

FISCH ALS LEBENSMITTEL

Zum Stellenwert von Fischmehl in der Aquakultur

Werner Münkner, Institut für Fischereitechnik und Fischqualität

Holmer Kuhlmann, Institut für Fischereiökologie

Die Aquakulturproduktion am Weltfischereiertrag macht gegenwärtig etwa ein Drittel aus. Während die Weltfischerei in den letzten Jahren stagnierte und eine weitere Steigerung nicht zu erwarten ist, legte die Aquakultur mit jährlich etwa 10 % zu. Diese Wachstumsraten werden auch für die nächsten Jahre prognostiziert. Fischmehl und -öl besitzen eine Schlüsselstellung für die weitere Aquakulturentwicklung, insbesondere von carnivoren (fleischfressenden) Fischarten, von denen die Salmoniden zunehmende wirtschaftliche Bedeutung auf dem europäischen, aber auch japanischen und amerikanischen Markt erlangen. Ohne eine entsprechende Bereitstellung von Fischmehl/-öl sind diese Fischarten nicht in der vom Verbraucher erwarteten Qualität und Menge und nicht ökonomisch vertretbar zu produzieren. Fischmehl und -öl werden aus überwiegend kleinwüchsigen Schwarmfischarten hergestellt, die bisher und in absehbarer Zeit kaum bzw. keine Bedeutung für den direkten menschlichen Konsum besitzen. Seit Dezember 2000 ist in Deutschland ein Fischmehl und -öleinsatz bis auf weiteres nur noch in der Aquakultur und im Petfoodbereich gestattet. Schlüssige Argumente für ein Verbot in der übrigen Tierernährung liegen bisher nicht vor. Die Europäische Gemeinschaft lässt dagegen weiterhin eine Verfütterung von Fischmehl an andere Tiere – außer Wiederkäuern – unter bestimmten Kontrollmaßnahmen zu.

Stand und Perspektiven der Aquakultur

Die Weltfischereiproduktion (Weltfischerei einschließlich der Aquakultur mit Wasserpflanzen) betrug 1998 125,7 Mio. t und entsprach einem Erlös (Wert) von 138,8 Mrd. US \$. Die Produktionsmenge aus der Aquakultur hatte davon einen Anteil von 39,4 Mio. t (31 %) mit einem Wert von 52,5 Mrd. US \$ (38 %). Abbildung 1 zeigt die Fang- und Erlösentwicklung der letzten 4 Jahre.

Während der Fangertrag der Weltfischerei stagnierte bzw. abnahm, legte die Produktionsmenge von Fischen in der Aquakultur in jedem Jahr um über 10 % kräftig zu und setzte so den seit Jahren anhaltenden Trend fort (Abbildung 2). Für das Jahr 2010 wird eine Aquakulturproduktion (ohne Wasserpflanzen) von 39 Mio. t (1998: 30,9 Mio. t) prognostiziert (FAO 1997).

Von besonderem Interesse ist die in der Abbildung 2 sowie in den Tabellen 1 und 2 wiedergegebene Analyse der Aquakultur nach den bestimmenden Fischgruppen, Fischarten und den führenden Ländern in der Welt.

Significance of fish meal in aquaculture

The worldwide aquaculture production amounts to about one third of the world fishery catch. While the world fishery catch in the last years is stagnating and an increase is not to be expected, the aquaculture rose by about 10 % annually. This rate of growth is also predicted for the next years. Fish meal and oil forms a key position for the further development of aquaculture, specially for carnivorous fish species, of which the salmonids will gain an increasing economic importance, not only on the European, but also on the Japanese and American markets. Without an adequate supply of fish meal and oil for the production of these fish species, the expected product quality cannot be realized under economic conditions. Fish meal and oil are commonly produced from small pelagic fish species, which, at present and in the near future, have no importance for direct human consumption. Since December 2000 the use of fish meal and oil in Germany is only allowed for use in aquaculture and petfood. However, conclusive arguments for a ban on the utilization for other animal feeds do not exist so far. The European Union continues to allow feeding of other animals – except ruminants – with fish meal under certain control measures.

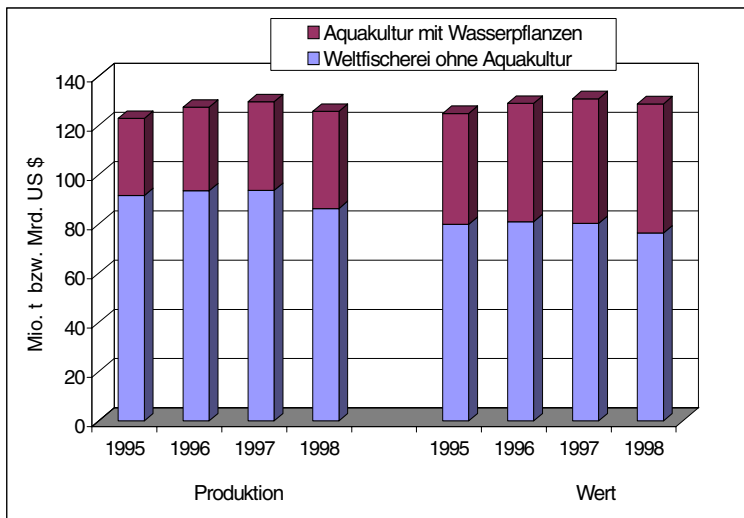


Abbildung 1: Weltfischereiproduktion in Mio. t und -erlös in Mrd. US \$ 1995 bis 1998 (FAO 2000 a, b, c).

