

Lipophile organische Rückstände im Nahrungsmittel Fisch — Eine aktuelle Bestandsaufnahme —

Horst Karl und Ines Lehmann, Institut für Biochemie und Technologie

Lipophile organische Rückstände sind fast ausschließlich anthropogenen Ursprungs und gelangen über Flüsse, Atmosphäre, direkte Einleitungen und Verklappungen in die Meere und Seen. Fische nehmen sie mit der Beute und direkt aus dem Wasser auf. Die Rückstandsgehalte in Fischen werden durch den Fangplatz, den Fettgehalt, den biologischen Jahreszyklus und durch das Alter bestimmt. Die Auswirkungen für das Nahrungsmittel Fisch sind jedoch sehr gering. Die Gehalte an lipophilen organischen Rückständen im eßbaren Anteil unserer Konsumfische liegen im allgemeinen weit unter den in den Schadstoff- und Rückstandshöchstmengen-Verordnungen festgelegten Grenzwerten.

Chlororganische und andere persistente fettlösliche (lipophile) organische Verbindungen haben eine weite Verbreitung und Anwendung in allen Bereichen unseres Lebens gefunden. Große Mengen an chlororganischen Verbindungen wurden weltweit im Pflanzenschutz als **Insektizide und Herbizide** eingesetzt. Hierzu gehören Substanzen wie DDT einschließlich der Abbauprodukte DDE und DDD, Lindan (α -HCH) und seine technischen Verunreinigungen α - und β -HCH, Dieldrin, Hexachlorbenzol (HCB), sowie die verschiedenen technischen Toxaphen- und Chlordanprodukte.

Weitere chlororganische Produkte wie polychlorierte Biphenyle (PCBs), Chlorparaffine und Chlornaphthaline sind typische **Industriechemikalien**, die u.a. als feuerhemmende Mittel und Weichmacher ihre Anwendung fanden und zum Teil noch heute eingesetzt werden.

Zu den chlororganischen Verbindungen zählen auch die Dioxine, die u.a. bei verschiedenen Verbrennungsprozessen und als **unerwünschte Begleitstoffe** bei industriellen Prozessen entstehen. Dioxine sind nie kommerziell erzeugt worden und haben keinerlei wirtschaftliche Bedeutung.

Zu den persistenten lipophilen Verbindungen gehören aber auch **Haushaltschemikalien** wie die Nitroschusverbindungen, die als synthetische Duftstoffe in Seifen und Waschmitteln Verwendung finden. Daneben sind noch die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe aus Verbrennungs- und Ölrückständen zu nennen.

Allen genannten Verbindungen gemeinsam ist die gute Fettlöslichkeit. Viele dieser Verbindungen sind zudem

sehr langlebig und inzwischen ubiquitär verbreitet. Der Eintrag in die Meere und Seen erfolgt über Flüsse, die Atmosphäre, durch direkte Einleitungen und Verklappungen (Anon. 1993, Theobald *et al.* 1996).

Je nach Löslichkeit verteilen sich die Rückstände zwischen Wasser, Sediment und Biota, wobei es zu einer Anreicherung über die Nahrungskette kommt.

Seefische nehmen die ins Meer gelangten lipophilen Rückstände mit der Beute, aber auch direkt aus dem Wasser über die Kiemen und die Haut auf. Man geht davon aus, daß die direkte Aufnahme aus dem Wasser höher ist als über die Nahrung (Hellou *et al.* 1998, Porte und Albaiges 1993), jedoch ist die Biomagnifikation (Aufnahme über Nahrung) nicht zu vernachlässigen. Aufgrund ihrer hydrophoben Eigenschaften werden die organischen Rückstände überwiegend in der fettreichen Leber, dem Entgiftungsorgan der Fische, aber auch im Fettgewebe gespeichert. Da das Muskelfleisch eine

Lipophilic organic residues in fish for consumption — An actual overview

Lipophilic organic substances in the environment are nearly exclusive of anthropogenic origin. Input of contaminants to sea and fresh water lakes arise via rivers, the atmosphere, direct intake and disposals. Intake by fish occurs via diet or directly from the water. The contamination level in fish is influenced by the fishing ground, fat content, biological cycle and age of the fish. But the effect for fish as food is very limited. Levels of lipophilic organic contaminants in the edible part of fish important for human consumption are far below the German maximum allowable levels of residues and pollutants.

gewisse Menge an Fett enthält, werden die Substanzen auch im eßbaren Anteil nachgewiesen.

Bei Süßwasser- und Aquakulturfischen verläuft die Schadstoffaufnahme prinzipiell identisch. Die Gehalte werden durch die Reinheit der Gewässer und durch die Belastung des Futters bestimmt (Oetjen und Karl 1998; Brunn und Rimkus 1996).

Welche Faktoren beeinflussen die Rückstandsgehalte in Fischen?

