

Eine komplexe Dreiecksbeziehung Seevögel, Fischbestände und Fischerei

Uwe Walter, Ommo Hüppop und Stefan Garthe
Institut für Vogelforschung
Wilhelmshaven

1. Einleitung

Schon seit den frühen Zeiten der Fischerei besteht zwischen Fischern und Seevögeln eine besondere Beziehung bei der Jagd nach den teilweise gemeinsamen Beuteorganismen, dem scheinbar unerschöpflichen Reichtum der Meere, Fischen und Schalentieren. Anfänglich beschränkte sich diese Beziehung darauf, daß die Fischer die bessere "Übersicht" und Fähigkeit der Seevögel ausnutzten, die mobile und fleckenhaft verteilte Beute zu orten. Das kann auch heute immer noch da beobachtet werden, wo die Fischerei traditionell mit Leinen und Haken betrieben wird. Mit zunehmender Intensivierung der Fischerei gewannen andere Facetten dieser Beziehung an Bedeutung.

Infolge abnehmender Fänge kommerziell genutzter Arten artikulieren sich Befürchtungen vor der gefiederten Konkurrenz gelegentlich recht heftig (SCHLIECKER 1993), bis hin zu Versuchen, sich der vermeintlichen Konkurrenz durch Bestandsverringerungen zu entledigen (DUFFY und SIEGFRIED 1987). Fälle direkter Konkurrenz um identische Fischbestände zwischen Seevögeln und der Fischerei kommen zwar vor (z.B. SCHAFFNER 1986; BURGER und COOPER 1984; CROXALL und PRINCE 1987), meist schließen sich jedoch die beiden so unterschiedlichen Fischjäger entweder räumlich, oder durch unterschiedliche bevorzugte Fischlängen aus. Im Wattenmeer stehen sich Vögel und Fischerei vor allem bei der Muschelfischerei als Kontrahenten gegenüber (MICHELIS 1991; REVIER 1992); neuerdings auch im Bereich der südlichen Nordsee, wo Eiderenten (*Somateria mollissima*), Trauerenten (*Melanitta fusca*) und Muschelfischer um die Trogmuschel (*Spisula subtrunca*) (LEOPOLD 1993) konkurrieren. Angesichts der hohen Fangeffizienz dieses Fischereizweiges werden ernste Folgen für diese Enten befürchtet.

Beispiele für die negative Wirkung der Fischerei auf Seevögel mehren sich in neuerer Zeit zunehmend (MONTEVECCHI 1993; BURGER und COOPER 1984;

ANDERSON und GRESS 1984). Bekannt wurde dieser Zusammenhang durch die kurze Blüte und den Niedergang der peruanischen Sardellen-Fischerei, der mit einer dramatischen Verringerung der Guanovögel-Bestände verbunden war (IDYLL 1973). Natürliche Umweltveränderungen, sog. "El Niño"-Prozesse, spielten wiederholt als Auslöser von Massensterben unter diesen Seevögeln zwar eine entscheidende Rolle, doch die Überfischung durch den zeitweise weltweit größten Fischereizweig auf eine einzelne Zielart hat die übliche Erholung der Vogelbestände nach solchen "El Niños" weitestgehend verhindert. Ein Beispiel aus Europa ist der wahrscheinlich ebenfalls durch Überfischung herbeigeführte Zusammenbruch der Herings-Bestände an der norwegischen Küste Ende der 60er Jahre, der mit Fehlschlägen bei der Fortpflanzung von Papageientauchern (*Fratercula arctica*) in Verbindung gebracht wurde (BARRETT und VADER 1984; ANKER-NILSSEN 1987).

In der Umgebung großer Brutvogelkolonien kann der Nahrungsbedarf der Brutvögel und ihrer Küken zu einer lokalen Verringerung des Fischbestandes führen. BIRT et al. (1987) konnten die Ausdünnung des Nahrungsangebotes an Fischen durch den Einfluß der Vögel in der Umgebung von zwei Kolonien der Ohrenscharbe (*Phalacrocorax auritus*) demonstrieren. Berechnungen anhand von Modellen verschiedener Seegebiete ergaben, daß Seevögel bis zu 30 % der Fischproduktion im Umkreis einer Kolonie konsumieren können (WIENS und SCOTT 1975; FURNESS 1978; FURNESS und COOPER 1982). Damit stellen sie zumindest potentiell eine Konkurrenz für die Fischerei in diesen Gebieten dar. Global betrachtet haben Seevögel aber nur einen geringen Einfluß auf menschliche Erträge. Doch die Seevogelbestände ihrerseits sind verwundbar durch fischereilich verursachte Veränderungen ihrer Nahrungsbestände (FURNESS und MONAGHAN 1987).

Die intensive Fischerei bringt es mit sich, daß in zunehmendem Maße nicht nur die Zielarten gefangen werden, sondern auch unerwünschte andere Meeresorganismen, wie z.B. Delphine, Schildkröten oder Seevögel. Von den letzteren verfangen sich u.a. Meeresenten, Taucher, Lummen, Papageientaucher, Gryllteiste (*Cephus grylle*), Kormorane oder Albatrosse (JONES und DE GANGE 1988; STRANN et al. 1991; BROTHERS 1991; SCHIRRMEISTER 1993), in den feinen Stellnetzen oder an den Haken der Langleinenfischerei und ertrinken. Lokale Populationsrückgänge dieser Arten werden mit dieser fischereilich bedingten Sterblichkeit in Verbindung gebracht. Hohe Beifang-Raten von Weißkappenalbatrossen (*Diomedea cauta*) gefährden sogar den weltweiten Brutvogelbestand dieser Art (BARTLE 1991). Aber Seevögel profitieren auch von der Fischerei, die bei der Verarbeitung der Meerestiere an Bord große Mengen an Schlachtabfällen erzeugt, die ins Meer

zurückgegeben werden. Weiterhin stellen mitgefangene, aber nicht vermarktungsfähige Organismen und untermaßige Individuen der Zielarten eine weitere Nahrungsquelle für Seevögel dar. Um Unklarheiten mit dem ebenfalls verwendeten Begriff "Beifang" (je nach Sichtweise umfaßt dieser Begriff entweder alle mitgefangenen Fische oder nur deren konsumfähigen Anteil) zu vermeiden, wird der gesamte ungenutzte Teil der Fänge im weiteren Text "Discards" genannt. Die von den verschiedenen Fischereitypen nordseeweit erzeugten Discards-Mengen belaufen sich jährlich auf ca. 400.000 t (146.000 t Rundfische, 148.000 t Plattfische und 100.000 t Wirbellose). Hinzu kommen 84.000 t Schlachtabfälle. Von diesen enormen Mengen können sich rein rechnerisch etwa 2 - 2,8 Mio. Vögel ernähren (FURNESS et al. 1988; FURNESS et al. 1992; CAMPHUYSEN et al. 1993).

Die Fischerei kann auch über die Veränderung der Zusammensetzung der Fischgemeinschaften die Vogelwelt beeinflussen. Der weitgehende Wegfang von großen, räuberischen Nutzfischen wie Hering (*Clupea harengus*) oder Makrele (*Scomber scombrus*), führte in der Nordsee zu einer verringerten Sterblichkeit von Larven und Jugendstadien ihrer Beutefischarten, wie z.B. Stintdorsch (*Trisopterus esmarki*), Sprott (*Sprattus sprattus*) und Sandaalen (Ammodytidae) (HEMPEL 1978). Die Bestände dieser kleineren Beutefischarten reagierten umgekehrt proportional zum Niedergang der genannten wichtigsten Nutzfischarten (SHERMAN et al. 1981). Von der verbesserten Verfügbarkeit dieser meist kleineren Arten profitierten die Seevögel zumindest zeitweise (FURNESS 1984b). Denn parallel dazu forcierte die Zunahme dieser Beutefischbestände auch die Entwicklung der Industriefischerei. Mittlerweile ist dieser Fischereizweig in der Nordsee der mengenmäßig bedeutsamste (60 % der jährlich entnommenen Fischmasse), aber zugleich auch ökologisch umstrittenste (GERITS 1992). Anders als in der Nordsee zeigten die Sandaalanlandungen um die Shetland-Inseln schon nach wenigen Jahren ab 1980 einen dramatischen Rückgang, einhergehend mit einer deutlichen Abnahme des Bruterfolges bei verschiedenen Seevogelarten, insbesondere bei der Küstenseeschwalbe (*Sterna paradisaea*) (MONAGHAN 1992).

