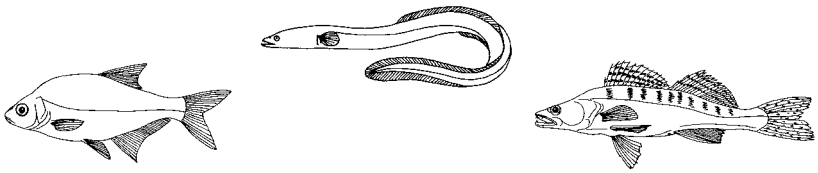
Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe

Schadstoffe in Elbefischen

- Belastung und Vermarktungsfähigkeit -

von der Grenze bis zur See



1994/95

Schadstoffe in Elbefischen
- Belastung und Vermarktungsfähigkeit -

von der Grenze bis zur See

Ministerium für Umwelt, Naturschutz
und Raumordnung
des Landes Brandenburg
Albert-Einstein-Straße 42 - 46

14473 Potsdam

Umweltbehörde Hamburg
Billstraße 84

20539 Hamburg

Ministerium für Bau, Landes-
entwicklung und Umwelt des Landes
Mecklenburg-Vorpommern
Schloßstraße 6 - 8

19053 Schwerin

Niedersächsisches Umweltministerium
Archivstraße 2

30169 Hannover

Sächsisches Staatsministerium für
Umwelt und Landesentwicklung
Ostra-Allee 23

01067 Dresden

Ministerium für Raumordnung,
Landwirtschaft und Umwelt
des Landes Sachsen-Anhalt
Pfälzer Straße 1

39106 Magdeburg

Ministerium für Natur und Umwelt
des Landes Schleswig-Holstein
Grenzstraße 1 - 5

24149 Kiel

bearbeitet von

Dipl.-Biol. Thomas Gaumert

Wassergütestelle Elbe

VORWORT

Seit der Wiedervereinigung Deutschlands hat sich die Schadstoffbelastung der Elbe insgesamt erfreulich verringert. Gleichzeitig mehren sich die Befunde, die eine allmähliche Verbesserung der ökologischen Situation des Flusses aufzeigen. Das öffentliche Interesse, beispielsweise in der Elbe zu baden oder zu fischen, ist wieder außerordentlich groß geworden. Die Nutzung der Fischbestände ist zwar vielerorts verbrieftes Recht, doch bestanden in der Vergangenheit wegen der hohen Schadstoffbelastung erhebliche Bedenken, ja zum Teil Verbote hinsichtlich einer kommerziellen Vermarktung der Tiere. Fünf Jahre nach dem politischen Umbruch war es nunmehr an der Zeit, den Stand der Dinge neu für die gesamte bundesdeutsche Elbe zu erfassen. Die ARGE ELBE als länderübergreifende Einrichtung aller Umweltministerien hat sich bereits in der Vergangenheit bei der Beantwortung ähnlicher Fragestellungen außerordentlich bewährt. Da aber die lebensmittelrechtliche Bewertung der Befunde allein Aufgabe der Landesveterinäre ist, die zum überwiegenden Teil nicht den Umweltministerien zugeordnet sind, mußte von der Wassergütestelle Elbe der ARGE ELBE eine enge ressortübergreifende Zusammenarbeit koordiniert werden. An dieser Stelle sei den Untersuchungseinrichtungen und Ministerien noch einmal herzlich für ihre tatkräftige Unterstützung bei diesem Verbundprojekt gedankt.

Der vorliegende Bericht dokumentiert in beispielloser Form die Auswertung von rd. 25.000 Einzeldaten, die an fast 500 Fischen (Brassen, Aal und Zander) von 15 Fangplätzen erhoben wurden. Obwohl sich gegenüber früheren Untersuchungen die Belastungssituation in diesen Organismen eindeutig verringert hat, treten bei den drei genannten Arten immer noch deutliche Höchstmengenüberschreitungen auf, und zwar fast im gesamten bundesdeutschen Längsprofil. Somit werden derzeit die Voraussetzungen für eine bedenkenlose Vermarktung der Tiere noch nicht erfüllt.

Ein nicht unerheblicher Teil der Schadstoffe, die zu Höchstmengenüberschreitungen in den Fischen führen, entstammen der Vorbelastung aus der Tschechischen Republik. Die Quellen sind mittlerweile bekannt und entsprechende Sanierungsbestrebungen auch mit bundesdeutscher Unterstützung angelaufen. Folglich besteht die Aussicht, daß gezielte Folgeuntersuchungen von Leitkontaminanten in fünf Jahren durchaus ein wesentlich günstigeres Bild ergeben. Ein zusätzliches Augenmerk sollte auf die Nebenflüsse Schwarze Elster, Mulde und Saale gelegt werden. Durch sie werden die Gehalte einiger Schadstoffe in der Elbe erkennbar erhöht.

Die Vorsitzende der ARGE ELBE

Heidrun Heidecke
Ministerin für Umwelt, Naturschutz und
Raumordnung des Landes Sachsen-Anhalt

Der Leiter der Wassergütestelle Elbe

Prof. Dr. Heinrich Reincke

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	**Einleitung**	1
2.	**Beteiligte Institutionen und Ansprechpartner**	3
3.	**Kontaminanten**	5
3.1	Spektrum der Zielanalyte	5
3.2	Transportprozesse der Schadstoffe in den Fisch	6
3.3	Kurzbeschreibung der Kontaminanten	8
4.	**Höchstmengen und Richtwerte für Brassen, Aal und Zander**	19
4.1	Höchstmengen und Richtwerte zum Zeitpunkt der Untersuchungen (1994)	19
4.2	Aktuelle Höchstmengen und Richtwerte (Stand Mai 1996)	21
5.	**Ergebnisse**	22
5.1	Statistische Darstellung der Untersuchungsbefunde	22
5.2	Brassenuntersuchungen im Längsprofil (ARGE-ELBE-Meßprogramm)	23
5.2.1	Schwermetalle	25
5.2.2	Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe	26
5.3	Zeitliche Entwicklung der Belastungssituation im Brassen	32
5.4	Aal- und Zanderuntersuchungen der Elbeanrainerländer	34
5.4.1	Sachsen	34
5.4.1.1	Untersuchungsergebnisse Aal (Elbehafen Prossen)	34
5.4.1.1.1	Schwermetalle	35
5.4.1.1.2	Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe	35
5.4.1.2	Untersuchungsergebnisse Zander (Hafen Prossen)	37
5.4.1.2.1	Schwermetalle	38
5.4.1.2.2	Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe	38
5.4.1.3	Untersuchungsergebnisse Zander (Hafen Meißen)	40
5.4.1.3.1	Schwermetalle	40
5.4.1.3.2	Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe	41
5.4.2	Sachsen-Anhalt	45
5.4.2.1	Untersuchungsergebnisse Aal (Klöden / Gallin)	45
5.4.2.1.1	Schwermetalle	45
5.4.2.1.2	Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe	46
5.4.2.2	Untersuchungsergebnisse Zander (Klöden / Gallin)	48
5.4.2.2.1	Schwermetalle	48
5.4.2.2.2	Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe	49
5.4.2.3	Untersuchungsergebnisse Aal (Wahrenberg)	51
5.4.2.3.1	Schwermetalle	51
5.4.2.3.2	Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe	51
5.4.2.4	Untersuchungsergebnisse Zander (Wahrenberg)	53

Seite

5.4.3	Brandenburg	62
5.4.3.1	Untersuchungsergebnisse Aal (Gorleben)	62
5.4.3.1.1	Schwermetalle	62
5.4.3.1.2	Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe	63
5.4.3.2	Untersuchungsergebnisse Zander (Gorleben)	65
5.4.3.2.1	Schwermetalle	65
5.4.3.2.2	Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe	66
5.4.4	Mecklenburg-Vorpommern	70
5.4.4.1	Untersuchungsergebnisse Aal (Boizenburg/Barförde)	70
5.4.4.1.1	Schwermetalle	70
5.4.4.1.2	Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe	71
5.4.4.2	Untersuchungsergebnisse Zander	73
5.4.4.2.1	Schwermetalle	74
5.4.4.2.2	Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe	74
5.4.5	Hamburg	80
5.4.5.1	Untersuchungsergebnisse Aal (Moorburg)	80
5.4.5.1.1	Schwermetalle	80
5.4.5.1.2	Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe	81
5.4.5.2	Untersuchungsergebnisse Zander (Dradenauhafen)	83
5.4.5.2.1	Schwermetalle	83
5.4.5.2.2	Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe	83
5.4.6	Schleswig-Holstein	87
5.4.6.1	Untersuchungsergebnisse Aal (Hohnstorf)	87
5.4.6.1.1	Schwermetalle	88
5.4.6.1.2	Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe	88
5.4.6.2	Untersuchungsergebnisse Zander (Hohnstorf)	90
5.4.6.2.1	Schwermetalle	91
5.4.6.2.2	Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe	91
5.4.6.3	Untersuchungsergebnisse Aal (Pagensander NE)	93
5.4.6.3.1	Schwermetalle	93
5.4.6.3.2	Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe	94
5.4.6.4	Untersuchungsergebnisse Zander (Pagensander NE)	95
5.4.6.4.1	Schwermetalle	95
5.4.6.4.2	Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe	96
5.4.6.5	Untersuchungsergebnisse Aal (Brunsbüttel)	97
5.4.6.5.1	Schwermetalle	98
5.4.6.5.2	Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe	98
6.	**Graphische Darstellung der Untersuchungsbefunde (Aal und Zander) im Längsprofil der Elbe**	106
7.	**Zusammenfassung**	118
Anlage:	**Eine Interkalibrierungsstudie zur Validierung von Schadstoffanalysen in Elbefischen**	120

1. Einleitung

Im Rahmen des ARGE-ELBE-Meßprogramms verfolgt die Wassergütestelle Elbe seit 1979 die Schadstoffbelastung in der Fischart Brassen (*Abramis brama* L.). Der Brassen gilt nicht nur an der Elbe, sondern mittlerweile auch in der gesamten Bundesrepublik als Monitoringfisch schlechthin, da er praktisch zu jeder Zeit in beliebigen Mengen und Größen an allen Orten gefangen werden kann. Er zeichnet sich ferner durch seine relative Standorttreue aus, so daß festgestellte Befunde in Bezug zur Region und z. B. zu dort stattfindenden Emissionen betrachtet werden können.

Erwartungsgemäß spiegelte sich auch in den Ergebnissen der ersten Brassenuntersuchungen die hochgradige Belastung der Elbe mit bestimmten Schadstoffen deutlich wider. Bis zum Ende der 80er Jahre war zwar bei einigen Kontaminanten eine gewisse Verbesserung eingetreten, gleichwohl lagen aber diese Befunde immer noch inakzeptabel hoch, und das nicht nur im Hinblick auf eine fiktive Vermarktung der Tiere.

Mit der Wiedervereinigung Deutschlands und dem nachfolgenden Zusammenbruch der chemischen Produktionsstätten sowie dem beginnenden Neu- und Ausbau von Abwasserbehandlungsanlagen in den neuen Bundesländern wuchs die Hoffnung auf entscheidende Verbesserung der gesamtökologischen Situation der Elbe und damit auch auf Verringerung der Belastungssituation der aquatischen Lebensgemeinschaft. Zur Dokumentation dieser Entwicklung beauftragten die Elbeminister aller sieben Elbeanrainerländer auf ihrer 9. Konferenz in Lauenburg (30.09.1993) die ARGE ELBE, "die Untersuchungen zur Schadstoffbelastung bei den für ein Biomonitoring der Elbe geeigneten Brassen kontinuierlich fortzusetzen und auf das gesamte (bundesdeutsche) Längsprofil auszudehnen". Außerdem vertrat die Konferenz die Auffassung, "daß für eine umfassende lebensmittelrechtliche Bewertung der Elbefische weitere Untersuchungen an verschiedenen Meßstellen des gesamten (bundesdeutschen) Längsprofils erforderlich sind. Sie werden daher ihre für die Staatlichen Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsämter zuständigen Ressortkollegen bitten, ein entsprechendes Untersuchungsprogramm in Zusammenarbeit mit der Wassergütestelle Elbe durchzuführen".

Entsprechend diesen Beschlüssen vergab die Wassergütestelle Elbe aus ihrem Etat an das Staatliche Veterinäruntersuchungsamt für Fische und Fischwaren, Cuxhaven (Niedersachsen), einen Auftrag zur Bestimmung der Schadstoffbelastung in Brassen aus dem gesamten bundesdeutschen Längsprofil der Elbe (jeweils 15 Fische von insgesamt 10 Fangplätzen). Dieses Amt hatte auch in der Vergangenheit mit hoher fachlicher Kompetenz die Brassenuntersuchungen für die Wassergütestelle Elbe vorgenommen.

Parallel hierzu konnte die Wassergütestelle Elbe die entsprechenden Einrichtungen aller Länder gewinnen, ein gemeinsam abgestimmtes Untersuchungsprogramm zur Belastungssituation und Vermarktungsfähigkeit der beiden wirtschaftlich interessanten Fischarten Aal (*Anguilla anguilla* L.) und Zander (*Stizostedion lucioperca* L.) durchzuführen. Dankenswerterweise erklärten sich die an unterschiedliche Ressorts angebundenen Ländereinrichtungen bereit, die sehr aufwendigen und teuren Analysen für dieses erste gemeinsame und in der Bundesrepublik einmalige Verbundprojekt kostenfrei durchzuführen. Quasi im Gegenzuge erfolgte durch die Wasser-

gütestelle Elbe neben der Gesamtkoordination die komplette Fischprobennahme, die Konservierung und der Transport der Proben zu den Untersuchungseinrichtungen. Ferner erklärte sie sich bereit, alle Untersuchungsergebnisse auszuwerten, graphisch aufzubereiten und die Berichtsarbeit zu übernehmen***)**.

Das Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamt des Landes Schleswig-Holstein entlastete freundlicherweise die niedersächsischen Kollegen von ihrem Part, Aale und Zander zu untersuchen. Dadurch entstand in dem Staatlichen Veterinäruntersuchungsamt für Fische und Fischwaren, Cuxhaven, die Möglichkeit, zur Abrundung des Gesamtprogrammes zusätzlich mit allen beteiligten Laboratorien eine Interkalibrierung an Referenzmaterialien und homogenisierten Originalproben durchzuführen. Diese Arbeit wurde allgemein zum Beleg der Datenvalidität und -kompatibilität als notwendig und sinnvoll erachtet. Die Ergebnisse wurden zwar bereits als Studie im Archiv für Lebensmittelhygiene veröffentlicht; sie wird aber wegen ihres engen Bezuges zu der hier behandelten Thematik direkt als Berichtsteil mit aufgenommen.

Mit diesem Bericht wollen die ARGE ELBE und die für die Lebensmittelüberwachung der Länder zuständigen Einrichtungen gemeinsam nicht nur die interessierte Öffentlichkeit über die Belastungssituation und Vermarktungsfähigkeit ausgewählter Elbefischarten fundiert informieren. Die vorliegende Arbeit soll den Landesbehörden als Grundlage für Entscheidungen dienen, die die Vermarktung von Elbefischen und den Schutz des Verbrauchers betreffen. Wünschenswert wäre auch hier eine gemeinsame, abgestimmte Vorgehensweise.

***)** Die statistische Bearbeitung der rd. 25.000 Einzeldaten erfolgte durch Ing. grad. Michael Bergemann (WGE). Zusammen mit Frau Ehrhorn (WGE) gestaltete er die graphischen Darstellungen. Frau Dipl. -Biol. Ute Ringelband (Universität Hamburg) erstellte freundlicherweise die Kurzbeschreibung der Kontaminanten.

2. Beteiligte Institutionen und Ansprechpartner

Nachfolgend werden diejenigen Institutionen und Ansprechpartner mit ihren vorgesetzten Ministerien aufgeführt, die maßgeblich zum Gelingen des länderübergreifenden Untersuchungsprogramms beigetragen haben. Bei Bedarf können dort weitere Informationen, z. B. zu den Analysenmethoden, eingeholt werden.

Brandenburg:

Staatliches Veterinär- und
Lebensmitteluntersuchungsamt
Herr Dr. Kubsch
Fürstenwalder Poststr. 73
15234 Frankfurt / Oder

Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft
und Forsten des Landes Brandenburg
Abt. 4 Ernährung, Markt und Verbraucher, Veterinärwesen
Heinrich-Mann-Allee 107
14473 Potsdam

Hamburg:

Chemische und Lebensmitteluntersuchungsanstalt
Herr Dr. Kühn
Marckmannstr. 129 a
20539 Hamburg

Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales
Amt für Gesundheits- und Veterinärwesen
Tesdorpfstr. 8
20148 Hamburg

Mecklenburg-Vorpommern:

Landesveterinär- und Lebensmittel-
untersuchungsamt Rostock
Frau Bladt
Thierfelder Str. 18 / 19
18003 Rostock

Landwirtschaftsministerium
des Landes Mecklenburg-Vorpommern
- Ref. Gr. 46 - Veterinärwesen und Lebensmittelüberwachung
Paulshöher Weg 1
19048 Schwerin

Niedersachsen:

Staatliches Veterinäruntersuchungsamt
für Fische und Fischwaren des Landes Niedersachsen
Herr Dr. Kruse und Frau Dr. Ballin
Schleusenstraße
27472 Cuxhaven

Niedersächsisches Ministerium
für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
Calenberger Str. 2
30169 Hannover

Sachsen:

Landesuntersuchungsanstalt für das
Gesundheits- und Veterinärwesen
im Freistaat Sachsen
Herr Dr. Schlegel
Reichenbachstr. 71/73
01217 Dresden

Sächsisches Staatsministerium für Soziales,
Gesundheit und Familie
Albertstr. 10
01097 Dresden

Sachsen-Anhalt:

Landesveterinär- und Lebensmittel-
untersuchungsamt Halle
Herr Dr. Pfalzgraf
Freiimfelder Str. 66/68
06112 Halle

Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft
und Forsten des Landes Sachsen Anhalt
- Ref. 26 -
Olvenstedter Str. 4
39108 Magdeburg

Schleswig-Holstein:

Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamt
des Landes Schleswig-Holstein
Herr Dr. Rimkus
Max-Eyth-Straße 5
24573 Neumünster

Ministerium für Natur und Umwelt
des Landes Schleswig-Holstein
Grenzstraße 1 - 5
24149 Kiel

3. Kontaminanten

3.1 Spektrum der Zielanalyte

Im Rahmen des gemeinsamen Untersuchungsprogramms wurden ausgewählte Schwermetalle sowie halogenierte Kohlenwasserstoffe und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe in Fischen bestimmt. Berücksichtigt wurden einerseits Kontaminanten, die durch Gesetzte, Verordnungen o. ä. geregelt sind, also im Hinblick auf die Vermarktungsfähigkeit bzw. den Verbraucherschutz eine Bedeutung haben. Andererseits wurden solche Stoffe ins Untersuchungsspektrum aufgenommen, die nicht geregelt sind, aber als elberelevant angesehen werden. Darüber hinaus wurden Verbindungen analysiert, die derzeit in der allgemeinen Umweltdiskussion besonderes Interesse hervorrufen und für die schon bald eine Regelung erwartet wird.

Aus der Gruppe der Schwermetalle wurden Quecksilber, Cadmium und Blei im verzehrbaren Anteil (Filet, Muskulatur) der Tiere berücksichtigt. Quecksilber wird durch die Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. vom 23. März 1988 und durch die Entscheidung der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 geregelt. Für Cadmium und Blei existieren Richtwerte des Bundesamtes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV), die i. d. A. d. Bundesgesundheitsblattes (39) v. Mai 1996 veröffentlicht wurden.

Bezüglich der Gruppe der halogenierten Kohlenwasserstoffe und synthetischen Nitromoschus-Duftstoffe wurden die meisten der in der Liste B der Rückstands-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 01.09.1994 aufgeführten Stoffe sowie Lindan der Liste A untersucht. Ferner wurden die in der Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988 aufgeführten Kongenere der polychlorierten Biphenyle (zusätzlich die nicht-geregelten PCB-Kongenere Nr. 118, Nr. 170 und Nr. 194) sowie die vom Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamt Neumünster des Landes Schleswig-Holstein aufgrund von vorliegenden Erfahrungen als elberelevant eingestuften, aber zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht geregelten Stoffe Octachlorstyrol und Pentachloranisol erfaßt. Ebenfalls berücksichtigt wurden Moschus-Xylol, Moschus-Keton und Bromocyclen, also Verbindungen, die derzeit besonders im Blickfeld des öffentlichen Interesses stehen und wahrscheinlich schon bald - wie im Falle des Bromocyclens mittlerweile geschehen - eine gesetzliche Regelung erfahren werden.

Abweichungen von diesem Spektrum der Zielanalyte können in den einzelnen Länderkapiteln nachgelesen werden.

Zum besseren Verständnis der Gesamtthematik wird nachfolgend eine Kurzbeschreibung der unterschiedlichen Aufnahmemechanismen im Fisch gegeben. Zusätzlich erfolgt eine allgemeine Kurzbeschreibung der berücksichtigten Elemente und Verbindungen. Dort finden sich neben Angaben zur Herkunft auch Hinweise zu Wirkungen.

3.2 Transportprozesse der Schadstoffe in den Fisch

Die nachfolgenden Ausführungen zu diesem Unterkapitel sind im wesentlichen entnommen Hofer, R. & Lackner, R. (1995): Fischtoxikologie - Theorie und Praxis, Gustav Fischer Verlag Jena und Stuttgart. Eine schematische Darstellung der Transportprozesse der Schadstoffe in den Fisch findet sich in Abb. 1.

Die unter dem Begriff der Bioakkumulation zusammengefaßten Aufnahmeprozesse von Schadstoffen in Organismen lassen sich in Biokonzentrations- und Biomagnifikationsvorgänge unterscheiden. Biokonzentration beschreibt die direkte Anreicherung einer Substanz aus dem umgebenden Medium, bei Fischen z. B. über die Haut oder die Kiemen. Unter Biomagnifikation versteht man die Aufnahme einer Substanz über die Nahrung, ein Prozeß, der insbesondere bei der Betrachtung von Nahrungsketten von Bedeutung ist. Bei Fischen findet die Aufnahme von Schadstoffen im wesentlichen über die Kieme und die Nahrung statt.

Die Kieme stellt ein Austauschorgan dar, das aufgrund seiner Struktur eine starke Oberflächenvergrößerung aufweist. Die Schadstoffaufnahme über die Kieme wird durch ihre große Oberfläche, durch die relativ hohe Ventilationsfrequenz von Fischen und die dünne Barriere zwischen Umgebungswasser und Blut erleichtert. Hinzu kommt ein ständig auftretender Wassereinstrom, der aufgrund des im Blut von Süßwasserfischen herrschenden höheren osmotischen Drucks auftritt.

Die Aufnahme von Schadstoffen über die Kieme in das Blut kann durch passive Diffusion erfolgen. Passive Diffusionsprozesse verlaufen mit einem Konzentrationsgefälle. Dabei diffundieren niedermolekulare Substanzen schneller als hochmolekulare. Bei Diffusionsprozessen wird zwischen transzellulärer, durch die Zellen, und parazellulärer, über den Interzellularraum, erfolgender Diffusion unterschieden. Beide Diffusionsvorgänge erfordern keine Energie und können auch in umgekehrter Richtung erfolgen, d. h. aufgenommene Schadstoffe können, bedingt durch den herrschenden Konzentrationsgradienten, auch durch passiven Transport vom Blut ins Umgebungswasser gelangen. Ein weiterer Transportvorgang ist die erleichterte Diffusion. Zellmembranen weisen zahlreiche Ionenkanäle auf, durch die der Transport von geladenen Ionen erleichtert bzw. beschleunigt wird. Die Diffusion erfolgt dabei schneller als es sich mit dem Konzentrationsgradienten erklären ließe. Erleichterte Diffusion führt zur Einstellung derselben Gleichgewichte wie Diffusion, der Gleichgewichtszustand wird lediglich schneller erreicht.

Außer über einen passiven Transport können Schadstoffe auch über spezielle Transportproteine, sogenannte Carrier, die in der Zellmembran lokalisiert sind, aktiv transportiert werden. Der aktive Transport ist energieaufwendig und erfolgt entgegen eines Konzentrationsgefälles in nur eine Richtung.

Die für die Kiemen beschriebenen Transportprozesse gelten ebenfalls für eine Aufnahme von Schadstoffen über den Verdauungsstrakt. Die größte Aufnahme findet dabei im Darm statt, der durch die Bildung von Zotten und Mikrovilli eine stark vergrößerte Oberfläche aufweist.

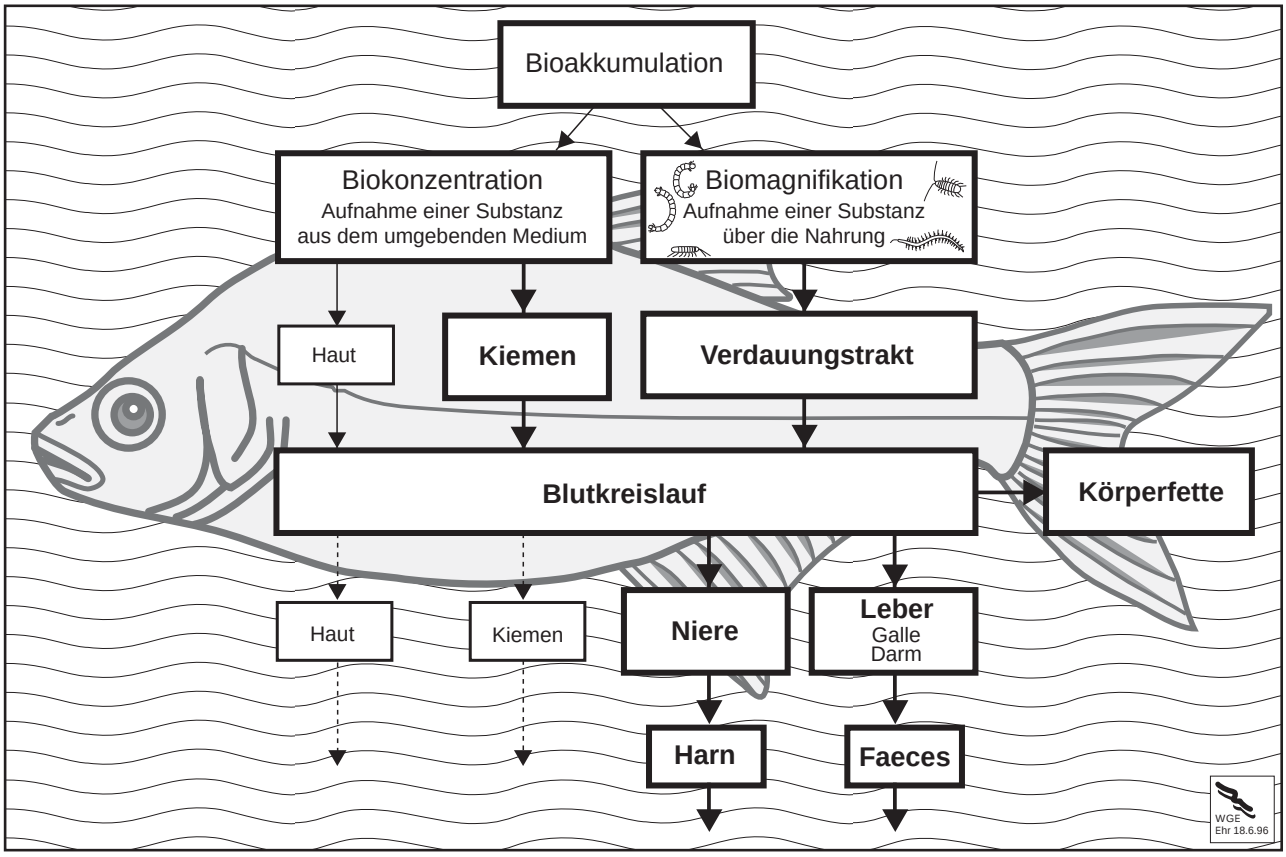


Abb. 1 **Transportprozesse der Schadstoffe in den Fisch**
- Schematische Darstellung -

Hydrophile Substanzen wie z. B. Schwermetalle gelangen zum Teil über Carrierproteine in die Zelle. So kann Cadmium als freies Ion von den Calcium-Carriern transportiert werden, da sich die Radien der beiden Ionen ähneln. Viele andere Metalle gelangen über Ionenkanäle in die Zelle. Die meisten Metalle werden nur als freies Metallion in den Organismus transportiert. Zwar gelangen Schwermetalle in der Regel als gelöstes Kation in die Umwelt, im Wasser reagieren sie aber schnell zu Poly-Ionen oder mit anderen im Wasser gelösten Komponenten zu komplexen Verbindungen. Dadurch sind sie dann nicht mehr bioverfügbar. Die Bioverfügbarkeit von Schadmetallen ist stark von verschiedenen Wasserparametern wie pH-Wert, Temperatur, Sauerstoffgehalt, Wasserhärte, Salinität, Gehalt an Huminstoffen sowie dem Vorhandensein von anderen Komplexbildnern abhängig. Außerdem führen im Gewässer Adsorptionsvorgänge von Metallen an organische Moleküle zu einer gesenkten Bioverfügbarkeit der Schadmetalle.

Lipophile Substanzen wie Pestizide, aber auch die methylierten Metalle, werden besonders leicht aufgenommen, da sie direkt die lipophilen Zellmembranen passieren können. Dabei gilt, daß eine besonders gut fettlösliche Substanz besonders leicht durch Membranen diffundieren kann. Viele der lipophilen Schadstoffe werden vornehmlich aus dem Wasser über die Kiemen aufgenommen.

Die - über die Kiemen oder Verdauungstrakt - aufgenommenen Schadstoffe werden im Fisch mit dem Blutkreislauf verteilt. Einige Metalle binden an spezielle Transportproteine. Methylquecksilber bindet spezifisch an Hämoglobin und wird so mit den

Erythrozyten im Blut transportiert. Ebenfalls mit den roten Blutzellen wird Blei transportiert, das an die Oberfläche von Erythrozyten bindet. Lipophile Substanzen werden zumeist mit Albumin im Körper verteilt. Da die meisten Schadstoffe im Organismus nach der Aufnahme an Proteine gebunden werden, bleibt das Konzentrationsgefälle vom Wasser zum Blut aufrechterhalten, was eine gleichbleibende Aufnahmerate zur Folge hat.

Eine Anreicherung von Schadstoffen im Fisch findet besonders in stoffwechselaktiven Geweben wie der Leber und Niere statt. Lipophile Schadstoffe reichern sich gleichmäßig in den Körperlipiden des gesamten Organismus an. Sie verteilen sich in Geweben entsprechend des Gewebefettgehalts.

Neben einer Speicherung von Schadstoffen kann auch eine Biotransformation erfolgen. Organische Substanzen können im Entgiftungsstoffwechsel, der vor allem in der Leber stattfindet, in hydrophilere und damit polarere Verbindungen transformiert werden. Dadurch werden die Stoffe wasserlöslicher und können mit dem Harn und über die Galle ausgeschieden werden. Außer über die Niere und über die Galle können Schadstoffe zum geringen Teil auch über die Kiemen und über die Schleimproduktion der Haut ausgeschieden werden. Eine ganze Reihe von organischen Kontaminanten wird allerdings kaum oder nur sehr langsam metabolisiert, was zu einer hohen Anreicherung im Fisch führt.

3.3 Kurzbeschreibung der Kontaminanten

Quecksilber (Hg)

Die nachfolgenden Informationen zu diesem Element sind im wesentlichen entnommen aus: T. Meinelt et al. (1995): Wirkungen fischtoxischer Schadmetalle - Fischtoxizität von Quecksilber. Fischer & Teichwirt 9, 330-333 und B. Streit (1992): Lexikon der Ökotoxikologie. VCH Weinheim.

Quecksilber gelangt bei verschiedenen chemischen Produktionsprozessen, z. B. in der Tschechischen Republik, sowie über Industrieabfälle oder über quecksilberhaltige Batterien in die Umwelt. Weitere Kontaminationsquellen sind quecksilberhaltige Fungizide, deren Anwendung in der Bundesrepublik Deutschland aber bereits 1982 verboten wurde.

Für Organismen sind neben elementarem Hg die anorganischen Hg-Salze sowie Organo-Quecksilberverbindungen von Bedeutung. Unter den Organo-Hg-Verbindungen ist Methyl-Quecksilber besonders relevant, da ein großer Teil des anorganischen Hg durch biologische Prozesse in Methylquecksilber umgewandelt wird. Am Gewässerboden kommt es durch bakterielle Aktivitäten zur Methylierung von anorganischem Quecksilber. Auch Fische können aufgenommenes anorganisches Quecksilber zu Methyl-Quecksilber methylieren. Methyl-Hg ist gut fettlöslich, kann leicht biologische Membranen passieren und lagert sich in fettreichen Geweben ab. Während anorganische Hg-Salze von Fischen vor allem über die Kiemen aufgenommen werden, werden

Organo-Hg-Verbindungen dem Organismus hauptsächlich über die Nahrung zugeführt. Hohe Quecksilberanreicherungen finden sich besonders in alten Raubfischen.

Bereits geringe Dosen Quecksilber sind für Fische hoch toxisch. Dabei muß zwischen akuten und chronischen Schäden unterschieden werden. Die über die Kiemen aufgenommenen Hg-Salze wirken dabei akut toxisch, organische Hg-Verbindungen akkumulieren dagegen im Organismus und rufen chronische Schäden hervor. Die durch Quecksilber hervorgerufenen Wirkungen bei Fischen sind vielfältiger Art. Die wichtigsten sind: Schädigungen des Zentralnervensystems, Hemmungen von Enzymaktivitäten, Membran- und Nierenschäden, Stoffwechselstörungen, Entzündungen des Magen-Darm-Traktes, pathologische Veränderungen von Leber- und Blutzellen, Veränderungen des Blutbildes, geringere Reproduktionsraten und teratogene Wirkungen.

Cadmium (Cd)

Die nachfolgenden Informationen zu diesem Element sind im wesentlichen entnommen aus: T. Meinelt et al. (1995): Wirkungen fischtoxischer Schadmetalle - Fischtoxizität von Cadmium. Fischer & Teichwirt 3, 84-86 und B. Streit (1992): Lexikon der Ökotoxikologie. VCH Weinheim.

Cadmium gelangt über die Abwässer von Betrieben aus dem Bereich der Metall-, Chemie und Textil-Industrie in die Gewässer. Es findet außerdem in Batterien Anwendung und ist stets auch als Nebenmetall in verzinkten Materialien vorhanden. So stellt eine Kontaminationsquelle die Korrosion von verzinkten Regenrinnen und Leitungsrohren dar. In größeren Mengen ist dieser Schadstoff außerdem in Zigaretten enthalten.

Das Schwermetall Cadmium ist hoch toxisch. Die durch Cadmium hervorgerufenen Schäden bei Fischen sind sehr vielfältig. Cadmium verdrängt u.a. Calcium aus Knochen, so daß es zu Skelettdeformationen kommen kann. Eine Calciumverdrängung führt außerdem zu neuromuskulären Störungen. Besonders hervorzuheben ist außerdem die nierenschädigende Wirkung von Cadmium. Auf subzellulärer Ebene ist eine Cd-induzierte Denaturierung von Proteinen von Bedeutung. Außerdem tritt Cadmium in Konkurrenz zu dem essentiellen Element Zink. Durch die Konkurrenz kommt es zur Hemmung von zinkabhängigen Enzymen. Im Organismus wird Cadmium an Metallothioneine gebunden. Eine Akkumulation findet bei Fischen besonders in Erythrozyten, aber auch in Leber, Niere und Kieme statt. Neben akuten Vergiftungserscheinungen treten teratogene und mutagene Effekte auf. Von einer karzinogenen Wirkung des Cadmiums beim Menschen muß derzeit ausgegangen werden.

Blei (Pb)

Die nachfolgenden Informationen zu diesem Element sind im wesentlichen entnommen aus: T. Meinelt et al. (1995): Wirkungen fischtoxischer Schadmetalle - Fischtoxizität von Blei. Fischer & Teichwirt 10, 374-375. B. Streit (1992): Lexikon der Ökotoxikologie. VCH Weinheim.

Für Blei bestehen in der Industrie vielfältige Anwendungsbereiche. Es wird für die Herstellung von Akkumulatoren und für Kabelummantelungen benötigt. Weiter findet Blei Anwendung bei der Produktion von Farben und Formgußteilen. Bleitetraethyl wird als Antiklopfmittel Kraftstoffen für Benzinmotoren beigemischt. Wenn auch die Menge Blei, die über die Verbrennung von bleihaltigen Kraftstoffen in die Umwelt gelangt, in den letzten Jahren rückläufig ist, so kommt dem Blei-Eintrag in Oberflächengewässer über die Luft immer noch große Bedeutung zu. Ein weiterer Kontaminationspfad verläuft über Straßenabschwemmungen und Korrosionsprodukte von Blei-Abwasserrohrleitungen.

Im Gewässer fällt anorganisches Blei zumeist aus und ist somit an die Gewässersedimente gebunden, die zum Teil hoch belastet sind. Eine Ausfällung von Blei findet besonders in Gewässern statt, die einen neutralen bis basischen pH-Wert und eine hohe Wasserhärte aufweisen.

Da anorganisches Blei im Gewässer nur eine geringe Löslichkeit besitzt, ist von einer akuten Bleitoxizität für Fische nicht auszugehen. Toxikologisch weitaus bedeutsamer sind die Organo-Bleiverbindungen, die von Fischen in starkem Maße akkumuliert werden. Nur wenig Blei wird von Fischen direkt aus dem Wasser über die Kiemen aufgenommen. Die größte Menge des Schwermetalls wird Fischen über kontaminierte Nährtiere zugeführt. Blei wirkt im Organismus u.a. als Neurotoxin. Akute Schäden sind auf die Inaktivierung von Enzymen zurückzuführen. Bei Fischen ist bei einer chronischen Vergiftung allgemein mit einer Konditionsverschlechterung und einer Schädigung der Hypothalamus-Hypophysen-Thyrioidea-Achse zu rechnen. Eine Teratogenität bei Fischen wurde nachgewiesen. Blei wird vor allem in der Knochensubstanz, aber auch in Leber, Niere und Kiemen akkumuliert.

Wenn auch Blei für Fische als Schadmetall im Vergleich zu Quecksilber von geringerer Wichtigkeit ist, so liegt dennoch in der Bleikontamination von Speisefischen große Bedeutung, da Blei humantoxikologisch besonders relevant ist.

Hexachlorbenzol (HCB)

Die nachfolgenden Informationen zu dieser Organochlor-Verbindung sind im wesentlichen entnommen aus: R. Hofer, R. Lackner (1995): Fischtoxikologie. Gustav Fischer Jena, W. Perkow & H. Ploss (1994): Wirksubstanzen der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin und B. Streit (1992): Lexikon der Ökotoxikologie. VCH Weinheim.

Hexachlorbenzol wird als Fungizid bei der Saatgutbehandlung und als Holzschutzmittel eingesetzt. In der Regel wird es in Kombination mit anderen Insektiziden und Fungiziden, z. B. Quecksilberfungiziden, angewendet. In der Bundesrepublik Deutschland sind HCB-Fungizide seit 1981 nicht mehr im Handel. Weiterere Anwendungsbereiche sind die PVC-Produktion sowie die Herstellung von Isoliermaterialien und Gummi. In diesen Produktionsprozessen wird HCB als Weichmacher zugesetzt. HCB ist in Wasser nicht löslich. Eine Aufnahme und Anreicherung findet aber über die Nahrungskette statt. HCB ist biologisch nicht abbaubar und durch eine hohe Persistenz in der Umwelt gekennzeichnet. Eine Anreicherung im Organismus findet vor allem

im Fettgewebe statt. Die akute Toxizität von HCB ist als gering einzustufen. Hohe Belastungen führen aber zur Induktion von Leberenzymen, zu Stoffwechselstörungen und Membranschäden, in deren Folge Leber- und Nierenschäden auftreten. Teratogene und kanzerogene Effekte sind nachgewiesen worden.

Hexachlorcyclohexan (HCH)

Die nachfolgenden Informationen zu dieser Gruppe der organischen Kontaminanten sind im wesentlichen entnommen aus: Ministry of Environment and Energy, Denmark (1995): Male Reproductive Health and Environmental Chemicals with Estrogenic Effects. Miljöprojekt nr. 290, W. Perkow & H. Ploss (1994): Wirksubstanzen der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin und B. Streit (1992): Lexikon der Ökotoxikologie. VCH Weinheim.

Unter HCH werden 8 Stereoisomere der cyclischen Chlorkohlenwasserstoffe zusammengefaßt. Umwelttoxikologisch sind die Isomere α-HCH, β-HCH, γ-HCH und δ-HCH relevant. HCH-Isomere werden als Insektizid eingesetzt. Bis 1978 wurde in der Bundesrepublik Deutschland ein Gemisch aus den 4 genannten Isomeren verwendet. Die einzelnen Isomere unterscheiden sich in ihrer Lipidlöslichkeit, ihrer Toxizität gegenüber Insekten und in ihrer Persistenz in der Umwelt. γ-HCH ist unter dem Gebrauchsnamen Lindan bekannt. HCH führt bei Insekten zu irreversiblen Nervenschäden. HCH-Verbindungen reichern sich über die Nahrungskette an und werden in höheren Organismen vor allem im Fettgewebe gespeichert.

α-HCH entsteht als Nebenprodukt bei der Lindan-Herstellung. Es besitzt eine geringe akute, aber eine hohe chronische Toxizität gegenüber Warmblütern. Mutagene und kanzerogene Eigenschaften sind anzunehmen. Es wird relativ schnell biologisch abgebaut.

Auch **β-HCH** entsteht als Nebenprodukt bei der Lindan-Herstellung. Wie auch das α-Isomer ist β-HCH durch eine geringe akute, aber hohe chronische Toxizität gegenüber Warmblütern gekennzeichnet. β-HCH weist von den toxikologisch relevanten HCH-Isomeren die höchste Persistenz auf. Es ist schwer abbaubar und reichert sich in großem Maße im Organismus an. Eine Mutagenität und Kanzerogenität wird diskutiert.

γ-HCH (Lindan) ist ein hoch effektives Insektizid, das als Fraß-, Atem- und Berührungsgift wirkt. Es wird vorwiegend gegen beißende Insekten im Nutz- und Zierpflanzenbau und in der Forstwirtschaft gegen Rüssel- und Borkenkäfer eingesetzt. Außerdem findet es Anwendung gegen Bodenschädlinge, Ameisen und Vorratsschädlinge in leeren Speichern. Nicht angewendet wird es in Getreidevorräten. Allgemein wird es als bienengefährlich in die Bienentoxizitätsklasse B 1 eingestuft. Lindan ist gekennzeichnet durch eine im Vergleich zu den vorangestellten HCH-Isomeren geringere chronische Toxizität, aber durch eine sehr hohe akute Toxizität gegenüber Warmblütern, Fischen und Fischnährtieren. Es wird relativ langsam abgebaut. Hohe Lindan-Belastungen können zu Leber- und Nierenschäden führen.

δ-HCH fällt als Nebenprodukt der Lindan-Herstellung an. Für Warmblüter wird eine mäßige akute und chronische Toxizität beschrieben. Im Vergleich zu den anderen HCH-Isomeren wird es am wenigsten von Organismen akkumuliert. Über die chronische und akute Toxizität dieses HCH-Isomers bezüglich höheren Organismen ist noch wenig bekannt.

DDT (Dichlordiphenyltrichlorethan), DDD (Dichlordiphenyldichlorethan) und DDE (Dichlordiphenyldichlorethen)

Die nachfolgenden Informationen zu dieser Gruppe Chlorkohlenwasserstoffe sind im wesentlichen entnommen aus: Ministry of Environment and Energy, Denmark (1995): Male Reproductive Health and Environmental Chemicals with Estrogenic Effects. Miljöprojekt nr. 290, W. Perkow & H. Ploss (1994): Wirksubstanzen der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin und B. Streit (1992): Lexikon der Ökotoxikologie. VCH Weinheim.

DDT existiert in zwei Isomeren: o,p'-DDT und p,p'-DDT. Letzteres stellt das eigentlich wirksame Insektizid dar, während o,p'-DDT als Nebenprodukt bei der p,p'-DDT-Herstellung entsteht und eher schwach insektizid wirksam ist. p,p'-DDT wirkt als Berührungs- und Fraßgift auf fressende Insekten, Käfer und Raupen und findet seinen Einsatz, zum Teil in Kombination mit anderen Insektiziden und Fungiziden, im Nutzpflanzenbau und in der Forstwirtschaft. Während des Zweiten Weltkrieges und in der Nachkriegszeit wurde DDT als Breitbandinsektizid weltweit angewendet. In der Bundesrepublik Deutschland ist die Herstellung, Einfuhr, Ausfuhr, der Erwerb und die Anwendung seit 1972 durch das DDT-Gesetz verboten. Das Gesetz sieht aber definierte Ausnahmen (z. B. Forschung) vor. Auch in zahlreichen anderen westlichen Ländern ist der Umgang mit DDT in den 70er Jahren eingeschränkt oder verboten worden. Die globale Produktion wird heutzutage vor allem in tropischen Entwicklungsländern zur Bekämpfung der Anopheles-Mücke, die Malaria überträgt, ausgebracht. In den vergangenen Jahren wurden allerdings Resistenzmutationen bei Insekten beobachtet. Resistente Arten sind in der Lage Entgiftungsreaktionen durchzuführen, in deren Verlauf DDT enzymatisch zu dem weniger toxisch wirksamen Stoff DDE umgewandelt wird. DDT besitzt ansonsten eine ausgesprochen hohe Persistenz und ist durch den massiven, langjährigen weltweiten Einsatz heute in allen Lebewesen nachzuweisen. DDT ist nur schwer abbaubar und wird, da es einen ausgeprägt lipophilen Charakter aufweist, vor allem im Fettgewebe gespeichert. DDT gilt als minder bienengiftig, aber als toxisch für Fische und Fischnährtiere. Karzinogenität wurde im Tierversuch nachgewiesen.

Auch **DDD** existiert in den zwei Isomeren o,p'-DDD und p,p'-DDD, von denen das p,p'-Isomer ökotoxikologisch bedeutsam ist. p,p'-DDD entsteht als Nebenprodukt der DDT-Herstellung oder durch anaerobe Biotransformation aus DDT. Auch p,p'-DDD ist ausgesprochen persistent, biologisch schwer abbaubar und besitzt ähnliche Eigenschaften wie DDT.

Von den beiden **DDE**-Isomeren o,p'-DDE und p,p'-DDE kommt dem letztgenannten umwelttoxikologisch größere Bedeutung zu. p,p'-DDE fällt als Nebenprodukt bei der DDT-Herstellung an. Außerdem entsteht es durch Biotransformation und ist als das

Hauptumwandlungsprodukt von p,p'-DDT anzusehen. Die DDE-Kontamination von Organismen ist auf den massiven Einsatz von DDT in den vorangegangenen Jahrzehnten zurückzuführen. Die Toxizität von DDE ist im Vergleich zu DDT als geringer einzustufen. Es besitzt ansonsten ähnliche Eigenschaften wie DDT. Mutagene und karzinogene Effekte wurden vielfach nachgewiesen.

Heptachlor, Aldrin, Dieldrin, Isodrin, Endrin und Chlordan

Die nachfolgenden Informationen zu diesen Pestiziden sind im wesentlichen entnommen aus: Ministry of Environment and Energy, Denmark (1995): Male Reproductive Health and Environmental Chemicals with Estrogenic Effects. Miljöprojekt nr. 290, W. Perkow & H. Ploss (1994): Wirksubstanzen der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin und B. Streit (1992): Lexikon der Ökotoxikologie. VCH Weinheim.

Heptachlor gehört, ebenso wie auch Aldrin, Dieldrin, Isodrin, Endrin und Chlordan, zu den sogenannten Cyclodien-Pestiziden, die aus Hexachlorcyclopentadien hergestellt werden. Heptachlor wirkt als Berührungs- und Fraßgift und wird vor allem zum Schutz von Saatgut gegen Fraßschäden von Drahtwurm, Moosknopfkäfer und Zwiebelfliege angewendet. Zum Teil wird es in Kombination mit Fungiziden eingesetzt. Heptachlor ist ein sehr effektives Insektizid, das als nicht bienengefährlich gilt, aber als toxisch für Warmblüter. Ausgesprochen hoch ist die Fisch-Toxizität von Heptachlor. Heptachlor wird hauptsächlich im Fettgewebe gespeichert. Es ist persistent und wird im Körper zu Heptachlorepoxid abgebaut, das als ebenfalls toxisch und auch karzinogen einzustufen ist. Heptachlor darf in der Bundesrepublik Deutschland als Pflanzenschutzmittel nich mehr angewendet werden.

Aldrin wird als hoch effektives Insektizid eingesetzt. Es wirkt als Berührungs-, Fraß- und Atemgift und wird vor allem gegen Schädlinge am oder im Boden, z. B. Drahtwürmer und Engerlinge, angewendet. Die Anwendung von Aldrin in der Bundesrepublik Deutschland ist seit 1971 stark eingeschränkt worden. 1981 wurde dann der Einsatz von Aldrin in der Bundesrepublik Deutschland verboten. Bereits geringe Dosen Aldrin sind für Nutzinsekten, Vögel und Fische hoch toxisch. Dieses Insektizid besitzt eine hohe Persistenz und wird von Organismen im Fettgewebe angereichert. Bei Säugetieren wurden durch Aldrin verursachte Leber- und Nierenschäden beobachtet. Im Boden wird Aldrin zu dem Epoxid Dieldrin transformiert.

Dieldrin wird als sehr effektives Breitbandinsektizid eingesetzt. Gegen Insekten wirkt es dabei als Fraß- und Berührungsgift. Bereits 1971 wurde in der Bundesrepublik Deutschland ein Anwendungsverbot für Dieldrin in landwirtschaftlichen Kulturen erlassen. Es kann beim Menschen zu Schäden des Nervensystems führen. Dieldrin gilt als bienengefährlich und besitzt eine hohe Toxizität gegenüber Fischen und Fischnährtieren. Dieldrin ist chemisch stabiler als Aldrin. Es ist im Boden daher sehr beständig und weist eine noch höhere Persistenz auf. Auch Dieldrin wird im Organismus im Fettgewebe gespeichert. Im Tierversuch wurden kanzerogene Effekte nachgewiesen.

Isodrin ist ein Isomer von Aldrin. Aufgrund der Strukturähnlichkeit mit Aldrin und Dieldrin sind Anwendungsbereich und Wirkungen ähnlich einzuschätzen. Über die Persistenz und das Akkumulationsverhalten dieses Stoffes liegen bislang keine Angaben vor. Der Einsatz von Isodrin ist in der Bundesrepublik Deutschland seit 1980 verboten.

Endrin wird einerseits als insektizides Berührungs- und Fraßgift und andererseits als Rodentizid gegen Feld- und Wühlmäuse angewendet. Als Insektizid wird es im Ausland hauptsächlich gegen Baumwollschädlinge eingesetzt. Die Anwendung von Endrin ist in der Bundesrepublik Deutschland verboten. Früher wurde es hier gegen Raupen aller Art, Rübenfliegen, Cyclamenmilben und Weichhautmilben sowie flächendeckend gegen Wühlmäuse verwendet. Endrin gilt als bienengefährlich. Es ist toxisch für Fische und Fischnährtiere. Die Aufnahme von Endrin kann u. a. auch über die Haut erfolgen. Gespeichert wird es vornehmlich im Fettgewebe.

Chlordan wird als Insektizid gezielt gegen Ameisen, Termiten und Schaben eingesetzt. Es wirkt gegen diese Insekten als Fraß-, Berührungs- und Atemgift. In der Bundesrepublik Deutschland ist der Einsatz von Chlordan seit 1971 in landwirtschaftlichen Kulturen verboten. Das Pestizid gilt als bienengefährlich und als hoch toxisch für Fische. Neben akuten Vergiftungserscheinungen treten schwerwiegende chronische Schäden auf. Chlordan wird im Fettgewebe gespeichert. Eine Chlordan-Kontamination führt zu Leber- und Nierenschäden. Außerdem wurde kanzerogene Wirkungen im Tierversuch nachgewiesen.

Toxaphen (Camphechlor)

Die nachfolgenden Informationen zu dieser Gruppe der organischen Kontaminanten sind im wesentlichen entnommen aus: E. Heinisch et al. (ca. 1990): Zu einigen Folgen der Anwendung von Toxaphen im chemischen Pflanzenschutz der ehemaligen DDR. Unveröffentlichtes Manuskript, Ministry of Environment and Energy, Denmark (1995): Male Reproductive Health and Environmental Chemicals with Estrogenic Effects. Miljöprojekt nr. 290, W. Perkow & H. Ploss (1994): Wirksubstanzen der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin und B. Streit (1992): Lexikon der Ökotoxikologie. VCH Weinheim.

Der Name Toxaphen beschreibt keinen einzelnen, definierten Stoff. Er stellt vielmehr ein Komponentengemisch aus über zweihundert verschiedenen, zum Teil unbekannten polychlorierten Terpenen dar. Bei der lebensmittelrechtlichen Überwachung von Nahrungsmitteln wie z. B. Fischen wird man in Zukunft dazu übergehen, nicht mehr den Gesamt-Toxaphen-Gehalt zu messen, sondern Einzelkomponenten zu analysieren. Ursprünglich wurde Toxaphen als Insektizid, das vor allem als Fraßgift wirkt, eingesetzt. Dabei wurde es hauptsächlich gegen beißende Insekten, Tupilalarven und Rapsglanzkäfer im Obst- und Ackerbau verwendet. Toxaphen wirkt auch auf Säugetiere hoch toxisch. Aufgrund dieser hohen Toxizität wurde es später dann auch als Rodentizid, z. T. flächendeckend gegen Erd- und Feldmaus, angewendet. In der Bundesrepublik Deutschland und den meisten anderen westlichen Staaten ist der Einsatz von Toxaphen seit Beginn der achtziger Jahre verboten. In der ehemaligen DDR war Toxaphen noch vor DDT und Lindan das mengenmäßig am meisten eingesetzte Pe-

stizid. Dort wurde es als Großflächengift gegen die Feldmaus und wegen der relativen Bienenungefährlichkeit in bereits blühenden Rapskulturen massiv angewendet. Im Ausland kommt es auch heute noch vor allem in Baumwollplantagen gegen Baumwollschädlinge und Heuschrecken zum Einsatz. Da Toxaphen relativ leichtflüchtig ist, kommt es zu atmosphärischen Toxaphen-Transporten über weite Strecken.

Toxaphen gilt als sehr persistent in der Umwelt. Insekten sind aber in der Lage, Toxaphen zu nicht toxischen Produkten zu transformieren. In höheren Organismen erfolgt die Speicherung dieses Pestizids im Fettgewebe. Ein Teil des aufgenommenen Toxaphens kann aber auch in unveränderter Form oder als noch unbekannte wasserlösliche Metabolite ausgeschieden werden.

Toxaphen gilt als nicht bienengefährlich. Bereits geringe Dosen Toxaphen sind aber für Fische hoch toxisch. Subletale bis letale Wirkungen treten bereits bei Wasserkonzentrationen um 100 ng/l auf. Die Warmblüter-Toxizität von Toxaphen liegt weit über der von DDT und Lindan. Es wurden für Toxaphen mutagene Effekte im Ames-Test nachgewiesen. Kanzerogene Wirkungen wurden im Tierversuch mehrfach festgestellt.

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Die nachfolgenden Informationen zu dieser Gruppe an chlororganischen Kontaminanten sind im wesentlichen entnommen aus: Ministry of Environment and Energy, Denmark (1995): Male Reproductive Health and Environmental Chemicals with Estrogenic Effects. Miljöprojekt nr. 290 und B. Streit (1992): Lexikon der Ökotoxikologie. VCH Weinheim.

Polychlorierte Biphenyle bestehen aus einem aromatischen Biphenyl-Molekül, bei dem chemisch die Wasserstoffatome durch ein oder maximal 10 Chloratome substituiert sind. Je nach Anzahl der Chloratome und ihrer Stellung am Biphenyl-Gerüst können 209 Verbindungen, sogenannte Kongenere, unterschieden werden. Bei der lebensmittelrechtlichen Überwachung von Nahrungsmitteln, wie z. B. Fischen, ist man dazu übergegangen, nicht den Gesamt-PCB-Gehalt zu messen, sondern ausgewählte Einzelkongenere zu analysieren.

PCBs wurden seit 1929 in großen Mengen produziert. Sie wurden in Kondensatoren und Hochspannungstransformatoren eingesetzt. Später fanden sie auch Anwendung bei der Produktion von Farben, als Weichmacher in Plastikmaterialien, bei der Herstellung von Klebstoffen, in Beschichtungen und als Imprägniermittel für Holz. Sie dienen außerdem als Hydrauliköl in Autogetrieben und als Isolations- und Kühlflüssigkeit. PCBs entstehen auch bei der Chlorbleiche von Zellstoff, als Rückstand beim Chlorolyseverfahren zur Verwertung von CKW-Abfällen und als Verunreinigungen bei der Produktion von chlororganischen Substanzen wie z. B. Chlorbenzolen und Chlorphenolen. Technische PCB-Gemische, die unter den Handelsnamen Arochlor, Clophen, Phenochlor u. a. vertrieben werden, enthalten als Verunreinigungen auch polychlorierte Dibenzofurane und Dibenzo-p-dioxine. Eine Einschränkung der PCB-Anwendungen fand durch die EG-Richtlinie von 1976 und die 10. VO zum Bundesimmissionsschutzgesetz (26.7.1978) statt. In der Bundesrepublick Deutschland dür-

fen PCBs seit 1983 nur noch zur Anwendung in geschlossenen Systemen, wie z. B. Transformatoren, produziert werden.

PCBs sind unbrennbar, besitzen einen hohen Siedepunkt, niedrige Dampfdrücke, hohe Viskosität und sind thermisch wie chemisch sehr stabil. Diese Eigenschaften machten sie für so vielfältige Anwendungsbereiche nutzbar. Aus diesen Gründen sind sie aber auch in der Natur sehr stabil. Eine restlose Verbrennung, bei der die gefährlichen Chlordibenzofurane und Chlordibenzo-p-dioxine entstehen, erfolgt erst bei über 900 °C. Unter normalen Umweltbedingungen sind PCBs vollständig stabil und damit sehr persistent. In die Umwelt gelangen PCBs über Hausmüllverbrennungsanlagen und Mülldeponien sowie über Industriemüll verarbeitende Betriebe und über Altölverbrennungsanlagen.

Aufgrund der oben beschriebenen physikalisch/chemischen Eigenschaften reichern sich PCB-Verbindungen außergewöhnlich stark an und lagern sich im Fettgewebe der Organismen ab. Die Toxizität der einzelnen PCB-Kongenere variiert mit dem Chlorierungsgrad und der Konformation, so haben z. B. PCBs, die an beiden para-Positionen und wenigstens an zwei meta-Positionen substituierte Chloratome aufweisen, ein besonders hohes toxisches Potential. Non-ortho- und mono-ortho-substituierte PCB-Kongenere verursachen ähnliche Effekte, wie sie von chlorierten Dioxinen und Dibenzofuranen hervorgerufen werden. Das Verteilungsmuster der einzelnen PCB-Kongenere in der Umwelt ist eng gekoppelt an die Zusammensetzung der technischen Gemische und deren Emission. Als repräsentativ für die prozentuale Verteilung der in die Umwelt gelangenden Kongenere wird in der Regel eine Mischung der beiden technischen PCB-Produkte Clophen A 60/Arochlor 1254 im Verhältnis 1:1 angesehen. Abweichungen von diesem theoretischen Verteilungsmuster können als Hinweis gesehen werden, daß PCBs im Organismus einer Biotransformation unterliegen. Generell gilt, daß die gering chlorsubstituierten Kongenere im Organismus relativ leicht metabolisierbar sind und in Form der Metabolite ausgeschieden werden können. Als persistenter gelten die mittel-chlorierten PCBs, die nur in geringem Maße metabolisiert und abgegeben werden können. Diese Kongenere kommen in den technischen Gemischen und damit in der Umwelt prozentual am häufigsten und in den höchsten Konzentrationen vor. Bei den hochchlorierten PCBs findet eine Biotransformation nicht statt. Sie reichern sich beständig im Organismus an.

Gegenüber Wasserorganismen wirken PCBs ausgesprochen toxisch. Dabei kommt der Anreicherung dieser Schadstoffe über die Nahrungskette besondere Bedeutung zu. Die toxischen Wirkungen von PCBs sind sehr vielfältig. Es sind genotoxische, immunotoxische, neurotoxische und tumorpromovierende Effekte beobachtet worden. Bei aquatischen Organismen manifestiert sich eine PCB-Kontamination vor allem in Reproduktionsstörungen und Wachstumshemmungen. Auf subzellulärer Ebene findet eine Induktion von Leberenzymen statt. Bei höheren Belastungen treten Organschäden an Leber, Milz und Nieren auf.

Octachlorstyrol

Die nachfolgenden Informationen zu dieser Kontaminante sind im wesentlichen entnommen aus: B. Streit (1992): Lexikon der Ökotoxikologie. VCH Weinheim.

Octachlorstyrol wird nicht direkt produziert und hat auch keine direkte Verwendung. Es ist u. a. Bestandteil des teerartigen Rückstands bei der Chloralkali-Elektrolyse mit Graphitelektrode. Über akute und chronische Toxizität sowie Persistenz und Akkumulationsverhalten dieses Stoffes liegen bislang keine Angaben vor. Mutagenität wurde im Ames-Test nicht nachgewiesen.

Pentachlorphenol, Pentachloranisol

Die nachfolgenden Informationen zu diesen chlororganischen Kontaminanten sind im wesentlichen entnommen aus: R. Hofer, R. Lackner (1995): Fischtoxikologie. Gustav Fischer Jena, G. Rippen (1984): Handbuch der Umwelt-Chemikalien. ecomed Verlag Landsberg, München und B. Streit (1992): Lexikon der Ökotoxikologie. VCH Weinheim.

Pentachlorphenol wird als Algizid, Fungizid, Desinfektionsmittel, Holzschutz-, Lederschutz- und Konservierungsmittel verwendet. Ein weiterer Anwendungsbereich sind Kühlwasserkreisläufe, in denen Pentachlorphenol als Zusatzstoff eingesetzt wird. Bei der Zellstoffbleiche mit Chlor kann Pentachlorphenol entstehen. Außerdem findet sich diese Chlorverbindung als Zusatzstoff in Kautschuk und Kosmetika. Pentachlorphenol ist außerdem ein Abbauprodukt von dem als Fungizid und Holzschutzmittel eingesetzten Hexachlorbenzol, so daß ein Eintrag von Pentachlorphenol in die Umwelt mit dem Einsatz von Hexachlorbenzol stattfindet. Im technischen Pentachlorphenol sind stets auch die gefährlichen Chlordibenzo-p-dioxine (PCDD) und Chlordibenzofurane (PCDF) enthalten. Ebenso können durch Lichteinwirkung aus Chlorphenolen toxische Dioxine entstehen. Im Dezember 1989 wurde Pentachlorphenol in der Bundesrepublik Deutschland verboten.

Pentachlorphenol greift in den interzellulären Stoffwechsel des Organismus ein, indem es die oxidative Phosphorylierung und damit die Bildung von ATP in der Zelle verhindert. Damit kommt der zelluläre Energiefluß zum Erliegen. Die Stoffwechselaktivität des geschädigten Organismus steigt stark an und kann zunächst eine Erhöhung der Respirationsrate bzw. eine Hypothermie zur Folge haben. Es steht zu vermuten, daß eine ganze Reihe von Enzymen beeinträchtigt werden. Pentachlorphenol weist gegenüber Fischen und Fischnährtieren akute Toxizität auf. Von mutagenen Effekten muß ausgegangen werden.

Pentachlorphenol wird zu **Pentachloranisol** biologisch umgewandelt. Pentachloranisol weist ähnliche Eigenschaften wie Pentachlorphenol auf. Es ist aber als rd. 1.000fach toxischer anzusehen.

Moschus-Xylol, Moschus-Keton

Die nachfolgenden Informationen zu diesen Stoffen sind im wesentlichen entnommen aus: G. Rimkus & M. Wolf (1993): Rückstände und Verunreinigungen in Fischen der Aquakultur - Nachweis von Moschus-Xylol und Moschus-Keton in Fischen. Deutsche Lebensmittel-Rundschau 89. Jahrg., Heft 6 und H. J. Geyer, G. Rimkus, M. Wolf, A. Attar, C. Steinberg & A. Kettrup (1994): Synthetische Nitromoschus-Duftstoffe und

Bromocyclen - Neue Umweltchemikalien in Fischen und Muscheln bzw. Muttermilch und Humanfett. Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie 6, (1), 9 - 17.

Moschus-Xylol und Moschus-Keton gehören chemisch in die Stoffgruppe der Nitroaromaten. Beide Stoffe kommen natürlicherweise nicht vor. Sie weisen starken Moschusgeruch auf und können relativ einfach technisch hergestellt werden. Die Nitromoschus-Verbindungen werden in der Waschmittel- und Kosmetikindustrie in sehr großen Mengen verwendet. Sie werden u. a. Seifen, Detergentien, Kosmetika, Körperlotionen, Duschgelen, Weichspülern, Parfums, Wasch- und Reinigungsmitteln zugesetzt. Dabei wird Moschus-Xylol hauptsächlich in Waschmittel und Weichspüler, Moschus-Keton besonders in Körperpflegemittel und Kosmetika verwendet. Moschus-Keton kam früher in Japan auch als Herbizid zum Einsatz.

Moschus-Verbindungen gelangen mit Haushaltsabwässern in die Oberflächengewässer. Moschus-Xylol und -Keton weisen ein hohes Biokonzentrationspotential in aquatischen Organismen auf. Die Stoffe sind lipophil und lagern sich deshalb im Fettgewebe der Organismen ab. Außerdem weisen sie eine hohe Persistenz in der Umwelt auf und sind nur schwer abbaubar. Tierversuche geben Hinweise, daß Moschus-Xylol im Körper metabolisiert werden kann. Moschus-Xylol führt zur Induktion von Leberenzymen, außerdem sind kanzerogene Wirkungen für diesen Duftstoff nachgewiesen worden. Ähnliche Effekte sind aufgrund der Strukturähnlichkeit auch für Moschus-Keton anzunehmen. Deutsche Hersteller haben ihre Bereitschaft erklärt, in Zukunft auf den Zusatzstoff Moschus-Xylol in Kosmetika, Wasch- und Reinigungsmitteln zu verzichten.

Bromocyclen

Die nachfolgenden Informationen zu Bromocyclen sind im wesentlichen entnommen aus: H. J. Geyer, G. Rimkus, M. Wolf, A. Attar, C. Steinberg & A. Kettrup (1994): Synthetische Nitromoschus-Duftstoffe und Bromocyclen - Neue Umweltchemikalien in Fischen und Muscheln bzw. Muttermilch und Humanfett. Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie 6, (1), 9 - 17.

Bromocyclen ist seit 1963 unter dem Handelsnamen Bromodan und Alugan bekannt. Bromocyclen weist Strukturähnlichkeiten mit den Cyclodien-Insektiziden Heptachlor und Chlordan auf. Es besitzt insektizide und akarizide Wirkung und wird gegen Vorratsschädlinge und in der Tiermedizin gegen Ektoparasiten, vor allem bei Rindern, Schafen, Schweinen, Pferden, Hunden, Katzen, Vögeln und Kleinsäugern, eingesetzt. Bromocyclen gelangt über Abwässer von Tierzuchtanstalten in die Oberflächengewässer.

Bromocyclen hat als Arzneimittel keine Zulassung für Fische. Fische nehmen den Stoff über das Wasser oder über kontaminierte Nährtiere auf. Bereits geringe Dosen Bromocyclen sind für Fische akut hoch toxisch. Bromocyclen wird von Fischen, da es lipophil ist, im Fettgewebe gespeichert. Der Stoff gilt als persistent und wird nicht biologisch abgebaut.

4. Höchstmengen und Richtwerte für Brassen, Aal und Zander

4.1 Höchstmengen und Richtwerte zum Zeitpunkt der Untersuchungen (1994)

Nachfolgend werden **die zum Zeitpunkt der Untersuchungen gültigen Höchstmengen und Richtwerte** mitgeteilt, die für eine lebensmittelrechtliche Bewertung des verzehrbaren Anteils vom Brassen (Tab. 1), Aal (Tab. 2) und Zander (Tab. 3) relevant sind. Beim Brassen gelten bis auf das in der Schadstoff-Höchstmengenverordnung geregelte Element Quecksilber die gleichen Angaben wie für den Zander. Die in den Tabellen verwendeten Abkürzungen stehen für:

SHmV = Schadstoff-Höchstmenegenverordnung in der Fassung vom 23. März 1988, veröffentlicht im Bundesgesetzesblatt Nr. 13 - Tag der Ausgabe: Bonn, den 31. März 1988

RHmV = Rückstands-Höchstmengenverordnung in der Fassung vom 1. September 1994, veröffentlicht im Bundesgesetztblatt Nr. 60 - Tag der Ausgabe: Bonn, den 15. September 1994

EG Amtsblatt = Entscheidung der Kommission vom 19. Mai 1993 zur Festlegung der Analyseverfahren, Probenahmepläne und Grenzwerte für Quecksilber in Fischereierzeugnissen (93/351/EWG), veröffentlicht im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 am 16. Juni 1993

BgVV = Bundesamt für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, hier: Richtwerte des BgVV, veröffentlicht im Bundesgesundheitsblatt (39), Mai 1996

FS = Frischsubstanz (verzehrbarer Anteil, hier: Muskulatur, Filet ohne Haut)

Fett = hier: bezogen auf den Fettgehalt der Muskulatur

Tab. 1 **Höchstmengen und Richtwerte für den Brassen (Fettgehalt in der Muskulatur <10 %)**

Hg	0,5	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)
Hg *)	0,5	mg/kg FS	Höchstmenge (EG Amtsblatt)
Cd	0,10	mg/kg FS	Richtwert (BgVV)
Pb	0,50	mg/kg FS	Richtwert (BgVV)
HCB	0,05	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
α-HCH	0,02	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
β-HCH	0,01	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
Lindan	0,05	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
Gesamt-DDT	0,5	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
Heptachlor + Heptachlorepoxid	0,01	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
Aldrin + Dieldrin	0,02	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
Endrin	0,01	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
Chlordan + Oxychlordan	0,01	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
Gesamt-Toxaphen	0,01	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
PCB Nr. 28	0,2	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)
PCB Nr. 52	0,2	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)
PCB Nr. 101	0,2	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)
PCB Nr. 180	0,2	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)
PCB Nr. 138	0,3	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)
PCB Nr. 153	0,3	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)

*) Bei einer Mischprobe von mindestens 5 Tieren

Tab. 2 **Höchstmengen und Richtwerte für den Aal (Fettgehalt in der Muskulatur >10 %)**

Hg	1,0	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)
Hg **)	1	mg/kg FS	Höchstmenge (EG Amtsblatt)
Cd	0,10	mg/kg FS	Richtwert (BgVV)
Pb	0,50	mg/kg FS	Richtwert (BgVV)
HCB	0,5	mg/kg Fett	Höchstmenge (RHmV)
HCH-Isomere außer Lindan	0,5	mg/kg Fett	Höchstmenge (RHmV)
Lindan	1	mg/kg Fett	Höchstmenge (RHmV)
Gesamt-DDT	5	mg/kg Fett	Höchstmenge (RHmV)
Heptachlor + Heptachlorepoxid	0,01	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
Aldrin + Dieldrin	0,2	mg/kg Fett	Höchstmenge (RHmV)
Endrin	0,01	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
Chlordan + Oxychlordan	0,01	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
Gesamt-Toxaphen	0,1	mg/kg Fett	Höchstmenge (RHmV)
PCB Nr. 28	0,2	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)
PCB Nr. 52	0,2	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)
PCB Nr. 101	0,2	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)
PCB Nr. 180	0,2	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)
PCB Nr. 138	0,3	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)
PCB Nr. 153	0,3	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)

**) Bei einer Mischprobe von mindestens 10 Tieren.

Tab. 3 **Höchstmengen und Richtwerte für den Zander (Fettgehalt in der Muskulatur <10 %)**

Hg	1,0	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)
Hg ***)	0,5	mg/kg FS	Höchstmenge (EG Amtsblatt)
Cd	0,10	mg/kg FS	Richtwert (BgVV)
Pb	0,50	mg/kg FS	Richtwert (BgVV)
HCB	0,05	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
α-HCH	0,02	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
β-HCH	0,01	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
Lindan	0,05	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
Gesamt-DDT	0,5	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
Heptachlor + Heptachlorepoxid	0,01	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
Aldrin + Dieldrin	0,02	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
Endrin	0,01	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
Chlordan + Oxychlordan	0,01	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
Gesamt-Toxaphen	0,01	mg/kg FS	Höchstmenge (RHmV)
PCB Nr. 28	0,2	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)
PCB Nr. 52	0,2	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)
PCB Nr. 101	0,2	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)
PCB Nr. 180	0,2	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)
PCB Nr. 138	0,3	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)
PCB Nr. 153	0,3	mg/kg FS	Höchstmenge (SHmV)

***) Bei einer Mischprobe von mindestens 5 Tieren

4.2 Aktuelle Höchstmengen und Richtwerte (Stand Mai 1996)

Mittlerweile sind nach Abschluß des Untersuchungsprogramms einige Änderungen bei der Regelung verschiedener Kontaminanten eingetreten, die der Vollständigkeit halber mitgeteilt werden sollen. Beispielsweise wird in der Zweiten Verordnung zur Änderung der Rückstands-Höchstmengenverordnung vom 7. März 1996, veröffentlicht im Bundesgesetzesblatt Nr. 15, ausgegeben zu Bonn am 18. März 1996, die Sonderstellung des Aales aufgehoben, wodurch teilweise eine Verschärfung der Höchstmengenwerte eingetreten ist. So wurde die summarische Größe "HCH-Isomere außer Lindan" (Höchstmenge = 0,5 mg/kg Fett) durch eine Regelung der beiden Einzelisomere α-HCH (Höchstmenge = 0,2 mg/kg Fett) und β-HCH (Höchstmenge = 0,1mg/kg Fett) ersetzt. Für Lindan wurde die zulässige Höchstmenge von 1 mg/kg Fett um die Hälfte auf 0,5 mg/kg Fett herabgesetzt. Erstmalig wird auch Bromocyclen geregelt und zwar mit einer Höchstmenge von 0,01 mg/kg FS. Dieser Wert gilt für alle Lebensmittel tierischer Herkunft, also auch für die hier untersuchten Fischarten Aal, Brassen und Zander.