Die Rückstandsgehalte werden durch den Fangplatz, den Fettgehalt und den biologischen Jahreszyklus der Fische beeinflusst. Außerdem konnte bei Fischen eine Altersakkumulation nachgewiesen werden.

Fangplatz

Die unterschiedliche Belastung der Lebensräume der Fische kann einen erheblichen Einfluß auf die Rückstandsgehalte haben. So liegen die Gehalte in Ostseefischen um den Faktor 10 höher als die Gehalte von vergleichbaren Fischen aus der Nordsee oder dem Nordatlantik (Oehlenschläger und Karl 1992, Atuma *et al.* 1996). Aber auch innerhalb der Ostsee bzw. der Nordsee kann die Rückstandskonzentration der Fische sehr unterschiedlich sein. Heringe aus der östlichen Ostsee sind deutlich stärker belastet als Heringe aus der westlichen Ostsee (Atuma *et al.* 1996). Die PCB-Gehalte im eßbaren Anteil von Makrelen aus unterschiedlichen Fangplätzen der Nordsee zeigt Abb. 1. Obwohl alle Makrelen zur gleichen Zeit gefangen wurden, waren die Gehalte in den Fischen aus der Deutschen Bucht erheblich höher. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß in der Nordsee unterschiedliche Bestände existieren (Karl und Lehmann 1997). Der eine Bestand hält sich während der Freißperiode im Sommer überwiegend in der stärker belasteten Deutschen Bucht auf, während der andere

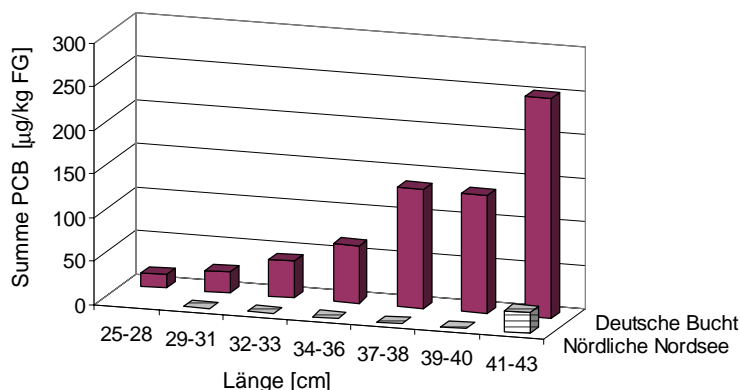


Abb. 1: PCB-Gehalte im eßbaren Anteil von Makrelen in Abhängigkeit vom Fanggebiet (µg/kg Frischgewicht). Summe PCB (101 + 118 + 138 + 153 + 180) PCB content in the edible part of mackerel in relation to the fishing ground (µg/kg wet weight). Sum of PCB (101 + 118 + 138 + 153 + 180)

Bestand nur die sauberen Gewässer der nördlichen Nordsee und des Atlantiks aufsucht.

Fettgehalt und biologischer Jahreszyklus

Der Einfluß des Fettgehaltes auf die Rückstandsgehalte in Fischen wurde von mehreren Autoren dokumentiert (Geyer *et al.* 1997). Die Aufnahme und Gehalte an lipophilen Rückständen korrelieren mit den Fettgehalten der Fische und anderer Meerestiere. Mit höheren Fettgehalten nehmen in der Regel auch die Rückstandsgehalte zu. Das gespeicherte Fett wird u.a. als Energiereserve zum Aufbau der Ovarien genutzt; der Gehalt schwankt erheblich mit dem biologischen Jahreszyklus der Meerestiere (Karl 1996). Entsprechend wurden auch jahreszeitliche Veränderungen der Rückstandsgehalte gefunden (Lee *et al.* 1996, Knickmeyer und Steinhart 1990). Bei weiblichen Fischen konnte außerdem nachgewiesen werden, daß ein Teil der lipophilen Rückstände während des Laichprozesses mit den fettreichen Eiern ausgeschieden wird (von Westernhagen *et al.* 1995).

Altersakkumulation

Fische können wie andere Lebewesen mit zunehmendem Alter lipophile Rückstände anreichern (Alder *et al.* 1997; Karl *et al.* 1998). Abb. 2 zeigt eine Zunahme der Toxaphengehalte (Summe Indikatorverbindungen 1 – 3) im eßbaren Anteil von Heringen (Frischgewicht (FG)) mit der Länge. Da bei Fischen die Länge mit dem Alter korreliert und der Fettgehalt bei den untersuchten Heringen fast über das gesamte Längenspektrum konstant blieb, ist in diesem Fall von einer Altersakkumulation auszugehen. Nach Untersuchungen von Fischereibiologen entspricht bei Heringen eine Länge von 26 bis 27 cm einem Alter von 1 bis 2 Jahren, eine Länge von 36 bis 37 cm einem Alter von mehr als 12 Jahren (Anon. 1996). Ähnliche Ergebnisse wurden auch für die Anreicherung von Chlordan gefunden (Karl *et al.* 1998).