World fishery production (mio. t) and value (1000 mio. US \$) 1995 to 1998 (FAO 2000 a, b, c).

Dabei wird die klare Dominanz der Süßwasserfische sichtbar, die wiederum deutlich von den omnivoren/herbivoren (allesfressenden/pflanzenfressenden) Karpfenfischen angeführt werden. Die Karpfenfische werden auch in Zukunft das größte Produktionsvolumen darstellen. Zunehmende Bedeutung werden die kultivierten, überwiegend omnivor lebenden Tilapia-Arten vor allem in den Tropen und Subtropen erlangen (Steffens und Hilge 2000). In der Produktionsmenge führen die asiatischen Staaten und darunter mit deutlichem Abstand die VR China. Die angeführten Fischarten haben den Vorteil, dass sie schnellwüchsig und relativ krankheitsresistent sind. Sie stellen geringe Ansprüche an die Wasserqualität und sind vor allem im Gegensatz zu carnivoren (fleischfressenden) Fischarten anspruchsloser in den Futtermittelanforderungen, und vielfach reichen die lokal erzeugten Futtermittel pflanzlicher Herkunft aus. Tilapien sind weiter dadurch favorisiert, dass durch eine Polykultur mit anderen Fischarten (z. B. Karpfenfischen) eine gute Ausnutzung der Nahrung und Verbesserung der ökologischen Bedingungen in den Gewässern erreicht werden kann. In den Tropen sind mit Tilapien unter günstigen Bedingungen jährlich zwei bis drei Ernten an marktfähigen Speisefischen erzielbar (Steffens und Hilge 2000).

Deutschland liegt seit über 10 Jahren bei einer etwa gleichbleibenden Aquakulturproduktion von ca. 67 000 t, davon z. B. 1998 31 000 t Miesmuscheln, 25 000 t Regenbogenforellen und 11 000 t Karpfen mit einem Erlös von 79,9 Mio. US \$ an 27. Stelle in der Welt. Deutsche Produktionssteigerungen bei Fischen sind in absehbarer Zeit nicht zu erwarten.

Wachstumsbegrenzende Faktoren in der Aquakultur

Futtermittel

Die Futtermittelbereitstellung hat bei der weiteren Steigerung der Aquakulturproduktion eine Schlüsselstellung. Nur bei Sicherung der erforderlichen Futtermengen sind die vorgesehenen Wachstumsraten möglich. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Futtermittel mit entsprechenden Anteilen an tierischen Proteinen, die für die Zucht und Mast der carnivoren Fischarten die Voraussetzung bilden. Hierbei spielt das Fischmehl eine herausragende Rolle. Futtermittel stellen auch einen entscheidenden Kostenfaktor dar. So betragen die Futtermittelkosten gegenwärtig in der norwegischen Lachszucht rund 60 % bei steigender Tendenz (Anon. 2000 a).

Da das Fischmehlangebot auf dem Weltmarkt aufgrund unterschiedlichen Rohwarenaufkommens starken Schwankungen unterliegt, ist die Aquakultur seit Jahren bemüht, Fischmehl durch andere proteinhaltige Futtermittel in den Diäten teilweise zu substituieren (Tacon 1994). Dazu zählen:

- Mehle aus Warmblütern (Fleisch-, Knochen-, Blut-, Federmehl etc.; Verwendung gegenwärtig verboten bzw. eingeschränkt)
- Ölsaatmehle (Sojabohnen-, Rapssaat-, Sonnenblumen- und Baumwollsaatmehl)
- Hülsenfruchtmehle (Ackerbohnen-, Erbsen- und Lupinenmehl)
- Mehle aus Einzellern (SCP, single cell protein: Algen- und Hefemehl und Mehle aus bestimmten Bakterien)
- Andere Mehle (Maisglutenmehl, Kartoffel-Protein- und Blätter-Protein-Konzentrat)

Tacon (1994) weist bei Mehlen aus Warmblütern als Fischmehlsubstitute in der Praxis Rezepturanteile von 10 bis 15 % aus, die jedoch maximal auch 20 bis 50 % betragen können.

Wassermenge und Wasserqualität

Eine Erschließung weiterer Wasserressourcen für die Fischzucht ist in Deutschland sehr begrenzt. Eine Wachstumssteigerung der deutschen Aquakultur ist lediglich durch eine Intensivierung der Produktion möglich. Dabei ist die Erhaltung einer guten Wasserqualität sowohl für die Fische, als auch für die Umwelt von ent-

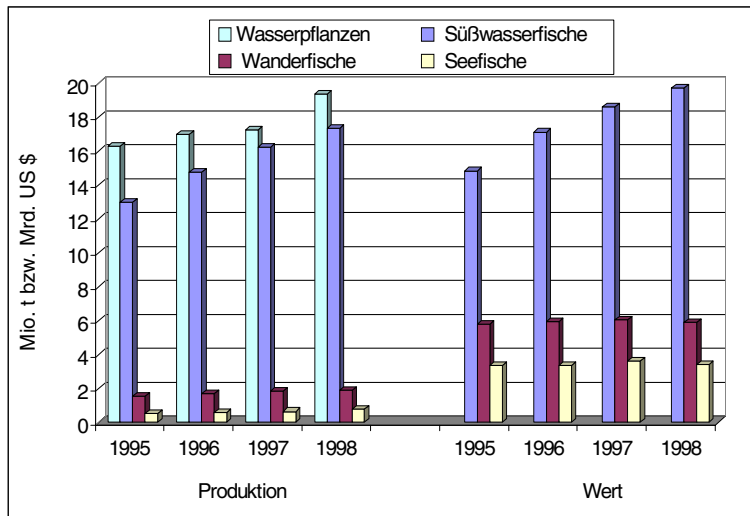


Abbildung 2: Weltaquakulturproduktion in Mio. t und -erlös in Mrd. US \$ 1995 bis 1998 an Süßwasser- und Seefischen sowie Wasserpflanzen (FAO 2000 a).

