

FISCH ALS LEBENSMITTEL

Über Fischereiresourcen und ihre Nutzung

Werner Münkner, Institut für Fischereitechnik und Fischqualität

Im Jahr 1997 hat die Food and Agriculture Organization warnend betont, die weltweite Fischereiintensität habe seit 1951 so stark zugenommen, dass von den 200 wichtigsten Nutzfischbeständen 35 % als überfischt eingestuft werden müssen, 25 % sich an der Grenze der fischereilichen Belastung befinden und nur 40 % als fischereilich noch belastbar gelten. Grundsätzlich sei nicht mehr zu erwarten, dass andere Fischarten für eine breitere wirtschaftliche Nutzung als Rohwarenressource in Frage kommen. Mit dem gestiegenen Fischereiaufwand auf die eigentlichen Zielarten habe gleichzeitig der Anteil nicht erwünschter Fangobjekte (dem sog. Beifang) am Gesamtfang zugenommen.

Fangerträge und Discard

Nach Angaben der FAO beträgt das Weltfischereiaufkommen in den letzten Jahren ca. 120 Mio. t, wovon etwa 30 Mio. t (25 %) zu Fischmehl bzw. -silage verarbeitet werden (FAO 2000). Zu dieser Fangmenge kommen weitere geschätzte 20 bis 30 Mio. t (15 bis 20 %) als nicht erwünschte oder nicht erlaubte Beifänge (überwiegend tot oder stark geschädigt nach dem Hieven), die nicht genutzt und wieder über Bord gegeben werden (Alverson et al. 1994; Hubold 1998). Diese sogenannten Discards können z. B. in der tropischen Garnelenfischerei mehr als das Zehnfache der Anlandemenge betragen. In der Nordsee wird bei einigen Fischereien die Menge der Discards gleich der Anlandemenge geschätzt (Hubold 1998). Bei der Seezungenfischerei in der Nordsee wurde ein Discardanteil von 88 bis 93 % ermittelt (Garthe et al. 1997). Bei bestimmten Fischereien wird der Discardanteil weiter dadurch erhöht, dass von den an Bord befindlichen legalen Fängen im nachhinein bestimmte maßige Anteile, die am Markt weniger gefragt sind, verworfen werden (sog. „highgrading“).

Allein in der norwegischen Fischerei wird mit Beifängen von 550 000 t pro Jahr gerechnet (Liaset et al. 2000). Nach Weber (1995) werden jährlich mindestens 640 000 t Beifang in der Nordseefischerei verworfen. Das sind 20 bis 30 % der Gesamtfänge. Ernst et al. (1999, 2000) schätzen ein, dass allein 1998 in der deutschen Dorschfischerei der Ostsee 6,8 Mio. Jungdorsche discardet wurden. Diese Rekruten entsprechen nach dem Heranwachsen einer nicht nutzbaren Fangreserve von 3400 t, d. h. ca. 30 % der deutschen Dorschanlandungen 1998. Prinzipiell wird im Discard ein bisher nicht genutztes Rohwarenpotential gesehen.

Über die Beifangproblematik hat es in den letzten Jahren immer wieder lebhaft Diskussionen gegeben, die teilweise sehr kontrovers geführt wurden. So reichen die Forderungen zur Beifangregulierung vom Verbot bestimmter Fischereien über die Einführung von Schonzeiten, der Entwicklung und Verwendung selektiver

Fishery resources and their utilization

The reduction of discards will only be achieved, if more effective methods of catch selection will be developed and used. In principle, the unavoidable bycatch of commercial fish should be used for human consumption, independent of the requirements for minimum length and existing catch quotas. The amount of such bycatch should be charged to the total catch quota and preferably be used for processing of fish portions with skin (carcasses with skin), because this kind of processing results in higher yields and nutritional advantages compared to fillet processing. Unfortunately, nowadays, in the German fishery and fish trade this traditional form of supply is only of minor importance because of the predominance of fillets and fillet products. However, cooperation between fishing industry and fish trade and a good advertising of processed fish portions with skin could overcome this problem. In the pelagic fishery of herring, mackerel and other similar pelagic species the bycatch of small sized specimen of these species can be a problem. These small sized fish can principally be processed to traditional fish products, but the processing costs for them are much higher. The prospects for processing of the bycatch into minced fish meat, fish protein concentrate or fish protein hydrolysate are very poor under the existing regime in the German fishing industry. A further way for processing of the bycatch, which can not be used for human consumption, is the production of fish meal. However, only three German factory ships dispose of fish meal plants. Under the current economic conditions, i.e. because of limited storage capacity, the German trawler and cutter fleet is not able to transport the bycatch for fish meal production ashore.