Bei Aquakulturfischen spielt die Altersakkumulation keine Rolle, da die Fische z.B. Zuchtlachse, schon innerhalb von 1 bis 2 Jahren ihre endgültige Marktgröße erreichen.

Auswirkungen auf das Nahrungsmittel Fisch

Trotz der erheblichen Belastung der Meere, die in den letzten Jahren erfolgreich reduziert werden konnte, sind die Auswirkungen für das Nahrungsmittel Fisch nur gering. Dies hat folgende Gründe:

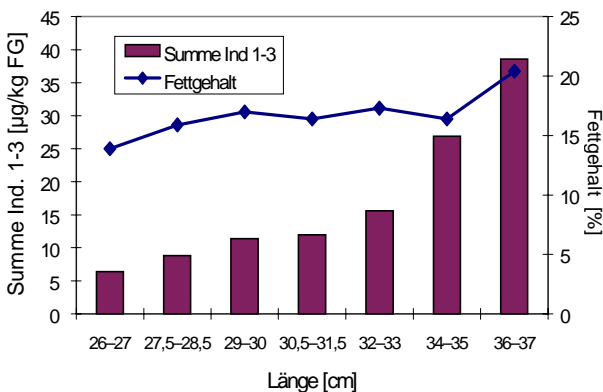


Abb. 2: Toxaphengehalte im eßbaren Anteil von Heringen in Abhängigkeit von der Länge (nach Alder *et al.* 1997) (Summe Ind. 1 – 3 = Parlar 26 + Parlar 50 + Parlar 62)

Toxaphene content in the edible part of herring in relation to length (acc. to Alder *et al.* 1997) (Sum of indicator compounds 1 – 3 = Parlar 26 + Parlar 50 + Parlar 62)“

Ein Großteil der für die Versorgung des deutschen Marktes gefangenen Fische stammt aus küstenfernen Gewässern. Wichtige Fanggebiete liegen im Nordmeer, um Island, Grönland, aber auch in südamerikanischen Gewässern.

Viele wichtige Konsumfische, wie z.B. Kabeljau, Alaska-Pollack, Seehecht, Seelachs, Rotbarsch und Scholle, haben einen relativ niedrigen Fettgehalt im eßbaren Anteil (< 10 %). Da die Rückstände bei diesen Fischarten vornehmlich in der Leber gespeichert werden, enthält der verzehrbare Anteil, das Filet, nur geringe Rückstandsmengen. Der Marktanteil dieser fettarmen Fischarten beträgt zur Zeit über 60 %.

Fische mit hohen Fettgehalten wie Hering und Makrele wachsen relativ schnell und werden schon in jungen Jahren stark befischt, so daß eine Altersakkumulation weitgehend entfällt. Für viele Heringsprodukte, wie Marinaden, Konserven und Matjeserzeugnisse, werden zudem kleine Heringe mit Größen von 24 bis 29 cm bevorzugt. Ein Vergleich mit Abb. 2 zeigt, daß z.B. die Toxaphengehalte in diesen Größenklassen noch relativ niedrig sind.

Aquakulturfische wie Lachs und Forelle haben schnelle Aufwuchsraten und werden im allgemeinen in sauberen Gewässern gehalten. Die Belastung über das Futter kann gesteuert werden.

Gehalte an lipophilen organischen Rückständen im Nahrungsmittel Fisch

Die Gehalte an lipophilen organischen Rückständen im eßbaren Anteil unserer Konsumfische aus den weltweiten Fanggebieten, d.h. im Nahrungsmittel Fisch, liegen im allgemeinen weit unter den in den Schadstoff- und

Rückstands-Höchstmengenverordnungen festgelegten Grenzwerten (Bundesminister für Gesundheit 1997 (A), (B)). Gleiches gilt auch für die Gehalte in Krebs- und Weichtieren aus den Meeren.

Polychlorierte Biphenyle

1988 wurden die zulässigen Höchstmengen für einzelne PCB-Verbindungen (CB 28, 52, 101, 138, 153, und 180) in Fisch- und Fischerzeugnissen durch die Schadstoff-Höchstmengenverordnung geregelt (Bundesminister für Gesundheit 1997 (B)). Abb. 3 gibt einen Überblick über die prozentuale Ausschöpfung der Grenzwerte bei einigen wichtigen Konsumfischen. Nach diesen Ergebnissen und dem vorliegenden umfangreichen Datenmaterial (Karl und Kellermann 1993; Kruse und Krüger 1989; Manthey 1990; ZEBS 1997) liegen die Gehalte im eßbaren Anteil von Meerestieren weit unter den zulässigen Höchstwerten, häufig sogar an der Nachweisgrenze der Einzelverbindungen.