World aquaculture production (mio. t) and value (1000 million US \$) 1995 to 1998 of fresh water fishes, marine fishes and plants (FAO 2000 a).

scheidender Bedeutung. Maßgeblichen Einfluss auf die Wasserqualität hat die Qualität des Futters und die angewendete Fütterungstechnik. Bestimmende Parameter für die Wasserqualität sind: Sauerstoff-, Kohlendioxid-, Ammoniak-, Nitrit-, Nitrat-, Schwefelwasserstoff-, Schadstoffgehalt, pH und Trübung (Pillay 1992). Wasser und Umwelt stehen in enger Wechselwirkung. So prägen Umwelteinflüsse entscheidend die Wasserqualität. Umgekehrt kann die Aquakultur in starkem Maß negativen, aber auch positiven Einfluss auf die Qualität der Gewässer nehmen. Belastungen der Wasserqualität in der Aquakultur können entstehen durch:

- überschüssigen Nährstoffeintrag über das Futter und damit induzierte Eutrophierungseffekte, besonders durch schlecht konfektionierte Futter (P- und N- Eintrag),
- zur Prophylaxe und Therapie eingesetzte Medikamente,
- Desinfektionsmittel, die zur Gewährleistung des erforderlichen Hygienestatus eingesetzt werden,
- Antifoulingpräparate zur Hemmung bzw. Verhinderung des Bewuchses von Netzgehen.

Die geplanten Steigerungsraten in der Aquakultur sind nur zu realisieren und zu akzeptieren, wenn die ökologischen Auswirkungen, vor allem in der Gewässergüte, überschaubar und gesellschaftlich vertretbar bleiben. Dazu gibt es in vielen Ländern strenge Auflagen, wie z. B. in Norwegen, für die Zucht und

Mast von atlantischen Lachsen (*Salmo salar*), die eine ökologisch vertretbare Produktion sichern sollen (Anon. 2000 b).

Krankheiten

Eine weitere Problematik in der Aquakultur stellen Krankheiten und der dann notwendige Einsatz von Medikamenten dar. Bei einem Medikamenteinsatz ist zu sichern, dass eine Umweltbeeinflussung weitestgehend ausgeschlossen wird, und die Tiere erst nach entsprechenden Karenzzeiten vermarktet werden und so frei von Medikamentrückständen sind. Durch eine Verbes-

Tabelle1: Produktionsmengen der 15 wichtigsten Fischarten der Weltaquakultur 1995 bis 1998 (FAO 2000 a).

Production of the 15 most important fish species of world aquaculture 1995 to 1998 (FAO 2000 a).

Fischart	Produktion in Mio. t			
	1995	1996	1997	1998
Silberkarpfen (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)	2,553	2,878	3,228	3,308
Graskarpfen (<i>Ctenopharyngodon idellus</i>)	2,103	2,438	2,711	2,894
Karpfen (<i>Cyprinus carpio</i>)	1,818	2,039	2,230	2,465
Marmorkarpfen (<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>)	1,257	1,418	1,552	1,584
Karausche (<i>Carassius carassius</i>)	0,538	0,693	0,863	1,036
Nil-Buntbarsch (<i>Oreochromis niloticus</i>)	0,516	0,623	0,741	0,794
Rohu-Karpfen (<i>Labeo rohita</i>)	0,476	0,564	0,693	0,754
Atlantischer Lachs (<i>Salmo salar</i>)	0,465	0,552	0,647	0,688
Catla-Barbe (<i>Catla catla</i>)	0,397	0,477	0,578	0,629
Mrigala-Karpfen/Schlammkarpfen (<i>Cirrhinus mrigala</i>)	0,390	0,463	0,516	0,561
Peking-Brassen (<i>Parabramis pekinensis</i>)	0,336	0,379	0,435	0,449
Regenbogenforelle (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	0,366	0,385	0,427	0,438
Milchfisch (<i>Chanos chanos</i>)	0,365	0,371	0,367	0,369
Getüpfelter Gabelwels (<i>Ictalurus punctatus</i>)	0,203	0,216	0,238	0,256
Japanischer Aal (<i>Anguilla japonicus</i>)	0,180	0,206	0,223	0,207

Tabelle 2: Aquakulturproduktion der 10 führenden Länder und Weltaquakulturproduktion an Fischen, Krebsen, Weichtieren etc. (ohne Wasserpflanzen) in Mio. t (P) und -erlös in Mrd. US \$ (W) 1995 bis 1998 (FAO 2000 a).

Aquaculture production of the 10 leading countries and world aquaculture production of fishes, crustaceans, molluscs etc. (without aquatic plants) in million t; (P) and value in 1000 million US\$ (W) 1995 to 1998 (FAO 2000 a).