Fanggeräte, den Fangplatzwechsel bei Überschreiten bestimmter Beifanganteile bis zu einer vollständigen Anlandung des Discards und dessen Nutzung für die menschliche bzw. tierische Ernährung (WWF 1998; BMELF 1998). Hubold (2000) sieht den Beifang unerwünschter Arten (Fische, Bodentiere, Meeressäuger, Schildkröten und Meeresvögel) als eines der großen, nicht gelösten Probleme der Fischerei an. Im Folgenden wird versucht, einige Wege und Gedanken zur Discardreduzierung und -nutzung darzulegen.

Überlebenschancen des Discards

Der Zustand des Discards nach dem Rückwurf, d. h. lebendig, geschädigt mit Überlebenschancen, sterbend oder tot, hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie z. B. Art, Alter, Fanggerät und -methode, Schleppzeit, Wassertiefe, Behandlung an Bord etc. Zur Überlebensrate liegen unterschiedliche Angaben vor. Bei den in größeren Tiefen gefangenen Grundfischen, wie z. B. Kabeljau, Seelachs, Schellfisch, Rotbarsch, Heilbutt u. a., kann davon ausgegangen werden, dass kaum Überlebenschancen bestehen. Juvenile Fische sind dabei empfindlicher als adulte (Alverson et al. 1994).

Bei der kommerziellen Garnelenfischerei in der Nordsee wurde für Wittling eine 100-%ige und für Plattfische eine 17 bis 100-%ige Sterblichkeit nach dem Überbordgeben registriert (Berghahn et al. 1992). Die Mortalität von untermaßigem Dorsch in der kommerziellen Fischerei wurde als sehr hoch eingeschätzt (Suuronen et al. 1996).

Fonds (1994) ermittelte bei der Baumkurrenfischerei für untermaßige Plattfische eine Sterblichkeit im Discard von über 90 %, während die Überlebensrate nach einer Selektion im Netz durch entsprechende Maschenweiten 80 bis 90 % betrug. Bei pelagischen Fischarten kann aufgrund der großen Empfindlichkeit gegenüber Haut- und Schuppenverletzungen davon ausgegangen werden, dass nur minimale Überlebenschancen bestehen. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass gegenwärtig mit hohen Sterblichkeitsraten im Discard in der kommerziellen Fischerei zu rechnen ist.

Regelungen zur Discardbehandlung

Die geltenden fischereirechtlichen Regelungen der Europäischen Union (EU) legen für den Fang und dessen Anlandung bei den verschiedenen Meerestieren in den Gewässern der Gemeinschaft bestimmte Mindestgrößen bzw. -gewichte fest (EG 1998).

Generell wird gefordert, die Praxis der Rückwürfe in das Meer soweit wie möglich einzuschränken. *Meeres-tiere, die aber die Mindestgrößenforderungen nicht er-*

füllen bzw. deren Fangquote bereits ausgeschöpft wurde oder die außerhalb der festgelegten Fangzeiten gefangen werden, müssen grundsätzlich als Discard behandelt und über Bord gegeben werden. Die Festlegungen zu den Mindestgrößen bzw. -gewichten werden in bestimmten Zeitintervallen aktualisiert. So sieht die ab dem 1. 1. 2000 verbindliche Verordnung z. B. keine Mindestgrößenfestlegung für die Kliesche mehr vor. Bei Scholle aus Nordseefängen wurde die Mindestgröße von 27 auf 22 cm herabgesetzt. Diese generellen Regelungen zu den Mindestgrößen werden jedoch z. T. bei der Zuordnung der jährlichen Fangquoten innerhalb der EU durch spezielle Festlegungen außer Kraft gesetzt. So wurde z. B. bei der Schollenquote für das Jahr 2000 die Mindestgröße wieder auf 27 cm angehoben.