Zunehmend wird die Möglichkeit diskutiert, Seevögel zu nutzen, um verbesserte frühzeitige Warnungen über fischereilich bedeutsame Veränderungen von Fischpopulationen zu erhalten. Denn Nahrungsuntersuchungen an Seevögeln können unter bestimmten Voraussetzungen dem Monitoring der Fischarten und -bestände dienen, da sie deren Vorhandensein oder Nichtvorhandensein zeitlich und räumlich aufzeigen können und zudem Vögel vergleichsweise einfach erfaßbar sind (über die Möglichkeiten s. MONTEVECCHI 1993).

Diese wenigen Beispiele sollen klar machen, wie komplex die Beziehungen zwischen Fischen, Seevögeln und dem Menschen im marinen Lebensraum miteinander verwoben sind. Von den o.g. Beziehungen zwischen der Fischerei und den Seevögeln soll an dieser Stelle der Zusammenhang zwischen Discards und deren Nutzung durch Seevögel eingehend beleuchtet werden.

2. Seevogelnahrung aus fischereilichen Quellen in der südlichen Nordsee

Seevögel sind äußerst bewegliche Mitglieder unserer marinen Umwelt. Das Wattenmeer nutzen sie als Nahrungs-, Brut- und Rastraum, die offene Nordsee suchen sie darüber hinaus zur Nahrungssuche auf. Denn nur zur Brutzeit sind sie in ihrem Aktionsradius mehr oder weniger stark an die Kolonien im Wattenmeer gebunden. Nach Beendigung der Brutperiode läßt die Ortsbindung nach, die Vögel verteilen sich über größere Küstenbereiche. Einige Arten vollführen sogar weite Wanderungen im gesamten Nordseebereich. So überwintert ein Teil der norwegischen Silbermöwen (*Larus argentatus*) in Großbritannien, während sich im Sommer dort norwegische Mantelmöwen (*Larus marinus*), meist jugendliche Vögel, aufhalten (FURNESS et al. 1988). Letztere sind auch an unseren Küsten zu beobachten. Als Überwinterungsquartier nutzt auch eine große Anzahl skandinavischer Seevögel, so z.B. mehrere tausend Sturmmöwen (*Larus canus*), die südliche Nordsee und das Wattenmeer (LEOPOLD et al. 1993). Aufgrund der zeitweise nur lockeren Bindung ans Wattenmeer bietet sich eine großräumigere, nicht allein auf das Wattenmeer beschränkte Betrachtung der Vogel-Fisch-Fischerei-Interaktionen an.

Die Fischerei im Bereich der Deutschen Bucht wird in Form der "Kleinen Hochseefischerei" und als "gemischte Küstenfischerei" betrieben. Erstgenannte fischt vornehmlich Plattfische und Dorschartige in den küstenferneren Seegebieten. Die "gemischte Küstenfischerei" findet sowohl im Wattenmeer, als auch vor den Inseln im tieferen Wasser statt (GUBERNATOR 1994), wobei die meisten Kutter in der Lage sind, entweder auf Plattfisch- oder auf Garnelenfang zu gehen. Allein in Niedersachsen wird die gemischte Küstenfischerei, bis auf die zwei bis drei Wintermonate, ganzjährig mit 140 Kuttern betrieben (GUBERNATOR 1994). Die Garnelenfischerei wird traditionell in den küstennahen Bereichen und im Wattenmeer selbst durchgeführt. Die Entwicklung zu größeren Kuttern ermöglichte aber zunehmend die Verfolgung der Sand- oder Nordseegarnele (*Crangon crangon*) in ihre küstenferneren Winterquartiere (WILL und KOCK 1982). Der Plattfischfang, vorwiegend auf Seezungen (*Solea vulgaris*) und Schollen

(*Pleuronectes platessa*), erfolgt dagegen in den tieferen Meeresbereichen vor den Inseln. Andere Fischereizweige spielen, abgesehen von den künstlich angelegten Muschelkulturen, für das Nahrungsangebot der Vögel in der Deutschen Bucht eine untergeordnete Rolle oder bleiben wegen fehlender Daten (Kabeljau-Fischerei) bei dieser Betrachtung unberücksichtigt.

Wie eingangs erwähnt, werden nordseeweit große Mengen an Discards den Seevögeln zur Verfügung gestellt. Die Zusammensetzung und die Mengen der Discards des hier betrachteten Fischereizweiges hängen vor allem von der verfolgten Zielart ab. Beim Fang von Seezungen und Schollen werden Baumkurren mit Scheuchketten und Netzen einer Maschenweite von 80 mm verwendet. Neben untermaßigen Plattfischen fallen erhebliche Fanganteile Wirbelloser und nicht vermarktungsfähiger anderer Fische an, die aussortiert und zurückgeworfen werden. Zusätzlich fallen beim Schlachten der Konsumware deren Innereien an. Die Krabbenfischerei verwendet dagegen Baumkurren mit Rollen und feineren Netzen (Maschenöffnungsweite 20 mm). Der Fang besteht zum größten Teil aus der Zielart, den Sandgarnelen, sowie aus wechselnden Anteilen anderer Wirbelloser und Fischen. Da das Wattenmeer für viele Fischarten als "Kinderstube" dient (RAUCK und ZIJLSTRA 1978; VAN BEEK et al. 1989), gehen vornehmlich die jüngsten Jahrgänge in die feinen Netzmaschen und bilden somit den Großteil der Fisch-Discards (TIEWS 1983). Durch Verwendung von selektiveren Netzen (auch Sieb-, Trichter- oder Quallennetz genannt) können größere Organismen vom Fang ausgeschlossen werden. Die eigentliche Konsumware der Sandgarnele (>54 mm Körperlänge) wird durch Sieben von den anderen, nicht marktfähigen Fangbestandteilen getrennt, letztere gelangen zurück ins Wasser.

3. Schifffolger in der südlichen Nordsee

Wie überall auf der Welt versammeln sich große Vogelschwärme auch hinter den Kuttern im Watt und der offenen Nordsee, was Anlaß zu der Vermutung gibt, daß diese Seevögel in großem Maße von der Fischerei profitieren. Das Schifffolgen von Seevögeln ist ein seit langem bekanntes, weltweites Phänomen (MURPHY 1914; PETERS 1933; RHUMBLER 1938; VAN DER HEIDE 1938). Weitgehend unbekannt jedoch ist geblieben, wie abhängig Seevögel von dieser Nahrungsquelle sind und welchen Einfluß diese auf die Entwicklung der Populationen von Seevögeln hat. Um das beurteilen zu können, müssen grundlegende Informationen über

- die Arten und Anzahl schifffolgender, Discards-nutzender Seevögel,
- die gesamte Anzahl dieser Arten im Untersuchungsgebiet,

- die Mengen und Zusammensetzung der fischereilich zur Verfügung gestellten Nahrung,
- den von den Vögeln konsumierten Anteil der Discards und
- den damit zu deckenden Gesamt-Energiebedarf

gewonnen werden. In diesem Beitrag sollen einige dieser Aspekte behandelt werden.

Mit der Ermittlung der Zahlen schifffolgender Vögel hinter einzelnen Kuttern ist es allein nicht getan, wollen wir die o.g. Frage nach der Gesamtzahl von schifffolgenden, Discards nutzenden Vögeln beantworten. Für die Nordsee gibt es darüber verschiedene Abschätzungen, die je nach Jahreszeit und untersuchtem Seegebiet von 1,6 - 2,9 Mio. Vögel ausgehen (CANPHUYSEN 1993a; CAMPHUYSEN et al. 1993). Für die Deutsche Bucht und das Wattenmeer existieren solche Vorstellungen bisher nicht.

Vielleicht helfen uns dabei Informationen über Brut- und Rastvögel weiter. An der deutschen Nordseeküste brüteten 1992 ca. 130.000 Paare (SÜDBECK und HÄLTERLEIN 1994; HÜPPOP et al. 1994) der regelmäßig hinter Kuttern anzutreffenden Möwen- und Seeschwalbenarten. Das heißt, während der Brutsaison sind mindestens eine viertel Million Brutvögel mehr oder weniger stark auf das Nahrungsangebot im Umkreis der Kolonien angewiesen. Gegen Ende der Brutsaison kommen noch die Jungvögel hinzu. Deren Gesamtzahl kann ebenso hoch eingeschätzt werden wie die Zahl der Brutvögel (CAMPHUYSEN 1993). Die Zahl der Nichtbrüter ist nicht zu quantifizieren. Außerhalb der Brutperiode liegen über die Anzahl der Rastvögel ebenfalls wenig verlässliche Informationen vor.