Land		1995	1996	1997	1998
VR China	P	15,856	17,715	19,316	20,795
	W	15,704	18,412	20,501	21,716
Indien	P	1,686	1,783	1,862	2,030
	W	2,172	2,057	2,142	2,223
Japan	P	0,821	0,829	0,807	0,767
	W	4,303	3,894	3,525	3,062
Indonesien	P	0,635	0,733	0,663	0,697
	W	1,938	2,165	2,052	2,138
Bangladesch	P	0,380	0,450	0,513	0,584
	W	1,008	1,223	1,404	1,494
Thailand	P	0,560	0,557	0,552	0,570
	W	1,872	1,911	1,900	1,807
VR Vietnam	P	0,452	0,433	0,494	0,519
	W	1,007	0,958	1,269	1,349
USA	P	0,413	0,393	0,438	0,445
	W	0,729	0,736	0,771	0,781
Norwegen	P	0,278	0,322	0,367	0,409
	W	1,026	0,995	0,995	1,134
Korean. Rep.	P	0,368	0,358	0,392	0,327
	W	0,617	0,678	0,912	0,544
Weltproduktion	P	24,552	26,820	28,824	30,863
	W	40,140	43,167	45,813	47,081

serung der Medikamente sowie Präparate mit großem Breitenwirkungsspektrum und fortschrittliche Aquakulturmethoden konnte in den letzten Jahren der Medikamentverbrauch drastisch gesenkt werden. So ist es beispielweise in der norwegischen Lachs-zucht durch ein verbindliches Impfprogramm der Smolts (Gewicht mind. 15 g) mit einer Vakzinen-Kombination gelungen, einen Langzeitschutz gegen dominante Krankheiten, wie z. B. Furunkolosis und Vibrio-Bakterien, zu erreichen. Unter Smolts werden Junglachse verstanden, die sich auf den Übergang vom Süßwasser in das Meerwasser umstellen.

Die Antibiotikaverwendung in der norwegischen Lachs-zucht soll in den letzten 10 Jahren von 48 t auf 0,7 t reduziert worden sein bei einer gleichzeitigen Verachtfachung der Produktionsmenge (Anon. 2000 a, c).

Auch biologische Bekämpfungsmaßnahmen gewinnen an Bedeutung. So werden z. B. zur Bekämpfung der Lachslaus (*Lepeophtheirus salmonis*) zunehmend „Putzerfische“, u. a. der Lippfisch (*Labrus berggylta*), eingesetzt (Anon. 2000 b).

Fischmehl

Rohware

Vom den 86,3 Mio. t Gesamtweltfang 1998 (ohne Aquakultur) wurden 22,1 Mio. t (26 %) für die Fischmehl, -silage- und -ölherstellung eingesetzt (FAO 2000 c).

Zumeist werden für diese Verwertung kleine pelagische Schwarmfischarten (auch als sog. Industriefische bezeichnet) eingesetzt, die bisher für den direkten menschlichen Konsum kaum bzw. nicht genutzt werden. Die wichtigsten Rohwarenarten für die Fischmehl, -silage- und -ölherstellung bilden:

- die Peru-Sardelle (*Engraulis ringens*), auch als Anchoveta bezeichnet, die die Rohwarenbasis für die peruanische und chilenische Fischmehlindustrie darstellt,
- die Sprotte (*Sprattus sprattus*) und der Junghering (*Clupea harengus*) der Nord- und Ostsee,
- verschiedene Sandaalarten (Ammodytidae),
- der Stöcker (*Trachurus trachurus*) der Nordsee,
- der Stintdorsch (*Trisopterus esmarkii*),
- die Lodde (*Mallotus villosus*) des Nordatlantiks, (Die letzten 5 Arten machen insgesamt das Rohwarenpotential für die europäische Industriefischerei (reduction fishery) aus)
- die Pazifische Sardine (*Sardinops melanosticta*) und
- Bearbeitungsrückstände aus der Fischverarbeitung sowie auf dem Markt nicht verkaufsfähige Fische.

Die mit Abstand wichtigste Industriefischart stellt die Peru-Sardelle dar. Sie spielt wie die anderen Kleinfische in der direkten Verwertung für die menschliche Ernährung bisher keine Rolle (Einsatz eines unbedeutenden Anteils in der peruanischen Konservenindustrie). Nur die Sprotte, der Stöcker und die Pazifische Sardine werden in begrenztem Umfang in der Fischverarbeitungindustrie bzw. als Speisefisch in einigen europäischen, afrikanischen (Stöcker) und asiatischen (Pazifische Sardine) Ländern genutzt. Der hohe Aufwand bei fehlender leistungsfähiger Be- und Verarbeitungstechnik in der Rohwarenaufbereitung und die damit verbundene geringe Arbeitsproduktivität lassen eine ökonomische Verwertung für die menschliche Ernährung bisher nicht zu.

Als weitere Rohwarenquelle wird gelegentlich die Nutzung des Discards (nicht verwerteter Rückwurf nach dem Fang) diskutiert, der jährlich auf 20 bis 30 Mio. t geschätzt wird. Das entspricht theoretisch etwa noch einmal einer Fischmehl-/ölmenge, wie sie gegenwärtig jährlich in der Welt produziert wird. Dieser Rohwarensatz über den Discard kann aber nur als hypothetisch bewertet werden, da durch das stark dezentralisierte Aufkommen, nicht vorhandene bzw. nicht ausreichende Lagerkapazitäten an Bord der Fangschiffe, fehlende

geeignete Bevorratungs- und Verarbeitungskapazitäten an Land etc. eine praktische Umsetzung nicht gegeben ist.