Regionale Unterschiede, z.B. die höhere Belastung von Ostseefischen im Vergleich zu Fischen aus der Nordsee, spiegeln die jeweilige Belastungssituation der Gewässer wider. Auch Süßwasserfische wie Forellen und Karpfen aus Teichwirtschaften und Lachse aus Aquakulturanlagen sind nur gering belastet (Abb. 3) (Lehmann 1993).

Organochlor-Pestizide

Obwohl die Verwendung von chlororganischen Pestiziden wie DDT, Dieldrin, Hexachlorbenzol u.a. schon längere Zeit in der Bundesrepublik verboten ist und andere Pestizide wie das Pflanzenschutzmittel Toxaphen vor allem in weit entfernten Baumwollplantagen Anwendung fanden, sind Spuren dieser Schadstoffe noch regelmäßig in Fischen nachweisbar. Dies liegt an dem heute ubiquitären Vorkommen dieser Substanzen und ihrer Persistenz.

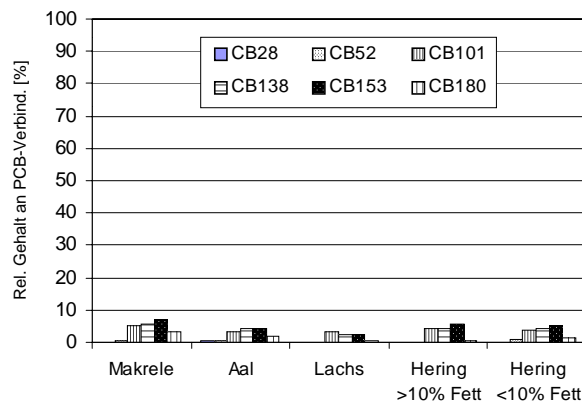


Abb. 3: Mittlere prozentuale Ausschöpfung der zulässigen Höchstmengen an PCB-Verbindungen in verschiedenen Fischarten Relative amount (%) of PCB congeners in various fish species in relation to the German maximum allowable residue levels

Tabelle 1: Mittlere Pestizidgehalte im eßbaren Anteil von Fischen mit Fettgehalten >10 % ($\mu\text{g}/\text{kg}$ Fett, Mittelwert und Bereich)
¹⁾ Poolproben aus 5 bis 10 Fischen; ²⁾ Untersuchungszeitraum; ³⁾ Bestimmt als Summe DDT = pp' -DDT + pp' -DDE + pp' -DDD;
⁴⁾ 0 = < Nachweisgrenze

Mean pesticide content in the edible part of fish with high lipid contents > 10 % ($\mu\text{g}/\text{kg}$ lipid, mean and range)
¹⁾ Pool samples of 5 to 10 fish; ²⁾ Year of sampling; ³⁾ Determined as sum DDT = pp' -DDT + pp' -DDE + pp' -DDD; ⁴⁾ 0 = < detection limit

	Herkunft <i>Origin</i>	Proben ¹⁾ <i>Samples</i>	Jahr ²⁾ <i>Year</i>	HCB	a-HCH	Σ HCH	Summe DDT ³⁾	Dieldrin
Grenzwert (<i>Max. residue level</i>) [$\mu\text{g}/\text{kg}$ FG (<i>ww</i>)]				500	200	500	5000	200
Hering <i>Herring</i>	Nordsee (NS) <i>North Sea</i>	12	1989-93	10,4 2 - 18,4	9,1 1,3 - 15	7,8 2,1 - 12	78,5 6,8 - 199	28,9 4,3 - 45
Makrele <i>Mackerel</i>	NS/Atlantik <i>Atlantic</i>	40	1989-94	11,2 4 - 26	7,3 0 ⁴ - 22	8,4 0 - 76	76,1 8 - 193	29,7 4,2 - 83
Makrele <i>Mackerel</i>	Deut. Bucht <i>German Bight</i>	26	1992-93	11,8 4,7 - 28	5,6 0 - 15	24,8 5,5 - 42	138,5 20 - 520,6	49,8 36 - 81,4
Sardinen <i>Sardines</i>	Weltweit <i>World wide</i>	10	1991-92	10 6 - 17,7	3,8 0 - 9,9	4,8 2,2 - 6,3	71,3 5,2 - 450	16,3 6,7 - 65
Lachs <i>Salmon</i>	Div. Länder <i>Diff. countries</i>	7	1992	23,9 15-31,1	12,5 4,5 - 18	12,7 5,6 - 18,5	135,7 8,6 - 185	50,4 30 - 68,7
Aal <i>Eel</i>	Div. Länder <i>Diff. countries</i>	54	1992	21 5 - 360	11,9 0 - 76	10,1 2 - 42	341 3 - 1701	25,8 7 - 89

Tabelle 2: Mittlere Pestizidgehalte im eßbaren Anteil von Fischen mit Fettgehalten <10 % ($\mu\text{g}/\text{kg}$ Frischgewicht (FG), Mittelwert und Bereich). ¹⁻⁴⁾ Erklärungen s. Tab. 1; ⁵⁾ = Westbritische Gewässer; ⁶⁾ = Nordsee; ⁷⁾ = Nachweisgrenze