Der Entwurf einer Verordnung zur Änderung der Schadstoff-Höchstmengenverordnung vom 26. Januar 1996 sieht die Einarbeitung der Entscheidung der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 (s. o.) vor. Danach gilt für Aal, Hecht und ausgewählte Seefische eine Höchstmenge für Quecksilber von 1,0 mg/kg FS bei einer Mischprobe von mindestens 10 Tieren. Für "Sonstige Fische", also z. B. für Zander und Brassen, beträgt die Höchstmenge für Quecksilber 0,5 mg/kg FS bei einer Mischprobe, die sich aus mindestens fünf Tieren zusammensetzt.

5. Ergebnisse

5.1 Statistische Darstellung der Untersuchungsbefunde

Für die graphische Darstellung der Ergebnisse wurde das statistische Auswerteverfahren "Box and Whisker Plots" nach McGill (1978) verwendet (Abb. 2), weil es geeignet ist, eine Reihe von Informationen rasch zu vermitteln. "Box and Whisker Plots" ermöglichen den graphischen Vergleich mehrerer Stichprobengruppen anhand von Quartilen. Die Einzelwerte werden nach Größe sortiert. Das 1. Quartil (Q_1), der Median und das 3. Quartil (Q_3) sind dann die Werte, unter denen jeweils 25%, 50% und 75% der Bobachtungen liegen. Der Vertrauensbereich ergibt sich aus der Standardabweichung des Medians ($SD=1{,}25 \cdot (Q_3-Q_1)/(1{,}35 \cdot \sqrt{n})$ und einer Konstanten C, die für eine 95%-Wahrscheinlichkeit mit 1,7 angesetzt wird. Überlappen sich die Vertrauensbereiche zweier Stichproben nicht, so sind die beiden Mediane signifikant verschieden. Der Nachbarwert ("adjacent value") ist der größte bzw. kleinste Beobachtungswert, der noch innerhalb der durch die Interquartildistanz vorgegebene Grenze ($I_{50} \cdot 1{,}5$) liegt.

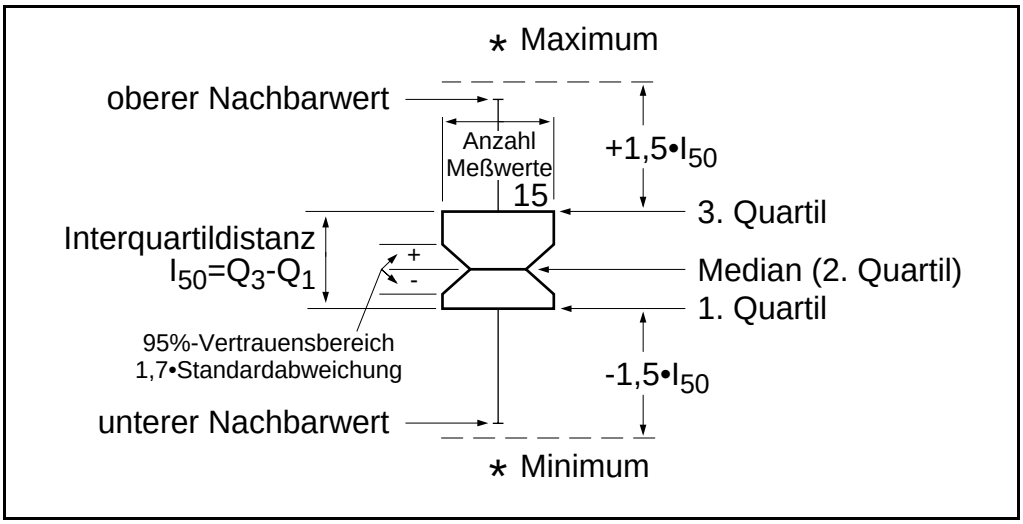


Abb. 2 **Box and Whisker Plot**

Wünschenswert wäre es gewesen, in den nachfolgenden Ergebnisabbildungen neben dem Median auch den Mittelwert anzugeben, da er dem mit einem Probenkollektiv aufgenommenen durchschnittlichen verzehrbedingten Anteil entspricht. Dieser erhebliche Mehraufwand bei der graphischen Gestaltung wurde jedoch nicht betrieben, da einerseits in den schriftlichen Ausführungen zu den Ergebnissen der einzelnen Länder neben Min- und Max- auch Mittelwertbetrachtungen angestellt werden und andererseits sich nur bei Datensätzen mit deutlich schiefen Meßwertverteilungen deutliche Unterschiede ergeben würden, was hier in der Regel nicht der Fall ist. Untersuchungen an Poolproben, wie sie zum Teil Hamburg vorgenommen hat, führen ihrerseits zu Werten, die mit Mittelwerten (Durchschnittsgehalten) gleichzusetzen sind. Deren Weiterverarbeitung zu Medianen ist zwar streng genommen nicht zulässig, gleichwohl ändert sich dadurch nichts an der grundsätzlichen Bewertung der Befunde. Ferner ergeben sich für den Betrachter der Abbildungen

deutliche Vorteile, wenn auch die geringe Anzahl von Mischproben als Box and Whisker Plots aufgetragen werden.

5.2 Brassenuntersuchungen im Längsprofil (ARGE-ELBE-Meßprogramm)

Im Jahr 1994 wurden durch die Wassergütestelle Elbe an 10 verschiedenen Fangstellen des Elbelängsprofils Brassen gefangen. Die Fangorte waren im einzelnen Hafen Prossen (Strom-km 13), Winterhafen Meißen (Strom-km 83), Gallin (Strom-km 198), Wahrenberg (Strom-km 458), Gorleben (Strom-km 492), Moorburg (Strom-km 618), Mühlenberger Loch (Strom-km 634), Fährmannssand (Strom-km 645), Haseldorfer Binnenelbe (Strom-km 655) und Glückstadt (Strom-km 675). Von jedem Fangplatz wurde ein Kollektiv von 30 Individuen dem Staatlichen Veterinäruntersuchungsamt für Fische und Fischwaren, Cuxhaven, zugeführt. Dort wurden jeweils 15 Brassen mit einer hohen Übereinstimmung bezüglich der Länge und des Gewichtes ausgewählt und der Bestimmung ausgewählter Schadstoffe in der Muskulatur bzw. im Fett der Muskulatur unterzogen. Die festgestellten Gehalte wurden anschließend mit den Höchstmengen und Richtwerten verglichen, die für eine lebensmittelrechtliche Bewertung des verzehrbaren Anteils relevant sind.

Wie aus den Abb. 3 bis 6 ersichtlich ist, wiesen bis auf wenige Ausnahmen die Kollektive eine hohe Übereinstimmung hinsichtlich ihrer Längen, ihrer Gewichte, des Alters und ihrer Fettgehalte in der Muskulatur auf. Alle Befunde sind daher aus statistischer Sicht gut miteinander vergleichbar.

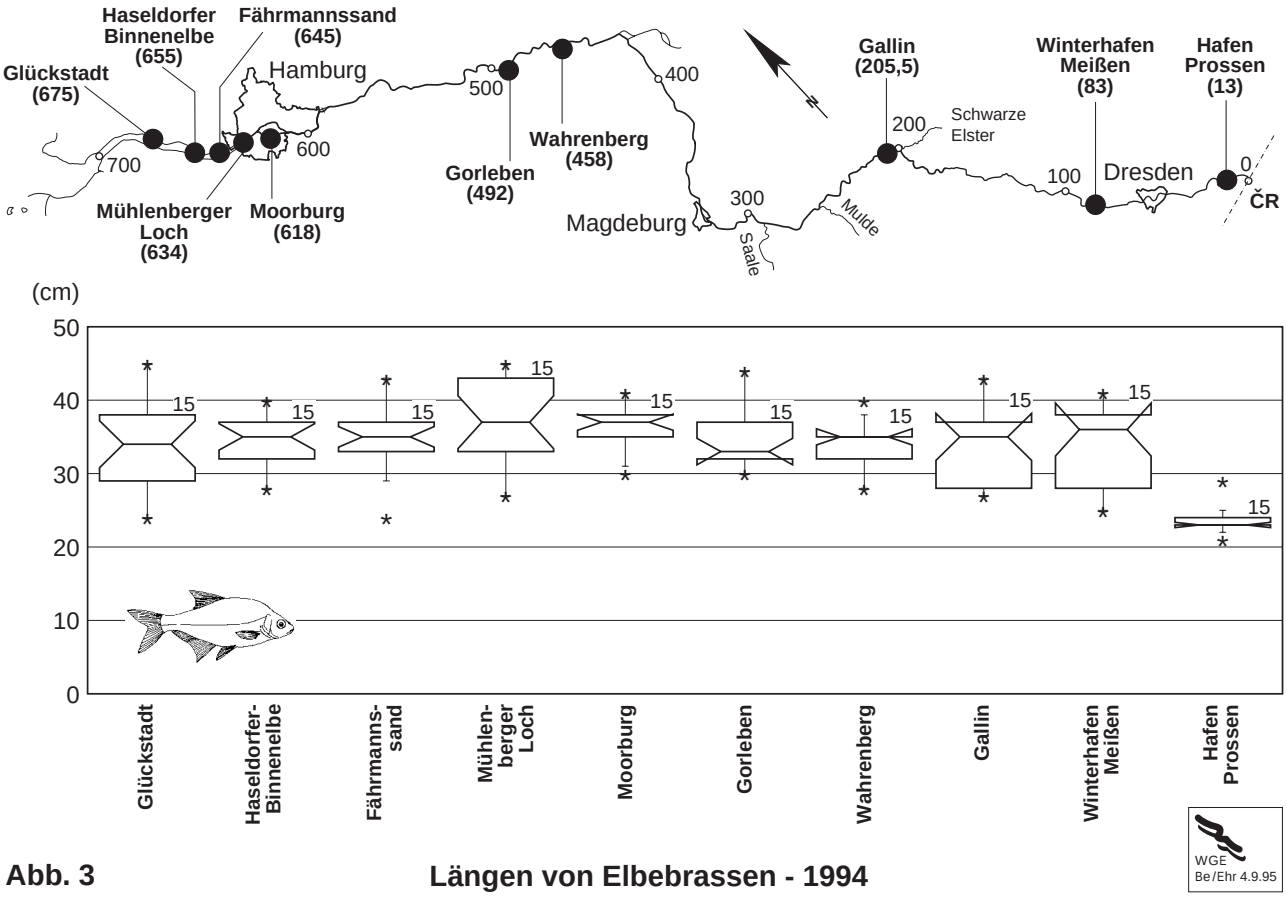


Abb. 3 **Längen von Elbebrassen - 1994**

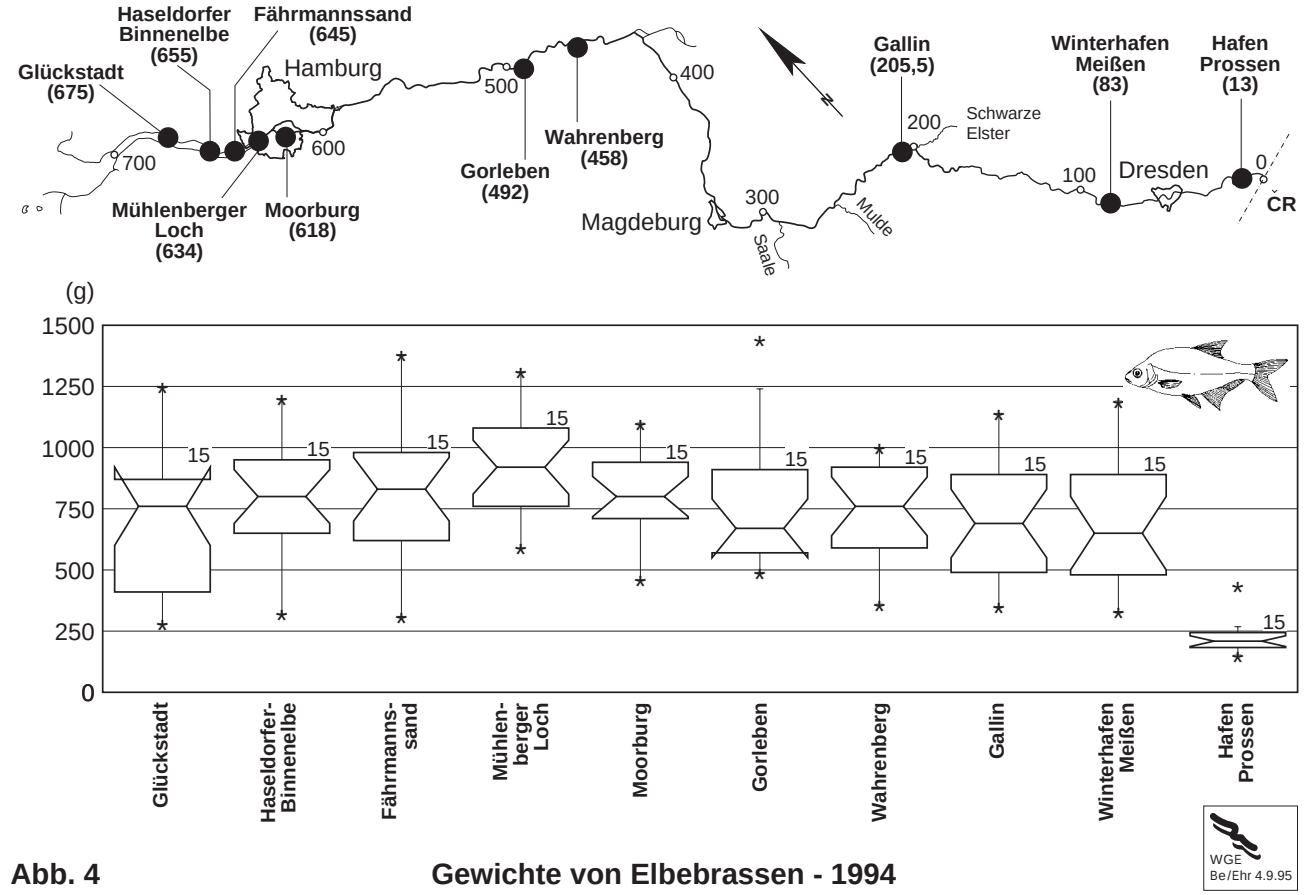


Abb. 4 **Gewichte von Elbebrassen - 1994**

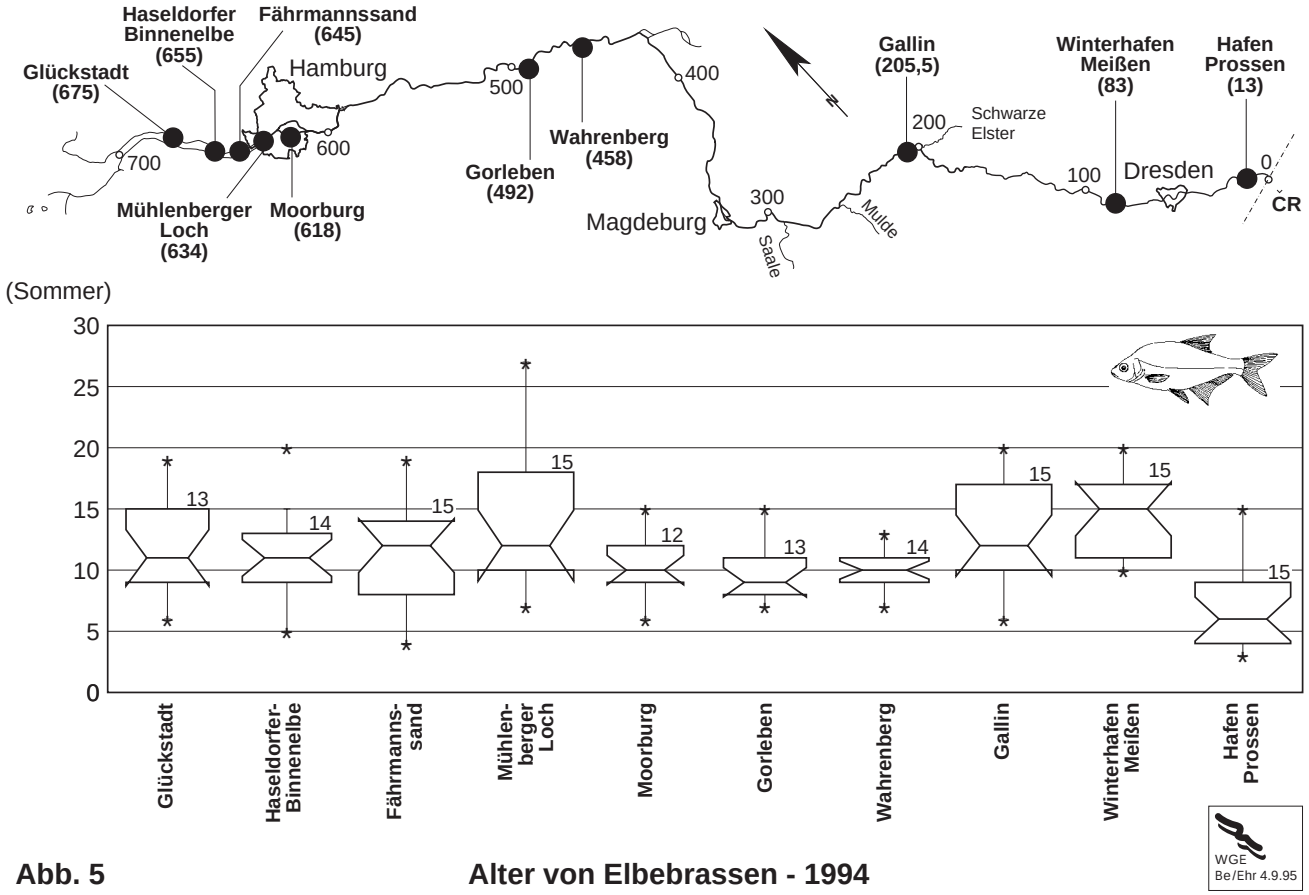


Abb. 5 **Alter von Elbebrassen - 1994**

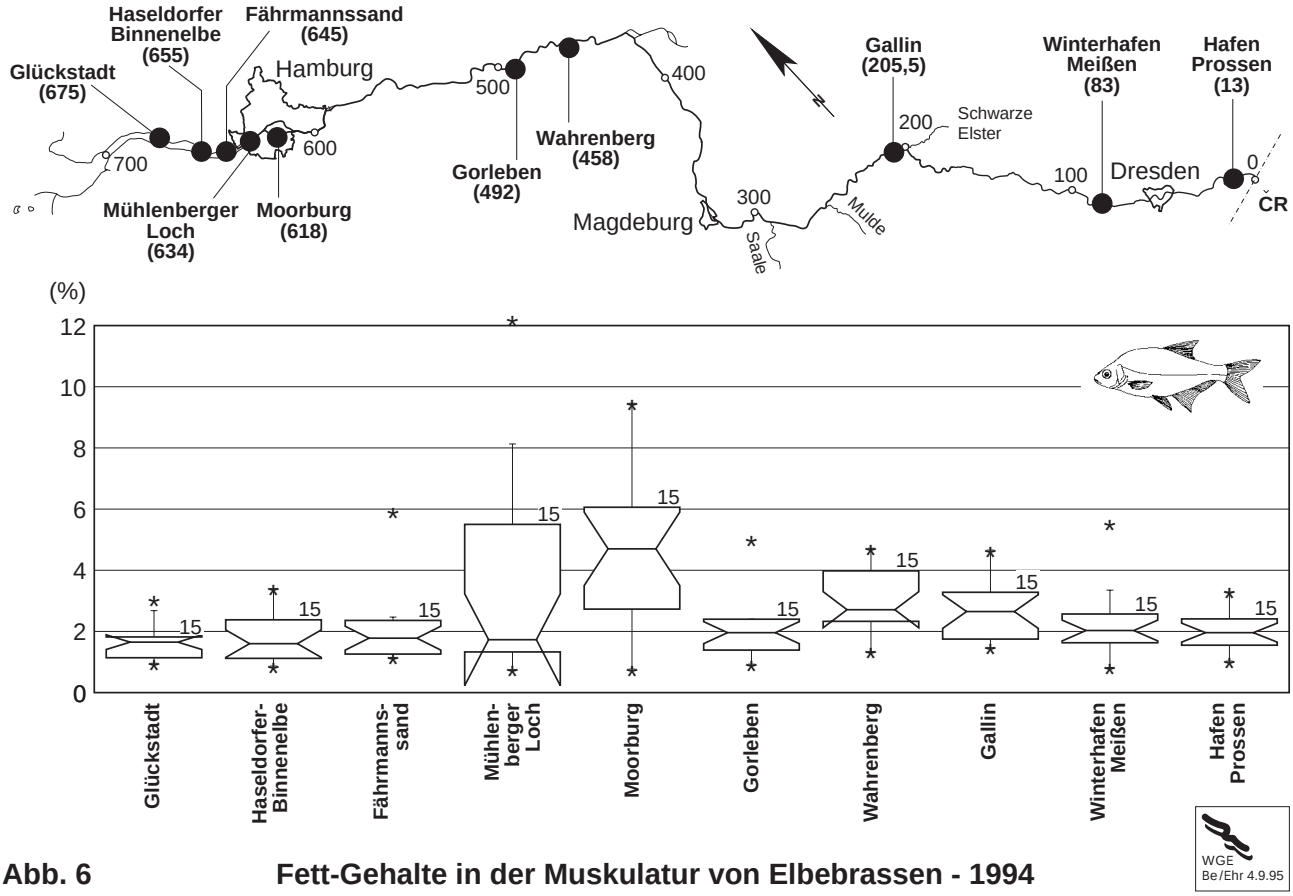


Abb. 6 **Fett-Gehalte in der Muskulatur von Elbebrassen - 1994**

5.2.1 Schwermetalle

Während aus lebensmittelrechtlicher Sicht die Blei- und Cadmiumgehalte in der Brassenmuskulatur (verzehrbarer Anteil) keine Rolle spielen, wurden hinsichtlich des Quecksilbers wiederholt Überschreitungen des Höchstmengenwertes (0,5 mg/kg bezogen auf die Frischsubstanz - FS -) festgestellt (Abb. 7). Diese Überschreitungen traten an insgesamt 7 Fangplätzen auf; sie schwankten dort - prozentual gesehen - zwischen 13 % der gefangenen Fische bei Hafen Prossen und 100 % der gefangenen Fische bei Wahrenberg. Deutliche Überschreitungen (47 %) ergaben sich auch für die Tiere des Fangplatzes Moorburg im Hamburger Hafen. Demgegenüber waren Brassen von Fangplätzen der Unterelbe deutlich geringer belastet als von der Oberen Elbe und der Mittelelbe; hier lagen alle Analysenbefunde unter der zulässigen Höchstmenge.

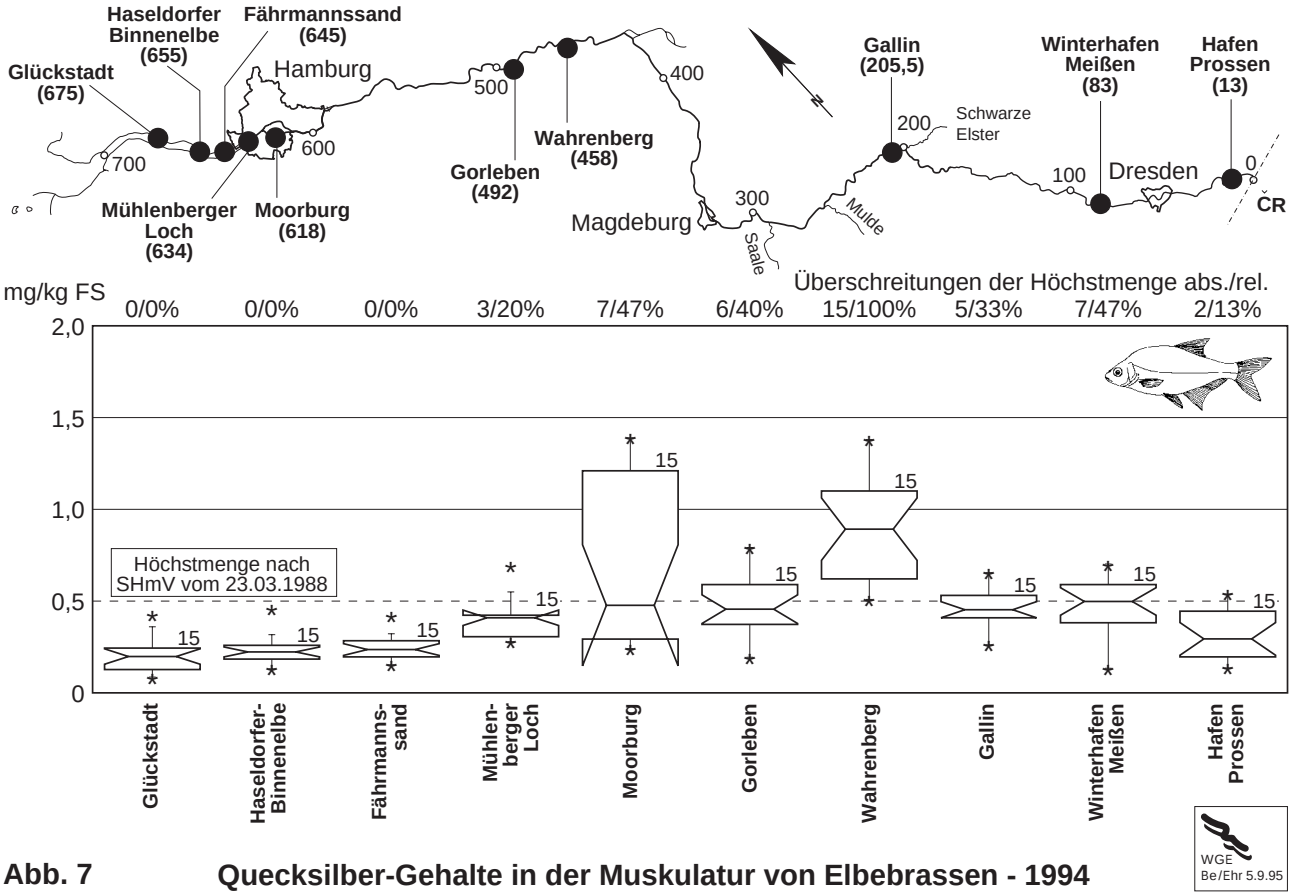
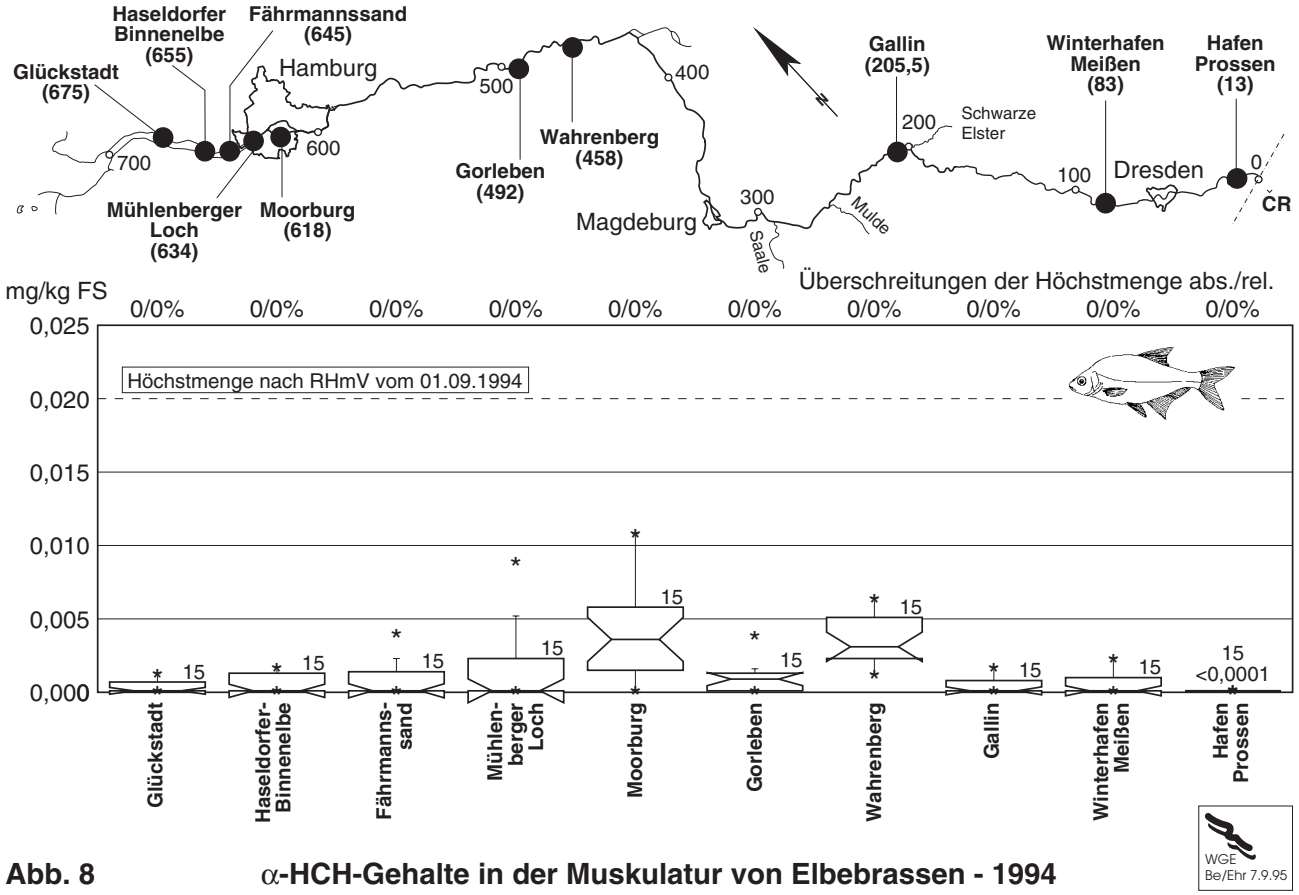


Abb. 7 **Quecksilber-Gehalte in der Muskulatur von Elbebrassen - 1994**

5.2.2 Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe

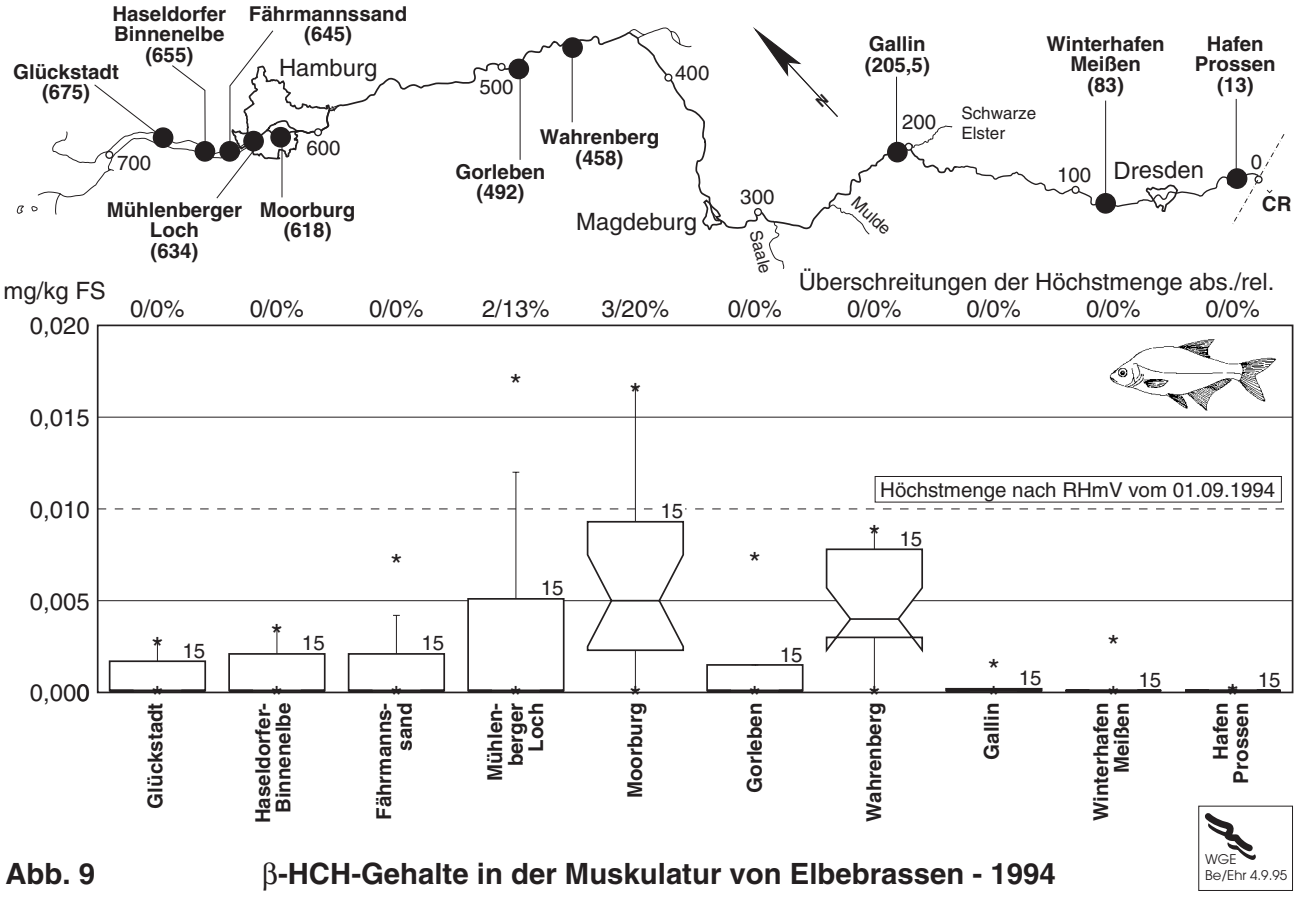
Von den untersuchten und durch die amtlichen Verordnungen geregelten chlorierten Kohlenwasserstoffen überschritten β-HCH (Abb. 9), HCB (Abb. 11) und Gesamt-DDT (Abb. 12) teilweise die entsprechenden Höchstmengen. Die Höchstmenge für β-HCH wurde an den jeweils 15 untersuchten Tieren der Fangstellen Moorburg und Mühlenberger Loch zu 20 % bzw. zu 13 % erreicht oder übertroffen. Die Höchstmenge für HCB wurde an 8 Fangstellen zwischen 7 % und 93 % überschritten. Lediglich die Tiere von den Fangplätzen Haseldorfer Binnenelbe und Glückstadt (Untere Elbe = limnische Tideelbe) lagen von ihrem Gehalt her unter dem entsprechenden Höchstmengenwert. Die Höchstmenge für Gesamt-DDT wurde lediglich von 3 Tieren (20 %) des Fangplatzes Winterhafen Meißen erreicht bzw. übertroffen. Bei allen anderen geregelten Verbindungen, wie z. B. α-HCH (Abb. 8), γ-HCH (Abb. 10), PCB Nr. 138 (Abb. 13) und PCB Nr. 153 (Abb. 14), wurden die jeweiligen Höchstmengen deutlich unterschritten.

Auffällig ist bei den HCH-Isomeren, daß sie zunächst mit geringen Gehalten im obersten Abschnitt der bundesdeutsche Elbe auftreten, dann aber im weiteren Verlauf einen deutlichen Anstieg erfahren. Aus anderen Untersuchungen ist bekannt, daß wesentliche HCH-Einträge über den Elbenebenfluß Mulde in den Strom erfolgen. Bei Glückstadt schließlich (obere Grenze der Brackwasserzone in der Unteren Elbe) fallen die Gehalte wieder auf ein relativ niedriges Niveau zurück.



WGE Be/Ehr 7.9.95

Abb. 8 **α-HCH-Gehalte in der Muskulatur von Elbebrassen - 1994**



WGE Be/Ehr 4.9.95

Abb. 9 **β-HCH-Gehalte in der Muskulatur von Elbebrassen - 1994**

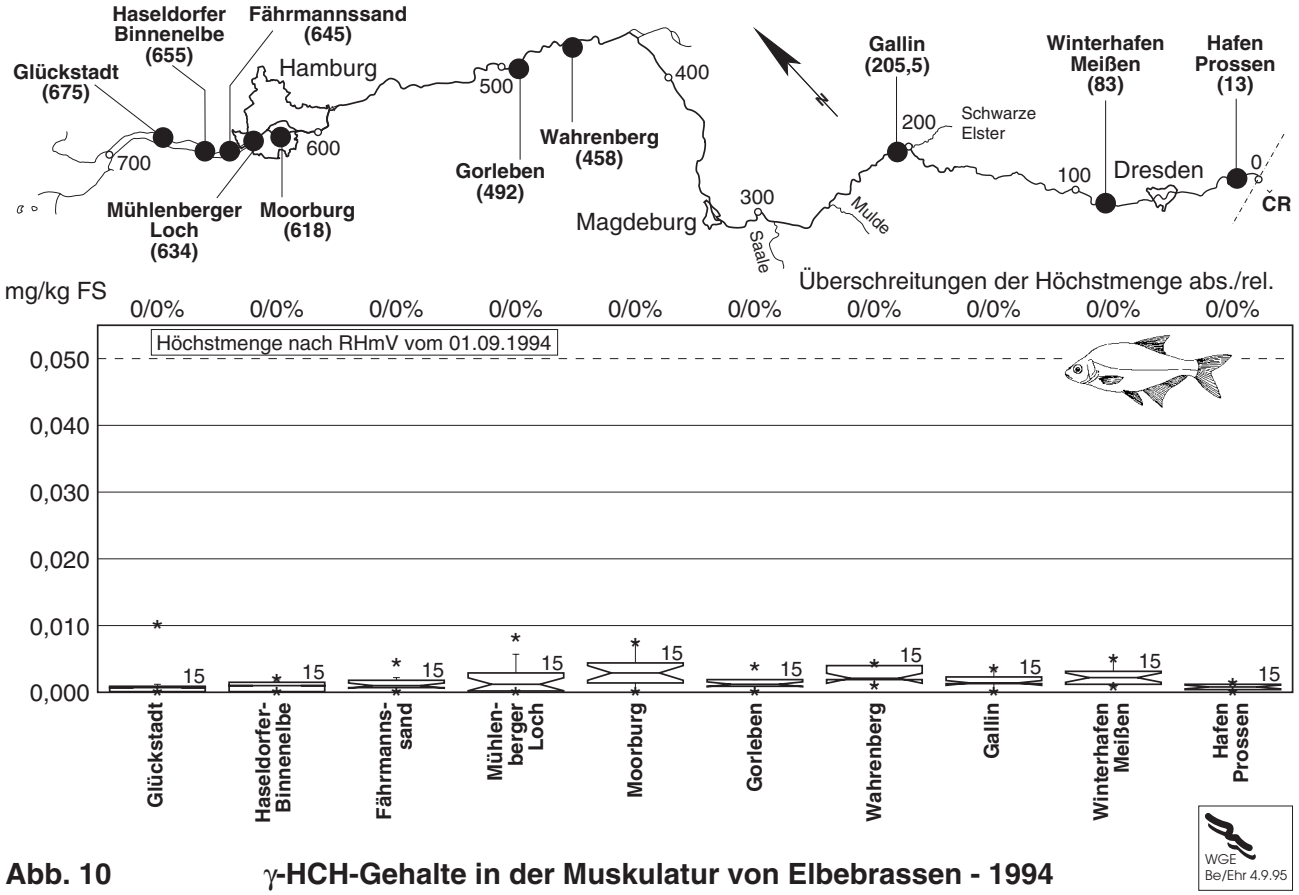


Abb. 10 **γ-HCH-Gehalte in der Muskulatur von Elbebrassen - 1994**

WGE Be/Ehr 4.9.95

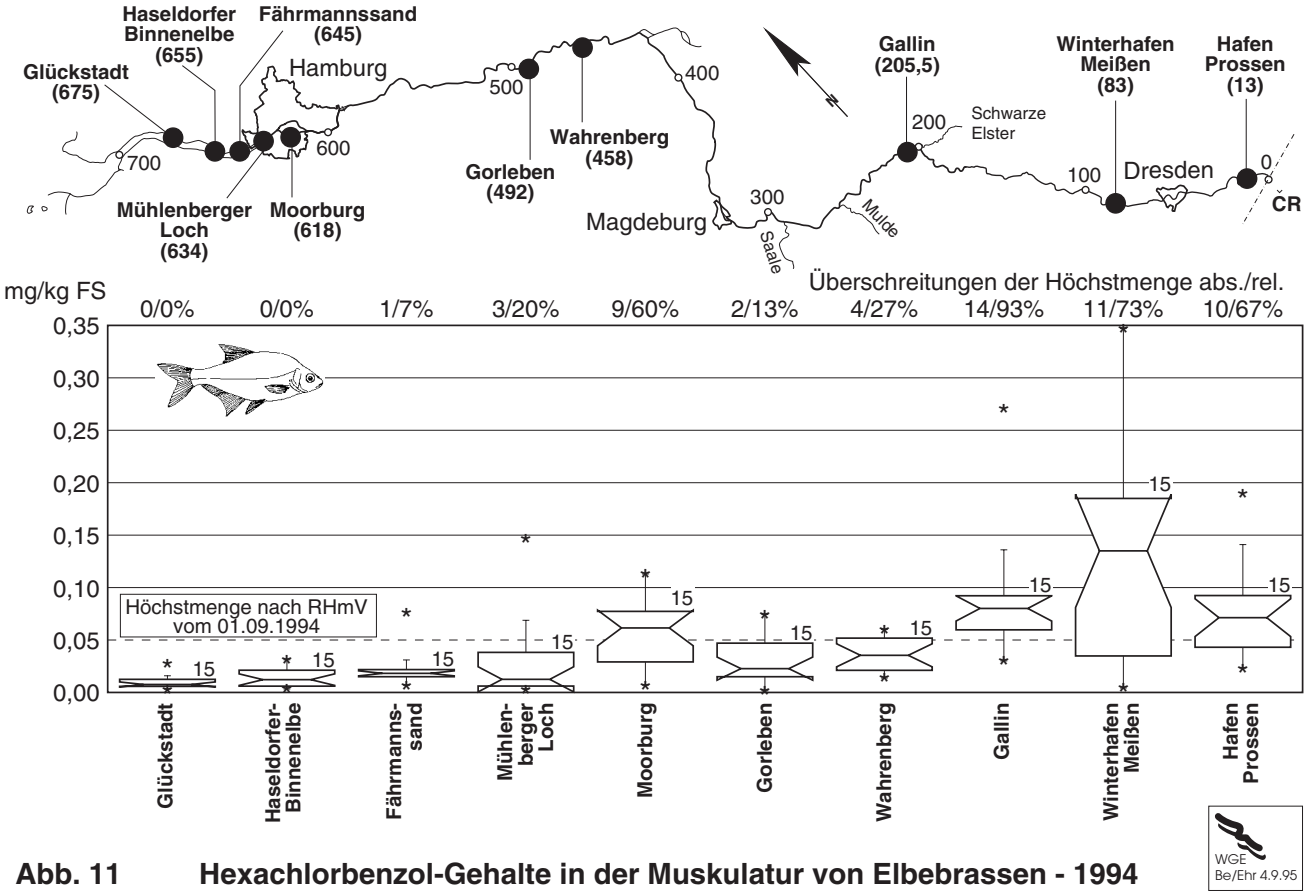


Abb. 11 **Hexachlorbenzol-Gehalte in der Muskulatur von Elbebrassen - 1994**

WGE Be/Ehr 4.9.95

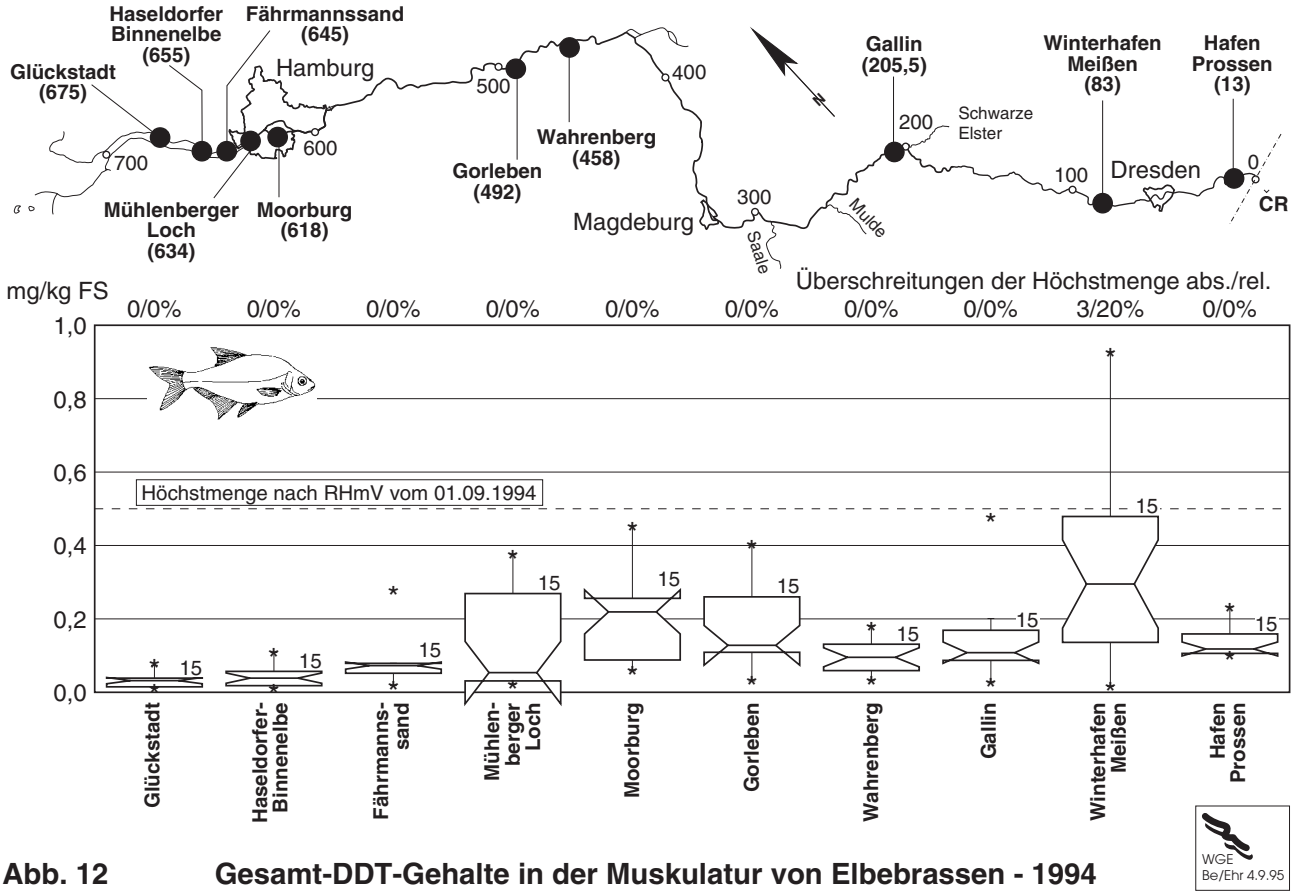


Abb. 12 **Gesamt-DDT-Gehalte in der Muskulatur von Elbebrassen - 1994**

WGE Be/Ehr 4.9.95

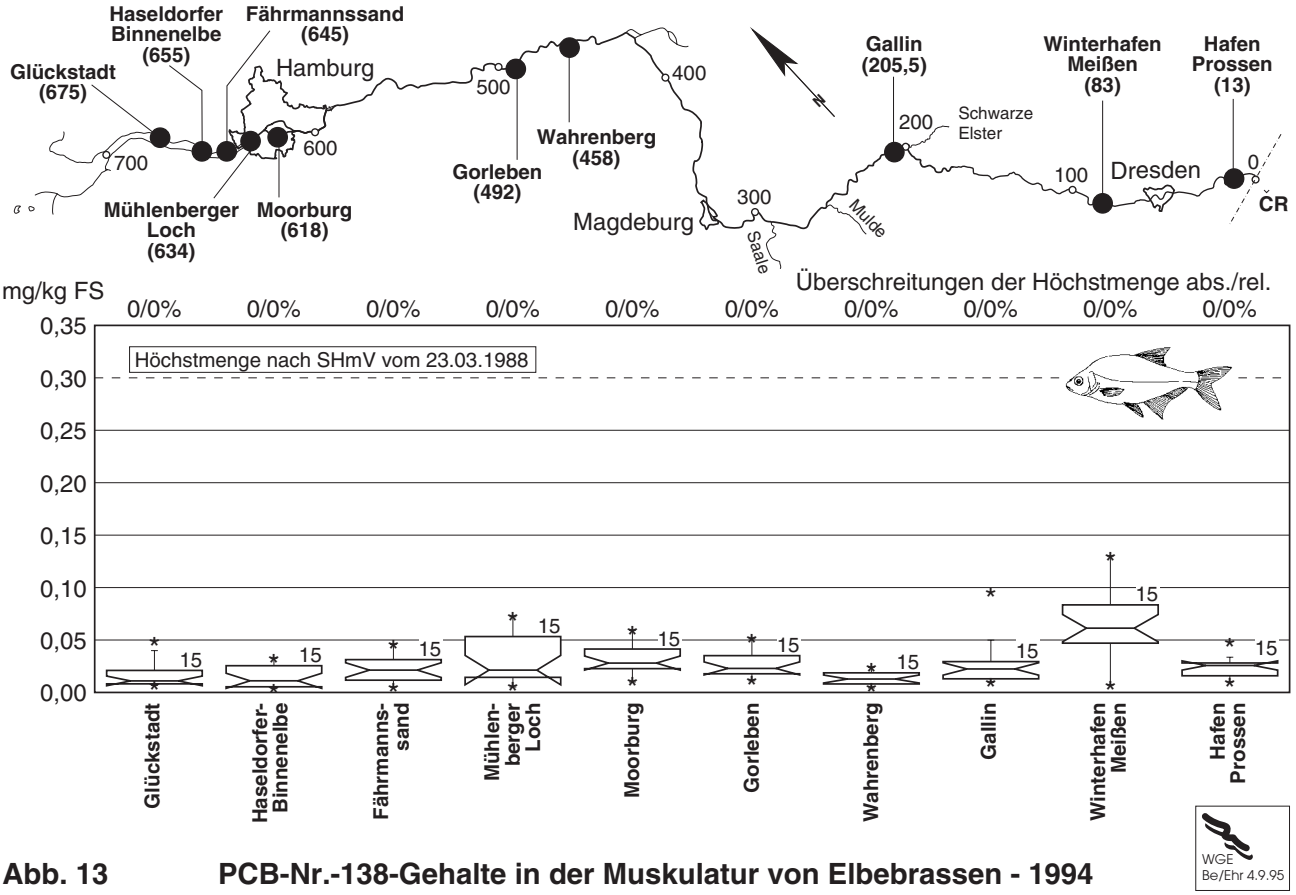


Abb. 13 **PCB-Nr.-138-Gehalte in der Muskulatur von Elbebrassen - 1994**

WGE Be/Ehr 4.9.95

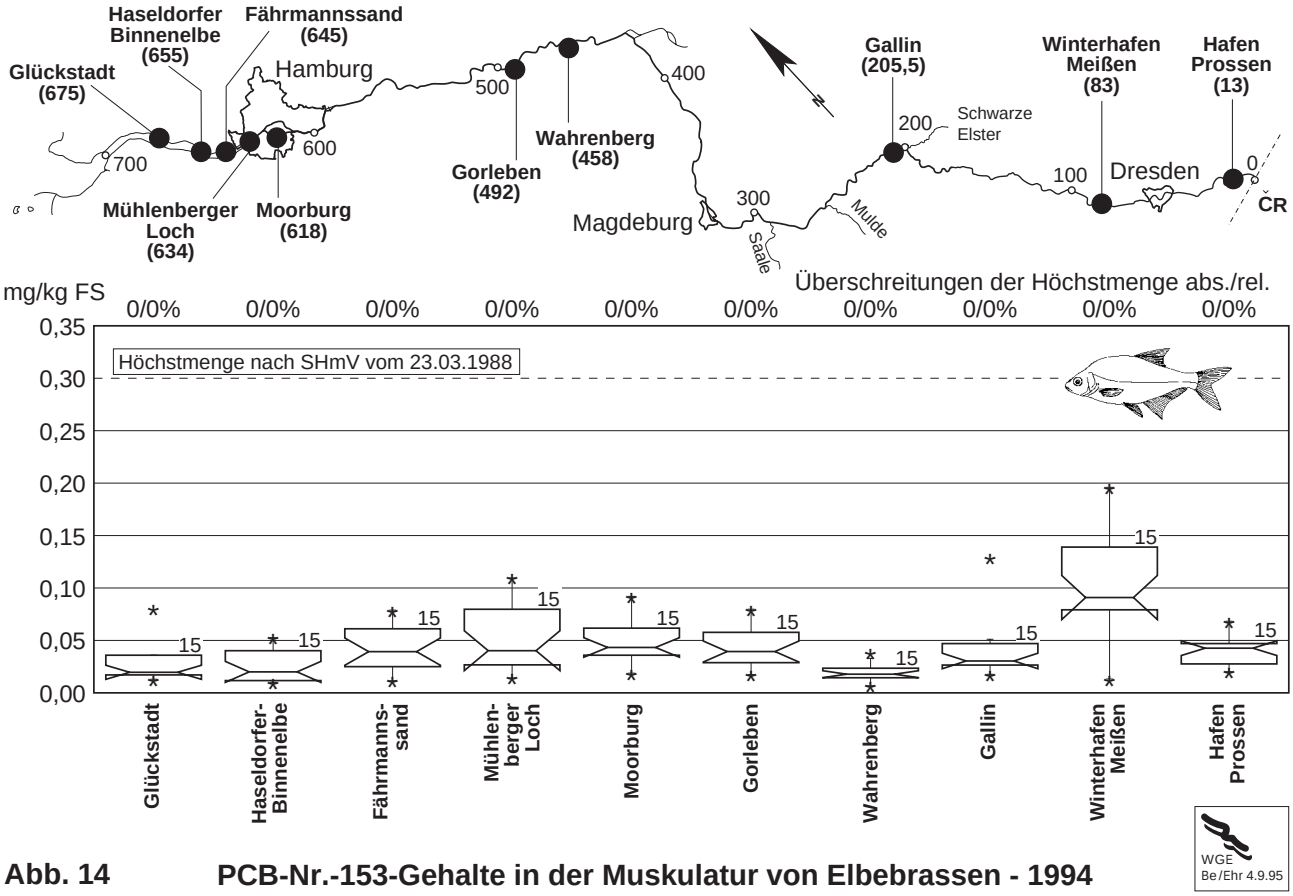


Abb. 14 **PCB-Nr.-153-Gehalte in der Muskulatur von Elbebrassen - 1994**

Einen deutlich anderen Konzentrationsverlauf im Längsprofil der Elbe weisen die Verbindungen HCB (Abb. 11), Moschusxylol (Abb. 15) und Octachlorstyrol (Abb. 16) auf. Hier liegt der Belastungsschwerpunkt im obersten Abschnitt der bundesdeutschen Elbe; er wird eindeutig durch Einträge auf tschechischer Seite verursacht. Für HCB ist in Fließrichtung zur Nordsee eine kontinuierliche Abnahme zu erkennen. Demgegenüber fallen die Gehalte von Moschusxylol und Octachlorstyrol relativ schnell auf ein deutlich niedrigeres Niveau zurück, das sich zwischen den Fangorten Gallin und Glückstadt kaum ändert. Während sich an den beiden Fangorten des sächsischen Elbeabschnittes die Moschusxylol-Gehalte im Brassen um 0,5 mg/kg Fett bewegten, schwankte das Niveau in den nachfolgenden Bereichen um 0,1 mg/kg Fett. Für Octochlorstyrol lagen die Befunde rd. um den Faktor 4 höher.

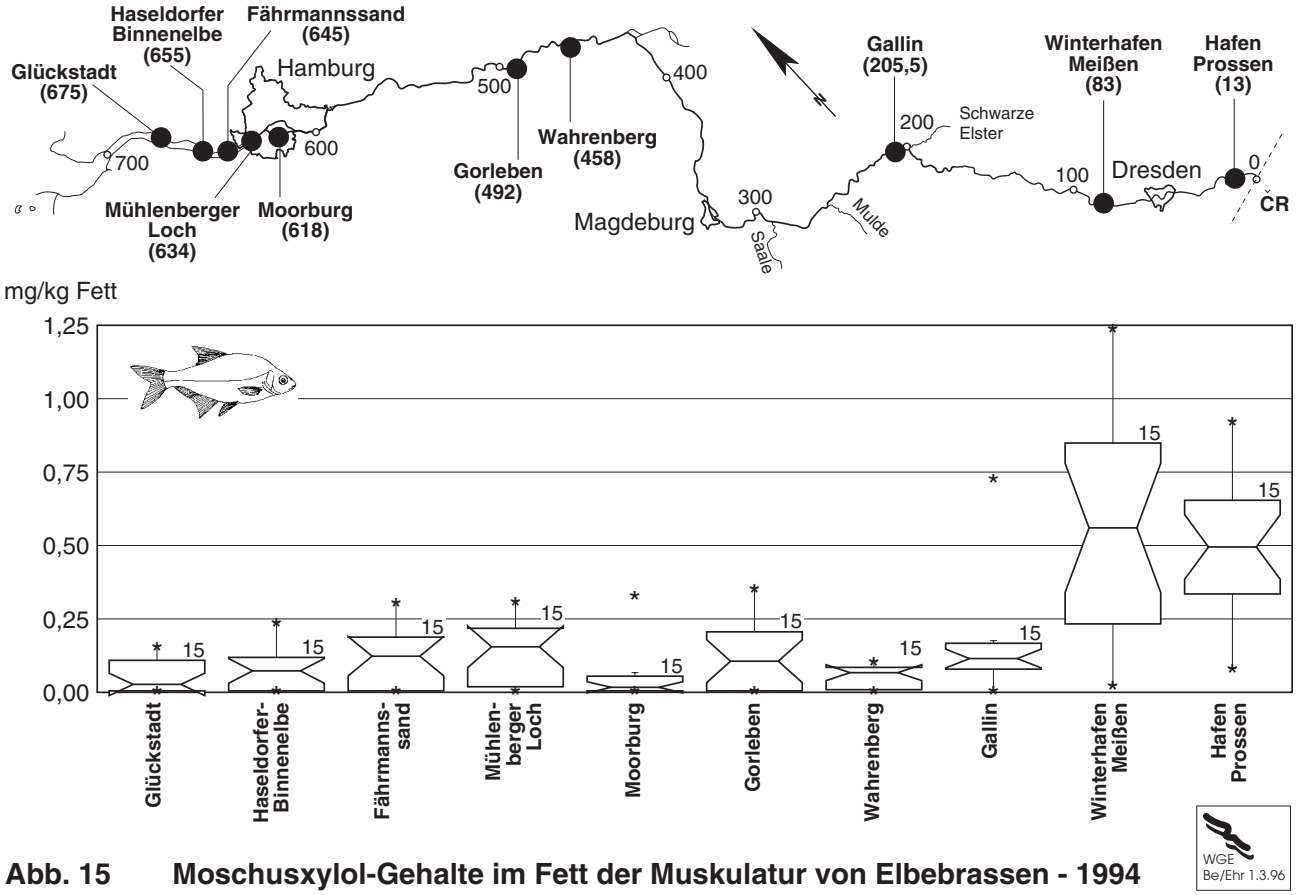


Abb. 15 Moschusxylol-Gehalte im Fett der Muskulatur von Elbebrassen - 1994

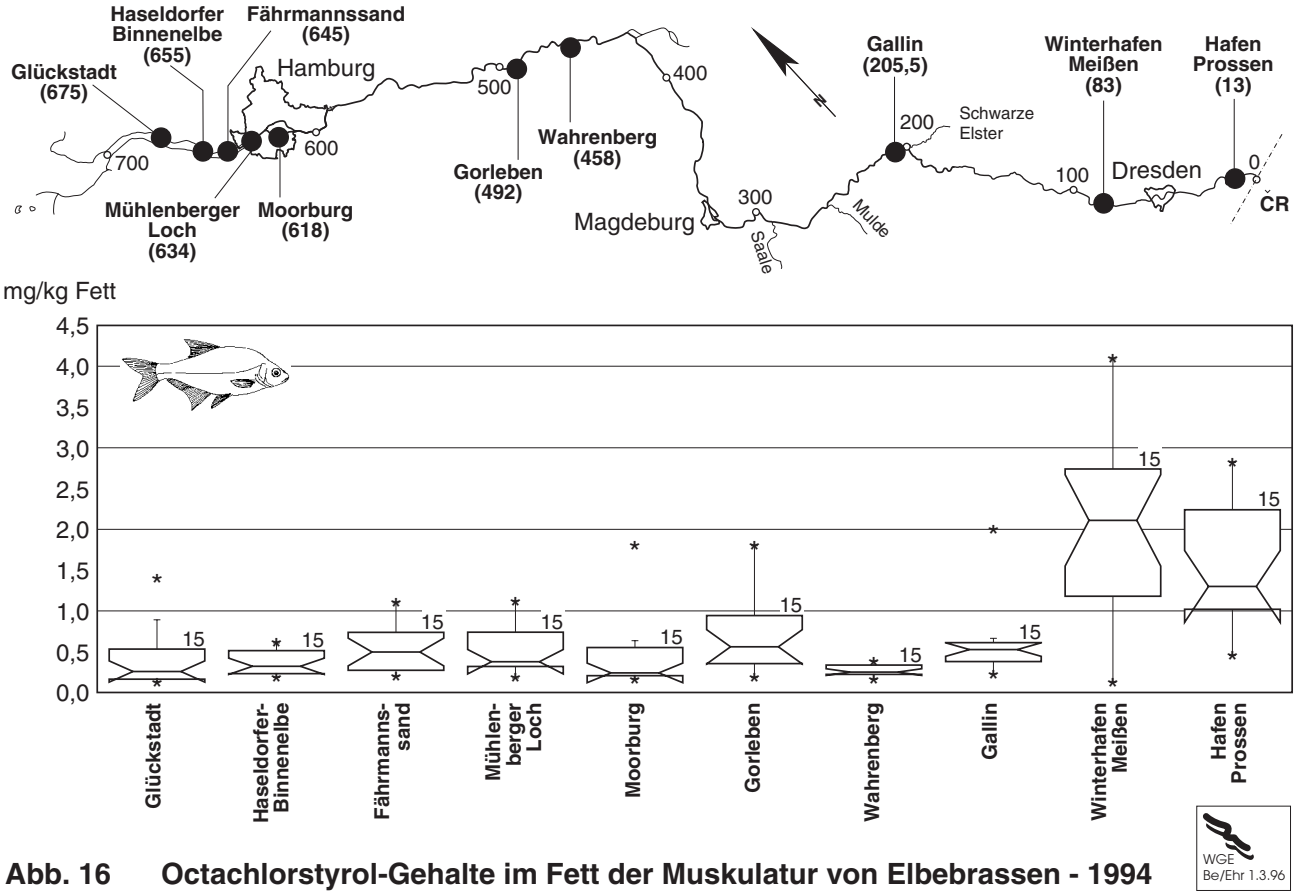


Abb. 16 Octachlorstyrol-Gehalte im Fett der Muskulatur von Elbebrassen - 1994

5.3 Zeitliche Entwicklung der Belastungssituation im Brassen

Im Rahmen des ARGE-ELBE-Meßprogramms hat die Wassergütestelle Elbe in der Vergangenheit wiederholt Schadstoffuntersuchungen an Elbebrassen vornehmen lassen. Die Untersuchungsergebnisse belegen, daß die ehemals hochgradige Belastung dieser Tiere, insbesondere mit Quecksilber und verschiedenen CKWs, im Laufe der Jahre deutlich zurückgegangen ist. (Eine ähnliche Entwicklung wurde auch für die Schadstoffbelastung in Elbeaalen durch das Staatliche Veterinäruntersuchungsamt für Fische und Fischwaren in Cuxhaven festgestellt, das regelmäßige Untersuchungen an diesen Tieren aus der Elbe bei Lauenburg vornimmt.)

Beispielhaft ist in den Abb. 17 und 18 die zeitliche Entwicklung der Quecksilber-Gehalte in der Muskulatur (Frischsubstanz) und der HCB-Gehalte im Fett der Muskulatur der Elbebrassen als "Box and Whisker Plots" (s. o.) dargestellt und zwar für die Fangplätze Gorleben (Strom-km 492, Mittlere Elbe), Fährmannssand (Strom-km 645, limnische Unterelbe) und Glückstadt (Strom-km 675, obere Grenze der Brackwasserzone in der Unterelbe). Bezogen auf den Fangplatz Gorleben haben sich die Quecksilber-Gehalte im Zeitraum von 1979 bis 1994 rd. um den Faktor 1,7 verringert. An derselben Fangstelle gingen die HCB-Konzentrationen im Zeitraum von 1980 bis 1994 u m rd. den Faktor 10 zurück. Vergleichbare Befunde wurden auch für den Fangort Fährmannssand festgestellt. Demgegenüber ist der zeitliche Konzentrationsverlauf der beiden angesprochenen Schadstoffe in den von Glückstadt stammenden Brassen zwar etwas uneinheitlicher; bezüglich der letzten drei Untersuchungen (1986, 1991 und 1994) ist aber auch hier die abnehmende Tendenz der Schadstoffgehalte eindeutig.

Einschränkend muß darauf hingewiesen werden, daß der erfreuliche Rückgang der Quecksilber- und HCB-Belastung in den Elbebrassen nur bedingt auf andere Kontaminanten und auch andere Fischarten übertragen werden kann. Im Falle der hier angesprochenen Untersuchungsergebnisse handelt es sich um ausgewählte Positivbeispiele für eine rückläufige Belastungsentwicklung, die sicherlich noch nicht abgeschlossen ist, sich aber nunmehr nur noch wesentlich langsamer fortsetzen wird. Wie in dem nachfolgenden Kapitel 5.4 dargestellt, reichen die gegenwärtigen Befunde dieser beiden Kontaminanten immer noch nicht aus, daß die beiden wirtschaftlich interessanten Fischarten Aal und Zander in allen Bereichen der Elbe bedenkenlos vermarktet werden können.

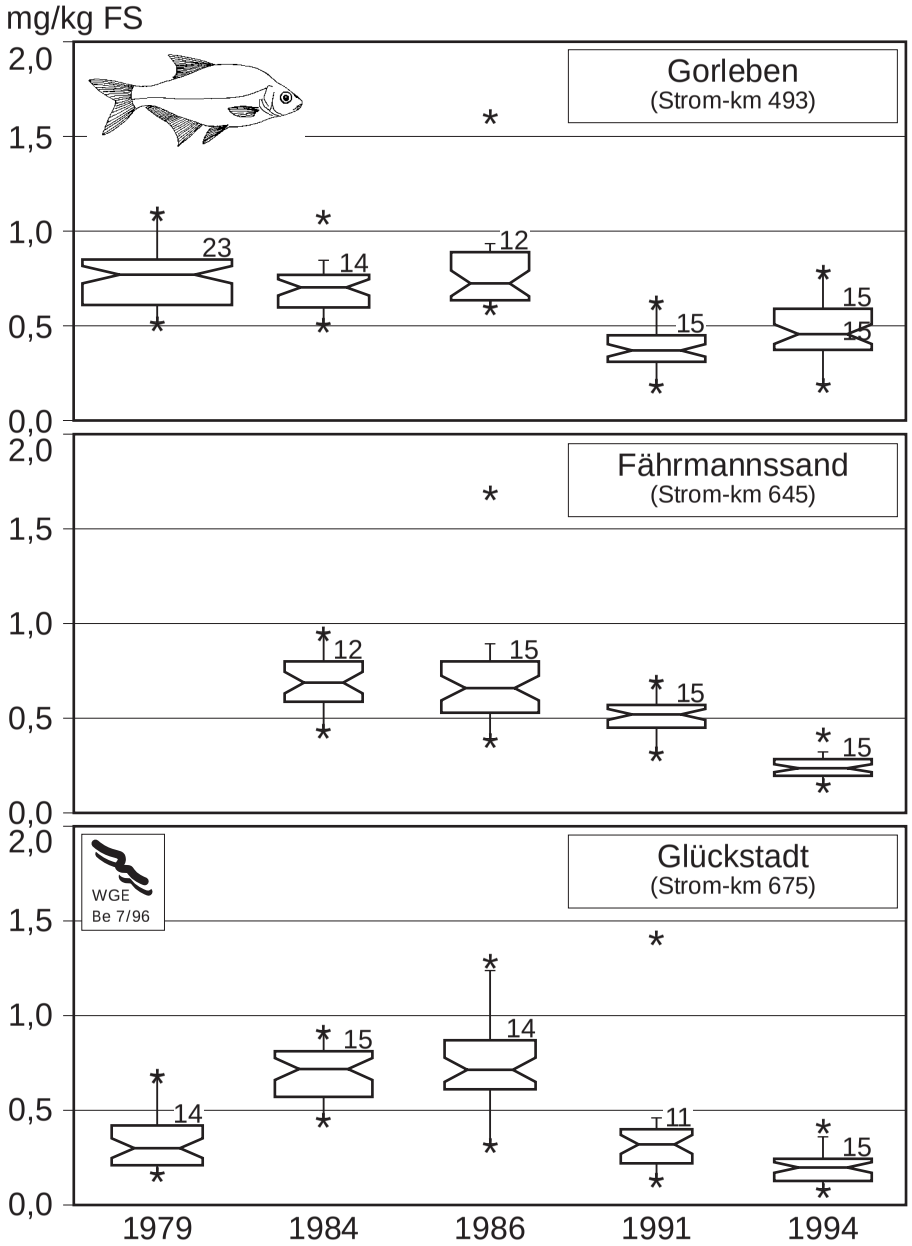


Abb. 17 Zeitliche Entwicklung der Quecksilber-Gehalte in der Muskulatur von Elbebrassen

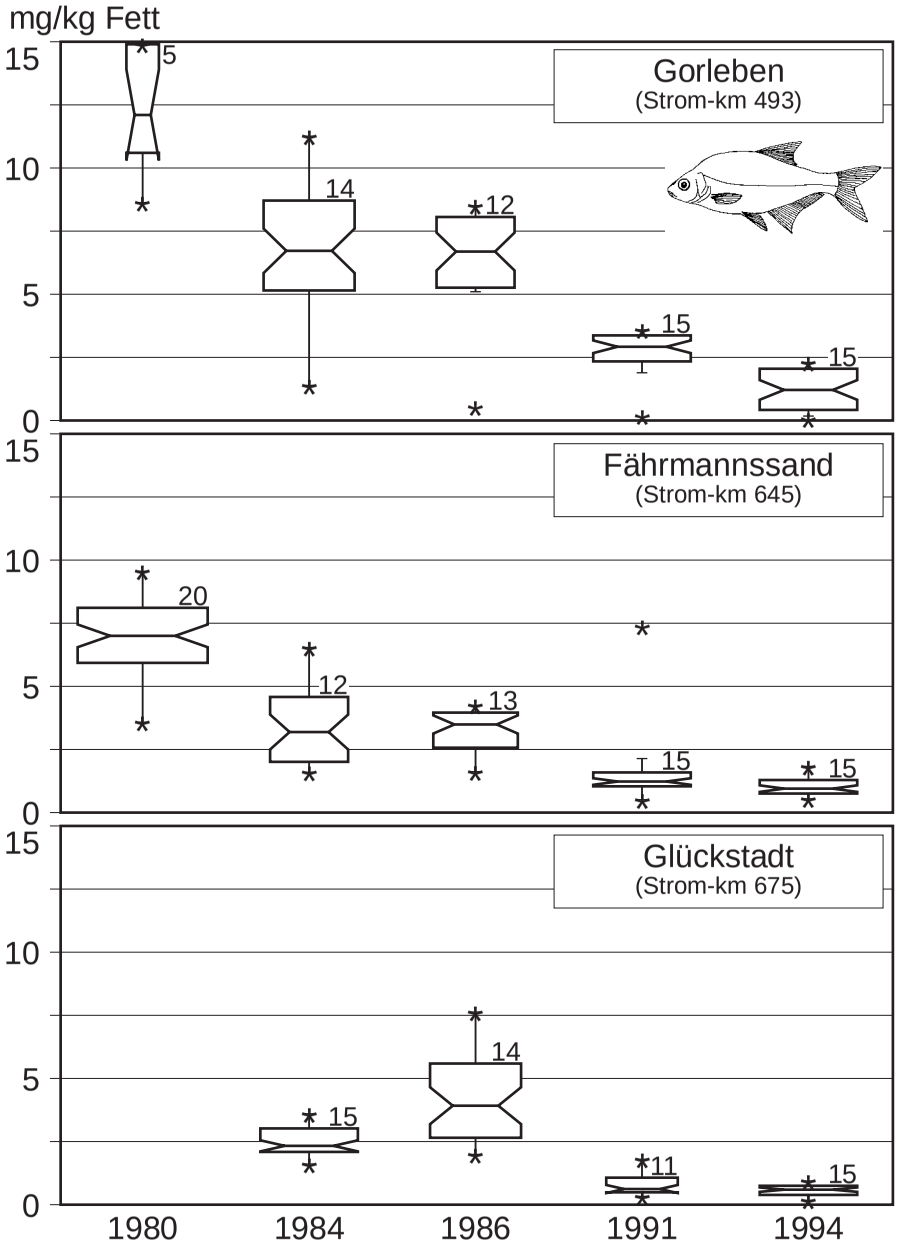


Abb. 18 Zeitliche Entwicklung der Quecksilber-Gehalte in der Muskulatur von Elbebrassen

5.4 Aal- und Zanderuntersuchungen der Elbeanrainerländer

Die Ergebnisse der Aal- und Zanderuntersuchungen werden nachfolgend separat nach Bundesländern vorgestellt. Dadurch kommt es zwar im Text bei einigen allgemeinen Ausführungen zu Wiederholungen. Dieser Nachteil wird allerdings durch den Vorteil aufgewogen, daß länderseitig zu treffende Entscheidungen, z. B. bei der Pachtvergabe von Fischereistrecken, schneller getroffen werden können.