Die Qualität des Fischmehls bzw. -öls wird entscheidend von der Güte der Rohware bestimmt. Die Verarbeitung von überlagerter bzw. verdorbener Rohware führt zu Produkten, die bei der Verfütterung an Fische ein reduziertes Wachstum, histologische Gewebeveränderungen und eine Leberschädigung bewirken können (Opstvedt et al. 2000).

Produktionsmengen und Verwendung

Die Weltproduktion und die Produktionsmengen der 10 führenden Länder an Fischmehl, -silage und -öl in den Jahren 1993 bis 1998 werden in den Tabellen 3 und 4 wiedergegeben. Der Fischsilageanteil ist von unterge-

ordneter Bedeutung und spielt bei den folgenden Betrachtungen keine Rolle.

Im Zeitraum 1993 bis 1998 betrug die Gesamtmenge an Fischmehl und -öl zwischen 7,50 und 5,30 Mio. t bzw. 1,50 und 0,84 Mio. t. Die erheblichen Schwankungen im Aufkommen werden vor allem durch die Länder Peru und Chile ausgelöst. In diesen Ländern wird die Rohwarenbasis durch die Peru-Sardelle gebildet, deren Bestandsdichte starken natürlichen Schwankungen aufgrund klimatischer Veränderungen (El-Niño-Phänomen) unterliegen. In der Abbildung 3 wird ein Überblick über die Verwendung der Weltproduktion an Fischmehl und -öl gegeben.

Über 50 % des erzeugten Fischmehls werden in der Geflügelmast verfüttert (Stippl 1997; Hubold 2000). Der in der Aquakultur eingesetzte Anteil wird gegenwärtig auf etwa 25 % geschätzt und wird in der Perspektive deutlich zunehmen (Fischer et al. 1997). Der gleiche Prozentsatz wird auch an Fischöl von der Aquakultur verwertet. Hier ist die Nahrungsmittelindustrie (Margarine- und Backwarenherstellung) mit 70 % der größte Bedarfsträger. Auch beim Fischölverbrauch wird sich der Anteil in der Aquakultur in den nächsten Jahren kontinuierlich erhöhen.

Tacon (1994) stellte fest, dass 1992 von den insgesamt in der Weltaquakultur verbrauchten 733 000 t Fischmehl 660 000 t (90 %) für die Produktion von carnivorren Fischen eingesetzt wurden, die aber selbst nur 12 % (1,1 Mio. t) der Gesamtproduktion repräsentierten. Ein ähnliches Bild ergibt sich beim Fischölverbrauch. Im Jahr 1998 standen der Weltaquakultur etwa 1,3 Mio. t Fischmehl und 0,2 Mio. t Fischöl zur Verfügung. Es ist davon auszugehen, dass sich 1998 und in den Folgejahren der aufgezeigte Trend fortgesetzt hat, d. h. die carnivor lebenden Fische sind mit Abstand der größte Bedarfsträger für Fischmehl bzw. -öl.

In der deutschen Fischwirtschaft wurden 1999 18 550 t Fischmehl und 6045 t Fischöl erzeugt. Durch Fischmehlimporte, die zu 79 % aus südamerikanischen Ländern stammten – davon 65 % aus Peru –, standen für die Tierernährung in Deutschland insgesamt 56 550 t bereit (Himmel 2000). Es wird geschätzt, dass davon etwa jeweils 10 % des Fischmehl-

Tabelle 3: Produktion an Fischmehl und -silage 1993–1998 der 10 führenden Länder und Weltproduktion (FAO 2000 a).

Production of fish meal and similar animal feeding stuffs 1993–1998 of the 10 leading countries and world production (FAO 2000 a).

Land	Produktion in Mio. t					
	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Peru	1,789	2,417	1,789	1,925	1,597	0,844
VR China	0,142	0,185	0,261	0,359	0,534	0,693
Chile	1,192	1,552	1,554	1,400	1,227	0,646
Dänemark	0,342	0,402	0,447	0,398	0,395	0,405
Thailand	0,358	0,381	0,371	0,382	0,386	0,386
Japan	0,596	0,527	0,414	0,406	0,405	0,378
Norwegen	0,295	0,201	0,237	0,243	0,225	0,317
USA	0,398	0,437	0,331	0,329	0,394	0,226
Island	0,195	0,178	0,176	0,231	0,224	0,226
Russland	0,227	0,179	0,192	0,207	0,177	0,163
Weltproduktion	6,518	7,489	6,856	6,911	6,520	5,304

Tabelle 4: Produktion an Fischöl 1993–1998 der 10 führenden Länder und Weltproduktion (FAO 2000 a).

Production of fish oil 1993–1998 of the 10 leading countries and world production (FAO 2000 a).

Land	Produktion in Mio. t					
	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Dänemark	0,105	0,144	0,184	0,142	0,131	0,136
Peru	0,250	0,486	0,374	0,423	0,330	0,123
Chile	0,191	0,290	0,326	0,292	0,206	0,107
USA	0,138	0,132	0,110	0,113	0,129	0,101
Norwegen	0,130	0,118	0,086	0,092	0,093	0,094
Island	0,116	0,085	0,085	0,139	0,132	0,090
Japan	0,107	0,071	0,047	0,048	0,053	0,058
Spanien	0,021	0,017	0,010	0,019	0,017	0,020
Marokko	0,011	0,022	0,031	0,028	0,017	0,015
Panama	0,008	0,014	0,009	0,003	0,012	0,011
Weltproduktion	1,217	1,505	1,383	1,418	1,217	0,835