Wege zur Reduzierung und Nutzung des Discards

Nach den vorliegenden Untersuchungen kann davon ausgegangen werden, dass der überwiegende Teil des Discards in der kommerziellen Fischerei mit den z. Z. praktizierten Fangmethoden tot oder zumindest stark geschädigt ist und nur geringe Überlebenschancen beim Überbordgeben besitzt. Eine Schonung des nicht marktfähigen juvenilen Bestandes wird nur erreicht, wenn eine Beifangreduzierung beim Fangvorgang selbst durch eine wirksame Selektion bereits im Wasser realisiert wird.

Eine weitere Möglichkeit stellt der Fangplatzwechsel bei Überschreiten gesetzlich geregelter maximaler Beifanganteile an untermaßigen Fangobjekten dar (in der norwegischen Fischerei z. B. 15 % (Hubold 2000)). Während jedoch die erste technische Maßnahme einer selektiven Fischerei in Grenzen kontrollierbar ist, baut die zweite auf Vertrauen und kann leicht unterlaufen werden.

So wird in der Nordsee von einigen Ländern traditionell eine Industriefischerei zur Fischmehlherstellung betrieben, bei der der gesamte Fang zu Fischmehl verarbeitet wird. Ein Fangplatzwechsel wird gefordert, wenn bei dieser Fischerei bestimmte Beifanganteile überschritten werden. Diese Verwertungsform ist prinzipiell für den nicht vermarktungsfähigen Beifang denkbar, und so ist z. B. in der norwegischen Fischerei eine grundsätzliche Anlandung des Beifanges bei Fängen innerhalb der 200-sm-Zone gesetzlich vorgeschrieben (Anon. 1989). Es liegen keine Erfahrungen vor, mit welcher Konsequenz diese Festlegungen im norwegischen Fischereialltag umgesetzt werden.

Damit erhebt sich die Frage, welche Möglichkeiten es gibt, geeignete Discardanteile vorrangig für die menschliche Ernährung zu nutzen, ohne die Position der erzie-

herischen Absicht hinsichtlich einer Discardminimierung in der Fischerei als Leitprinzip in Frage zu stellen.

Selektive Fanggeräte und -methoden

Der effektivste Weg zur Discardreduzierung führt über die Entwicklung und Einführung selektiver Fanggeräte und -methoden. Auf diese Weise kann am besten den ökologischen, bestandserhaltenden und- bei entsprechendem Management- den ökonomischen Belangen Rechnung getragen und so ein entscheidender Beitrag für eine *nachhaltige Fischerei* geleistet werden. So konnte beim Ostseedorsch-, Herings- und Plattfischfang gezeigt werden, dass durch veränderte Steertkonstruktionen eine verbesserte Selektionswirkung und damit eine Schonung der Jungfischbestände ermöglicht werden kann (Dahm et al. 1996, 2000; Ernst et al. 2000; Rehme 1999; Gabriel et al. 2000). Die Entwicklung verbesserter Selektionsvorrichtungen in der Fischerei besitzt deshalb uneingeschränkte Priorität bei der Discardreduzierung.

Verwertung des Discards für die menschliche bzw. tierische Ernährung

Es muss nochmals betont werden, dass es gegenwärtig keine rechtliche Basis für eine Nutzung des Discards in den Mitgliedsländern der EU gibt. Es sollte jedoch auch in den EU-Gewässern über ein Discardverbot, d. h. ein *Anlandegebot* des gesamten Fanges, nachgedacht werden. Aus diesem Grund sind die folgenden Ausführungen als Gedanken einer notwendigen Diskussion dieser Problematik aufzufassen. Prinzipiell lässt sich eine Verwertung des Beifanges zu folgenden Produkten vornehmen:

- Anlandung vermarktungsfähiger maßiger Anteile als Frischfisch bei Anrechnung auf die Fangquote
- Anlandung untermaßiger vermarktungsfähiger Fische zur Herstellung von Portionsfisch bei Anrechnung auf die Fangquote
- Verarbeitung zu traditionellen Fischerzeugnissen, wie z. B. Fischdauerkonserven, Marinaden, Bratfischwaren, Räucherfischen etc.
- Gewinnung von Fischfarce
- Herstellung von Fischproteinkonzentrat (FPC) bzw. -hydrolysat (FPH)
- Herstellung von Fischmehl und -silage für die tierische Ernährung