Mean pesticide content in the edible part of fish with low lipid contents < 10 % ($\mu\text{g}/\text{kg}$ wet weight (w.w.), mean and range).
¹⁻⁴⁾ Explanation see tab. 1; ⁵⁾ = Area west of British Isles; ⁶⁾ = North Sea; ⁷⁾ = limit of detection

	Herkunft <i>Origin</i>	Proben ¹⁾ <i>Samples</i>	Jahr ²⁾ <i>Year</i>	HCB	a-HCH	Σ HCH	Summe DDT ³⁾	Dieldrin
Grenzwert (<i>Max. residue level</i>) [$\mu\text{g}/\text{kg}$ FG (<i>ww</i>)]				50	20	50	500	20
Kabeljau <i>Cod</i>	Nordsee <i>North Sea</i>	10	1989	0,5 0,2 - 0,6	0,1 0 ⁴⁾ - 0,2	0,3 0,2 - 0,6	2,7 0,5 - 6,9	0,7 0,3 - 1
Seehecht <i>Hake</i>	WBG ⁵⁾	8	1993	0,6 0,3 - 1,2	0,2 0 - 1,3	0,1 0 - 1,3	6,3 2,8-13,3	1 0,4 - 1,7
Scholle <i>Plaice</i>	Nordsee <i>North Sea</i>	10	1989	0,4 0,2 - 1	<0,1 0 - 0,3	0,3 0,2 - 0,4	0,5 0,2 - 0,8	2 0,1 - 0,6
Forelle <i>Trout</i>	Zucht, DEU <i>Farmed, DEU</i>	20	1991-92	1 0,4 - 2,2	0,4 0 - 1,8	1,4 0 - 2,7	10,4 1,4-23,3	1,4 0 - 2
Karpfen <i>Carp</i>	Zucht, D <i>Farmed, D</i>	27	1991-92	0,9 0 - 2,1	0,6 0 - 1	1,7 0,8 - 5	16,4 4 - 53,6	<0,1 0 - 1
Hering <i>Herring</i>	Nordsee <i>North Sea</i>	12	1993-94	0,8 0 - 1,2	0,3 0 - 0,5	0,2 0 - 0,9	10,3 0 - 30,4	2,6 2 - 3,4
Hering <i>Herring</i>	WBG ⁵⁾	31	1991-93	0,8 0,2 - 1,9	0,2 0 - 0,5	0,4 0 - 3	7,4 2 - 15	1,4 0,4 - 3
Sprotte <i>Sprat</i>	Nordsee + WBG ⁵⁾	12	1991-93	1,8 0,6 - 2,5	0,5 0 - 1,2	0,5 0 - 3	11,1 3,6 - 25	5,8 1,3 - 11
Stöcker <i>Scad</i>	WBG ⁵⁾ + Biskaya	6	1991	1,3 0,7 - 2	0,5 0,3 - 0,7	0,8 0,5 - 1,3	13,5 5 - 29	3 1,6 - 4,7
Seeteufel <i>Angler</i>	Nordsee + WBG ⁵⁾	11	1989-93	0,2 0 - 0,4	<NWG ⁷⁾	<NWG	0,4 0 - 2,1	<0,1 0 - 0,3

Tabelle 3: Mittlere Toxaphen- und Chlordangehalte im eßbaren Anteil von Fischen mit Fettgehalten >10 %, untersucht im Zeitraum 1995 bis 1997 (µg/kg Frischgewicht (FG), Mittelwert und Bereich).

¹⁾ Poolproben aus n = 5 – 10 Fischen; ²⁾ Summe der Indikatorverbindungen 1 – 3 (Parlar 26, 50 und 62); ³⁾ Summe von *trans*-, *cis*- und *oxy*-Chlordan; ⁴⁾ Verschiedene Hersteller, n = 3 – 5 Dosen je Hersteller; ⁵⁾ Nachweisgrenze

Mean toxaphene and chlordane content in the edible part of fish with high fat content > 10 %. Samples were collected from 1995 to 1997 (µg/kg wet weight (w. w.), mean and range)

¹⁾ Pooled samples of 5 – 10 fishes; ²⁾ Sum of toxaphene indicator compounds 1 – 3 (Parlar 26, 50 and 62); ³⁾ Sum of *trans*-, *cis*- and *oxy*-Chlordane; ⁴⁾ Different producers, n = 3 – 5 cans per sample; ⁵⁾ Limit of detection

