prüter Johannes, Lammen Christiane, Hartwig Eike

Artikel/Article: [Häufigkeit und Verteilung von Rohplastikgranulaten \(»Pellets«\) an der Westküste Schleswig-Holsteins* 1-7](#)