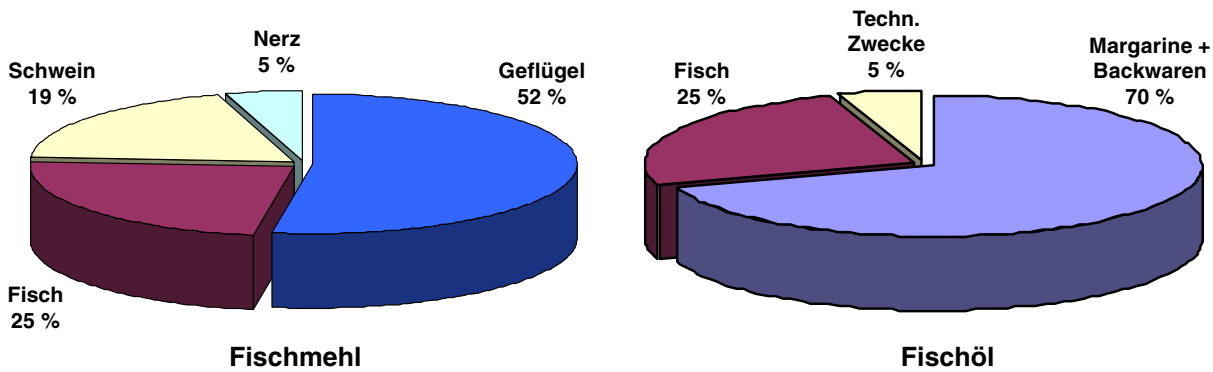


Abbildung 3: Geschätzter Fischmehl- und Fischölverbrauch 2000 nach Tiergruppen und Verwendungszweck.
 Estimated use of fish meal and fish oil for feeding of different animal groups and for industrial utilization in 2000.

und -ölaufkommens für Futtermittel in der Aquakultur eingesetzt werden, d. h. ca. 6000 bis 7000 t Fischmehl und 400 bis 500 t Fischöl.

Ernährungsphysiologischer Wert – Bedeutung für die Aquakultur

Das Ziel der modernen Aquakultur muss darin bestehen, Tiere zu züchten, die ernährungsphysiologisch hochwertig und von gleichbleibender Qualität sind.

Bei Zuchtfischen sind Qualitätsmerkmale der Mineralstoff- und Spurenelementgehalt sowie die Proteinzusammensetzung. Vor allem bei marinen Fischen ist der Gehalt an den hochungesättigten Omega-3-Fettsäuren, denen in der menschlichen Ernährung, insbesondere bei der Prophylaxe und Therapie von Herz-Kreislaufkrankungen, eine Schlüsselstellung zugeordnet wird (Sellmayer et al. 1996; Albert et al. 1998; Kromhout 1998; DGE 2000), ein besonderes Qualitätsmerkmal. Die sensorischen Eigenschaften sind natürlich für alle Fische ein wichtiges Qualitätsmerkmal.

Der Fisch ist ebenso wie der Mensch nicht in der Lage, die Omega-3-Fettsäuren *de novo* zu synthetisieren. Ihre Zufuhr muss deshalb generell über die Nahrung erfolgen. Bei der Zucht carnivorer Fischarten bieten dafür Fischmehl und -öl ideale Voraussetzungen. Durch eine gesteuerte Fischmehl und -ölgabe über die Diäten können in der Zusammensetzung „maßgeschneiderte“ Fische produziert werden (Simopoulos 1999). So werden z. B. sogenannte „Omega-Forellen“ mit einem erhöhten Gehalt an Omega-3-Fettsäuren und einem entsprechend besseren Erlös durch eine gezielte Verfütterung von Fischmehl und -öl bei der Aquakultur von Regenbogenforellen gezüchtet.

Fischmehl und -öl haben deshalb einen sehr hohen Stellenwert in der Aquakultur und sind zumindest bei der Zucht von Carnivoren nicht vollständig, sondern nur

teilweise substituierbar. Auf ihren Einsatz kann nicht verzichtet werden (Klinkhardt 1999; Stippl 1997).

Werden bestimmte Schwellenwerte für Fischmehl und -öl im Futter unterschritten, so kommt es zu Stoffwechselstörungen, die sich z. B. in geringeren Gewichtszunahmen und höherer Krankheitsanfälligkeit manifestieren können (Allen et al. 2000; Quartaro et al. 1998; Furuita et al. 1998).

Schadstoffbelastung

Die mögliche Schadstoffbelastung von Fischmehl und -öl wird durch die zur Herstellung eingesetzte Rohware bestimmt.

In den letzten Jahren ist insbesondere die Belastung mit Dioxinen (polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane = PCDD/F) in den Vordergrund gerückt, da diese Verbindungen ein hohes toxikologisches Gefahrenpotential bilden. In der folgenden Tabelle 5 werden die Dioxingehalte einiger Fischarten und Fischmehl- und Fischölproben aufgeführt.