5.4.1 Sachsen

In der sächsischen Elbestrecke wurden zwei Fangplätze, nämlich der Elbehafen Prossen (Strom-km 13) und der Elbehafen Meißen (Strom-km 83), beprobt. Die Fischentnahme im Elbehafen Prossen erfolgte im Oktober 1994, die im Elbehafen Meißen im Mai 1994. Die für die Untersuchungszwecke bestimmten Tiere (Prossen: 11 Aale sowie eine Mischprobe Aale ($MP_{Jungtiere}$) und 20 Zander; Meißen: 20 Zander) wurden mit einem Elektrofischfanggerät und Stellnetzen gefangen. Sie wurden einzeln und ungeschlachtet in PE-Beuteln verpackt, beschriftet und im Falle der Zanderproben aus Meißen bis zur Probenübergabe an die Untersuchungseinrichtung, die **Landesuntersuchungsanstalt für das Gesundheits- und Veterinärwesen Sachsen**, tiefgefroren in der Wassergütestelle Elbe zwischengelagert. Die Aal- und Zanderproben aus dem Hafen Prossen wurden unmittelbar nach ihrer Verpackung am Fangplatz an die Untersuchungseinrichtung weitergeleitet und dort bis zum Beginn der Analysen tiefgefroren aufbewahrt.

Bedingt durch die Art der Probenahme setzte sich das Aalkontingent aus Jungtieren, Gelbaalen und wenigen Blankaalen, vermutlich aus dem stromaufgelegenen Elbeeinzugsgebiet, zusammen. Die Zander, die als standorttreue Fische gelten, stammen mit hoher Wahrscheinlichkeit aus der lokalen Gegend der Fangplätze.

5.4.1.1 **Untersuchungsergebnisse Aal** (Elbehafen Prossen)

Die Aalproben umfaßten Tiere einer **Länge von 41 bis 68 cm (Mittelwert = 51 cm)** und eines **Gewichtes von 105 bis 715 g (Mittelwert = 278 g)**. Der **prozentuale Fettgehalt** in der Muskulatur ist beim Aal im Vergleich zum Zander hoch; er schwankte **zwischen 3,3 und 34 % (Mittelwert = 13 %, $MP_{Jungtiere}$ = 5,2 %)**. Aale werden aus diesem Grunde zu den fettreichen Fischen gerechnet. Der **prozentuale Wassergehalt** in der Muskulatur aller untersuchten Tiere variierte **zwischen 52 und 75 % (Mittelwert = 66 %, $MP_{Jungtiere}$ = 76 %)**.

Die Analysenergebnisse sind am Ende der Ausführungen zu den sächsischen Befunden in Tab. 4 zusammengestellt. Außerdem finden sich die Werte ausgewählter Meßgrößen graphisch aufgetragen neben den übrigen Befunden der anderen Elbeanrainerländer in den Abb. 19 bis 30 des Kap. 6. Dort läßt sich am besten die Belastungssituation im gesamten bundesdeutschen Längsprofil verfolgen.

5.4.1.1.1 Schwermetalle

Mit einer Multielementanalyse wurden nicht nur die Gehalte von Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd), Blei (Pb), Kupfer (Cu), Zink (Zn) und Arsen (As) im verzehrbaren Anteil (Filet, Muskulatur) der Tiere bestimmt, sondern auch die Gehalte von Mangan (Mn), Kobalt (Co), Molybdän (Mo), Selen (Se), Nickel (Ni), Aluminium (Al), Magnesium (Mg), Eisen (Fe), Strontium (Sr), Thallium (Tl) und Antimon (Sb) erfaßt. Im Rahmen dieses Berichtes wird nur auf die erstgenannten Elemente eingegangen; die Untersuchungsergebnisse der anderen Elemente können bei Bedarf zur Verfügung gestellt werden.

Die in der **Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988** festgesetzte Höchstmenge für Hg von 1,0 mg Hg/kg Frischsubstanz (FS) wurde in 6 Fällen der 11 Einzelproben überschritten. Der Mittelwert betrug 1,15 mg Hg/kg FS (Hg_{Min} = 0,50 mg Hg/kg FS, Hg_{Max} = 1,96 mg Hg/kg FS). Für den Gehalt der $MP_{Jungtiere}$ ergab die Analyse einen Wert von 0,73 mg Hg/kg FS. Auch nach der Entscheidung 93/351 der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 - gilt in der Bundesrepublik Deutschland für Quecksilber im Aal ein Grenzwert von 1 mg Hg/kg FS, allerdings bei einer Mischprobe von mindestens 10 Tieren. **Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsbefunde wäre rd. die Hälfte aller Aale bezüglich ihrer Hg-Gehalte nicht vermarktungsfähig (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) gewesen.**

Für eine Bewertung der angetroffenen Cadmium- und Bleigehalte können die **Richtwerte des Bundesamtes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin** (BgVV) herangezogen werden, die im Mai 1996 - und auch schon in früheren Jahren - im Bundesgesundheitblatt veröffentlicht wurden. Danach gilt für Cadmium ein Richtwert von 0,10 mg Cd/kg FS und für Blei ein Richtwert von 0,50 mg Pb/kg FS. Sämtliche Cadmiumgehalte der Einzelproben lagen unter der Nachweisgrenze von 0,002 mg Cd/kg FS (bzw. im Falle der $MP_{Jungtiere}$ unter der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,004 mg Cd/kg FS). Die Bleigehalte betrugen im Mittel = 0,021 mg Pb/kg FS (Pb_{Min} = 0,012 mg Pb/kg FS, Pb_{Max} = 0,035 mg Pb/kg FS, $MP_{Jungtiere}$ = 0,038 mg Pb/kg FS). **Bei allen untersuchten Aalen wurden folglich beide Richtwerte weder erreicht noch überschritten.** Die Mittelwerte der nicht-geregelten Elemente Kupfer, Zink und Arsen betrugen Cu_{Mittel} = 0,29 mg Cu/kg FS, Zn_{Mittel} = 22,9 mg Zn/kg FS und As_{Mittel} = 0,043 mg As/kg FS.

5.4.1.1.2 Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe

Untersucht wurden die in der **Liste B der Rückstands-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 01.09.1994** aufgeführten Stoffe (zusätzlich die ungeregelten Toxaphen-Einzelkongenere Nr. 26, Nr. 32, Nr. 50 und Nr. 62) und Lindan der Liste A, die in der **Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988** aufgeführten Kongenere der polychlorierten Biphenyle (zusätzlich die nicht-geregelten PCB-Kongenere Nr. 118, Nr. 170 und Nr. 194) sowie die vom Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamt Neumünster des Landes Schleswig-Holstein aufgrund von vorliegenden Erfahrungen als **elberelevant** eingestuften, aber zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht geregelten Stoffe Octachlorstyrol und Pentachloranisol. Ebenfalls berücksichtigt wurden Mo-

schus-Xylol, Moschus-Keton und Bromocyclen, also Verbindungen, die derzeit besonders im Blickfeld des öffentlichen Interesses stehen und wahrscheinlich schon bald - wie im Falle des Bromocyclens mittlerweile geschehen - eine gesetzliche Regelung erfahren werden.

Bezüglich der Bewertung der Untersuchungsbefunde nach der o. g. Rückstands-Höchstmengenverordnung ist beim Aal dessen relativ hoher Fettgehalt in der Muskulatur (Mittelwert = 13 %, s. o.) von Bedeutung. Die für die einzelnen Stoffe angeführten Höchstmengen beziehen sich auf das in der Muskulatur vorhandene Fett, nicht aber, wie beim fettarmen Zander, auf die Originalsubstanz (= Frischsubstanz). Dieser Regelung liegt folgender Gedanke zugrunde: Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß sich die hier angesprochenen Stoffe bei fettarmer Muskulatur in dem zur Verfügung stehenden Fettdepot stärker anreichern als in einem Fisch, dessen Muskulatur bereits von Natur aus einen hohen Fettanteil besitzt (z. B. Aal). Im Falle des Verzehrs eines Magerfisches relativieren sich dann die Schadstoffgehalte aufgrund dessen, daß nicht der hochbelastete geringe Fettanteil allein, sondern quasi in verdünnter Form mit dem Verzehr des Magerfilets aufgenommen wird. Beim Aal hingegen kann dessen hoher Fettgehalt in der Muskulatur bzw. die im Fett angereicherten Schadstoffe durchaus von Relevanz für den Verbraucher sein. Diese Erkenntnis hat zu der Entscheidung geführt, daß bei Fischen mit einem Fettgehalt größer 10 Gewichtshundertteilen - bezogen auf das Gesamtgewicht des Lebensmittels - Rückstandsuntersuchungen direkt im extrahierten Fett der Originalsubstanz durchzuführen sind.

Abweichend hiervon hat der Gesetzgeber für Heptachlor + Heptachlorepoxid, Endrin sowie Chlordan + Oxychlordan die jeweiligen Höchstmengen grundsätzlich auf die Frischsubstanz bezogen. Ähnliches gilt auch für die PCBs: Nach der o. g. Schadstoff-Höchstmengenverordnung beziehen sich die angegebenen Höchstmengen ohne Einschränkung auf die Frischsubstanz der eßbaren Teile von Aal und Zander.

Nach den vorliegenden Ergebnissen waren von der Gesamtheit aller berücksichtigten Verbindungen in Fett der Muskulatur der 11 untersuchten Aale und der $MP_{Jungtiere}$ **nicht relevant** (alle Werte <BG; BG variiert von Stoff zu Stoff): δ-HCH, o,p'-DDE, o,p'-DDD, Aldrin, Isodrin, Gesamt-Toxaphen und Toxaphen-Einzelkongenere sowie Bromocyclen. Ebenfalls nicht relevant waren Heptachlor, trans-Heptachlorepoxid, Endrin, Oxychlordan und Gesamt-Chlordan, bezogen auf die Frischsubstanz der Muskulatur.

Vereinzelt nachgewiesen (mehrere Werte ≥BG) wurde Dieldrin mit insgesamt sechs Positivbefunden (Werte zwischen 0,003 und 0,017 mg/kg Fett), das PCB-Kongenere Nr. 170 (11 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,012 und 0,053 mg/kg **FS**), Moschus-Keton (ein Positivbefund mit einem Wert von 0,035 mg/kg Fett) und Pentachloranisol (acht Positivbefunde mit Werten zwischen 0,006 und 0,036 mg/kg Fett). Diese Betrachtung schließt die $MP_{Jungtiere}$ mit ein. Die für Dieldrin festgestellten Gehalte sind im Hinblick auf eine lebensmittelrechtliche Bewertung unbedenklich (Höchstmenge Aldrin + Dieldrin nach RHmV vom 01.09.1994 = 0,2 mg/kg Fett).

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **ungeregelte bzw. nur nach Summenbildung nebeneinander geregelte Verbindungen**: α-HCH (Mittelwert = 0,023 mg/kg Fett), β-HCH (Mittelwert = 0,025 mg/kg Fett), p,p'-DDT (Mittelwert = 0,644 mg/kg Fett) , o,p'-DDT (Mittelwert = 0,107 mg/kg Fett), p,p'-DDE (Mittelwert =

2,28 mg/kg Fett), p,p'-DDD (Mittelwert = 2,00 mg/kg Fett), Octachlorstyrol (Mittelwert = 0,639 mg/kg Fett) sowie die PCB-Kongenere Nr. 118 (Mittelwert = 0,039 mg/kg **FS**) und Nr. 194 (Mittelwert = 0,0055 mg/kg **FS**). Die genannten Mittelwerte beziehen sich nur auf die untersuchten Einzeltiere, die $MP_{Jungtiere}$ floß bei dieser Betrachtung nicht mit ein. Ergänzend sei aber darauf hingewiesen, daß die entsprechenden Werte der $MP_{Jungtiere}$ in einer sehr ähnlichen Größenordnung wie die Mittelwerte lagen.

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **geregelte Verbindungen**: HCB, Lindan, HCH-Isomere außer Lindan, Gesamt-DDT und alle hierzu gehörenden PCB-Kongenere (Nr. 28, Nr. 52, Nr. 101, Nr. 138, Nr. 153 und Nr. 180). Von diesen genannten Stoffen erreichten oder überschritten **nicht** die entsprechende Höchstmenge: Lindan (zulässige Höchstmenge = 1,0 mg/kg Fett; Mittelwert = 0,030 mg/kg Fett), HCH-Isomere außer Lindan (zulässige Höchstmenge = 0,5 mg/kg Fett; Mittelwert = 0,048 mg/kg Fett) und die PCB-Kongenere (zulässige Höchstmenge für Nr. 28, Nr. 52, Nr. 101 und Nr. 180 = 0,2 mg/kg **FS** sowie für Nr. 138 und Nr. 153 = 0,3 mg/kg **FS**). Im einzelnen betrug der PCB-Mittelwert bei Nr. 28 = 0,0092 mg/kg **FS**, bei Nr. 52 = 0,0335 mg/kg **FS**, bei Nr. 101 = 0,0296 mg/kg **FS**, bei Nr. 138 = 0,115 mg/kg **FS**, bei Nr. 153 = 0,127 mg/kg **FS** und bei Nr. 180 = 0,0644 mg/kg **FS**. Zwar wurden auch in diesem Falle die Ergebnisse der $MP_{Jungtiere}$ bei der Mittelwertsberechnung nicht unmittelbar berücksichtigt, aber auch hier gilt, daß die entsprechenden Werte in einer sehr ähnlichen Größenordnung wie die Mittelwerte lagen und daher die Gesamtaussage ihre uneingeschränkte Gültigkeit behält.

Als besonders problematisch sind die Untersuchungsergebnisse von HCB und Gesamt-DDT zu bewerten. Alle HCB-Befunde der Aale aus dem Hafen Prossen, der unweit der tschechischen Elbegrenze liegt, lagen deutlich über dem Höchstmengenwert von 0,5 mg/kg Fett. Der errechnete HCB-Mittelwert betrug 2,51 mg/kg Fett (HCB_{Min} = 0,74 mg/kg Fett, HCB_{Max} = 5,94 mg/kg und HCB der $MP_{Jungtiere}$ = 5,46 mg/kg Fett). Der HCB-Höchstmengenwert wurde somit bis um das 12fache überschritten, **eine Freigabe der Tiere zur Vermarktung wäre somit nicht in Betracht gekommen**. Ähnliches ergibt sich auch bei der Betrachtung der Gesamt-DDT-Befunde: sechs der 11 untersuchten Aale wiesen eine höhere Konzentration als die Höchstmenge von 5,0 mg/kg Fett auf. Der Gesamt-DDT-Mittelwert wurde mit 5,51 mg/kg Fett errechnet. Der höchste an Einzeltieren gemessene Wert betrug 10,6 mg/kg Fett, der niedrigste ergab sich mit 1,87 mg/kg Fett. Der Gesamt-DDT-Gehalt der $MP_{Jungtiere}$ unterschritt mit 4,81 mg/kg Fett nur knapp die erlaubte Höchstmenge.

5.4.1.2 **Untersuchungsergebnisse Zander** (Hafen Prossen)

Die 20 Zanderproben aus dem Elbehafen Prossen umfaßten Tiere einer **Länge von 36 bis 65 cm (Mittelwert = 56 cm)** und eines **Gewichtes von 415 bis 2.605 g (Mittelwert = 1.651 g)**. Der **prozentuale Fettgehalt** in der Muskulatur ist beim Zander im Vergleich zum Aal gering; er schwankte **zwischen 0,08 und 0,50 % (Mittelwert = 0,26 %)**. Zander werden zu den fettarmen Fischen gerechnet. Der **prozentuale Wassergehalt** in der Muskulatur war bei allen untersuchten Tieren mit Werten **zwischen 77,7 und 80,4 %** sehr ähnlich **(Mittelwert = 79,0 %)**.

Die Analysenergebnisse sind am Ende der Ausführungen zu den sächsischen Befunden in Tab. 5 zusammengestellt. Außerdem finden sich die Werte ausgewählter Meßgrößen graphisch aufgetragen neben den übrigen Befunden der anderen Elbeanrainerländer in den Abb. 31 bis 39 des Kap. 6. Dort läßt sich am besten die Belastungssituation im gesamten bundesdeutschen Längsprofil verfolgen.

5.4.1.2.1 Schwermetalle

In den Zanderproben wurde dasselbe Spektrum von Elementen analysiert wie in den Aalproben (vgl. Kap. 5.4.1.1.1).

Die in der Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988 festgesetzte Höchstmenge für Hg von 1,0 mg Hg/kg FS wurde in 18 der insgesamt 20 Proben überschritten. Der Mittelwert betrug 1,61 mg Hg/kg FS (Min = 0,80 mg Hg/kg FS, Max = 2,13 mg Hg/kg FS). Nach der Entscheidung 93/351 der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 - gilt für Quecksilber im Zander ein Grenzwert von 0,5 mg Hg/kg FS bei einer Mischprobe von mindestens 5 Tieren. Da sämtliche Einzelbefunde der untersuchten 20 Zander über diesem Grenzwert für eine Mischprobe lagen, wäre im Falle von Mischprobenuntersuchungen eine 100%ige Überschreitung festgestellt worden. **Folglich wären, streng genommen, alle untersuchten Zander wegen ihrer Hg-Gehalte in der Muskulatur nicht vermarktungsfähig (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) gewesen.**

Für eine Bewertung der angetroffenen Cadmium- und Bleigehalte können die **Richtwerte des Bundesamtes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin** (BgVV) herangezogen werden, die im Mai 1996 - und auch schon in früheren Jahren - im Bundesgesundheitblatt veröffentlicht wurden. Danach gilt für Cadmium ein Richtwert von 0,10 mg Cd/kg FS und für Blei ein Richtwert von 0,50 mg Pb/kg FS. **Bei allen untersuchten Zandern wurden beide Richtwerte weder erreicht noch überschritten.** Bezüglich des Cadmiums lagen alle Gehalte unter der analytischen Nachweisgrenze (NG) und damit auch unter der analytischen Bestimmungsgrenzen (BG) des untersuchenden Laboratoriums (NG Cadmium = 0,002 mg Cd/kg FS). Beim Blei unterschritten vier Tiere die analytische Nachweisgrenze von 0,003 mg Pb/kg FS. Ein Befund wurde mit einem Wert zwischen der analytischen Nachweisgrenze und der analytischen Bestimmunggrenze (BG Blei = 0,005 mg Pb/kg FS) ermittelt. Der Mittelwert der Bleigehalte betrug Pb_{Mittel} = 0,015 mg Pb/kg FS. Die Mittelwerte der nicht-geregelten Elemente Kupfer, Zink und Arsen ergaben sich mit Cu_{Mittel} = 0,13 mg Cu/kg FS, Zn_{Mittel} = 4,46 mg Zn/kg FS und As_{Mittel} = 0,027 mg As/kg FS. Der Arsengehalt eines Zanders lag dabei unter der Nachweisgrenze (NG Arsen = 0,014 mg As/kg FS).

5.4.1.2.2 Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe

In den Zanderproben wurde dasselbe Spektrum von organischen Verbindungen untersucht wie in den Aalproben (vgl. Kap. 5.4.1.1.2).

Bezüglich der Bewertung der Untersuchungsbefunde nach der Rückstands-Höchstmengenverordnung ist beim Zander dessen geringer Fettgehalt in der Muskulatur

(Mittelwert = 0,26 %, s. o.) von Bedeutung. Die für die einzelnen Stoffe angeführten Höchstmengen reduzieren sich im Falle des Zanders auf 1/10 der jeweiligen Werte; gleichzeitig sind sie aber auf die Originalsubstanz (= Frischsubstanz) zu beziehen. Dieser Regelung liegt folgender Gedanke zugrunde: Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß sich die hier angesprochenen Stoffe bei fettarmer Muskulatur in dem zur Verfügung stehenden Fettdepot stärker anreichern als in einem Fisch, dessen Muskulatur bereits von Natur aus einen hohen Fettanteil besitzt (z. B. Aal). Im Falle des Verzehrs eines Magerfisches relativieren sich dann die Schadstoffgehalte aufgrund dessen, daß nicht der hochbelastete geringe Fettanteil allein, sondern quasi in verdünnter Form mit dem Verzehr des Magerfilets aufgenommen wird. Diese Erkenntnis hat zu der Entscheidung geführt, daß bei Fischen mit einem Fettgehalt bis zu 10 Gewichtshundertteilen - bezogen auf das Gesamtgewicht des Lebensmittels - Rückstandsuntersuchungen direkt an der Originalsubstanz durchzuführen sind.

Abweichend hiervon hat der Gesetzgeber für Heptachlor + Heptachlorepoxid, Endrin sowie Chlordan + Oxychlordan die jeweiligen Höchstmengen grundsätzlich auf die Frischsubstanz bezogen. Ähnliches gilt auch für die PCBs: Nach der o. g. Schadstoff-Höchstmengenverordnung beziehen sich die angegebenen Höchstmengen ohne Einschränkung auf die Frischsubstanz der eßbaren Teile von Aal und Zander.

Nach den vorliegenden Befunden lag die Mehrzahl der in den 20 Zandern untersuchten Verbindungen unter der jeweiligen analytischen Bestimmungsgrenze. Daher werden nachfolgend nur diejenigen Stoffe betrachtet, die aus analytischer Sicht relevant waren.

Vereinzelt nachgewiesen (mehrere Werte ≥BG) wurde Pentachloranisol mit insgesamt acht Positivbefunden (Werte zwischen 0,0004 und 0,0008 mg/kg FS).

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **ungeregelte bzw. nur nach Summenbildung nebeneinander geregelte Verbindungen**: p,p'-DDT (Mittelwert = 0,0033 mg/kg FS) , o,p'-DDT (Mittelwert = 0,0040 mg/kg FS), p,p'-DDE (Mittelwert = 0,028 mg/kg FS), p,p'-DDD (Mittelwert = 0,015 mg/kg FS), Octachlorstyrol sowie die PCB-Kongenere Nr. 118, Nr. 170 und Nr. 194 (Mittelwert = 0,0014 mg/kg FS). Eine Mittelwertbetrachtung zum Octachlorstyrol und zu den PCB-Kongeneren Nr. 118 und Nr. 170 kann nicht erfolgen, da zum Zeitpunkt der Untersuchungen nicht in allen Fällen die analytischen Voraussetzungen für eine exakte Quantifizierung gegeben waren.

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **geregelte Verbindungen**: HCB, Gesamt-DDT und alle hierzu gehörenden PCB-Kongenere (Nr. 28, Nr. 52, Nr. 101, Nr. 138, Nr. 153 und Nr. 180). Von diesen genannten Stoffen erreichten oder überschritten **nicht** die entsprechende Höchstmenge: Gesamt-DDT (zulässige Höchstmenge = 0,5 mg/kg FS; Mittelwert = 0,055 mg/kg FS) und die PCB-Kongenere (zulässige Höchstmenge für Nr. 28, Nr. 52, Nr. 101 und Nr. 180 = 0,2 mg/kg FS sowie für Nr. 138 und Nr. 153 = 0,3 mg/kg FS). Im einzelnen betrug der PCB-Mittelwert bei Nr. 28 = 0,0029 mg/kg FS, bei Nr. 52 = 0,0056 mg/kg FS, bei Nr. 101 = 0,0069 mg/kg FS, bei Nr. 138 = 0,018 mg/kg FS, bei Nr. 153 = 0,018 mg/kg FS und bei Nr. 180 = 0,011 mg/kg FS. Hinsichtlich der HCB-Untersuchungen waren zwei Untersuchungsbefunde höchstmengenrelevant (zulässige Höchstmenge = 0,05 mg/kg FS). Im Mittel betrugen

die HCB-Gehalte der 20 untersuchten Zander 0,037 mg/kg FS (HCB_{Min} = 0,020 mg/kg FS, HCB_{Max} = 0,060 mg/kg FS).

Allein aus Sicht der geregelten organischen Mikroverunreinigungen wären somit 18 der 20 untersuchten Zander des Standortes Prossen vermarktungsfähig (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) gewesen. Eine gewisse Besorgnis hätte lediglich bei zwei Tieren wegen einer knappen Überschreitung der HCB-Höchstmenge bestanden.

5.4.1.3 **Untersuchungsergebnisse Zander** (Hafen Meißen)

Die 20 Zanderproben aus dem Elbehafen Meißen umfaßten Tiere einer **Länge von 32 bis 60 cm (Mittelwert = 47 cm)** und eines **Gewichtes von 350 bis 2.010 g (Mittelwert = 1.126 g)**. Der **prozentuale Fettgehalt** in der Muskulatur ist beim Zander im Vergleich zum Aal generell sehr gering; er schwankte **zwischen 0,17 und 0,46 % (Mittelwert = 0,28 %)**. Zander werden zu den fettarmen Fischen gerechnet. Der **prozentuale Wassergehalt** in der Muskulatur war bei allen untersuchten Tieren mit Werten **zwischen 77,6 und 80,5 %** sehr ähnlich **(Mittelwert = 79,0 %)**.

Die Analysenergebnisse sind am Ende der Ausführungen zu den sächsischen Befunden in Tab. 6 zusammengestellt. Außerdem finden sich die Werte ausgewählter Meßgrößen graphisch aufgetragen neben den übrigen Befunden der anderen Elbeanrainerländer in den Abb. 31 bis 39 des Kap. 6. Dort läßt sich am besten die Belastungssituation im gesamten bundesdeutschen Längsprofil verfolgen.

5.4.1.3.1 Schwermetalle

Die in der Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988 festgesetzte Höchstmenge für Hg von 1,0 mg Hg/kg FS wurde in 17 der insgesamt 20 Proben überschritten. Der Mittelwert betrug 1,41 mg Hg/kg FS (Min = 0,85 mg Hg/kg FS, Max = 2,10 mg Hg/kg FS). Nach der Entscheidung 93/351 der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 - gilt für Quecksilber im Zander ein Grenzwert von 0,5 mg Hg/kg FS bei einer Mischprobe von mindestens 5 Tieren. Da sämtliche Einzelbefunde der untersuchten 20 Zander über diesem Grenzwert für eine Mischprobe lagen, wäre im Falle von Mischprobenuntersuchungen eine 100 %ige Überschreitung festgestellt worden. **Folglich wären, streng genommen, alle untersuchten Zander wegen ihrer Hg-Gehalte in der Muskulatur nicht vermarktungsfähig (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) gewesen.**

Für eine Bewertung der angetroffenen Cadmium- und Bleigehalte können die **Richtwerte des Bundesamtes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin** (BgVV) herangezogen werden, die im Mai 1996 - und auch schon in früheren Jahren - im Bundesgesundheitblatt veröffentlicht wurden. Danach gilt für Cadmium ein Richtwert von 0,10 mg Cd/kg FS und für Blei ein Richtwert von 0,50 mg Pb/kg FS. **Bei allen untersuchten Zandern wurden beide Richtwerte weder erreicht noch überschritten.** Bezüglich des Cadmiums lagen alle Gehalte unter der analytischen Nachweisgrenze (NG) und damit auch unter der analytischen Bestimmungsgrenzen (BG) des untersuchenden Laboratoriums (NG Cadmium = 0,002 mg Cd/kg FS). Beim Blei un-

terschritt ein Tier die analytische Nachweisgrenze von 0,003 mg Pb/kg FS. Fünf Exemplare wiesen Gehalte auf, die genau der analytischen Bestimmungsgrenze (BG Pb = 0,005 mg Pb/kg FS) entsprachen. Der Mittelwert der Bleigehalte betrug Pb_{Mittel} = 0,011 mg Pb/kg FS. Die Mittelwerte der nicht-geregelten Elemente Kupfer, Zink und Arsen ergaben sich mit Cu_{Mittel} = 0,14 mg Cu/kg FS, Zn_{Mittel} = 4,27 mg Zn/kg FS und As_{Mittel} = 0,026 mg As/kg FS. Der Arsengehalt von zwei Zandern lag dabei unter der Nachweisgrenze (NG Arsen = 0,014 mg As/kg FS).

5.4.1.3.2 Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe

Nach den vorliegenden Befunden lag die Mehrzahl der in den 20 Zandern untersuchten Verbindungen unter der jeweiligen analytischen Bestimmungsgrenze. Daher werden nachfolgend nur diejenigen Stoffe betrachtet, die aus analytischer Sicht relevant waren.

Vereinzelt nachgewiesen (mehrere Werte ≥BG) wurde Pentachloranisol mit insgesamt sieben Positivbefunden (Werte zwischen 0,0004 und 0,0005 mg/kg FS).

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **ungeregelte bzw. nur nach Summenbildung nebeneinander geregelte Verbindungen**: p,p'-DDT (Mittelwert = 0,0031 mg/kg FS) , o,p'-DDT (Mittelwert = 0,0027 mg/kg FS), p,p'-DDE (Mittelwert = 0,020 mg/kg FS), p,p'-DDD (Mittelwert = 0,0080 mg/kg FS), Octachlorstyrol sowie die PCB-Kongenere Nr. 118 (Mittelwert = 0,0027 mg/kg FS), Nr. 170 (Mittelwert = 0,0055 mg/kg FS) und Nr. 194 (Mittelwert = 0,0006 mg/kg FS). Eine Mittelwertbetrachtung zum Octachlorstyrol kann nicht erfolgen, da zum Zeitpunkt der Untersuchungen nicht in allen Fällen die analytischen Vorausetzungen für eine exakte Quantifizierung gegeben waren.

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **geregelte Verbindungen**: HCB, Gesamt-DDT und alle hierzu gehörenden PCB-Kongenere (Nr. 28, Nr. 52, Nr. 101, Nr. 138, Nr. 153 und Nr. 180). Alle genannten Stoffe erreichten oder überschritten auch **nicht** im Einzelfall die entsprechende Höchstmenge, ihre Konzentrationen waren somit nicht höchstmengenrelevant. Zur Orientierung werden nachfolgend die Höchstmengen und die Mittelwerte mitgeteilt: HCB (zulässige Höchstmenge = 0,05 mg/kg FS; Mittelwert = 0,029 mg/kg FS), Gesamt-DDT (zulässige Höchstmenge = 0,5 mg/kg FS; Mittelwert = 0,038 mg/kg FS) und die PCB-Kongenere (zulässige Höchstmenge für Nr. 28, Nr. 52, Nr. 101 und Nr. 180 = 0,2 mg/kg FS sowie für Nr. 138 und Nr. 153 = 0,3 mg/kg FS). Im einzelnen betrug der PCB-Mittelwert bei Nr. 28 = 0,0020 mg/kg FS, bei Nr. 52 = 0,0046 mg/kg FS, bei Nr. 101 = 0,0050 mg/kg FS, bei Nr. 138 = 0,013 mg/kg FS, bei Nr. 153 = 0,014 mg/kg FS und bei Nr. 180 = 0,0077 mg/kg FS.

Allein aus Sicht der geregelten organischen Mikroverunreinigungen wären somit die 20 untersuchten Zander des Standortes Meißen vermarktungsfähig (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) gewesen.

Tab. 4 Schadstoffe in Fischen 1994

Elbe bei Hafen Prossen (Strom-km 13) Aal (*Anguilla anguilla*)

Labor-Nr.	CS 201/94	CS 202/94	CS 203/94	CS 204/94	CS 205/94	CS 206/94	CS 207/94	CS 208/94	CS 209/94	CS 210/94	CS 211/94	CS 212/94 MP
Datum der Probenentnahme	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.
Fangbeginn	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00
Fangende	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00
Länge (cm)	57	68	56	54	53	51	50	47	45	42	41	-
Gewicht (g)	375	715	350	280	320	260	190	180	145	135	105	-
Fettgehalt der Muskulatur (%)	34,2	20,3	14,3	5,8	10,9	19,0	13,6	5,9	6,3	3,3	6,1	5,2
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	52	63,4	66,5	75,2	70,9	64,4	54	70,4	69	71,8	-	76,2
Quecksilber (µg/kg)	500	1470	1140	1310	1960	900	1890	880	1170	850	550	730
Cadmium (µg/kg)	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	2,4
Blei (µg/kg)	18	15	18	13	12	25	20	24	32	35	22	38
bez. auf Muskulaturfett (mg/kg)												
Hexachlorbenzol	1,02	1,52	2,95	2,26	3,00	0,740	5,94	1,61	4,78	2,28	1,54	5,46
α-HCH	0,014	0,014	0,012	0,017	0,046	0,023	0,03	0,019	0,016	0,042	0,020	0,017
β-HCH	0,021	0,02	0,024	0,026	0,027	0,025	0,016	0,032	0,021	0,048	0,016	0,015
γ-HCH	0,022	0,024	0,047	0,022	0,050	0,015	0,038	0,025	0,030	0,021	0,038	0,019
δ-HCH	<0,001	<0,001	<0,001"	<0,002"	<0,001"	<0,001"	<0,001"	<0,002"	<0,002"	<0,003"	<0,002"	<0,002"
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,035	0,034	0,036	0,043	0,073	0,048	0,046	0,051	0,037	0,090	0,036	0,032
p,p'-DDT	0,114	0,3	0,609	0,495	0,428	0,418	1,73	0,573	1,50	0,627	0,295	0,915
o,p'-DDT	0,007	0,086	0,132	0,102	0,080	0,041	0,502	0,091	0,019	0,076	0,046	0,238
p,p'-DDE	1,33	1,96	1,11	3,43	1,16	0,832	1,82	2,39	2,62	5,3	3,15	1,60
o,p'-DDE	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDD	1,75	1,48	1,17	2,64	0,775	0,432	1,6	2,29	2,3	3,58	3,97	1,69
o,p'-DDD	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	3,20	3,83	3,02	6,67	2,44	1,72	5,65	5,34	6,44	9,58	7,46	4,44
Heptachlor	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptachlorepoxid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Aldrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Isodrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	0,005	0,009	0,010	<0,002"	0,009	0,003	<0,003	<0,007	<0,006	<0,003"	0,007	0,017
Endrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Gesamt-Chlordan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Oxychlordan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Toxaphen Nr. 26	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Toxaphen Nr. 32	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Toxaphen Nr. 50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Toxaphen Nr. 62	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Xylol	0,028	0,039	0,35	0,084	0,152	0,455	0,184	0,027	0,141	<0,003"	0,138	0,162
Moschus-Keton	<0,001	<0,001	<0,001"	<0,002"	<0,001"	0,035	<0,001"	<0,002"	<0,002"	<0,003"	<0,002"	<0,002"
Bromocyclen	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pentachloranisol	0,013	0,006	0,013	<0,002"	0,006	0,010	0,025	<0,002"	0,036	0,018	<0,007	<0,008
Octachlorstyrol	0,512	0,778	0,401	0,796	0,289	0,149	1,06	0,598	0,543	1,04	0,861	0,692
PCB Nr. 28	0,087	0,089	0,034	0,081	0,044	0,102	0,053	0,105	0,065	0,100	0,120	0,048
PCB Nr. 52	0,249	0,210	0,259	0,429	0,238	0,202	0,262	0,275	0,402	0,327	0,431	0,296
PCB Nr. 101	0,201	0,281	0,254	0,252	0,154	0,256	0,179	0,191	0,227	0,415	0,318	0,283
PCB Nr. 118	0,196	0,352	0,296	0,560	0,273	0,285	0,279	0,527	0,414	0,824	0,207	n.n.
PCB Nr. 138	0,585	1,06	0,867	1,64	0,620	0,884	0,649	1,29	1,14	2,13	1,43	1,08
PCB Nr. 153	0,620	1,19	0,965	1,93	0,706	0,916	0,668	1,51	1,34	2,45	1,60	1,18
PCB Nr. 170	n.n.	0,262	0,136	0,307	0,106	0,248	0,103	0,276	0,171	0,418	0,349	0,217
PCB Nr. 180	0,348	0,635	0,361	0,967	0,338	0,542	0,276	0,802	0,592	1,12	0,874	0,600
PCB Nr. 194	0,033	0,057	0,029	0,060	0,020	0,057	0,026	0,059	0,032	0,085	0,082	0,038
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)												
Hexachlorbenzol	0,349	0,0309	0,422	0,131	0,327	0,140	0,808	0,095	0,301	0,0752	0,0940	0,284
α-HCH	0,0048	0,0029	0,0017	0,0010	0,0050	0,0044	0,0041	0,0011	0,0010	0,0014	0,0012	0,0009
β-HCH	0,0073	0,004	0,0034	0,0015	0,0029	0,0048	0,0022	0,0019	0,0013	0,0016	0,0010	0,0008
γ-HCH	0,0075	0,0048	0,0067	0,0013	0,0055	0,0029	0,0052	0,0015	0,0019	0,0007	0,0023	0,0010
δ-HCH	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,0121	0,0069	0,0051	0,0025	0,0079	0,0092	0,0063	0,0030	0,0023	0,0030	0,0022	0,0017
p,p'-DDT	0,0390	0,0610	0,0871	0,0287	0,0467	0,0794	0,235	0,0338	0,0944	0,0207	0,0180	0,0476
o,p'-DDT	0,0023	0,0175	0,0189	0,0059	0,0087	0,0078	0,0683	0,0054	0,0012	0,0025	0,0028	0,0124
p,p'-DDE	0,454	0,397	0,159	0,199	0,126	0,158	0,247	0,141	0,165	0,175	0,192	0,0833
o,p'-DDE	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDD	0,598	0,300	0,167	0,153	0,0845	0,0821	0,218	0,135	0,145	0,118	0,242	0,0877
o,p'-DDD	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	1,09	0,776	0,432	0,387	0,266	0,327	0,768	0,315	0,406	0,316	0,455	0,231
Heptachlor	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptachlorepoxid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Aldrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Isodrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	0,0016	0,0018	0,0014	<0,0001"	0,0010	0,0005	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0009
Endrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Gesamt-Chlordan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Oxychlordan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Toxaphen Nr. 26	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Toxaphen Nr. 32	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Toxaphen Nr. 50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Toxaphen Nr. 62	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Xylol	0,0097	0,008	0,05	0,0049	0,0166	0,0865	0,025	0,0016	0,0089	0,0031	0,0084	0,0084
Moschus-Keton	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	0,0067	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"
Bromocyclen	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pentachloranisol	0,0045	0,0012	0,0019	<0,0001"	0,0017	0,0019	0,0034	<0,0001"	0,0023	0,0006	<0,0004	<0,0004
Octachlorstyrol	0,1750	0,158	0,0573	0,0462	0,0315	0,0283	0,144	0,0353	0,0342	0,0344	0,0525	0,0360
PCB Nr. 28	0,0297	0,0182	0,0048	0,0047	0,0048	0,0104	0,0072	0,0062	0,0041	0,0033	0,0073	0,0025
PCB Nr. 52	0,0851	0,0426	0,0371	0,0249	0,0260	0,0383	0,0356	0,0162	0,0253	0,0108	0,0263	0,0154
PCB Nr. 101	0,0687	0,0571	0,0363	0,0146	0,0168	0,0487	0,0244	0,0113	0,0143	0,0137	0,0194	0,0147
PCB Nr. 118	0,0672	0,0715	0,0424	0,0325	0,0298	0,0541	0,0380	0,0311	0,0261	0,0272	0,0126	n.n.
PCB Nr. 138	0,200	0,215	0,124	0,0951	0,0676	0,168	0,0883	0,0760	0,0716	0,0702	0,0869	0,0560
PCB Nr. 153	0,212	0,241	0,138	0,112	0,0770	0,174	0,0908	0,0893	0,0841	0,0808	0,0973	0,0613
PCB Nr. 170	n.n.	0,0531	0,0195	0,0178	0,0116	0,0472	0,0140	0,0163	0,0108	0,0138	0,0213	0,0113
PCB Nr. 180	0,119	0,129	0,0516	0,0561	0,0368	0,103	0,0376	0,0473	0,0373	0,0371	0,0533	0,0312
PCB Nr. 194	0,0113	0,0116	0,0042	0,0035	0,0022	0,0108	0,0035	0,0035	0,0020	0,0028	0,0050	0,0020

MP Mischprobe; " Nachweisgrenze; BG Bestimmungsgrenze

Tab. 5 Schadstoffe in Fischen 1994
Elbe bei Hafen Prossen (Strom-km 13) Zander (*Stizostedion lucioperca*)

Labor-Nr.	CS 181/94	CS 182/94	CS 183/94	CS 184/94	CS 185/94	CS 186/94	CS 187/9	CS 188/94	CS 189/94	CS 190/94	CS 191/94	CS 192/94	CS 193/94	CS 194/9	CS 195/94	CS 196/94	CS 197/94	CS 198/94	CS 199/94	CS 200/94
Datum der Probenentnahme	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.
Fangbeginn	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00
Fangende	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00
Länge (cm)	59	62	65	58	64	54	55	64	57	62	61	62	55	36	45	40	57	58	55	52
Gewicht (g)	2025	2010	2500	1460	2605	1350	1445	2110	1445	2155	2335	2200	1560	415	920	555	1450	1835	1350	1295
Fettgehalt der Muskulatur (%)	0,33	0,5	0,42	0,17	0,25	0,25	0,17	0,08	0,17	0,25	0,08	0,08	0,25	0,17	0,16	0,33	0,33	0,50	0,42	0,37
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	80,4	79	78,9	79,4	79,4	79,3	79,2	79,0	79,2	79,3	78,9	78,9	78,2	79,6	78,6	78,7	79,2	78,6	79,1	77,7
Quecksilber (µg/kg)	2100	1300	2100	1500	1470	2000	1390	1740	1630	1480	1500	1400	2000	800	2130	860	1650	1550	1970	1620
Cadmium (µg/kg)	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"
Blei (µg/kg)	15	13	4	<3"	2	<3"	<3"	20	18	31	18	19	18	17	30	27	25	10	12	13
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)																				
Hexachlorbenzol	0,0372	0,0596	0,0501	0,0338	0,0386	0,0396	0,0334	0,0335	0,0353	0,0263	0,0325	0,033	0,0469	0,0201	0,0400	0,0378	0,0415	0,0286	0,0373	0,0404
α-HCH	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"
β-HCH	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"
γ-HCH	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"
δ-HCH	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe HCH (ohne γ-HCH)	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"
p,p'-DDT	0,0025	0,0041	0,0024	0,0034	0,0027	0,0055	0,0022	0,0040	0,0038	0,0036	0,0028	0,0030	0,0054	0,0019	0,0047	0,0021	0,0037	0,0012	0,0022	0,0039
o,p'-DDT	0,0019	0,0043	0,0032	0,0030	0,0035	0,0047	0,0041	0,0036	0,0038	0,0037	0,0034	0,0036	0,0056	0,0029	0,0036	0,0039	0,0039	0,0027	0,0043	0,0094
p,p'-DDE	0,0203	0,0394	0,0383	0,0263	0,0453	0,0299	0,0219	0,0247	0,0215	0,0250	0,0193	0,0195	0,0388	0,0272	0,0248	0,0206	0,0237	0,0166	0,0263	0,0467
o,p'-DDE	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDD	0,0063	0,0122	0,0147	0,0078	0,0084	0,011	0,0095	0,0093	0,009	0,115	0,0073	0,0077	0,0149	0,0113	0,0078	0,0079	0,0098	0,007	0,0089	0,0153
o,p'-DDD	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,031	0,06	0,0586	0,0405	0,0599	0,0511	0,0377	0,0416	0,0381	0,147	0,0328	0,0338	0,0647	0,0433	0,0409	0,0345	0,0411	0,0275	0,0417	0,0753
Heptachlor	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptachlorepoxid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Aldrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Isodrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"
Endrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Gesamt-Chlordan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Oxychlordan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Toxaphen Nr. 26	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Toxaphen Nr. 32	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Toxaphen Nr. 50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Toxaphen Nr. 62	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Xylol	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"
Moschus-Keton	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"
Bromocyclen	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pentachloranisol	0,0006	0,0008	0,0007	0,0005	0,0005	0,0005	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0001"	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Octachlorstyrol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,0076	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,0053	0,0109	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,0080
PCB Nr. 28	0,0033	0,0040	0,0049	0,0045	0,0029	0,0030	0,0022	0,0031	0,0021	0,0031	0,0022	0,0023	0,0029	0,0028	0,0020	0,0029	0,0027	0,0023	0,0026	0,0024
PCB Nr. 52	0,0041	0,0065	0,0071	0,0062	0,0061	0,0067	0,0045	0,0071	0,0053	0,0063	0,0052	0,0052	0,0073	0,0039	0,0041	0,0057	0,0058	0,0042	0,0056	0,0048
PCB Nr. 101	0,0052	0,0077	0,0083	0,0070	0,0082	0,0084	0,0051	0,0086	0,0060	0,0076	0,0063	0,0060	0,0097	0,0057	0,0070	0,0062	0,0066	0,0045	0,0062	0,0068
PCB Nr. 118	n.n.	0,0046	n.n.	n.n.	0,0036	0,0040	0,0003	0,0049	0,0022	0,0026	n.n.	n.n.	n.n.	0,0027	0,0039	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,0033
PCB Nr. 138	0,0114	0,0198	0,0178	0,0142	0,0207	0,0254	0,0109	0,0237	0,0181	0,0200	0,0153	0,0146	0,0270	0,0107	0,0233	0,0174	0,0175	0,0113	0,0155	0,0151
PCB Nr. 153	0,0129	0,0220	0,0212	0,0171	0,0229	0,0242	0,0111	0,0213	0,0163	0,0184	0,0159	0,0149	0,0249	0,0111	0,0224	0,0175	0,0188	0,0166	0,0171	0,0157
PCB Nr. 170	0,006	0,0109	0,0098	0,0079	0,0135	0,0085	n.n.	0,0081	0,0050	0,0052	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB Nr. 180	0,0079	0,0141	0,0128	0,0098	0,0135	0,0152	0,0060	0,0130	0,0098	0,0111	0,0108	0,0091	0,0161	0,0053	0,0141	0,0103	0,0113	0,0062	0,0093	0,0095
PCB Nr. 194	0,0016	0,0018	0,0019	0,0019	0,0012	0,0014	0,0010	0,0015	0,0012	0,0015	0,0009	0,0010	0,0018	0,0012	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0013	0,0012

" Nachweisgrenze; BG Bestimmungsgrenze

Tab. 6 Schadstoffe in Fischen 1994
Elbe bei Meißen (Winterhafen) (Strom-km 83) Zander (*Stizostedion lucioperca*)

Labor-Nr.	CS 161/94	CS 162/94	CS 163/94	CS 164/94	CS 165/94	CS 166/94	CS 167/94	CS 168/94	CS 169/94	CS 170/94	CS 171/94	CS 172/94	CS 173/94	CS 174/94	CS 175/94	CS 176/94	CS 177/94	CS 178/94	CS 179/94	CS 180/94
Datum der Probenentnahme	08.05.	08.05.	08.05.	08.05.	08.05.	08.05.	08.05.	08.05.	08.05.	08.05.	08.05.	08.05.	08.05.	08.05.	08.05.	08.05.	08.05.	08.05.	08.05.	08.05.
Fangbeginn	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00
Fangende	16:30	16:30	16:30	16:30	16:30	16:30	16:30	16:30	16:30	16:30	16:30	16:30	16:30	16:30	16:30	16:30	16:30	16:30	16:30	16:30
Länge (cm)	44	45	56	46	47	60	56	49	44	43	49	42	47	52	47	52	46	35	40	32
Gewicht (g)	820	825	1985	1380	1065	2010	1415	1200	920	930	1375	715	1020	1575	1165	1360	1225	515	665	350
Fettgehalt der Muskulatur (%)	0,21	0,33	0,33	0,25	0,42	0,42	0,25	0,29	0,33	0,25	0,33	0,46	0,17	0,17	0,33	0,21	0,17	0,25	0,17	0,33
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	80,4	78,4	79,3	79,5	78,4	79,8	80,2	78,6	78,3	78,2	78,4	79,9	78,4	79,7	78,7	78,7	78,7	79,1	80,5	77,6
Quecksilber (µg/kg)	1260	850	1510	1220	1180	1220	1210	1120	1500	900	1390	1540	1800	1800	1900	2100	1600	1440	1800	850
Cadmium (µg/kg)	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"	<2"
Blei (µg/kg)	5	6	5	5	5	6	5	<3"	22	18	14	13	15	17	17	12	13	17	15	11
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)																				
Hexachlorbenzol	0,0178	0,0265	0,025	0,028	0,0289	0,0356	0,0276	0,0257	0,0342	0,0294	0,0316	0,0335	0,0321	0,0271	0,0348	0,0306	0,0235	0,0433	0,0183	0,0239
α-HCH	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"
β-HCH	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"
γ-HCH	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"
δ-HCH	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"
Summe HCH (ohne γ-HCH)	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"
p,p'-DDT	0,0047	0,0028	0,0021	0,0032	0,0030	0,0047	0,0026	0,0024	0,0032	0,0034	0,0035	0,0051	0,0036	0,0032	0,0035	0,0031	0,0015	0,0029	0,0031	0,0013
o,p'-DDT	0,0038	0,0016	0,0021	0,0022	0,0021	0,0034	0,0025	0,0019	0,0027	0,0023	0,0033	0,0047	0,0031	0,0038	0,0029	0,0027	0,0014	0,0027	0,0026	0,0020
p,p'-DDE	0,0300	0,0168	0,0164	0,0184	0,0170	0,0348	0,0170	0,0142	0,0226	0,0174	0,0215	0,0297	0,0210	0,0268	0,0189	0,0230	0,0125	0,0222	0,0270	0,0157
o,p'-DDE	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"
p,p'-DDD	0,0079	0,0067	0,0062	0,0075	0,0064	0,0121	0,0072	0,0064	0,0089	0,0099	0,0084	0,0103	0,0075	0,0081	0,0084	0,0072	0,0049	0,0088	0,0091	0,0078
o,p'-DDD	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,0464	0,0279	0,0268	0,0313	0,0285	0,0550	0,0293	0,0249	0,0374	0,0330	0,0367	0,0498	0,0352	0,0419	0,0337	0,0360	0,0203	0,0366	0,0418	0,0268
Heptachlor	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptachlorepoxid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Aldrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Isodrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"
Endrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Gesamt-Chlordan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Oxychlordan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Toxaphen Nr. 26	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Toxaphen Nr. 32	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Toxaphen Nr. 50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Toxaphen Nr. 62	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Moschus-Xylol	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"
Moschus-Keton	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"	<0,0001"
Bromocyclen	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pentachloranisol	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0004	0,0004
Octachlorstyrol	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
PCB Nr. 28	0,0015	0,0017	0,0015	0,0017	0,0017	0,0030	0,0021	0,0016	0,0019	0,0019	0,0024	0,0027	0,0025	0,0025	0,0024	0,0018	0,0014	0,0024	0,0014	0,0015
PCB Nr. 52	0,0049	0,0036	0,0042	0,0045	0,0035	0,0061	0,0044	0,0039	0,0045	0,0046	0,0049	0,0071	0,0053	0,0050	0,0058	0,0045	0,0034	0,0054	0,0037	0,0027
PCB Nr. 101	0,0066	0,0041	0,0044	0,0041	0,0037	0,0065	0,0045	0,0037	0,0050	0,0049	0,0054	0,0081	0,0057	0,0053	0,0056	0,0049	0,0037	0,0056	0,0050	0,0030
PCB Nr. 118	0,0041	0,0035	0,0020	0,0026	0,0026	0,0035	0,0020	0,0021	0,0027	0,0027	0,0020	0,0031	0,0025	0,0023	0,0024	0,0036	0,0023	0,0041	0,0029	0,0018
PCB Nr. 138	0,0183	0,0095	0,0101	0,0107	0,0093	0,0161	0,0117	0,009	0,0125	0,0106	0,0140	0,0232	0,0151	0,0130	0,0144	0,0131	0,0076	0,0140	0,0131	0,0065
PCB Nr. 153	0,0191	0,0102	0,0114	0,0112	0,0104	0,0177	0,0128	0,0099	0,0143	0,0118	0,0147	0,0247	0,0167	0,0144	0,0159	0,0139	0,0080	0,0154	0,0136	0,0072
PCB Nr. 170	0,0089	0,0051	0,0048	0,0052	0,0044	0,0079	0,0070	0,0042	0,0053	0,0045	0,0048	0,0080	0,0053	0,0051	0,0045	0,0067	0,0030	0,0060	0,0064	0,0022
PCB Nr. 180	0,0106	0,0063	0,0066	0,0066	0,006	0,0106	0,0082	0,0053	0,0084	0,0061	0,0080	0,0152	0,0091	0,0083	0,0079	0,0084	0,0041	0,0077	0,0069	0,0036
PCB Nr. 194	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0014	0,0009	<0,0004	0,0006	0,0006	0,0010	0,0012	0,0012	0,0013	0,0009	0,0008	<0,0004	0,0011	<0,0004	<0,0004

" Nachweisgrenze; BG Bestimmungsgrenze

5.4.2 Sachsen-Anhalt

In der Elbestrecke Sachsen-Anhalts wurden zwei Fangplätze, nämlich bei Klöden/Gallin (Strom-km 198) und bei Wahrenberg (Strom-km 458), beprobt. Die Fischentnahme bei Klöden/Gallin erfolgte Ende Juni 1994, die bei Wahrenberg Anfang Juli 1994. Die für die Untersuchungszwecke bestimmten Tiere (bei Klöden/Gallin: 31 Aale und 14 Zander; bei Wahrenberg: 31 Aale und 1 Zander) wurden mit einem Elektrofischfanggerät und Stellnetzen bzw. einem Elektrofischfanggerät und Reusen gefangen. Sie wurden einzeln und ungeschlachtet in PE-Beuteln verpackt, beschriftet und tiefgefroren an die Untersuchungseinrichtung, das **Landesveterinär- und Lebensmitteluntersuchungsamt Halle,** weitergeleitet.

Bedingt durch die Art der Probenahme setzte sich das Aalkontingent aus Jungtieren, Gelbaalen und abwandernden Blankaalen, vermutlich aus dem stromaufgelegenen Elbeeinzugsgebiet, zusammen. Die Zander, die als standorttreue Fische gelten, stammen mit hoher Wahrscheinlichkeit aus der lokalen Gegend der Fangplätze.

5.4.2.1 **Untersuchungsergebnisse Aal** (Klöden/Gallin)

Die 31 Aalproben umfaßten Tiere einer **Länge von 29 bis 70 cm (Mittelwert = 48 cm)** und eines **Gewichtes von 58 bis 800 g (Mittelwert = 296 g)**. Der **prozentuale Fettgehalt** in der Muskulatur ist beim Aal im Vergleich zum Zander hoch; er schwankte **zwischen 4,0 und 31 % (Mittelwert = 18 %)**. Aale werden aus diesem Grunde zu den fettreichen Fischen gerechnet. Der **prozentuale Wassergehalt** in der Muskulatur aller untersuchten Tiere variierte **zwischen 51 und 76 % (Mittelwert = 66 %)**.

Die Analysenergebnisse sind am Ende der Ausführungen zu den Befunden Sachsen-Anhalts in Tab. 7.1 bis 7.3 zusammengestellt. Außerdem finden sich die Werte ausgewählter Meßgrößen graphisch aufgetragen neben den übrigen Befunden der anderen Elbeanrainerländer in den Abb. 19 bis 30 des Kap. 6. Dort läßt sich am besten die Belastungssituation im gesamten bundesdeutschen Längsprofil verfolgen.

5.4.2.1.1 Schwermetalle

Bestimmt wurden die Gehalte von Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd) und Blei (Pb) im verzehrbaren Anteil (Filet, Muskulatur) der Tiere.

Die in der **Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988** festgesetzte Höchstmenge für Hg von 1,0 mg Hg/kg Frischsubstanz (FS) wurde in einem Fall der 31 Einzelproben knapp überschritten. Der Mittelwert betrug 0,49 mg Hg/kg FS (Hg_{Min} = 0,17 mg Hg/kg FS, Hg_{Max} = 1,17 mg Hg/kg FS). Auch nach der Entscheidung 93/351 der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 - gilt in der Bundesrepublik Deutschland für Quecksilber im Aal ein Grenzwert von 1 mg Hg/kg FS, allerdings bei einer Mischprobe von mindestens 10 Tieren. **Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsbefunde wären bis auf eine Ausnahme alle Aale bezüglich ihrer Hg-Gehalte vermarktungsfähig (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) gewesen.**

Für eine Bewertung der angetroffenen Cadmium- und Bleigehalte können die **Richtwerte des Bundesamtes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin** (BgVV) herangezogen werden, die im Mai 1996 - und auch schon in früheren Jahren - im Bundesgesundheitblatt veröffentlicht wurden. Danach gilt für Cadmium ein Richtwert von 0,10 mg Cd/kg FS und für Blei ein Richtwert von 0,50 mg Pb/kg FS. Die Cadmiumgehalte von 24 Einzelproben lagen unter der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,002 mg Cd/kg FS. Die übrigen Befunde schwankten zwischen 0,003 und 0,008 mg Cd/kg FS. Die Bleigehalte betrugen im Mittel = 0,031 mg Pb/kg FS (Pb_{Min} = 0,015 mg Pb/kg FS, Pb_{Max} = 0,050 mg Pb/kg FS. **Bei allen untersuchten Aalen wurden folglich beide Richtwerte weder erreicht noch überschritten.**

5.4.2.1.2 Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe

Untersucht wurden die in der **Liste B der Rückstands-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 01.09.1994** aufgeführten Stoffe (ohne Toxaphen) und Lindan der **Liste A**, die in der **Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988** aufgeführten Kongenere der polychlorierten Biphenyle (zusätzlich die nicht-geregelten PCB-Kongenere Nr. 118 und Nr. 170) sowie die vom Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamt Neumünster des Landes Schleswig-Holstein aufgrund von vorliegenden Erfahrungen als **elberelevant** eingestuften, aber zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht geregelten Stoffe Octachlorstyrol und Pentachloranisol. Ebenfalls berücksichtigt wurden Moschus-Xylol, Moschus-Keton und Bromocyclen, also Verbindungen, die derzeit besonders im Blickfeld des öffentlichen Interesses stehen und wahrscheinlich schon bald - wie im Falle des Bromocyclens mittlerweile geschehen - eine gesetzliche Regelung erfahren werden.

Bezüglich der Bewertung der Untersuchungsbefunde nach der o. g. Rückstands-Höchstmengenverordnung ist beim Aal dessen relativ hoher Fettgehalt in der Muskulatur (Mittelwert = 18 %, s. o.) von Bedeutung. Die für die einzelnen Stoffe angeführten Höchstmengen beziehen sich auf das in der Muskulatur vorhandene Fett, nicht aber, wie beim fettarmen Zander, auf die Originalsubstanz (= Frischsubstanz). Dieser Regelung liegt folgender Gedanke zugrunde: Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß sich die hier angesprochenen Stoffe bei fettarmer Muskulatur in dem zur Verfügung stehenden Fettdepot stärker anreichern als in einem Fisch, dessen Muskulatur bereits von Natur aus einen hohen Fettanteil besitzt (z. B. Aal). Im Falle des Verzehrs eines Magerfisches relativieren sich dann die Schadstoffgehalte aufgrund dessen, daß nicht der hochbelastete geringe Fettanteil allein, sondern quasi in verdünnter Form mit dem Verzehr des Magerfilets aufgenommen wird. Beim Aal hingegen kann dessen hoher Fettgehalt in der Muskulatur bzw. die im Fett angereicherten Schadstoffe durchaus von Relevanz für den Verbraucher sein. Diese Erkenntnis hat zu der Entscheidung geführt, daß bei Fischen mit einem Fettgehalt größer 10 Gewichtshundertteilen - bezogen auf das Gesamtgewicht des Lebensmittels - Rückstandsuntersuchungen direkt im extrahierten Fett der Originalsubstanz durchzuführen sind.

Abweichend hiervon hat der Gesetzgeber für Heptachlor + Heptachlorepoxid, Endrin sowie Chlordan + Oxychlordan die jeweiligen Höchstmengen grundsätzlich auf die Frischsubstanz bezogen. Ähnliches gilt auch für die PCBs: Nach der o. g. Schadstoff-

Höchstmengenverordnung beziehen sich die angegebenen Höchstmengen ohne Einschränkung auf die Frischsubstanz der eßbaren Teile von Aal und Zander.

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen waren **alle Stoffe** in der Muskulatur der 31 untersuchten Aale mehr oder weniger **relevant**.

Vereinzelt nachgewiesen (mehrere Werte ≥BG) wurde β-HCH mit insgesamt 30 Positivbefunden (Werte zwischen 0,065 und 0,18 mg/kg Fett), δ-HCH (16 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,010 und 0,031 mg/kg Fett), o,p'-DDE (acht Positivbefunde mit Werten zwischen 0,013 und 0,044 mg/kg Fett) Heptachlor (acht Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,005 mg/kg **FS**) Aldrin (24 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,010 und 0,054 mg/kg Fett), Isodrin (26 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,010 und 0,10 mg/kg Fett), Dieldrin (25 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,023 und 0,53 mg/kg Fett), Endrin (12 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,002 und 0,006 mg/kg **FS**), Chlordan (zwei Positivbefunde mit Werten von jeweils 0,001 mg/kg **FS**), Oxychlordan (12 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,008 mg/kg **FS**), Gesamt-Chlordan (14 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,010 mg/kg **FS**), PCB Nr. 170 (30 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,018 und 0,71 mg/kg Fett), Moschusketon (24 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,012 und 0,12 mg/kg Fett), Bromocyclen (zwei Positivbefunde mit Werten von 0,053 und 0,22 mg/kg Fett) und Pentachloranisol (vier Positivbefunde mit Werten zwischen 0,021 und 0,034 mg/kg Fett). Dabei trat **bei den geregelten Stoffen** bezüglich der summarischen Meßgröße **Heptachlor + Heptachlorepoxid** eine **geringfügige Überschreitung der Höchstmenge** von 0,01 mg/kg FS **in 24 Fällen** der 31 untersuchten Aale auf (s. u.). Die anderen hier genannten Stoffe, die geregelt sind, waren aus lebensmittelrechtlicher Sicht unbedenklich.

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **ungeregelte bzw. nur nach Summenbildung nebeneinander geregelte Verbindungen**: α-HCH (Mittelwert = 0,038 mg/kg Fett), p,p'-DDT (Mittelwert = 0,73 mg/kg Fett) , o,p'-DDT (Mittelwert = 0,15 mg/kg Fett), p,p'-DDE (Mittelwert = 1,20 mg/kg Fett), p,p'-DDD (Mittelwert = 1,71 mg/kg Fett), das PCB-Kongener Nr. 118 (Mittelwert = 0,19 mg/kg Fett), Octachlorstyrol (Mittelwert = 0,45 mg/kg Fett) und Moschus-Xylol (Mittelwert = 0,17 mg/kg Fett).

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **geregelte Verbindungen**: HCB, Lindan, HCH-Isomere außer Lindan, Gesamt-DDT, Heptachlorepoxid sowie die PCB-Kongenere (Nr. 28, Nr. 52, Nr. 101, Nr. 138, Nr. 153 und Nr. 180). Von diesen genannten Stoffen erreichten oder überschritten **nicht** die entsprechende Höchstmenge: Lindan (zulässige Höchstmenge = 1,0 mg/kg Fett; Mittelwert = 0,11 mg/kg Fett), HCH-Isomere außer Lindan (zulässige Höchstmenge = 0,5 mg/kg Fett; Mittelwert = 0,16 mg/kg Fett) und die PCB-Kongenere (zulässige Höchstmenge für Nr. 28, Nr. 52, Nr. 101 und Nr. 180 = 0,2 mg/kg **FS** sowie für Nr. 138 und Nr. 153 = 0,3 mg/kg **FS**). Im einzelnen betrug der PCB-Mittelwert bei Nr. 28 = 0,010 mg/kg **FS**, bei Nr. 52 = 0,060 mg/kg **FS**, bei Nr. 101 = 0,040 mg/kg **FS,** bei Nr. 138 = 0,12 mg/kg **FS**, bei Nr. 153 = 0,11 mg/kg **FS** und bei Nr. 180 = 0,049 mg/kg **FS**.

Als besonders problematisch sind die Untersuchungsergebnisse von HCB und Gesamt-DDT zu bewerten. Bis auf eine Ausnahme lagen alle HCB-Befunde der Aale deutlich über dem Höchstmengenwert von 0,5 mg/kg Fett. Der errechnete HCB-Mit-

telwert betrug 2,78 mg/kg Fett (HCB_{Min} = 0,334 mg/kg Fett, HCB_{Max} = 4,58 mg/kg Fett). Der HCB-Höchstmengenwert wurde somit bis um das 9fache überschritten, **eine Freigabe der Tiere zur Vermarktung wäre somit nicht in Betracht gekommen**. Ähnliches ergibt sich auch bei der Betrachtung der Gesamt-DDT-Befunde: 8 der 31 untersuchten Aale wiesen eine höhere Konzentration als die Höchstmenge von 5,0 mg/kg Fett auf. Der Gesamt-DDT-Mittelwert wurde mit 3,84 mg/kg Fett errechnet. Der höchste an Einzeltieren gemessene Wert betrug 8,98 mg/kg Fett, der niedrigste ergab sich mit 1,30 mg/kg Fett.

5.4.2.2 **Untersuchungsergebnisse Zander** (Klöden/Gallin)

Die 14 Zanderproben vom Fangplatz Klöden/Gallin umfaßten Tiere einer **Länge von 32 bis 82 cm (Mittelwert = 55 cm)** und eines **Gewichtes von 280 bis 5.500 g (Mittelwert = 2.000 g)**. Der **prozentuale Fettgehalt** in der Muskulatur ist beim Zander im Vergleich zum Aal generell sehr gering; er schwankte **zwischen 0,2 und 1,5 % (Mittelwert = 0,7 %)**. Zander werden zu den fettarmen Fischen gerechnet. Der **prozentuale Wassergehalt** in der Muskulatur war bei allen untersuchten Tieren mit Werten **zwischen 77,6 und 80,5 %** sehr ähnlich **(Mittelwert = 79,2 %)**.

Die Analysenergebnisse sind am Ende der Ausführungen zu den Befunden Sachsen-Anhalts in Tab. 8 zusammengestellt. Außerdem finden sich die Werte ausgewählter Meßgrößen graphisch aufgetragen neben den übrigen Befunden der anderen Elbeanrainerländer in den Abb. 31 bis 39 des Kap. 6. Dort läßt sich am besten die Belastungssituation im gesamten bundesdeutschen Längsprofil verfolgen.

5.4.2.2.1 **Schwermetalle**

Bestimmt wurden die Gehalte von Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd) und Blei (Pb) im verzehrbaren Anteil (Filet, Muskulatur) der Tiere.

Die in der Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988 festgesetzte Höchstmenge für Hg von 1,0 mg Hg/kg FS wurde in 4 der insgesamt 14 Proben überschritten. Der Mittelwert betrug 0,86 mg Hg/kg FS (Min = 0,37 mg Hg/kg FS, Max = 1,54 mg Hg/kg FS). Nach der Entscheidung 93/351 der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 - gilt für Quecksilber im Zander ein Grenzwert von 0,5 mg Hg/kg FS bei einer Mischprobe von mindestens 5 Tieren. Zur Orientierung sei darauf hingewiesen, daß die Hälfte der untersuchten 14 Einzelproben über diesem für eine Mischprobe geltenden Grenzwert lagen.

Für eine Bewertung der angetroffenen Cadmium- und Bleigehalte können die **Richtwerte des Bundesamtes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin** (BgVV) herangezogen werden, die im Mai 1996 - und auch schon in früheren Jahren - im Bundesgesundheitblatt veröffentlicht wurden. Danach gilt für Cadmium ein Richtwert von 0,10 mg Cd/kg FS und für Blei ein Richtwert von 0,50 mg Pb/kg FS. **Bei allen untersuchten Zandern wurden beide Richtwerte weder erreicht noch überschritten.**

Bezüglich des Cadmiums lagen alle Werte, bis auf einen, unter der analytischen Bestimmungsgrenzen (BG) des untersuchenden Laboratoriums (BG Cadmium = 0,002 mg Cd/kg FS). Beim Blei überschritten alle Tiere knapp die analytische Bestimmungsgrenze von 0,02 mg Pb/kg FS. Der Mittelwert der Bleigehalte betrug Pb_{Mittel} = 0,023 mg Pb/kg FS.

5.4.2.2.2 Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe

In den Zanderproben wurde dasselbe Spektrum von organischen Verbindungen untersucht wie in den Aalproben (vgl. Kap. 5.4.2.1.2).