Im Wattenmeer und in der südlichen Nordsee setzen sich die Schwärme schifffolgender Seevögel je nach Jahreszeit und Seeregion aus verschiedenen Arten zusammen (Abb. 1). Dabei dominieren küstennah Silber- und Lachmöwe (*Larus ridibundus*) ganzjährig die Schwärme. Hinzu kommen die ebenfalls ganzjährig anwesenden Sturmmöwen, die aber am häufigsten in der kälteren Jahreshälfte anzutreffen sind. Nur von April bis Oktober sind Heringsmöwen (*Larus fuscus*) sowie Fluß- (*Sterna hirundo*) und auch Küstenseeschwalben in geringeren Anzahlen hinter Kuttern anzutreffen. Die Heringsmöwen zeigen eine deutliche Zunahme mit weiterer Entfernung von der Küste. Küstenferner bilden neben letzteren vor allem die größeren Silber-, Mantel- und die kleineren Dreizehenmöwen (*Rissa tridactyla*) das Gros der Schifffolger.

Seltener werden Weißkopf- (*Larus cachinnans*), Zwerg- (*Larus minutus*) und Schwarzkopfmöwe (*Larus melanocephalus*), Brandseeschwalbe (*Sterna sandvicensis*), Trottellumme (*Uria aalge*), Skua (*Stercorarius skua*),

Schmarotzerraubmöwe (*Stercorarius parasiticus*) und Dunkler Sturmtaucher (*Puffinus griseus*) (CAMPHUYSEN 1993a; GARTHE 1993) in der südlichen Nordsee sowie Brand- und Trauerseeschwalbe (*Chlidonias niger*) (WALTER und BECKER 1994) im Wattenmeer von Kuttern angezogen. Abgesehen von diesen seltenen Arten, bilden die regelmäßig anzutreffenden Schifffolger außerhalb der Brutsaison, in der sie zeitweise an Kolonien gebunden sind, gemischte Vogelschwärme mit bis zu 2.000 Individuen hinter einzelnen Kuttern.

Die Attraktivität der Kutter ist jedoch nicht auf bestimmte Jahreszeiten beschränkt (Abb. 2). Der Jahresgang des Auftretens der wichtigsten Schifffolger während der Fischereisaison 1993 (Garnelenfischerei) im Niedersächsischen Wattenmeer zeigt eine relativ konstante Anzahl Seevögel, wobei die höchsten Vogelzahlen nach der Brutsaison im August/September auftreten.

4. Anfallende Nahrung

Was fällt bei der von uns betrachteten Fischerei an Nahrung für Seevögel an? Basierend auf den Seezungen-Anlandungen von 1990 und 1991 (2.296 bzw. 1.823 t) und Fangprotokollen von Untersuchungen der Bundesforschungsanstalt für Fischerei berechnete GARTHE (1993) die Discard-Mengen für Fische mit 19.500 bzw. 12.700 t. Das heißt, pro Kilogramm gefangener marktfähiger Seezunge werden 8,5 (1990) bzw. 7 kg (1991) Fische ins Meer zurückgeworfen. Dabei machen die häufigsten Plattfischarten Scholle, Kliesche und Flunder in beiden Jahren mehr als 90 % der Masse, aber auch der Anzahl der zurückgeworfenen Fische aus. Der Rundfischanteil lag bei 6,5 bzw. 7,3 %. Von den mitgefangenen Wirbellosen wird nur der Gemeine Seestern mit 4,5 kg (1990) bzw. 11,4 kg (1991) pro kg marktfähiger Seezungen aufgeführt.

Vergleichbare Ergebnisse erbrachte eine niederländische Untersuchung im Mai 1991. Pro kg Seezungen wurden 1,5 kg anderer vermarktungsfähiger Fischarten, 5,1 kg sonstiger Fische sowie 5,5 kg Wirbellose mitgefangen (BEON 1992). CAMPHUYSEN (1993b) schätzt den Discard-Anteil am Fang eines niederländischen Seezungenkutters westlich Helgolands mit 5 - 10 kg Fisch und Wirbellose pro kg angelandetem Konsumfisch. Die Gesamtmenge der allein von der Seezungenfischerei in der südlichen Nordsee erzeugten Discards ist weitgehend unbekannt. Die Anlandemengen der deutschen Fischerei an Seezungen werden aber um mehr als das Zehnfache von der niederländischen Seezungenflotte überschritten (WILL 1992). GARTHE (1993) schätzt deshalb die im Zeitraum von 1988 - 1990 in der gesamten südlichen

Nordsee von der Seezungenfischerei erzeugten Discards auf 110.000 - 170.000 t pro Jahr.

Neben den untermaßigen und nicht marktfähigen Fischen werden durch die Seezungenfischerei auch die beim Schlachten der Konsumfische anfallenden Eingeweide ins Meer zurückgeworfen. Bei einem Anteil von 6 - 7 % (BAILEY und HISLOP 1978) werden größere Mengen Innereien, die einen wesentlich höheren Energiegehalt als andere Nahrungs"brocken" aufweisen, den Vögeln zur Verfügung gestellt.

Die von der Krabbenfischerei erzeugten Discard-Mengen können bislang nur grob geschätzt werden. Bis vor einigen Jahren konnten dazu allein die Anlandestatistiken der staatlichen Fischereiamter Kiel und Bremerhaven zu Rate gezogen werden. In den niedersächsischen Häfen wurden bis 1977 auch alle Beifänge zur Fischmehlgewinnung angelandet. Im Zeitraum von 1968 bis 1977 waren dies zwischen 764 und 9.299 t Beifang sowie 7.000 - 16.700 t Futtergarnelen jährlich (TIEWS 1983). In Relation zu den angelandeten Speisegarnelen wurden im Jahresmittel ca. 0,25 - 2,58 kg Beifang und 1,3 - 5 kg Futtergarnelen pro kg Konsumgarnelen angelandet.

Den Discard-Anteil (Fische und Wirbellose außer Garnelen) in der schleswig-holsteinischen Garnelenfischerei beziffert BERGHAIN (1992) mit 15 % des Jahresfanges. Die Menge der Discards quantifizierte BERGHAIN (1990), indem er die Zusammensetzung des Beifanges mit Ergebnissen von Überlebensexperimenten der mitgefangenen Fischarten kombinierte. Husumer Krabbenfischer fingen demnach im Juni 1988 pro Kilogramm Speisegarnelen 0,34 - 0,37 kg Plattfisch- und 0,2 - 0,21 kg Rundfisch-Discards. Der Anteil der Wirbellosen, d.h. auch der untermaßigen Garnelen, wurde von Berghain allerdings nicht angegeben.

Untersuchungen über die Fang-Zusammensetzung niedersächsischer Fischer im Jahre 1993 erbrachten als vorläufiges Ergebnis höhere Discard-Anteile (WALTER und BECKER 1994). Diese stellen im Gegensatz zu den schleswig-holsteinischen Ergebnissen jedoch die gesamte anfallende Menge dar. So wurden zwischen April und November 1993 Fisch- und Wirbellosen-Discards auf ca. 5.800 t bzw. 4.600 t (WALTER, unveröff. Daten) geschätzt. Hinzu kommt noch ein Mehrfaches an untermaßigen Garnelen. Anders als beim Seezungenfang überwogen im Fang von Krabbenfishern die Rundfische (53,7 %).