Die in Tabelle 5 aufgeführten Fischarten zeigen, dass Fettfische allgemein deutlich höhere Dioxingehalte als Magerfische und dass Fettfische auch eine Fangplatzabhängigkeit aufweisen. So liegen die Dioxinbelastungen des Ostseeherings aus der mittleren Ostsee 3- bis 5-fach höher als die des Nordseeherings. Bei der Fischmehlherstellung kommt es durch die Trocknung zu einer entsprechenden weiteren Anreicherung. Auch bei den aufgeführten Dioxingehalten in Fischmehl- bzw. Fischölproben aus verschiedenen Herstellungsländern wird eine klare Fangplatz- und Rohwarenabhängigkeit deutlich. Die mit Abstand geringsten Dioxinbelastungen zeigen Fischmehle bzw. -öle aus südamerikanischen Ländern. Da Deutschland 80 bis 90 % des bisher verbrauchten Fischmehls aus diesen Ländern importiert, ist von einer sehr geringen Dioxinbelastung daraus hergestellter Futtermittel auszugehen. Aber auch bei Ein-

Tabelle 5: Mittlere Dioxingehalte (Σ WHO-(PCDD/F)-TEQ¹); pg) in einigen Fischarten, Fischmehl- und -ölproben (Karl et al. 1999; EU 2000). ¹ Σ WHO-(PCDD/F)-TEQ = Summe der Toxizitätsequivalente für Dioxine auf der Berechnungsgrundlage der WHO; ² FS = Feuchtsubstanz; ³ TS = Trockensubstanz.

Mean contents of dioxin (Σ WHO-(PCDD/F)-TEQ¹); pg) in some fish species, fish meal and -oil samples (Karl et al. 1999; EU 2000). ¹ Σ WHO-(PCDD/F)-TEQ = Sum of toxicity equivalent for dioxins based on WHO; ² FS = wet substance ³ TS = dry substance.

Probe	Herkunft	Fettgehalt	Dioxingehalt
Fischart		[%]	[pg/g FS] ²
Hering	Nordsee	1,9	0,57
Hering	Irland	1,7	0,45
Hering	Norwegen	5,2	0,98
Hering	Ostsee/Rügen	9,2	2,48
Hering	Ostsee/Sund	11,9	1,04
Sardine	Biskaya	6,1	0,49
Lachs (Zucht)	Norwegen	11,3	0,46
Kabeljau	Nordsee	0,8	0,05
Schellfisch	N-Atlantik	0,8	0,06
Fischmehl			[pg/kg TS] ³
Verschiedene Fischarten	Europa		40–5600
Sardelle	Peru, Chile		20–250
Fischöl			[pg/kg Öl]
Verschiedene Arten	Europa		700–20000
Sardelle	Peru, Chile		160–2600

satz von Fischmehl und -öl aus eigenem Aufkommen bzw. aus anderen Ländern geht nach gegenwärtigen Erkenntnissen keine Gefahr für den Endverbraucher aus. Nach Empfehlungen der WHO liegt die täglich tolerierbare Aufnahme von Dioxinen und Furanen bei ca. 1 bis 4 pg/kg Körpergewicht. Nach Karl et al. (1999, 2000) wird dieser Wert durch den Fischverzehr nur zu einem Bruchteil ausgeschöpft.

Gesetzliche Regelungen für den Einsatz von Fischmehl und Fischöl

Die Produktion von Fischmehl und Fischöl in industriellem Maßstab begann vor etwa 100 Jahren. Seit dieser Zeit werden Fischmehl und -öl in der Tierernährung eingesetzt.

Nach Inkrafttreten des „Gesetzes über das Verbot des Verfütterns, des innergemeinschaftlichen Verbringens und der Ausfuhr bestimmter Futtermittel“ vom 1. 12. 2000 und der nachfolgenden Verordnungen (Verfütterungsverbots-Verordnung) vom 27. 12. 2000 und vom 26. 1. 2001 zu diesem Gesetz ist in Deutschland ein Fischmehl/-öleinsatz unter bestimmten Voraussetzungen nur noch

- zur Verfütterung an Fische und
- im Petfood-Bereich

erlaubt. Ebenso ist das Verbringen und der Export von Fischmehl und -öl in andere EU-Länder bzw. Drittstaaten eingeschränkt.

Die Europäische Gemeinschaft lässt dagegen weiterhin eine Verfütterung von Fischmehl an andere Tiere – außer Wiederkäuern – unter bestimmten Kontrollmaßnahmen zu (EG 2000).

Diese drastische Einschränkung der Verwendung erfolgte im Rahmen der Maßnahmen zur Prävention gegen eine BSE(bovine spongiform encephalopathy)-Infektion durch Futtermittel bzw. als prophylaktische Maßnahme, um einer Vermischung des Fischmehls mit Tierkörpermehlen vorzubeugen, da es analytisch schwierig ist, eine Differenzierung vorzunehmen. Bisher gibt es allerdings keinerlei Indizien für eine BSE-Infektion über Fischmehl/-öl. Nach vorliegenden Erkenntnissen wird ein Übertragungsweg von BSE-auslösenden Prionen wechselwarmer Tiere (die bisher nicht bekannt sind) auf Warmblüter für äußerst unwahrscheinlich gehalten.