Bezüglich der Bewertung der Untersuchungsbefunde nach der Rückstands-Höchstmengenverordnung ist beim Zander dessen geringer Fettgehalt in der Muskulatur (Mittelwert = 0,7 %, s. o.) von Bedeutung. Die für die einzelnen Stoffe angeführten Höchstmengen reduzieren sich im Falle des Zanders auf 1/10 der jeweiligen Werte; gleichzeitig sind sie aber auf die Originalsubstanz (= Frischsubstanz) zu beziehen. Dieser Regelung liegt folgender Gedanke zugrunde: Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß sich die hier angesprochenen Stoffe bei fettarmer Muskulatur in dem zur Verfügung stehenden Fettdepot stärker anreichern als in einem Fisch, dessen Muskulatur bereits von Natur aus einen hohen Fettanteil besitzt (z. B. Aal). Im Falle des Verzehrs eines Magerfisches relativieren sich dann die Schadstoffgehalte aufgrund dessen, daß nicht der hochbelastete geringe Fettanteil allein, sondern quasi in verdünnter Form mit dem Verzehr des Magerfilets aufgenommen wird. Diese Erkenntnis hat zu der Entscheidung geführt, daß bei Fischen mit einem Fettgehalt bis zu 10 Gewichtshundertteilen - bezogen auf das Gesamtgewicht des Lebensmittels - Rückstandsuntersuchungen direkt an der Originalsubstanz durchzuführen sind.

Abweichend hiervon hat der Gesetzgeber für Heptachlor + Heptachlorepoxid, Endrin sowie Chlordan + Oxychlordan die jeweiligen Höchstmengen grundsätzlich auf die Frischsubstanz bezogen. Ähnliches gilt auch für die PCBs: Nach der o. g. Schadstoff-Höchstmengenverordnung beziehen sich die angegebenen Höchstmengen ohne Einschränkung auf die Frischsubstanz der eßbaren Teile von Aal und Zander.

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen war δ-HCH in der Muskulatur (Frischsubstanz) der 14 untersuchten Zander **nicht relevant**, da alle Werte unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze lagen (BG = 0,001 mg/kg FS). Die analytische Bestimmungsgrenze war nach Angabe des untersuchenden Laboratoriums für alle berücksichtigten organischen Kontaminanten gleich.

Vereinzelte Nachweise, zum Teil nur im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze (BG = 0,001 mg/kg FS), gelangen für folgende Stoffe: α-HCH (drei Positivbefunde mit Werten, die genau der Bestimmungsgrenze entsprachen), β-HCH (acht Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,003 mg/kg FS), Lindan (fünf Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,002 mg/kg FS), Summe HCH-Isomere ohne Lindan (10 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,003 mg/kg FS), p,p'-DDT (13 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,034 mg/kg FS), o,p'-DDT (13 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,002 und 0,045 mg/kg FS), p,p'-DDE (13 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,011 und 0,12 mg/kg FS), o,p'-DDE (sechs Positivbefunde

mit Werten zwischen 0,001 und 0,006 mg/kg FS), Heptachlor (ein Positivbefund mit einem Wert, der genau der Bestimmungsgrenze entsprach), Aldrin (fünf Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,002 mg/kg FS), Isodrin (drei Positivbefunde mit Werten, die genau der Bestimmungsgrenze entsprachen), Dieldrin (10 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,039 mg/kg FS), Endrin (neun Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,007 mg/kg FS), Chlordan (vier Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,002 mg/kg FS), Oxychlordan (zwei Positivbefunde mit Werten, die genau der Bestimmungsgrenze entsprachen), Gesamt-Chlordan (neun Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,003 mg/kg FS), PCB Nr. 170 (12 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,017 mg/kg FS), Moschus-Xylol (sieben Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,005 mg/kg FS), Moschus-Keton (vier Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,003 mg/kg FS), Bromocyclen (drei Positivbefunde mit Werten, die genau der Bestimmungsgrenze entsprachen) und Pentachloranisol (ein Positivbefund mit einem Wert, der genau der Bestimmungsgrenze entsprach). **Lediglich bei einem Zander wurden die Höchstmengen nach RHmV vom 01.09.1994 für Heptachlor + Heptachlorepoxid (0,01 mg/kg FS) sowie Aldrin + Dieldrin (0,02 mg/kg FS) erreicht bzw. knapp überschritten. Alle anderen festgestellten Gehalte der geregelten Verbindungen spielten wegen ihres niedrigen Niveaus aus lebensmittelrechtlicher Sicht keine Rolle.**

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **ungeregelte bzw. nur nach Summenbildung nebeneinander geregelte Verbindungen**: p,p'-DDD (Mittelwert = 0,024 mg/kg FS), PCB Nr. 118 (Mittelwert = 0,006 mg/kg FS) sowie Octachlorstyrol (Mittelwert = 0,009 mg/kg FS).

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **geregelte Verbindungen**: HCB, Gesamt-DDT, Heptachlorepoxid und die PCB-Kongenere Nr. 28, Nr. 52, Nr. 101, Nr. 138, Nr. 153 und Nr. 180. Von diesen genannten Stoffen erreichten oder überschritten **nicht** die entsprechende Höchstmenge: Gesamt-DDT (zulässige Höchstmenge = 0,5 mg/kg FS; Mittelwert = 0,077 mg/kg FS) und die PCB-Kongenere (zulässige Höchstmenge für Nr. 28, Nr. 52, Nr. 101 und Nr. 180 = 0,2 mg/kg FS sowie für Nr. 138 und Nr. 153 = 0,3 mg/kg FS). Im einzelnen betrug der PCB-Mittelwert bei Nr. 28 = 0,003 mg/kg FS, bei Nr. 52 = 0,010 mg/kg FS, bei Nr. 101 = 0,013 mg/kg FS, bei Nr. 138 = 0,022 mg/kg FS, bei Nr. 153 = 0,020 mg/kg FS und bei Nr. 180 = 0,011 mg/kg FS. Hinsichtlich der HCB-Ergebnisse waren zwei Untersuchungsbefunde höchstmengenrelevant (zulässige Höchstmenge = 0,05 mg/kg FS). Im Mittel betrugen die HCB-Gehalte der 14 untersuchten Zander 0,025 mg/kg FS (HCB_{Min} = 0,001 mg/kg FS, HCB_{Max} = 0,070 mg/kg FS). Bezüglich des Heptachlorepoxids, für das zusammen mit dem Heptachlor eine Höchstmenge von 0,01 mg/kg FS gilt, wurde einmal eine geringfügige Überschreitung festgestellt (Konzentration = 0,011 mg/kg FS). Der korrespondierende Wert des Heptachlor lag unter der analytische Bestimmungsgrenze.

Allein aus Sicht der geregelten organischen Mikroverunreinigungen wären somit 12 der 14 untersuchten Zander des Standortes Klöden/Gallin vermarktungsfähig (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) gewesen. Eine geringe Besorgnis hätte lediglich bei zwei Tieren bestanden.

5.4.2.3 **Untersuchungsergebnisse Aal** (Wahrenberg)

Die 31 Aalproben umfaßten Tiere einer **Länge von 33 bis 81 cm (Mittelwert = 54 cm)** und eines **Gewichtes von 120 bis 1.000 g (Mittelwert = 400 g)**. Der **prozentuale Fettgehalt** in der Muskulatur ist beim Aal im Vergleich zum Zander hoch; er schwankte **zwischen 3,1 und 28 % (Mittelwert = 15 %)**. Aale werden aus diesem Grunde zu den fettreichen Fischen gerechnet. Der **prozentuale Wassergehalt** in der Muskulatur aller untersuchten Tiere variierte **zwischen 55 und 77 % (Mittelwert = 66 %)**.

Die Analysenergebnisse sind am Ende dieses Kapitels in Tab. 9.1 bis 9.3 zusammengestellt. Außerdem finden sich die Werte ausgewählter Meßgrößen graphisch aufgetragen neben den übrigen Befunden der anderen Elbeanrainerländer in den Abb. 19 bis 30 des Kap. 6. Dort läßt sich am besten die Belastungssituation im gesamten bundesdeutschen Längsprofil verfolgen.

5.4.2.3.1 **Schwermetalle**

Bestimmt wurden die Gehalte von Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd) und Blei (Pb) im verzehrbaren Anteil (Filet, Muskulatur) der Tiere.

Die in der **Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988** festgesetzte Höchstmenge für Hg von 1,0 mg Hg/kg Frischsubstanz (FS) wurde in acht Fällen der 31 Einzelproben überschritten. Der Mittelwert betrug 0,73 mg Hg/kg FS (Min = 0,12 mg Hg/kg FS, Max = 1,84 mg Hg/kg FS). Auch nach der Entscheidung 93/351 der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 - gilt in der Bundesrepublik Deutschland für Quecksilber im Aal ein Grenzwert von 1 mg Hg/kg FS, allerdings bei einer Mischprobe von mindestens 10 Tieren. **Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsbefunde wären rd. 25 % aller Aale bezüglich ihrer Hg-Gehalte nicht vermarktungsfähig (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) gewesen.**

Für eine Bewertung der angetroffenen Cadmium- und Bleigehalte können die **Richtwerte des Bundesamtes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin** (BgVV) herangezogen werden, die im Mai 1996 - und auch schon in früheren Jahren - im Bundesgesundheitblatt veröffentlicht wurden. Danach gilt für Cadmium ein Richtwert von 0,10 mg Cd/kg FS und für Blei ein Richtwert von 0,50 mg Pb/kg FS. Alle Cadmiumgehalte lagen bis auf eine Ausnahme (0,004 mg Cd/kg FS) unter der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,002 mg Cd/kg FS. Die Bleigehalte betrugen im Mittel = 0,036 mg Pb/kg FS (Pb_{Min} = 0,013 mg Pb/kg FS, Pb_{Max} = 0,093 mg Pb/kg FS. **Bei allen 31 untersuchten Aalen wurden folglich beide Richtwerte weder erreicht noch überschritten.**

5.4.2.3.2 **Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe**

In den Aalproben wurde dasselbe Spektrum von organischen Verbindungen untersucht wie in den Aalproben des Fangplatzes Klöden/Gallin (vgl. Kap. 5.4.1.1.2).

Nach den vorliegenden Ergebnissen waren von der Gesamtheit aller berücksichtigten Verbindungen o,p'-DDE im Fett, Heptachlor in der Frischsubstanz und Bromocyclen im Fett der 31 untersuchten Aale **nicht relevant** (alle Werte <BG).

Vereinzelt nachgewiesen (mehrere Werte ≥BG) wurde Heptachlorepoxid mit insgesamt 30 Positivbefunden (Werte zwischen 0,001 und 0,013 mg/kg **FS**), Aldrin (17 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,006 und 0,028 mg/kg Fett), Isodrin (drei Positivbefunde mit Werten zwischen 0,008 und 0,072 mg/kg Fett), Dieldrin (11 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,006 und 0,082 mg/kg Fett) Endrin (ein Positivbefund, der genau der Bestimmungsgrenze von 0,001 mg/kg **FS** entsprach), Oxychlordan (vier Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,002 mg/kg **FS**), Gesamt-Chlordan (vier Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,002 mg/kg **FS**), PCB Nr. 28 (27 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,008 mg/kg **FS**), PCB Nr. 52 (28 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,005 und 0,081 mg/kg **FS**), PCB Nr. 118 (30 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,034 und 0,49 mg/kg Fett), PCB Nr. 170 (26 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,017 und 0,39 mg/kg Fett), PCB Nr. 180 (29 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,006 und 0,093 mg/kg **FS**), Moschusxylol (28 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,025 und 0,17 mg/kg Fett), Moschusketon (19 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,020 und 0,049 mg/kg Fett), Pentachloranisol (zwei Positivbefunde mit Werten zwischen 0,033 und 0,037 mg/kg Fett) und Octachlorstyrol (27 Positivbefunde mit Werten von 0,022 und 0,46 mg/kg Fett).

Dabei trat bei den geregelten Stoffen bezüglich der summarischen Meßgröße **Heptachlor + Heptachlorepoxid** eine **geringfügige Überschreitung der Höchstmenge** von 0,01 mg/kg FS **in 2 Fällen** der 31 untersuchten Aale auf (s. u.). Die anderen hier genannten Stoffe, die geregelt sind, waren aus lebensmittelrechtlicher Sicht unbedenklich.

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **nicht direkt geregelte Verbindungen**: α-HCH (Mittelwert = 0,133 mg/kg Fett), β-HCH (Mittelwert = 0,18 mg/kg Fett), δ-HCH (Mittelwert = 0,039 mg/kg Fett), p,p'-DDT (Mittelwert = 0,31 mg/kg Fett), o,p'-DDT (Mittelwert = 0,068 mg/kg Fett), p,p'-DDE (Mittelwert = 0,94 mg/kg Fett) und p,p'-DDD (Mittelwert = 1,09 mg/kg Fett).

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **geregelte Verbindungen**: HCB, Lindan, HCH-Isomere außer Lindan, Gesamt-DDT und die hierzu gehörenden PCB-Kongenere Nr. 101, Nr. 138 und Nr. 153. Von diesen genannten Stoffen erreichten oder überschritten **nicht** die entsprechende Höchstmenge: Lindan (zulässige Höchstmenge = 1,0 mg/kg Fett; Mittelwert = 0,099 mg/kg Fett), HCH-Isomere außer Lindan (zulässige Höchstmenge = 0,5 mg/kg Fett; Mittelwert = 0,35 mg/kg Fett), Gesamt-DDT (zulässige Höchstmenge = 5 mg/kg Fett; Mittelwert = 2,41 mg/kg Fett) und die PCB-Kongenere (zulässige Höchstmenge für Nr. 101 = 0,2 mg/kg **FS** sowie für Nr. 138 und Nr. 153 = 0,3 mg/kg **FS**). Im einzelnen betrug der PCB-Mittelwert bei Nr. 101 = 0,016 mg/kg **FS,** bei Nr. 138 = 0,064 mg/kg **FS** und bei Nr. 153 = 0,053 mg/kg **FS**.

Als besonders problematisch sind die Untersuchungsergebnisse von HCB zu bewerten. Bei insgesamt 20 der untersuchten 31 Aale lagen die HCB-Befunde über dem Höchstmengenwert von 0,5 mg/kg Fett. Der errechnete HCB-Mittelwert betrug 0,797 mg/kg Fett (HCB_{Min} = 0,044 mg/kg Fett, HCB_{Max} = 1,83 mg/kg Fett). Der HCB-Höchstmengenwert wurde somit bis um das 3 bis 4fache überschritten, **für rd. 65 % der**

Tiere wäre somit eine Freigabe zur Vermarktung nicht in Betracht gekommen. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß ein Teil der Aale aufgrund ihrer Belastung mit HCH-Isomere außer Lindan und Gesamt-DDT den Anforderungen nur knapp genügte.

5.4.2.4 **Untersuchungsergebnisse Zander** (Wahrenberg)

Das eine Zanderindividuum vom Fangplatz Wahrenberg wies eine **Länge von 68 cm** und ein **Gewicht von 2.800 g** auf. Der **prozentuale Fettgehalt** in der Muskulatur, der beim Zander im Vergleich zum Aal generell sehr gering ist, betrug **0,7 %.** Der **prozentuale Wassergehalt** in der Muskulatur dieses Einzeltieres wurde mit 79 % analysiert.

Die Analysenergebnisse sind am Ende dieses Kapitels in Tab. 10 zusammengestellt. Außerdem finden sich die Werte ausgewählter Meßgrößen graphisch aufgetragen neben den übrigen Befunden der anderen Elbeanrainerländer in den Abb. 31 bis 39 des Kap. 6. Dort läßt sich am besten die Belastungssituation im gesamten bundesdeutschen Längsprofil verfolgen.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß **die in der Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988 festgesetzte Höchstmenge für Hg von 1,0 mg Hg/kg FS mit einem Wert von 1,59 mg Hg/kg FS deutlich überschritten wurde.** Die Cadmium- und Bleigehalte waren im Vergleich zu den **Richtwerten des BgVV nicht relevant**.

Die meisten der berücksichtigten halogenierten KWs und synthetischen Nitromoschus-Duftstoffe konnten im Rahmen der Analyse nachgewiesen werden. **Im Vergleich zu den auf die Frischsubstanz bezogenen Höchstmengen der geregelten organischen Mikroverunreinigungen ergaben sich bei diesem einen Tier keine Überschreitungen.**

Tab. 7.1 Schadstoffe in Fischen 1994
Elbe bei Klöden/Gallin (Strom-km 198) Aal (*Anguilla anguilla*)

Labor-Nr.	120144	120145	120147	120148	120149	120151	120153	120154	120155	120156	120157	120158	120161	120162	120163
Datum der Probenentnahme	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.
Fangbeginn	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00
Fangende	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00
Länge (cm)	40	43	51	34	61	44	47	58	45	70	53	39	48	58	54
Gewicht (g)	130	186	280	100	640	177	217	400	202	800	250	116	213	480	320
Fettgehalt der Muskulatur (%)	4	6,1	23,9	23,7	20	14,5	5,3	24,2	25,5	26,1	6,4	10,6	5,8	30	24,6
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	76,2	75,3	60,6	60,1	63,3	69	76,2	60,6	58,7	57,8	75,2	72,6	75,1	55,9	60,6
Quecksilber (µg/kg)	440	470	520	520	390	310	340	540	510	480	690	610	530	500	490
Cadmium (µg/kg)	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	3	<2	<2
Blei (µg/kg)	36	26	28	29	24	25	23	27	28	18	32	20	26	25	17
bez. auf Muskulaturfett (mg/kg)															
Hexachlorbenzol	0,334	4,47	2,20	2,03	1,33	3,25	3,78	1,99	1,57	2,46	2,87	3,88	4,32	3,19	2,61
α-HCH	0,032	0,033	0,037	0,039	0,033	0,045	0,051	0,042	0,037	0,034	0,043	0,037	0,036	0,046	0,043
β-HCH	0,093	0,097	0,133	0,121	0,091	0,132	0,143	0,136	0,110	0,116	0,128	0,120	0,102	0,153	0,136
γ-HCH	0,093	0,090	0,112	0,104	0,125	0,120	0,154	0,117	0,100	0,084	0,206	0,092	0,106	0,120	0,122
δ-HCH	<0,005	0,010	<0,005	0,031	0,013	<0,005	0,012	0,022	0,022	<0,01	<0,01	0,014	0,010	<0,01	0,026
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,125	0,140	0,170	0,191	0,137	0,177	0,206	0,200	0,169	0,156	0,179	0,171	0,148	0,206	0,205
p,p'-DDT	0,681	0,538	0,830	0,588	0,292	0,600	0,881	0,739	0,624	0,923	0,788	0,692	0,994	0,466	0,595
o,p'-DDT	0,074	0,064	0,143	0,150	0,044	0,111	0,154	0,342	0,144	0,088	0,170	0,140	0,164	0,113	0,161
p,p'-DDE	2,47	1,69	0,675	0,480	1,54	0,910	3,35	1,67	0,518	1,40	1,54	1,26	2,79	0,531	0,567
o,p'-DDE	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	<0,005	<0,005	0,044	0,013	<0,01	<0,01	0,024	0,024	<0,01	<0,005	<0,005
p,p'-DDD	4,24	3,36	1,25	0,741	4,24	1,07	4,55	1,39	0,709	4,64	1,34	1,32	3,06	0,703	0,739
o,p'-DDD															
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	7,47	5,65	2,9	1,96	6,12	2,69	8,94	4,14	2,00	7,05	3,84	3,41	7,01	1,81	2,06
Heptachlor	<0,005	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	<0,01	0,016	0,012
Heptachlorepoxid	0,082	0,119	0,080	0,071	0,126	0,079	0,172	0,113	0,143	0,072	0,093	0,092	0,195	0,055	0,082
Aldrin	0,035	0,023	<0,005	<0,01	0,041	<0,005	0,054	0,025	0,012	0,018	0,022	0,019	0,043	0,010	0,019
Isodrin	0,019	0,017	0,095	0,010	0,100	0,019	0,025	0,012	<0,01	0,011	0,012	0,052	<0,01	0,014	0,019
Dieldrin	0,142	0,170	0,198	0,114	0,212	0,167	0,144	0,136	0,126	0,206	0,176	0,123	0,148	0,042	0,147
Endrin	<0,01	0,037	<0,005	<0,01	<0,005	<0,005	0,034	0,026	0,013	0,023	<0,005	<0,005	<0,01	<0,005	<0,01
Gesamt-Chlordan	0,014	0,033	0,028	<0,005	0,025	0,031	0,034	0,041	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	0,020	<0,005	<0,01
Oxychlordan	<0,005	0,014	0,028	<0,005	0,025	0,031	0,034	0,034	<0,005	<0,01	<0,005	<0,01	0,012	<0,005	<0,005
Toxaphen Nr. 26															
Toxaphen Nr. 32															
Toxaphen Nr. 50															
Toxaphen Nr. 62															
Moschus-Xylol	0,075	0,064	0,225	0,178	0,108	0,210	0,118	0,237	0,279	0,380	0,159	0,439	0,096	0,102	0,122
Moschus-Keton	0,021	0,058	0,040	0,070	0,042	0,034	0,037	0,038	0,093	0,037	0,024	0,032	<0,02	<0,01	0,029
Bromocyclen	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Pentachloranisol	0,021	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	0,025	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02
Octachlorstyrol	0,504	0,648	0,391	0,268	0,626	0,503	1,08	0,498	0,345	0,442	0,505	0,467	0,893	0,307	0,313
PCB Nr. 28	0,055	0,168	0,044	0,044	0,068	0,041	0,137	0,063	0,049	0,070	0,065	0,073	0,14	0,057	0,045
PCB Nr. 52	0,446	0,700	0,364	0,472	0,432	0,344	0,699	0,349	0,284	0,273	0,374	0,585	0,671	0,231	0,224
PCB Nr. 101	0,436	0,428	0,240	0,161	0,244	0,235	0,671	0,289	0,154	0,218	0,205	0,331	0,848	0,152	0,166
PCB Nr. 118	0,33	0,207	0,200	0,090	0,306	0,235	0,512	0,165	0,073	0,159	0,165	0,174	0,434	0,073	0,072
PCB Nr. 138	1,61	1,10	0,515	0,463	1,13	0,678	2,19	0,744	0,457	0,657	0,838	0,788	1,97	0,373	0,407
PCB Nr. 153	1,49	1,28	0,552	0,384	1,11	0,637	2,00	0,711	0,426	0,531	0,638	0,577	1,77	0,416	0,407
PCB Nr. 170	0,476	0,242	0,090	0,060	0,224	<0,01	0,714	0,177	0,064	0,080	0,161	0,156	0,378	0,025	0,040
PCB Nr. 180	0,785	0,505	0,230	0,186	0,559	0,350	1,17	0,371	0,210	0,240	0,306	0,299	0,854	0,117	0,126
PCB Nr. 194															
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)															
Hexachlorbenzol	0,013	0,273	0,525	0,481	0,266	0,471	0,201	0,482	0,401	0,642	0,184	0,411	0,255	0,958	0,642
α-HCH	0,001	0,002	0,009	0,009	0,007	0,007	0,003	0,010	0,009	0,009	0,003	0,004	0,002	0,014	0,011
β-HCH	0,004	0,006	0,032	0,029	0,018	0,019	0,008	0,033	0,028	0,030	0,008	0,013	0,006	0,046	0,033
γ-HCH	0,004	0,005	0,027	0,025	0,025	0,017	0,008	0,028	0,026	0,022	0,013	0,010	0,006	0,036	0,030
δ-HCH	<0,001	0,001	<0,001	0,007	0,003	<0,001	0,001	0,005	0,006	<0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,006
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,005	0,009	0,041	0,045	0,027	0,026	0,011	0,048	0,043	0,041	0,011	0,018	0,009	0,062	0,050
p,p'-DDT	0,027	0,033	0,198	0,139	0,058	0,087	0,047	0,179	0,159	0,241	0,050	0,073	0,059	0,140	0,146
o,p'-DDT	0,003	0,004	0,034	0,036	0,009	0,016	0,008	0,083	0,037	0,023	0,011	0,015	0,010	0,034	0,040
p,p'-DDE	0,099	0,103	0,161	0,114	0,308	0,132	0,178	0,405	0,132	0,364	0,098	0,133	0,165	0,159	0,139
o,p'-DDE	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,003	<0,001	<0,001	0,002	0,003	<0,001	<0,001	<0,001
p,p'-DDD	0,17	0,205	0,298	0,176	0,849	0,154	0,241	0,337	0,181	1,21	0,086	0,140	0,181	0,211	0,182
o,p'-DDD															
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,299	0,345	0,691	0,465	1,22	0,389	0,474	1,00	0,509	1,84	0,245	0,361	0,415	0,544	0,507
Heptachlor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,003
Heptachlorepoxid	0,003	0,007	0,019	0,017	0,025	0,011	0,009	0,027	0,036	0,019	0,006	0,010	0,012	0,017	0,020
Aldrin	0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,008	<0,001	0,003	0,006	0,003	0,005	0,001	0,002	0,003	0,003	0,005
Isodrin	0,001	0,001	0,023	0,002	0,020	0,003	0,001	0,003	<0,001	0,003	0,001	0,006	<0,001	0,004	0,005
Dieldrin	0,006	0,010	0,047	0,027	0,042	0,024	0,008	0,033	0,032	0,054	0,011	0,013	0,009	0,013	0,036
Endrin	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,006	0,003	0,006	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Gesamt-Chlordan	0,001	0,002	0,007	0,001	0,005	0,004	0,002	0,010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
Oxychlordan	<0,001	0,001	0,007	<0,001	0,005	0,004	0,002	0,008	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
Toxaphen Nr. 26															
Toxaphen Nr. 32															
Toxaphen Nr. 50															
Toxaphen Nr. 62															
Moschus-Xylol	0,003	0,004	0,054	0,042	0,022	0,030	0,006	0,057	0,071	0,099	0,010	0,047	0,006	0,031	0,030
Moschus-Keton	0,001	0,004	0,010	0,017	0,008	0,005	0,002	0,009	0,024	0,010	0,002	0,003	<0,001	<0,001	0,007
Bromocyclen	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Pentachloranisol	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Octachlorstyrol	0,020	0,040	0,093	0,064	0,125	0,073	0,057	0,121	0,088	0,115	0,032	0,050	0,053	0,092	0,077
PCB Nr. 28	0,002	0,010	0,011	0,010	0,014	0,006	0,007	0,015	0,012	0,018	0,004	0,008	0,008	0,017	0,011
PCB Nr. 52	0,018	0,043	0,087	0,112	0,086	0,050	0,037	0,084	0,072	0,071	0,024	0,062	0,040	0,069	0,055
PCB Nr. 101	0,017	0,026	0,057	0,038	0,049	0,034	0,036	0,070	0,039	0,057	0,013	0,035	0,050	0,046	0,041
PCB Nr. 118	0,013	0,013	0,048	0,021	0,061	0,034	0,027	0,040	0,019	0,041	0,011	0,018	0,026	0,022	0,018
PCB Nr. 138	0,064	0,067	0,123	0,110	0,226	0,098	0,116	0,180	0,117	0,171	0,054	0,084	0,116	0,112	0,100
PCB Nr. 153	0,060	0,078	0,132	0,091	0,222	0,092	0,106	0,172	0,109	0,139	0,041	0,061	0,104	0,125	0,100
PCB Nr. 170	0,019	0,015	0,022	0,014	0,045	<0,001	0,038	0,043	0,016	0,021	0,010	0,017	0,022	0,008	0,010
PCB Nr. 180	0,031	0,031	0,055	0,044	0,112	0,051	0,062	0,090	0,054	0,063	0,020	0,032	0,050	0,035	0,031
PCB Nr. 194															

Tab. 7.2 Schadstoffe in Fischen 1994
Elbe bei Klöden/Gallin (Strom-km 198) Aal (*Anguilla anguilla*)

Labor-Nr.	120165	120166	120169	120170	120171	120172	120174	120175	120176	120177	120181	120182	120183	120184	120185
Datum der Probenentnahme	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.
Fangbeginn	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00
Fangende	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00
Länge (cm)	45	44	39	54	40	60	60	41	29	60	50	39	65	32	38
Gewicht (g)	196	240	119	365	148	600	500	155	58	460	360	148	640	69	136
Fettgehalt der Muskulatur (%)	22,1	13,4	8,4	14,4	11,5	26	24,9	11,8	6,1	17,6	27	15,8	26,8	16,1	30,7
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	62,6	69,1	76,2	68,4	71,8	58,6	61,9	72,4	75,5	63,8	57,3	69,2	58,1	68,5	55,5
Quecksilber (µg/kg)	360	530	630	670	540	450	1170	350	610	540	420	220	560	220	170
Cadmium (µg/kg)	<2	<2	<2	4	<2	<2	<2	<2	4	<2	<2	5	<2	4	8
Blei (µg/kg)	40	39	39	50	35	33	24	49	31	36	48	24	15	40	38
bez. auf Muskulaturfett (mg/kg)															
Hexachlorbenzol	3,63	3,53	4,58	2,79	2,23	2,12	4,19	2,62	2,63	4,14	2,59	3,05	2,93	1,26	0,668
α-HCH	0,041	0,039	0,044	0,030	0,037	0,036	0,041	0,034	0,038	0,039	0,038	0,042	0,041	0,019	0,037
β-HCH	0,143	0,123	0,177	0,111	0,115	0,102	0,132	0,109	0,068	0,121	0,125	0,144	0,142	0,065	<0,01
γ-HCH	0,121	0,107	0,252	0,096	0,104	0,089	0,111	0,090	0,125	0,094	0,095	0,116	0,106	0,053	0,098
δ-HCH	0,020	<0,01	<0,005	0,013	0,014	<0,01	<0,01	0,018	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,019	0,012	<0,01
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,204	0,170	0,221	0,154	0,116	0,144	0,182	0,151	0,115	0,168	0,173	0,192	0,202	0,096	0,049
p,p'-DDT	0,841	0,083	1,96	0,826	0,705	0,846	0,805	0,489	1,02	1,38	0,643	0,655	1,02	0,278	0,372
o,p'-DDT	0,21	0,185	0,309	0,178	0,148	0,165	0,110	0,124	0,225	0,167	0,162	0,141	0,151	0,086	0,063
p,p'-DDE	0,775	1,05	1,47	0,98	0,965	0,704	2,27	0,741	1,09	1,81	0,519	0,838	0,894	0,326	0,804
o,p'-DDE	<0,01	<0,01	0,013	<0,005	<0,01	0,013	0,032	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005
p,p'-DDD	1,37	1,16	2,06	1,19	1,46	0,94	1,02	1,02	1,28	2	0,684	1,67	1,36	0,607	0,896
o,p'-DDD															
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	3,2	2,48	5,8	3,17	3,28	2,66	4,21	2,37	3,62	5,36	2,01	3,3	3,43	1,3	2,14
Heptachlor	0,014	0,018	<0,005	0,019	0,013	<0,005	<0,005	0,011	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Heptachlorepoxid	0,084	0,077	0,228	0,068	0,091	0,052	0,112	0,076	0,088	0,089	0,056	0,099	0,074	0,030	0,039
Aldrin	<0,005	0,013	0,052	0,017	0,012	0,011	0,028	0,012	0,017	0,025	0,012	0,011	<0,01	<0,01	<0,01
Isodrin	0,025	0,017	0,024	0,017	0,049	0,014	0,013	0,015	0,014	0,023	<0,01	0,011	<0,01	0,012	0,023
Dieldrin	0,206	0,172	0,244	0,128	0,526	0,099	0,086	0,131	<0,01	0,023	<0,005	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01
Endrin	0,013	0,018	0,018	0,019	0,019	<0,01	<0,005	0,022	<0,005	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Gesamt-Chlordan	<0,005	<0,005	0,013	<0,005	<0,01	<0,01	0,015	<0,01	<0,005	0,012	<0,01	<0,005	0,012	<0,005	<0,005
Oxychlordan	<0,005	<0,005	0,013	<0,005	<0,005	<0,01	0,011	<0,01	<0,005	0,012	<0,01	<0,005	0,012	<0,005	<0,005
Toxaphen Nr. 26															
Toxaphen Nr. 32															
Toxaphen Nr. 50															
Toxaphen Nr. 62															
Moschus-Xylol	0,211	0,168	0,327	0,117	0,141	0,113	0,111	0,079	0,167	0,173	0,206	0,113	0,213	0,125	0,105
Moschus-Keton	<0,01	<0,01	0,031	<0,02	0,033	<0,02	0,023	0,032	0,041	<0,02	0,022	0,123	0,055	0,043	0,012
Bromocyclen	<0,02	<0,02	0,215	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,01	0,053	<0,02	<0,02	<0,02
Pentachloranisol	<0,02	<0,02	<0,02	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,032	<0,02	<0,02	0,034	<0,02	<0,02	<0,02
Octachlorstyrol	0,461	0,479	0,594	0,36	0,334	0,291	0,429	0,408	0,432	0,499	0,270	0,687	0,335	0,185	0,066
PCB Nr. 28	0,050	0,041	0,057	0,047	0,066	0,038	0,099	0,052	0,072	0,059	0,051	0,082	0,073	0,027	0,024
PCB Nr. 52	0,301	0,309	0,421	0,352	0,303	0,277	0,454	0,312	0,538	0,406	0,348	0,474	0,235	0,195	0,109
PCB Nr. 101	0,216	0,221	0,292	0,174	0,284	0,167	0,433	0,272	0,333	0,269	0,163	0,263	0,235	0,102	0,067
PCB Nr. 118	0,114	0,152	0,215	0,134	0,14	0,119	0,242	0,134	0,197	0,238	0,092	0,52	0,151	0,063	0,055
PCB Nr. 138	0,654	0,816	1,11	0,637	0,676	0,544	0,993	0,597	0,877	1,11	0,492	0,695	0,627	0,284	0,204
PCB Nr. 153	0,637	0,853	1,15	0,604	0,666	0,535	0,919	0,571	0,883	1,04	0,455	0,635	0,61	0,262	0,194
PCB Nr. 170	0,075	0,107	0,243	0,121	0,109	0,065	0,180	0,100	0,260	0,239	0,060	0,427	0,104	0,034	0,018
PCB Nr. 180	0,129	0,356	0,432	0,269	0,297	0,213	0,433	0,246	0,395	0,534	0,212	0,306	0,244	0,116	0,063
PCB Nr. 194															
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)															
Hexachlorbenzol	0,803	0,473	0,385	0,401	0,256	0,550	1,04	0,309	0,158	0,729	0,698	0,485	0,785	0,203	0,205
α-HCH	0,009	0,005	0,004	0,004	0,004	0,009	0,010	0,004	0,002	0,007	0,010	0,007	0,011	0,003	0,011
β-HCH	0,032	0,016	0,015	0,016	0,013	0,027	0,033	0,013	0,008	0,021	0,034	0,023	0,038	0,010	<0,001
γ-HCH	0,027	0,014	0,021	0,014	0,012	0,023	0,028	0,011	0,006	0,017	0,026	0,018	0,028	0,009	0,03
δ-HCH	0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,002	<0,001	<0,001	0,002	0,001	<0,001	0,003	<0,001	0,005	0,002	<0,001
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,045	0,023	0,019	0,022	0,013	0,037	0,045	0,018	0,011	0,03	0,047	0,031	0,054	0,015	0,015
p,p'-DDT	0,186	0,011	0,164	0,119	0,081	0,220	0,200	0,058	0,039	0,244	0,174	0,104	0,272	0,045	0,114
o,p'-DDT	0,046	0,025	0,026	0,026	0,017	0,043	0,027	0,015	0,010	0,029	0,044	0,022	0,040	0,014	0,019
p,p'-DDE	0,171	0,141	0,123	0,141	0,111	0,183	0,564	0,087	0,032	0,318	0,140	0,133	0,240	0,052	0,247
o,p'-DDE	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,003	0,008	<0,001	<0,001	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
p,p'-DDD	0,302	0,155	0,173	0,172	0,168	0,244	0,254	0,121	0,042	0,351	0,185	0,265	0,365	0,098	0,275
o,p'-DDD															
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,705	0,332	0,486	0,458	0,377	0,69	1,05	0,281	0,123	0,942	0,543	0,524	0,917	0,209	0,655
Heptachlor	0,003	0,002	<0,001	0,003	0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Heptachlorepoxid	0,019	0,010	0,019	0,010	0,010	0,014	0,028	0,009	0,003	0,016	0,015	0,016	0,020	0,005	0,012
Aldrin	<0,001	0,002	0,004	0,002	0,001	0,003	0,007	0,001	0,001	0,004	0,003	0,002	<0,001	<0,001	<0,001
Isodrin	0,006	0,002	0,002	0,002	0,006	0,004	0,003	0,002	<0,001	0,004	<0,001	0,002	<0,001	0,002	0,007
Dieldrin	0,046	0,023	0,020	0,018	0,060	0,026	0,021	0,015	<0,001	0,004	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Endrin	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Gesamt-Chlordan	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001
Oxychlordan	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001
Toxaphen Nr. 26															
Toxaphen Nr. 32															
Toxaphen Nr. 50															
Toxaphen Nr. 62															
Moschus-Xylol	0,047	0,023	0,027	0,017	0,016	0,029	0,028	0,009	0,013	0,03	0,056	0,018	0,057	0,02	0,032
Moschus-Keton	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	0,004	<0,001	0,006	0,004	0,001	<0,001	0,006	0,020	0,015	0,007	0,004
Bromocyclen	<0,001	<0,001	0,018	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,008	<0,001	<0,001	<0,001
Pentachloranisol	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	<0,001	<0,001	<0,001
Octachlorstyrol	0,102	0,064	0,050	0,052	0,038	0,076	0,107	0,048	0,016	0,088	0,073	0,109	0,090	0,030	0,020
PCB Nr. 28	0,011	0,005	0,005	0,007	0,008	0,010	0,025	0,006	0,003	0,010	0,014	0,013	0,020	0,004	0,007
PCB Nr. 52	0,067	0,041	0,035	0,051	0,035	0,072	0,113	0,037	0,021	0,071	0,094	0,075	0,063	0,031	0,033
PCB Nr. 101	0,048	0,030	0,025	0,025	0,033	0,043	0,108	0,032	0,010	0,047	0,044	0,042	0,063	0,016	0,021
PCB Nr. 118	0,025	0,020	0,018	0,019	0,016	0,031	0,060	0,016	0,006	0,042	0,025	0,083	0,040	0,010	0,017
PCB Nr. 138	0,145	0,109	0,093	0,092	0,078	0,141	0,247	0,070	0,030	0,196	0,133	0,111	0,168	0,046	0,063
PCB Nr. 153	0,141	0,114	0,097	0,087	0,077	0,139	0,229	0,067	0,028	0,183	0,123	0,101	0,163	0,042	0,060
PCB Nr. 170	0,017	0,014	0,020	0,017	0,013	0,017	0,045	0,012	0,004	0,042	0,016	0,068	0,028	0,005	0,006
PCB Nr. 180	0,029	0,048	0,036	0,039	0,034	0,055	0,108	0,029	0,013	0,094	0,057	0,049	0,065	0,019	0,019
PCB Nr. 194															

Tab. 7.3 Schadstoffe in Fischen **1994**
Elbe bei Klöden/Gallin (Strom-km 198) **Aal (*Anguilla anguilla*)**

Labor-Nr.	120187
Datum der Probenentnahme	27.06.
Fangbeginn	9:00
Fangende	17:00
Länge (cm)	56
Gewicht (g)	460
Fettgehalt der Muskulatur (%)	28,1
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	58,1
Quecksilber (µg/kg)	340
Cadmium (µg/kg)	5
Blei (µg/kg)	41
bez. auf Muskulaturfett (mg/kg)	
Hexachlorbenzol	3,05
α-HCH	0,025
β-HCH	0,113
γ-HCH	0,075
δ-HCH	<0,01
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,142
p,p'-DDT	0,437
o,p'-DDT	0,119
p,p'-DDE	0,686
o,p'-DDE	<0,01
p,p'-DDD	1,09
o,p'-DDD	
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	2,33
Heptachlor	<0,005
Heptachlorepoxid	0,072
Aldrin	0,012
Isodrin	<0,01
Dieldrin	<0,01
Endrin	0,022
Gesamt-Chlordan	0,014
Oxychlordan	0,014
Toxaphen Nr. 26	
Toxaphen Nr. 32	
Toxaphen Nr. 50	
Toxaphen Nr. 62	
Moschus-Xylol	0,239
Moschus-Keton	0,037
Bromocyclen	<0,02
Pentachloranisol	<0,01
Octachlorstyrol	0,361
PCB Nr. 28	0,064
PCB Nr. 52	0,386
PCB Nr. 101	0,211
PCB Nr. 118	0,119
PCB Nr. 138	0,559
PCB Nr. 153	0,531
PCB Nr. 170	0,078
PCB Nr. 180	0,219
PCB Nr. 194	
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)	
Hexachlorbenzol	0,858
α-HCH	0,007
β-HCH	0,032
γ-HCH	0,021
δ-HCH	<0,001
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,040
p,p'-DDT	0,123
o,p'-DDT	0,033
p,p'-DDE	0,193
o,p'-DDE	<0,001
p,p'-DDD	0,306
o,p'-DDD	
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,655
Heptachlor	<0,001
Heptachlorepoxid	0,020
Aldrin	0,003
Isodrin	<0,001
Dieldrin	<0,001
Endrin	0,006
Gesamt-Chlordan	0,004
Oxychlordan	0,004
Toxaphen Nr. 26	
Toxaphen Nr. 32	
Toxaphen Nr. 50	
Toxaphen Nr. 62	
Moschus-Xylol	0,067
Moschus-Keton	0,010
Bromocyclen	<0,001
Pentachloranisol	<0,001
Octachlorstyrol	0,101
PCB Nr. 28	0,018
PCB Nr. 52	0,108
PCB Nr. 101	0,059
PCB Nr. 118	0,033
PCB Nr. 138	0,157
PCB Nr. 153	0,149
PCB Nr. 170	0,022
PCB Nr. 180	0,062
PCB Nr. 194	

Tab. 8 **Schadstoffe in Fischen** **1994**

Elbe bei Klöden/Gallin (Strom-km 198) **Zander (*Stizostedion lucioperca*)**

Labor-Nr.	120143	120146	120150	120152	120159	120160	120164	120167	120168	120173	120178	120179	120180	120186
Datum der Probenentnahme	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.	27.06.
Fangbeginn	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00
Fangende	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00
Länge (cm)	40	82	60	32	47	58	46	42	82	54	64	50	64	52
Gewicht (g)	460	4600	2000	280	1100	2000	750	850	5500	1500	3500	1000	3400	1500
Fettgehalt der Muskulatur (%)	1,4	0,3	0,4	1,1	1,5	0,5	1,4	0,3	0,9	0,2	0,2	0,3	0,8	0,2
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	79,6	79,5	78,8	79,3	79,6	78,8	79,7	79,4	77,6	79,4	78,8	80,5	78,2	79,8
Quecksilber (µg/kg)	595	1540	950	460	890	640	430	595	1210	630	1360	370	1320	995
Cadmium (µg/kg)	<2	<2	<2	<2	<2	3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Blei (µg/kg)	40	27	18	20	19	22	33	25	17	22	23	20	14	19
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)														
Hexachlorbenzol	0,062	0,009	0,010	0,007	0,047	0,001	0,070	0,017	0,046	0,012	0,008	0,012	0,034	0,009
α-HCH	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
β-HCH	0,003	<0,001	0,001	<0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
γ-HCH	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
δ-HCH	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,003	<0,001	0,001	<0,001	0,003	0,001	0,003	0,001	0,002	<0,001	0,001	0,001	0,001	<0,001
p,p'-DDT	0,034	0,001	0,003	<0,001	0,019	0,003	0,008	0,004	0,004	0,001	0,002	0,002	0,006	0,003
o,p'-DDT	0,022	0,002	0,005	<0,001	0,045	0,005	0,007	0,012	0,008	0,002	0,008	0,006	0,011	0,004
p,p'-DDE	0,122	0,015	0,023	<0,001	0,031	0,034	0,086	0,032	0,054	0,011	0,026	0,022	0,058	0,021
o,p'-DDE	0,006	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001
p,p'-DDD	0,036	0,010	0,013	0,001	0,087	0,012	0,053	0,021	0,024	0,007	0,016	0,016	0,025	0,009
o,p'-DDD														
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,214	0,028	0,044	0,001	0,182	0,054	0,154	0,069	0,090	0,021	0,052	0,046	0,100	0,037
Heptachlor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Heptachlorepoxid	0,011	0,002	0,002	0,001	0,008	0,002	0,008	0,002	0,004	0,001	0,001	0,002	0,004	0,002
Aldrin	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
Isodrin	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Dieldrin	0,039	0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,007	0,001	0,005	0,002	<0,001	<0,001	0,005	0,002
Endrin	0,007	0,001	0,001	<0,001	0,005	<0,001	0,001	0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001
Gesamt-Chlordan	0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,003	0,001	0,002	0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	<0,001
Oxychlordan	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Toxaphen Nr. 26														
Toxaphen Nr. 32														
Toxaphen Nr. 50														
Toxaphen Nr. 62														
Moschus-Xylol	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,005	0,001	<0,001	0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
Moschus-Keton	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
Bromocyclen	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Pentachloranisol	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
Octachlorstyrol	0,022	0,004	0,005	0,003	0,020	0,004	0,024	0,005	0,010	0,002	0,003	0,003	0,012	0,005
PCB Nr. 28	0,007	0,001	0,002	0,001	0,008	0,001	0,009	0,002	0,005	0,001	0,001	0,002	0,006	0,002
PCB Nr. 52	0,027	0,004	0,005	0,004	0,027	0,005	0,022	0,001	0,014	0,003	0,002	0,005	0,011	0,003
PCB Nr. 101	0,029	0,004	0,001	0,003	0,067	0,011	0,022	0,006	0,011	0,003	0,004	0,005	0,012	0,005
PCB Nr. 118	0,020	0,003	0,005	0,001	0,013	0,004	0,010	0,003	0,007	0,002	0,002	0,003	0,005	0,003
PCB Nr. 138	0,063	0,008	0,014	0,006	0,048	0,018	0,043	0,012	0,022	0,006	0,008	0,010	0,029	0,014
PCB Nr. 153	0,057	0,008	0,013	0,006	0,044	0,011	0,040	0,011	0,020	0,005	0,008	0,009	0,028	0,014
PCB Nr. 170	0,017	0,002	0,004	0,004	<0,001	0,003	0,010	0,003	0,005	<0,001	0,002	0,002	0,009	0,001
PCB Nr. 180	0,041	0,005	0,008	0,001	0,028	0,001	0,017	0,008	0,014	0,003	0,005	0,003	0,016	0,008
PCB Nr. 194														

Tab. 9.1 Schadstoffe in Fischen 1994
Elbe bei Wahrenberg (Strom-km 458) Aal (*Anguilla anguilla*)

Labor-Nr.	120190	120191	120192	120193	120194	120195	120196	120197	120198	120199	120200	120201	120202	120203	120204
Datum der Probenentnahme	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.
Fangbeginn	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00
Fangende	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00
Länge (cm)	51	78	58	63	81	48	59	41	66	33	70	46	51	47	62
Gewicht (g)	300	840	560	510	1000	260	410	160	500	140	860	200	240	210	440
Fettgehalt der Muskulatur (%)	17,9	21,1	13	25,7	27,7	3,1	28,4	3,5	8,4	9,2	13,3	22	15,1	8,1	24,3
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	65,2	58,6	65,8	57	56,4	76,4	55,3	76,4	72,1	70,6	69	58,8	63,7	70,8	58,3
Quecksilber (µg/kg)	163	391	1350	1110	261	930	117	550	960	610	1840	162	1130	505	317
Cadmium (µg/kg)	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	4	<2	<2	<2	<2	<2
Blei (µg/kg)	20	13	19	56	38	34	46	55	93	55	37	36	32	31	22
bez. auf Muskulaturfett (mg/kg)															
Hexachlorbenzol	0,258	0,104	0,893	0,236	0,044	1,83	0,188	1,12	1,62	1,17	0,949	0,351	0,757	0,480	0,108
α-HCH	0,129	0,095	0,151	0,13	0,049	0,195	0,096	0,16	0,096	0,156	0,138	0,109	0,106	0,107	0,087
β-HCH	0,154	0,086	0,193	0,139	0,041	0,244	0,109	0,222	0,209	0,213	0,208	0,153	0,146	0,159	0,087
γ-HCH	0,111	0,101	0,101	0,105	0,063	0,149	0,088	0,114	0,074	0,117	0,103	0,088	0,077	0,080	0,024
δ-HCH	0,033	0,011	0,038	0,019	0,007	0,03	0,015	0,023	0,007	0,047	0,026	0,019	0,01	0,016	0,014
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,316	0,192	0,382	0,287	0,097	0,469	0,22	0,405	0,312	0,416	0,372	0,281	0,262	0,282	0,188
p,p'-DDT	0,196	0,172	0,279	0,463	0,123	0,57	0,452	0,367	0,38	0,556	0,143	0,472	0,411	0,129	0,104
o,p'-DDT	0,031	0,019	0,095	0,043	0,017	0,127	0,034	0,075	0,066	0,152	0,052	0,116	0,222	0,026	0,008
p,p'-DDE	0,666	0,775	1,01	1,19	1,43	1,91	1,4	0,924	1,35	0,498	1,218	1,449	0,496	0,499	0,381
o,p'-DDE	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
p,p'-DDD	0,984	0,338	0,794	0,688	0,710	1,72	1,11	1,29	1,43	1,10	0,713	1,31	0,688	0,728	0,220
o,p'-DDD															
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	1,88	1,3	2,18	2,38	2,28	4,33	3,00	2,66	3,23	2,31	2,13	3,35	1,82	1,38	0,713
Heptachlor	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,014	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Heptachlorepoxid	0,024	0,015	0,031	0,021	0,017	0,064	0,021	0,055	0,054	0,05	0,038	0,024	0,035	0,017	<0,005
Aldrin	<0,005	<0,005	<0,01	<0,005	<0,005	0,027	<0,005	0,013	0,028	0,013	0,013	<0,005	0,01	0,006	<0,005
Isodrin	0,072	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	<0,005	<0,01	<0,005	0,011	<0,005	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005
Dieldrin	<0,01	0,015	0,075	0,039	<0,01	0,021	0,01	0,082	0,014	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,005
Endrin	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,015	<0,005	<0,005	0,014	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Gesamt-Chlordan	<0,01	<0,005	<0,01	<0,01	<0,005	0,009	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Oxychlordan	<0,01	<0,005	<0,01	<0,01	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Toxaphen Nr. 26															
Toxaphen Nr. 32															
Toxaphen Nr. 50															
Toxaphen Nr. 62															
Moschus-Xylol	0,033	<0,02	0,031	0,035	0,029	0,06	0,173	0,072	0,038	0,039	0,051	0,031	0,03	0,03	<0,02
Moschus-Keton	0,043	<0,02	0,028	<0,02	<0,02	0,027	<0,02	<0,02	<0,01	0,044	<0,02	0,029	<0,02	<0,02	<0,02
Bromocyclen	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Pentachloranisol	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,037	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Octachlorstyrol	0,022	<0,02	0,240	0,027	<0,02	0,455	<0,02	0,237	0,433	0,278	0,213	0,05	0,23	0,144	<0,02
PCB Nr. 28	<0,02	<0,01	0,027	<0,01	<0,02	0,047	<0,01	0,046	0,048	0,025	0,025	<0,02	<0,02	<0,02	<0,01
PCB Nr. 52	0,061	<0,025	0,142	<0,05	<0,05	0,374	<0,05	0,192	0,222	0,183	0,133	0,066	0,118	0,062	<0,025
PCB Nr. 101	0,052	0,031	0,156	0,066	0,09	0,473	0,076	0,209	0,230	0,181	0,215	0,062	0,146	0,074	<0,02
PCB Nr. 118	0,049	0,034	0,155	0,072	0,076	0,485	0,107	0,127	0,191	0,118	0,185	0,079	0,113	0,080	<0,02
PCB Nr. 138	0,165	0,068	0,48	0,226	0,260	1,121	0,255	0,504	0,772	0,301	0,654	0,823	0,414	0,303	0,029
PCB Nr. 153	0,14	0,073	0,417	0,201	0,252	0,969	0,247	0,45	0,614	0,376	0,568	0,211	0,348	0,286	0,031
PCB Nr. 170	0,022	<0,005	0,154	0,033	0,039	0,294	0,032	0,112	0,151	<0,005	0,124	<0,005	0,08	0,035	<0,005
PCB Nr. 180	0,062	<0,005	0,196	0,099	0,046	0,46	0,081	0,221	0,318	0,208	0,300	0,071	0,181	0,076	<0,005
PCB Nr. 194															
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)															
Hexachlorbenzol	0,046	0,022	0,116	0,061	0,012	0,057	0,053	0,039	0,136	0,108	0,126	0,077	0,114	0,039	0,026
α-HCH	0,023	0,020	0,020	0,033	0,014	0,006	0,027	0,006	0,008	0,014	0,018	0,024	0,016	0,009	0,021
β-HCH	0,028	0,018	0,025	0,036	0,011	0,008	0,031	0,008	0,018	0,020	0,028	0,034	0,022	0,013	0,021
γ-HCH	0,02	0,021	0,013	0,027	0,017	0,005	0,025	0,004	0,006	0,011	0,014	0,019	0,012	0,006	0,006
δ-HCH	0,006	0,002	0,005	0,005	0,002	0,001	0,004	0,001	0,001	0,004	0,003	0,004	0,002	0,001	0,003
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,057	0,041	0,050	0,074	0,027	0,015	0,062	0,014	0,026	0,038	0,049	0,062	0,04	0,023	0,046
p,p'-DDT	0,035	0,036	0,036	0,119	0,034	0,018	0,128	0,013	0,032	0,051	0,019	0,104	0,062	0,010	0,025
o,p'-DDT	0,006	0,004	0,012	0,011	0,005	0,004	0,01	0,003	0,006	0,014	0,007	0,026	0,034	0,002	0,002
p,p'-DDE	0,119	0,164	0,131	0,307	0,395	0,059	0,398	0,032	0,113	0,046	0,162	0,319	0,075	0,04	0,093
o,p'-DDE	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
p,p'-DDD	0,176	0,071	0,103	0,177	0,197	0,053	0,314	0,045	0,12	0,101	0,095	0,288	0,104	0,059	0,053
o,p'-DDD															
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,336	0,275	0,282	0,614	0,631	0,134	0,85	0,093	0,271	0,212	0,283	0,737	0,275	0,111	0,173
Heptachlor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Heptachlorepoxid	0,004	0,003	0,004	0,005	0,005	0,002	0,006	0,002	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,001	<0,001
Aldrin	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,001	0,002	<0,001	0,002	<0,001	<0,001
Isodrin	0,013	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Dieldrin	0,001	0,003	0,010	0,010	0,001	0,001	0,003	0,003	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Endrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Gesamt-Chlordan	0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Oxychlordan	0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Toxaphen Nr. 26															
Toxaphen Nr. 32															
Toxaphen Nr. 50															
Toxaphen Nr. 62															
Moschus-Xylol	0,006	0,003	0,004	0,009	0,008	0,002	0,049	0,003	0,003	0,004	0,007	0,007	0,005	0,002	0,004
Moschus-Keton	0,008	0,003	0,004	0,002	0,005	0,001	0,003	0,001	<0,001	0,004	<0,001	0,006	0,002	0,001	0,004
Bromocyclen	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Pentachloranisol	0,003	0,003	0,001	0,002	0,003	0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
Octachlorstyrol	0,004	0,002	0,031	0,007	0,002	0,014	0,005	0,008	0,036	0,026	0,028	0,011	0,035	0,012	0,003
PCB Nr. 28	0,003	<0,001	0,004	<0,001	0,004	0,001	<0,001	0,002	0,004	0,002	0,003	0,003	0,002	0,001	<0,001
PCB Nr. 52	0,011	<0,001	0,018	0,012	0,012	0,012	0,011	0,007	0,019	0,017	0,018	0,015	0,018	0,005	<0,001
PCB Nr. 101	0,009	0,007	0,020	0,017	0,025	0,015	0,022	0,007	0,019	0,017	0,029	0,014	0,022	0,006	0,003
PCB Nr. 118	0,009	0,007	0,020	0,019	0,021	0,015	0,030	0,004	0,016	0,011	0,025	0,017	0,017	0,006	0,002
PCB Nr. 138	0,03	0,014	0,062	0,058	0,072	0,035	0,072	0,018	0,065	0,028	0,087	0,181	0,063	0,025	0,007
PCB Nr. 153	0,025	0,015	0,054	0,052	0,070	0,030	0,070	0,016	0,052	0,035	0,076	0,046	0,053	0,023	0,008
PCB Nr. 170	0,004	<0,001	0,020	0,008	0,011	0,009	0,009	0,004	0,013	<0,001	0,016	<0,001	0,012	0,003	<0,001
PCB Nr. 180	0,011	<0,001	0,025	0,025	0,013	0,014	0,023	0,008	0,027	0,019	0,04	0,016	0,027	0,006	<0,001
PCB Nr. 194															

Tab. 9.2 Schadstoffe in Fischen 1994
Elbe bei Wahrenberg (Strom-km 458) Aal (*Anguilla anguilla*)

Labor-Nr.	120205	120206	120207	120208	120209	120210	120211	120212	120213	120214	120215	120216	120217	120218	120219
Datum der Probenentnahme	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.	01.07.
Fangbeginn	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00
Fangende	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00
Länge (cm)	57	56	63	58	36	39	42	44	68	42	68	46	42	51	41
Gewicht (g)	330	340	700	480	120	120	180	180	820	170	600	220	200	280	180
Fettgehalt der Muskulatur (%)	13,1	22,1	26	8,1	18,2	5,6	14,9	13,2	24,2	8,4	7,6	4,6	6,6	21,9	12,2
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	70,3	61,2	56,3	71,5	65,4	77,3	66,5	69,1	59,6	71,9	74,3	76,7	72,8	61,2	70,2
Quecksilber (µg/kg)	735	370	645	1050	650	660	595	377	1570	670	1260	865	700	447	1015
Cadmium (µg/kg)	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Blei (µg/kg)	34	49	55	50	39	31	34	23	34	30	34	21	22	21	34
bez. auf Muskulaturfett (mg/kg)															
Hexachlorbenzol	1,12	0,967	0,293	0,999	1,03	1,23	0,902	0,790	1,12	1,01	1,07	0,975	1,12	0,391	1,18
α-HCH	0,127	0,135	0,123	0,158	0,167	0,159	0,161	0,138	0,141	0,162	0,116	0,159	0,161	0,135	0,152
β-HCH	0,207	0,197	0,162	0,212	0,245	0,211	0,245	0,199	0,207	0,218	0,165	0,193	0,228	0,201	0,218
γ-HCH	0,1	0,099	0,092	0,109	0,123	0,115	0,115	0,11	0,103	0,119	0,087	0,118	0,111	0,056	0,115
δ-HCH	0,024	0,044	0,043	0,054	0,074	0,065	0,073	0,064	0,061	0,076	0,058	0,066	0,065	0,022	0,063
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,358	0,278	0,328	0,424	0,486	0,435	0,479	0,401	0,409	0,456	0,339	0,418	0,454	0,358	0,433
p,p'-DDT	0,165	0,15	0,109	0,344	0,465	0,362	0,273	0,212	0,191	0,314	0,448	0,613	0,425	0,293	0,450
o,p'-DDT	0,048	0,035	0,026	0,108	0,111	0,058	0,087	0,037	0,110	0,049	0,031	0,097	0,070	0,026	0,101
p,p'-DDE	1,009	0,568	0,539	0,957	0,493	0,957	0,719	0,620	1,27	0,569	1,57	0,739	0,755	1,43	0,829
o,p'-DDE	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
p,p'-DDD	1,88	1,26	0,455	1,08	0,996	1,46	1,16	1,49	1,12	0,997	0,965	1,13	1,20	1,02	1,46
o,p'-DDD															
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	3,10	2,01	1,13	2,49	2,07	2,84	2,24	2,36	2,69	1,93	3,01	2,58	2,45	2,77	2,84
Heptachlor	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Heptachlorepoxid	0,052	0,060	0,021	0,039	0,043	0,050	0,041	0,040	0,044	0,037	0,054	0,041	0,034	0,014	0,054
Aldrin	<0,005	0,015	<0,005	0,012	0,014	0,013	0,012	0,019	0,017	0,011	<0,005	<0,005	0,012	<0,005	0,015
Isodrin	<0,005	0,006	0,007	0,009	0,009	<0,005	0,008	0,009	0,006	0,008	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dieldrin	<0,005	0,008	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,021	<0,005	0,011	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Endrin	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	0,008
Gesamt-Chlordan	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	0,013	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Oxychlordan	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Toxaphen Nr. 26															
Toxaphen Nr. 32															
Toxaphen Nr. 50															
Toxaphen Nr. 62															
Moschus-Xylol	0,046	0,042	<0,02	0,049	0,056	0,034	0,050	0,040	0,049	0,039	0,038	0,045	0,037	0,025	0,036
Moschus-Keton	0,025	<0,02	0,032	0,022	0,034	0,022	0,034	0,039	0,044	0,035	0,049	0,037	0,034	<0,02	0,034
Bromocyclen	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Pentachloranisol	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Octachlorstyrol	0,435	0,266	0,059	0,247	0,246	0,305	0,232	0,399	0,316	0,215	0,301	0,271	0,279	0,044	0,308
PCB Nr. 28	0,049	0,035	<0,02	0,03	0,041	0,051	0,027	0,023	0,033	0,032	0,051	0,03	0,024	<0,02	0,023
PCB Nr. 52	<0,025	0,366	0,055	0,177	0,190	0,186	0,173	0,149	0,209	0,149	0,182	0,191	0,180	0,061	0,186
PCB Nr. 101	0,275	0,33	0,043	0,137	0,159	0,201	0,145	0,138	0,193	0,101	0,244	0,152	0,174	0,044	0,187
PCB Nr. 118	0,178	0,153	0,036	0,137	0,098	0,143	0,105	0,09	0,192	0,097	0,236	0,166	0,131	0,058	0,16
PCB Nr. 138	0,671	0,843	0,12	0,529	0,381	0,607	0,461	0,423	0,754	0,458	0,855	0,709	0,547	0,219	0,629
PCB Nr. 153	0,636	0,778	0,118	0,438	0,313	0,521	0,381	0,387	0,651	0,350	0,714	0,556	0,448	0,190	0,532
PCB Nr. 170	0,164	0,391	<0,005	0,121	0,098	0,173	0,131	0,137	0,202	0,095	0,232	0,200	0,143	0,017	0,062
PCB Nr. 180	0,33	0,361	0,054	0,235	0,086	0,263	0,203	0,174	0,384	0,204	0,384	0,302	0,232	0,077	0,047
PCB Nr. 194															
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)															
Hexachlorbenzol	0,146	0,214	0,076	0,081	0,188	0,069	0,134	0,104	0,271	0,085	0,081	0,045	0,074	0,086	0,143
α-HCH	0,017	0,030	0,032	0,013	0,030	0,009	0,024	0,018	0,034	0,014	0,009	0,007	0,011	0,030	0,019
β-HCH	0,027	0,044	0,042	0,017	0,045	0,012	0,037	0,026	0,05	0,018	0,013	0,009	0,015	0,044	0,027
γ-HCH	0,013	0,022	0,024	0,009	0,022	0,006	0,017	0,015	0,025	0,010	0,007	0,005	0,007	0,012	0,014
δ-HCH	0,003	0,010	0,011	0,004	0,013	0,004	0,011	0,008	0,015	0,006	0,004	0,003	0,004	0,005	0,008
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,047	0,061	0,085	0,034	0,088	0,024	0,071	0,053	0,099	0,038	0,026	0,019	0,03	0,078	0,053
p,p'-DDT	0,022	0,033	0,028	0,028	0,085	0,020	0,041	0,028	0,046	0,026	0,034	0,028	0,028	0,064	0,055
o,p'-DDT	0,006	0,008	0,007	0,009	0,020	0,003	0,013	0,005	0,027	0,004	0,002	0,004	0,005	0,006	0,012
p,p'-DDE	0,132	0,126	0,140	0,078	0,090	0,054	0,107	0,082	0,306	0,048	0,119	0,034	0,050	0,313	0,101
o,p'-DDE	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
p,p'-DDD	0,246	0,278	0,118	0,087	0,181	0,082	0,173	0,196	0,27	0,084	0,073	0,052	0,079	0,223	0,178
o,p'-DDD															
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,406	0,445	0,293	0,202	0,376	0,159	0,334	0,311	0,649	0,162	0,228	0,118	0,162	0,606	0,346
Heptachlor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Heptachlorepoxid	0,007	0,013	0,005	0,003	0,008	0,003	0,006	0,005	0,011	0,003	0,004	0,002	0,002	0,003	0,007
Aldrin	<0,001	0,003	<0,001	0,001	0,003	0,001	0,002	0,003	0,004	0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,002
Isodrin	<0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	<0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Dieldrin	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Endrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
Gesamt-Chlordan	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Oxychlordan	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Toxaphen Nr. 26															
Toxaphen Nr. 32															
Toxaphen Nr. 50															
Toxaphen Nr. 62															
Moschus-Xylol	0,006	0,009	0,003	0,004	0,01	0,002	0,007	0,005	0,012	0,003	0,003	0,002	0,002	0,005	0,004
Moschus-Keton	0,003	0,002	0,008	0,002	0,006	0,001	0,005	0,005	0,011	0,003	0,004	0,002	0,002	0,003	0,004
Bromocyclen	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Pentachloranisol	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001
Octachlorstyrol	0,057	0,059	0,015	0,020	0,045	0,017	0,035	0,053	0,076	0,018	0,023	0,012	0,018	0,010	0,038
PCB Nr. 28	0,006	0,008	0,004	0,002	0,007	0,003	0,004	0,003	0,008	0,003	0,004	0,001	0,002	0,003	0,003
PCB Nr. 52	<0,001	0,081	0,014	0,014	0,035	0,010	0,026	0,020	0,051	0,013	0,014	0,009	0,012	0,013	0,023
PCB Nr. 101	0,036	0,073	0,011	0,011	0,029	0,011	0,022	0,018	0,047	0,008	0,019	0,007	0,011	0,010	0,023
PCB Nr. 118	0,023	0,034	0,009	0,011	0,018	0,008	0,016	0,012	0,046	0,008	0,018	0,008	0,009	0,013	0,020
PCB Nr. 138	0,088	0,186	0,031	0,043	0,069	0,034	0,069	0,056	0,182	0,038	0,065	0,033	0,036	0,048	0,077
PCB Nr. 153	0,083	0,172	0,031	0,035	0,057	0,029	0,057	0,051	0,158	0,029	0,054	0,026	0,030	0,042	0,065
PCB Nr. 170	0,021	0,086	<0,001	0,010	0,018	0,010	0,020	0,018	0,049	0,008	0,018	0,009	0,009	0,004	0,008
PCB Nr. 180	0,043	0,080	0,014	0,019	0,016	0,015	0,030	0,023	0,093	0,017	0,029	0,014	0,015	0,017	0,006
PCB Nr. 194															

Tab. 9.3 Schadstoffe in Fischen **1994**
Elbe bei Wahrenberg (Strom-km 458) **Aal (*Anguilla anguilla*)**

Labor-Nr.	12220
Datum der Probenentnahme	01.07.
Fangbeginn	9:00
Fangende	17:00
Länge (cm)	71
Gewicht (g)	980
Fettgehalt der Muskulatur (%)	28
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	55,1
Quecksilber (µg/kg)	570
Cadmium (µg/kg)	<2
Blei (µg/kg)	19
bez. auf Muskulaturfett (mg/kg)	
Hexachlorbenzol	0,394
α-HCH	0,126
β-HCH	0,183
γ-HCH	0,098
δ-HCH	0,043
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,352
p,p'-DDT	0,114
o,p'-DDT	0,029
p,p'-DDE	0,819
o,p'-DDE	<0,005
p,p'-DDD	2,29
o,p'-DDD	
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	3,25
Heptachlor	<0,005
Heptachlorepoxid	0,021
Aldrin	<0,005
Isodrin	<0,005
Dieldrin	<0,005
Endrin	<0,005
Gesamt-Chlordan	<0,005
Oxychlordan	<0,005
Toxaphen Nr. 26	
Toxaphen Nr. 32	
Toxaphen Nr. 50	
Toxaphen Nr. 62	
Moschus-Xylol	0,036
Moschus-Keton	0,020
Bromocyclen	<0,02
Pentachloranisol	0,033
Octachlorstyrol	0,366
PCB Nr. 28	<0,02
PCB Nr. 52	0,122
PCB Nr. 101	0,139
PCB Nr. 118	0,114
PCB Nr. 138	0,424
PCB Nr. 153	0,381
PCB Nr. 170	0,072
PCB Nr. 180	0,187
PCB Nr. 194	
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)	
Hexachlorbenzol	0,110
α-HCH	0,035
β-HCH	0,051
γ-HCH	0,027
δ-HCH	0,012
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,099
p,p'-DDT	0,032
o,p'-DDT	0,008
p,p'-DDE	0,229
o,p'-DDE	<0,001
p,p'-DDD	0,642
o,p'-DDD	
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,911
Heptachlor	<0,001
Heptachlorepoxid	0,006
Aldrin	<0,001
Isodrin	<0,001
Dieldrin	<0,001
Endrin	<0,001
Gesamt-Chlordan	<0,001
Oxychlordan	<0,001
Toxaphen Nr. 26	
Toxaphen Nr. 32	
Toxaphen Nr. 50	
Toxaphen Nr. 62	
Moschus-Xylol	0,010
Moschus-Keton	0,006
Bromocyclen	<0,001
Pentachloranisol	0,009
Octachlorstyrol	0,102
PCB Nr. 28	0,005
PCB Nr. 52	0,034
PCB Nr. 101	0,039
PCB Nr. 118	0,032
PCB Nr. 138	0,119
PCB Nr. 153	0,107
PCB Nr. 170	0,020
PCB Nr. 180	0,052
PCB Nr. 194	

Tab. 10 Schadstoffe in Fischen **1994**

Elbe bei Wahrenberg (Strom-km 458) **Zander (*Stizostedion lucioperca*)**

Labor-Nr.	120189
Datum der Probenentnahme	01.07.
Fangbeginn	9:00
Fangende	17:00
Länge (cm)	68
Gewicht (g)	2800
Fettgehalt der Muskulatur (%)	0,7
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	79,1
Quecksilber (µg/kg)	1590
Cadmium (µg/kg)	<2
Blei (µg/kg)	11
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)	
Hexachlorbenzol	0,013
α-HCH	0,001
β-HCH	0,001
γ-HCH	0,001
δ-HCH	-
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,003
p,p'-DDT	0,004
o,p'-DDT	0,006
p,p'-DDE	0,036
o,p'-DDE	0,001
p,p'-DDD	0,028
o,p'-DDD	
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,074
Heptachlor	<0,001
Heptachlorepoxid	0,002
Aldrin	<0,001
Isodrin	<0,001
Dieldrin	<0,001
Endrin	0,001
Gesamt-Chlordan	<0,001
Oxychlordan	<0,001
Toxaphen Nr. 26	
Toxaphen Nr. 32	
Toxaphen Nr. 50	
Toxaphen Nr. 62	
Moschus-Xylol	<0,001
Moschus-Keton	0,001
Bromocyclen	<0,001
Pentachloranisol	<0,001
Octachlorstyrol	0,005
PCB Nr. 28	0,002
PCB Nr. 52	0,005
PCB Nr. 101	0,008
PCB Nr. 118	0,004
PCB Nr. 138	0,016
PCB Nr. 153	0,015
PCB Nr. 170	0,005
PCB Nr. 180	0,009
PCB Nr. 194	

5.4.3 Brandenburg

Die für die Untersuchungszwecke bestimmten Aale (n = 10) und Zander (n = 10) wurden im Juli 1994 in der Mittelelbe bei Strom-km 493 (Gorleben) mit einem Scherbretthamen gefangen. Die Tiere wurden einzeln und ungeschlachtet in PE-Beuteln verpackt, beschriftet und bis zur Probenübergabe an die Untersuchungseinrichtung, das **Staatliche Veterinär- und Lebensmitteluntersuchungsamt Frankfurt (Oder)**, tiefgefroren in der Wassergütestelle Elbe zwischengelagert.

Bedingt durch die Art der Probenahme setzte sich das Aalkontingent überwiegend aus abwandernde Blankaalen des stromaufgelegenen Elbeeinzugsgebietes zusammen. Die Zander, die als standorttreue Fische einzustufen sind, stammen mit hoher Wahrscheinlichkeit aus der lokalen Gegend des Fangplatzes.

5.4.3.1 **Untersuchungsergebnisse Aal** (Gorleben)

Die 10 Aalproben umfaßten Tiere einer **Länge von 49 bis 84 cm (Mittelwert = 62 cm)** und eines **Gewichtes von 210 bis 1.210 g (Mittelwert = 575 g)**. Der **prozentuale Fettgehalt** in der Muskulatur ist beim Aal im Vergleich zum Zander hoch; er schwankte **zwischen 23 und 34 % (Mittelwert = 28 %)**. Aale werden aus diesem Grunde zu den fettreichen Fischen gerechnet. Der **prozentuale Wassergehalt** in der Muskulatur aller untersuchten Tiere variierte **zwischen 52 und 64 % (Mittelwert = 56 %)**.