Wenngleich die angesprochenen Abschätzungen von Discard-Mengen oder -Anteilen eine Reihe von Unwägbarkeiten enthalten, geben sie sicherlich die Größenordnung der anfallenden Nahrungsmenge wieder. Die gesamte Seezungenfischerei in der Deutschen Bucht liefert Fisch-Discards, die

möglicherweise im Bereich von ca. 20.000 t pro Jahr liegen. Denn neben den ost- und nordfriesischen Seezungenfischern fischt ein Teil ihrer niederländischen Kollegen auch im Bereich der Deutschen Bucht außerhalb der Plattfischschutzzone (WILL 1992). Ebenfalls ist es den kleineren (≤ 300 PS), bei der Europäischen Gemeinschaft registrierten Kuttern erlaubt, innerhalb der 12 sm-Zone aller Mitgliedstaaten zu fischen. Die Krabbenfischerei fügt nochmals ein Viertel bis zu der Hälfte dieser Fisch-Discards hinzu, je nachdem ob man die Ergebnisse von BERGHAIN (1990) oder WALTER und BECKER (1994) zugrunde legt. Die Wirbellosen-Discards beider Fischereizweige mögen noch einmal 20.000 t pro Jahr (ohne die untermaßigen Garnelen) ausmachen. Unbekannt dabei ist der zusätzliche Anteil, der ebenfalls durch niederländische Krabbenfischer erzeugt wird, die seit 1966 (POSTUMA und RAUCK 1978) im Seegebiet vor Sylt und der dänischen Küste operieren. Dieses gilt ebenso für die dänischen Fischer. Insgesamt weisen die o.g. Daten darauf hin, daß im Bereich der Deutschen Bucht und des Wattenmeeres Discards erzeugt werden, die größenordnungsmäßig im Bereich von 50.000 t liegen mögen (s. Tab. 1). Nicht darin enthalten sind die hohen Fanganteile der untermaßigen Garnelen sowie die von der deutschen Kleinen Hochseefischerei in der südlichen Nordsee erzeugten Discards, die beim Fang von Kabeljau (*Gadus morhua*) anfallen (EHRICH 1993).

5. Konsumierter Anteil des Nahrungsangebotes

Entscheidender für die Beurteilung der Bedeutung der Discards für Seevögel als Gesamtmasse ist der von den Vögeln nutzbare Anteil daran. Ein Teil des Nahrungsangebots besteht aus unattraktiven Wirbellosen und zu großen, sprich nicht mehr "schnabelgerechten" Fischen. Die Bestimmung des nutzbaren Anteils kann nur mittels indirekter Methoden erfolgen, solange erprobte Verfahren, wie z.B. Wiederfangmethoden (BERGHAIN und RÖSNER 1992), nicht für alle relevanten Organismengruppen anwendbar sind. Als Mittel der Wahl haben sich experimentelle Fütterungsversuche erwiesen, bei denen ein künstliches, aber bekanntes Nahrungsangebot offeriert wird, aus dem die schiffolgenden Vögel auswählen können. Damit die Wahl möglichst realen Bedingungen entspricht, werden solche Versuche nur dann durchgeführt, wenn ohnehin durch die Fischereiaktivität Nahrung vom Kutter angeboten wird. Auf diese Weise kann das Nahrungsspektrum der verschiedenen Vogelarten bestimmt werden.

Die Nutzungsraten der experimentell angebotenen Discards durch Vögel sind von der Organismengruppe und der Körpergröße der angebotenen

Nahrungsbrocken abhängig. Das Beutegrößen-Spektrum ist, wie schon zuvor erwähnt, vor allem auch vom Fischereityp abhängig. Schlachtabfälle und Rundfische werden, je nach Untersuchung, ganz oder größtenteils aufgenommen und gefressen (66 - 100 % bzw. 58 - 92 %) (HUDSON und FURNESS 1988; GARTHE 1993; HÜPPOP und GARTHE 1993; GARTHE und HÜPPOP 1993; CAMPHUYSEN et al. 1993; CAMPHUYSEN 1993b, 1994; WALTER und BECKER 1994; GARTHE und HÜPPOP, unveröff.). Plattfische und Wirbellose werden zu einem geringeren Prozentsatz konsumiert (5 - 38 % bzw. 0,3 - 56 %), wobei die geringere Nutzungsrate auf höhere Überlebensfähigkeit und Sinkgeschwindigkeit, aber auch auf die unpassende Körperform zurückzuführen ist. Werden, wie bei der Garnelenfischerei, auch Plattfische von geringer Körperlänge angeboten, so können auch höhere Nutzungsraten durch die Vögel erzielt werden (59 %, s. WALTER und BECKER, 1994).

Die Auswahl der Fischlängen durch die verschiedenen Vogelarten folgt dem generellen Bild, wonach große Vögel auch große Fische fressen. Von den in der Nähe von Helgoland regelmäßig vorkommenden Schifffolgern wählt die Mantelmöwe größere Fische aus und ist auch erfolgreicher als Silber- und Heringsmöwe. Die Dreizehenmöwe nimmt vornehmlich Schlachtabfälle auf (GARTHE 1993). Im niedersächsischen Wattenmeer ist die Silbermöwe die dominante Vogelart, die mehr als 70 % der von allen Vögeln konsumierten Fisch- und Wirbellosen-Individuen frißt (WALTER und BECKER 1994).

In der Folge soll der Versuch unternommen werden, die verschiedenen Informationen zu nutzen, um eine vorerst noch grobe Hochrechnung über die Nahrungsmenge, die den Bedarf einer bestimmten Anzahl von Seevögeln deckt, zu erstellen.

Beispielhaft soll dabei das Vorgehen von CAMPHUYSEN et al. (1993) nachvollzogen werden, die errechneten, daß von den durch Fischereifahrzeuge verfügbar gemachten Discard-Mengen nordseeweit ca. 2 Mio. Seevögel ernährt werden können. Diese Schlußfolgerung basiert auf den berechneten Discard-Mengen der verschiedenen Fischereizweige und experimentell gewonnenen (s.o.) Nutzungsraten verschiedener Fangbestandteile (10 % Wirbellose, 20 % Plattfische, 80 % Rundfische und 90 % Innereien). Den Energiegehalt der Nahrung nahmen CAMPHUYSEN et al. (1993) mit 10 kJ/g für Innereien, 5 kJ/g für Rundfisch, 4 kJ/g für Plattfisch und 2,5 kJ/g für Wirbellose an (jeweils bezogen auf das Naßgewicht) und kombinierten diese mit bioenergetischen Ergebnissen zum Energiebedarf eines "Modell"-Seevogels: Bei einer Masse von 1.000 g benötigt ein Vogel allein 480 kJ/Tag für seinen Ruheumsatz, bei einer Assimilationseffizienz von 80 % muß er 600 kJ/Tag

aufnehmen. Der Energiebedarf des aktiven Vogels beträgt das Dreifache des Ruheumsatzes, d.h. 1.800 kJ/Tag bzw. 657.000 kJ/Jahr.

Für die Seezungenfischerei erfolgte die Hochrechnung analog zu dem Vorgehen von CAMPHUYSEN et al. (1993), da die Mehrheit der Seezungenkuttern folgenden Seevogelschwärme sich aus größeren, den Modellanforderungen entsprechenden Arten zusammensetzt (Abb. 1, Säulen 1-3). Die Zusammensetzung der Vogelschwärme hinter den Garnelenkuttern unterscheidet sich von den Verhältnissen auf der offenen Nordsee insofern, daß ein großer Anteil der Schifffolger das Modellgewicht von 1.000 g nicht erreicht. Zur Korrektur werden Angaben von BRYANT und FURNSS (unveröff.) zur Masse der Arten, die Garnelenkuttern folgen, mit der prozentualen Zusammensetzung der Vogelschwärme (Abb. 1, Säule 5) gewichtet. Ein mittlerer "Modell"-Schifffolger hat demzufolge eine Masse von 587 g. Unter Verwendung der von Bryant und Furness verwendeten Umrechnungsformel ($\text{Ruheumsatz} = 1,986 * \text{Masse}^{0,796}$) ergibt sich für den leichteren "Modellvogel" ein Ruheumsatz von 318 kJ/Tag bzw. ein Energiebedarf von 435.263 kJ/Jahr.

Wendet man die Informationen über die Fang-Discards-Verhältnisse auf die Fangmengen der deutschen Seezungen- und Garnelenfischerei der Jahre 1990 und 1991 an (bei der letzteren wurden die Verhältnisse anderer Zeiträume auf die Fangmengen von 1990 und 1991 übertragen) (Tab. 1; GARTHE 1993; BERGHAHN 1990; WALTER unveröff.), so decken die Jahresmittelwerte der Massen an Discards der Seezungenfischerei den Nahrungsbedarf von ca. 33.000 Vögeln pro Jahr (Tab. 2). Die Discards der Garnelenfischerei ernähren rechnerisch weitere 18.000 - 58.000 Vögel pro Jahr. Die Fischbestandteile sind im Bereich der Deutschen Bucht die wichtigste Nahrungsquelle, sie decken den Bedarf von 43.000 bzw. 79.000 Vögeln. Insgesamt deckt rechnerisch die fischereilich erzeugte Nahrung den Bedarf von 51.000 bzw. 91.000 Vögeln.