Menschliche Ernährung

Anlandung vermarktungsfähiger maßiger und untermaßiger Fische zur Herstellung von Portionsfisch

Bei der Nutzung des Beifanges für die menschliche Ernährung sollten zunächst die mitgefangenen maßigen Konsumfische, deren Fangquote bereits ausgeschöpft

ist, angelandet, vermarktet und quotenmäßig angerechnet werden. Damit wird auch der Forderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Rechnung getragen (BMELF 1998).

Bei den untermaßigen Fischarten sollten die Absatzmöglichkeiten als Portionsfisch untersucht werden. So sind z. B. durchaus Verwertungsmöglichkeiten von Plattfisch- und Kabeljauartigen zu sehen, die die Mindestgrößenanforderungen nicht erfüllen (bei Plattfisch- bzw. Kabeljauartigen ab etwa 20 bzw. 30 cm), wenn eine entsprechende Bearbeitung gegeben ist. Als Regulativ dafür, den Prozentsatz untermaßiger Fische beim Fang möglichst tief zu halten, sollte ein niedrigerer Preis bei der Vermarktung dieser Angebotsform dienen.

Bearbeitung

Die Bearbeitung kleiner Fischsortierungen stellt ein zentrales Problem für eine erfolgreiche Vermarktung dar. In der deutschen Fischwirtschaft hat sich der Speisefischabsatz in den zurückliegenden Jahren sehr stark auf die Veredlungsform Filet konzentriert. Diese Angebotsform setzt für eine rationelle und effektive Bearbeitung der Rohware Mindestfischgrößen voraus, deren Bereitstellung die kommerzielle Fischerei zunehmend vor erhebliche Probleme stellt. So ist z. B. eine wirtschaftliche maschinelle Filetierung von Plattfischen < 26 cm nicht gegeben. Hier bietet sich als Alternative nur die manuelle Bearbeitung zu Filet bzw. Portionsfisch (ausgenommen, ohne Kopf, ohne Schwanz, ohne Flossensaum) an. Dabei bietet der Portionsfisch (bei Entfernung der schwarzen Hautseite) mit einer etwa doppelt so hohen Ausbeute gegenüber Filet einen deutlichen Vorteil (Münkner und Oehlenschläger 1997). Diese Bearbeitungsform gehört deshalb in anderen europäischen Ländern, wie z. B. in den Niederlanden und Großbritannien, nach wie vor zu den traditionellen Angebots- und Absatzformen.

Die gleiche Problematik stellt sich bei der Bearbeitung kleiner Sortierungen Kabeljauartiger dar. Auch hier ist nur eine Handfiletierung angezeigt, die jedoch aufgrund der sehr zarten und empfindlichen Fleischstruktur und der geringen Ausbeute schnell ihre Grenzen erreicht. Die Methode der Wahl bietet sich deshalb auch in der manuellen Portionsfischherstellung mit Haut.

Ernährungsphysiologische Betrachtungen

Neben der deutlichen Ausbeutesteigerung bietet der Verzehr von *Portionsfisch mit Haut* auch ernährungsphysiologische Vorteile. So konnte gezeigt werden, dass die Haut Kabeljauartiger einen bis zu 20-fach höheren Jodgehalt als das Muskelfleisch aufweisen und durch den Mitverzehr der Haut erheblich zur Deckung des Jodbedarfs beigetragen werden kann (Karl und Münkner 1999).

Auch die Jodgehalte der Haut Plattfischartiger liegen etwa 3-fach höher als die des Muskels. Von ernährungsphysiologischem Interesse sind auch die beträchtlichen Gehalte der Haut an Mineralstoffen (z.B. Calcium, Phosphor, Kalium, Natrium, Magnesium) und Spurenelementen (z. B. Eisen, Kupfer, Fluor, Zink (Martin und Flick 1990)) sowie an den Vitaminen A und B₂ (Riboflavin) (Borgstrom 1961). Erwähnenswert sind auch Verluste an essentiellen Omega-3-Fettsäuren, die bei einer Enthäutung durch die gleichzeitige Mitentfernung von subkutanem Fettgewebe bzw. einem Nichtmitverzehr der Haut auftreten. Das trifft insbesondere für die Enthäutung von Magerfischen zu.