Die Analysenergebnisse sind am Ende der Ausführungen zu den brandenburgischen Befunden in Tab. 11 zusammengestellt. Außerdem finden sich die Werte ausgewählter Meßgrößen graphisch aufgetragen neben den übrigen Befunden der anderen Elbeanrainerländer in den Abb. 19 bis 30 des Kap. 6. Dort läßt sich am besten die Belastungssituation im gesamten bundesdeutschen Längsprofil verfolgen.

5.4.3.1.1 Schwermetalle

Bestimmt wurden die Gehalte von Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd) und Blei (Pb) im verzehrbaren Anteil (Muskulatur) der Tiere.

Die in der **Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988** festgesetzte Höchstmenge für Hg von 1,0 mg Hg/kg Frischsubstanz (FS) wurde in keiner der 10 Proben erreicht oder überschritten. Der Mittelwert betrug 0,14 mg Hg/kg FS (Min = 0,04 mg Hg/kg FS, Max = 0,45 mg Hg/kg FS). Auch nach der Entscheidung 93/351 der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 - gilt in der Bundesrepublik Deutschland für Quecksilber im Aal ein Grenzwert von 1 mg Hg/kg FS, allerdings bei einer Mischprobe von mindestens 10 Tieren. **Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsbefunde wären alle Aale bezüglich ihrer Hg-Gehalte vermarktungsfähig (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) gewesen.**

Für eine Bewertung der angetroffenen Cadmium- und Bleigehalte können die **Richtwerte des Bundesamtes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin** (BgVV) herangezogen werden, die im Mai 1996 - und auch schon in früheren Jah-

ren - im Bundesgesundheitblatt veröffentlicht wurden. Danach gilt für Cadmium ein Richtwert von 0,10 mg Cd/kg FS und für Blei ein Richtwert von 0,50 mg Pb/kg FS. **Bei allen untersuchten Aalen wurden beide Richtwerte weder erreicht noch überschritten.** Bis auf eine Ausnahme (Blei = 0,061 mg Pb/kg FS) lagen alle Pb-Gehalte unter der analytischen Bestimmungsgrenze (BG Blei = 0,03 mg Pb/kg FS) des untersuchenden Laboratoriums. Cadmium konnte bis auf eine Ausnahme (BG Cd = 0,002 mg Cd/kg FS) regelmäßig in der Aalmuskulatur nachgewiesen werden. Der Mittelwert der verbleibenden Meßwerte lag bei 0,01 mg Cd/kg FS, der Cd_{Max}-Wert betrug 0,035 mg Cd/kg FS.

5.4.3.1.2 Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe

Untersucht wurden die in der **Liste B der Rückstands-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 01.09.1994** aufgeführten Stoffe (zusätzlich die ungeregelten Toxaphen-Einzelkongenere Nr. 26, Nr. 32, Nr. 50 und Nr. 62) und Lindan der Liste A, die in der **Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988** aufgeführten Kongenere der polychlorierten Biphenyle (zusätzlich die nicht-geregelten PCB-Kongenere Nr. 118 und Nr. 194) sowie die vom Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamt Neumünster des Landes Schleswig-Holstein aufgrund von vorliegenden Erfahrungen als **elberelevant** eingestuften, aber zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht geregelten Stoffe Octachlorstyrol und Pentachloranisol. Ebenfalls berücksichtigt wurden Moschus-Xylol, Moschus-Keton und Bromocyclen, also Verbindungen, die derzeit besonders im Blickfeld des öffentlichen Interesses stehen und wahrscheinlich schon bald - wie im Falle des Bromocyclens mittlerweile geschehen - eine gesetzliche Regelung erfahren werden.

Bezüglich der Bewertung der Untersuchungsbefunde nach der o. g. Rückstands-Höchstmengenverordnung ist beim Aal dessen hoher Fettgehalt in der Muskulatur (Mittelwert = 28 %, s. o.) von Bedeutung. Die für die einzelnen Stoffe angeführten Höchstmengen beziehen sich auf das in der Muskulatur vorhandene Fett, nicht aber wie beim fettarmen Zander auf die Originalsubstanz (= Frischsubstanz). Dieser Regelung liegt folgender Gedanke zugrunde: Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß sich die hier angesprochenen Stoffe bei fettarmer Muskulatur in dem zur Verfügung stehenden Fettdepot stärker anreichern als in einem Fisch, dessen Muskulatur bereits von Natur aus einen hohen Fettanteil besitzt (z. B. Aal). Im Falle des Verzehrs eines Magerfisches relativieren sich dann die Schadstoffgehalte aufgrund dessen, daß nicht der hochbelastete geringe Fettanteil allein, sondern quasi in verdünnter Form mit dem Verzehr des Magerfilets aufgenommen wird. Beim Aal hingegen kann dessen hoher Fettgehalt in der Muskulatur bzw. die im Fett angereicherten Schadstoffe durchaus von Relevanz für den Verbraucher sein. Diese Erkenntnis hat zu der Entscheidung geführt, daß bei Fischen mit einem Fettgehalt größer 10 Gewichtshundertteilen - bezogen auf das Gesamtgewicht des Lebensmittels - Rückstandsuntersuchungen direkt im extrahierten Fett der Originalsubstanz durchzuführen sind.

Abweichend hiervon hat der Gesetzgeber für Heptachlor + Heptachlorepoxid, Endrin sowie Chlordan + Oxychlordan die jeweiligen Höchstmengen grundsätzlich auf die Frischsubstanz bezogen. Ähnliches gilt auch für die PCBs: Nach der o. g. Schadstoff-Höchstmengenverordnung beziehen sich die angegebenen Höchstmengen ohne Einschränkung auf die Frischsubstanz der eßbaren Teile von Aal und Zander.

Nach den vorliegenden Ergebnissen waren von der Gesamtheit aller berücksichtigten Verbindungen Gesamt-Toxaphen und die Einzelkongenere Nr. 26, Nr. 32, Nr. 50 sowie Nr. 62, Aldrin, Isodrin, Bromocyclen und PCB Nr. 118 im Fettanteil der Muskulatur der 10 Aale **nicht relevant**; alle Werte lagen unter der analytischen Bestimmungsgrenze (BG) des Laboratoriums. Die gleiche Aussage gilt für die Kontaminanten Heptachlor, Endrin, Oxychlordan, Gesamt-Chlordan, PCB Nr. 28 und Nr. 52, die für die Frischsubstanz der Muskulatur geregelt sind.

Vereinzelt nachgewiesen (mehrere Werte ≥BG) wurde δ-HCH (ein Positivbefund mit einem Wert von 0,005 mg/kg Fett), o,p'-DDT (vier Positivbefunde mit Werten zwischen 0,010 und 0,075 mg/kg Fett), o,p'-DDE (vier Positivbefunde mit Werten zwischen 0,020 und 0,600 mg/kg Fett), Heptachlorepoxid (ein Positivbefund mit einem Wert von 0,004 mg/kg **FS**), Dieldrin (acht Positivbefunde mit Werten zwischen 0,005 und 0,015 mg/kg Fett), Moschus-Xylol (neun Positivbefunde mit Werten zwischen 0,015 und 0,180 mg/kg Fett), Pentachloranisol (fünf Positivbefunde mit Werten zwischen 0,005 und 0,010 mg/kg Fett), Octachlorstyrol (vier Positivbefunde mit Werten zwischen 0,006 und 0,310 mg/kg Fett) und PCB Nr. 194 (sieben Positivbefunde mit Werten zwischen 0,005 und 0,050 mg/kg Fett). **Eine Höchstmengenüberschreitung bei den geregelten Stoffen fand nicht statt.**

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **ungeregelte bzw. nur nach Summenbildung nebeneinander geregelte Verbindungen**: α-HCH (Mittelwert = 0,030 mg/kg Fett), β-HCH (Mittelwert = 0,026 mg/kg Fett), p,p'-DDT (Mittelwert = 0,451 mg/kg Fett), p,p'-DDE (Mittelwert = 1,25 mg/kg Fett), p,p'-DDD (Mittelwert = 1,46 mg/kg Fett), o,p'-DDD (Mittelwert = 0,302 mg/kg Fett) und Moschus-Keton (Mittelwert = 0,058 mg/kg Fett).

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **geregelte Verbindungen**: HCB, Lindan, HCH-Isomere außer Lindan, Gesamt-DDT sowie die PCB-Kongenere Nr. 101, Nr. 138, Nr. 153 und Nr. 180. **Von diesen genannten Stoffen erreichten oder überschritten nicht die entsprechende Höchstmenge:** HCB (zulässige Höchstmenge = 0,5 mg/kg Fett; Mittelwert = 0,061 mg/kg Fett), Lindan (zulässige Höchstmenge = 1,0 mg/kg Fett; Mittelwert = 0,040 mg/kg Fett), HCH-Isomere außer Lindan (zulässige Höchstmenge = 0,5 mg/kg Fett; Mittelwert = 0,056 mg/kg Fett), PCB Nr. 101 (zulässige Höchstmenge = 0,2 mg/kg **FS**; Mittelwert = 0,030 mg/kg **FS**) und PCB Nr. 180 (zulässige Höchstmenge = 0,2 mg/kg **FS**; Mittelwert = 0,034 mg/kg **FS**). **Vereinzelte Überschreitungen der zulässigen Höchstmengen wurden festgestellt für Gesamt-DDT** (zulässige Höchstmenge = 5 mg/kg Fett, zwei Überschreitungen mit jeweils 5,75 und 14,0 mg/kg Fett; Mittelwert = 3,91 mg/kg Fett), **für PCB Nr. 138** (zulässige Höchstmenge = 0,3 mg/kg **FS**, eine Überschreitung mit einem Wert von 0,327 mg/kg **FS**; Mittelwert = 0,108 mg/kg **FS**) **und für PCB Nr. 153** (zulässige Höchstmenge = 0,3 mg/kg **FS**, zwei Überschreitungen mit jeweils 0,306 und 0,505 mg/kg **FS**; Mittelwert = 0,170 mg/kg **FS**). **Nur bei diesen Tieren wäre hinsichtlich einer Vermarktung (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) eine gewisse Besorgnis angebracht gewesen. Alle anderen Tiere hätten den lebensmittelrechtlichen Anforderungen genügt.**

In diesem Zusammenhang ist anzumerken, daß die Befunde einiger Kontaminanten, wie z. B. die des HCB, deutlich niedriger lagen als die von den übrigen Standorten im Längsprofil der Elbe. Diese Auffälligkeit mag u. U. mit dem Wanderverhalten der

Aale zusammenhängen. So ist beispielsweise denkbar, daß zufällig beim Fang ein Kontingent Aale erfaßt wurde, das längere Zeit vorher in einem deutlich geringer belasteten Nebengewässer der Elbe gelebt haben. Inwieweit eventuell analytische Unsicherheiten eine Rolle gespielt haben könnten, kann in der Anlage "Eine Interkali brierungsstudie zur Validierung von Schadstoffanalysen in Elbefischen" dieses Berichtes nachgelesen werden.

5.4.3.2 **Untersuchungsergebnisse Zander** (Gorleben)

Die 10 Zanderproben umfaßten Tiere einer **Länge von 41 bis 63 cm (Mittelwert = 50 cm)** und eines **Gewichtes von 670 bis 2.640 g (Mittelwert = 1.453 g)**. Der **prozentuale Fettgehalt** in der Muskulatur ist beim Zander im Vergleich zum Aal gering; er schwankte **zwischen 0,38 und 1,2 % (Mittelwert = 0,8 %)**. Zander werden zu den fettarmen Fischen gerechnet. Der **prozentuale Wassergehalt** in der Muskulatur war bei allen untersuchten Tieren mit Werten **zwischen 77,8 und 80,1 %** sehr ähnlich (**Mittelwert = 78,9 %)**.

Die Analysenergebnisse sind am Ende der Ausführungen zu den brandenburgischen Befunden in Tab. 12 zusammengestellt. Außerdem finden sich die Werte ausgewählter Meßgrößen graphisch aufgetragen neben den übrigen Befunden der anderen Elbeanrainerländer in den Abb. 31 bis 39 des Kap. 6. Dort läßt sich am besten die Belastungssituation im gesamten bundesdeutschen Längsprofil verfolgen.

5.4.3.2.1 **Schwermetalle**

Bestimmt wurden die Gehalte von Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd) und Blei (Pb) im verzehrbaren Anteil (Muskulatur) der Tiere.

Die in der Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988 festgesetzte Höchstmenge für Hg von 1,0 mg Hg/kg FS wurde in keiner der 10 Proben erreicht oder überschritten. Der Mittelwert betrug 0,44 mg Hg/kg FS (Min = 0,31 mg Hg/kg FS, Max = 0,54 mg Hg/kg FS). Nach der Entscheidung 93/351 der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 - gilt für Quecksilber im Zander ein Grenzwert von 0,5 mg Hg/kg FS bei einer Mischprobe von mindestens fünf Tieren. **Zwar überschreiten zwei Zander diesen Grenzwert jeweils als Individuum, nicht aber bei einer entsprechenden Mittelwertbetrachtung.**

Für eine Bewertung der angetroffenen Cadmium- und Bleigehalte können die **Richtwerte des Bundesamtes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin** (BgVV) herangezogen werden, die im Mai 1996 - und auch schon in früheren Jahren - im Bundesgesundheitblatt veröffentlicht wurden. Danach gilt für Cadmium ein Richtwert von 0,10 mg Cd/kg FS und für Blei ein Richtwert von 0,50 mg Pb/kg FS. **Bei allen untersuchten Zandern wurden beide Richtwerte weder erreicht noch überschritten.** Alle Gehalte lagen unter den jeweiligen analytischen Bestimmungsgrenzen (BG) des untersuchenden Laboratoriums (BG Cadmium = 0,002 mg Cd/kg FS, BG Blei = 0,03 mg Pb/kg FS).

5.4.3.2.2 Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe

In den Zanderproben wurde dasselbe Spektrum von organischen Verbindungen untersucht wie in den Aalproben (vgl. Kap. 5.4.3.1.2).

Bezüglich der Bewertung der Untersuchungsbefunde nach der Rückstands-Höchstmengenverordnung ist beim Zander dessen geringer Fettgehalt in der Muskulatur (Mittelwert = 0,8 %, s. o.) von Bedeutung. Die für die einzelnen Stoffe angeführten Höchstmengen reduzieren sich im Falle des Zanders auf 1/10 der jeweiligen Werte; gleichzeitig sind sie aber auf die Originalsubstanz (= Frischsubstanz) zu beziehen. Dieser Regelung liegt folgender Gedanke zugrunde: Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß sich die hier angesprochenen Stoffe bei fettarmer Muskulatur in dem zur Verfügung stehenden Fettdepot stärker anreichern als in einem Fisch, dessen Muskulatur bereits von Natur aus einen hohen Fettanteil besitzt (z. B. Aal). Im Falle des Verzehrs eines Magerfisches relativieren sich dann die Schadstoffgehalte aufgrund dessen, daß nicht der hochbelastete geringe Fettanteil allein, sondern quasi in verdünnter Form mit dem Verzehr des Magerfilets aufgenommen wird. Diese Erkenntnis hat zu der Entscheidung geführt, daß bei Fischen mit einem Fettgehalt bis zu 10 Gewichtshundertteilen - bezogen auf das Gesamtgewicht des Lebensmittels - Rückstandsuntersuchungen direkt an der Originalsubstanz durchzuführen sind.

Abweichend hiervon hat der Gesetzgeber für Heptachlor + Heptachlorepoxid, Endrin sowie Chlordan + Oxychlordan die jeweiligen Höchstmengen grundsätzlich auf die Frischsubstanz bezogen. Ähnliches gilt auch für die PCBs: Nach der o. g. Schadstoff-Höchstmengenverordnung beziehen sich die angegebenen Höchstmengen ohne Einschränkung auf die Frischsubstanz der eßbaren Teile von Aal und Zander.

Nach den vorliegenden Befunden lag die Mehrzahl der in der Frischsubstanz der Muskulatur untersuchten Verbindungen unter der jeweiligen analytischen Bestimmungsgrenze. Daher werden nachfolgend nur diejenigen Stoffe betrachtet, die aus analytischer Sicht in den 10 Zandern relevant waren, also ≥BG waren.

Vereinzelt nachgewiesen (Wert ≥BG) wurde Moschus-Keton, daß lediglich in einem der 10 Zander mit einem Wert von 0,015 mg/kg FS bestimmt wurde.

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **ungeregelte bzw. nur nach Summenbildung nebeneinander geregelte Verbindungen**: p,p'-DDT (Mittelwert = 0,009 mg/kg FS), o,p'-DDT (Mittelwert = 0,006 mg/kg FS), o,p'-DDE (Mittelwert = 0,033 mg/kg FS), p,p'-DDD (Mittelwert = 0,034 mg/kg FS), o,p'-DDD (Mittelwert = 0,011 mg/kg FS) und Octachlorstyrol (Mittelwert = 0,008 mg/kg FS).

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **geregelte Verbindungen**: HCB (zulässige Höchstmenge 0,05 mg/kg FS; Mittelwert = 0,025 mg/kg FS), Gesamt-DDT (zulässige Höchstmenge 0,5 mg/kg FS; Mittelwert = 0,101 mg/kg FS), PCB Nr. 138 (zulässige Höchstmenge 0,3 mg/kg FS; Mittelwert = 0,009 mg/kg FS) und Nr. 153 (zulässige Höchstmenge 0,3 mg/kg FS; Mittelwert = 0,015 mg/kg FS). **Die für diese Kontaminanten ermittelten Gehalte unterschritten ohne Ausnahme die entsprechenden zulässigen Höchstmengen.**

Allein aus Sicht der geregelten organischen Mikroverunreinigungen wären somit alle zehn untersuchten Zander vermarktungsfähig (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) gewesen.

Tab. 11 Schadstoffe in Fischen 1994
Elbe bei Gorleben (Strom-km 492,2) Aal (*Anguilla anguilla*)

Labor-Nr.	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Datum der Probenentnahme	14.07.	14.07.	14.07.	14.07.	14.07.	14.07.	14.07.	14.07.	14.07.	14.07.
Fangbeginn										
Fangende	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00
Länge (cm)	65	57	66	77	84	52	65	49	50	55
Gewicht (g)	620	435	675	1010	1210	340	520	210	310	420
Fettgehalt der Muskulatur (%)	22,7	24,5	28,6	32,2	24,8	27,4	34	26,8	29,7	28,8
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	63,6	58	55,8	53,6	59	56,5	51,8	54,7	55,2	55,5
Quecksilber (µg/kg)	103	48	96	92	318	46	139	39	51	447
Cadmium (µg/kg)	35	<2	4	8	3	7	5	3	4	3
Blei (µg/kg)	<30	<30	<30	<30	<30	61	<30	<30	<30	<30
bez. auf Muskulaturfett (mg/kg)										
Hexachlorbenzol	0,075	0,030	0,040	0,040	0,130	0,040	0,030	0,035	0,038	0,150
α-HCH	0,017	0,015	0,020	0,092	0,020	0,015	0,015	0,015	0,012	0,080
β-HCH	0,013	0,008	0,014	0,110	0,016	0,018	0,012	0,015	0,005	0,047
γ-HCH	0,030	0,036	0,030	0,030	0,044	0,032	0,040	0,031	0,060	0,065
δ-HCH	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,030	0,023	0,034	0,202	0,036	0,038	0,027	0,030	0,017	0,127
p,p'-DDT	0,250	0,650	0,190	0,800	0,6200	0,290	0,700	0,190	0,470	0,350
o,p'-DDT	0,044	0,075	<0,005	<0,005	<0,005	0,010	0,045	<0,005	<0,005	<0,005
p,p'-DDE	0,095	1,07	0,250	3,50	1,90	0,650	1,20	0,800	2,00	1,00
o,p'-DDE	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,020	0,100	0,200	0,600
p,p'-DDD	0,350	1,35	0,153	7,61	0,910	0,560	1,00	0,084	1,65	0,930
o,p'-DDD	0,070	0,100	0,080	0,800	0,300	0,200	0,050	0,020	0,900	0,500
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,739	3,15	0,593	11,9	3,43	1,51	2,95	1,07	4,12	2,28
Heptachlor	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Heptachlorepoxid	0,017	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Aldrin	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Isodrin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dieldrin	0,006	<0,005	<0,005	0,006	0,007	0,009	0,005	0,010	0,015	0,011
Endrin	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Gesamt-Chlordan	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Oxychlordan	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Toxaphen Nr. 26	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Toxaphen Nr. 32	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Toxaphen Nr. 50	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Toxaphen Nr. 62	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Moschus-Xylol	0,070	0,150	0,020	0,015	0,130	0,020	0,18	0,018	<0,005	0,04
Moschus-Keton	0,100	0,075	0,050	0,033	0,075	0,040	0,070	0,050	0,040	0,045
Bromocyclen	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pentachloranisol	0,010	<0,005	0,005	<0,005	0,010	0,010	<0,005	0,006	<0,005	<0,005
Octachlorstyrol	<0,005	<0,005	<0,005	0,31	0,020	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	0,012
PCB Nr. 28	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 52	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 101	0,025	0,032	0,035	0,110	0,150	0,050	0,026	0,100	0,340	0,190
PCB Nr. 118	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 138	0,075	0,100	0,120	0,550	0,600	0,250	0,070	0,370	<0,005	<0,005
PCB Nr. 153	0,100	0,140	0,200	0,950	1,10	0,370	0,110	0,550	1,70	0,750
PCB Nr. 170										
PCB Nr. 180	0,015	0,020	0,040	0,035	0,420	0,070	0,015	0,190	0,400	0,040
PCB Nr. 194	<0,005	<0,005	<0,005	0,040	0,050	0,005	0,005	0,030	0,050	0,030
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)										
Hexachlorbenzol	0,017	0,007	0,011	0,013	0,032	0,011	0,010	0,009	0,011	0,043
α-HCH	0,004	0,004	0,006	0,03	0,005	0,004	0,005	0,004	0,004	0,023
β-HCH	0,003	0,002	0,004	0,035	0,004	0,005	0,004	0,004	0,001	0,014
γ-HCH	<0,001	0,009	0,009	0,010	0,011	0,009	0,014	0,008	0,018	0,019
δ-HCH	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,007	0,006	0,01	0,065	0,009	0,01	0,009	0,008	0,005	0,037
p,p'-DDT	0,057	0,159	0,054	0,258	0,154	0,08	0,238	0,051	0,14	0,101
o,p'-DDT	0,010	0,018	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	0,015	<0,001	<0,001	<0,001
p,p'-DDE	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,007	0,027	0,059	0,173
o,p'-DDE	0,022	0,262	0,072	1,13	0,470	0,178	0,408	0,214	0,594	0,288
p,p'-DDD	0,079	0,331	0,044	4,513	0,225	0,154	0,340	0,023	0,490	0,268
o,p'-DDD	0,016	0,025	0,023	0,258	0,074	0,055	0,017	0,005	0,267	0,144
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,146	0,508	0,098	4,77	0,379	0,237	0,600	0,101	0,689	0,542
Heptachlor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Heptachlorepoxid	0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Aldrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Isodrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Dieldrin	0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,004	0,003
Endrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Gesamt-Chlordan	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Oxychlordan	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Toxaphen Nr. 26	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Toxaphen Nr. 32	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Toxaphen Nr. 50	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Toxaphen Nr. 62	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Moschus-Xylol	0,016	0,037	0,006	0,005	0,032	0,005	0,061	0,005	0,010	0,012
Moschus-Keton	0,023	0,018	0,014	0,011	0,019	0,011	0,024	0,013	0,012	0,013
Bromocyclen	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Pentachloranisol	0,002	<0,001	0,001	<0,001	0,002	0,003	<0,001	0,002	0,003	0,006
Octachlorstyrol	<0,001	<0,001	<0,001	0,100	0,005	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	0,003
PCB Nr. 28	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB Nr. 52	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB Nr. 101	0,006	0,008	0,010	0,035	0,037	0,014	0,009	0,027	0,101	0,055
PCB Nr. 118	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB Nr. 138	0,017	0,025	0,034	0,177	0,149	0,069	0,024	0,099	0,327	0,158
PCB Nr. 153	0,023	0,034	0,057	0,306	0,272	0,101	0,037	0,147	0,505	0,216
PCB Nr. 170										
PCB Nr. 180	0,003	0,005	0,011	0,011	0,104	0,019	0,005	0,051	0,119	0,012
PCB Nr. 194	<0,001	<0,001	<0,001	0,013	0,012	0,001	0,002	0,008	0,015	0,009

Tab. 12 Schadstoffe in Fischen 1994
Elbe bei Gorleben (Strom-km 492,2) Zander (*Stizostedion lucioperca*)

Labor-Nr.	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20
Datum der Probenentnahme	19.07.	18.07.	25.07.	20.07.	17.07.	15.07.	20.07.	24.07.	20.07.	21.07.
Fangbeginn										
Fangende	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00
Länge (cm)	43	41	41	48	45	54	62	59	63	48
Gewicht (g)	815	670	765	1000	945	1680	2525	2335	2640	1150
Fettgehalt der Muskulatur (%)	1,07	1,24	0,38	0,93	0,69	0,86	0,73	0,70	0,53	0,48
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	78,6	79,6	80,1	78,5	78,4	78,5	77,9	79,0	79,3	79,0
Quecksilber (µg/kg)	350	480	474	357	540	457	310	399	494	544
Cadmium (µg/kg)	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Blei (µg/kg)	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)										
Hexachlorbenzol	0,030	0,027	0,020	0,030	0,034	0,013	0,024	0,029	0,017	0,022
α-HCH	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
β-HCH	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
γ-HCH	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
δ-HCH	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Summe HCH (ohne γ-HCH)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
p,p'-DDT	0,010	0,012	0,005	0,011	0,012	0,005	0,005	0,011	0,008	0,010
o,p'-DDT	0,008	0,008	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005	0,008	0,005	0,006
p,p'-DDE	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
o,p'-DDE	0,046	0,040	0,028	0,029	0,030	0,020	0,014	0,048	0,035	0,036
p,p'-DDD	0,051	0,040	0,028	0,042	0,041	0,020	0,015	0,043	0,028	0,030
o,p'-DDD	0,015	0,012	0,008	0,014	0,015	0,006	0,006	0,017	0,009	0,012
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,069	0,060	0,038	0,058	0,059	0,030	0,025	0,062	0,041	0,046
Heptachlor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Heptachlorepoxid	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Aldrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Isodrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Dieldrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Endrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Gesamt-Chlordan	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Oxychlordan	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Toxaphen Nr. 26	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Toxaphen Nr. 32	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Toxaphen Nr. 50	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Toxaphen Nr. 62	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Moschus-Xylol	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Moschus-Keton	0,015	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Bromocyclen	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Pentachloranisol	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Octachlorstyrol	0,010	0,008	0,006	0,008	0,009	0,005	0,006	0,010	0,008	0,008
PCB Nr. 28	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB Nr. 52	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB Nr. 101	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB Nr. 118	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB Nr. 138	0,011	0,009	0,006	0,010	0,010	0,006	0,006	0,011	0,009	0,009
PCB Nr. 153	0,016	0,014	0,011	0,019	0,019	0,010	0,010	0,020	0,015	0,015
PCB Nr. 170										
PCB Nr. 180	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB Nr. 194	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

5.4.4 Mecklenburg-Vorpommern

Die für die Untersuchungszwecke bestimmten Aale (n = 34) und Zander (n = 11) wurden im September 1994 in der Mittelelbe bei Strom-km 562 (Boizenburg/Barförde) mit Reusen und einem E-Fischfanggerät gefangen. Die Tiere wurden einzeln und ungeschlachtet in PE-Beuteln verpackt, beschriftet und bis zur Probenübergabe an die Untersuchungseinrichtung, das **Landesveterinär- und Lebensmitteluntersuchungsamt Rostock**, tiefgefroren in der Wassergütestelle Elbe zwischengelagert.

Bedingt durch die Art der Probenahme setzte sich das Aalkontingent aus Jungtieren, Gelbaalen und abwandernde Blankaalen des stromaufgelegenen Elbeeinzugsgebietes zusammen. Die Zander, die als standorttreue Fische einzustufen sind, stammen mit hoher Wahrscheinlichkeit aus der lokalen Gegend der Fangplätze.

5.4.4.1 **Untersuchungsergebnisse Aal** (Boizenburg/Barförde)

Die 34 Aalproben umfaßten Tiere einer **Länge von 43 bis 75 cm (Mittelwert = 55 cm)** und eines **Gewichtes von 64 bis 863 g (Mittelwert = 324 g)**. Der **prozentuale Fettgehalt** in der Muskulatur ist beim Aal im Vergleich zum Zander hoch; er schwankte **zwischen 3,8 und 23 % (Mittelwert = 11 %)**. Aale werden aus diesem Grunde zu den fettreichen Fischen gerechnet. Der **prozentuale Wassergehalt** in der Muskulatur aller untersuchten Tiere variierte **zwischen 55 und 78 % (Mittelwert = 70 %)**.

Die Analysenergebnisse sind am Ende der Ausführungen zu den Befunden Mecklenburg-Vorpommerns in Tab. 13.1 bis 13.3 zusammengestellt. Außerdem finden sich die Werte ausgewählter Meßgrößen graphisch aufgetragen neben den übrigen Befunden der anderen Elbeanrainerländer in den Abb. 19 bis 30 des Kap. 6. Dort läßt sich am besten die Belastungssituation im gesamten bundesdeutschen Längsprofil verfolgen.

5.4.4.1.1 Schwermetalle

Bestimmt wurden die Gehalte von Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd), Blei (Pb), Kupfer (Cu), Zink (Zn) und Arsen (As) im verzehrbaren Anteil (Filet, Muskulatur) der Tiere.

Die in der **Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988** festgesetzte Höchstmenge für Hg von 1,0 mg Hg/kg Frischsubstanz (FS) wurde in 21 Fällen der 34 Einzelproben überschritten. Der Mittelwert betrug 1,02 mg Hg/kg FS (Hg_{Min} = 0,26 mg Hg/kg FS, Hg_{Max} = 1,41 mg Hg/kg FS). Auch nach der Entscheidung 93/351 der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 - gilt in der Bundesrepublik Deutschland für Quecksilber im Aal ein Grenzwert von 1 mg Hg/kg FS, allerdings bei einer Mischprobe von mindestens 10 Tieren. **Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsbefunde wären rd. 2/3 aller Aale bezüglich ihrer Hg-Gehalte nicht vermarktungsfähig (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) gewesen.**

Für eine Bewertung der angetroffenen Cadmium- und Bleigehalte können die **Richtwerte des Bundesamtes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedi-**

zin (BgVV) herangezogen werden, die im Mai 1996 - und auch schon in früheren Jahren - im Bundesgesundheitblatt veröffentlicht wurden. Danach gilt für Cadmium ein Richtwert von 0,10 mg Cd/kg FS und für Blei ein Richtwert von 0,50 mg Pb/kg FS. Die Cadmiumgehalte betrugen im Mittel 0,006 mg Cd/kg FS (Cd_{Min} = 0,003 mg/kg FS, Cd_{Max} = 0,013 mg/kg FS). Beim Blei lagen über 50 % der Werte unter der analytischen Bestimmungsgrenze von BG = 0,026 mg Pb/kg FS. Pb_{Max} betrug 0,145 mg Pb/kg FS. **Bei allen untersuchten Aalen wurden folglich beide Richtwerte weder erreicht noch überschritten.** Die Mittelwerte der nicht-geregelten Elemente Kupfer und Zink betrugen Cu_{Mittel} = 1,07 mg/kg FS bez. Zn_{Mittel} = 20,9 mg/kg FS. Sämtliche Werte des ebenfalls nicht-geregelten Arsens unterschritten die analytische Bestimmungsgrenze von BG = 0,2 mg/kg FS.

5.4.4.1.2 Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe

Untersucht wurden die in der **Liste B der Rückstands-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 01.09.1994** aufgeführten Stoffe (zusätzlich die ungeregelten Toxaphen-Einzelkongenere Nr. 26, Nr. 32, Nr. 50 und Nr. 62) und Lindan der Liste A, die in der **Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988** aufgeführten Kongenere der polychlorierten Biphenyle (zusätzlich die nicht-geregelten PCB-Kongenere Nr. 118, Nr. 170 und Nr. 194) sowie die vom Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamt Neumünster des Landes Schleswig-Holstein aufgrund von vorliegenden Erfahrungen als **elberelevant** eingestuften, aber zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht geregelten Stoffe Octachlorstyrol und Pentachloranisol. Ebenfalls berücksichtigt wurden Moschus-Xylol, Moschus-Keton und Bromocyclen, also Verbindungen, die derzeit besonders im Blickfeld des öffentlichen Interesses stehen und wahrscheinlich schon bald - wie im Falle des Bromocyclens mittlerweile geschehen - eine gesetzliche Regelung erfahren werden.

Bezüglich der Bewertung der Untersuchungsbefunde nach der o. g. Rückstands-Höchstmengenverordnung ist beim Aal dessen relativ hoher Fettgehalt in der Muskulatur (Mittelwert = 11 %, s. o.) von Bedeutung. Die für die einzelnen Stoffe angeführten Höchstmengen beziehen sich auf das in der Muskulatur vorhandene Fett, nicht aber, wie beim fettarmen Zander, auf die Originalsubstanz (= Frischsubstanz). Dieser Regelung liegt folgender Gedanke zugrunde: Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß sich die hier angesprochenen Stoffe bei fettarmer Muskulatur in dem zur Verfügung stehenden Fettdepot stärker anreichern als in einem Fisch, dessen Muskulatur bereits von Natur aus einen hohen Fettanteil besitzt (z. B. Aal). Im Falle des Verzehrs eines Magerfisches relativieren sich dann die Schadstoffgehalte aufgrund dessen, daß nicht der hochbelastete geringe Fettanteil allein, sondern quasi in verdünnter Form mit dem Verzehr des Magerfilets aufgenommen wird. Beim Aal hingegen kann dessen hoher Fettgehalt in der Muskulatur bzw. die im Fett angereicherten Schadstoffe durchaus von Relevanz für den Verbraucher sein. Diese Erkenntnis hat zu der Entscheidung geführt, daß bei Fischen mit einem Fettgehalt größer 10 Gewichtshundertteilen - bezogen auf das Gesamtgewicht des Lebensmittels - Rückstandsuntersuchungen direkt im extrahierten Fett der Originalsubstanz durchzuführen sind.

Abweichend hiervon hat der Gesetzgeber für Heptachlor + Heptachlorepoxid, Endrin sowie Chlordan + Oxychlordan die jeweiligen Höchstmengen grundsätzlich auf die

Frischsubstanz bezogen. Ähnliches gilt auch für die PCBs: Nach der o. g. Schadstoff-Höchstmengenverordnung beziehen sich die angegebenen Höchstmengen ohne Einschränkung auf die Frischsubstanz der eßbaren Teile von Aal und Zander.

Nach den vorliegenden Ergebnissen waren von der Gesamtheit aller berücksichtigten Verbindungen im Fett der Muskulatur der 34 untersuchten Aale **nicht relevant** (alle Werte <BG; BG = 0,01 mg/kg Fett): Aldrin, Isodrin, Moschus-Xylol, Moschus-Keton und Pentachloranisol. Ebenfalls nicht relevant war trans-Heptachlorepoxid, bezogen auf die Frischsubstanz der Muskulatur (BG = 0,001 mg/kg **FS**).

Vereinzelt nachgewiesen (mehrere Werte ≥BG) wurde o,p'-DDT mit insgesamt zwei Positivbefunden in Höhe von 0,02 bzw. 0,52 mg/kg Fett. Der Nachweis von o,p'-DDE gelang lediglich einmal mit einem Wert, der genau der Bestimmungsgrenze entsprach. Heptachlor trat in den 34 untersuchten Aalproben ebenfalls nur einmal in Erscheinung mit einem Gehalt von 0,003 mg/kg **FS**. Dieldrin wurde in 33 der 34 untersuchten Aale mit Befunden oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze festgestellt. Die Werte schwankten zwischen 0,02 und 0,30 mg/kg Fett. Die zulässige Höchstmenge für Aldrin + Dieldrin beträgt 0,2 mg/kg Fett. Da Aldrin nicht in Erscheinung trat (alle Werte <BG, s. o.) kann nur mit Dieldrin allein ein Vergleich mit der Höchstmenge vorgenommen werden. Danach genügten zwei Aale nicht den Anforderungen. Allerdings waren die beiden Überschreitungen nur geringfügig. Bezüglich des Endrins ergaben sich zehn Positivbefunde (Werte zwischen 0,001 und 0,006 mg/kg **FS**). Eine Überschreitung der Höchstmenge nach RHmV vom 01.09.1994 (0,01 mg/kg **FS**) trat nicht auf. Beim Oxychlordan lagen alle Befunde bis auf zwei Ausnahmen über der Bestimmungsgrenze (Mittelwert = 0,006 mg/kg **FS**). Die für eine lebensmittelrechtliche Bewertung relevante Konzentration für Gesamt-Chlordan in Höhe von 0,01 mg/kg **FS** wurde mehrmals erreicht und leicht überschritten. Hinsichtlich der untersuchten Einzelkongenere des Toxaphens ergaben sich für die Nr. 32 ein Positivbefund (0,03 mg/kg Fett) und für die Nr. 62 insgesamt 28 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,16 mg/kg Fett. Die Kongenere Nr. 26 und Nr. 50 wurden regelmäßig nachgewiesen (s. u.). Für Bromocyclen wurden neun Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,03 mg/kg Fett festgestellt. Ebenfalls vereinzelt nachgewiesen wurden die PCB-Kongenere Nr. 28, Nr. 101 und Nr. 194. Im einzelnen betrachtet ergaben sich für das Kongener Nr. 28 insgesamt 17 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,002 und 0,015 mg/kg **FS**, für das Kongener Nr. 101 insgesamt 33 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,002 und 0,014 mg/kg **FS** und für das Kongener Nr. 194 insgesamt 31 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,001 und 0,015 mg/kg **FS**. Höchstmengenüberschreitungen der beiden geregelten PCB-Kongenere Nr. 28 und Nr. 101 (jeweils 0,2mg/kg **FS**) traten nicht auf.

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **ungeregelte bzw. nur nach Summenbildung nebeneinander geregelte Verbindungen**: α-HCH (Mittelwert = 0,27 mg/kg Fett), β-HCH (Mittelwert = 0,15 mg/kg Fett), δ-HCH (Mittelwert = 0,12 mg/kg Fett), p,p'-DDT (Mittelwert = 0,33 mg/kg Fett), p,p'-DDE (Mittelwert = 1,71 mg/kg Fett), p,p'-DDD (Mittelwert = 2,21 mg/kg Fett), o,p'-DDD (Mittelwert = 0,28 mg/kg Fett), Toxaphen-Kongener Nr. 26 (Mittelwert = 0,08 mg/kg Fett), Toxaphen-Kongener Nr. 50 (Mittelwert = 0,19 mg/kg Fett), Octachlorstyrol (Mittelwert = 0,33 mg/kg Fett), PCB Nr. 118 (Mittelwert = 0,22 mg/kg Fett) und PCB Nr. 170 (Mittelwert = 0,24 mg/kg Fett).

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **geregelte Verbindungen**: HCB, Lindan, HCH-Isomere außer Lindan, Gesamt-DDT und die PCB-Kongenere Nr. 52, Nr. 138, Nr. 153 und Nr. 180. Von diesen genannten Stoffen erreichten oder überschritten **nicht** die entsprechende Höchstmenge: Lindan (zulässige Höchstmenge = 1,0 mg/kg Fett; Mittelwert = 0,27 mg/kg Fett), PCB Nr. 52 (zulässige Höchstmenge = 0,2 mg/kg **FS**; Mittelwert = 0,020 mg/kg **FS**), PCB Nr. 138 (zulässige Höchstmenge = 0,3 mg/kg **FS**; Mittelwert = 0,087 mg/kg **FS**) und PCB Nr. 180 (zulässige Höchstmenge = 0,2 mg/kg **FS**; Mittelwert = 0,027 mg/kg **FS**).

Beim Vergleich der in den Aalen ermittelten Konzentrationen mit den in der Liste B der RHmV vom 01.09.1994 aufgeführten Höchstmengen ist festzustellen, daß bis auf zwei Ausnahmen alle HCB-Werte zum Teil bis um das 7fache den Höchstmengenwert von 0,5 mg/kg Fett überschritten (HCB_{Mittel} = 1,89 mg/kg Fett; HCB_{Min} = 0,08 mg/kg Fett; HCB_{Max} = 3,62 mg/kg Fett). Die Höchstmenge der summarischen Meßgröße HCH-Isomere außer Lindan, die nach der RHmV v. 01.09.1994 bei 0,5 mg/kg Fett liegt, wurde insgesamt 19mal erreicht oder überschritten. Der Mittelwert lag bei 0,53 mg/kg Fett (HCH-Isomere außer $Lindan_{Min}$ = 0,08 mg/kg Fett, HCH-Isomere außer $Lindan_{Max}$ = 1,26 mg/kg Fett). Erhebliche Überschreitungen traten auch bei Gesamt-DDT (Höchstmenge nach der RHmV v. 01.09.1994 = 5 mg/kg Fett) auf. Insgesamt 18 der untersuchten 34 Aale überschritten diesen Wert (Gesamt-DDT_{Mittel} = 5,01 mg/kg Fett, Gesamt-DDT_{Min} = 1,12 mg/kg Fett, Gesamt-DDT_{Max} = 10,43 mg/kg Fett). Die für das PCB Nr. 153 festgelegte Höchstmenge von 0,3 mg/kg FS (nach SHmV v. 23.03.1988) wurde lediglich in einem Tier mit einem Wert von 0,71 mg/kg FS überschritten.

Allein aus Sicht der organischen Mikroverunreinigungen wären somit fast alle der 34 untersuchten Aale des Fangplatzes Boizenburg/Barförde nicht vermarktungsfähig (gewerbliches Inverkehrbringen) gewesen.

5.4.4.2 Untersuchungsergebnisse Zander

Die Zanderproben umfaßten Tiere einer **Länge von 51 bis 72 cm (Mittelwert = 63 cm)** und eines **Gewichtes von 1.070 bis 4.000 g (Mittelwert = 2.600 g)**. Der **prozentuale Fettgehalt** in der Muskulatur ist beim Zander im Vergleich zum Aal gering; er schwankte **zwischen 0,3 und 0,5 % (Mittelwert = 0,4 %)**. Zander werden zu den fettarmen Fischen gerechnet. Der **prozentuale Wassergehalt** in der Muskulatur war bei allen untersuchten Tieren mit Werten **zwischen 73,7 und 80,0 %** sehr ähnlich **(Mittelwert = 78,3 %)**.

Die Analysenergebnisse sind am Ende der Ausführungen zu den Befunden Mecklenburg-Vorpommerns in Tab. 14 zusammengestellt. Außerdem finden sich die Werte ausgewählter Meßgrößen graphisch aufgetragen neben den übrigen Befunden der anderen Elbeanrainerländer in den Abb. 31 bis 39 des Kap. 6. Dort läßt sich am besten die Belastungssituation im gesamten bundesdeutschen Längsprofil verfolgen.

5.4.4.2.1 Schwermetalle

Bestimmt wurden die Gehalte von Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd), Blei (Pb), Kupfer (Cu), Zink (Zn) und Arsen (As) im verzehrbaren Anteil (Muskulatur) der Tiere.

Die in der Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988 festgesetzte Höchstmenge für Hg von 1,0 mg Hg/kg FS wurde in 10 der insgesamt 11 Proben überschritten. Der Mittelwert betrug 1,44 mg Hg/kg FS (Min = 0,99 mg Hg/kg FS, Max = 2,09 mg Hg/kg FS). Nach der Entscheidung 93/351 der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 - gilt für Quecksilber im Zander ein Grenzwert von 0,5 mg Hg/kg FS bei einer Mischprobe von mindestens 5 Tieren. Da sämtliche Einzelbefunde der untersuchten 11 Zander über diesem Grenzwert für eine Mischprobe lagen, wäre auch im Falle von Mischprobenuntersuchungen eine Überschreitung festgestellt worden. **Folglich wären alle untersuchten Zander wegen ihrer Hg-Gehalte in der Muskulatur nicht vermarktungsfähig (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) gewesen.**

Für eine Bewertung der angetroffenen Cadmium- und Bleigehalte können die **Richtwerte des Bundesamtes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin** (BgVV) herangezogen werden, die im Mai 1996 - und auch schon in früheren Jahren - im Bundesgesundheitblatt veröffentlicht wurden. Danach gilt für Cadmium ein Richtwert von 0,10 mg Cd/kg FS und für Blei ein Richtwert von 0,50 mg Pb/kg FS. **Bei allen untersuchten Zandern wurden beide Richtwerte weder erreicht noch überschritten.** Alle Cadmiumgehalte lagen unter der analytischen Bestimmungsgrenzen (BG) des untersuchenden Laboratoriums (BG Cadmium = 0,0025 mg Cd/kg FS). Hingegen wurde die BG für Blei (0,026 mg Pb/kg FS) in fünf Fällen überschritten, und zwar mit Werten, die zwischen 0,029 und 0,054 mg Pb/kg FS schwankten. Die Mittelwerte der nicht-geregelten Elemente Kupfer und Zink betrugen Cu_{Mittel} = 0,45 mg/kg FS bez. Zn_{Mittel} = 5,17 mg/kg FS. Sämtliche Werte des ebenfalls nicht-geregelten Arsens unterschritten die analytische Bestimmungsgrenze von BG = 0,2 mg/kg FS.

5.4.4.2.2 Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe

In den Zanderproben wurde dasselbe Spektrum von organischen Verbindungen untersucht wie in den Aalproben (vgl. Kap. 5.4.4.1.2).

Bezüglich der Bewertung der Untersuchungsbefunde nach der Rückstands-Höchstmengenverordnung ist beim Zander dessen geringer Fettgehalt in der Muskulatur (Mittelwert = 0,4 %, s. o.) von Bedeutung. Die für die einzelnen Stoffe angeführten Höchstmengen reduzieren sich im Falle des Zanders auf 1/10 der jeweiligen Werte; gleichzeitig sind sie aber auf die Originalsubstanz (= Frischsubstanz) zu beziehen. Dieser Regelung liegt folgender Gedanke zugrunde: Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß sich die hier angesprochenen Stoffe bei fettarmer Muskulatur in dem zur Verfügung stehenden Fettdepot stärker anreichern als in einem Fisch, dessen Muskulatur bereits von Natur aus einen hohen Fettanteil besitzt (z. B. Aal). Im Falle des Verzehrs eines Magerfisches relativieren sich dann die Schadstoffgehalte aufgrund dessen, daß nicht der hochbelastete geringe Fettanteil allein, sondern quasi in verdünnter Form mit dem Verzehr des Magerfilets aufgenommen wird. Diese Erkenntnis hat zu der

Entscheidung geführt, daß bei Fischen mit einem Fettgehalt bis zu 10 Gewichtshundertteilen - bezogen auf das Gesamtgewicht des Lebensmittels - Rückstandsuntersuchungen direkt an der Originalsubstanz durchzuführen sind.

Abweichend hiervon hat der Gesetzgeber für Heptachlor + Heptachlorepoxid, Endrin sowie Chlordan + Oxychlordan die jeweiligen Höchstmengen grundsätzlich auf die Frischsubstanz bezogen. Ähnliches gilt auch für die PCBs: Nach der o. g. Schadstoff-Höchstmengenverordnung beziehen sich die angegebenen Höchstmengen ohne Einschränkung auf die Frischsubstanz der eßbaren Teile von Aal und Zander.

Nach den vorliegenden Befunden lag die Mehrzahl der in den 11 Zandern untersuchten Verbindungen unter der jeweiligen analytischen Bestimmungsgrenze. Daher werden nachfolgend nur diejenigen Stoffe betrachtet, die aus analytischer Sicht relevant waren.

Vereinzelt nachgewiesen (mehrere Werte ≥BG) wurde o,p'-DDT mit insgesamt zwei Positivbefunden. Die Gehalte lagen mit 0,002 bzw. 0,004 mg/kg FS knapp oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze. Neun Positivbefunde ergaben sich für o,p'-DDD mit Werten zwischen 0,003 und 0,006 mg/kg FS. Die für das Toxaphen-Kongener Nr. 62 festgestellten Gehalte übertrafen in zwei Fällen (0,006 und 0,007 mg/kg FS) die analytische Bestimmungsgrenze. Für das ungeregelte PCB Nr. 118 wurden sieben Positivbefunde festgestellt, die einen Konzentrationsbereich von 0,001 bis 0,003 mg/kg FS aufwiesen. Das ungeregelte PCB Nr. 170 trat 9mal in Erscheinung mit Werten zwischen 0,002 und 0,008 mg/kg FS. Für das geregelte PCB Nr. 180 ergaben sich bei den 11 untersuchten Zandern insgesamt neun Positivbefunde, die mit Werten zwischen 0,002 und 0,007 mg/kg FS deutlich unter der Höchstmenge von 0,2 mg/kg FS lagen.

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **ungeregelte bzw. nur nach Summenbildung nebeneinander geregelte Verbindungen**: p,p'-DDE (Mittelwert = 0,020 mg/kg FS), p,p'-DDD (Mittelwert = 0,013 mg/kg FS), Toxaphen-Kongener Nr. 50 (Mittelwert = 0,003 mg/kg FS) und Octachlorstyrol (Mittelwert = 0,004 mg/kg FS).

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **geregelte Verbindungen**: HCB (zulässige Höchstmenge 0,05 mg/kg FS; Mittelwert = 0,011 mg/kg FS), Gesamt-DDT (zulässige Höchstmenge 0,5 mg/kg FS; Mittelwert = 0,040 mg/kg FS) sowie die PCB-Kongenere Nr. 52 (zulässige Höchstmenge 0,2 mg/kg FS; Mittelwert = 0,003 mg/kg FS), Nr. 138 und Nr. 153 (zulässige Höchstmenge jeweils 0,3 mg/kg FS; Mittelwert = 0,007 bzw. 0,009 mg/kg FS). In keinem Falle wurde die zulässige Höchstmenge dieser geregelten Kontaminanten erreicht oder überschritten.

Die festgestellten Konzentrationen der gesetzlich geregelten Stoffe wurden somit ohne Ausnahme unterschritten. Folglich wären bei alleiniger Betrachtung der geregelten organischen Mikroverunreinigungen alle untersuchten 11 Zander vermarktungsfähig (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) gewesen.

Tab. 13.1 Schadstoffe in Fischen 1994
Elbe bei Boizenburg/Barförde (Strom-km 562) Aal (*Anguilla anguilla*)

Labor-Nr.	2640	2641	2642	2643	2644	2645	2646	2647	2648	2649	2650	2651	2652	2653	2654
Datum der Probenentnahme	17.09.	17.09.	15.09.	15.09.	15.09.	17.09.	15.09.	17.09.	15.09.	15.09.	15.09.	17.09.	17.09.	17.09.	15.09.
Fangbeginn	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00
Fangende	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00
Länge (cm)	51	63	60	54	51	45	47	44	42	41	64	68	69	62	59
Gewicht (g)	253	530	383	317	216	160	182	188	134	125	443	529	538	476	324
Fettgehalt der Muskulatur (%)	21,1	12,3	18,8	12,6	3,8	4,8	6,1	6,5	14,8	6,5	14,0	19,2	18,4	13,1	7,2
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	58,2	72,0	62,8	69,3	75,3	78,0	73,5	74,7	66,4	77,0	63,5	59,6	62,0	69,8	73,5
Quecksilber (µg/kg)	1110	1190	1260	1190	1200	930	990	765	385	1060	1410	1210	960	1400	1140
Cadmium (µg/kg)	6	4	7	8	8,5	12	7	5,5	5	11	4,5	2,5	4	4,5	4
Blei (µg/kg)	<26	<26	<26	<26	35	<26	<26	<26	32	47	<26	<26	<26	<26	<26
bez. auf Muskulaturfett (mg/kg)															
Hexachlorbenzol	2,11	2,58	2,55	2,03	3,60	2,57	3,49	3,62	2,03	2,23	1,86	1,35	1,19	1,96	2,12
α-HCH	0,41	0,34	0,39	0,22	0,24	0,18	0,24	0,29	0,30	0,25	0,27	0,36	0,42	0,68	0,21
β-HCH	0,21	0,30	0,33	0,17	0,18	0,10	0,14	0,19	0,15	0,18	0,16	0,18	0,20	0,34	0,13
γ-HCH	0,76	0,38	0,39	0,26	0,34	0,20	0,28	0,34	0,33	0,26	0,28	0,30	0,34	0,56	0,16
δ-HCH	0,17	0,16	0,17	0,11	0,11	0,08	0,12	0,15	0,15	0,14	0,13	0,15	0,21	0,24	0,12
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,79	0,80	0,89	0,50	0,53	0,36	0,50	0,63	0,60	0,57	0,56	0,69	0,83	1,26	0,46
p,p'-DDT	0,31	0,24	0,42	0,24	0,32	0,60	0,46	0,58	0,19	0,30	0,26	0,17	0,17	0,34	0,45
o,p'-DDT	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
p,p'-DDE	0,79	2,32	2,04	1,58	2,79	2,27	3,09	3,23	0,68	2,12	1,96	1,49	1,30	2,57	1,49
o,p'-DDE	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
p,p'-DDD	1,63	2,77	2,23	2,12	3,47	3,56	5,23	3,75	1,66	2,50	2,26	1,36	1,36	2,55	1,50
o,p'-DDD	0,24	0,31	0,37	0,17	0,31	0,42	0,66	0,50	0,24	0,22	0,39	0,19	0,19	0,30	0,19
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	2,73	5,33	4,69	3,94	6,58	6,44	8,78	7,56	2,53	4,92	4,48	3,02	2,83	5,46	3,46
Heptachlor	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Heptachlorepoxid	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aldrin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Isodrin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dieldrin	0,05	0,06	0,07	0,06	0,14	0,15	0,30	0,21	0,11	0,13	0,15	0,09	0,08	0,15	0,09
Endrin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,02	0,03	<0,01
Gesamt-Chlordan	0,05	0,06	0,06	0,04	0,17	0,06	0,08	0,10	0,05	0,06	0,09	0,05	0,07	0,13	0,06
Oxychlordan	0,05	0,06	0,06	0,04	0,17	0,06	0,08	0,10	0,05	0,06	0,09	0,05	0,07	0,13	0,06
Toxaphen Nr. 26	0,04	0,14	0,08	0,12	0,23	0,20	0,48	0,25	0,13	0,13	0,04	0,02	0,08	0,04	0,02
Toxaphen Nr. 32	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Toxaphen Nr. 50	0,13	0,15	0,15	0,86	0,26	0,21	0,48	0,17	0,07	0,16	0,14	0,17	0,17	0,20	0,13
Toxaphen Nr. 62	0,06	<0,01	0,06	0,05	0,10	0,06	0,16	0,07	0,03	0,08	0,07	0,06	0,05	0,14	0,07
Moschus-Xylol	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Moschus-Keton	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bromocyclen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,03	<0,01
Pentachloranisol	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Octachlorstyrol	0,30	0,41	0,35	0,37	0,53	0,62	0,51	0,57	0,28	0,30	0,28	0,23	0,21	0,45	0,25
PCB Nr. 28	0,03	0,04	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	<0,01	0,02	0,09	<0,01
PCB Nr. 52	0,18	0,22	0,25	0,27	0,55	0,38	0,49	0,48	0,18	0,27	0,30	0,13	0,15	0,20	0,13
PCB Nr. 101	0,05	0,08	0,06	0,06	0,10	0,07	0,18	0,08	0,02	0,08	0,07	0,04	0,05	0,11	0,06
PCB Nr. 118	0,14	0,22	0,23	0,24	0,38	0,26	0,44	0,31	0,70	0,27	0,28	0,18	0,18	0,38	0,23
PCB Nr. 138	0,62	0,99	0,92	0,93	1,56	1,16	1,65	1,24	0,39	1,17	0,96	0,93	0,74	1,40	1,29
PCB Nr. 153	0,34	0,69	0,62	0,56	1,07	1,24	2,31	1,37	0,41	0,88	0,89	0,96	0,60	1,01	0,57
PCB Nr. 170	0,14	0,29	0,33	0,14	0,31	0,33	0,94	0,36	0,15	0,26	0,24	0,36	0,19	0,39	0,18
PCB Nr. 180	0,06	0,12	0,10	0,08	0,17	0,49	1,17	0,51	0,17	0,35	0,33	0,47	0,24	0,41	0,23
PCB Nr. 194	0,01	0,03	0,02	<0,01	0,03	0,03	0,10	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)															
Hexachlorbenzol	0,440	0,320	0,480	0,260	0,140	0,120	0,210	0,230	0,300	0,150	0,260	0,260	0,220	0,260	0,150
α-HCH	0,087	0,042	0,073	0,028	0,009	0,009	0,015	0,019	0,045	0,016	0,038	0,069	0,078	0,890	0,015
β-HCH	0,045	0,037	0,061	0,021	0,007	0,005	0,009	0,012	0,023	0,012	0,023	0,036	0,037	0,045	0,010
γ-HCH	0,160	0,047	0,073	0,034	0,013	0,010	0,017	0,022	0,048	0,017	0,039	0,057	0,063	0,074	0,012
δ-HCH	0,036	0,020	0,032	0,014	0,008	0,004	0,007	0,010	0,022	0,010	0,019	0,029	0,037	0,031	0,009
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,170	0,099	0,170	0,063	0,024	0,018	0,031	0,041	0,090	0,038	0,080	0,130	0,150	0,160	0,034
p,p'-DDT	0,064	0,030	0,079	0,030	0,012	0,029	0,028	0,038	0,028	0,020	0,036	0,032	0,031	0,045	0,035
o,p'-DDT	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
p,p'-DDE	0,210	0,280	0,380	0,200	0,110	0,110	0,190	0,210	0,100	0,140	0,280	0,290	0,240	0,340	0,110
o,p'-DDE	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
p,p'-DDD	0,340	0,340	0,420	0,270	0,130	0,170	0,320	0,240	0,240	0,160	0,320	0,260	0,250	0,330	0,110
o,p'-DDD	0,051	0,038	0,069	0,022	0,012	0,020	0,040	0,032	0,035	0,014	0,055	0,036	0,034	0,039	0,014
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,614	0,650	0,879	0,500	0,252	0,309	0,538	0,488	0,368	0,320	0,636	0,582	0,521	0,715	0,256
Heptachlor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Heptachlorepoxid	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Aldrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Isodrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Dieldrin	0,010	0,007	0,013	0,008	0,005	0,007	0,019	0,014	0,016	0,008	0,021	0,017	0,015	0,020	0,006
Endrin	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	0,002	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	0,004	0,005	<0,001
Gesamt-Chlordan	0,010	0,007	0,012	0,005	0,006	0,003	0,005	0,006	0,007	0,004	0,013	0,010	0,013	0,016	0,005
Oxychlordan	0,010	0,007	0,012	0,005	0,006	0,003	0,005	0,006	0,007	0,004	0,013	0,010	0,013	0,016	0,005
Toxaphen Nr. 26	0,008	0,017	0,015	0,015	0,009	0,009	0,029	0,016	0,019	0,008	0,006	0,004	0,015	0,005	0,001
Toxaphen Nr. 32	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Toxaphen Nr. 50	0,027	0,019	0,027	0,110	0,010	0,010	0,029	0,011	0,011	0,012	0,020	0,033	0,031	0,026	0,009
Toxaphen Nr. 62	0,012	<0,001	0,011	0,006	0,004	0,003	0,010	0,005	0,004	0,006	0,009	0,012	0,008	0,018	0,005
Moschus-Xylol	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Moschus-Keton	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Bromocyclen	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,003	<0,001
Pentachloranisol	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Octachlorstyrol	0,064	0,044	0,065	0,047	0,020	0,030	0,031	0,037	0,041	0,020	0,040	0,043	0,038	0,059	0,018
PCB Nr. 28	0,006	0,005	0,007	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,008	<0,001	0,003	0,012	<0,001
PCB Nr. 52	0,038	0,027	0,047	0,035	0,021	0,018	0,030	0,031	0,027	0,018	0,042	0,020	0,028	0,026	0,010
PCB Nr. 101	0,010	0,010	0,011	0,008	0,004	0,003	0,011	0,005	0,003	0,005	0,010	0,007	0,010	0,014	0,004
PCB Nr. 118	0,029	0,027	0,043	0,031	0,014	0,012	0,027	0,020	0,100	0,018	0,040	0,034	0,033	0,049	0,017
PCB Nr. 138	0,130	0,120	0,170	0,120	0,059	0,055	0,100	0,080	0,058	0,076	0,140	0,180	0,140	0,180	0,094
PCB Nr. 153	0,072	0,084	0,120	0,710	0,041	0,059	0,140	0,088	0,061	0,058	0,130	0,180	0,110	0,130	0,041
PCB Nr. 170	0,030	0,036	0,062	0,019	0,012	0,016	0,057	0,024	0,022	0,017	0,034	0,069	0,035	0,050	0,013
PCB Nr. 180	0,012	0,015	0,019	0,012	0,006	0,023	0,071	0,033	0,026	0,023	0,047	0,091	0,044	0,054	0,017
PCB Nr. 194	0,003	0,003	0,004	<0,001	0,001	0,001	0,006	0,002	0,002	0,001	0,003	0,010	0,003	0,004	0,001

Tab. 13.2 Schadstoffe in Fischen 1994
Elbe bei Boizenburg/Barförde (Strom-km 562) Aal (*Anguilla anguilla*)

Labor-Nr.	2655	2656	2657	2658	2659	2660	2661	2662	2663	2664	2665	2666	2667	2668	2669
Datum der Probenentnahme	17.09.	15.09.	15.09.	17.09.	17.09.	15.09.	17.09.	17.09.	17.09.	15.09.	15.09.	17.09.	17.09.	17.09.	17.09.
Fangbeginn	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00
Fangende	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00
Länge (cm)	45	56	46	43	52	34	69,5	75	58	64	63	55	65	59	49
Gewicht (g)	140	284	186	190	230	64	596	863	393	427	480	331	480	383	220
Fettgehalt der Muskulatur (%)	4,3	6,0	6,4	4,7	3,9	10,7	12,2	21,0	23,4	12,8	13,2	20,4	10,2	6,2	7,4
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	74,0	74,3	75,0	75,5	76,0	70,5	68,4	59,5	55,0	66,8	64,8	62,0	72,2	75,5	70,0
Quecksilber (µg/kg)	1020	945	985	835	1010	455	1190	1330	255	1110	1300	320	1190	985	1050
Cadmium (µg/kg)	7,5	3,5	6,5	4,5	8,5	13	4	4	3,5	6	3	3,5	6,5	3,5	6
Blei (µg/kg)	<26	<26	46	28	50	145	<26	<26	<26	<26	40	<26	50	35	51
bez. auf Muskulaturfett (mg/kg)															
Hexachlorbenzol	2,48	2,28	1,08	2,14	2,72	1,00	1,22	1,48	0,21	1,01	1,07	0,08	1,93	2,25	1,78
α-HCH	0,22	0,23	0,19	0,20	0,21	0,21	0,25	0,32	0,26	0,26	0,18	0,06	0,26	0,22	0,23
β-HCH	0,12	0,15	0,11	0,11	0,13	0,08	0,11	0,13	0,07	0,12	0,11	0,01	0,12	0,12	0,10
γ-HCH	0,21	0,23	0,16	0,21	0,23	0,22	0,18	0,26	0,23	0,20	0,15	0,07	0,16	0,22	0,22
δ-HCH	0,11	0,12	0,11	0,09	0,10	0,10	0,11	0,13	0,10	0,13	0,08	0,01	0,12	0,11	0,09
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,45	0,50	0,41	0,40	0,44	0,39	0,47	0,58	0,33	0,51	0,37	0,08	0,50	0,45	0,42
p,p'-DDT	1,18	0,85	0,66	0,62	0,50	0,17	0,14	0,16	0,09	0,20	0,15	0,12	0,14	0,20	0,20
o,p'-DDT	0,52	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
p,p'-DDE	2,29	1,10	1,95	1,85	2,75	0,52	1,23	1,23	0,43	0,81	0,96	0,43	0,90	2,39	1,74
o,p'-DDE	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
p,p'-DDD	2,02	2,41	2,09	3,28	3,51	1,20	1,65	1,17	0,54	1,38	0,92	0,42	1,45	2,55	1,98
o,p'-DDD	0,29	0,30	0,23	0,35	0,39	0,23	0,21	0,28	0,06	0,16	0,15	0,05	0,14	0,30	0,27
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	6,01	4,36	4,70	5,75	6,76	1,89	3,02	2,56	1,06	2,39	2,03	0,97	2,49	5,14	3,92
Heptachlor	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Heptachlorepoxid	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aldrin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Isodrin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dieldrin	0,16	0,15	0,14	0,15	0,15	<0,01	0,07	0,12	0,04	0,07	0,06	0,02	0,06	0,10	0,09
Endrin	<0,01	0,06	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Gesamt-Chlordan	0,08	<0,01	0,05	0,07	0,08	0,04	0,05	0,07	0,03	0,06	0,05	<0,01	0,05	0,07	0,06
Oxychlordan	0,08	<0,01	0,05	0,07	0,08	0,04	0,05	0,07	0,03	0,06	0,05	<0,01	0,05	0,07	0,06
Toxaphen Nr. 26	0,02	0,06	0,03	0,04	0,10	0,08	0,02	0,05	0,03	0,04	0,02	0,02	0,01	0,05	0,03
Toxaphen Nr. 32	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Toxaphen Nr. 50	0,18	0,23	0,15	0,19	0,33	0,09	0,23	0,08	0,04	0,10	0,10	0,03	0,11	0,18	0,16
Toxaphen Nr. 62	0,13	0,10	0,07	<0,01	0,04	0,02	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,02	0,01	0,01
Moschus-Xylol	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Moschus-Keton	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bromocyclen	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,02	0,02
Pentachloranisol	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Octachlorstyrol	0,37	0,45	0,33	0,05	0,59	0,15	0,30	0,20	0,03	0,21	0,18	0,02	0,24	0,41	0,40
PCB Nr. 28	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,02	0,03	<0,01	0,02	0,02	<0,01	0,02	0,08	0,05
PCB Nr. 52	0,20	0,23	0,18	0,22	0,26	0,07	0,13	0,15	0,02	0,12	0,09	0,02	0,11	0,27	0,20
PCB Nr. 101	0,06	0,60	0,06	0,06	0,10	0,02	0,03	0,03	0,01	0,06	0,03	0,01	0,04	0,09	0,05
PCB Nr. 118	0,37	0,30	0,24	0,22	0,32	0,11	0,19	0,14	0,05	0,12	0,12	0,02	0,13	0,04	0,06
PCB Nr. 138	1,78	1,88	1,41	1,02	1,49	0,40	0,57	0,54	0,21	0,55	0,54	0,13	0,54	0,93	0,72
PCB Nr. 153	0,98	0,85	0,78	0,95	1,13	0,41	0,52	0,53	0,13	0,37	0,43	0,13	0,44	1,04	0,84
PCB Nr. 170	0,37	0,32	0,19	0,41	0,37	0,13	0,14	0,13	0,02	0,10	0,10	0,03	0,10	0,23	0,19
PCB Nr. 180	0,47	0,36	0,32	0,34	0,49	0,18	0,24	0,20	0,04	0,15	0,16	0,04	0,17	0,41	0,32
PCB Nr. 194	0,04	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,03	0,02
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)															
Hexachlorbenzol	0,110	0,140	0,050	0,100	0,110	0,110	0,150	0,310	0,050	0,130	0,140	0,008	0,200	0,140	0,130
α-HCH	0,010	0,014	0,009	0,010	0,008	0,022	0,031	0,066	0,061	0,033	0,024	0,006	0,026	0,014	0,017
β-HCH	0,005	0,009	0,005	0,005	0,005	0,009	0,013	0,028	0,016	0,015	0,015	0,001	0,012	0,008	0,008
γ-HCH	0,009	0,014	0,008	0,010	0,009	0,023	0,022	0,054	0,053	0,026	0,020	0,007	0,017	0,013	0,015
δ-HCH	0,005	0,008	0,005	0,004	0,004	0,011	0,013	0,027	0,023	0,017	0,011	0,001	0,012	0,007	0,007
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,020	0,031	0,019	0,019	0,017	0,042	0,057	0,120	0,100	0,065	0,050	0,008	0,050	0,029	0,032
p,p'-DDT	0,051	0,051	0,031	0,029	0,020	0,180	0,018	0,033	0,021	0,025	0,019	0,012	0,014	0,012	0,015
o,p'-DDT	0,023	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
p,p'-DDE	0,099	0,070	0,091	0,086	0,110	0,053	0,150	0,260	0,100	0,100	0,130	0,044	0,092	0,150	0,130
o,p'-DDE	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
p,p'-DDD	0,087	0,140	0,097	0,160	0,140	0,130	0,200	0,240	0,130	0,180	0,120	0,043	0,150	0,160	0,150
o,p'-DDD	0,012	0,018	0,011	0,017	0,015	0,024	0,025	0,058	0,014	0,021	0,020	0,005	0,014	0,019	0,020
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,260	0,261	0,219	0,275	0,270	0,363	0,368	0,533	0,251	0,305	0,269	0,099	0,256	0,322	0,295
Heptachlor	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Heptachlorepoxid	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Aldrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Isodrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Dieldrin	0,007	0,009	0,006	0,007	0,006	<0,001	0,009	0,025	0,009	0,010	0,008	0,002	0,007	0,007	0,007
Endrin	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Gesamt-Chlordan	0,003	<0,001	0,002	0,003	0,003	0,005	0,006	0,014	0,007	0,008	0,006	<0,001	0,005	0,004	0,004
Oxychlordan	0,003	<0,001	0,002	0,003	0,003	0,005	0,006	0,014	0,007	0,008	0,006	<0,001	0,005	0,004	0,004
Toxaphen Nr. 26	<0,001	0,003	0,002	0,002	0,004	0,009	0,002	0,010	0,007	0,005	0,003	0,002	0,001	0,003	0,002
Toxaphen Nr. 32	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Toxaphen Nr. 50	0,008	0,014	0,007	0,009	0,013	0,009	0,029	0,017	0,010	0,012	0,013	0,003	0,012	0,011	0,012
Toxaphen Nr. 62	0,006	0,006	0,003	<0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	<0,001	0,002	0,002	<0,001	0,002	<0,001	0,001
Moschus-Xylol	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Moschus-Keton	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Bromocyclen	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	0,001
Pentachloranisol	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Octachlorstyrol	0,016	0,027	0,015	0,022	0,023	0,017	0,036	0,041	0,006	0,026	0,024	0,002	0,025	0,026	0,030
PCB Nr. 28	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	0,003	0,007	<0,001	0,002	0,002	<0,001	0,002	0,005	0,004
PCB Nr. 52	0,009	0,014	0,008	0,010	0,010	0,007	0,016	0,030	0,004	0,015	0,012	0,002	0,012	0,017	0,015
PCB Nr. 101	0,003	0,004	0,003	0,003	0,004	0,002	0,004	0,005	0,002	0,008	0,004	<0,001	0,004	0,006	0,004
PCB Nr. 118	0,016	0,018	0,011	0,010	0,013	0,012	0,024	0,030	0,012	0,015	0,016	0,002	0,013	0,003	0,004
PCB Nr. 138	0,077	0,110	0,066	0,048	0,058	0,043	0,070	0,110	0,048	0,071	0,071	0,014	0,056	0,058	0,054
PCB Nr. 153	0,042	0,051	0,036	0,044	0,044	0,044	0,064	0,110	0,030	0,048	0,056	0,013	0,045	0,065	0,063
PCB Nr. 170	0,016	0,019	0,009	0,019	0,015	0,014	0,017	0,280	0,005	0,013	0,013	0,003	0,010	0,014	0,014
PCB Nr. 180	0,020	0,022	0,015	0,019	0,019	0,020	0,029	0,042	0,009	0,020	0,022	0,004	0,018	0,026	0,024
PCB Nr. 194	0,015	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	<0,001	0,002	0,001	<0,001	0,001	0,002	0,002

Tab. 13.3 Schadstoffe in Fischen 1994
Elbe bei Boizenburg/Barförde (Strom-km 562) Aal (*Anguilla anguilla*)

Labor-Nr.	2670	2671	2672	2673
Datum der Probenentnahme	17.09.	17.09.	17.09.	15.09.
Fangbeginn	9:00	9:00	9:00	9:00
Fangende	17:00	17:00	17:00	17:00
Länge (cm)	50	52	51	50
Gewicht (g)	303	262	193	184
Fettgehalt der Muskulatur (%)	7,2	5,6	4,0	20,9
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	74,6	75,8	76,8	59,0
Quecksilber (µg/kg)	1020	1170	890	1340
Cadmium (µg/kg)	3,5	6,0	5,0	3,0
Blei (µg/kg)	<26	34	48	64
bez. auf Muskulaturfett (mg/kg)				
Hexachlorbenzol	1,56	0,94	2,34	1,56
α-HCH	0,19	0,19	0,21	0,37
β-HCH	0,11	0,12	0,13	0,16
γ-HCH	0,22	0,23	0,21	0,31
δ-HCH	0,09	0,10	0,11	0,12
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,39	0,41	0,45	0,65
p,p'-DDT	0,22	0,27	0,22	0,22
o,p'-DDT	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
p,p'-DDE	2,21	2,66	2,25	0,78
o,p'-DDE	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
p,p'-DDD	2,40	3,45	3,52	1,11
o,p'-DDD	0,30	0,41	0,41	0,19
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	4,83	6,38	5,99	2,11
Heptachlor	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Heptachlorepoxid	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aldrin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Isodrin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dieldrin	0,09	0,13	0,14	0,07
Endrin	0,01	0,04	0,02	0,03
Gesamt-Chlordan	0,06	0,07	0,07	0,07
Oxychlordan	0,06	0,07	0,07	0,07
Toxaphen Nr. 26	0,03	0,07	0,05	0,01
Toxaphen Nr. 32	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Toxaphen Nr. 50	0,16	0,23	0,22	0,14
Toxaphen Nr. 62	<0,01	0,01	<0,01	0,01
Moschus-Xylol	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Moschus-Keton	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bromocyclen	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
Pentachloranisol	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Octachlorstyrol	0,29	0,60	0,56	0,28
PCB Nr. 28	0,05	<0,01	0,04	0,07
PCB Nr. 52	0,28	0,33	0,33	0,18
PCB Nr. 101	0,07	0,09	0,07	0,04
PCB Nr. 118	0,05	0,29	0,25	0,16
PCB Nr. 138	1,01	1,19	1,21	0,54
PCB Nr. 153	0,95	1,06	1,01	0,51
PCB Nr. 170	0,22	0,24	0,27	0,11
PCB Nr. 180	0,36	0,38	0,40	0,19
PCB Nr. 194	0,02	0,03	0,03	0,01
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)				
Hexachlorbenzol	0,110	0,053	0,095	0,330
α-HCH	0,014	0,011	0,008	0,077
β-HCH	0,008	0,007	0,005	0,033
γ-HCH	0,015	0,013	0,008	0,065
δ-HCH	0,007	0,006	0,004	0,025
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,029	0,024	0,017	0,140
p,p'-DDT	0,016	0,015	0,009	0,046
o,p'-DDT	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
p,p'-DDE	0,160	0,150	0,091	0,160
o,p'-DDE	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
p,p'-DDD	0,170	0,190	0,140	0,230
o,p'-DDD	0,022	0,023	0,017	0,040
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,346	0,355	0,240	0,436
Heptachlor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Heptachlorepoxid	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Aldrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Isodrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Dieldrin	0,006	0,007	0,006	0,014
Endrin	0,001	0,003	<0,001	0,006
Gesamt-Chlordan	0,005	0,004	0,003	0,014
Oxychlordan	0,005	0,004	0,003	0,014
Toxaphen Nr. 26	0,002	0,004	0,002	0,003
Toxaphen Nr. 32	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
Toxaphen Nr. 50	0,012	0,013	0,009	0,029
Toxaphen Nr. 62	<0,001	<0,001	<0,001	0,003
Moschus-Xylol	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Moschus-Keton	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Bromocyclen	<0,001	<0,001	<0,001	0,004
Pentachloranisol	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Octachlorstyrol	0,021	0,034	0,023	0,059
PCB Nr. 28	0,004	<0,001	0,002	0,015
PCB Nr. 52	0,020	0,018	0,013	0,037
PCB Nr. 101	0,005	0,005	0,003	0,008
PCB Nr. 118	0,004	0,016	0,010	0,033
PCB Nr. 138	0,073	0,067	0,049	0,110
PCB Nr. 153	0,068	0,060	0,041	0,110
PCB Nr. 170	0,016	0,014	0,011	0,024
PCB Nr. 180	0,026	0,020	0,016	0,040
PCB Nr. 194	0,002	0,002	0,001	0,003

Tab. 14 Schadstoffe in Fischen **1994**

Elbe bei Boizenburg/Barförde (Strom-km 562) **Zander (*Stizostedion lucioperca*)**

Labor-Nr.	3497	3498	3499	3500	3501	3502	3503	3504	3505	3506	3508
Datum der Probenentnahme	17.09.	16.09.	17.09.	17.09.	17.09.	17.09.	17.09.	17.09.	16.09.	17.09.	16.09.
Fangbeginn	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00
Fangende	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00
Länge (cm)	70	62	69	72	57	55	65	72	63	59	51
Gewicht (g)	3450	2400	3750	3350	1800	1600	2800	4000	2300	2050	1070
Fettgehalt der Muskulatur (%)	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	78,4	79,0	79,0	79,2	73,7	78,8	78,7	78,8	79,6	80,0	76,3
Quecksilber (µg/kg)	2090	1410	1570	1800	1750	1080	985	1730	1090	1030	1310
Cadmium (µg/kg)	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
Blei (µg/kg)	<26	<26	37	<26	30	54	<26	29	<26	<26	33
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)											
Hexachlorbenzol	0,011	0,012	0,010	0,010	0,011	0,010	0,013	0,013	0,012	0,008	0,016
α-HCH	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
β-HCH	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
γ-HCH	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
δ-HCH	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Summe HCH (ohne γ-HCH)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
p,p'-DDT	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
o,p'-DDT	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,004
p,p'-DDE	0,020	0,010	0,010	0,020	0,014	0,092	0,012	0,017	0,009	0,006	0,008
o,p'-DDE	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
p,p'-DDD	0,020	0,010	0,012	0,018	0,014	0,012	0,012	0,016	0,009	0,009	0,012
o,p'-DDD	<0,001	0,004	0,004	0,006	0,005	0,005	0,004	0,005	<0,001	0,004	0,006
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,040	0,020	0,022	0,040	0,028	0,104	0,024	0,033	0,018	0,015	0,024
Heptachlor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Heptachlorepoxid	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Aldrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Isodrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Dieldrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Endrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Gesamt-Chlordan	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Oxychlordan	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Toxaphen Nr. 26	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Toxaphen Nr. 32	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Toxaphen Nr. 50	0,003	0,001	0,002	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004	0,002	0,001	0,002
Toxaphen Nr. 62	<0,001	0,007	0,006	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Moschus-Xylol	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Moschus-Keton	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Bromocyclen	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Pentachloranisol	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Octachlorstyrol	0,005	0,003	0,003	0,005	0,004	0,004	0,004	0,005	0,003	0,003	0,005
PCB Nr. 28	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB Nr. 52	0,004	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,001	0,003	0,002	0,003	0,003
PCB Nr. 101	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB Nr. 118	0,002	0,001	0,001	0,003	0,002	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
PCB Nr. 138	0,009	0,006	0,007	0,011	0,009	0,006	0,005	0,008	0,004	0,004	0,005
PCB Nr. 153	0,014	0,006	0,007	0,016	0,013	0,009	0,007	0,012	0,006	0,006	0,008
PCB Nr. 170	0,004	<0,001	<0,001	0,004	0,002	0,004	0,008	0,003	0,005	0,004	0,005
PCB Nr. 180	0,006	<0,001	<0,001	0,007	0,005	0,004	0,003	0,005	0,003	0,002	0,003
PCB Nr. 194	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

5.4.5 Hamburg

Die für die Untersuchungszwecke bestimmten Aale (n = 30) und Zander (n = 20) wurden Ende April / Anfang Mai 1994 im Hamburger Hafen gefangen. Die Aale entstammen Reusenfängen bei Moorburg (Süderelbe, Strom-km 618), die Zander wurden mit einem Grundschleppnetz aus dem Dradenauhafen entnommen. Die Tiere wurden einzeln und ungeschlachtet in PE-Beuteln verpackt, beschriftet und bis zur Probenübergabe an die Untersuchungseinrichtung, das **Hygienische Institut - Chemische und Lebensmitteluntersuchungsanstalt - der Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales, Freie und Hansestadt Hamburg**, tiefgefroren in der Wassergütestelle Elbe zwischengelagert.