Fischart <i>Fish species</i>	Herkunft <i>Origin</i>	Toxaphengehalte <i>Toxaphene content</i>		Chlordangehalte <i>Chlordane content</i>	
		Anzahl Proben ¹⁾ <i>No. of Samples ¹⁾</i>	Summe Toxaphen ²⁾ <i>Sum of Toxaphene ²⁾</i>	Anzahl Proben ¹⁾ <i>No. of Samples ¹⁾</i>	Summe Chlordan ³⁾ <i>Sum of Chlordane ³⁾</i>
Grenzwert (<i>Max. residue level</i>) [µg/kg FG (<i>w.w.</i>)]			100		50
Hering <i>Herring</i>	Alle Fanggebiete <i>All fishing areas</i>	24	12,2 1 – 33,6	19	3,4 0,1 – 9,7
Makrele <i>Mackerel</i>	Nordsee, Atlantik <i>North Sea, Atlantic</i>	14	8,1 2,2 – 13,5	20	1,5 0,1 – 2,9
Lachs <i>Salmon</i>	Div. Länder <i>Diff. Countries</i>	11	16,5 1,5 – 29,6	6	4,8 0,1 – 7,6
Schw. Heilbutt <i>Greenland halibut</i>	Nordost-Atlantik <i>North-East Atlantic</i>	21	30,9 16,9 – 75,7	12	9,4 6,2 – 16,6
Aal <i>Eel</i>	Ostsee, <i>Baltic Sea</i>	3	5,3 2,2 – 9,3	3	4,5 3,5 – 6,2
Dorschleber <i>Cod liver</i>	Konserven ⁴⁾ <i>Cans</i>	6	9 < NWG ⁵⁾ – 6,4		

Die Tabellen 1 und 2 geben einen Überblick über die in unserem Hause ermittelten Gehalte an HCB, Lindan (γ-HCH), α-HCH, DDT mit Metaboliten und Dieldrin im eßbaren Anteil verschiedener Konsumfische. Die Ergebnisse decken sich mit den kürzlich vom BgVV (Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin) im Lebensmittelmonitoring 1996 (ZEBS 1997) veröffentlichten Daten für Hering, Seelachs und Forelle.

Sie zeigen, daß die Gehalte an chlorierten organischen Pflanzschutzmittelrückständen sowohl in Fischen mit hohen Fettgehalten wie Makrele, Hering, Lachs und Aal als auch in Magerfischen wie Kabeljau, Scholle und See-teufel weit unter den gesetzlich zulässigen Höchstmengen liegen.

Ähnliche Resultate haben die kürzlich beendeten umfangreichen Untersuchungen zur Belastung von Fisch und Fischerzeugnissen mit Toxaphen und Chlordan ergeben (Alder *et al.* 1997; Karl *et al.* 1998). Eine Zusammenfassung der Ergebnisse ist in den Tabellen 3 und 4 zu finden. Während fettarme Fischarten nur Spuren enthalten, liegt die Belastung bei Fettfischen etwas

höher, jedoch noch deutlich unter den gültigen Grenzwerten.

Dioxine

Auch polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane sind im Fett von Fischen nachweisbar. Die Gehalte sind vom Fanggebiet und von der Fischart abhängig.

Eine umfassende aktuelle Bestandsaufnahme der Belastungssituation läuft zur Zeit als gemeinsames Projekt zwischen der Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg und der Bundesanstalt für Milchforschung in Kiel. Erste Ergebnisse (Blüthgen *et al.* 1998) zeigen, daß die über den Fischverzehr aufgenommene Menge deutlich kleiner ist als bisher angenommen (Ende 1992) und nur einen Bruchteil der über die Nahrungsmittel aufgenommenen Gesamtmenge ausmacht.

Sonstige lipophile Rückstände (z.B. Haushaltschemikalien)

In letzter Zeit wurde eine Belastung von Süßwasserfischen mit Nitromoschus-Verbindungen diskutiert. Bei

Tabelle 4: Mittlere Toxaphen- und Chlordangehalte im eßbaren Anteil von Fischen mit Fettgehalten <10 %, untersucht im Zeitraum 1995 – 1997 ($\mu\text{g}/\text{kg}$ Frischgewicht (FG), Mittelwert und Bereich). ¹⁻⁴⁾ Erklärungen siehe Tab. 3

Mean toxaphene and chlordane content in the edible part of fish with low fat content < 10 %. Samples were collected from 1995 to 1997 ($\mu\text{g}/\text{kg}$ wet weight (w. w.), mean and range). ¹⁻⁴⁾ Explanations see tab. 3