Voraussetzungen für eine Herstellung von Portionsfisch und dessen Absatzchancen

Betriebe für eine Bearbeitung der angelandeten Rohware sind in der deutschen Fischwirtschaft kaum bzw. nicht mehr vorhanden. Die Gründe dafür sind vielschichtig. Die Herstellung von Portionsfisch müsste deshalb in erster Linie durch den Fangbetrieb oder Fischer selbst erfolgen. Das bedeutet zusätzlichen Arbeitsaufwand, der sicherlich nur schwer und dann nur schrittweise zu realisieren ist.

Andererseits fehlen für die Vermarktung größerer Portionsfischauflagen gesicherte Absatzgarantien und -erfahrungen, da eine Verbraucherorientierung auf derartige Angebotsformen seit Jahren eine untergeordnete Rolle im Handel spielte. Hier kann nur durch eine enge Zusammenarbeit zwischen den Fischereibetrieben und den Absatzeinrichtungen bei entsprechender sachlicher Werbung und Aufklärung für diese Absatzform eine Marktvorbereitung erfolgen. Absatzmöglichkeiten für diese Bearbeitungsform werden trotz der vorhandenen Probleme gesehen. Zudem sollten Exportmöglichkeiten kleiner Sortierungen bzw. von Portionsfisch geprüft werden. Dieser Weg soll z. B. durch die Niederlande beim Absatz von Kliesche nach Japan erfolgreich besritten werden (Steingasser, pers. Mittlg.).

Verarbeitung zu traditionellen Fischerzeugnissen

Für die Produktion traditioneller Fischerzeugnisse, wie z. B. Fischdauerkonserven, Marinaden, Bratfischwaren und Räucherfischerzeugnisse, werden vornehmlich Herings- und Makrelenartige verwendet. Beim Fang dieser Fische kann wohl eine weitgehend gezielte artenspezifische Fischerei erreicht werden, nicht aber der Fang unterschiedlicher Größenklassen (sog. Mixfänge) vermieden werden. In vielen Fällen wird deshalb nur die gewünschte große Ware der Verwertung für die menschliche Ernährung zugeführt. Prinzipiell lassen sich auch die kleineren Sortierungen bei allerdings höherem ökonomischen Aufwand und verminderter Arbeitsproduktivität nutzen. Aus Kostengründen wird dieser Weg bisher kaum besritten.

Herstellung von Fischfarce (zerkleinertem Muskelfleisch)

Die Fischfarcegewinnung hat bisher in der deutschen Fischwirtschaft zur Rohwarenaufbereitung keine Bedeutung. Für eine Anwendung dieser Technologie zur Beifangverwertung bestehen deshalb keine Voraussetzungen. Zudem kann die notwendige Eislagerung und Einhaltung der Kühlkette zur Gewährleistung einer optimalen Rohwarenqualität bis zur Anlandung durch die Fangfahrzeuge nicht gesichert werden. Hinzu kommt, dass der Beifang aufgrund seiner Inhomogenität in Größe und Spezieszusammensetzung nicht geeignet ist, Fischfarce zu gewinnen, die den zu stellenden Qualitätsanforderungen genügt. Eine Orientierung auf eine derartige Verarbeitungsrichtung scheidet deshalb aus.

Herstellung von Fischproteinkonzentrat (FPC) bzw. -hydrolysat (FPH)

Diese Verwertungsform spielt in der deutschen Fischwirtschaft ebenfalls keine Rolle. Auch international hat die FPC- bzw. FPH-Herstellung in der Fischwirtschaft kaum Eingang gefunden, obwohl in zahlreichen Ländern umfangreiche Forschungsprojekte durchgeführt wurden (Martin 1994). So ist bekannt, dass durch die norwegische Fischmehlindustrie zwischen 1968 und 1992 insgesamt 20 000 t FPC vom Typ B (Fettgehalt $\leq 3\%$) für die menschliche Ernährung in einigen Entwicklungsländern Asiens und Afrikas produziert wurden (Langmyhr 1996). Diese Herstellung wurde 1992 eingestellt, da das FPC den Qualitätsansprüchen nicht gerecht wurde und von wechselnder Güte war (sensorisch unbefriedigend, fehlende funktionelle Eigenschaften für einen breiten Einsatz in Lebensmitteln). Norwegen soll jährlich noch etwa 100 t FPC für spezielle Anwendungen in der Lebensmittelindustrie herstellen. Weitere Produzenten für FPC in der Welt sind nicht bekannt.