Bedingt durch die Art der Probenahme setzte sich das Aalkontingent aus Jungtieren, Gelbaalen und wenigen abwandernden Blankaalen zusammen. Die Zander, die als standorttreue Fische einzustufen sind, stammen aus der lokalen Gegend des Fangplatzes.

5.4.5.1 Untersuchungsergebnisse Aal (Moorburg)

Die 30 Aalproben umfaßten Tiere einer **Länge von 36 bis 67 cm (Mittelwert = 46 cm)** und eines **Gewichtes von 75 bis 440 g (Mittelwert = 192 g)**. Der **prozentuale Fettgehalt** in der Muskulatur ist beim Aal im Vergleich zum Zander hoch; er schwankte bei den Tieren des Fangplatzes Moorburg **zwischen >9,8 und 17 % (Mittelwert = 15 %)**. Aale werden aus diesem Grunde zu den fettreichen Fischen gerechnet.

Die Angaben zum Fettgehalt beziehen sich auf Ergebnisse von 5 Mischproben (mit je fünf bis sieben Tieren) und einem Individuum. Die Zusammenstellung der Mischproben erfolgte nach Gewichtsklassen, die nach Sichtung des Gesamtmaterials festgelegt worden waren.

Die Analysenergebnisse sind am Ende der Ausführungen zu den hamburgischen Befunden in Tab. 15 zusammengestellt. Außerdem finden sich die Werte ausgewählter Meßgrößen graphisch aufgetragen neben den übrigen Befunden der anderen Elbeanrainerländer in den Abb. 19 bis 30 des Kap. 6. Dort läßt sich am besten die Belastungssituation im gesamten bundesdeutschen Längsprofil verfolgen.

5.4.5.1.1 Schwermetalle

Bestimmt wurden die Gehalte von Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd) und Blei (Pb) im verzehrbaren Anteil (Muskulatur) der Tiere. Die nachfolgenden Angaben zu den Elementgehalten beziehen sich wie beim Fettgehalt (s. o.) auf Ergebnisse von 5 Mischproben (mit je fünf bis sieben Tieren) und einem Individuum. Bei der statistischen Betrachtung der Werte (Min, Mittel, Max) wurden die für die einzelnen Mischproben ermittelten Gehalte mit der entsprechenden Anzahl der jeweils in den einzelnen Mischproben vereinten Tiere gewichtet.

Die in der **Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988** festgesetzte Höchstmenge für Hg von 1,0 mg Hg/kg Frischsubstanz (FS), die sich auf das Individuum bezieht, wurde in der Einzelprobe und in drei der fünf Mischproben überschritten. Dabei ist zu berücksichtigen, daß sich in den Mischproben, die die Höchstmenge überschritten, auch Individuen mit geringeren Gehalten befunden haben können. Der gewichtete Mittelwert aus allen untersuchten Proben betrug 1,09 mg Hg/kg FS (Min = 0,80 mg Hg/kg FS, Max = 1,51 mg Hg/kg FS). Auch nach der Entscheidung 93/351 der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 - gilt in der Bundesrepublik Deutschland für Quecksilber im Aal ein Grenzwert von 1 mg Hg/kg FS, allerdings bei einer Mischprobe von mindestens 10 Tieren. **Aufgrund der vorliegenden Befunde läßt sich pauschal aussagen, daß mit hoher Wahrscheinlichkeit mehr als 50 % der in die Untersuchung eingegangenen 30 Tiere bezüglich ihrer Hg-Gehalte nicht vermarktungsfähig (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) gewesen wären.**

Für eine Bewertung der angetroffenen Cadmium- und Bleigehalte können die **Richtwerte des Bundesamtes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin** (BgVV) herangezogen werden, die im Mai 1996 - und auch schon in früheren Jahren - im Bundesgesundheitblatt veröffentlicht wurden. Danach gilt für das Element Cadmium ein Richtwert von 0,10 mg Cd/kg FS und für das Element Blei ein Richtwert von 0,50 mg Pb/kg FS. **Bei allen untersuchten Proben wurden beide Richtwerte weder erreicht noch überschritten.** Die Cd-Gehalte lagen im gewichteten Mittel aller untersuchten Proben bei 0,012 mg Cd/kg FS. Der Cd_{Min}-Wert betrug 0,004 mg Cd/kg FS, der Cd_{Max}-Wert 0,018 mg Cd/kg FS. Die entsprechenden Werte beliefen sich bei Blei auf Pb_{Mittel} = 0,09 mg/kg FS, bzw. auf Pb_{Min} = < 0,01 mg/kg FS und Pb_{Max} = 0,19 mg/kg FS. Aufgrund der Distanz zwischen den ermittelten Gehalten und den Richtwerten erscheint es wahrscheinlich, daß auch kein Einzeltier der Mischproben zu Beanstandungen geführt hätte.

5.4.5.1.2 Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe

Untersucht wurden die in der **Liste B der Rückstands-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 01.09.1994** aufgeführten Stoffe (ohne Gesamt-Toxaphen und ohneToxaphen-Einzelkongenere) und Lindan der Liste A, die in der **Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988** aufgeführten Kongenere der polychlorierten Biphenyle (zusätzlich die nicht-geregelten PCB-Kongenere Nr. 118, Nr. 170 und Nr. 194) sowie die vom Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamt Neumünster des Landes Schleswig-Holstein aufgrund von vorliegenden Erfahrungen als **elberelevant** eingestuften, aber zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht geregelten Stoffe Octachlorstyrol und Pentachloranisol. Ebenfalls berücksichtigt wurden Moschus-Xylol, Moschus-Keton und Bromocyclen, also Verbindungen, die derzeit besonders im Blickfeld des öffentlichen Interesses stehen und wahrscheinlich schon bald - wie im Falle des Bromocyclens mittlerweile geschehen - eine gesetzliche Regelung erfahren werden.

Bezüglich der Bewertung der Untersuchungsbefunde nach der o. g. Rückstands-Höchstmengenverordnung ist beim Aal dessen hoher Fettgehalt in der Muskulatur (Mittelwert = 15 %, s. o.) von Bedeutung. Die für die einzelnen Stoffe angeführten Höchstmengen beziehen sich auf das in der Muskulatur vorhandene Fett, nicht aber,

wie beim fettarmen Zander, auf die Originalsubstanz (= Frischsubstanz). Dieser Regelung liegt folgender Gedanke zugrunde: Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß sich die hier angesprochenen Stoffe bei fettarmer Muskulatur in dem zur Verfügung stehenden Fettdepot stärker anreichern als in einem Fisch, dessen Muskulatur bereits von Natur aus einen hohen Fettanteil besitzt (z. B. Aal). Im Falle des Verzehrs eines Magerfisches relativieren sich dann die Schadstoffgehalte aufgrund dessen, daß nicht der hochbelastete geringe Fettanteil allein, sondern quasi in verdünnter Form mit dem Verzehr des Magerfilets aufgenommen wird. Beim Aal hingegen kann dessen hoher Fettgehalt in der Muskulatur bzw. die im Fett angereicherten Schadstoffe durchaus von Relevanz für den Verbraucher sein. Diese Erkenntnis hat zu der Entscheidung geführt, daß bei Fischen mit einem Fettgehalt größer 10 Gewichtshundertteilen - bezogen auf das Gesamtgewicht des Lebensmittels - Rückstandsuntersuchungen direkt im extrahierten Fett der Originalsubstanz durchzuführen sind.

Abweichend hiervon hat der Gesetzgeber für Heptachlor + Heptachlorepoxid, Endrin sowie Chlordan + Oxychlordan die jeweiligen Höchstmengen grundsätzlich auf die Frischsubstanz bezogen. Ähnliches gilt auch für die PCBs: Nach der o. g. Schadstoff-Höchstmengenverordnung beziehen sich die angegebenen Höchstmengen ohne Einschränkung auf die Frischsubstanz der eßbaren Teile von Aal und Zander.

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen waren folgende Stoffe im Fett der Muskulatur der 30 untersuchten Aale (fünf Mischproben, ein Einzeltier) **nicht** relevant (Werte n. n.): δ-HCH, o,p'-DDE, o,p'-DDD, o,p'-DDT, Heptachlor, Heptachlorepoxid, Aldrin, Isodrin, Dieldrin, Endrin, Chlordan, Oxychlordan, PCB Nr. 28, Nr. 170, Nr. 194 und Pentachloranisol.

Vereinzelt nachgewiesen (mehrere Werte ≥BG) wurde α-HCH in zwei Mischproben der sechs Proben (fünf Mischproben mit je fünf bis sieben Tieren und ein Einzeltier) mit Werten von 0,080 mg/kg Fett bzw. 0,111 mg/kg Fett. In denselben Mischproben fand sich auch β-HCH mit Gehalten von 0,121 mg/kg Fett bzw. 0,093 mg/kg Fett und γ-HCH (Lindan) mit 0,100 mg/kg Fett bzw. 0,085 mg/kg Fett. Entsprechende Nachweise gab es folglich für HCH-Isomere außer Lindan. p,p'-DDT überschritt sowohl in zwei der fünf Mischproben als auch in der Einzelprobe die Bestimmungsgrenze mit Werten von 0,180 mg/kg Fett, 0,390 mg/kg Fett bzw. 0,224 mg/kg Fett.

Alle übrigen Verbindungen wie HCB, p,p'-DDE, p,p'-DDD, Gesamt-DDT, PCB Nr. 52, Nr. 101, Nr. 118, Nr. 138, Nr. 153, Nr. 180, sowie Moschus-Xylol, Moschus-Keton und Octachlorstyrol überschritten regelmäßig die jeweiligen Bestimmungsgrenzen zum Teil um mehrere Größenordnungen. In dieser Hinsicht sind die Untersuchungsergebnisse von Gesamt-DDT, sowie PCB Nr. 138 und Nr. 153 besonders auffällig.

Die in der Einzelprobe und den fünf Mischproben festgestellten Konzentrationen der in der Liste B der Rückstands-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 01.09.1994 aufgeführten Stoffe **überschritten** im Falle von **HCB ausnahmslos, und zwar um das 2- bis 3fache, den Höchstmengenwert von 0,5 mg/kg Fett. Folglich bestand eine hohe Wahrscheinlichkeit, daß auch die Einzeltiere der Mischproben nicht vermarktungsfähig (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) gewesen wären.** Alle anderen Positivbefunde bewegten sich unter den Höchstmengenwerten der geregelten Stoffe.

5.4.5.2 **Untersuchungsergebnisse Zander** (Dradenauhafen)

Die Zanderproben umfaßten Tiere einer **Länge von 30 bis 64 cm (Mittelwert = 46 cm)** und eines **Gewichtes von 290 bis 2.700 g (Mittelwert = 1.020 g)**. Der prozentuale Fettgehalt in der Muskulatur ist beim Zander im Vergleich zum Aal gering; er wurde allerdings ebenso wie der Wassergehalt von der untersuchenden Einrichtung nicht bestimmt.

Die Analysenergebnisse sind am Ende der Ausführungen zu den hamburgischen Befunden in Tab. 16 zusammengestellt. Außerdem finden sich die Werte ausgewählter Meßgrößen graphisch aufgetragen neben den übrigen Befunden der anderen Elbeanrainerländer in den Abb. 31 bis 39 des Kap. 6. Dort läßt sich am besten die Belastungssituation im gesamten bundesdeutschen Längsprofil verfolgen.

5.4.5.2.1 **Schwermetalle**

Bestimmt wurden die Gehalte von Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd) und Blei (Pb) im verzehrbaren Anteil (Muskulatur) der Einzeltiere (n = 20).

Die in der Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988 festgesetzte Höchstmenge für Hg von 1,0 mg Hg/kg FS wurde in zwei der 20 untersuchten Proben mit Werten von 3,28 mg Hg/kg FS und 3,26 mg Hg/kg FS deutlich überschritten. Hierbei handelte es sich um die beiden längsten und schwersten Tiere. Der Mittelwert betrug Hg_{Mittel} 0,92 mg/kg FS (Hg_{Min} = 0,42 mg/kg FS, Hg_{Max} = 3,28 mg/kg FS). Nach der Entscheidung 93/351 der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 - gilt für Quecksilber im Zander ein Grenzwert von 0,5 mg Hg/kg FS bei einer Mischprobe von mindestens 5 Tieren. Lediglich zwei Einzeltiere lagen knapp unter diesem Wert. **Somit wären streng genommen lediglich zwei aller untersuchten Zander, also die beiden längsten und schwersten Exemplare, nicht vermarktungsfähig (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) gewesen.**

Für eine Bewertung der angetroffenen Cadmium- und Bleigehalte können die **Richtwerte des Bundesamtes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin** (BgVV) herangezogen werden, die im Mai 1996 - und auch schon in früheren Jahren - im Bundesgesundheitblatt veröffentlicht wurden. Danach gilt für Cadmium ein Richtwert von 0,10 mg Cd/kg FS und für Blei ein Richtwert von 0,50 mg Pb/kg FS. **Bei allen untersuchten Zandern wurden beide Richtwerte weder erreicht noch überschritten.** Die meisten Gehalte lagen über den jeweiligen analytischen Bestimmungsgrenzen (BG) des untersuchenden Laboratoriums (BG Cadmium = 0,001 mg Cd/kg FS, BG Blei = 0,01 mg Pb/kg FS).

5.4.5.2.2 **Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe**

In den Zanderproben wurde dasselbe Spektrum von organischen Verbindungen untersucht wie in den Aalproben (vgl. Kap. 5.4.5.1.2).

Bezüglich der Bewertung der Untersuchungsbefunde nach der Rückstands-Höchstmengenverordnung ist beim Zander dessen geringer Fettgehalt in der Muskulatur von Bedeutung. Die für die einzelnen Stoffe angeführten Höchstmengen reduzieren sich im Falle des Zanders auf 1/10 der jeweiligen Werte; gleichzeitig sind sie aber auf die Originalsubstanz (= Frischsubstanz) zu beziehen. Dieser Regelung liegt folgender Gedanke zugrunde: Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß sich die hier angesprochenen Stoffe bei fettarmer Muskulatur in dem zur Verfügung stehenden Fettdepot stärker anreichern als in einem Fisch, dessen Muskulatur bereits von Natur aus einen hohen Fettanteil besitzt (z. B. Aal). Im Falle des Verzehrs eines Magerfisches relativieren sich dann die Schadstoffgehalte aufgrund dessen, daß nicht der hochbelastete geringe Fettanteil allein, sondern quasi in verdünnter Form mit dem Verzehr des Magerfilets aufgenommen wird. Diese Erkenntnis hat zu der Entscheidung geführt, daß bei Fischen mit einem Fettgehalt bis zu 10 Gewichtshundertteilen - bezogen auf das Gesamtgewicht des Lebensmittels - Rückstandsuntersuchungen direkt an der Originalsubstanz durchzuführen sind.

Abweichend hiervon hat der Gesetzgeber für Heptachlor + Heptachlorepoxid, Endrin sowie Chlordan + Oxychlordan die jeweiligen Höchstmengen grundsätzlich auf die Frischsubstanz bezogen. Ähnliches gilt auch für die PCBs: Nach der o. g. Schadstoff-Höchstmengenverordnung beziehen sich die angegebenen Höchstmengen ohne Einschränkung auf die Frischsubstanz der eßbaren Teile von Aal und Zander.

Untersucht wurden fünf Zandermischproben, in denen die 20 gefangenen Tiere nach Größengruppen sortiert aufgeteilt worden waren. Zu Mischproben vereint wurden jeweils 2, 2, 5, 6 und 5 Tiere. Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen waren folgende Stoffe in der Muskulatur der fünf untersuchten Zandermischproben **nicht relevant** (Werte n. n.): alle berücksichtigten HCH-Isomere (und damit auch Summe HCH ohne Lindan), p,p'-DDT, o,p'-DDT, o,p'-DDE, Heptachlor und -epoxid, alle aufgeführten "Drine" sowie Chlordan. Für die beiden Verbindungen Moschus-Xylol und Pentachloranisol wurde jeweils einmal in einer Mischprobe ein Wert unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG = 0,001 mg/kg FS) festgestelt.

Sämtliche übrigen Verbindungen, wie HCB, p,p'-DDE, p,p'-DDD, o,p'-DDD und die summarische Meßgröße Gesamt-DDT sowie PCB Nr. 28, Nr. 52, Nr. 101, Nr. 118, Nr. 138, Nr. 153 und Nr. 180 und Octachlorstyrol traten regelmäßig in allen untersuchten Zandermischproben auf. **Die festgestellten Konzentrationen der gesetzlich geregelten Stoffe wurden ohne Ausnahme unterschritten.** Ob tatsächlich auch alle Einzeltiere der Mischproben diesen Anforderungen genügt hätten, kann allerdings nicht abschließend geklärt werden. Für Octachlorstyrol wurde, bezogen auf die 5 Mischproben, ein gewichteter Mittelwert von 0,003 mg/kg FS errechnet.

Tab. 15 Schadstoffe in Fischen 1994
Elbe bei Moorburg (Strom-km 618) Aal (*Anguilla anguilla*)

Labor-Nr.	5217/11	5189/6 MP	5195/7 MP	5202/8 MP	5207/9 MP	5214/10 MP
Datum der Probenentnahme	05.05.	05.05.	05.05.	05.05.	05.05.	05.05.
Fangbeginn	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00
Fangende	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00
Anzahl der Fische in Mischprobe		7	6	6	5	5
Länge (cm)	67	38	40	45	52	56
Gewicht (g)	440	88	110	184	272	315
Fettgehalt der Muskulatur (%)	20,4	>9,8	13,4	17,2	16,4	15,4
Wassergehalt d. Muskulat. (%)						
Quecksilber (µg/kg)	1510	801	1230	1260	941	1170
Cadmium (µg/kg)	10	16	13	18	9	4
Blei (µg/kg)	80	<10	190	80	110	70
bez. auf Muskulaturfett (mg/kg)						
Hexachlorbenzol	0,977	1,31	1,13	1,10	1,41	1,47
α-HCH	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,08	0,111
β-HCH	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,121	0,093
γ-HCH	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,100	0,085
δ-HCH	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe HCH (ohne γ-HCH)	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,201	0,204
p,p'-DDT	0,224	n.n.	n.n.	n.n.	0,180	0,390
o,p'-DDT	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDE	0,854	1,42	0,997	0,964	1,46	1,72
o,p'-DDE	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDD	1,27	1,80	1,73	1,52	1,37	1,24
o,p'-DDD	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	2,35	3,22	2,73	2,48	3,01	3,35
Heptachlor	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptachlorepoxid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Aldrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Isodrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Endrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Gesamt-Chlordan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Oxychlordan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Toxaphen Nr. 26						
Toxaphen Nr. 32						
Toxaphen Nr. 50						
Toxaphen Nr. 62						
Moschus-Xylol	0,105	0,182	0,149	0,126	0,107	0,108
Moschus-Keton	0,06	0,082	0,087	0,104	0,148	0,14
Bromocyclen	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pentachloranisol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Octachlorstyrol	0,344	0,414	0,437	0,398	0,382	0,385
PCB Nr. 28	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB Nr. 52	0,138	0,192	0,169	0,166	0,147	0,160
PCB Nr. 101	0,394	0,332	0,312	0,299	0,338	0,453
PCB Nr. 118	0,170	0,222	0,169	0,164	0,217	0,262
PCB Nr. 138	0,617	0,869	0,675	0,636	0,836	0,854
PCB Nr. 153	0,663	0,893	0,746	0,681	0,848	0,837
PCB Nr. 170	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB Nr. 180	0,198	0,303	0,221	0,194	0,276	0,258
PCB Nr. 194	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)						
Hexachlorbenzol	0,199	0,129	0,151	0,190	0,231	0,227
α-HCH	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,013	0,017
β-HCH	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,020	0,014
γ-HCH	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,016	0,013
δ-HCH	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe HCH (ohne γ-HCH)	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,033	0,031
p,p'-DDT	0,046	n.n.	n.n.	n.n.	0,03	0,060
o,p'-DDT	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDE	0,174	0,139	0,134	0,166	0,239	0,265
o,p'-DDE	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDD	0,259	0,176	0,232	0,261	0,225	0,191
o,p'-DDD	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,479	0,315	0,366	0,427	0,494	0,516
Heptachlor	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptachlorepoxid	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Aldrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Isodrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Endrin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Gesamt-Chlordan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Oxychlordan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Toxaphen Nr. 26						
Toxaphen Nr. 32						
Toxaphen Nr. 50						
Toxaphen Nr. 62						
Moschus-Xylol	0,021	0,018	0,020	0,022	0,018	0,017
Moschus-Keton	0,012	0,008	0,012	0,018	0,024	0,022
Bromocyclen	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pentachloranisol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Octachlorstyrol	0,070	0,041	0,059	0,068	0,063	0,059
PCB Nr. 28	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB Nr. 52	0,028	0,019	0,023	0,029	0,024	0,025
PCB Nr. 101	0,080	0,033	0,042	0,051	0,055	0,070
PCB Nr. 118	0,035	0,022	0,023	0,028	0,036	0,040
PCB Nr. 138	0,126	0,085	0,09	0,109	0,137	0,132
PCB Nr. 153	0,135	0,088	0,1	0,117	0,139	0,129
PCB Nr. 170	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB Nr. 180	0,040	0,030	0,030	0,033	0,045	0,040
PCB Nr. 194	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

MP Mischprobe

Tab. 16 Schadstoffe in Fischen 1994
Elbe Dradenauhafen (Strom-km 628) Zander (*Stizostedion lucioperca*)

Labor-Nr.	5169	5170	5171	5172	5173	5174	5175	5176	5177	5179	5180	5181	5182	5183	5185	5178	5184	5186	5187	5188
Datum der Probenentnahme	25.04.	25.04.	25.04.	25.04.	25.04.	25.04.	25.04.	25.04.	25.04.	25.04.	25.04.	25.04.	25.04.	25.04.	25.04.	25.04.	25.04.	25.04.	25.04.	25.04.
Fangbeginn	8:55	8:55	8:55	8:55	8:55	8:55	8:55	8:55	8:55	8:55	8:55	8:55	8:55	8:55	8:55	8:55	8:55	8:55	8:55	8:55
Fangende	9:15	9:15	9:15	9:15	9:15	9:15	9:15	9:15	9:15	9:15	9:15	9:15	9:15	9:15	9:15	9:15	9:15	9:15	9:15	9:15
Länge (cm)	64	60	30	34	45	42	42	41	43	43	46	43	50	46	48	49	58	45	50	50
Gewicht (g)	2700	2090	290	350	765	770	755	580	780	885	995	920	985	935	970	1010	1080	1100	1320	1210
Fettgehalt der Muskulatur (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wassergehalt d. Muskulat. (%)																				
Quecksilber (µg/kg)	3280	3260	570	419	748	833	808	464	585	707	562	689	819	641	627	689	739	617	709	557
Cadmium (µg/kg)	59	<1	2	5	<1	2	1	<1	4	<1	30	<1	<1	8	5	4	6	6	7	2
Blei (µg/kg)	110	50	30	50	<10	30	110	100	70	<10	30	30	<10	<10	30	20	40	<10	90	110
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)	MP		MP		MP					MP						MP				
Anzahl Fische in Mischprobe	2		2		5					6						5				
Hexachlorbenzol	0,010		0,015		0,006					0,004						0,004				
α-HCH	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
β-HCH	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
γ-HCH	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
δ-HCH	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
Summe HCH (ohne γ-HCH)	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
p,p'-DDT	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
o,p'-DDT	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
p,p'-DDE	0,011		0,023		0,008					0,004						0,004				
o,p'-DDE	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
p,p'-DDD	0,019		0,025		0,009					0,003						0,005				
o,p'-DDD	0,006		0,004		0,003					0,001						0,002				
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,030		0,048		0,017					0,007						0,009				
Heptachlor	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
Heptachlorepoxid	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
Aldrin	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
Isodrin	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
Dieldrin	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
Endrin	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
Gesamt-Chlordan	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
Oxychlordan	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
Toxaphen Nr. 26																				
Toxaphen Nr. 32																				
Toxaphen Nr. 50																				
Toxaphen Nr. 62																				
Moschus-Xylol	<0,001		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
Moschus-Keton	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
Bromocyclen	0,007		0,011		0,005					0,003						0,003				
Pentachloranisol	<0,001		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
Octachlorstyrol	0,005		0,007		0,003					0,002						0,002				
PCB Nr. 28	0,002		0,001		0,001					0,001						0,001				
PCB Nr. 52	0,003		0,004		0,002					0,001						0,001				
PCB Nr. 101	0,007		0,016		0,006					0,003						0,003				
PCB Nr. 118	0,002		0,006		0,002					0,001						0,001				
PCB Nr. 138	0,009		0,021		0,007					0,003						0,004				
PCB Nr. 153	0,01		0,023		0,008					0,004						0,004				
PCB Nr. 170	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				
PCB Nr. 180	0,003		0,007		0,002					0,001						0,001				
PCB Nr. 194	n.n.		n.n.		n.n.					n.n.						n.n.				

MP Mischrpobe

5.4.6 Schleswig-Holstein

In der Elbestrecke Schleswig-Holsteins wurden drei Fangplätze beprobt, nämlich bei Hohnstorf (Strom-km 567) in der Mittelelbe, in der Pagensander NE (NE = Nebenelbe; Höhe Strom-km 663), die im Bereich der limnischen Tideelbe einen Seitenarm darstellt, und bei Brunsbüttel (Strom-km 692) in der Brackwasserzone. Die Fischentnahme bei Hohnstorf erfolgte Mitte Juni durch Reusen. Von diesem Fangplatz wurden dem Untersuchungsprogramm 31 Aale und 12 Zander zugeführt. Im Bereich der Pagensander NE fand die Fischentnahme Ende April und Anfang Juni 1994 mit einem Grundschleppnetz statt. Anfang Juli 1994 wurde eine Nachbeprobung mit einem Hamenkutter durchgeführt. Von dort stammend wurden 21 Aale und 13 Zander analysiert. Der am weitesten stromab liegende Fangplatz bei Brunsbüttel wurde Anfang Juli ebenfalls mit einem Hamenkutter befischt. Von dieser Stelle konnten im Rahmen des Untersuchungsprogramms nur Aale, und zwar insgesamt 19 Stück, berücksichtigt werden. Alle Tiere wurden einzeln und ungeschlachtet in PE-Beutel verpackt, beschriftet und tiefgefroren an die Untersuchungseinrichtung, das **Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamt des Landes Schleswig-Holstein in Neumünster**, weitergeleitet.

Bedingt durch die Art der Probenahme setzten sich die untersuchten Aalkontingente aus Jungtieren, Gelbaalen und abwandernden Blankaalen, vermutlich aus dem stromaufgelegenen Elbeeinzugsgebiet, zusammen. Im Bereich der Pagensander NE können insbesondere die Nebenflüsse Pinnau und Krückau eine gewisse Zulieferrolle gespielt haben. Tiere vom Fangplatz Brunsbüttel sind möglicherweise zum Teil frisch von der Nordsee her in die Elbe eingewandert. Die Zander, die als standorttreue Fische gelten, stammen mit hoher Wahrscheinlichkeit aus der lokalen Gegend der Fangplätze.

5.4.6.1 **Untersuchungsergebnisse Aal** (Hohnstorf)

Von den 31 der Untersuchungseinrichtung zugeführten Aale wurden im Analysengang 19 Tiere als Einzelproben und jeweils 7 bzw. 5 kleinere Exemplare als Mischproben (MP_1 bzw. MP_2) behandelt. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich vorrangig auf die Ergebnisse der Einzelproben. Auffälligkeiten bei den MPs werden gesondert erwähnt. Die 19 Einzelproben umfaßten Tiere einer **Länge von 49 bis 87 cm (Mittelwert = 65 cm)** und eines **Gewichtes von 228 bis 1.065 g (Mittelwert = 629 g)**. Die Länge der Tiere der MP_1 schwankte zwischen 28 und 38 cm, das Gewicht zwischen 36 und 86 g. Die Länge der Tiere der MP_2 bewegte sich zwischen 36 und 45 cm, das Gewicht zwischen 91 und 148 g. **Der prozentuale Fettgehalt** in der Muskulatur ist beim Aal im Vergleich zum Zander hoch; er variierte **zwischen 6,5 und 32 % (Mittelwert = 22 %)**. Ähnliche Ergebnisse wurden auch für die MPs festgestellt. Aale werden aus diesem Grunde zu den fettreichen Fischen gerechnet. Der **prozentuale Wassergehalt** in der Muskulatur wies Werte **zwischen 53 und 73 % auf (Mittelwert = 61 %)**. In diesen Rahmen fallen auch die Befunde der beiden MPs.

Die Analysenergebnisse sind am Ende dieses Kapitels in Tab. 17.1 und 17.2 zusammengestellt. Außerdem finden sich die Werte ausgewählter Meßgrößen graphisch aufgetragen neben den übrigen Befunden der anderen Elbeanrainerländer in den Abb. 19 bis

30 des Kap. 6. Dort läßt sich am besten die Belastungssituation im gesamten bundesdeutschen Längsprofil verfolgen.

5.4.6.1.1 Schwermetalle

Bestimmt wurden die Gehalte von Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd) und Blei (Pb) im verzehrbaren Anteil (Filet, Muskulatur) der Tiere.

Die in der **Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988** festgesetzte Höchstmenge für Hg von 1,0 mg Hg/kg Frischsubstanz (FS) wurde in fünf Fällen der 19 Einzelproben mit Werten zwischen 1,14 und 1,61 mg Hg/kg FS überschritten. Der Mittelwert betrug 0,58 mg Hg/kg FS (Hg_{Min} = 0,13 mg Hg/kg FS). Die Mischproben wiesen Gehalte von 0,42 bzw. 0,82 mg Hg/kg FS auf. Auch nach der Entscheidung 93/351 der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 - gilt in der Bundesrepublik Deutschland für Quecksilber im Aal ein Grenzwert von 1 mg Hg/kg FS, allerdings bei einer Mischprobe von mindestens 10 Tieren. **Aufgrund der vorliegenden Befunde wären rd. 25 % der untersuchten Aale im Falle ihrer Vermarktung wegen ihrer erhöhten Hg-Gehalte zu beanstanden gewesen.**

Für eine Bewertung der angetroffenen Cadmium- und Bleigehalte können die **Richtwerte des Bundesamtes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin** (BgVV) herangezogen werden, die im Mai 1996 - und auch schon in früheren Jahren - im Bundesgesundheitblatt veröffentlicht wurden. Danach gilt für Cadmium ein Richtwert von 0,10 mg Cd/kg FS und für Blei ein Richtwert von 0,50 mg Pb/kg FS. Die festgestellten Cadmiumgehalte (Positivbefunde, also Werte ≥ Bestimmunsggrenze, BG) schwankten unter gleichzeitiger Berücksichtigung der MPs zwischen 0,001 und 0,031 mg Cd/kg FS, die Bleigehalte zwischen 0,02 und 0,03 mg Pb/kg FS. **Bei allen untersuchten Aalproben wurden folglich beide Richtwerte weder erreicht noch überschritten.**

5.4.6.1.2 Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe

Untersucht wurden die in der **Liste B der Rückstands-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 01.09.1994** aufgeführten Stoffe (ohne Heptachlor, Aldrin, Chlordan und Gesamt-Toxaphen, zusätzlich aber die Toxaphen-Kongenere Nr. 26, 32, 50 und 62) und Lindan der Liste A, die in der **Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988** aufgeführten Kongenere der polychlorierten Biphenyle (zusätzlich die nicht-geregelten PCB-Kongenere Nr. 118, Nr. 170 und Nr. 194) sowie die vom Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamt Neumünster des Landes Schleswig-Holstein aufgrund von vorliegenden Erfahrungen als **elberelevant** eingestuften, aber zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht geregelten Stoffe Octachlorstyrol und Pentachloranisol. Ebenfalls berücksichtigt wurden Moschus-Xylol, Moschus-Keton und Bromocyclen, also Verbindungen, die derzeit besonders im Blickfeld des öffentlichen Interesses stehen und wahrscheinlich schon bald - wie im Falle des Bromocyclens mittlerweile geschehen - eine gesetzliche Regelung erfahren werden.

Bezüglich der Bewertung der Untersuchungsbefunde nach der o. g. Rückstands-Höchstmengenverordnung ist beim Aal dessen relativ hoher Fettgehalt in der Muskulatur (Mittelwert = 22 %, s. o.) von Bedeutung. Die für die einzelnen Stoffe angeführten Höchstmengen beziehen sich auf das in der Muskulatur vorhandene Fett, nicht aber wie beim fettarmen Zander auf die Originalsubstanz (= Frischsubstanz). Dieser Regelung liegt folgender Gedanke zugrunde: Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß sich die hier angesprochenen Stoffe bei fettarmer Muskulatur in dem zur Verfügung stehenden Fettdepot stärker anreichern als in einem Fisch, dessen Muskulatur bereits von Natur aus einen hohen Fettanteil besitzt (z. B. Aal). Im Falle des Verzehrs eines Magerfisches relativieren sich dann die Schadstoffgehalte aufgrund dessen, daß nicht der hochbelastete geringe Fettanteil allein, sondern quasi in verdünnter Form mit dem Verzehr des Magerfilets aufgenommen wird. Beim Aal hingegen kann dessen hoher Fettgehalt in der Muskulatur bzw. die im Fett angereicherten Schadstoffe durchaus von Relevanz für den Verbraucher sein. Diese Erkenntnis hat zu der Entscheidung geführt, daß bei Fischen mit einem Fettgehalt größer 10 Gewichtshundertteilen - bezogen auf das Gesamtgewicht des Lebensmittels - Rückstandsuntersuchungen direkt im extrahierten Fett der Originalsubstanz durchzuführen sind.

Abweichend hiervon hat der Gesetzgeber für Heptachlor + Heptachlorepoxid, Endrin sowie Chlordan + Oxychlordan die jeweiligen Höchstmengen grundsätzlich auf die Frischsubstanz bezogen. Ähnliches gilt auch für die PCBs: Nach der o. g. Schadstoff-Höchstmengenverordnung beziehen sich die angegebenen Höchstmengen ohne Einschränkung auf die Frischsubstanz der eßbaren Teile von Aal und Zander.

Nach den vorliegenden Ergebnissen waren von der Gesamtheit aller berücksichtigten Verbindungen im Fett der Muskulatur der 19 untersuchten Aale und der beiden MPs **nicht relevant** (alle Werte <BG): das Toxaphen-Kongener Nr. 32 und das Pentachloranisol. Ebenfalls nicht relevant war Endrin, bezogen auf die Frischsubstanz der Muskulatur.

Vereinzelt nachgewiesen (mehrere Werte ≥BG) wurde β-HCH mit insgesamt 19 Positivbefunden (Werte zwischen 0,01 und 0,15 mg/kg Fett), δ-HCH (17 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,05 mg/kg Fett), o,p'-DDE (11 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,02 mg/kg Fett), o,p'-DDT (14 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,08 mg/kg Fett), Heptachlorepoxid (13 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,0009 und 0,0028 mg/kg **FS**), Dieldrin (15 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,02 mg/kg Fett), Oxychlordan (vier Positivbefunde mit Werten zwischen 0,0007 und 0,0022 mg/kg **FS**), Toxaphen-Kongener Nr. 26 (11 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,04 mg/kg Fett), Toxaphen-Kongener Nr. 50 (sechs Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,07 mg/kg Fett), Toxaphen-Kongener Nr. 62 (acht Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,02 mg/kg Fett), PCB Nr. 28 (14 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,0009 und 0,010 mg/kg **FS**), PCB Nr. 52 (16 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,0025 und 0,038 mg/kg **FS**), PCB Nr. 101 (20 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,0024 und 0,039 mg/kg **FS**), PCB Nr. 118 (20 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,22 mg/kg Fett), PCB Nr. 170 (20 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,42 mg/kg Fett), PCB Nr. 180 (20 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,0024 und 0,101 mg/kg **FS**), PCB Nr. 190 (13 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,05 mg/kg Fett), Octachlorstyrol (17 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,70 mg/kg Fett), Moschus-Xylol (20 Positivbefunde mit

Werten zwischen 0,01 und 0,06 mg/kg Fett), Moschusketon (20 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,07 mg/kg Fett) und Bromocyclen (10 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,02 mg/kg Fett). Diese Angaben berücksichtigen auch die beiden Mischproben, die hier quasi als Einzelproben mitbetrachtet wurden. **Alle der hier aufgeführten geregelten Stoffe überschritten nicht die entsprechende Höchstmenge.**

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **nur nach Summenbildung nebeneinander geregelte Verbindungen**: α-HCH (Mittelwert = 0,07 mg/kg Fett), p,p'-DDE (Mittelwert = 1,01 mg/kg Fett), p,p'-DDD (Mittelwert = 0,73 mg/kg Fett) und p,p'-DDT (Mittelwert = 0,14 mg/kg Fett). Diese Angaben schließen die Ergebnisse der beiden Mischproben zwar nicht mit ein, sie wiesen aber vergleichbare Werte auf.

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **geregelte Verbindungen**: HCB, Lindan, HCH-Isomere außer Lindan, Gesamt-DDT und die PCB-Kongenere Nr. 138 und 153. Von diesen genannten Stoffen erreichten oder überschritten **nicht** die entsprechenden Höchstmenge: Lindan (zulässige Höchstmenge = 1,0 mg/kg Fett; Mittelwert ohne MPs = 0,08 mg/kg Fett), HCH-Isomere außer Lindan (zulässige Höchstmenge = 0,5 mg/kg Fett; Mittelwert ohne MPs = 0,14 mg/kg Fett) und die PCB-Kongenere Nr. 138 und 153 (zulässige Höchstmenge jeweils 0,3 mg/kg **FS**; Mittelwert PCB Nr. 138 ohne MPs = 0,074 mg/kg **FS**, Mittelwert PCB Nr. 153 ohne MPs = 0,078 mg/kg **FS**). Auch die Befunde der beiden Mischproben waren in dieser Hinsicht unauffällig, so daß die Gesamtaussage ihre uneingeschränkte Gültigkeit behält. **Überschreitungen der Höchstmengen wurden demgegenüber für HCB 10mal und für Gesamt-DDT einmal festgestellt.** Die zulässige Höchstmenge für HCB beträgt 0,5 mg/kg Fett, der HCB-Mittelwert betrug ohne MPs 0,64 mg/kg Fett, der Mittelwert von MP_1 ergab sich mit 1,27 mg/kg Fett und der von MP_2 mit 1,51 mg/kg Fett. Der HCB_{Max} lag bei 2,0 mg/kg Fett in der Einzelprobe. Gesamt-DDT ist mit 5 mg/kg Fett geregelt. Die einmalige knappe Überschreitung dieser zulässigen Höchstmenge erfolgt in einer Einzelprobe mit einem Gehalt von 5,2 mg/kg Fett. Der Mittelwert ohne die beiden MPs errechnete sich mit 1,90 mg/kg Fett. Die entsprechenden Befunde für die beiden Aalmischproben lagen knapp über dem Mittelwert der 19 Einzelproben.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß allein aus Sicht der geregelten organischen Mikroverunreinigungen rd. die Hälfte der Aalproben vom Fangplatz Hohnstorf wegen erhöhter HCB-Gehalte nicht vermarktungsfähig (gewerbliches Inverkehrbringen) gewesen wäre.

5.4.6.2 **Untersuchungsergebnisse Zander** (Hohnstorf)

Die 12 Zanderproben vom Fangplatz Hohnstorf umfaßten Tiere einer **Länge von 48 bis 71 cm (Mittelwert = 58 cm)** und eines **Gewichtes von 935 bis 2.707 g (Mittelwert = 1.736 g)**. Der **prozentuale Fettgehalt** in der Muskulatur ist beim Zander im Vergleich zum Aal generell sehr gering; er schwankte **zwischen 0,3 und 0,8 % (Mittelwert = 0,4 %)**. Zander werden zu den fettarmen Fischen gerechnet. Der **prozentuale Wassergehalt** in der Muskulatur war bei allen untersuchten Tieren mit Werten **zwischen 77,8 und 82,4 %** sehr ähnlich **(Mittelwert = 80,3 %)**.

Die Analysenergebnisse sind am Ende dieses Kapitels in Tab. 18 zusammengestellt. Außerdem finden sich die Werte ausgewählter Meßgrößen graphisch aufgetragen neben den übrigen Befunden der anderen Elbeanrainerländer in den Abb. 31 bis 39 des Kap. 6. Dort läßt sich am besten die Belastungssituation im gesamten bundesdeutschen Längsprofil verfolgen.

5.4.6.2.1 Schwermetalle

Bestimmt wurden die Gehalte von Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd) und Blei (Pb) im verzehrbaren Anteil (Filet, Muskulatur) der Tiere.

Die in der Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988 festgesetzte Höchstmenge für Hg von 1,0 mg Hg/kg FS wurde einmal mit einem Wert von 1,52 mg Hg/kg FS übertroffen. Der Mittelwert der 12 untersuchten Einzeltiere betrug 0,76 mg Hg/kg FS (Min = 0,23 mg Hg/kg). Nach der Entscheidung 93/351 der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 - gilt für Quecksilber im Zander ein Grenzwert von 0,5 mg Hg/kg FS bei einer Mischprobe von mindestens 5 Tieren. Zur Orientierung sei darauf hingewiesen, daß bis auf zwei Ausnahmen alle Tiere über diesem für eine Mischprobe geltenden Grenzwert lagen.

Für eine Bewertung der angetroffenen Cadmium- und Bleigehalte können die **Richtwerte des Bundesamtes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin** (BgVV) herangezogen werden, die im Mai 1996 - und auch schon in früheren Jahren - im Bundesgesundheitblatt veröffentlicht wurden. Danach gilt für Cadmium ein Richtwert von 0,10 mg Cd/kg FS und für Blei ein Richtwert von 0,50 mg Pb/kg FS. **Bei allen untersuchten Zandern wurden beide Richtwerte weder erreicht noch überschritten.**

Bezüglich des Cadmiums lagen lediglich drei Befunde im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,001 mg Cd/kg FS. Beim Blei gelangen zwei Nachweise, die genau der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,01 mg Pb/kg FS entsprachen.

5.4.6.2.2 Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe

In den Zanderproben wurde dasselbe Spektrum von organischen Verbindungen untersucht wie in den Aalproben (vgl. Kap. 5.4.6.1.2).

Bezüglich der Bewertung der Untersuchungsbefunde nach der Rückstands-Höchstmengenverordnung ist beim Zander dessen geringer Fettgehalt in der Muskulatur (Mittelwert = 0,4 %, s. o.) von Bedeutung. Die für die einzelnen Stoffe angeführten Höchstmengen reduzieren sich im Falle des Zanders auf 1/10 der jeweiligen Werte; gleichzeitig sind sie aber auf die Originalsubstanz (= Frischsubstanz) zu beziehen. Dieser Regelung liegt folgender Gedanke zugrunde: Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß sich die hier angesprochenen Stoffe bei fettarmer Muskulatur in dem zur Verfügung stehenden Fettdepot stärker anreichern als in einem Fisch, dessen Muskulatur bereits von Natur aus einen hohen Fettanteil besitzt (z. B. Aal). Im Falle des Verzehrs

eines Magerfisches relativieren sich dann die Schadstoffgehalte aufgrund dessen, daß nicht der hochbelastete geringe Fettanteil allein, sondern quasi in verdünnter Form mit dem Verzehr des Magerfilets aufgenommen wird. Diese Erkenntnis hat zu der Entscheidung geführt, daß bei Fischen mit einem Fettgehalt bis zu 10 Gewichtshundertteilen - bezogen auf das Gesamtgewicht des Lebensmittels - Rückstandsuntersuchungen direkt an der Originalsubstanz durchzuführen sind.

Abweichend hiervon hat der Gesetzgeber für Heptachlor + Heptachlorepoxid, Endrin sowie Chlordan + Oxychlordan die jeweiligen Höchstmengen grundsätzlich auf die Frischsubstanz bezogen. Ähnliches gilt auch für die PCBs: Nach der o. g. Schadstoff-Höchstmengenverordnung beziehen sich die angegebenen Höchstmengen ohne Einschränkung auf die Frischsubstanz der eßbaren Teile von Aal und Zander.

Nach den vorliegenden Ergebnissen waren folgende Substanzen in der Muskulatur der 12 Zander **nicht relevant** (alle Werte <BG): Endrin, Oxychlordan, die Toxaphen-Kongenere Nr. 32 und Nr. 50.

Vereinzelte Nachweise, zum Teil nur im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze, erfolgten für folgende Kontaminanten: o,p'-DDE (vier Positivbefunde mit Werten zwischen 0,0003 und 0,0014 mg/kg FS), o,p'-DDT (ein Positivbefund mit einem Wert von 0,00006 mg/kg FS), Heptachlorepoxid (sieben Positivbefunde mit Werten zwischen 0,00003 und 0,00028 mg/kg FS), Dieldrin (sieben Positivbefunde mit Werten zwischen 0,00003 und 0,00008 mg/kg FS), das Toxaphen-Kongener Nr. 26 (sieben Positivbefunde mit Werten zwischen 0,00015 und 0,0006 mg/kg FS), das Toxaphen-Kongener Nr. 62 (fünf Positivbefunde mit Werten zwischen 0,00016 und 0,00051 mg/kg FS) sowie Moschusxylol (11 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,00003 und 0,00024 mg/kg FS). **Alle Werte der geregelten Stoffe lagen deutlich unter der für sie festgesetzten Höchstmenge.**

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **ungeregelte bzw. nur nach Summenbildung nebeneinander geregelte Verbindungen**: δ-HCH (Mittelwert = 0,0002 mg/kg FS), p-DDE (Mittelwert = 0,020 mg/kg FS), p,p'-DDD (Mittelwert = 0,014 mg/kg FS), p,p'-DDT (Mittelwert = 0,0016 mg/kg FS), PCB Nr. 118 (Mittelwert = 0,0022 mg/kg FS), PCB Nr. 170 (Mittelwert = 0,0029 mg/kg FS), PCB Nr. 194 (Mittelwert = 0,0004 mg/kg FS), Octachlorstyrol (Mittelwert = 0,0042 mg/kg FS), Moschus-Keton (Mittelwert = 0,0001 mg/kg FS), Bromocyclen (Mittelwert = 0,0002 mg/kg FS) und Pentachloranisol (Mittelwert = 0,0001 mg/kg FS).

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **geregelte Verbindungen**: HCB (zulässige Höchstmenge = 0,05 mg/kg FS; Mittelwert = 0,0104 mg/kg FS, keine Überschreitung), α-HCH (zulässige Höchstmenge = 0,02 mg/kg FS; Mittelwert = 0,0003 mg/kg FS, keine Überschreitung), β-HCH (zulässige Höchstmenge = 0,01 mg/kg FS; Mittelwert = 0,0003 mg/kg FS, keine Überschreitung), Lindan (zulässige Höchstmenge = 0,05 mg/kg FS; Mittelwert = 0,0005 mg/kg FS, keine Überschreitung), Gesamt-DDT (zulässige Höchstmenge = 0,5 mg/kg FS; Mittelwert = 0,036 mg/kg FS, keine Überschreitung), PCB Nr. 28 (zulässige Höchstmenge = 0,2 mg/kg FS; Mittelwert = 0,0007 mg/kg FS, keine Überschreitung), PCB Nr. 52 (zulässige Höchstmenge = 0,2 mg/kg FS; Mittelwert = 0,0032 mg/kg FS, keine Überschreitung), PCB Nr. 101 (zulässige Höchstmenge = 0,2 mg/kg FS; Mittelwert = 0,0042 mg/kg FS, keine Über-

schreitung), PCB Nr. 138 (zulässige Höchstmenge = 0,3 mg/kg FS; Mittelwert = 0,0105 mg/kg FS, keine Überschreitung), PCB Nr. 153 (zulässige Höchstmenge = 0,3 mg/kg FS; Mittelwert = 0,012 mg/kg FS, keine Überschreitung) und PCB Nr. 180 (zulässige Höchstmenge = 0,2 mg/kg FS; Mittelwert = 0,0047 mg/kg FS, keine Überschreitung).

Allein aus Sicht der geregelten organischen Mikroverunreinigungen wären somit alle 12 untersuchten Zander des Standortes Hohnstorf vermarktungsfähig (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) gewesen.

5.4.6.3 **Untersuchungsergebnisse Aal** (Pagensander NE)

Von dem Fangplatz Pagensander NE wurden der Untersuchungseinrichtung 21 Aale überstellt. In einem ersten Schritt wurde dort die Länge und das Gewicht aller Individuen erfaßt. Zur Vorbereitung der eigentlichen Analysen wurden in einem zweiten Schritt die kleineren Aale zu drei Mischproben mit zweimal 4 und einmal 6 Tieren vereint. Die eigentliche Bestimmung des prozentualen Fettgehaltes, des prozentualen Wassergehaltes und der Kontaminanten erfolgte dann einzeln an den 7 größeren Exemplaren und an den drei Mischproben. Für die nachfolgende statistische Betrachtung der Befunde (Min-, Mittel- und Max-Werte) wurden die Ergebnisse der Mischproben nach Anzahl gewichtet mit berücksichtigt. So wurde beispielsweise der Mittelwert des Fettgehaltes in der Muskulatur errechnet aus 21 Werten (7 Einzelwerte + 4 gleichlautende Werte der ersten Mischprobe + 4 gleichlautende Werte der zweiten Mischprobe + 6 gleichlautende Werte der dritten Mischprobe).

Die Aalproben wiesen **Längen von 34 bis 64 cm (Mittelwert = 44 cm)** und **Gewichte von 83 bis 447 g (Mittelwert = 198 g)** auf. **Der prozentuale Fettgehalt** in der Muskulatur variierte **zwischen 11 und 35 % (Mittelwert = 24 %)**. Der **prozentuale Wassergehalt** in der Muskulatur wies Werte **zwischen 49 und 71 % auf (Mittelwert = 60 %)**.

Die Analysenergebnisse sind am Ende dieses Kapitels in Tab. 19 zusammengestellt. Außerdem finden sich die Werte ausgewählter Meßgrößen graphisch aufgetragen neben den übrigen Befunden der anderen Elbeanrainerländer in den Abb. 19 bis 30 des Kap. 6. Dort läßt sich am besten die Belastungssituation im gesamten bundesdeutschen Längsprofil verfolgen.

5.4.6.3.1 **Schwermetalle**

Bestimmt wurden die Gehalte von Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd) und Blei (Pb) im verzehrbaren Anteil (Filet, Muskulatur) der Tiere.

Die in der **Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988** festgesetzte Höchstmenge für Quecksilber von 1,0 mg Hg/kg Frischsubstanz (FS) wurde in 17 Fällen der 21 Proben mit Werten zwischen 1,03 und 1,85 mg Hg/kg FS überschritten. Der Mittelwert betrug 1,17 mg Hg/kg FS (Hg_{Min} = 0,14 mg/kg FS). Auch nach der Entscheidung 93/351 der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 - gilt in der Bundesrepublik Deutschland für Queck-

silber im Aal ein Grenzwert von 1 mg Hg/kg FS, allerdings bei einer Mischprobe von mindestens 10 Tieren. **Aufgrund der vorliegenden Befunde wären vermutlich rd. 80 % der untersuchten Aale bezüglich ihrer Hg-Gehalte zu beanstanden gewesen.** Einschränkend sei aber darauf hingewiesen, daß alle drei Mischprobenwerte über der zulässigen Höchstmenge lagen und somit bei der vergleichenden Betrachtung allein aus diesen Kontingenten 10 Überschreitungen ins Gewicht fielen.

Für eine Bewertung der angetroffenen Cadmium- und Bleigehalte können die **Richtwerte des Bundesamtes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin** (BgVV) herangezogen werden, die im Mai 1996 - und auch schon in früheren Jahren - im Bundesgesundheitblatt veröffentlicht wurden. Danach gilt für Cadmium ein Richtwert von 0,10 mg Cd/kg FS und für Blei ein Richtwert von 0,50 mg Pb/kg FS. Die festgestellten Cadmiumgehalte schwankten zwischen 0,002 und 0,030 mg Cd/kg FS, die 16 Positivbefunde beim Blei (Werte ≥BG) zwischen 0,01 und 0,02 mg Pb/kg FS. **Bei allen untersuchten Aalproben wurden folglich beide Richtwerte weder erreicht noch überschritten.**

5.4.6.3.2 Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe

Nach den vorliegenden Ergebnissen waren von der Gesamtheit aller berücksichtigten Verbindungen im Fett der Muskulatur der 7 untersuchten Einzelaale und der drei MPs mit zweimal 4 und einmal 6 Tieren **nicht relevant** (alle Werte <BG): die beiden Toxaphen-Kongenere Nr. 32 und Nr. 50. Ebenfalls nicht relevant war Endrin, bezogen auf die Frischsubstanz der Muskulatur.

Vereinzelt nachgewiesen (mehrere Werte ≥BG) wurde o,p'-DDT (20 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,06 mg/kg Fett), Oxychlordan (10 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,0024 und 0,0025 mg/kg **FS**), Toxaphen-Kongener Nr. 26 (15 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,02 mg/kg Fett), Toxaphen-Kongener Nr. 62 (vier Positivbefunde, alle mit einem Wert von 0,01 mg/kg Fett), PCB Nr. 194 (19 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,02 mg/kg Fett), Bromocyclen (19 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,03 mg/kg Fett) sowie Pentachloranisol (18 Positivbefunde, alle mit einem Wert von 0,01 mg/kg Fett). **Die Positivbefunde des geregelten Oxychlordans überschritten nicht die entsprechende Höchstmenge.**

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **ungeregelte bzw. nur nach Summenbildung nebeneinander geregelte Verbindungen**: α-HCH (Mittelwert = 0,08 mg/kg Fett), β-HCH (Mittelwert = 0,06 mg/kg Fett), δ-HCH (Mittelwert = 0,04 mg/kg Fett), p,p'-DDE (Mittelwert = 0,63 mg/kg Fett), p,p'-DDD (Mittelwert = 0,76 mg/kg Fett), p,p'-DDT (Mittelwert = 0,09 mg/kg Fett), o,p'-DDE (Mittelwert = 0,02 mg/kg Fett), Dieldrin (Mittelwert = 0,02 mg/kg Fett), PCB Nr. 118 (Mittelwert = 0,09 mg/kg Fett), Heptachlorepoxid (Mittelwert = 0,002 mg/kg **FS**), PCB Nr. 170 (Mittelwert = 0,09 mg/kg Fett), Octachlorstyrol (Mittelwert = 0,18 mg/kg Fett), Moschus-Xylol (Mittelwert = 0,03 mg/kg Fett) sowie Moschus-Keton (Mittelwert = 0,04 mg/kg Fett. In der Rückstands-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 01.09.1994 wird Dieldrin zusammen mit Aldrin und Heptachlorepoxid zusammen mit Heptachlor geregelt. Die Partner-Kontaminanten wurden nicht untersucht, da deren Konzentrationen erfahrungsgemäß nicht relevant sind. Die beiden berücksichtigten Kon-

taminanten lagen für sich allein betrachtet deutlich unter den entsprechenden Höchstmengen.

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **geregelte Verbindungen**: HCB, Lindan, HCH-Isomere außer Lindan, Gesamt-DDT und die PCB-Kongenere Nr. 28, Nr. 52, Nr. 101, Nr. 138, Nr. 153 und Nr. 180. Von diesen genannten Stoffen erreichten oder überschritten **nicht** die entsprechende Höchstmenge: Lindan (zulässige Höchstmenge = 1,0 mg/kg Fett; Mittelwert = 0,09 mg/kg Fett), HCH-Isomere außer Lindan (zulässige Höchstmenge = 0,5 mg/kg Fett; Mittelwert = 0,17 mg/kg Fett), Gesamt-DDT (zulässige Höchstmenge = 5 mg/kg Fett; Mittelwert = 1,53 mg/kg Fett) und die PCB-Kongenere Nr. 28, Nr. 52, Nr. 101 und Nr. 180 (zulässige Höchstmenge jeweils 0,2 mg/kg **FS**; Mittelwert PCB Nr. 28 = 0,004 mg/kg **FS**, Mittelwert PCB Nr. 52 = 0,02 mg/kg **FS**, Mittelwert PCB Nr. 101 = 0,03 mg/kg **FS** und Mittelwert PCB Nr. 180 = 0,04 mg/kg **FS**). **Überschreitungen der Höchstmengen wurden demgegenüber für HCB 18mal und für PCB Nr. 153 einmal festgestellt.** PCB Nr. 138 entsprach in einem Fall genau der zulässigen Höchstmenge (0,3 mg/kg **FS**). Die zulässige Höchstmenge für HCB beträgt 0,5 mg/kg Fett, der HCB-Mittelwert betrug 0,67 mg/kg Fett. Der HCB_{Max} lag bei 1,12 mg/kg Fett in der Einzelprobe. PCB Nr. 153 ist mit 0,3 mg/kg **FS** geregelt. Die einmalige knappe Überschreitung dieser zulässigen Höchstmenge erfolgt in einer Einzelprobe mit einem Gehalt von 0,33 mg/kg **FS**.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß allein aus Sicht der geregelten organischen Mikroverunreinigungen der überwiegende Teil der Aalproben vom Fangplatz Pagensander NE wegen erhöhter HCB-Gehalte nicht vermarktungsfähig (gewerbliches Inverkehrbringen) gewesen wäre.

5.4.6.4 **Untersuchungsergebnisse Zander** (Pagensander NE)

Die 13 Zanderproben vom Fangplatz Pagensander NE umfaßten Tiere einer **Länge von 28 bis 66 cm (Mittelwert = 38 cm)** und eines **Gewichtes von 182 bis 2.885 g (Mittelwert = 659 g)**. Der **prozentuale Fettgehalt** in der Muskulatur ist beim Zander im Vergleich zum Aal generell sehr gering; er schwankte **zwischen 0,6 und 0,8 % (Mittelwert = 0,7 %)**. Zander werden zu den fettarmen Fischen gerechnet. Der **prozentuale Wassergehalt** in der Muskulatur war bei allen untersuchten Tieren mit Werten **zwischen 77,7 und 81,3 %** sehr ähnlich **(Mittelwert = 79,4 %)**.

Die Analysenergebnisse sind am Ende dieses Kapitels in Tab. 20 zusammengestellt. Außerdem finden sich die Werte ausgewählter Meßgrößen graphisch aufgetragen neben den übrigen Befunden der anderen Elbeanrainerländer in den Abb. 31 bis 39 des Kap. 6. Dort läßt sich am besten die Belastungssituation im gesamten bundesdeutschen Längsprofil verfolgen.

5.4.6.4.1 **Schwermetalle**

Bestimmt wurden die Gehalte von Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd) und Blei (Pb) im verzehrbaren Anteil (Filet, Muskulatur) der Tiere.

Die in der Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988 festgesetzte Höchstmenge für Hg von 1,0 mg Hg/kg FS wurde einmal mit einem Wert von 1,36 mg Hg/kg FS übertroffen. Der Mittelwert der 13 untersuchten Einzeltiere betrug 0,50 mg Hg/kg FS (Min = 0,27 mg Hg/kg). Nach der Entscheidung 93/351 der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 - gilt für Quecksilber im Zander ein Grenzwert von 0,5 mg Hg/kg FS bei einer Mischprobe von mindestens 5 Tieren. Zur Orientierung sei darauf hingewiesen, daß insgesamt drei Tiere über diesem für eine Mischprobe geltenden Grenzwert lagen.

Für eine Bewertung der angetroffenen Cadmium- und Bleigehalte können die **Richtwerte des Bundesamtes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin** (BgVV) herangezogen werden, die im Mai 1996 - und auch schon in früheren Jahren - im Bundesgesundheitblatt veröffentlicht wurden. Danach gilt für Cadmium ein Richtwert von 0,10 mg Cd/kg FS und für Blei ein Richtwert von 0,50 mg Pb/kg FS. **Bei allen untersuchten Zandern wurden beide Richtwerte weder erreicht noch überschritten.**

Bezüglich des Cadmiums lag lediglich ein Befund im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,001 mg Cd/kg FS. Beim Blei lagen alle Werte unter der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,01 mg Pb/kg FS.

5.4.6.4.2 Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe

Nach den vorliegenden Ergebnissen waren folgende Substanzen in der Muskulatur der 13 Zander **nicht relevant** (alle Werte <BG): Endrin, Oxychlordan sowie die Toxaphen-Kongenere Nr. 32, Nr. 50 und Nr. 62.

Vereinzelte Nachweise, zum Teil nur im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze, erfolgten für folgende Kontaminanten: Heptachlorepoxid (10 Positivbefunde, alle mit Werten von 0,0001 mg/kg FS), Dieldrin (acht Positivbefunde, alle mit Werten von 0,0001 mg/kg FS), das Toxaphen-Kongener Nr. 26 (zwei Positivbefunde mit Werten von 0,0001 bzw. 0,0003 mg/kg FS) sowie Pentachloranisol (12 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,0001 und 0,0002 mg/kg FS). **Alle Werte der geregelten Stoffe lagen deutlich unter der für sie festgesetzten Höchstmenge.**

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **ungeregelte bzw. nur nach Summenbildung nebeneinander geregelte Verbindungen**: δ-HCH (Mittelwert = 0,0002 mg/kg FS), p,p'-DDE (Mittelwert = 0,0064 mg/kg FS), p,p'-DDD (Mittelwert = 0,0058 mg/kg FS), p,p'-DDT (Mittelwert = 0,0009 mg/kg FS), o,p'-DDE (Mittelwert = 0,0006 mg/kg FS), PCB Nr. 118 (Mittelwert = 0,0013 mg/kg FS), PCB Nr. 170 (Mittelwert = 0,0013 mg/kg FS), PCB Nr. 194 (Mittelwert = 0,0002 mg/kg FS), Octachlorstyrol (Mittelwert = 0,0021 mg/kg FS), Moschus-Xylol (Mittelwert = 0,0004 mg/kg FS), Moschus-Keton (Mittelwert = 0,0003 mg/kg FS) und Bromocyclen (Mittelwert = 0,0004 mg/kg FS).

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **geregelte Verbindungen**: HCB (zulässige Höchstmenge = 0,05 mg/kg FS; Mittelwert = 0,0063 mg/kg FS, keine Überschreitung), α-HCH (zulässige Höchstmenge = 0,02 mg/kg FS; Mittelwert =

0,0004 mg/kg FS, keine Überschreitung), β-HCH (zulässige Höchstmenge = 0,01 mg/kg FS; Mittelwert = 0,0005 mg/kg FS, keine Überschreitung), Lindan (zulässige Höchstmenge = 0,05 mg/kg FS; Mittelwert = 0,0007 mg/kg FS, keine Überschreitung), Gesamt-DDT (zulässige Höchstmenge = 0,5 mg/kg FS; Mittelwert = 0,014 mg/kg FS, keine Überschreitung), PCB Nr. 28 (zulässige Höchstmenge = 0,2 mg/kg FS; Mittelwert = 0,0004 mg/kg FS, keine Überschreitung), PCB Nr. 52 (zulässige Höchstmenge = 0,2 mg/kg FS; Mittelwert = 0,0015 mg/kg FS, keine Überschreitung), PCB Nr. 101 (zulässige Höchstmenge = 0,2 mg/kg FS; Mittelwert = 0,0024 mg/kg FS, keine Überschreitung), PCB Nr. 138 (zulässige Höchstmenge = 0,3 mg/kg FS; Mittelwert = 0,0063 mg/kg FS, keine Überschreitung), PCB Nr. 153 (zulässige Höchstmenge = 0,3 mg/kg FS; Mittelwert = 0,0069 mg/kg FS, keine Überschreitung) und PCB Nr. 180 (zulässige Höchstmenge = 0,2 mg/kg FS; Mittelwert = 0,0022 mg/kg FS, keine Überschreitung).

Allein aus Sicht der geregelten organischen Mikroverunreinigungen wären somit alle 13 untersuchten Zander des Standortes Pagensander NE vermarktungsfähig (gewerbsmäßiges Inverkehrbringen) gewesen.