Zitierte Literatur

- Albert, C. M.; Hennekens, C. H.; O'Donnell, C. J.; Ajani, U. A.; Carey, V. J.; Willett, W. C.; Ruskin, J. N.; Manson, J. E.: Fish consumption and risk of sudden cardiac death. *J. Amer. Medical Ass.* 279 (1), 23–28, 1998.
- Allen, G. L.; Parkinson, S.; Booth, M. A.; Stone, D. A. J.; Rowland, S. J.; Frances, J.; Warner-Smith, R.: Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*. 1. Digestibility of alternative ingredients. *Aquaculture* 186 (3/4), 293–310, 2000.
- Anon.: Die Erfolgsgeschichte des Zuchtlachses. 6. Ernährung der Lachse. *FischMagazin* Nr. 10, 50–55, 2000 a.
- Anon.: Die Erfolgsgeschichte des Zuchtlachses. 2. Organisation und Kontrolle der Lachsfarmen. *FischMagazin* Nr. 6, 72–75, 2000 b.
- Anon.: Die Erfolgsgeschichte des Zuchtlachses. 4. Setzlingsproduktion. *FischMagazin* Nr. 8, 62–65, 2000 c.
- DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V.): Ernährungsbericht 2000, Frankfurt/Main, 2000.
- EG: Entscheidung des Rates vom 4.12.2000 über Schutzmaßnahmen in Bezug auf die transmissiblen spongiformen Enzephalopathien und die Verfütterung von tierischem Protein (2000/766/EG). *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften* vom 7.12.2000, Luxemburg, 2000.
- EU: Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition on the dioxin contamination of feedingstuffs and their contribution on the contamination of animal origin. Brüssel: Europäische Kommission, 105 pp., 2000.
- FAO: The state of world fisheries and aquaculture 1996 - Overview. Rome: Food and Agriculture Organization, 125 pp., 1997.
- FAO: Yearbook. Fishery statistics - Agriculture production 1998. Rome: Food and Agriculture Organization, Vol. 86/2, 2000 a.

- FAO: Yearbook. Fishery statistics – Capture production 1998. Rome: Food and Agriculture Organization, Vol. 86/1, 2000 b.
- FAO: Yearbook. Fishery statistics – Commodities 1998. Rome: Food and Agriculture Organization, Vol. 87, 2000 c.
- Fischer, J.; Haedrich, R. L.; Sinclair, P. R.: Interecosystem impacts of forage fish fisheries. In: Proc. Forage Fishes in Marine Ecosystems. Alaska Sea Grant Coll. Program AK-SG -97-01, 1997.
- Furuita, H.; Takeuchi, T.; Uematsu, K.: Effects of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids on growth, survival and brain development of larval Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). Aquaculture 161, 269–279, 1998.
- Himmel, H. E.: Fischmehl und Fischöl 1999. In: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.): Jahresbericht über die deutsche Fischwirtschaft 2000. Bonn: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 95–98, 2000.
- Hubold, G.: Nachhaltige Entwicklung der Hochseefischerei. Inf. Fischwirtsch. Fischereiforsch. 47 (4), 163–179, 2000.
- Karl, H.; Blüthgen, A.; Ruoff, U.: Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane in Fisch und Fischerzeugnissen. Teil A: Aktueller Überblick zur derzeitigen Belastungssituation. Teil B: Bewertung und Belastung unter Einbeziehung der WHO-Toxizitätsequivalente und kongenerenspezifischen Betrachtung der Untersuchungsergebnisse. Bundesforschungsanstalt für Fischerei Hamburg und Bundesanstalt für Milchforschung Kiel. Hamburg, Kiel, 1999, 2000.
- Klinkhardt, M.: Fischmehl – unmoralisch oder verzichtbar? FischMagazin Nr. 3, 82–87, 1999.
- Kromhout D.: Fish consumption and sudden cardiac death (Editorial). J. Amer. Medical Ass. 279 (1), 65, 1998.
- Opstvedt, J.; Mundheim, H.; Nygard, E.; Aase, H.; Pike, I. D.: Reduced growth and feed consumption of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed fish meal made from stale fish is not due to increased content of biogenic amines. Aquaculture 188, 323–337, 2000.
- Pillay, T. V. R.: Aquaculture and the environment. Oxford: Fishing News Books, 189 pp., 1992.
- Quartaro, N.; Allen, G. L.; Bell, J. D.: Replacement of fish meal in diets for Australian snapper, *Pagrus auratus*. Aquaculture 166 (3/4), 279–295, 1998.
- Sellmayer, A.; Hrboticky, N.; Weber, P. C.: n-3-Fettsäuren in der Prävention kardiovaskulärer Erkrankungen. Ernährungs-Umschau 43 (4), 122–128, 1996.
- Simopoulos, A. P.: New products from the agri-food industry: the return of n-3 fatty acids into the food supply. Lipids, 34, 297–301, 1999.
- Steffens, W.; Hilge, V.: Tilapien sind wichtige Zuchtfische in den Tropen und Subtropen. Fisch. Teichwirt 5, 191–193, 2000.
- Stippl, S.: Naturland zertifiziert Biolachs. Aquakultur-Fachleute kritisieren diese Richtlinie. FischMagazin Nr. 11, 67–80, 1997.
- Stippl, S.: Geschichte und Vision – Aquakultur. FischMagazin Nr. 1/2, 105–111, 1997.
- Tacon, A. G. J.: Feed ingredients for carnivorous fish species alternatives to fish meal and other fishery resources. FAO Fish. Circ. No. 881, 1994.

Wollen Sie die vorigen Hefte dieser Reihe, den Jahresbericht und Pressemitteilungen lesen?

Wollen Sie wissen,

... welches die Forschungsthemen der BFA Fischerei sind ?

... was die Wissenschaftler der BFA Fischerei veröffentlicht haben ?

... wann die Fischerei-Forschungsschiffe auslaufen, und wohin, was sie erforschen ?

Benötigen Sie Informationen über die Weltfischerei, die Fischerei Deutschlands und der EU ?

Brauchen Sie Verbindungen zu anderen wichtigen „Fischereiadressen“ ?

Wollen Sie einen Link zu relevanten Datenbanken ?

Das alles finden Sie im Internet über die Home-Page der Bundesforschungsanstalt für Fischerei:

www.bfa-fisch.de