Fischart <i>Fish species</i>	Herkunft <i>Origin</i>	Toxaphengehalte <i>Toxaphene content</i>		Chlordangehalte <i>Chlordane content</i>	
		Anzahl Proben ¹⁾ <i>No. of Samples</i>	Summe Toxaphen ²⁾ <i>Sum of Toxaphene ²⁾</i>	Anzahl Proben ¹⁾ <i>No. of Samples</i>	Summe Chlordan ³⁾ <i>Sum of Chlordane ³⁾</i>
Grenzwert (<i>Max. residue level</i>) [$\mu\text{g}/\text{kg}$ FG (w.w.)]		100		50	
Seehecht <i>Hake</i>	Handel <i>Market</i>	5	<0,1 0 – 0,1	8	1,7 0,9 – 4,4
Scholle <i>Plaice</i>	Nordsee <i>North Sea</i>	3	< NWG ⁴⁾	2	< NWG ⁴⁾
Kabeljau <i>Cod</i>	Nordsee <i>North Sea</i>	5	0,3 0 – 1,1		
Forelle <i>Trout</i>	Deutschland <i>Germany</i>	5	2,3 1,3 – 4,8	6	1 0,8 – 1,1
Seeteufel <i>Angler</i>	Nordsee <i>North Sea</i>	1	0,2	9	< NWG ⁴⁾
Seelachs <i>Saithe</i>	Nordsee, Atlantik <i>North Sea, Atlantic</i>	3	0,8 0,4 – 1,1		
Boniten <i>Bonitos</i>	Handel <i>Market</i>	4	< NWG ⁴⁾	3	< NWG ⁴⁾
Alaska Pollack <i>Alaska Pollock</i>	Handel <i>Market</i>	2	0,2 0,1 / 0,2		
Hering <i>Herring</i>	Nordsee, Atlantik <i>North Sea, Atlantic</i>	12	12,4 3,2 – 33,2	13	1,3 0 – 4
Sardine <i>Sardines</i>	Biskaya <i>Bay of Biscay</i>	4	2,2 0,6 – 3,5	4	0,7 0,2 – 1,7
Lachs <i>Salmon</i>	Handel <i>Market</i>	3	3,8 0,7 – 6,4	1	1,7
Schw. Heilbutt <i>Greenl. Halibut</i>	Ostgrönland <i>Greenland</i>	11	17,3 3,6 – 34,5	5	6,6 4,1 – 11,5

diesen Substanzen handelt es sich um eine Reihe von synthetischen Duftstoffen, die in der Kosmetik- und Waschmittelindustrie eingesetzt werden.

Da sie über Kläranlagen nur unzureichend abgebaut werden, gelangen sie über die Abwässer in die Umwelt. Sie werden von Fischen aufgenommen und reichern sich im Fettgewebe an (Rimkus und Wolf 1995, Geyer *et al.* 1998). Typische Vertreter sind die Nitroaromaten Moschusxylol und Moschusketon. Die Ergebnisse des Lebensmittelmonitorings 1996 belegen, daß die Gehalte in Regenbogenforellen auf dem deutschen Markt rückläufig sind. Während noch 1994 in importierten Forellen Gehalte von 23 μg Moschusxylol/kg eßbarer Anteil gefunden wurden, lagen die Gehalte 1996 im Mittel bei 1 bis 2 μg (ZEBS 1997).

Fazit

Trotz der nach wie vor erheblichen Umweltbelastung der Meere und der ständigen Schadstoffeinträge in aquatische Systeme steht dem Verbraucher heute mit Fisch ein gesundes, nur gering belastetes Lebensmittel zur Verfügung. Damit die hohe Qualität des Nahrungsmittels Fisch auch in Zukunft Bestand hat, müssen allerdings die Bemühungen zur Verringerung der Schadstoffeinträge in die Meere und Seen auf allen Ebenen verstärkt fortgesetzt werden.

Zitierte Literatur

Alder, L.; Beck, H.; Khandker, S.; Karl, H.; Lehmann, I.: Levels of toxaphene indicator compounds in fish. *Chemosphere*, 34: 1389–1400, 1997.