Aufgrund einer Reihe von Fehlerquellen und Unzulänglichkeiten in der Datenbasis dieser Hochrechnung kann deren Ergebnis nur als erster grober Schätzwert angesehen werden. Zu lückenhaft sind bislang vor allem die Discard-Daten, die nur durch gewisse Annahmen zu schließen waren, so z.B. durch die Übertragung von Daten zur Discard-Zusammensetzung aus unterschiedlichen Zeiträumen (Juni 1988, Schleswig-Holstein; April - November 1993, Niedersachsen) auf die Anlandungen an Garnelen der gesamten deutschen Krabbenflotte der Jahre 1990 und 1991. Erkennbar wird dieses am großen Schwankungsbereich der Fisch-Discards. Die untere Grenze basiert dabei auf den von BERGHAHN (1990) ermittelten, mortalitäts-korrigierten Fischanteilen am Fang. Durch die nochmalige Berücksichtigung

der für die Nahrungsgruppen spezifischen Nutzungsraten durch Seevögel, die u.a. auch von der Sterblichkeit der Organismen beeinflusst werden, wird die konsumierte Fisch-Nahrungsmenge sicherlich unterschätzt. Außerdem liegt der Berechnung der schleswig-holsteinischen Verhältnisse nur der Monat Juni zugrunde. Ob dieser für die gesamte Fischereisaison repräsentativ ist, ist fraglich. Im Verlauf der Fischereisaison 1993 in Niedersachsen wies der Juni den zweitgeringsten Fischanteil am Fang auf.

Die wesentlich höheren Vogelzahlen, deren Bedarf rechnerisch durch Fisch-Discards gedeckt werden kann, basieren auf niedersächsischen Daten (WALTER unveröff.), die von der Gesamtmenge an Discards ausgehen. Diese bilden möglicherweise die obere Grenze, da sie Einflußgrößen wie die verschiedenen Netze und die Selektivität der unterschiedlich Verwendung findenden Baumkurrennetze z.T. unberücksichtigt ließen. Andererseits erzielten die Vögel im niedersächsischen Wattenmeer bei Plattfischen und Wirbellosen höhere Nutzungsraten als die von CAMPHUYSEN et al. (1993) verwendeten.

Ebenfalls keine Berücksichtigung fanden die großen Mengen untermaßiger Garnelen, die im Verlauf der Fischereisaison mitgefangen werden. Der Nutzungsgrad dieser potentiellen Nahrung durch Vögel ist bisher noch unbekannt.

6. Die Bedeutung von Discards für schiffolgende Vögel

Seevögel haben in den letzten Jahrzehnten von hydrographischen Veränderungen der Meeresumwelt (CORTEN 1990) und durch die fischereiliche Nutzung der Fischbestände, vor allem durch das Angebot von Discards und Fisch-Innereien, profitiert (FURNESS und MONAGHAN 1987). Aufgrund der Zunahme dieser und anderer von menschlichem Handeln beeinflusster Quellen vergrößerte sich die Nahrungsverfügbarkeit vor allem für die Seevögel, die ein breites Nahrungsspektrum nutzen. Als Folge stiegen die Bestände dieser Seevogelarten im Bereich des Nordatlantiks an, dieses gilt insbesondere für verschiedene Möwenarten (SPAANS und BLOEKPOL 1990). Wenn die Größe der Seevogelpopulationen von der Nahrungsverfügbarkeit bestimmt wird (BIRKHEAD und FURNESS 1985), sollte Nahrung, die wie Discards in großen Mengen anfallen und auf einfache Weise genutzt werden kann, bedeutsam sein. Viele Indizien sprechen dafür; Bestandszunahmen Discard-nutzender Vogelarten, hohe Anzahl von Schifffolgern, hohe Nutzrate an Discards und hohe Übereinstimmung der Verbreitung von Discard-nutzenden Vögeln und Fischereifahrzeugen auf der Nordsee (TASKER et al. 1987).

Discards scheinen vor allem in Situationen bedeutsamer zu werden, in denen die natürliche Nahrung knapp wird. Nach einer Woche ohne Fischerei, verursacht durch eine Sturmperiode (November 1991), fraßen hungrige Seevögel bei Helgoland nahezu "alles", sowohl sonst verschmähte Wirbellose, als auch zu große Fische (GAARTHE 1993). Untersuchungen auf Helgoland, wo die natürliche Nahrung aus dem Felswatt zu begrenzt ist um die dort lebenden Möwen zu ernähren, zeigen, daß Silber- und Mantelmöwen verstärkt bodenlebende Fische fressen, die sie nur von den Discards der Fischerei erlangen können (LÖHMER und VAUK 1969; KOCK 1974). Im Wattenmeer dagegen besteht die Nahrung adulter Silbermöwen vorwiegend aus benthischen Organismen, wie Miesmuscheln (*Mytilus edulis*), Herzmuscheln (*Cerastoderma edule*), Baltischen Plattmuscheln (*Macoma balthica*), Strandkrabben (*Carcinus maenas*) und Seesternen (*Asterias rubens*) (GOETHE 1956; SPAANS 1971; NOORDHUIS und SPAANS 1992), wohingegen die Nahrung der Küken vornehmlich aus Fischen besteht. Ein großer Teil davon stammt von der Fischerei (30-34 % der Masse), vor allem bodenlebende Dorschartige und Plattfische (SPAANS 1971).

In Zeiten hohen Nahrungsbedarfes wird die Bedeutung der Discards deutlich. Zwei spanische Brutkolonien der Korallenmöwe erlitten einen z.T. drastisch verringerten Bruterfolg im Jahre 1991, als die Küstenfischerei auf den Fang während der Monate Mai und Juni verzichtete (PATERSON et al. 1992).

Durch den vermehrten Nahrungsbedarf während der Jungenaufzucht gewinnt auch anderenorts hinter Fischkuttern erbeutete Nahrung zunehmend an Bedeutung. Untersuchungen von FURNESS et al. (1992) und CAMPHUYSEN (1993a) bestätigen diese Vorstellung. So erhöhte sich die Anzahl schiffolgender Silbermöwen von Mai bis Juli, gefolgt von einem rapiden Rückgang im August. Zurückzuführen ist dieser Trend auf den zunehmenden Nahrungsbedarf gegen Ende der Kükenfütterung im Juli. Auch eigene Ergebnisse aus dem Wattenmeer unterstreichen die Bedeutung der Discards zu dieser Zeit. Gegen Ende der Brutperiode wird das Verhalten von Silbermöwen zunehmend "dreister". Der anwachsende Nahrungsbedarf siegt bei vielen adulten Möwen soweit über die Scheu vor dem Menschen, daß die Möwen sogar an Bord landen, um direkt beim Sortierprozeß anfallende Beutefische zu ergreifen. Schon im August wird dieses Verhalten nur noch von wenigen Spezialisten gezeigt. Eine Abnahme der Zahl schiffolgender Silbermöwen ist im Wattenmeer jedoch nicht zu beobachten. Schauen wir uns aber die Alterszusammensetzung der schiffolgenden Silbermöwen an, so wird eine drastische Änderung deutlich. Im Juli 1993 überwiegen bei den Silbermöwen noch die Adulten (80 - 96 % der pro Tag altersbestimmten

Silbermöwen), gefolgt von einer Abnahme auf weniger als 20 % im August (Abb. 3). Parallel dazu steigt der Anteil von diesjährigen Jungvögeln. Die Abnahme des Anteiles der adulten Vögel ist jedoch nicht nur durch die hinzukommenden Jungtiere bedingt, sondern ihre absolute Zahl sinkt dramatisch ab. Diese Ergebnisse legen den Schluß nahe, daß Silbermöwen wahrscheinlich genügend natürliche Nahrung im Watt finden können, diese aber von der Qualität - der Energiegehalt von Benthosorganismen ist geringer als der von Fischen - und Quantität nicht ausreichend ist, den gesteigerten Nahrungsbedarf der Brutvögel und ihrer größeren Küken zum Ende der Brutsaison zu decken. Während dieser Zeit scheinen Discards zur Deckung des Energiebedarfs besonders wichtig zu sein. Nach Beendigung des Brutgeschäftes nutzt ein Großteil der adulten Vögel wieder die natürliche Nahrung des Wattes. Viele unerfahrene Jungvögel vertrauen dagegen, trotz des höheren Energieaufwandes, auf die wahrscheinlich schneller zu erlangende Nahrung hinter den Fischkuttern. Vielleicht spielt dabei auch ein Ausweichen der adulten Möwen vor dem zunehmenden Konkurrenzdruck eine Rolle.