5.4.6.5 **Untersuchungsergebnisse Aal** (Brunsbüttel)

Von dem Fangplatz Brunsbüttel wurden der Untersuchungseinrichtung 19 Aale überstellt. In einem ersten Schritt wurde dort die Länge und das Gewicht aller Individuen erfaßt. Zur Vorbereitung der eigentlichen Analysen wurden in einem zweiten Schritt die kleineren Aale zu drei Mischproben mit zweimal 4 und einmal 7 Tieren vereint. Die eigentliche Bestimmung des prozentualen Fettgehaltes, des prozentualen Wassergehaltes und der Kontaminanten erfolgte dann einzeln an den 4 größeren Exemplaren und an den drei Mischproben. Für die nachfolgende statistische Betrachtung der Befunde (Min-, Mittel- und Max-Werte) wurden die Ergebnisse der Mischproben nach Anzahl gewichtet mit berücksichtigt. So wurde beispielsweise der Mittelwert des Fettgehaltes in der Muskulatur errechnet aus 19 Werten (4 Einzelwerte + 4 gleichlautende Werte der ersten Mischprobe + 4 gleichlautende Werte der zweiten Mischprobe + 7 gleichlautende Werte der dritten Mischprobe).

Die Aalproben wiesen **Längen von 37 bis 60 cm (Mittelwert = 44 cm)** und **Gewichte von 84 bis 425 g (Mittelwert = 156 g)** auf. **Der prozentuale Fettgehalt** in der Muskulatur variierte **zwischen 7,3 und 25 % (Mittelwert = 13 %)**. Der **prozentuale Wassergehalt** in der Muskulatur wies Werte **zwischen 58 und 73 % auf (Mittelwert = 69 %)**.

Die Analysenergebnisse sind am Ende dieses Kapitels in Tab. 21 zusammengestellt. Außerdem finden sich die Werte ausgewählter Meßgrößen graphisch aufgetragen neben den übrigen Befunden der anderen Elbeanrainerländer in den Abb.19 bis 30 des Kap. 6. Dort läßt sich am besten die Belastungssituation im gesamten bundesdeutschen Längsprofil verfolgen.

5.4.6.5.1 Schwermetalle

Bestimmt wurden die Gehalte von Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd) und Blei (Pb) im verzehrbaren Anteil (Filet, Muskulatur) der Tiere.

Die in der **Schadstoff-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 23. März 1988** festgesetzte Höchstmenge für Quecksilber von 1,0 mg Hg/kg Frischsubstanz (FS) wurde in allen 19 Proben weder erreicht noch überschritten. Der Mittelwert betrug 0,52 mg Hg/kg FS (Hg_{Min} = 0,36 mg/kg FS, Hg_{Max} = 0,76 mg/kg FS). Auch nach der Entscheidung 93/351 der Europäischen Kommission vom 19. Mai 1993 - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 144/23 - gilt in der Bundesrepublik Deutschland für Quecksilber im Aal ein Grenzwert von 1 mg Hg/kg FS, allerdings bei einer Mischprobe von mindestens 10 Tieren. **Somit wären vermutlich alle Aale vermarktungsfähig gewesen.**

Für eine Bewertung der angetroffenen Cadmium- und Bleigehalte können die **Richtwerte des Bundesamtes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin** (BgVV) herangezogen werden, die im Mai 1996 - und auch schon in früheren Jahren - im Bundesgesundheitblatt veröffentlicht wurden. Danach gilt für Cadmium ein Richtwert von 0,10 mg Cd/kg FS und für Blei ein Richtwert von 0,50 mg Pb/kg FS. Die festgestellten Cadmiumgehalte schwankten zwischen 0,003 und 0,009 mg Cd/kg FS, die 12 Positivbefunde beim Blei (Werte ≥BG) wiesen alle Werte in Höhe von 0,01 mg Pb/kg FS auf. **Bei allen untersuchten Aalproben wurden folglich beide Richtwerte weder erreicht noch überschritten.**

5.4.6.5.2 Halogenierte KWs und synthetische Nitromoschus-Duftstoffe

Nach den vorliegenden Ergebnissen waren von der Gesamtheit aller berücksichtigten Verbindungen im Fett der Muskulatur der 4 untersuchten Einzelaale und der drei MPs mit zweimal 4 und einmal 7 Tieren **nicht relevant** (alle Werte <BG): die beiden Toxaphen-Kongenere Nr. 32 und Nr. 50. Ebenfalls nicht relevant war Endrin, bezogen auf die Frischsubstanz der Muskulatur.

Vereinzelt nachgewiesen (mehrere Werte ≥BG) wurde o,p'-DDE (18 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,03 mg/kg Fett) o,p'-DDT (17 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,03 mg/kg Fett), Oxychlordan (15 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,0010 und 0,0025 mg/kg **FS**), Toxaphen-Kongener Nr. 62 (acht Positivbefunde, alle mit einem Wert von 0,01 mg/kg Fett), Moschus-Xylol (18 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,02 mg/kg Fett), Bromocyclen (17 Positivbefunde mit Werten zwischen 0,01 und 0,02 mg/kg Fett) sowie Pentachloranisol (11 Positivbefunde, alle mit einem Wert von 0,01 mg/kg Fett). **Die Positivbefunde des geregelten Oxychlordans überschritten nicht die entsprechende Höchstmenge.**

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **nicht direkt geregelte und ungeregelte Verbindungen**: α-HCH (Mittelwert = 0,06 mg/kg Fett), β-HCH (Mittelwert = 0,06 mg/kg Fett), δ-HCH (Mittelwert = 0,03 mg/kg Fett), p,p'-DDE (Mittelwert = 0,59 mg/kg Fett), p,p'-DDD (Mittelwert = 0,86 mg/kg Fett), p,p'-DDT (Mittelwert = 0,067 mg/kg Fett), Heptachlorepoxid (Mittelwert = 0,002 mg/kg **FS**), Dieldrin (Mittelwert = 0,03 mg/kg Fett), PCB Nr. 118 (Mittelwert = 0,13 mg/kg Fett), PCB Nr. 170

(Mittelwert = 0,11 mg/kg Fett), PCB Nr. 194 (Mittelwert = 0,017 mg/kg Fett), Octachlorstyrol (Mittelwert = 0,16 mg/kg Fett) sowie Moschus-Keton (Mittelwert = 0,03 mg/kg Fett). In der Rückstands-Höchstmengenverordnung i. d. F. v. 01.09.1994 wird Heptachlorepoxid zusammen mit Heptachlor und Dieldrin zusammen mit Aldrin geregelt. Die Partner-Kontaminanten wurden nicht untersucht, da deren Konzentrationen erfahrungsgemäß nicht relevant sind. Die beiden berücksichtigten Kontaminanten lagen für sich allein betrachtet deutlich unter den entsprechenden Höchstmengen.

Regelmäßig nachgewiesen (alle Werte ≥BG) wurden folgende **geregelte Verbindungen**: HCB, Lindan, HCH-Isomere außer Lindan, Gesamt-DDT und die PCB-Kongenere Nr. 28, Nr. 52, Nr. 101, Nr. 138, Nr. 153 und Nr. 180. Von diesen genannten Stoffen erreichten oder überschritten **nicht** die entsprechenden Höchstmenge: Lindan (zulässige Höchstmenge = 1,0 mg/kg Fett; Mittelwert = 0,08 mg/kg Fett), HCH-Isomere außer Lindan (zulässige Höchstmenge = 0,5 mg/kg Fett; Mittelwert = 0,16 mg/kg Fett), Gesamt-DDT (zulässige Höchstmenge = 5 mg/kg Fett; Mittelwert = 1,57 mg/kg Fett), die PCB-Kongenere Nr. 28, Nr. 52, Nr. 101 und Nr. 180 (zulässige Höchstmenge jeweils 0,2 mg/kg **FS**; Mittelwert PCB Nr. 28 = 0,002 mg/kg **FS**, Mittelwert PCB Nr. 52 = 0,01 mg/kg **FS**, Mittelwert PCB Nr. 101 = 0,01 mg/kg **FS** und Mittelwert PCB Nr. 180 = 0,02 mg/kg **FS**) sowie die PCB-Kongenere Nr. 138 und Nr. 153 (zulässige Höchstmenge jeweils 0,3 mg/kg **FS**; Mittelwert PCB Nr. 138 = 0,08 mg/kg **FS** und Mittelwert PCB Nr. 153 = 0,10 mg/kg **FS**). **Überschreitungen der Höchstmenge wurden demgegenüber für HCB 8mal festgestellt.** Die zulässige Höchstmenge für HCB beträgt 0,5 mg/kg Fett, der HCB-Mittelwert betrug 0,50 mg/kg Fett. Der HCB_{Max} lag bei 0,85 mg/kg Fett in einer Mischprobe mit vier Tieren.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß allein aus Sicht der geregelten organischen Mikroverunreinigungen knapp die Hälfte der Aalproben vom Fangplatz Brunsbüttel wegen erhöhter HCB-Gehalte nicht vermarktungsfähig (gewerbliches Inverkehrbringen) gewesen wäre.

Tab. 17.1 Schadstoffe in Fischen 1994
Elbe bei Hohnstorf (Strom-km 567) Aal (*Anguilla anguilla*)

Labor-Nr.	CR1302	CR1303	CR1304	CR1305	CR1306	CR1307	CR1308	CR1309	CR1310	CR1311	CR1312	CR1313	CR1314	CR2127	CR2128
Datum der Probenentnahme	13.06.	13.06.	13.06.	13.06.	13.06.	13.06.	13.06.	13.06.	13.06.	13.06.	13.06.	13.06.	13.06.	21.06.	21.06.
Fangbeginn															
Fangende															
Anzahl Fische in Mischprobe															
Länge (cm)	70	74	55	55	60	49	54	51	68	67	49	77	73	77	74
Gewicht (g)	753	963	415	269	429	243	345	234	658	703	228	1008	918	1035	1053
Fettgehalt der Muskulatur (%)	29,8	26,2	30,9	21,1	27,5	28,1	24,2	8,8	29,3	29,4	6,5	16,4	24,7	17,7	25,6
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	54,9	58,6	53,6	61,3	55,6	56,5	59,1	70,9	55,9	66,8	73,4	66,0	58,8	65,9	59,3
Quecksilber (µg/kg)	170	1140	252	130	274	309	204	828	171	144	693	1150	208	1610	642
Cadmium (µg/kg)	1	7	4	11	20	6	11	31	2	<1	27	5	5	3	2
Blei (µg/kg)	<10	10	10	30	10	10	10	20	10	10	20	20	10	<10	<10
bez. auf Muskulaturfett (mg/kg)															
Hexachlorbenzol	0,03	0,87	0,02	0,21	0,05	0,01	0,05	1,40	0,02	0,04	1,50	1,44	0,13	1,58	0,70
α-HCH	0,01	0,07	0,01	0,07	0,04	0,01	0,04	0,12	0,01	0,04	0,14	0,10	0,08	0,11	0,14
β-HCH	<0,01	0,06	0,01	0,04	0,02	<0,01	0,01	0,08	0,01	0,02	0,10	0,09	0,03	0,15	0,11
γ-HCH	0,08	0,08	0,05	0,09	0,06	0,02	0,05	0,12	0,03	0,06	0,14	0,12	0,07	0,10	0,14
δ-HCH	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,03	<0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,05	0,04
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,01	0,14	0,02	0,12	0,07	0,01	0,06	0,23	0,02	0,07	0,27	0,21	0,12	0,31	0,29
p,p'-DDT	0,01	0,09	0,05	0,14	0,05	0,11	0,03	0,34	0,08	0,01	0,47	0,15	0,23	0,19	0,10
o,p'-DDT	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,01	<0,01	-	0,02	0,03	0,03	0,08
p,p'-DDE	0,32	1,12	0,30	0,51	0,31	0,63	0,24	1,64	0,44	0,06	2,43	1,71	0,65	1,53	1,38
o,p'-DDE	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,02	-	0,02	0,02
p,p'-DDD	0,10	1,52	0,09	0,24	0,11	0,21	0,12	0,87	0,15	0,02	1,50	1,63	0,20	1,43	0,77
o,p'-DDD															
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,43	2,74	0,44	0,90	0,47	0,95	0,39	2,88	0,68	0,09	4,40	3,51	1,11	3,18	2,33
Heptachlor															
Heptachlorepoxid	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01	<0,01	0,01	0,01
Aldrin															
Isodrin															
Dieldrin	0,01	<0,01	0,01	0,02	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	<0,01
Endrin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Gesamt-Chlordan	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Oxychlordan	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Toxaphen Nr. 26	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,03	0,02	0,01	0,03	0,01
Toxaphen Nr. 32	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Toxaphen Nr. 50	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,01	<0,01	0,05	0,07	0,01	<0,01	<0,01
Toxaphen Nr. 62	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	<0,01
Moschus-Xylol	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	<0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,04	0,03	0,03	0,03	0,06
Moschus-Keton	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	<0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,07
Bromocyclen	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01
Pentachloranisol	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Octachlorstyrol	<0,01	0,70	0,01	0,02	0,01	<0,01	0,01	0,22	<0,01	<0,01	0,43	0,60	0,01	0,33	0,20
PCB Nr. 28	0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,04
PCB Nr. 52	0,03	0,11	<0,01	0,02	0,01	<0,01	<0,01	0,17	<0,01	<0,01	0,20	0,16	0,01	0,20	0,08
PCB Nr. 101	0,11	0,15	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01	<0,01	0,14	0,14	0,02	0,17	0,07
PCB Nr. 118	0,13	0,13	0,01	0,10	0,02	0,02	0,01	0,14	0,01	<0,01	0,21	0,17	0,02	0,15	0,06
PCB Nr. 138	0,73	0,55	0,04	0,41	0,10	0,05	0,04	0,56	0,03	0,01	0,93	0,80	0,05	0,71	0,33
PCB Nr. 153	0,78	0,64	0,04	0,45	0,08	0,05	0,04	0,54	0,03	0,01	0,86	0,86	0,05	0,74	0,35
PCB Nr. 170	0,21	0,13	0,01	0,10	0,02	0,01	0,01	0,14	0,01	<0,01	0,23	0,20	0,01	0,18	0,09
PCB Nr. 180	0,34	0,22	0,01	0,17	0,02	0,02	0,01	0,22	0,01	<0,01	0,36	0,38	0,02	0,32	0,14
PCB Nr. 194	0,03	0,02	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,03	0,03	<0,01	0,03	0,02
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)															
Hexachlorbenzol	0,0089	0,2280	0,0062	0,0443	0,0138	0,0028	0,0121	0,1230	0,0059	0,0118	0,0975	0,236	0,0321	0,280	0,179
α-HCH	0,0030	0,0183	0,0031	0,0148	0,0110	0,0028	0,0097	0,0106	0,0029	0,0118	0,0091	0,0164	0,0198	0,0195	0,0358
β-HCH	0,0000	0,0157	0,0031	0,0084	0,0055	<0,0028	0,0024	0,0070	0,0029	0,0059	0,0065	0,0148	0,0074	0,0266	0,0282
γ-HCH	0,0238	0,0210	0,0155	0,0190	0,0165	0,0056	0,0121	0,0106	0,0088	0,0176	0,0091	0,0197	0,0173	0,0177	0,0358
δ-HCH	0,0000	0,0026	<0,0031	0,0021	0,0028	<0,0028	0,0024	0,0026	<0,0029	0,0029	0,0020	0,0033	0,0025	0,0089	0,0102
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,0030	0,0367	0,0062	0,0253	0,0193	0,0028	0,0145	0,0202	0,0059	0,0206	0,0176	0,0344	0,0296	0,0549	0,0742
p,p'-DDT	0,0030	0,0236	0,0155	0,0295	0,0138	0,0309	0,0073	0,0299	0,0234	0,0029	0,0306	0,0246	0,0568	0,0336	0,0256
o,p'-DDT	<0,0030	0,0026	<0,0031	0,0021	<0,0028	<0,0028	<0,0024	0,0026	0,0029	<0,0029	-	0,0033	0,0074	0,0053	0,0205
p,p'-DDE	0,0954	0,293	0,0927	0,108	0,0853	0,177	0,0581	0,144	0,129	0,0176	0,158	0,280	0,161	0,271	0,353
o,p'-DDE	<0,0030	0,0026	<0,0031	<0,0021	<0,0028	<0,0028	<0,0024	0,0009	<0,0029	<0,0029	0,0007	0,0033	-	0,0035	0,0051
p,p'-DDD	0,0298	0,398	0,0278	0,0506	0,0303	0,0590	0,0290	0,0766	0,0440	0,0059	0,0975	0,267	0,0494	0,253	0,197
o,p'-DDD															
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,128	0,717	0,136	0,190	0,129	0,267	0,094	0,253	0,199	0,026	0,286	0,576	0,274	0,563	0,597
Heptachlor															
Heptachlorepoxid	<0,0030	0,0026	<0,0031	0,0021	0,0028	<0,0028	<0,0024	0,0009	<0,0029	<0,0029	0,0013	0,0016	<0,0025	0,0018	0,0026
Aldrin															
Isodrin															
Dieldrin	0,0030	<0,0026	0,0031	0,0042	0,0028	<0,0028	0,0024	<0,0009	0,0029	<0,0029	0,0013	0,0016	0,0025	0,0018	<0,0026
Endrin	<0,0030	<0,0026	<0,0031	<0,0021	<0,0028	<0,0028	<0,0024	<0,0009	<0,0029	<0,0029	<0,0007	<0,0016	<0,0025	<0,0018	<0,0026
Gesamt-Chlordan	<0,0030	<0,0026	<0,0031	<0,0021	<0,0028	<0,0028	<0,0024	<0,0009	<0,0029	<0,0029	0,0007	<0,0016	<0,0025	<0,0018	<0,0026
Oxychlordan	<0,0030	<0,0026	<0,0031	<0,0021	<0,0028	<0,0028	<0,0024	<0,0009	<0,0029	<0,0029	0,0007	<0,0016	<0,0025	<0,0018	<0,0026
Toxaphen Nr. 26	<0,0030	0,0026	<0,0031	<0,0021	<0,0028	<0,0028	<0,0024	0,0018	<0,0029	<0,0029	0,0020	0,0033	0,0025	0,0053	0,0026
Toxaphen Nr. 32	<0,0030	<0,0026	<0,0031	<0,0021	<0,0028	<0,0028	<0,0024	<0,0009	<0,0029	<0,0029	<0,0007	0,0000	<0,0025	<0,0018	<0,0026
Toxaphen Nr. 50	<0,0030	<0,0026	<0,0031	<0,0021	<0,0028	<0,0028	<0,0024	0,0035	0,0029	<0,0029	0,0033	0,0115	0,0025	<0,0018	<0,0026
Toxaphen Nr. 62	<0,0030	<0,0026	<0,0031	<0,0021	<0,0028	<0,0028	<0,0024	0,0018	<0,0029	<0,0029	0,0013	0,0033	0,0025	0,0035	<0,0026
Moschus-Xylol	0,0060	0,0052	0,0031	0,0042	0,0028	<0,0028	0,0024	0,0026	0,0059	0,0029	0,0026	0,0049	0,0074	0,0053	0,0154
Moschus-Keton	0,0060	0,0026	0,0031	0,0042	0,0055	<0,0028	0,0048	0,0009	0,0029	0,0059	0,0020	0,0033	0,0049	0,0035	0,0179
Bromocyclen	0,0060	<0,0026	<0,0031	0,0021	<0,0028	<0,0028	<0,0024	0,0009	<0,0029	<0,0029	0,0007	<0,0016	<0,0025	0,0018	0,0026
Pentachloranisol	<0,0030	<0,0026	<0,0031	<0,0021	<0,0028	<0,0028	<0,0024	<0,0009	<0,0029	<0,0029	<0,0007	<0,0016	<0,0025	<0,0018	<0,0026
Octachlorstyrol	<0,0030	0,183	0,0031	0,0042	0,0028	<0,0028	0,0024	0,0194	<0,0029	<0,0029	0,0280	0,0984	0,0025	0,0584	0,0512
PCB Nr. 28	0,0030	0,0026	<0,0031	0,0021	<0,0028	<0,0028	<0,0024	0,0009	<0,0029	<0,0029	0,0013	0,0016	0,0025	0,0053	0,0102
PCB Nr. 52	0,0089	0,0288	<0,0031	0,0042	0,0028	<0,0028	<0,0024	0,0150	<0,0029	<0,0029	0,0130	0,0262	0,0025	0,0354	0,0205
PCB Nr. 101	0,0328	0,0393	0,0031	0,0106	0,0028	0,0028	0,0024	0,0088	0,0029	<0,0029	0,0091	0,0230	0,0049	0,0301	0,0179
PCB Nr. 118	0,0387	0,0341	0,0031	0,0211	0,0055	0,0056	0,0024	0,0123	0,0029	<0,0029	0,0137	0,0279	0,0049	0,0266	0,0154
PCB Nr. 138	0,218	0,144	0,0124	0,0865	0,0275	0,0141	0,0097	0,0493	0,0088	0,0029	0,0605	0,131	0,0124	0,126	0,0845
PCB Nr. 153	0,232	0,168	0,0124	0,0950	0,0220	0,0141	0,0097	0,0475	0,0088	0,0029	0,0559	0,141	0,0124	0,131	0,0896
PCB Nr. 170	0,0626	0,0341	0,0031	0,0211	0,0055	0,0028	0,0024	0,0123	0,0029	<0,0029	0,0150	0,0328	0,0025	0,0319	0,0230
PCB Nr. 180	0,101	0,0576	0,0031	0,0359	0,0055	0,0056	0,0024	0,0194	0,0029	<0,0029	0,0234	0,0623	0,0049	0,0566	0,0358
PCB Nr. 194	0,0089	0,0052	<0,0031	0,0021	<0,0028	<0,0028	<0,0024	0,0018	<0,0029	<0,0029	0,0020	0,0049	<0,0025	0,0053	0,0051

MP Mischprobe

Tab. 17.2 Schadstoffe in Fischen — 1994
Elbe bei Hohnstorf (Strom-km 567) — Aal (*Anguilla anguilla*)

Labor-Nr.	CR2129	CR2130	CR2131	CR2132	CR2035 MP	CR2036 MP
Datum der Probenentnahme	21.06.	21.06.	21.06.	21.06.	13.06.	13.06.
Fangbeginn						
Fangende						
Anzahl Fische in Mischprobe					7	5
Länge (cm)	68	87	65	67	33	40
Gewicht (g)	572	1065	509	560	65	117
Fettgehalt der Muskulatur (%)	12,6	22,3	31,7	13,7	13,6	14,2
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	67,3	62,0	53,4	66,7	67,2	67,4
Quecksilber (µg/kg)	1170	299	305	1390	422	821
Cadmium (µg/kg)	5	8	1	5	28	18
Blei (µg/kg)	10	<10	<10	10	10	20
bez. auf Muskulaturfett (mg/kg)						
Hexachlorbenzol	1,88	0,24	0,03	2,00	1,27	1,51
α-HCH	0,09	0,09	0,02	0,10	0,11	0,12
β-HCH	0,11	0,06	0,01	0,10	0,07	0,12
γ-HCH	0,10	0,10	0,09	0,10	0,11	0,12
δ-HCH	0,04	0,02	0,01	0,04	0,02	0,04
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,24	0,17	0,04	0,24	0,20	0,28
p,p'-DDT	0,24	0,13	0,01	0,17	0,21	0,27
o,p'-DDT	0,04	0,01	0,05	0,03	0,02	0,05
p,p'-DDE	1,93	0,56	0,82	2,53	0,76	1,28
o,p'-DDE	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01
p,p'-DDD	1,45	0,33	0,75	2,46	1,10	0,98
o,p'-DDD						
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	3,66	1,03	1,63	5,19	2,09	2,58
Heptachlor						
Heptachlorepoxid	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01
Aldrin						
Isodrin						
Dieldrin	0,01	0,02	-	0,01	0,01	0,01
Endrin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Gesamt-Chlordan	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Oxychlordan	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Toxaphen Nr. 26	0,03	<0,01	<0,01	0,04	0,01	0,03
Toxaphen Nr. 32	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Toxaphen Nr. 50	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01
Toxaphen Nr. 62	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01
Moschus-Xylol	0,06	0,03	0,01	0,04	0,04	0,06
Moschus-Keton	0,03	0,02	0,01	0,03	0,02	0,03
Bromocyclen	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01
Pentachloranisol	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Octachlorstyrol	0,47	0,03	0,01	0,57	0,20	0,21
PCB Nr. 28	0,01	0,01	-	0,02	0,01	0,02
PCB Nr. 52	0,18	0,03	0,01	0,28	0,12	0,17
PCB Nr. 101	0,11	0,03	0,02	0,22	0,08	0,11
PCB Nr. 118	0,18	0,04	0,03	0,32	0,09	0,12
PCB Nr. 138	0,92	0,25	0,13	1,54	0,32	0,54
PCB Nr. 153	0,94	0,25	0,15	1,62	0,26	0,56
PCB Nr. 170	0,24	0,05	0,03	0,42	0,09	0,12
PCB Nr. 180	0,38	0,10	0,04	0,74	0,13	0,19
PCB Nr. 194	0,03	0,01	-	0,05	0,01	0,02
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)						
Hexachlorbenzol	0,237	0,0535	0,0095	0,274	0,173	0,214
α-HCH	0,0113	0,0201	0,0063	0,0137	0,0150	0,0170
β-HCH	0,0139	0,0134	0,0032	0,0137	0,0095	0,0170
γ-HCH	0,0126	0,0223	0,0285	0,0137	0,0150	0,0170
δ-HCH	0,0050	0,0045	0,0032	0,0055	0,0027	0,0057
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,0302	0,0379	0,0127	0,0329	0,0272	0,0398
p,p'-DDT	0,0302	0,0290	0,0032	0,0233	0,0286	0,0383
o,p'-DDT	0,0050	0,0022	0,0159	0,0041	0,0027	0,0071
p,p'-DDE	0,243	0,125	0,260	0,347	0,103	0,182
o,p'-DDE	0,0013	0,0022	<0,0032	0,0014	0,0014	0,0014
p,p'-DDD	0,183	0,0736	0,238	0,337	0,150	0,139
o,p'-DDD						
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,461	0,230	0,517	0,711	0,284	0,366
Heptachlor						
Heptachlorepoxid	0,0013	0,0022	<0,0032	0,0014	0,0014	0,0014
Aldrin						
Isodrin						
Dieldrin	0,0013	0,0045	-	0,0014	0,0014	0,0014
Endrin	<0,0013	<0,0022	<0,0032	<0,0014	<0,0014	<0,0014
Gesamt-Chlordan	0,0013	0,0022	<0,0032	<0,0014	<0,0014	0,0014
Oxychlordan	0,0013	0,0022	<0,0032	<0,0014	<0,0014	0,0014
Toxaphen Nr. 26	0,0038	<0,0022	<0,0032	0,0055	0,0014	0,0043
Toxaphen Nr. 32	<0,0013	<0,0022	<0,0032	<0,0014	<0,0014	<0,0014
Toxaphen Nr. 50	<0,0013	<0,0022	<0,0032	<0,0014	0,0027	<0,0014
Toxaphen Nr. 62	0,0025	<0,0022	<0,0032	0,0014	<0,0014	0,0014
Moschus-Xylol	0,0076	0,0067	0,0032	0,0055	0,0054	0,0085
Moschus-Keton	0,0038	0,0045	0,0032	0,0041	0,0027	0,0043
Bromocyclen	0,0013	<0,0022	<0,0032	0,0014	0,0014	0,0014
Pentachloranisol	<0,0013	<0,0022	<0,0032	<0,0014	<0,0014	<0,0014
Octachlorstyrol	0,0592	0,0067	0,0032	0,0781	0,0272	0,0298
PCB Nr. 28	0,0013	0,0022	-	0,0027	0,0014	0,0028
PCB Nr. 52	0,0227	0,0067	0,0032	0,0384	0,0163	0,0241
PCB Nr. 101	0,0139	0,0067	0,0063	0,0301	0,0109	0,0156
PCB Nr. 118	0,0227	0,0089	0,0095	0,0438	0,0122	0,0170
PCB Nr. 138	0,116	0,0558	0,0412	0,211	0,0435	0,0767
PCB Nr. 153	0,118	0,0558	0,0476	0,222	0,0354	0,0795
PCB Nr. 170	0,0302	0,0112	0,0095	0,0575	0,0122	0,0170
PCB Nr. 180	0,0479	0,0223	0,0127	0,101	0,0177	0,0270
PCB Nr. 194	0,0038	0,0022	-	0,0069	0,0014	0,0028

MP Mischprobe

Tab. 18 Schadstoffe in Fischen **1994**

Elbe bei Hohnstorf (Strom-km 467) **Zander (*Stizostedion lucioperca*)**

Labor-Nr.	CR1280	CR1281	CR1282	CR1283	CR1284	CR1285	CR1286	CR2122	CR2123	CR2124	CR2125	CR2126
Datum der Probenentnahme	13.06.	13.06.	13.06.	13.06.	13.06.	13.06.	13.06.	21.06.	21.06.	21.06.	21.06.	21.06.
Fangbeginn												
Fangende												
Länge (cm)	64	60	67	59	49	71	48	67	51	58	52	51
Gewicht (g)	2450	1705	2559	1741	935	2707	1051	2399	1229	1264	1500	1288
Fettgehalt der Muskulatur (%)	0,3	0,4	0,3	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,8
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	81,3	80,9	81,3	79,8	79,8	81,6	77,8	80,4	79,2	82,4	79,5	79,2
Quecksilber (µg/kg)	227	669	802	628	625	1520	564	960	484	1220	649	748
Cadmium (µg/kg)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2	1	<1	<1	<1	1
Blei (µg/kg)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10	10	<10
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)												
Hexachlorbenzol	0,0002	0,0105	0,0087	0,0115	0,0254	0,0082	0,0120	0,0124	0,0069	0,0122	0,0063	0,0108
α-HCH	0,0001	0,0004	0,0002	0,0006	0,0003	0,0002	0,0005	0,0003	0,0004	0,0002	0,0003	0,0006
β-HCH	0,0001	0,0003	0,0002	0,0005	0,0002	0,0001	0,0004	0,0002	0,0004	0,0002	0,0003	0,0004
γ-HCH	0,0002	0,0006	0,0004	0,0007	0,0005	0,0003	0,0006	0,0004	0,0006	0,0003	0,0005	0,0009
δ-HCH	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003	0,0002	0,0002	0,0003
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,0003	0,0010	0,0006	0,0013	0,0008	0,0004	0,0012	0,0008	0,0010	0,0005	0,0008	0,0013
p,p'-DDT	0,0002	0,0012	0,0008	0,0016	0,0040	0,0010	0,0016	0,0013	0,0006	0,0041	0,0003	0,0024
o,p'-DDT	0,0001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p,p'-DDE	0,0030	0,0188	0,0114	0,0091	0,0550	0,0120	0,0104	0,0222	0,0114	0,0639	0,0084	0,0187
o,p'-DDE	<0,0001	<0,0001	-	-	-	-	-	0,0009	0,0005	-	0,0003	0,0014
p,p'-DDD	0,0004	0,0162	0,0081	0,0108	0,0344	0,0083	0,0112	0,0126	0,0076	0,0303	0,0062	0,0225
o,p'-DDD												
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,0037	0,0362	0,0203	0,0215	0,0934	0,0213	0,0232	0,0361	0,0196	0,0983	0,0149	0,0436
Heptachlor												
Heptachlorepoxid	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,0003	0,0001	0,0001	-	0,0001	0,0002
Aldrin												
Isodrin												
Dieldrin	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001
Endrin	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Gesamt-Chlordan	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Oxychlordan	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Toxaphen Nr. 26	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,0003	0,0002	0,0006	0,0002	0,0002
Toxaphen Nr. 32	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Toxaphen Nr. 50	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Toxaphen Nr. 62	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,0002	<0,0001	0,0005	<0,0001	0,0002
Moschus-Xylol	<0,0001	0,0001	<0,0001	0,0001	0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002
Moschus-Keton	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002
Bromocyclen	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0004	0,0003	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	<0,0001	0,0006
Pentachloranisol	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002
Octachlorstyrol	0,0001	0,0043	0,0033	0,0022	0,0116	0,0033	0,0026	0,0042	0,0025	0,0098	0,0019	0,0047
PCB Nr. 28	0,0001	0,0009	0,0006	0,0006	0,0013	0,0005	0,0006	0,0009	0,0005	0,0010	0,0004	0,0011
PCB Nr. 52	0,0003	0,0033	0,0023	0,0021	0,0084	0,0027	0,0020	0,0031	0,0016	0,0077	0,0014	0,0036
PCB Nr. 101	0,0013	0,0043	0,0030	0,0017	0,0088	0,0047	0,0016	0,0040	0,0020	0,0110	0,0017	0,0062
PCB Nr. 118	0,0009	0,0022	0,0015	0,0011	0,0048	0,0020	0,0010	0,0024	0,0012	0,0052	0,0009	0,0030
PCB Nr. 138	0,0057	0,0092	0,0073	0,0044	0,0205	0,0109	0,0045	0,0112	0,0048	0,0299	0,0039	0,0132
PCB Nr. 153	0,0066	0,0114	0,0085	0,0050	0,0241	0,0130	0,0050	0,0117	0,0054	0,0324	0,0043	0,0146
PCB Nr. 170	0,0016	0,0022	0,0023	0,0014	0,0070	0,0029	0,0014	0,0032	0,0013	0,0075	0,0010	0,0024
PCB Nr. 180	0,0026	0,0040	0,0040	0,0020	0,0112	0,0059	0,0018	0,0051	0,0016	0,0124	0,0012	0,0049
PCB Nr. 194	0,0002	0,0002	0,0003	0,0002	0,0008	0,0005	0,0002	0,0007	0,0002	0,0009	0,0001	0,0002

Tab. 19 Schadstoffe in Fischen 1994
Pagensander Nebenelbe (Strom-km 663) Aal (*Anguilla anguilla*)

Labor-Nr.	CR2133	CR2134	CR2135	CR2136	CR2137	CR2138	CR2139	CR2189 MP	CR2190 MP	CR2191 MP
Datum der Probenentnahme	06.07.	06.07.	06.07.	06.07.	06.07.	06.07.	06.07.	06.07.	06.07.	06.07.
Fangbeginn										
Fangende										
Anzahl Fische in Mischprobe								4	4	6
Länge (cm)	54	46	64	59	59	54	50	42	38	37
Gewicht (g)	335	205	447	440	446	340	257	158	119	97
Fettgehalt der Muskulatur (%)	25	11,3	21,7	24,6	24,4	34,5	24	24,1	24,7	23,1
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	59,2	71,1	62,9	57,9	59,2	49,1	58	61,6	60,4	60,4
Quecksilber (µg/kg)	1850	1140	137	574	912	662	1270	1370	1030	1400
Cadmium (µg/kg)	4	5	4	2	9	3	4	15	30	5
Blei (µg/kg)	<10	20	<10	<10	<10	<10	10	10	10	10
bez. auf Muskulaturfett (mg/kg)										
Hexachlorbenzol	0,72	0,88	0,65	0,22	0,25	0,30	1,12	0,62	0,73	0,77
α-HCH	0,08	0,08	0,05	0,08	0,05	0,09	0,08	0,07	0,08	0,09
β-HCH	0,08	0,11	0,03	0,08	0,05	0,08	0,09	0,05	0,05	0,05
γ-HCH	0,10	0,09	0,09	0,10	0,07	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10
δ-HCH	0,04	0,05	0,02	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,20	0,24	0,10	0,20	0,12	0,20	0,20	0,15	0,17	0,18
p,p'-DDT	0,07	0,15	0,09	0,04	0,07	0,07	0,08	0,07	0,15	0,07
o,p'-DDT	<0,01	0,06	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
p,p'-DDE	0,94	0,81	0,56	0,24	0,36	0,77	0,60	0,52	0,98	0,49
o,p'-DDE	0,04	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02
p,p'-DDD	0,74	1,22	0,51	0,31	0,50	0,76	1,08	0,71	0,83	0,77
o,p'-DDD										
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	1,75	2,24	1,17	0,60	0,94	1,62	1,79	1,33	1,99	1,36
Heptachlor										
Heptachlorepoxid	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Aldrin										
Isodrin										
Dieldrin	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
Endrin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Gesamt-Chlordan	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01
Oxychlordan	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01
Toxaphen Nr. 26	0,02	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,01
Toxaphen Nr. 32	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Toxaphen Nr. 50	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Toxaphen Nr. 62	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
Moschus-Xylol	0,01	0,03	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,04	0,02
Moschus-Keton	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,05	0,04	0,04
Bromocyclen	0,01	0,03	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02
Pentachloranisol	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Octachlorstyrol	0,28	0,24	0,02	0,07	0,13	0,07	0,25	0,20	0,19	0,18
PCB Nr. 28	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
PCB Nr. 52	0,16	0,15	0,04	0,05	0,05	0,04	0,13	0,09	0,12	0,10
PCB Nr. 101	0,26	0,15	0,02	0,06	0,10	0,03	0,16	0,10	0,12	0,11
PCB Nr. 118	0,30	0,11	0,02	0,04	0,10	0,06	0,10	0,11	0,07	0,06
PCB Nr. 138	1,20	0,54	0,06	0,13	0,65	0,24	0,44	0,64	0,47	0,40
PCB Nr. 153	1,31	0,71	0,06	0,15	0,75	0,28	0,48	0,71	0,51	0,46
PCB Nr. 170	0,18	0,09	0,01	0,03	0,15	0,05	0,09	0,13	0,07	0,07
PCB Nr. 180	0,34	0,16	0,02	0,05	0,26	0,12	0,16	0,24	0,14	0,13
PCB Nr. 194	0,02	0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)										
Hexachlorbenzol	0,180	0,0994	0,141	0,0541	0,0610	0,104	0,269	0,149	0,180	0,178
α-HCH	0,0200	0,0090	0,0109	0,0197	0,0122	0,0311	0,0192	0,0169	0,0198	0,0208
β-HCH	0,0200	0,0124	0,0065	0,0197	0,0122	0,0276	0,0216	0,0121	0,0124	0,0116
γ-HCH	0,0250	0,0102	0,0195	0,0246	0,0171	0,0345	0,0216	0,0217	0,0222	0,0231
δ-HCH	0,0100	0,0057	0,0043	0,0098	0,0049	0,0104	0,0072	0,0072	0,0099	0,0092
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,0500	0,0271	0,0217	0,0492	0,0293	0,0690	0,0480	0,0362	0,0420	0,0416
p,p'-DDT	0,0175	0,0170	0,0195	0,0098	0,0171	0,0242	0,0192	0,0169	0,0371	0,0162
o,p'-DDT	<0,0025	0,0068	0,0022	0,0025	0,0024	0,0069	0,0072	0,0072	0,0074	0,0069
p,p'-DDE	0,235	0,0915	0,122	0,0590	0,0878	0,2660	0,144	0,125	0,242	0,113
o,p'-DDE	0,0100	0,0045	0,0022	0,0049	0,0024	0,0035	0,0048	0,0048	0,0074	0,0046
p,p'-DDD	0,185	0,138	0,111	0,076	0,122	0,262	0,259	0,171	0,205	0,178
o,p'-DDD										
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,438	0,253	0,255	0,148	0,229	0,559	0,429	0,320	0,492	0,314
Heptachlor										
Heptachlorepoxid	0,0025	0,0011	0,0022	0,0025	0,0024	0,0035	0,0024	0,0024	0,0025	0,0023
Aldrin										
Isodrin										
Dieldrin	0,0100	0,0011	0,0022	0,0049	0,0024	0,0069	0,0048	0,0048	0,0049	0,0023
Endrin	<0,0025	<0,0011	<0,0022	<0,0025	<0,0024	<0,0035	<0,0024	<0,0024	<0,0025	<0,0023
Gesamt-Chlordan	0,0025	<0,0011	<0,0022	<0,0025	0,0024	<0,0035	<0,0024	0,0024	0,0025	<0,0023
Oxychlordan	0,0025	<0,0011	<0,0022	<0,0025	0,0024	<0,0035	<0,0024	0,0024	0,0025	<0,0023
Toxaphen Nr. 26	0,0050	0,0011	<0,0022	<0,0025	0,0024	0,0035	0,0048	<0,0024	0,0025	0,0023
Toxaphen Nr. 32	<0,0025	<0,0011	<0,0022	<0,0025	<0,0024	<0,0035	<0,0024	<0,0024	<0,0025	<0,0023
Toxaphen Nr. 50	<0,0025	<0,0011	<0,0022	<0,0025	<0,0024	<0,0035	<0,0024	<0,0024	<0,0025	<0,0023
Toxaphen Nr. 62	<0,0025	<0,0011	<0,0022	<0,0025	<0,0024	<0,0035	<0,0024	<0,0024	0,0025	<0,0023
Moschus-Xylol	0,0025	0,0034	0,0152	0,0025	0,0024	0,0035	0,0024	0,0072	0,0099	0,0046
Moschus-Keton	0,0050	0,0034	0,0065	0,0049	0,0024	0,0069	0,0048	0,0121	0,0099	0,0092
Bromocyclen	0,0025	0,0034	<0,0022	0,0025	<0,0024	0,0035	0,0048	0,0048	0,0074	0,0046
Pentachloranisol	<0,0025	0,0011	<0,0022	0,0025	<0,0024	0,0035	0,0024	0,0024	0,0025	0,0023
Octachlorstyrol	0,0700	0,0271	0,0043	0,0172	0,0317	0,0242	0,0600	0,0482	0,0469	0,0416
PCB Nr. 28	0,0025	0,0034	0,0043	0,0025	0,0024	0,0035	0,0048	0,0048	0,0049	0,0046
PCB Nr. 52	0,0400	0,0170	0,0087	0,0123	0,0122	0,0138	0,0312	0,0217	0,0296	0,0231
PCB Nr. 101	0,0650	0,0170	0,0043	0,0148	0,0244	0,0104	0,0384	0,0241	0,0296	0,0254
PCB Nr. 118	0,0750	0,0124	0,0043	0,0098	0,0244	0,0207	0,0240	0,0265	0,0173	0,0139
PCB Nr. 138	0,3000	0,0610	0,0130	0,0320	0,1590	0,0828	0,1056	0,1540	0,1160	0,0924
PCB Nr. 153	0,3280	0,0802	0,0130	0,0369	0,1830	0,0966	0,1150	0,1710	0,1260	0,1060
PCB Nr. 170	0,0450	0,0102	0,0022	0,0074	0,0366	0,0173	0,0216	0,0313	0,0173	0,0162
PCB Nr. 180	0,0850	0,0181	0,0043	0,0123	0,0634	0,0414	0,0384	0,0578	0,0346	0,0300
PCB Nr. 194	0,0050	0,0011	<0,0022	<0,0025	0,0049	0,0035	0,0024	0,0048	0,0025	0,0023

MP Mischprobe

Tab. 20 Schadstoffe in Fischen **1994**

Pagensander Nebenelbe (Strom-km 663) **Zander (*Stizostedion lucioperca*)**

Labor-Nr.	CR1288	CR1289	CR1290	CR1291	CR1292	CR1293	CR1294	CR1295	CR1296	CR1297	CR1298	CR1299	CR1300
Datum der Probenentnahme	29.04.	29.04.	29.04.	29.04.	29.04.	29.04.	29.04.	29.04.	29.04.	05.06.	05.06.	05.06.	05.06.
Fangbeginn													
Fangende													
Länge (cm)	32	40	47	39	29	42	32	66	32	43	31	34	28
Gewicht (g)	286	541	1096	596	220	813	289	2885	311	751	254	340	182
Fettgehalt der Muskulatur (%)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	77,7	79,9	78,6	79,3	81,3	79,3	80,0	79,5	80,4	79,8	78,5	78,8	79,0
Quecksilber (µg/kg)	302	462	685	491	266	366	553	1360	361	699	303	275	369
Cadmium (µg/kg)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1
Blei (µg/kg)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)													
Hexachlorbenzol	0,0053	0,0074	0,0085	0,0053	0,0060	0,0061	0,0064	0,0048	0,0062	0,0088	0,0077	0,0037	0,0060
α-HCH	0,0005	0,0005	0,0006	0,0005	0,0004	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,0004	0,0002	0,0004
β-HCH	0,0006	0,0006	0,0007	0,0006	0,0004	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0006	0,0004	0,0003	0,0006
γ-HCH	0,0008	0,0007	0,0008	0,0008	0,0007	0,0008	0,0007	0,0007	0,0006	0,0007	0,0006	0,0005	0,0008
δ-HCH	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,0013	0,0013	0,0015	0,0013	0,0010	0,0013	0,0012	0,0011	0,0010	0,0012	0,0009	0,0007	0,0013
p,p'-DDT	0,0008	0,0007	0,0013	0,0006	0,0007	0,0006	0,0008	0,0009	0,0008	0,0015	0,0011	0,0005	0,0012
o,p'-DDT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p,p'-DDE	0,0055	0,0076	0,0069	0,0055	0,0061	0,0063	0,0063	0,0077	0,0059	0,0076	0,0067	0,0037	0,0068
o,p'-DDE	0,0006	0,0005	0,0008	0,0006	0,0004	0,0005	0,0006	0,0007	0,0005	0,0008	0,0006	0,0004	0,0006
p,p'-DDD	0,0054	0,0058	0,0085	0,0039	0,0046	0,0051	0,0062	0,0053	0,0053	0,0089	0,0062	0,0031	0,0072
o,p'-DDD													
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,0117	0,0141	0,0167	0,0100	0,0114	0,0120	0,0133	0,0139	0,0120	0,0180	0,0140	0,0073	0,0152
Heptachlor													
Heptachlorepoxid	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Aldrin													
Isodrin													
Dieldrin	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001
Endrin	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Gesamt-Chlordan	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Oxychlordan	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Toxaphen Nr. 26	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001
Toxaphen Nr. 32	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Toxaphen Nr. 50	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Toxaphen Nr. 62	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Moschus-Xylol	0,0004	0,0006	0,0003	0,0006	0,0004	0,0003	0,0005	0,0001	0,0002	0,0003	0,0004	0,0004	0,0002
Moschus-Keton	0,0003	0,0005	0,0004	0,0002	0,0002	0,0002	0,0004	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Bromocyclen	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003	0,0004	0,0004	0,0007	0,0002	0,0004
Pentachloranisol	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	<0,0001
Octachlorstyrol	0,0023	0,0024	0,0025	0,0015	0,0021	0,0016	0,0025	0,0017	0,0021	0,0022	0,0025	0,0013	0,0030
PCB Nr. 28	0,0002	0,0003	0,0008	0,0004	0,0004	0,0002	0,0004	0,0004	0,0002	0,0006	0,0005	0,0002	0,0004
PCB Nr. 52	0,0013	0,0014	0,0023	0,0012	0,0011	0,0013	0,0014	0,0016	0,0012	0,0020	0,0016	0,0008	0,0018
PCB Nr. 101	0,0022	0,0030	0,0028	0,0019	0,0020	0,0023	0,0025	0,0029	0,0020	0,0027	0,0026	0,0014	0,0029
PCB Nr. 118	0,0011	0,0016	0,0013	0,0014	0,0013	0,0015	0,0011	0,0018	0,0011	0,0013	0,0010	0,0010	0,0013
PCB Nr. 138	0,0057	0,0083	0,0053	0,0058	0,0068	0,0071	0,0062	0,0079	0,0056	0,0063	0,0055	0,0039	0,0071
PCB Nr. 153	0,0059	0,0091	0,0060	0,0063	0,0075	0,0076	0,0071	0,0086	0,0064	0,0074	0,0064	0,0042	0,0078
PCB Nr. 170	0,0013	0,0018	0,0009	0,0013	0,0016	0,0015	0,0011	0,0018	0,0011	0,0011	0,0010	0,0008	0,0015
PCB Nr. 180	0,0020	0,0029	0,0015	0,0021	0,0025	0,0024	0,0019	0,0030	0,0019	0,0019	0,0018	0,0014	0,0027
PCB Nr. 194	0,0001	0,0003	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002

Tab. 21 Schadstoffe in Fischen 1994
Elbe bei Brunsbüttel (Strom-km 692) Aal (*Anguilla anguilla*)

Labor-Nr.	CR2140	CR2141	CR2142	CR2143	CR2192 MP	CR2193 MP	CR2194 MP
Datum der Probenentnahme	05.07.	05.07.	05.07.	05.07.	05.07.	05.07.	05.07.
Fangbeginn							
Fangende							
Anzahl Fische in Mischprobe					4	4	7
Länge (cm)	54	50	60	45	45	43	39
Gewicht (g)	347	194	425	184	157	132	94
Fettgehalt der Muskulatur (%)	24,9	18,2	23,8	10,2	10,5	7,3	15,3
Wassergehalt d. Muskulat. (%)	58,3	65,3	64,1	72,1	71,1	73,4	67,5
Quecksilber (µg/kg)	756	605	640	360	506	759	361
Cadmium (µg/kg)	4	3	4	3	6	6	9
Blei (µg/kg)	10	10	10	10	10	10	<10
bez. auf Muskulaturfett (mg/kg)							
Hexachlorbenzol	0,21	0,19	0,06	0,25	0,61	0,85	0,42
α-HCH	0,06	0,06	0,03	0,06	0,07	0,07	0,06
β-HCH	0,06	0,06	0,02	0,08	0,08	0,08	0,05
γ-HCH	0,08	0,08	0,06	0,08	0,09	0,09	0,07
δ-HCH	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03	0,04	0,03
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,14	0,14	0,06	0,17	0,18	0,19	0,14
p,p'-DDT	0,03	0,02	0,01	0,02	0,10	0,13	0,04
o,p'-DDT	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,03	0,03	0,02
p,p'-DDE	0,45	0,39	0,16	0,66	0,75	1,04	0,35
o,p'-DDE	0,02	0,01	<0,01	0,02	0,03	0,03	0,02
p,p'-DDD	0,57	0,48	0,11	0,89	1,07	1,54	0,56
o,p'-DDD							
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	1,06	0,89	0,28	1,58	1,95	2,74	0,97
Heptachlor							
Heptachlorepoxid	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01
Aldrin							
Isodrin							
Dieldrin	0,02	0,02	0,04	0,05	0,03	0,03	0,03
Endrin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Gesamt-Chlordan	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01
Oxychlordan	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01
Toxaphen Nr. 26	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
Toxaphen Nr. 32	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Toxaphen Nr. 50	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Toxaphen Nr. 62	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01
Moschus-Xylol	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Moschus-Keton	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03
Bromocyclen	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
Pentachloranisol	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01
Octachlorstyrol	0,11	0,07	0,02	0,12	0,23	0,31	0,07
PCB Nr. 28	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
PCB Nr. 52	0,09	0,06	0,01	0,08	0,12	0,16	0,06
PCB Nr. 101	0,15	0,14	0,02	0,14	0,17	0,14	0,07
PCB Nr. 118	0,17	0,12	0,11	0,18	0,15	0,25	0,05
PCB Nr. 138	0,62	0,58	0,43	0,85	0,82	1,22	0,40
PCB Nr. 153	0,71	0,58	0,45	1,02	0,95	1,47	0,48
PCB Nr. 170	0,11	0,09	0,06	0,09	0,13	0,20	0,06
PCB Nr. 180	0,20	0,17	0,09	0,19	0,24	0,33	0,11
PCB Nr. 194	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01
bez. Muskulaturfrischgew.(mg/kg)							
Hexachlorbenzol	0,0523	0,0346	0,0143	0,0255	0,0641	0,0621	0,0643
α-HCH	0,0149	0,0109	0,0071	0,0061	0,0074	0,0051	0,0092
β-HCH	0,0149	0,0109	0,0048	0,0082	0,0084	0,0058	0,0077
γ-HCH	0,0199	0,0146	0,0143	0,0082	0,0095	0,0066	0,0107
δ-HCH	0,0050	0,0036	0,0024	0,0031	0,0032	0,0029	0,0046
Summe HCH (ohne γ-HCH)	0,0349	0,0255	0,0143	0,0173	0,0189	0,0139	0,0214
p,p'-DDT	0,0075	0,0036	0,0024	0,0020	0,0105	0,0095	0,0061
o,p'-DDT	0,0025	<0,0018	<0,0024	0,0010	0,0032	0,0022	0,0031
p,p'-DDE	0,112	0,0710	0,0381	0,0673	0,0788	0,0759	0,0536
o,p'-DDE	0,0050	0,0018	<0,0024	0,0020	0,0032	0,0022	0,0031
p,p'-DDD	0,142	0,0874	0,0262	0,0908	0,112	0,112	0,0857
o,p'-DDD							
Gesamt-DDT (DDD, DDE, DDT)	0,264	0,162	0,0667	0,161	0,205	0,200	0,149
Heptachlor							
Heptachlorepoxid	0,0025	0,0018	0,0024	0,0020	0,0021	0,0007	0,0015
Aldrin							
Isodrin							
Dieldrin	0,0050	0,0036	0,0095	0,0051	0,0032	0,0022	0,0046
Endrin	<0,0025	<0,0018	<0,0024	<0,0010	<0,0011	<0,0007	<0,0015
Gesamt-Chlordan	0,0025	0,0018	0,0024	0,0010	0,0011	<0,0007	0,0015
Oxychlordan	0,0025	0,0018	0,0024	0,0010	0,0011	<0,0007	0,0015
Toxaphen Nr. 26	0,0050	0,0018	0,0048	0,0020	0,0021	0,0007	0,0015
Toxaphen Nr. 32	<0,0025	<0,0018	<0,0024	<0,0010	<0,0011	<0,0007	<0,0015
Toxaphen Nr. 50	<0,0025	<0,0018	<0,0024	<0,0010	<0,0011	<0,0007	<0,0015
Toxaphen Nr. 62	<0,0025	<0,0018	<0,0024	<0,0010	0,0011	0,0007	<0,0015
Moschus-Xylol	0,0025	0,0018	<0,0024	0,0010	0,0021	0,0015	0,0031
Moschus-Keton	0,0025	0,0018	0,0024	0,0010	0,0032	0,0022	0,0046
Bromocyclen	<0,0025	0,0018	<0,0024	0,0010	0,0021	0,0015	0,0015
Pentachloranisol	<0,0025	<0,0018	<0,0024	<0,0010	<0,0011	0,0007	0,0015
Octachlorstyrol	0,0274	0,0127	0,0048	0,0122	0,0242	0,0226	0,0107
PCB Nr. 28	0,0025	0,0018	0,0024	0,0010	0,0021	0,0015	0,0031
PCB Nr. 52	0,0224	0,0109	0,0024	0,0082	0,0126	0,0117	0,0092
PCB Nr. 101	0,0374	0,0255	0,0048	0,0143	0,0179	0,0102	0,0107
PCB Nr. 118	0,0423	0,0218	0,0262	0,0184	0,0158	0,0183	0,0077
PCB Nr. 138	0,1540	0,1060	0,1020	0,0867	0,0861	0,0891	0,0612
PCB Nr. 153	0,1770	0,1060	0,1070	0,1040	0,0998	0,1070	0,0734
PCB Nr. 170	0,0274	0,0164	0,0143	0,0092	0,0137	0,0146	0,0092
PCB Nr. 180	0,0498	0,0309	0,0214	0,0194	0,0252	0,0241	0,0168
PCB Nr. 194	0,0050	0,0036	0,0024	0,0010	0,0021	0,0022	0,0015

MP Mischprobe

6. Graphische Darstellung der Untersuchungsbefunde (Aal und Zander) im Längsprofil der Elbe

Die im Kap. 6 beschriebenen Ergebnisse der seitens der Elbeanrainerländer vorgenommenen Untersuchungen an den beiden Fischarten Aal und Zander sind für einen besseren Überblick in den nachfolgenden Abbildungen zusammengestellt worden. Dabei handelt es sich aufgrund eines Vorschlages des Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamtes des Landes Schleswig-Holstein um ausgewählte Meßgrößen, für die ein besonderes Interesse angenommen werden kann. Die Abb. 19 bis 30 beziehen sich auf die Aalbefunde, die Abb. 31 bis 39 auf die Zanderbefunde. Höchstmengenwerte wurden, soweit sie für die einzelnen Meßgrößen zum Zeitpunkt der Untersuchungen bestanden, als gestrichelte Linien aufgenommen. So fällt es dem Betrachter der Abbildungen leicht, Belastungsschwerpunkte und Höchstmengenüberschreitungen an den verschiedenen Fangplätzen im Längsprofil der Elbe zu erkennen.

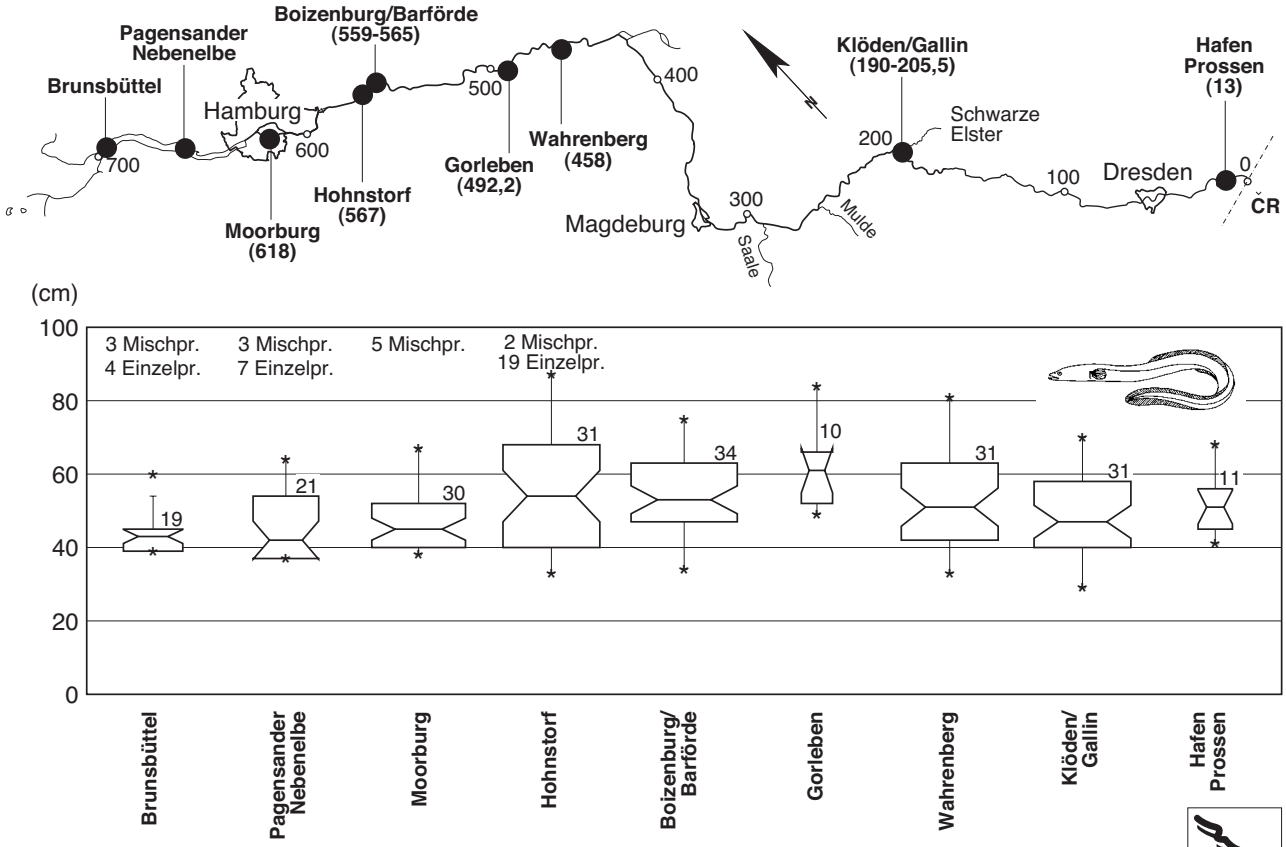


Abb. 19 **Längen von Elbeaalen - 1994**

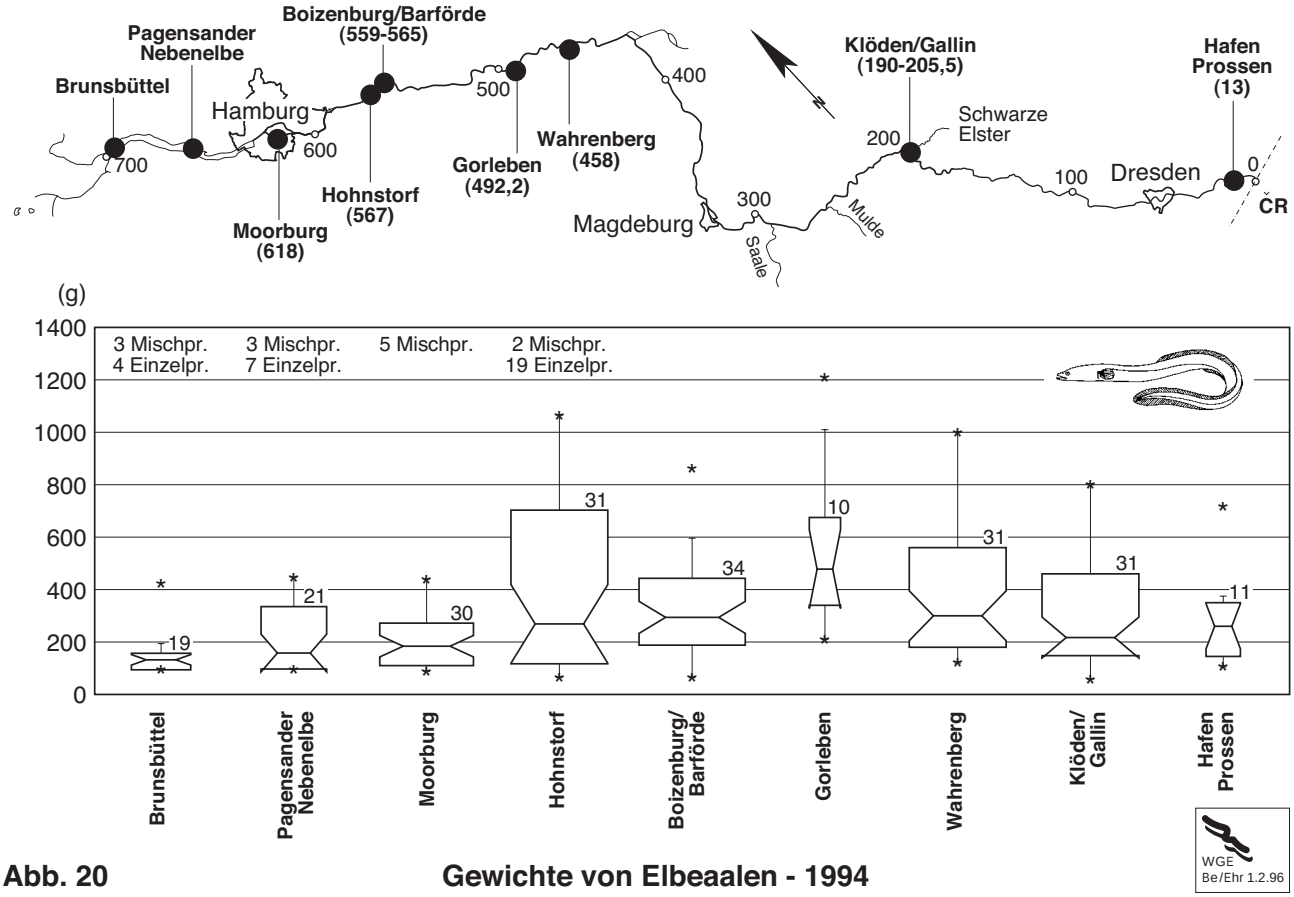


Abb. 20 **Gewichte von Elbeaalen - 1994**

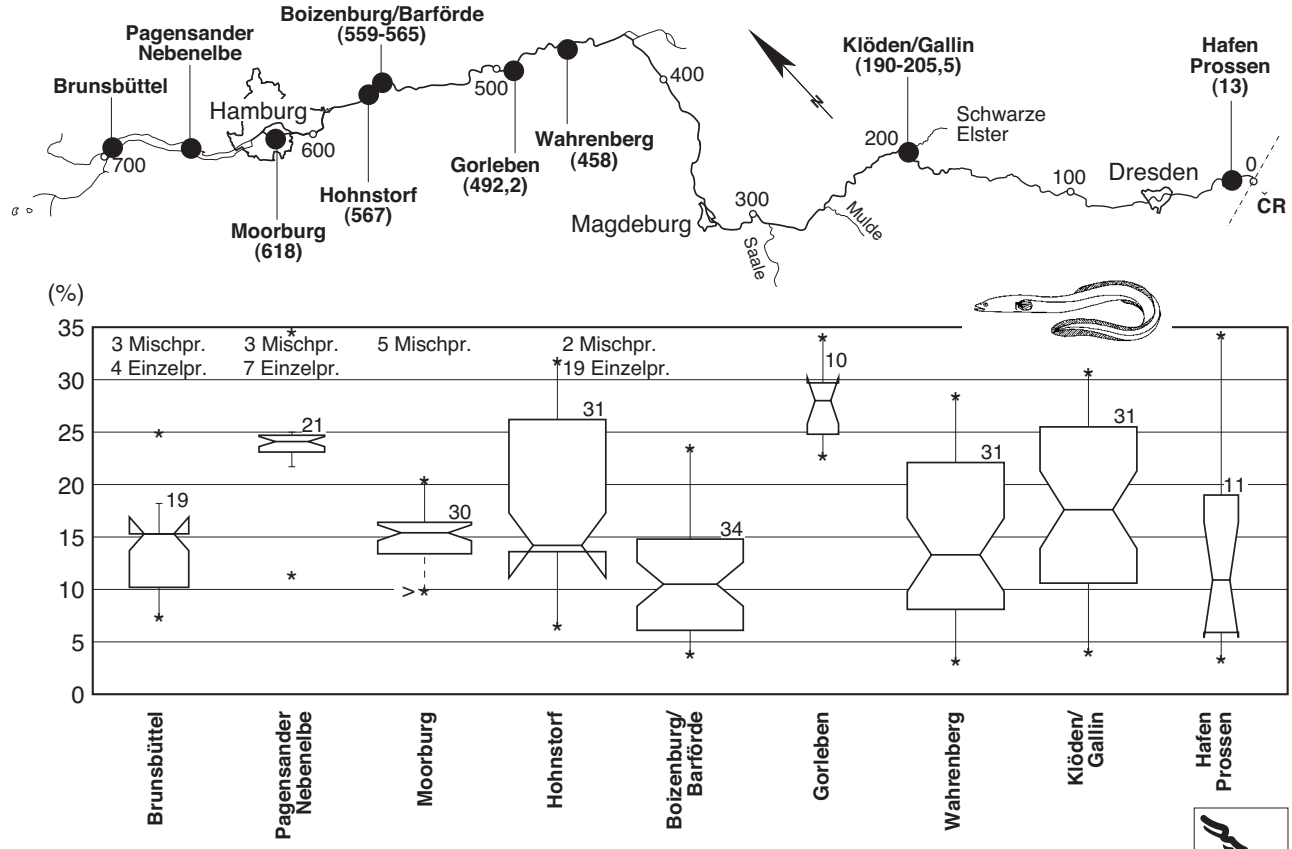


Abb. 21 **Fett-Gehalte der Muskulatur von Elbeaalen - 1994**

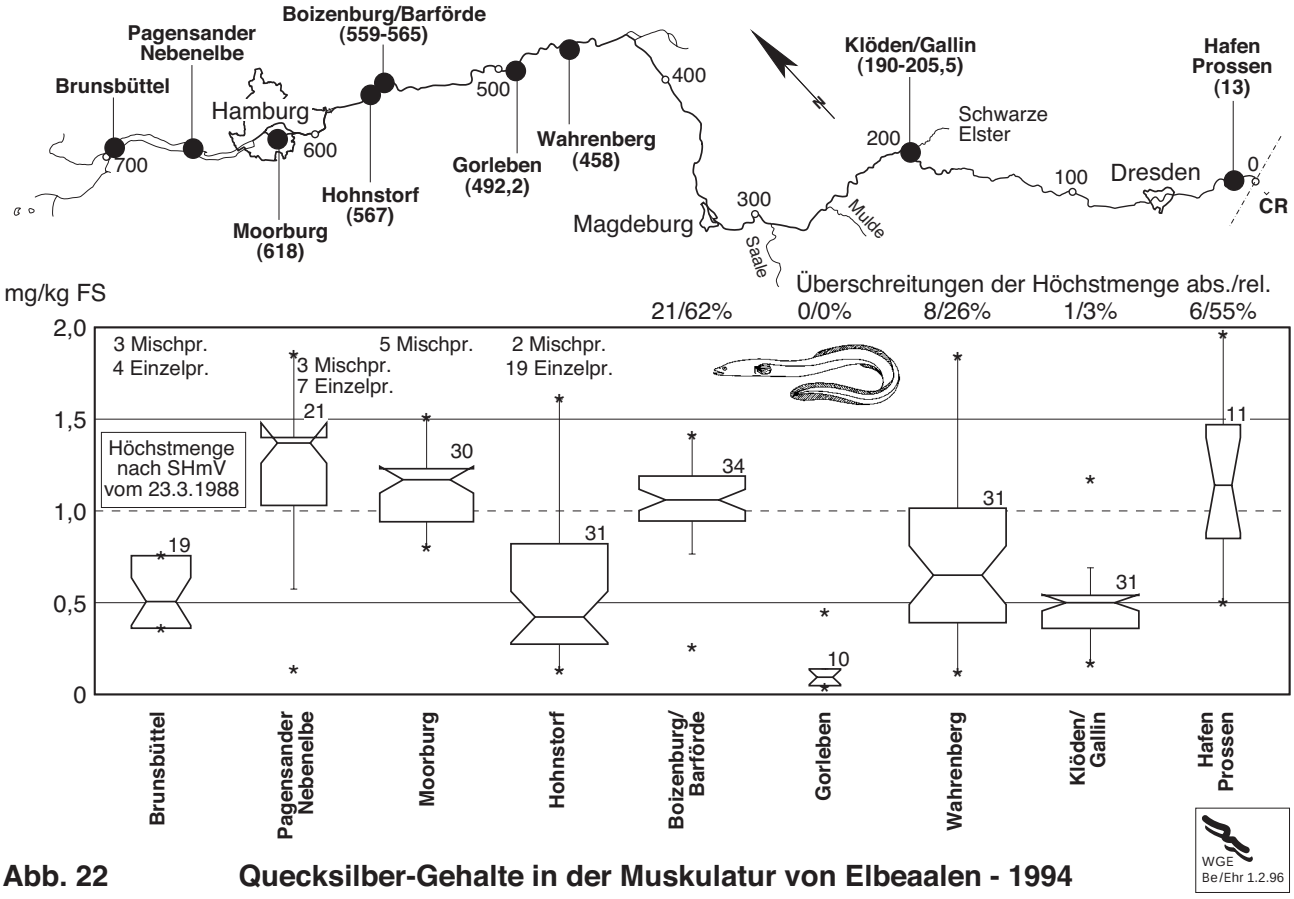


Abb. 22 **Quecksilber-Gehalte in der Muskulatur von Elbeaalen - 1994**

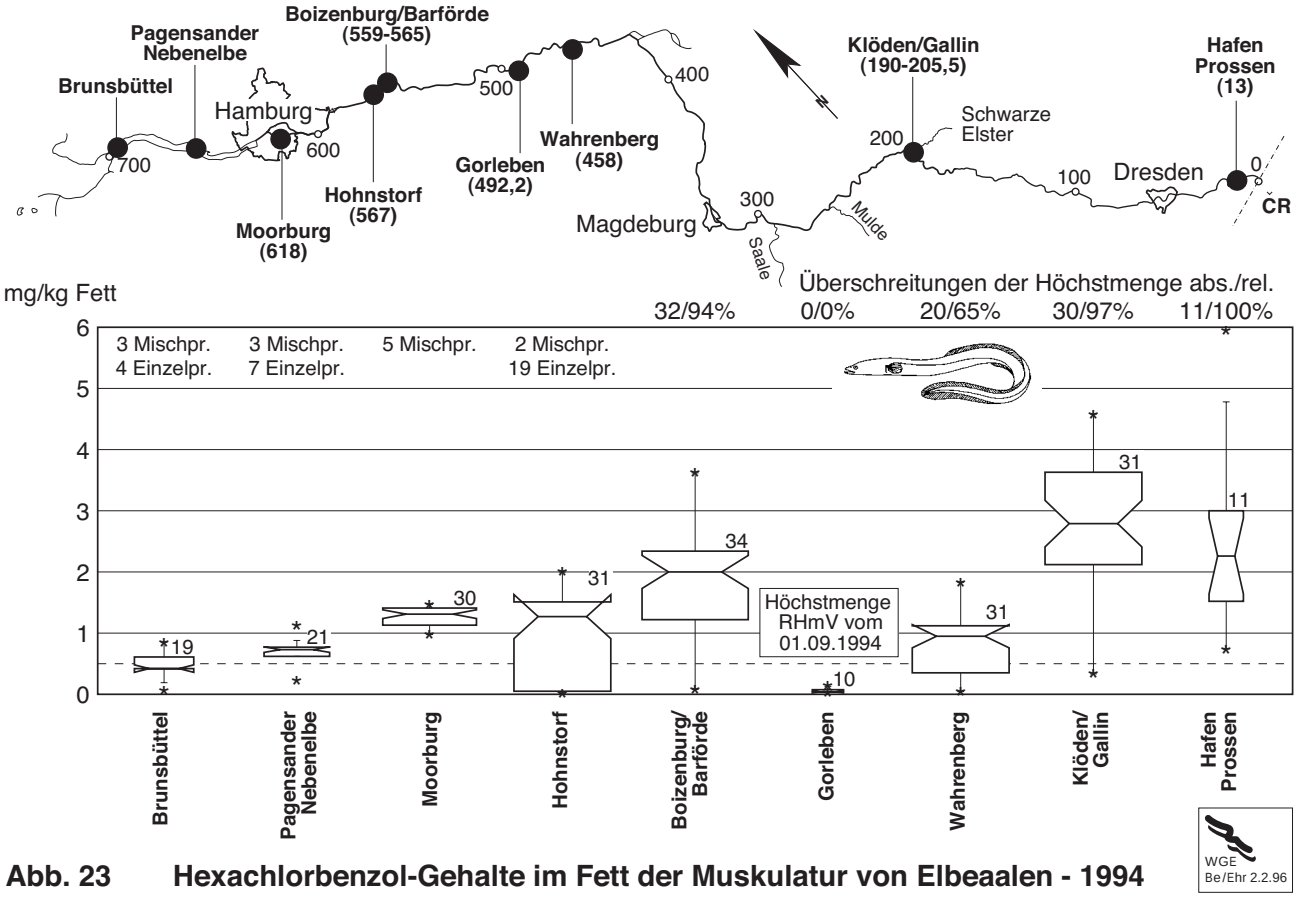


Abb. 23 Hexachlorbenzol-Gehalte im Fett der Muskulatur von Elbeaalen - 1994

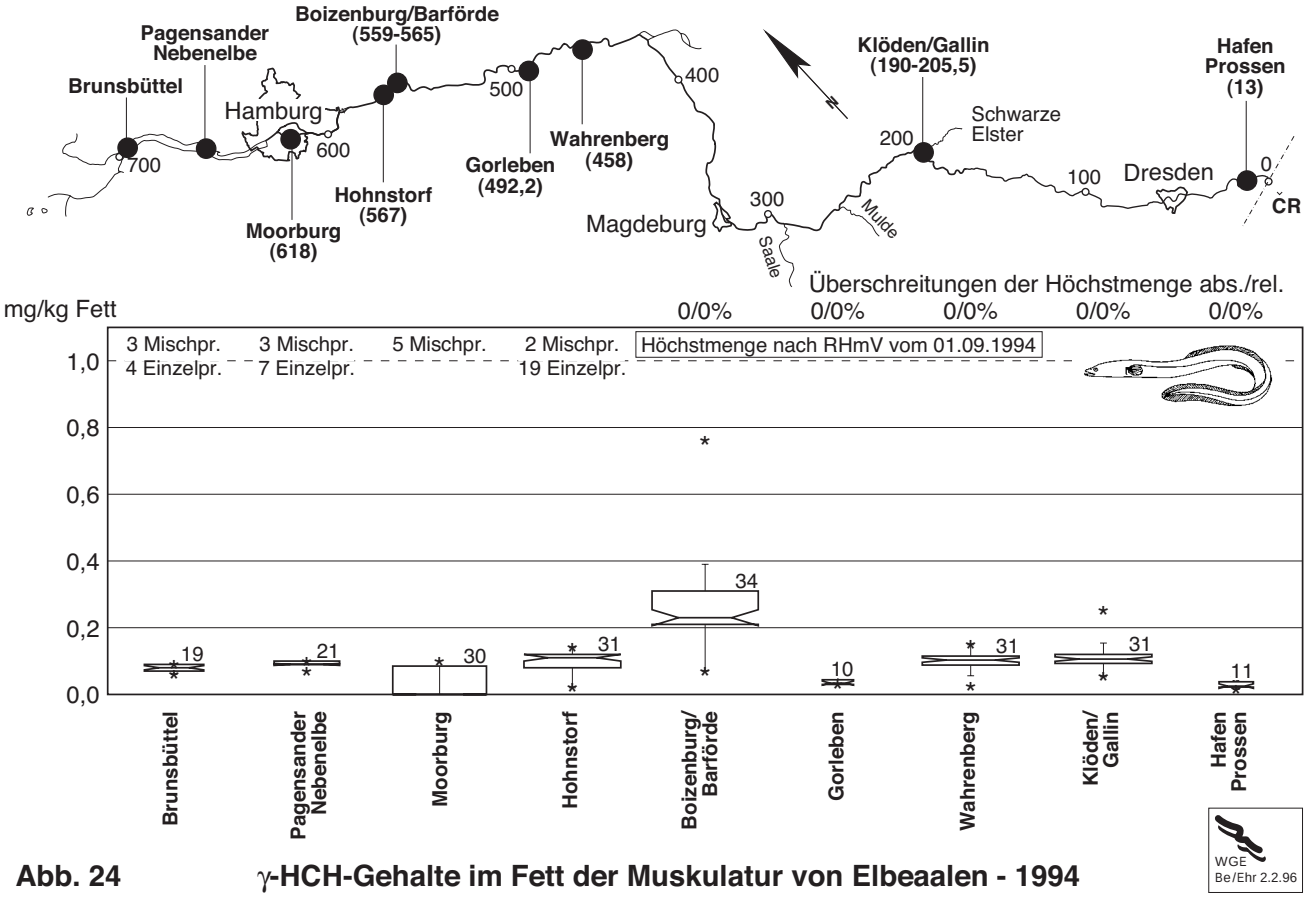


Abb. 24 γ-HCH-Gehalte im Fett der Muskulatur von Elbeaalen - 1994

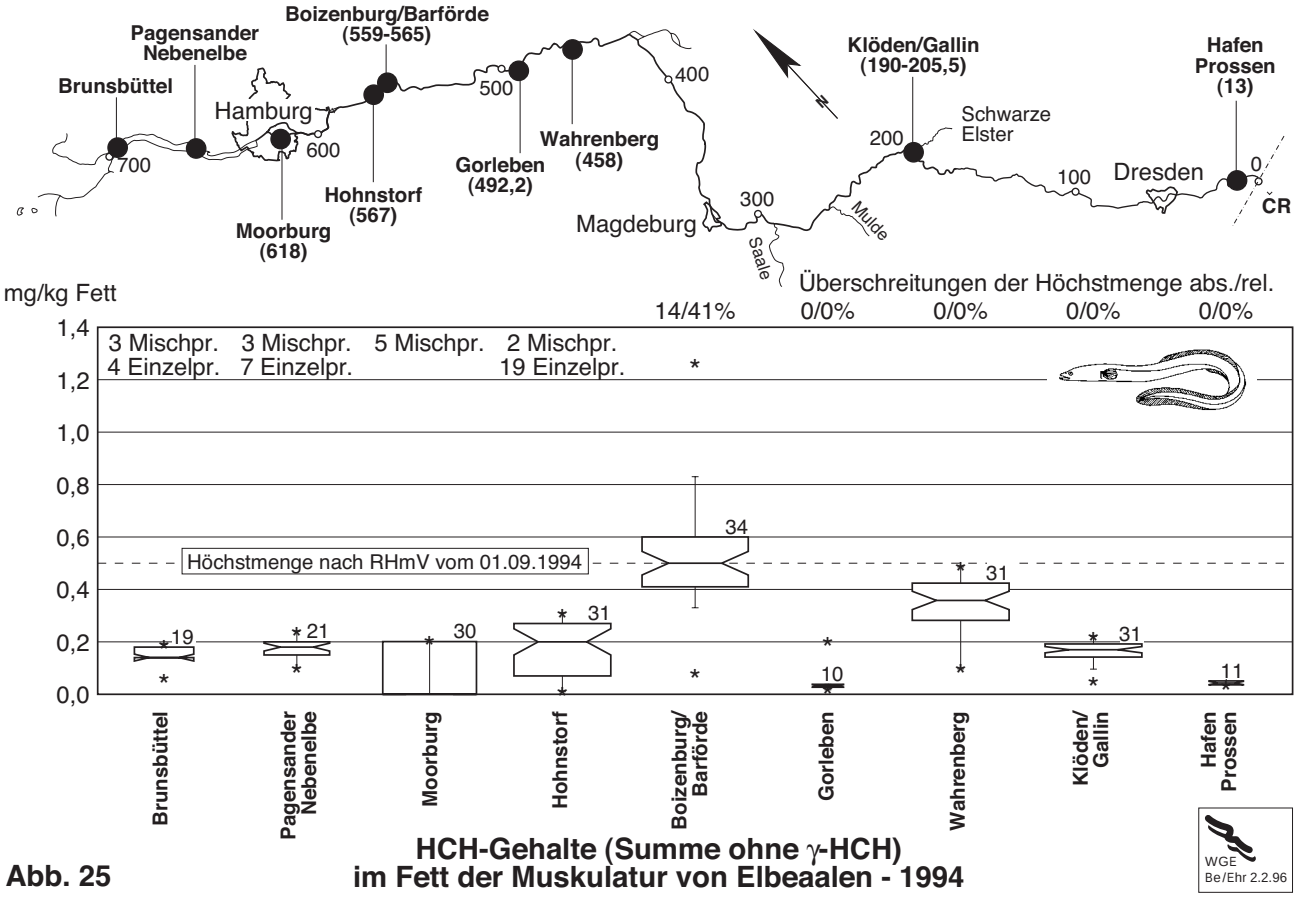


Abb. 25 **HCH-Gehalte (Summe ohne γ-HCH) im Fett der Muskulatur von Elbeaalen - 1994**