FPC mit stark verbesserten funktionellen Eigenschaften, wie z. B. Wasserbindungs-, Emulgier- und Gelbildungsvermögen in Form von Fischhydrolysaten und -isolaten, konnten sich ebenfalls in der Praxis nicht durchsetzen. Alle Verfahren zur FPC-Herstellung weisen bei aufwendigen Verfahren hohe Kosten aus und lassen deshalb eine praktische Umsetzung bisher nicht zu.

Tierische Ernährung

Als weitere prinzipielle Möglichkeit einer sinnvollen Discardnutzung bietet sich die Fischmehlherstellung zur Gewinnung hochwertiger Futtermittel für die Aquakultur und die Tierernährung an. Über die bereits angeführte traditionelle Industriefischerei auf nicht bzw. kaum für die menschliche Ernährung genutzte Fischarten zur Fischmehlherstellung an Land durch einige Nordseeanrainer wird dieser Weg praktiziert. Auch bei dieser Fischerei existiert die Beifangproblematik. So gibt es in der dänischen Industriefischerei Überlegun-

gen als Alternative zum Verwerfen des Heringsbeifanges bei Überschreiten der festgelegten 10 % einen höheren Anteil bei Festsetzung einer kontrollierbaren Gesamtbeifangmenge zu tolerieren, die nicht überschritten werden darf (Hubold 1997).

Eine Anlandung des Discards zur Fischmehlherstellung durch die deutsche Trawler- und Kutterflotte ist aufgrund sehr begrenzter Lagerkapazitäten für eine Rohwarenbewahrung nicht möglich, ohne die Wirtschaftlichkeit dieser Fischerei vollends zu gefährden.

Voraussetzungen für eine umfassende Discardverwertung zur Fischmehlherstellung sind in der deutschen Hochseefischerei nur noch auf drei autonom operierenden Fang- und Verarbeitungsschiffen gegeben, die über Fischmehlmaschinen verfügen und 1998 insgesamt 950 t Fischmehl produzierten (BMELF 1999). Für diese Herstellung werden bisher ausschließlich die Bearbeitungsrückstände verwendet. So wäre auf See nur ein Bruchteil des anfallenden Discards auf diesem Weg verwertbar. Einer Fischsilagegewinnung bei einer möglichen Anlandung des Discards werden keine bzw. nur begrenzte lokale Möglichkeiten eingeräumt.