Die geschätzte Deckung des Nahrungsbedarfs von mindestens 50 - 90.000 "Modell"-Seevögeln allein durch fischereilich erzeugte Nahrungsmengen der Seezungen- und Garnelenfischerei verdeutlicht die Bedeutung dieser Nahrungsquelle. Wenigstens kann damit ein größerer Teil des Bedarfes der ca. 250.000 an der deutschen Küste brütenden Discards-nutzenden Seevögel und ihrer Küken gedeckt werden.

Vermutlich kann sich eine noch höhere Zahl Schifffolger von den Discards ernähren, wenn man den Einfluß des Ertrages eines Fischereijahres auf die Zahl der Seevögel berücksichtigt. So waren die Fischereiperioden 1990 und 1991 (letztere bis zur Mitte) von einer Fangflaute beherrscht (RAUCK 1991). Die Krabbenanlandungen lagen deshalb um 58 bzw. 20 % unter dem Zehnjahresmittel der achtziger Jahre (ANONYMUS 1991, 1992; TIEWS und WIENBECK 1990). Solange nichts über das Verhältnis von Fischereiaufwand zu den Anlandungen bekannt ist, kann auch von einer in diesen Jahren geringeren Discard-Menge als üblich ausgegangen werden. Ein "normales" Fischereijahr sichert demzufolge den Bedarf einer größeren Anzahl Vögel ab.

Der größte Anteil des Fanges von Krabbenfischern besteht aus untermaßigen Garnelen (ca. 60 %) (WALTER und BECKER 1994). Diese sind Bestandteil des Speisezettels einer großen Anzahl von Seevogelarten (MEIJERING 1954; NOORDHUIS und SPAANS 1992; LOZÁN 1994). Wie hoch jedoch der jährliche Wegfraß von Nordseegarnelen durch Vögel ist und wie groß der Anteil der hinter den Krabbenkuttern erbeuteten Garnelen eingeschätzt werden muß, bleibt vorerst unbekannt.

7. Konsequenzen für Seevögel, Fischerei und Forschung

Untersuchungen der letzten Jahre über die Interaktionen zwischen Seevögeln und der Fischerei weisen die Seevögel auf den ersten Blick als die Gewinner aus; die Anzahl der meisten Discards-nutzenden Seevogelarten im Nordseebereich wuchs in diesem Jahrhundert beträchtlich und Arten breiteten sich aus (FURNESS 1992). Auf den ersten Blick scheint diese Entwicklung positiv zu sein, jedoch muß festgestellt werden, daß an unseren Küsten vor allem die opportunistischen, durchsetzungsfähigen Silber-, Herings-, Lach- und Sturmmöwen von dem Nahrungsangebot der Fischkutter und anderer Kulturabfälle profitieren. Wachsende Anzahlen dieser Arten werden möglicherweise andere Vogelarten durch verschärfte Nahrungs- und Brutplatzkonkurrenz oder direkte Predation in Mitleidenschaft ziehen. Die Verschiebung der Artenzusammensetzung unserer Küstenvogel-Gesellschaft wäre die mögliche Folge. Dieses sollte uns aber nicht dazu verleiten, in die Vogelgemeinschaft bestandsregulierend einzugreifen. Denn die Erfahrungen der Vergangenheit haben gezeigt, daß Bestandslenkungen von Möwen kaum das geeignete Mittel sind, um die zwischenartlichen Wechselwirkungen mit anderen Vogelarten zu beeinflussen (BECKER und ERDELEN 1987).

Greifen wir jedoch durch Änderungen des Discard-Verhaltens der Fischerei (Maschenweitenregulierung, Fang-Quotierung, zeitliche oder räumliche Null-Nutzungszonen etc.) in das derzeitige System ein, werden die Folgen ebenso unkalkulierbar sein. Nutzungseinschränkungen in den Nationalparks der Küste, die sich aktuell in der Diskussion befinden, wird die Fischerei u.a. mit räumlichen Verlagerungen oder Fangumstellungen beantworten. In Folge würden die übrigen Fanggebiete noch intensiver genutzt oder bei Intensivierung der Seezungenfischerei die mittlere Länge von Discards insgesamt größer werden. Eine verstärkte küstenfernere winterliche Garnelenfischerei würde das Nahrungsangebot an Discards im Wattenmeer verändern. Die Nahrung würde sich vor allem unter den küstennah anzutreffenden, auf kleinere Beutfische angewiesenen, Schifffolgern verknappen. Auf diese Entwicklung würden bisherige Profiteure möglicherweise mit einer verstärkten Parasitierung und zunehmendem Eier- bzw. Jungvogelraub von unterlegeneren Vogelarten (z.B. Seeschwalben) reagieren. Eine Abnahme der Anzahlen würde sich einstellen, jedoch nicht die erwünschte natürliche Zusammensetzung der Seevogel-Gemeinschaft (FURNESS 1992).

Es wird deutlich, wie komplex die Dreiecksbeziehungen zwischen Fischen, der Fischerei und den Seevögeln miteinander verwoben sind. Deshalb sollte zukünftig fischereiliches Management nicht nur allein nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten ausgerichtet werden, sondern es hat auch die Wirkung auf die anderen beiden Komponenten mitzuberücksichtigen. Kurzfristige Beschränkungen des Discards- oder Innereien-Angebots durch die eine oder andere Management-Maßnahme hätten möglicherweise weitreichende Folgen für eine Reihe von Seevogelarten. Was wir brauchen, sind langfristige Konzepte, die einen schonenderen Umgang mit den Ressourcen des Meeres und eine natürliche Entwicklung der Seevogelbestände ermöglichen. Dazu werden vor allem aber verlässlichere, flächendeckende Informationen über die Discards-Mengen benötigt, wie auch die Nutzung der Discards durch Seevogel. Auch die Fischereibiologie braucht Discards-Daten, um die Fischmortalität zum Zwecke von Bestandserhebungen abschätzen zu können. Außerdem sind die Schiffolger-Zahlen langfristig zu verfolgen, um fischereiliche Nutzungsänderungen und deren Folgen überhaupt erst sichtbar zu machen. Um diese Defizite zukünftig auszugleichen, ist es erforderlich, die lange Zeit isoliert wirkenden Fischereibiologen und Ornithologen verstärkt zur Kooperation zusammenzubringen und fachübergreifend abgestimmte Maßnahmen und Forschung zu ermöglichen.

8. Zusammenfassung

Das Beziehungsgefüge zwischen See- und Küstenvögeln, den Fischbeständen und der Fischerei ist komplex miteinander verwoben. Die Fischerei stellt für Seevögel eine Konkurrenz dar, andererseits profitieren verschiedene Seevogelarten vom fischereilich erzeugten Angebot an Discards und Fischinnereien. Die Menge dieser, von der "gemischten Küstenfischerei" im Bereich der Deutschen Bucht und des Wattenmeeres verfügbar gemachten Nahrung, wird auf mehrere zehntausend Tonnen pro Jahr geschätzt. Die Anzahl und die Artenzusammensetzung der Krabben- und Seezungenkuttern folgenden Vogelschwärme wird dargestellt. Eine Hochrechnung ergibt, daß diese Nahrungsquelle den jährlichen Energiebedarf von bis zu 90.000 Vögeln deckt. Die Bedeutung der fischereilich erzeugten Nahrungsmengen und mögliche Folgen eines veränderten Discard-Verhaltens der Fischerei für Seevögel werden diskutiert.