- Anon.: Herring Assessment Working Group. ICES C.M. Assess 9, 53, 1996.
- Anon.: North Sea Quality Status Report 1993. ICES 1993.
- Atuma, S.S.; Linder, C.-E.; Wicklund-Glynn, A.; Andersson, Ö.; Larsson, L.: Survey of consumption fish from swedish waters for chlorinated pesticides and polychlorinated biphenyls. *Chemosphere* 33: 791–799, 1996.
- Blüthgen, A.; Ruoff, U.; Karl, H.: Untersuchungen zur Dioxinbelastung von Fischen. 1998 unveröffentlicht.
- Brunn, H.; Rimkus, G.: Synthetische Moschusduftstoffe – Anwendung, Anreicherung in der Umwelt und Toxikologie. Teil 1: Herstellung, Anwendung, Vorkommen in Lebensmitteln, Aufnahme durch den Menschen. *Ernährungs-Umschau*, 43: 442–449, 1996.
- Bundesminister für Gesundheit A: Verordnung über Höchstmengen an Rückständen von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln, Düngemitteln und sonstigen Mitteln in oder auf Lebensmitteln und Tabakerzeugnissen (Rückstands-Höchstmengenverordnung) vom 1. September 1994 i. d. F. vom 26.9.97. *BGBL. I*, S. 2366, 1997.
- Bundesminister für Gesundheit B: Verordnung über Höchstmengen an Schadstoffen in Lebensmitteln (Schadstoff-Höchstmengenverordnung) vom 23. März 1988 i. d. F. vom 3.3.1997. *BGBL. I*, S. 430, 1997.
- Ende, M.: PCDD/PCDF levels in fish. In: Current views on the impact of dioxins and furans on the human health and the environment. *The Toxicology Forum*, Berlin, 373–380, 1992.
- Geyer, H.J.; Rimkus, G.; Wolf, M.; Atter, A.; Steinberg, C.; Kettrup, A.: Synthetische Nitromoschus-Duftstoffe und Bromocyclen. *UWSF-Z. Umweltchem. Ökotox.* 6: 9–17, 1998.
- Geyer, H.J.; Scheunert, I.; Brüggemann, R.; Langer, D.; Korte, F.; Kettrup, A.; Mansour, M.; Steinberg, C.E.W.; Nyholm, N.; Muir, D.C.G.: Half-lives and bioconcentration of lindane (g-HCH) in different fish species and relationship with their lipid content. *Chemosphere* 35: 343–351, 1997.
- Hellou J.; Mackay, D.; Banoub, J.H.: Dietary and aqueous exposure of finfish to organochlorine compounds: a case study. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 34: 280–288, 1998.
- Karl, H.: Fettgehalte von Makrelen in Abhängigkeit von der Größe, dem Fanggebiet und der Jahreszeit. *Inf. Fischwirtsch.* 43: 95–97, 1996.
- Karl, H.; Kellermann, H.-J.: PCB in Fisch. In: Zum Carry over von Polychlorierten Biphenylen (PCB). Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Heft 418, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, 133–147, 1993.
- Karl, H.; Lehmann, I.: Variation of organochlorine residues with length in the edible part of mackerel (*Scomber scombrus*) from different fishing grounds. *Arch. Fish. Mar. Res.* 45: 135–147, 1997.
- Karl, H.; Lehmann, I.; Oetjen, K.: Levels of chlordane compounds in fishmuscle, -meal, -oil and -feed. *Chemosphere* 36: 2819–2832, 1998.
- Knickmeyer, R.; Steinhart, H.: Seasonal variations and sex related differences of organochlorines in welks (*Buccinum undatum*) from the German Bight. *Chemosphere* 20: 109–122, 1990.
- Kruse, R.; Krüger, K.-E.: Kongenere polychlorierter Biphenyle (PCB's) und chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW's) in Fischen, Krusten-, Schalen- und Weichtieren und daraus hergestellten Erzeugnissen aus dem Nordatlantik, Nordsee, Ostsee und deutschen Binnengewässern. *Arch. Lebensmittelhyg.* 40: 99–104, 1989.
- Lee, K.M.; Kruse, H.; Wassermann, O.: Seasonal fluctuation of organochlorines in *Mytilus edulis L.* from the South West Baltic Sea. *Chemosphere* 32: 1883–1895, 1996.
- Lehmann, I.: Belastung von Süßwasserfischen aus Zuchanlagen aus den neuen Bundesländern mit Organochlor-Pflanzenschutzmitteln und PCBs. *Fima-Schriftenr.* 25: 63–76, 1993.
- Manthey, M.: PCB und Organochlor-Pestizide in Muscheln, Krebstieren und geräucherten Sprotten. *Fima-Schriftenr.* 19: 39–48, 1990.
- Oehlenschläger, J.; Karl, H.: Zur Belastung von Ostseefischen und anderen Meerestieren mit anorganischen und organischen Rückständen. *Dtsch. Lebensmittel-Rundsch.* 88: 115–116, 1992.
- Oetjen, K.; Karl, H.: Levels of toxaphene indicator compounds in fish meal, fish oil and fish feed. *Chemosphere* 37: 1–11, 1998.
- Porte, C.; Albaiges, J.: Bioaccumulation patterns of hydrocarbons and polychlorinated biphenyls in bivalves, crustaceans, and fishes. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 26: 273–281, 1993.
- Rimkus, G.; Wolf, M.: Nitro musk fragrances in biota from freshwater and marine environment. *Chemosphere* 30: 641–651, 1995.
- Theobald, N.; Gaul, H.; Ziebarth, U.: Verteilung von organischen Schadstoffen in der Nordsee und angrenzenden Seegebieten. *Dtsch. Hydrogr. Z. Suppl.* 6: 81–85, 1996.
- von Westernhagen, H.; Cameron, P.; Janssen, D.; Kerstan, M.: Age and size dependent chlorinated hydrocarbon concentrations in marine teleosts. *Mar. Pollut. Bull.* 30: 655–659, 1995.
- ZEBS (Zentrale Erfassung- und Bewertungsstelle für Umweltchemikalien): Lebensmittelmonitoring 1996. Herausgeber BgVV (Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin), Magdeburger Druckerei GmbH, 1997.