Zitierte Literatur

- Alverson, D. L., Freeburg, M. H., Murawski, S. A., Pope, J. G.: A global assessment of fisheries bycatch and discards. Fish. Tech. Pap. No. 339, 1994.
- Anon.: Verordnung des norwegischen Fischereiministeriums vom 10. 10. 1989: Regulations relating to mesh size, bycatches, closed seasons and minimum size etc. during fishing operations for herring and other fish. 1989.
- Berghahn, R.; Waltemath, M.; Rijnsdorp, D.: Mortality of fish from bycatch of shrimp vessels in the North Sea. J. App. Ichthyol. 8, 293–306, 1992.
- BMELF: Fischwirtschaft in Deutschland – Markt, Politik, Forschung. Bonn: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1998.
- BMELF: Jahresbericht über die deutsche Fischwirtschaft 1999. Bonn: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1999.
- Borgstrom, G.: Fish as food. Vol. 1, New York, London: Academic Press, 1961.
- Dahm, E.; Wienbeck, H.: Neues aus der Selektionsforschung am Ostseedorsch. Inf. Fischwirtsch. Fischereiforsch. 47 (3), 144–149, 2000.
- EG: Verordnung (EG) 850/98 des Rates vom 30. 3. 1998 zur Erhaltung der Fischereiresourcen durch technische Maßnahmen zum Schutz von jungen Meerestieren. Luxemburg: Europäische Gemeinschaft, 1998.
- Ernst, P.; Müller, W.: Deutsche und internationale Dorschfischerei in der Ostsee im Jahr 1998. Inf. Fischwirtsch. Fischereiforsch. 46 (3), 32–35, 1999.
- Ernst, P.; Müller, H.; Dahm, E.; Gabriel, O.: Konzept für eine bestandsschonendere Nutzung der Dorschvorkommen in der westlichen Ostsee. Inf. Fischwirtsch. Fischereiforsch. 47 (1), 19–24, 2000.
- FAO: The state of world fisheries and aquaculture 1996. Rome: Food and Agriculture Organization. 125 pp, 1997.
- FAO: FAO Yearbook. Fishery statistics – Commodities. Rome: Food and Agriculture Organization. Vol. 87, No. 55, 2000.
- Fonds, M.: Mortality of fish and invertebrates in beam trawl catches and the survival chance of discards. In: Goot, S. J.; Lindeboom, H. J.: Environment impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of North Sea. NIOZ-rapport, 1994-11, RIVO-DLO, report C 026/94, 131–146, 1994.
- Gabriel, O.; Rehme, W.; Richter, U.: Selektionsuntersuchungen an Schleppnetzsteerten für den Plattfischfang in der Ostsee. Inf. Fischwirtsch. Fischereiforsch. 47 (1), 38–44, 2000.
- Garthe, S.; Damm, U.: Discards from beam trawl fisheries in the German Bight (North Sea). Arch. Fish. Mar. Res. 45 (3), 223–242, 1997.
- Hubold, G.: Ressourcen: Fisch, Krebs- und Weichtiere. In: Keller, M.: Handbuch Fisch, Krebs- und Weichtiere. Hamburg: Behr's, 1994, 3. Akt.-Lfg. 1998.
- Hubold, G.: Pro und Kontra Industriefischerei. Inf. Fischwirtsch. 44 (4), 135–138, 1997.
- Hubold, G.: Nachhaltige Entwicklung der Hochseefischerei. Inf. Fischwirtsch. Fischereiforsch. 47 (4), 163–179, 2000.
- Karl, H.; Münkner, W.: Jod in marinen Lebensmitteln. Ernährungs-Umschau 46 (8), 288–291, 1999.
- Langmyhr, E.: Sensory properties of fish powder. 26th WEFTA Meeting, Gdynia, PL, 22.9.–26.9.1996.
- Liaset, B.; Lied, E.; Espe, M.: Enzymatic hydrolysis of by-products from the fish filleting industry; chemical characterisation and nutritional evaluation. J. Sci. Food and Agric. 80 (5), 581–589, 2000.
- Martin, A. M.: Fisheries processing-biotechnical applications. London: Chapman & Hall, 206–220, 1994.
- Martin, R. E.; Flick, G. J.: The seafood industry. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990.
- Münkner, W.; Oehlenschläger, J.: Vergleich von Ausbeutefaktoren und Eislagerqualität zwischen Kliesche (*Limanda limanda*) und Scholle (*Pleuronectes platessa*) aus der Nordsee. Inf. Fischwirtsch. 44 (2), 76–80, 1997.
- Rehme, W.: Flexibles Gitter für die Größenselektion von Ostseehering. Inf. Fischwirtsch. Fischereiforsch. 46 (2), 23–26, 1999.
- Suuronen, P.; Lehtonen, E.; Tschernij, V.; Larsson, P. O.: Skin injury and mortality of Baltic cod escaping from trawl codends equipped with exit windows. Arch. Fish. Mar. Res. 44 (3), 165–178, 1996.
- Weber, W.: Discard Problematik aus fischbestandskundlicher Sicht. Dtsch. Hydrogr. Z. (Suppl.) 2: 101–108, 1995.
- WWF: Meeresfischerei – Zu viel Fischerei – zu wenig Fisch. Frankfurt/Main: World Wide Fund for Nature (WWF) - Umweltstiftung, 26 S., 1998.