Literatur

- ANDERSON, D. W. & F. GRESS, 1984. Brown Pelicans and the Anchovy fishery of southern California. - In: Nettleship, D. N., D. N. Sanger & P. F. Springer (eds.): Marine birds: their feeding ecology and commercial fisheries relationships: 128-135, Can. Wildl. Serv., Dartmouth, N.S..
- ANKER-NILSSEN, T., 1987. The breeding performance of Puffins *Fratercula arctica* on Rost, northern Norway in 1979-1985. - Fauna norv. Ser. C, Cinclus 10: 21-38.
- ANONYMUS, 1991. Die kleine Hochsee- und Küstenfischerei Niedersachsens und Bremens im Jahr 1990 & Die kleine Hochsee- und Küstenfischerei Schleswig-Holsteins im Jahre 1990. - Fischerbl. 39.
- ANONYMUS, 1992. Die kleine Hochsee- und Küstenfischerei Niedersachsens und Bremens im Jahr 1991 & Die kleine Hochsee- und Küstenfischerei Schleswig-Holsteins im Jahre 1991. - Fischerbl. 40.
- BAILEY, R. S. & J. R. G. HISOP, 1978. The effects of fisheries on seabirds in the northeast Atlantic. - Ibis 120: 104-105.
- BARRETT, R. T. & W. VADER, 1984. The status and conservation of breeding seabirds in Norway. - In: Croxall, J. P., P. G. H. Evans & R. W. Schreiber (eds.): Status and Conservation of the World's Seabird: 323-333, ICBP, Cambridge.
- BARTLE, J. A., 1991. Incidental capture of seabirds in the New Zealand subantarctic squid trawl fishery, 1990. - Bird Conserv. Intern. 1: 351-359.
- BECKER, P. H. & M. ERDELEN, 1987. Die Bestandsentwicklung von Brutvögeln der deutschen Nordseeküste 1950 - 1979. - J. Orn. 128(1): 1-32.
- BEEK, VAN F. A., A. D. RIJNSDORP & R. DE CLERCK, 1989. Monitoring juvenile stocks of flatfish in the Wadden Sea and the coastal areas of the southeastern North Sea. - Helgol. Meeresunters. 43: 461-477.
- BEON, 1992. Effects of beamtrawl fishery on the bottom fauna in the North Sea; III. The 1991 studies. - BEON-Report 16: 1-27.

- BERGHAHN, R., 1990. On the potential impact of shrimping on trophic relationships in the Wadden Sea. - In: Barnes, M. und R. N. Gibson (eds.): Trophic relationships in the marine environment: 130-140, Aberdeen University Press.
- BERGHAHN, R., 1992. On the Reduction of bycatch in the german shrimp fishery. - In: Southeastern Fisheries Association (ed.): International Conference on shrimp bycatch: 279-283.
- BERGHAHN, R. & H.-U. RÖSNER, 1992. A method to quantify feeding of seabirds on discard from the shrimp fishery in the North Sea. - J. Neth. Sea Res. 28(4): 347-350.
- BIRKHEAD, T. R. & W. FURNESS, 1985. Regulation of seabird populations. - In: Sibly, R. M. und R. H. Smith (eds.): Behavioural Ecology: 145-167, Blackwell, Oxford.
- BIRT, V. L., T. P. BIRT, D. GOULET, D. K. CAIRNS & W. A. MONTEVECCHI, 1987. Ashmole's halo: direct evidence for prey depletion by a seabird. - Mar. Ecol. Prog. Ser. 40: 205-208.
- BROTHERS, N., 1991. Albatross mortality and associated bait loss in the japanese longline fishery in the Southern Ocean. - Biol. Conserv. 55: 255-268.
- BURGER, A. E. & J. COOPER, 1984. The effects of fisheries in seabirds in South Africa and Namibia. - In: Nettleship, D. N., G. A. Sanger & P. F. Springer (eds.): Marine birds: their feeding ecology and commercial fisheries relationships: 150-160, Can. Wildl. Serv., Dartmouth, N.S..
- CAMPHUYSEN, C. J., 1993a. Scavenging seabirds behind fishing vessels in the Northeast Atlantic with emphasis on the southern North Sea. - NIOZ-Rapport 1: 1-83.
- CAMPHUYSEN, C. J., 1993b. Feeding opportunities for seabirds in beamtrawl fisheries: a pilot study. - SULA 7 (3): 81-104.
- CAMPHUYSEN, C. J., 1994. Flatfish selection by herring gulls *Larus argentatus* and lesser black-backed gulls *Larus fuscus* scavenging at

- commercial beamtrawlers in the southern North Sea. - *Net. J. Sea Res.* 32 (1): 91-98.
- CAMPHUYSEN, C. J., K. ENSOR, R. W. FURNESS, S. GARTH, O. HÜPPOP, G. LEAPER, H. OFFRINGA & M. L. TASKER, 1993. Seabirds feeding on discards in winter in the North Sea. - *NIOZ-Rapport* 8: 1-142.
- CORTEN, A., 1990. Long-term trends in pelagic fish stocks of the North Sea and adjacent waters and their possible connection to hydrographic changes. - *Neth. J. Sea Res.* 25(1/2): 227-235.
- CROXALL, J. P. & P. A. PRINCE, 1987. Seabirds as predators on marine resources, especially krill, at South Georgia. - In: Croxall, J. P. (ed.): *Seabirds: Feeding ecology and role in marine ecosystems*: 347-368, Cambridge University Press, Cambridge.
- DUFFY, D. C. & W. R. SIEGFRIED, 1987. Historical variations in food consumption by breeding seabirds of the Humboldt and Benguela upwelling regions. - In: Croxall, J. P. (ed.): *Seabirds: Feeding ecology and role in marine ecosystems*: 327-346, Cambridge University Press, Cambridge.
- EHRICH, S., 1993. Der Kabeljaubestand in der Nordsee, unter besonderer Berücksichtigung der Deutschen Bucht. - *Fischerbl.* 2: 29-31.
- FURNESS, R. W., 1978. Energy requirements of seabird communities: a bioenergetics model. - *J. Anim. Ecol.* 47: 39-53.
- FURNESS, R. W., 1984. Seabird-fisheries relationships in the northeast Atlantic and North Sea. - In: Nettleship, D. N., G. A. Sanger & P. F. Springer (eds.): *Marine birds: their feeding ecology and commercial fisheries relationships*: 162-169, Can. Wildl. Serv., Dartmouth, N.S..
- FURNESS, R. W., 1992. Implications of changes in net mesh size, fishing effort and minimum landing size regulations in the North Sea for seabird populations. - 63 S., *Appl. Orn. Unit, Dept. Zool., Univ. Glasgow*; Contract Report to Joint Nature Conservancy Council (JNCC) and Scottish Office, Glasgow.

- FURNESS, R. W. & J. COOPER, 1982. Interactions between breeding seabird and pelagic fish populations in the southern Benguela region. - *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 8: 243-250.
- FURNESS, R. W., K. ENSOR, & A. V. HUDSON, 1992. The use of fishery waste by Gull populations around the British Isles. - *Ardea* 80(1): 105-113.
- FURNESS, R. W., A. V. HUDSON & K. ENSOR, 1988. Interactions between scavenging seabirds and commercial fisheries around the British Isles. - In: Burger, J. (ed.): *Seabird and other vertebrates: Competitions, predation and other interactions*: 240-268, Columbia Univ. Press, N.Y..
- FURNESS, R. W. & P. MONAGHAN, 1987. *Seabird ecology*. 164 S., Blackie, Glasgow, London.
- GARTHE, S., 1993. Quantifizierung von Abfall und Beifang der Fischerei in der südöstlichen Nordsee und deren Nutzung durch Seevögel. - *Hamb. avifaun. Beitr.*: 125-237.
- GARTHE, S. & O. HÜPPOP, 1994. Distribution of ship-following seabirds and their utilization of discards in the North Sea in summer. - *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 106: 1-9.
- GERITS, R., 1992. Industrial Fisheries: A growing problem in the North Sea. - *North Sea Monitor* 12: 9-10.
- GOETHE, F., 1956. *Die Silbermöwe*. 96 Seiten, A. Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt.
- GUBERNATOR, M., 1994. Sozioökonomischer Vergleich der niedersächsischen und schleswig-holsteinischen Fischereiwirtschaft. - *Inf. Fischwirtsch.* 41 (3): 136-141.
- HEIDE, VAN DER G., 1938. Waarnemingen over het vorkommen van enkele zeevogels bij de Doggersbank in October 1936. *Ardea* 27: 256-258.
- HEMPEL, G., 1978. North Sea fisheries and fish stocks - a review of recent changes. - *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer.* 173: 145-167.

- HUDSON, A. V. & R. W. FURNESS, 1988. Utilization of discarded fish by scavenging seabirds behind whitefish trawlers in Shetland. - J. Zool. (Lond.) 215: 151-166.
- HÜPPOP, O. & S. GARTHE, 1993. Seabirds and fisheries in the southeastern North Sea. - Sula 7 (1): 9-14.
- HÜPPOP, O.; S. GARTHE, E. HARTWIG, & U. WALTER, 1994. Fischerei und Schiffsverkehr: Vorteil oder Problem für See- und Küstenvögel? - In: Lozan, J. L.; E. Rachor; K. Reise; H. v. Westernhagen & W. Lenz (Hersg.): Warnsignale aus dem Wattenmeer: 278-285, Blackwell, Berlin.
- IDYLL, C. P., 1973. The anchovy crisis. - Sci. Am. 228: 22-29.
- JONES, L. & A. DE GANGE, 1988. Interactions between seabirds and fisheries in the north Pacific Ocean. - In: Burger, Seabirds and other marine vertebrates: Competitions, predation and other interactions: 286-287, Columbia Univ. Press, N.Y..
- KOCK, K.-H., 1974. Nahrungsökologische Untersuchungen an Mantelmöwen (*Larus marinus*) auf Helgoland. - Helgol. wiss. Meeresunters. 26: 88-95.
- LEOPOLD, M. F., 1993. Spisula's, zeeeeden en kokkelvissers: een nieuw milieuprobleem op de Noordzee. - Sula 7: 24-28.
- LEOPOLD, M. F., H. SKOV, & O. HÜPPOP, 1993. Where does the Wadden Sea end? Links with the adjacent North Sea. - WSNL 3: 5-9.
- LÖHMER, K. & G. VAUK, 1969. Nahrungsökologische Untersuchungen an übersommernden Silbermöwen (*Larus argentatus*) auf Helgoland im August/September 1967. - Bonner zool. Beitr. 20: 110-124.
- LOZÀN, J., 1994. Über die ökologische und wirtschaftliche Bedeutung der Nordseegarnele im Wattenmeer mit Bemerkungen über andere Krebsarten. In: - In: Lozan, J. L.; E. Rachor; K. Reise; H. v. Westernhagen & W. Lenz (Hersg.): Warnsignale aus dem Wattenmeer: 117-122, Blackwell, Berlin.

- MEIJERING, M. P. D., 1954. Zur Frage der Variationen in der Ernährung der Silbermöwe *Larus argentatus* Pont. - Ardea 42: 163-175.
- MICHAELIS, H., 1991. Veränderungen des Miesmuschelbestandes im niedersächsischen Wattenmeer. - In: Schutzgemeinschaft Deutsche Nordseeküste e.V. Probleme der Muschelfischerei im Wattenmeer: 16-25, Wilhelmshaven.
- MONAGHAN, P., 1992. Seabirds and sandeels: the conflict between exploitation and conservation in the northern North Sea. - Biodivers. Conserv. 1 (2): 98-111.
- MONTEVECCHI, W. A., 1993. Birds as indicators of change in marine prey stocks. - In: Furness, R. W. & J. J. D. Greenwood (eds.): Birds as monitors of environmental change: 217-266, Chapman & Hall, London.
- MURPHY, R. C., 1914. Observation on birds of the south Atlantic. - Auk 31: 439-457.
- NOORDHUIS, R. & A. L. SPAANS, 1992. Interspecific competition for food between herring *Larus argentatus* and lesser black-backed gulls *L. fuscus* in the Dutch Wadden Sea area. - Ardea 80(1): 115-132.
- PATERSON, A. M., A. MARTINEZ VILALTA & J. I. DIES, 1992. Partial breeding failure of Andonin's Gull in two spanish colonies in 1991. - Brit. Birds 85: 97-100.
- PETERS, N., 1933. Über den Einfluß der Fischnahrung auf die Lebensgewohnheiten der Seeschwalben. - Ornithol. Monatsber. 41: 5-13.
- POSTUMA, K. H. & G. RAUCK, 1978. The fishery in the Wadden Sea. - In: Dankers, N., W. J. Wolff & J. J. Zijlstra (eds.): Fishes and fisheries of the Wadden Sea, Bd. Report 5 Wadden Sea Working Group: 139-157, Balkema, Rotterdam.
- RAUCK, G., 1991. Langzeitserie zur Lösung des Problems der Winterfischerei auf Garnelen begonnen. - Inf. Fischw. 38 (4): 10-12.

- RAUCK, G. & J. J. ZIJLSTRA, 1978. On the nursery-aspects of the Wadden Sea for some commercial fish species and possible long term changes. - Rapp P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 172: 266-275.
- REVIER, H., 1992. The Wadden Sea: The Threat from fisheries. - North Sea Monitor 12: 11-12.
- RHUMBLER, L., 1938. Die Möwen als Dampferbegleiter. - Verh. Ornithol. Ges. Bayern 21: 354-433.
- SCHAFFNER, F. C., 1986. Trends in elegant tern and northern anchovy populations in California. - Condor 88: 347-354.
- SCHIRMEISTER, B., 1993. Zu Verlusten von Wasservögeln in Fischnetzen der Küstenfischerei. - Falke 40(10): 343-346.
- SCHLIEKER, E., 1993. Kormorane westlich Rügen. - Fischerbl. 2: 43-46.
- SHERMAN, K., C. JONES, L. SULLIVAN, W. SMITH, P. BERRIEN & L. EJSYMONT, 1981. Congruent shifts in sand eel abundance in western and eastern North Atlantic ecosystems. - Nature 291: 486-489.
- SPAANS, A.L., 1971. On the feeding ecology of the herring gull *Larus argentatus* Pont. in the northern part of the Netherlands. - Ardea 59: 73-188.
- SPAANS, A. L. & H. BLOKPOEL, 1990. Concluding remarks: Superabundance in gulls: causes, problems and solutions. - In: Bell, B. D. (ed.): ACTA XX Congressus Internationalis Ornithologici, Bd. IV: 2396-2398, New Zealand Ornithological Congress Trust Board, Wellington.
- STRANN, K.-B., W. VADER, & R. BARRETT, 1991. Auk mortality in fishing nets in north Norway. - Seabird 13: 22-29.
- SÜDBECK, P. & B. HÄLTERLEIN, 1994. Brutvogelbestände an der deutschen Nordseeküste im Jahre 1992 - Sechste Erfassung durch die Arbeitsgemeinschaft "Seevogelschutz". Seevögel 14 (4): 11-15.

- TASKER, M. L., A. WEBB, A. J. HALL, M. W. PIENKOWSKI & D. R. LANGSLOW, 1987. Seabirds in the North Sea. - Nature Conservancy Council, Peterborough.
- TIEWS, K., 1983. Über die Veränderung im Auftreten von Fischen und Krebsen im Beifang der deutschen Garnelenfischerei während der Jahre 1954-1981. - Arch. Fisch. Wiss. 34: 1-156.
- TIEWS, K. & H. WIENBECK, 1990. Grundlagenmaterial zu "35-Jahres-Trend (1954-1988) der Häufigkeit von 25 Fisch- und Krebstierbeständen an der Deutschen Nordseeküste". - Veröff. Inst. Küsten- und Binnenfischerei: 103.
- WALTER, U. & P. H. BECKER, 1994. The significance of discards from the brown shrimp fisheries for seabirds in the Wadden Sea - preliminary results. - In: Frederikson, M. & K. Dahl (eds.): Birds and their Ecology in the Wadden Sea, Ophelia (Suppl. 6): 253-262, Ophelia Publications, Helsingör.
- WIENS, J. A. & J. M. SCOTT, 1975. Model estimation of energy flow in Oregon coastal seabird populations. - Condor 77: 439-452.
- WILL, K. R., 1992. Die deutsche Seezungenfischerei seit Einführung der Quotierung. - Fischerbl. 40(1): 4-12.
- WILL, K. R. & H. KOCK, 1982. Bericht über die Krabbenfischerei. - Fischerbl. 30(11): 275-284.