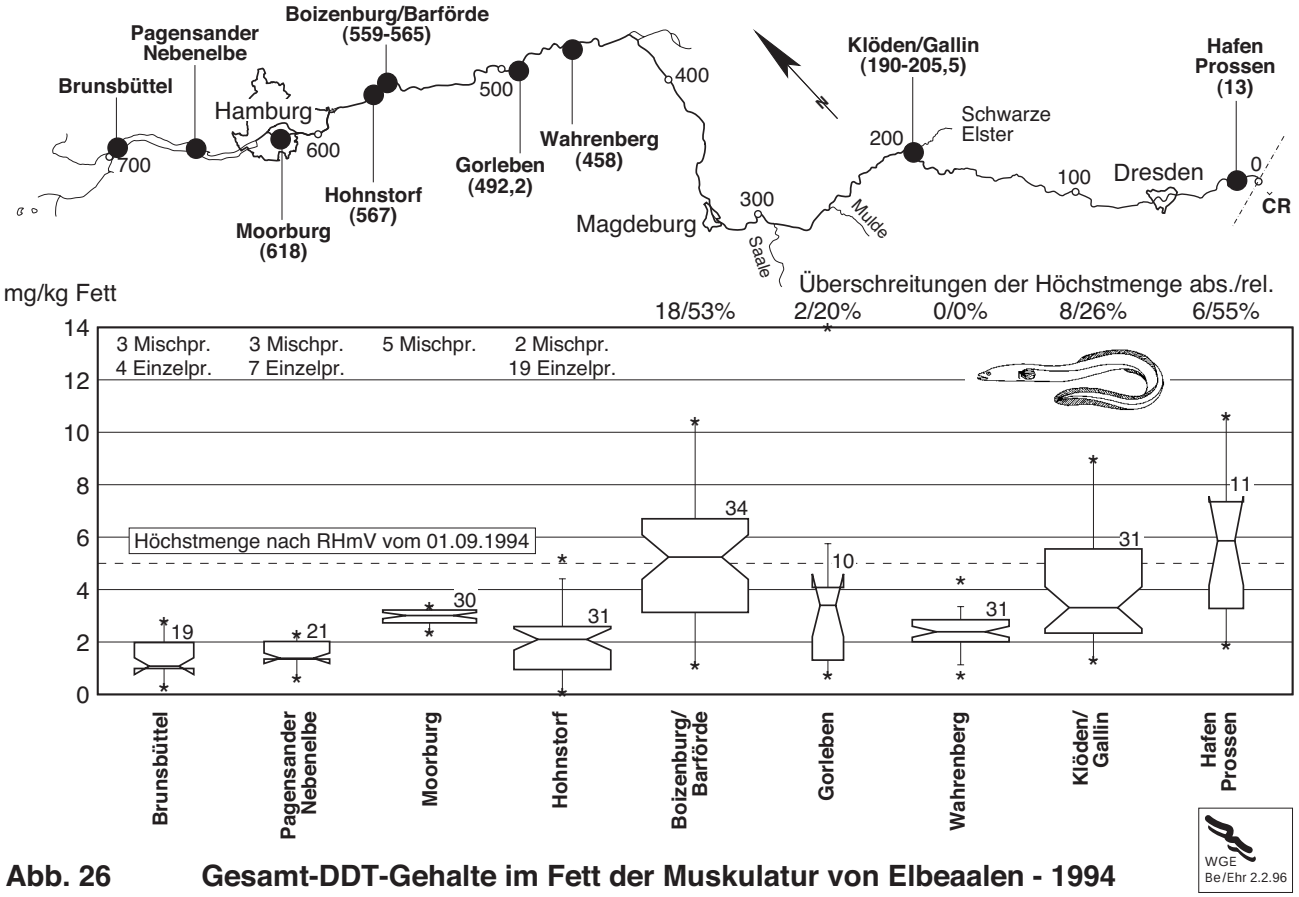


Abb. 26 **Gesamt-DDT-Gehalte im Fett der Muskulatur von Elbeaalen - 1994**

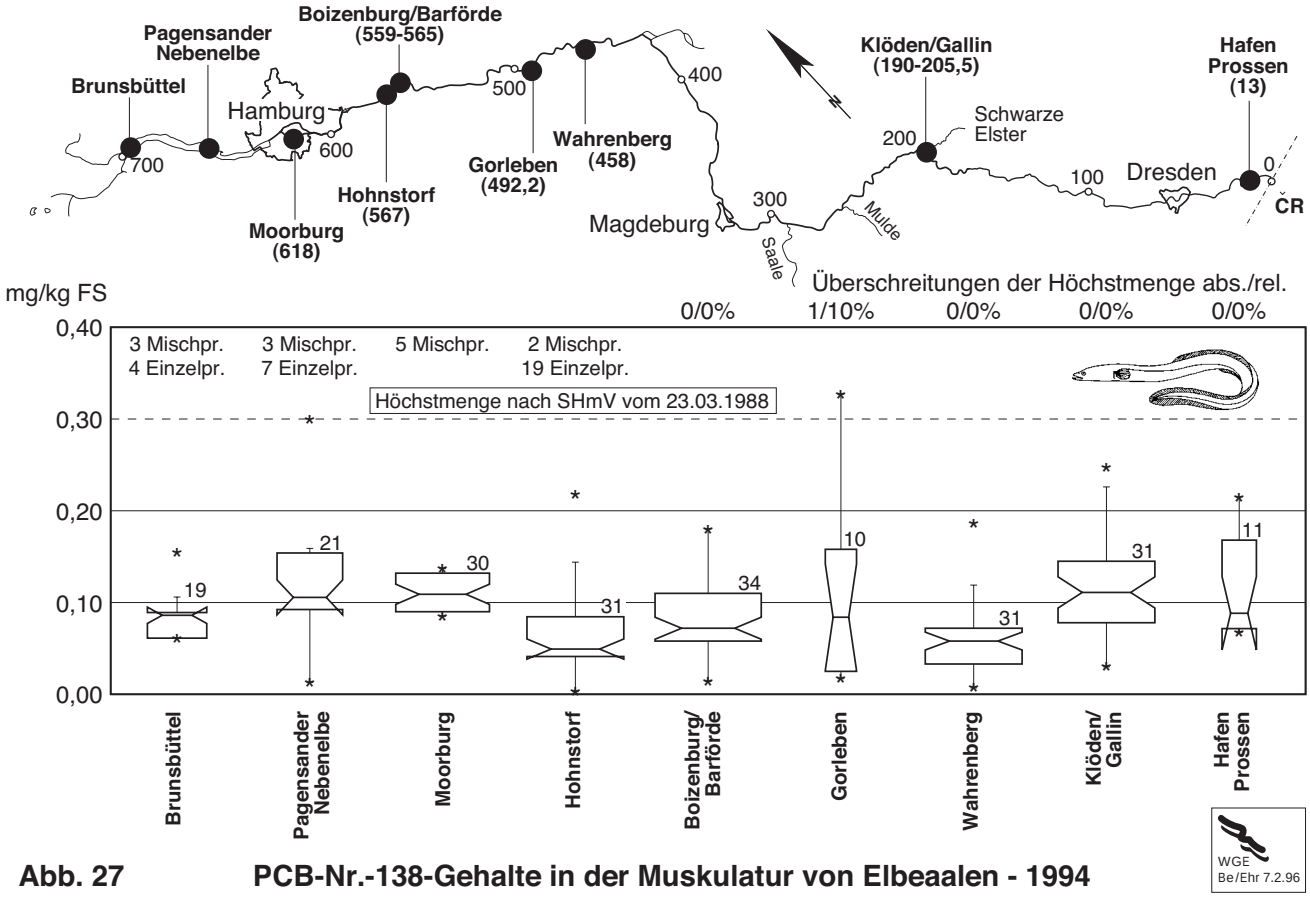


Abb. 27 **PCB-Nr.-138-Gehalte in der Muskulatur von Elbeaalen - 1994**

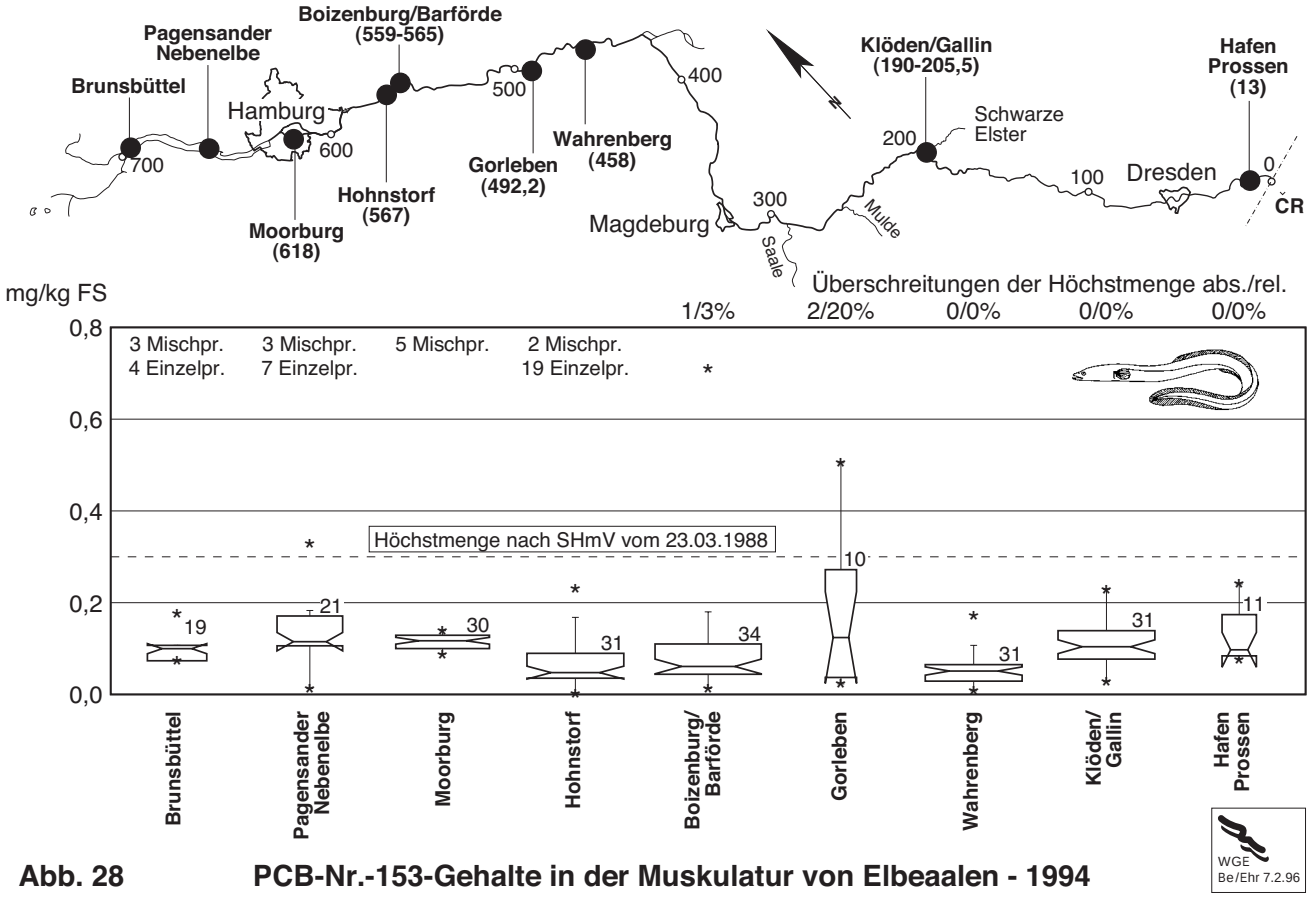


Abb. 28 **PCB-Nr.-153-Gehalte in der Muskulatur von Elbeaalen - 1994**

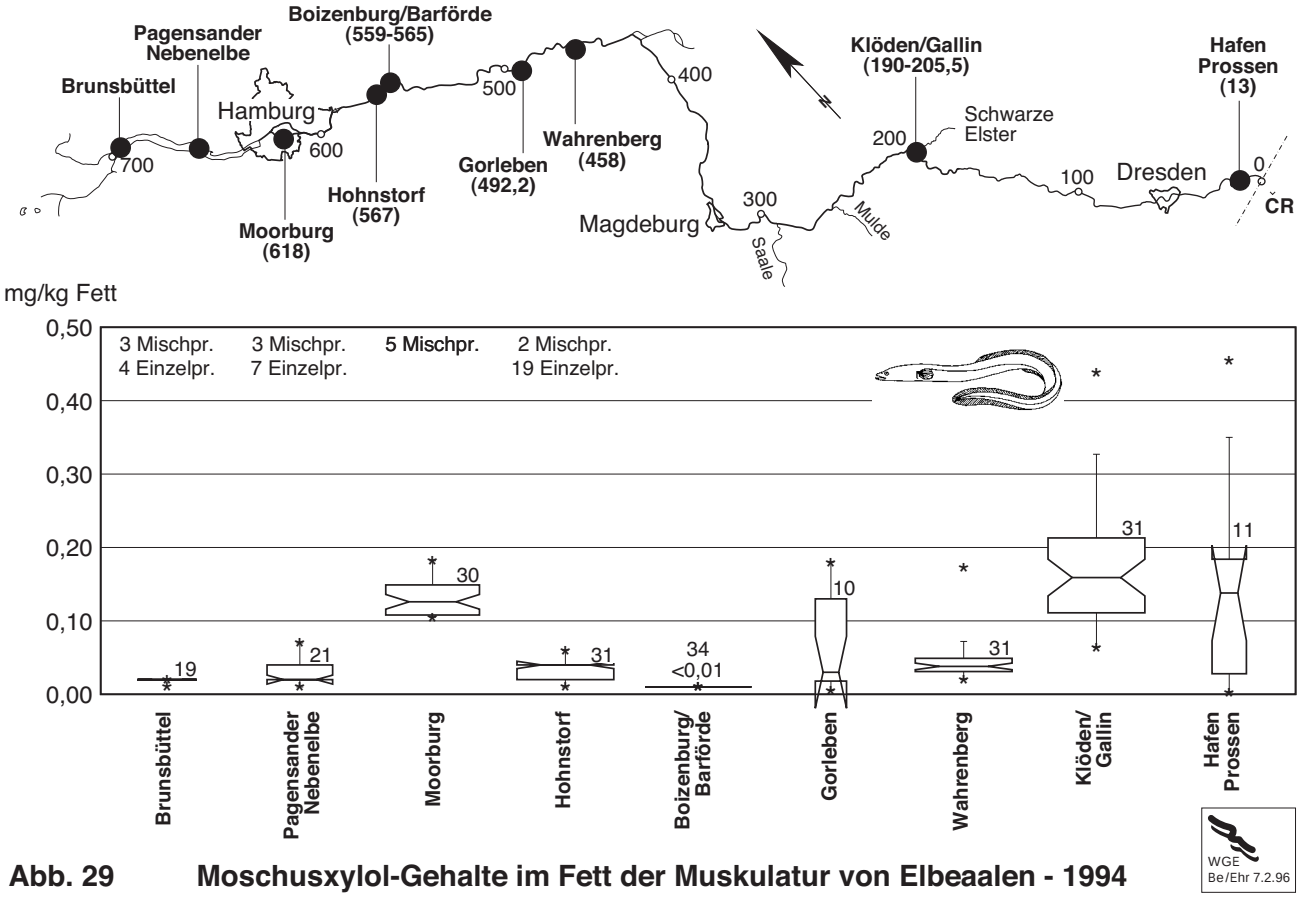


Abb. 29 **Moschusxylol-Gehalte im Fett der Muskulatur von Elbeaalen - 1994**

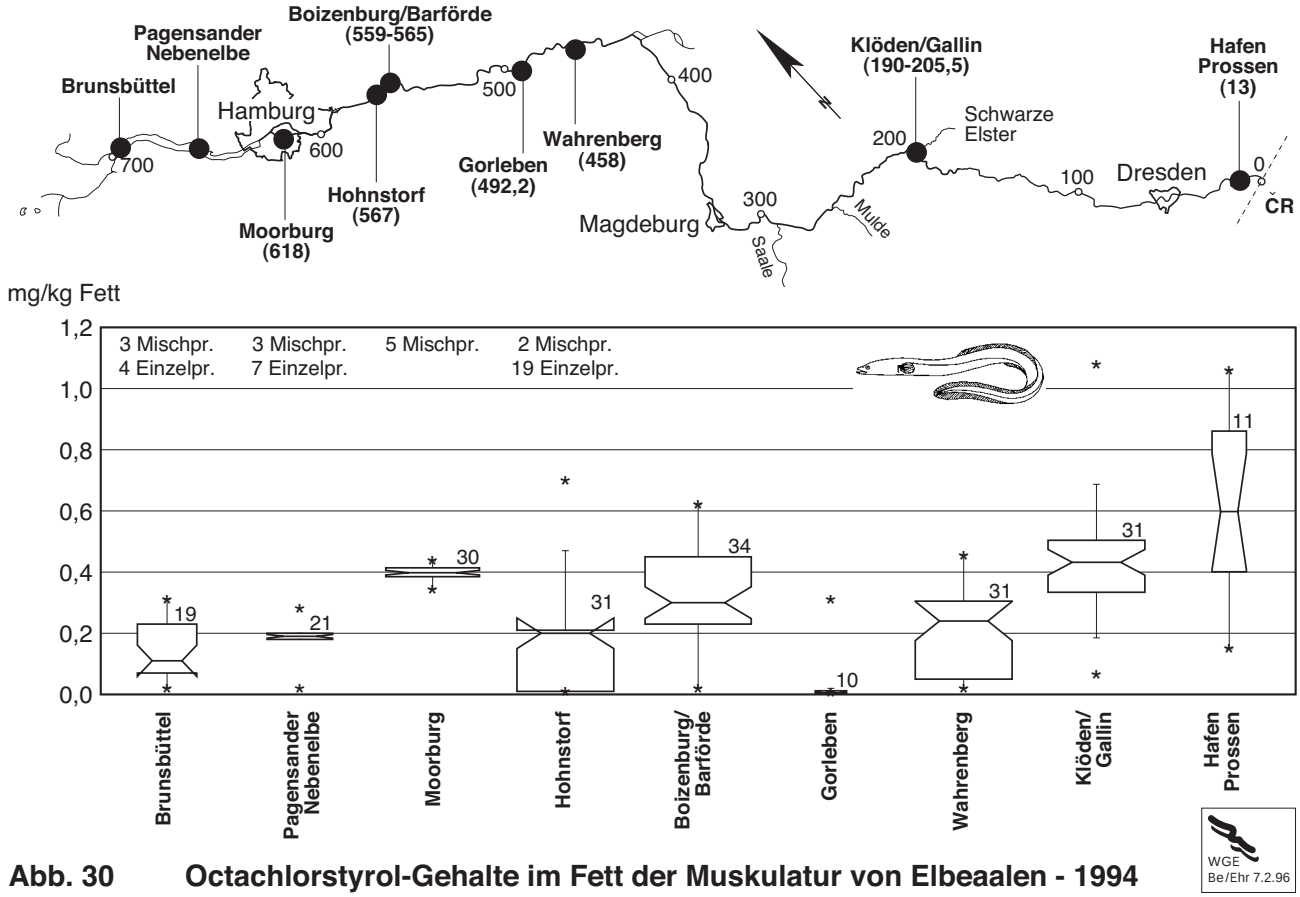


Abb. 30 **Octachlorstyrol-Gehalte im Fett der Muskulatur von Elbeaalen - 1994**

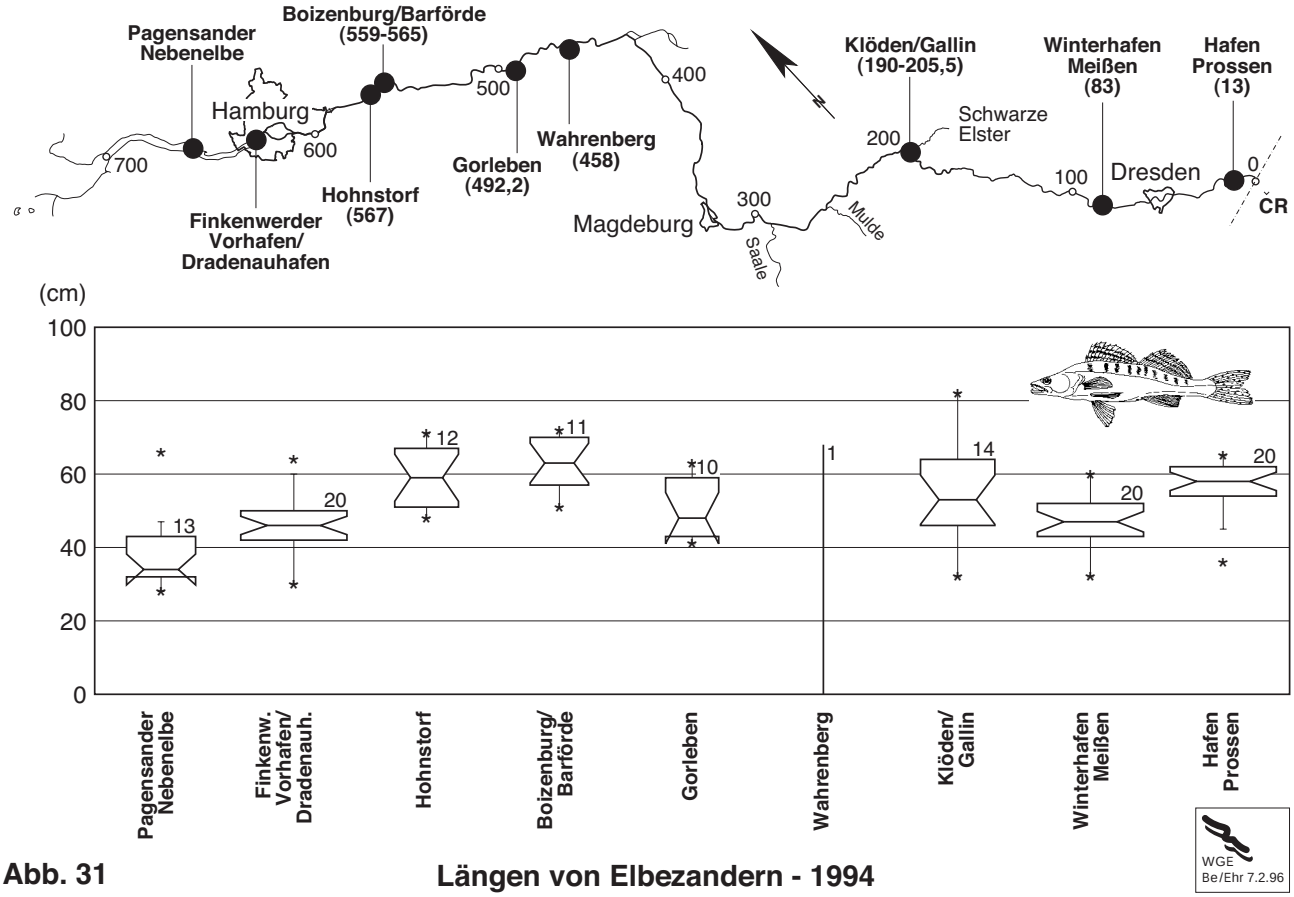


Abb. 31 **Längen von Elbezandern - 1994**

WGE
Be/Ehr 7.2.96

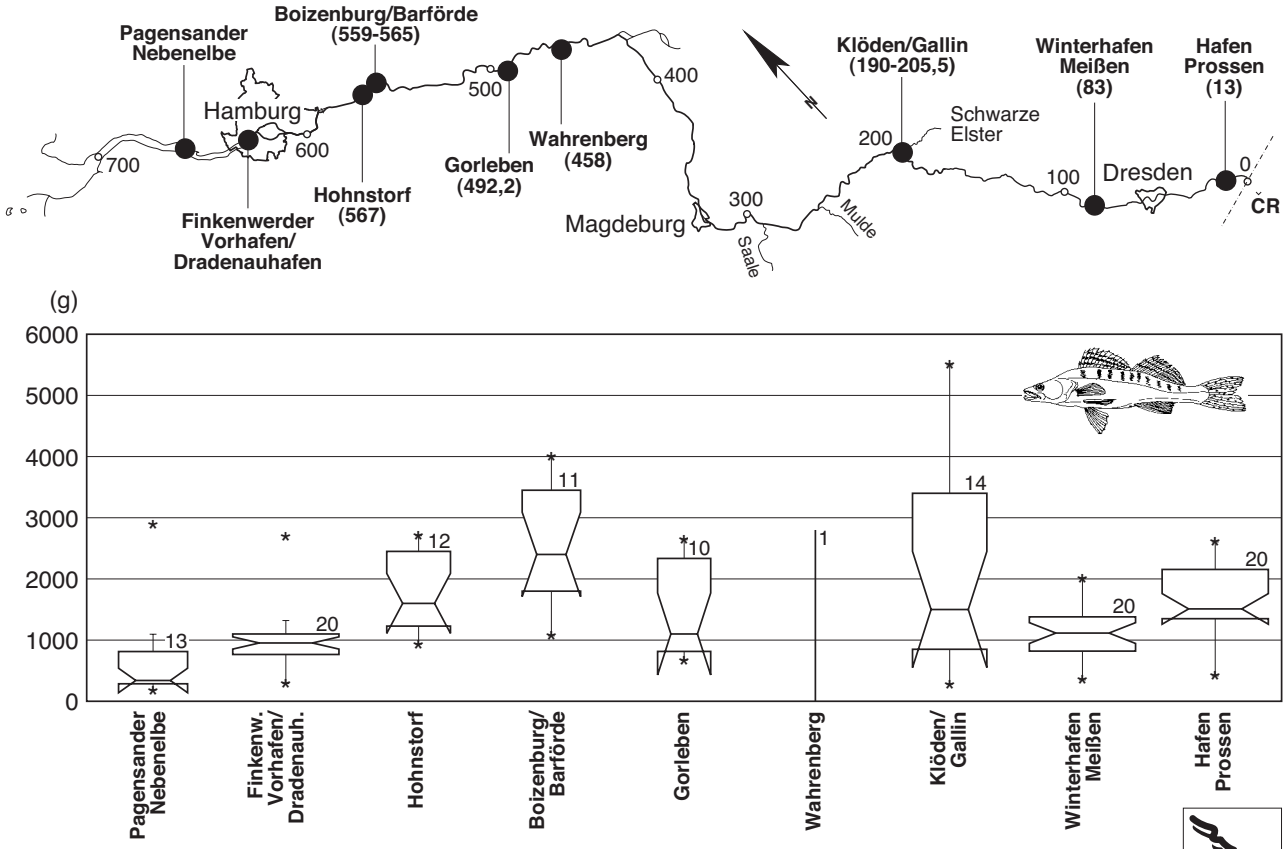


Abb. 32 **Gewichte von Elbezandern - 1994**

WGE
Be/Ehr 7.2.96

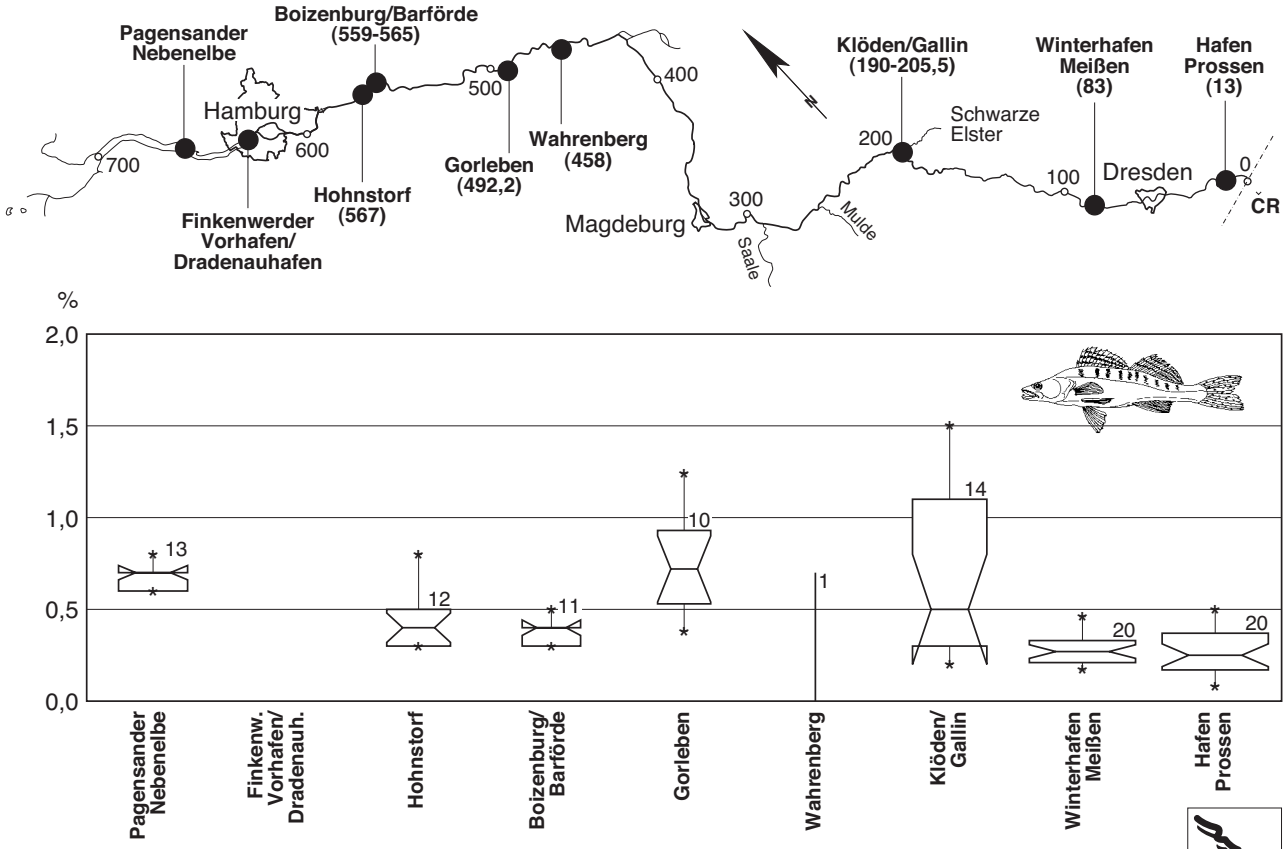


Abb. 33 **Fett-Gehalte in der Muskulatur von Elbezandern - 1994**

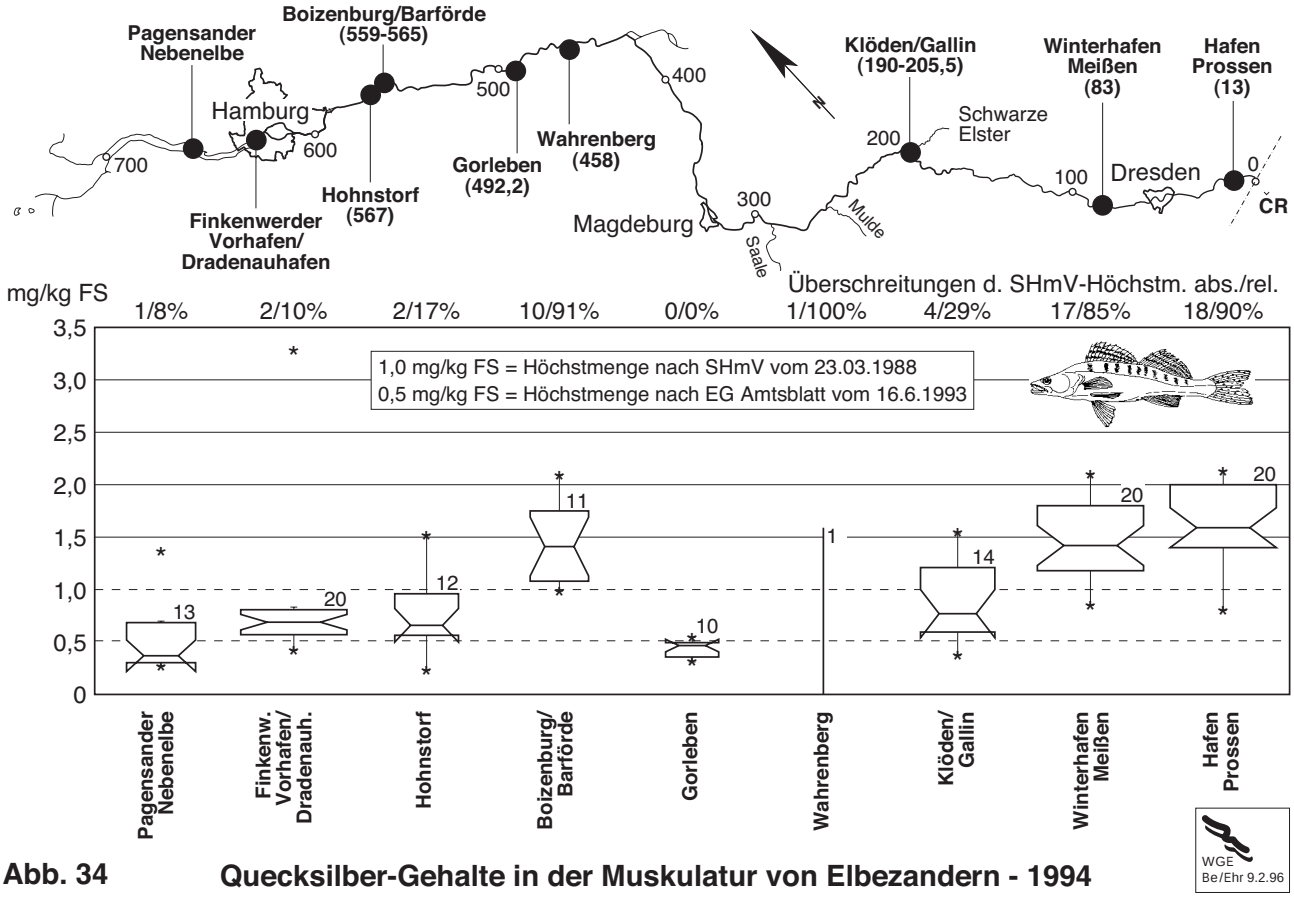


Abb. 34 **Quecksilber-Gehalte in der Muskulatur von Elbezandern - 1994**

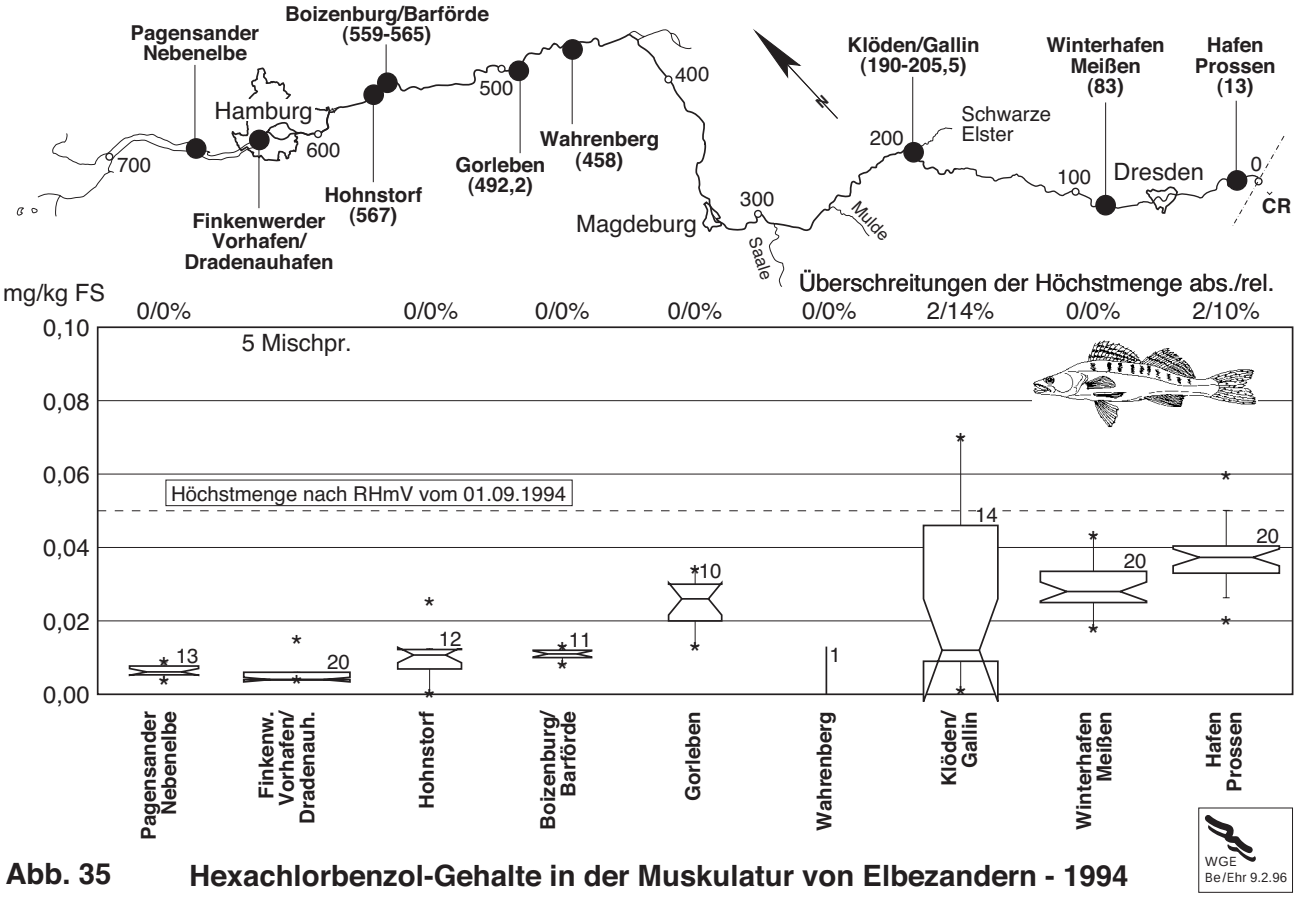


Abb. 35 **Hexachlorbenzol-Gehalte in der Muskulatur von Elbezandern - 1994**

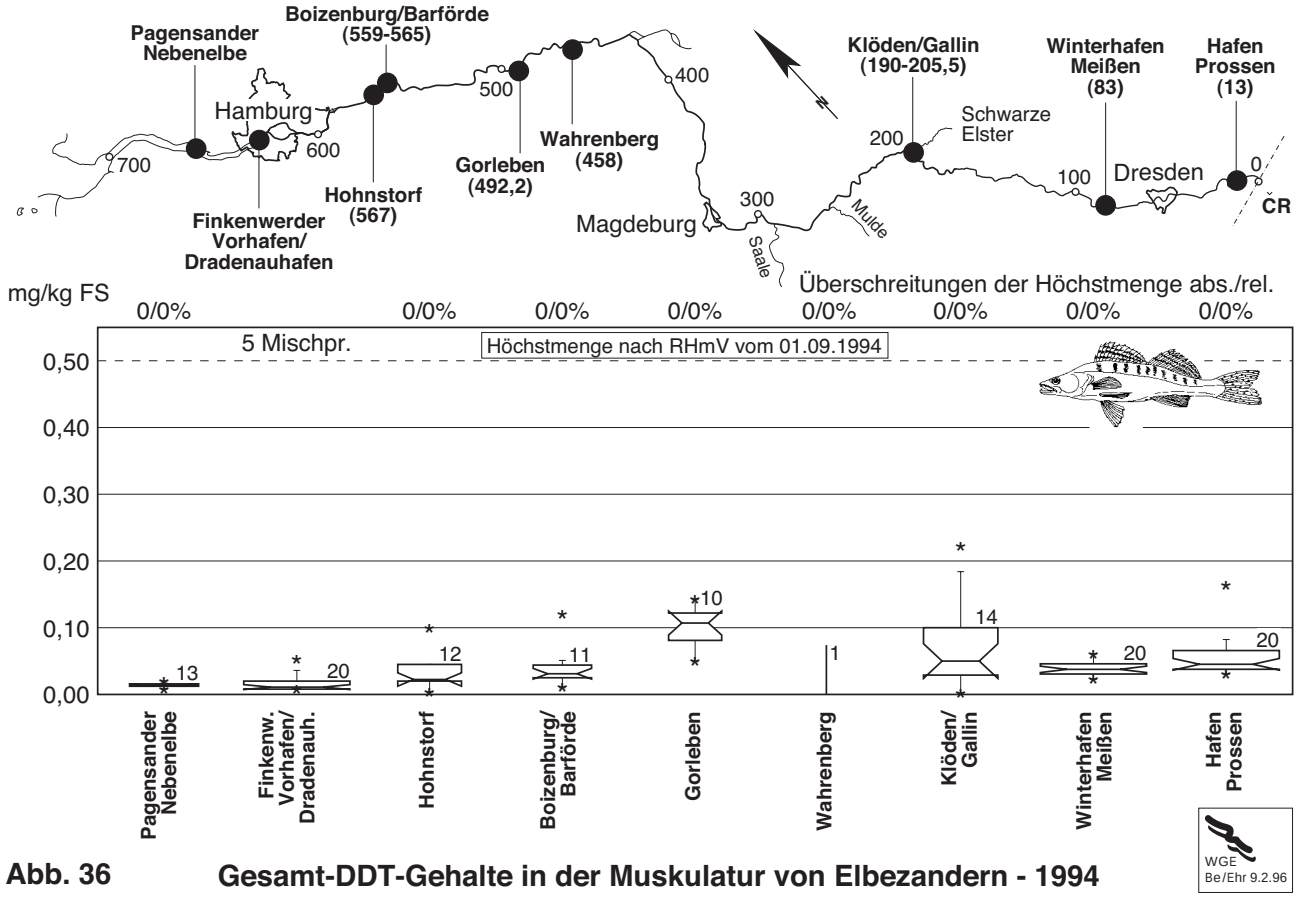


Abb. 36 **Gesamt-DDT-Gehalte in der Muskulatur von Elbezandern - 1994**

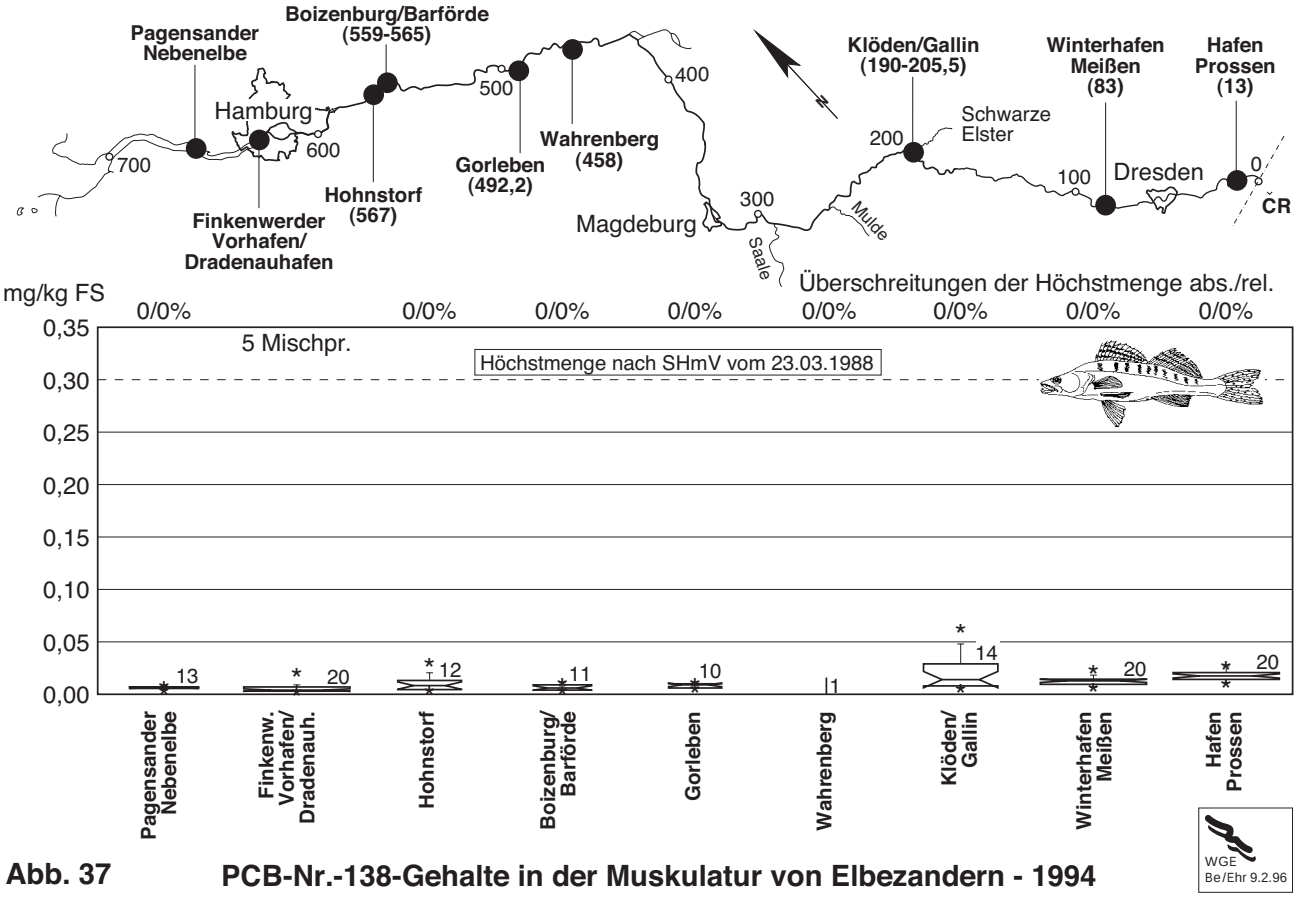


Abb. 37 **PCB-Nr.-138-Gehalte in der Muskulatur von Elbezandern - 1994**

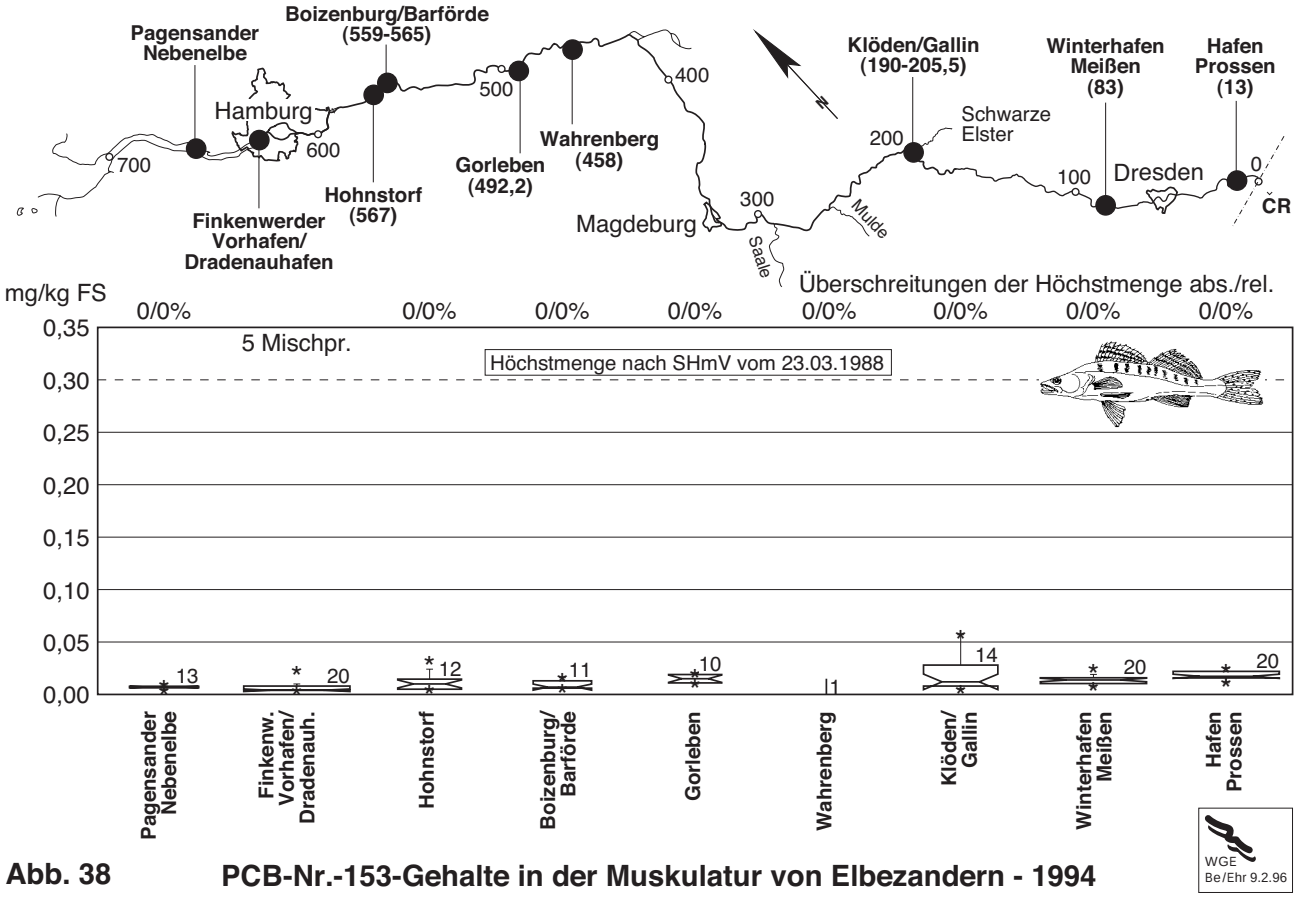


Abb. 38 **PCB-Nr.-153-Gehalte in der Muskulatur von Elbezandern - 1994**

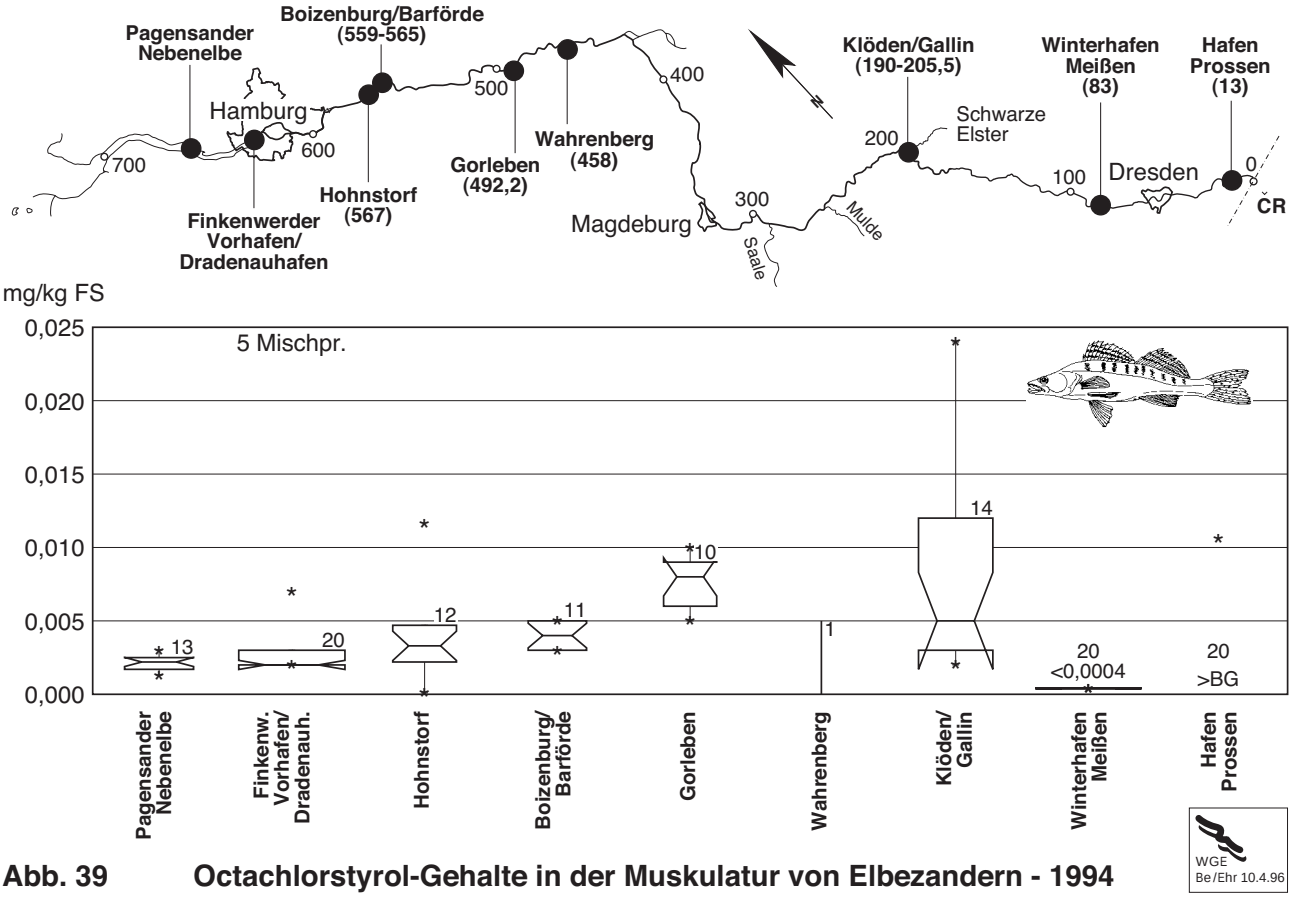


Abb. 39 Octachlorstyrol-Gehalte in der Muskulatur von Elbezandern - 1994

7. Zusammenfassung

In dem vorliegenden Bericht werden ausgewählte Schadstoffe und andere Meßgrößen in drei verschiedenen Fischenarten (Brassen, Aal und Zander) von **15 Fangplätzen** des bundesdeutschen Längsprofils der Elbe für den Untersuchungszeitraum 1994/1995 dokumentiert und die Ergebnisse auch unter dem Aspekt der Vermarktungsfähigkeit diskutiert. Das Untersuchungsprogramm erstreckte sich auf **fast 500 Individuen**, nämlich auf **150 Brassen, 218 Aale und 121 Zander**. **Pro Fisch wurden rd. 50 Meßgrößen** erhoben, so daß für die Auswertung **knapp 25.000 Einzeldaten** zur Verfügung standen. Die Wassergütestelle Elbe der ARGE ELBE koordinierte als gemeinsame Dienststelle der Umweltministerien der **sieben Bundesländer** entlang der Elbe das Untersuchungsprogramm unter Einbindung von **sieben Fachinstitutionen** unterschiedlicher Ressorts, die für die lebensmittelrechtliche Bewertung der Befunde zuständig sind. Sie führte auch an allen Fangplätzen die fachgerechte Probenahme durch.

Anlaß für die Untersuchungen war der Beschluß der 9. Ministerkonferenz der Elbeanliegerländer vom 30.09.1993, in dem die ARGE ELBE gebeten wurde "die Untersuchungen zur Schadstoffbelastung bei den für ein Biomonitoring der Elbe geeigneten Brassen kontinuierlich fortzusetzen und auf das gesamte (bundesdeutsche) Längsprofil auszudehnen". Außerdem vertrat die Konferenz die Auffassung, "daß für eine umfassende lebensmittelrechtliche Bewertung der Elbefische weitere Untersuchungen an verschiedenen Meßstellen des gesamten Längsprofils erforderlich sind. Sie werden daher ihre für die Staatlichen Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsämter zuständigen Ressortkollegen bitten, ein entsprechendes Untersuchungsprogramm in Zusammenarbeit mit der Wassergütestelle Elbe durchzuführen".

Über diesen Auftrag hinaus wurde in enger Zusammenarbeit zwischen dem Staatlichen Veterinäruntersuchungsamt für Fische und Fischwaren in Cuxhaven (Niedersachsen) und den an den Aal- und Zanderuntersuchungen beteiligten Landesveterinärämtern eine Interkalibrierung der Laboratorien vorgenommen. Die hieraus resultierenden Erkenntnisse wurden bereits im Archiv für Lebensmittelhygiene, 47, unter dem Titel "Eine Interkalibrierungsstudie zur Validierung von Schadstoffanalysen in Elbefischen" veröffentlicht. Wegen des engen Bezuges zu dem hier behandelten Thema wird dieser Beitrag dem Bericht als Anlage beigefügt.

Desweiteren finden sich in dem Bericht Hinweise zu den Transportprozessen der Schadstoffe in den Fisch und Kurzbeschreibungen der berücksichtigten Kontaminanten (Kap. 3), im Kap. 4 werden die Höchstmengen und Richtwerte für Brassen, Aal und Zander angeführt, die zum Zeitpunkt der Untersuchungen Gültigkeit besaßen. Angesprochen werden ferner die aktuellen Höchstmengen und Richtwerte (Stand Mai 1996).

Um den gegenwärtigen Stand der Schadstoffbelastung in Elbefischen auch unter dem Blickwinkel der zeitlichen Entwicklung betrachten zu können, wurden alte Befunde zur Belastungssituation von Brassen (Quecksilber und HCB) von ausgewählten Fangplätzen herangezogen (Kap. 5).

Zusammenfassend läßt sich folgendes feststellen:

Wie die aktuellen Befunde im Vergleich zu früheren Untersuchungen am Brassen zeigen, hat sich mittlerweile bei einigen Kontaminanten die Belastung erfreulich verringert. Trotz dieser Verbesserung zeigen die aktuellen Befunde, daß bei den drei Fischarten immer noch deutliche Höchstmengenüberschreitungen auftreten (selbst nach Berücksichtigung des vom Bundesamt für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin - BgVV - für organische Kontaminanten empfohlenen Meßwertstreubereiches), und zwar fast im gesamten bundesdeutschen Längsprofil. In diesem Zusammenhang sind besonders auffällig die Quecksilbergehalte im Brassen, Aal und Zander, die HCB-Gehalte im Brassen und Aal, sowie die Gesamt-DDT-Gehalte im Aal. Somit werden derzeit die Voraussetzungen für eine bedenkenlose Vermarktung dieser Arten, von denen insbesondere der Aal und der Zander von wirtschaftlichem Interesse sind, noch nicht erfüllt. Auf der anderen Seite entstehen für den Menschen bei gelegentlichem Verzehr von Elbefischen keine beweisbaren gesundheitlichen Risiken.

Prognose:

Aufgrund der bisherigen Entwicklung der Schadstoffgehalte im Elbewasser kann angenommen werden, daß die Quecksilbergehalte in Fischen zukünftig weiterhin rückläufig sein werden. Voraussichtlich wird bei gleicher Gesetzeslage eine Höchstmengenüberschreitung immer seltener eintreten. Ein wesentlicher Quecksilber-Emittent befindet sich derzeit noch auf tschechischem Gebiet. Entsprechende Sanierungsmaßnahmen sollen in Kürze in Angriff genommen werden. Ein ähnlich positiver Verlauf bei der HCB-Belastung kann leider aus heutiger Sicht noch nicht prognostiziert werden. Auch in den nächsten Jahren werden mit ziemlicher Sicherheit die HCB-Gehalte, insbesondere beim fettreichen Aal, den Höchstmengenwert übertreffen. Die Ursache hierfür wird im wesentlichen auf die Abwassereinleitungen eines großen Chemiebetriebes in Usti nad Labem (CR) zurückgeführt. Die zukünftige Entwicklung der Gesamt-DDT-Gehalte kann derzeit noch nicht sicher abgeschätzt werden. Allerdings scheint aufgrund des Anwendungsverbotes dieses Stoffes eine Abnahme eher im Bereich des Möglichen zu liegen als eine Zunahme.

Generell ist davon auszugehen, daß fettarme Fischarten (Zander) und von der Nordsee her als saisonale Gäste in die Elbe einwandernde Fischarten eher für die Vermarktung freigegeben werden können, als fettreiche Fische, die sich mehrere Jahre in der Elbe aufhalten.

Anlage: Eine Interkalibrierungsstudie zur Validierung von Schadstoffanalysen in Elbefischen

Parallel zu den Untersuchungen, die in diesem Bericht vorgestellt werden, wurde als Beitrag des Bundeslandes Niedersachsen vom Staatlichen Veterinäruntersuchungsamt für Fische und Fischwaren Cuxhaven eine allgemein als notwendig und sinnvoll erachtete Interkalibrierung zum Beleg der Datenvalidität und -kompatibilität der beteiligten Laboratorien vorgenommen. Das Ergebnis dieses Ringversuches wurde bereits im Archiv für Lebensmittelhygiene 47, 4 - 12, unter dem Titel "Eine Interkalibrierungsstudie zur Validierung von Schadstoffanalysen in Elbefischen" veröffentlicht (R. Kruse, U. Ballin & Th. Gaumert, 1996). Wegen des engen Bezuges zu der hier behandelten Thematik wird dieser Beitrag im Original beigefügt. Der Fachverlag M. & H. Schaper GmbH & Co. KG erteilte freundlicherweise die Abdruckgenehmigung.

Eine Interkalibrierungsstudie zur Validierung von Schadstoffanalysen in Elbefischen*)

Von Reinhard KRUSE[1]), Uta BALLIN[1]) und Thomas GAUMERT[2])

[1]) Staatliches Veterinäruntersuchungsamt für Fische und Fischwaren Cuxhaven
[2]) Wassergütestelle Elbe der Arbeitsgemeinschaft zur Reinhaltung der Elbe (ARGE ELBE), Hamburg

Einleitung

Chemisch-analytische Arbeiten zur Ermittlung von Belastungsdaten durch Umweltkontaminanten in Biota der Elbe nehmen seit zwei Jahrzehnten einen bedeutenden Anteil bei der Überwachungstätigkeit durch DAS STAATLICHE VETERINÄRUNTERSUCHUNGSAMT FÜR FISCHE UND FISCHWAREN CUXHAVEN (VUA Cuxhaven) ein. Die dem Verbraucherschutz verpflichtete Aufgabenstellung des Amtes rückte hierbei naturgemäß die Ermittlung von lebensmittelhygienisch relevanten Gehalten potentiell toxischer Zielanalyte in kommerziell nutzbaren Fischarten in den Vordergrund. Daneben wurden ursachenorientierte Arbeiten an besonders indikationsfähigen Arten vorgenommen, um zeitliche und räumliche Gradienten des Belastungszustandes der Elbe transparent zu machen.

Hauptteil

Die hohe Quecksilberbelastung von Arten wie Aal, Stint und insbesondere Kaulbarsch aus dem Elbemündungsbereich wurde bereits 1978 von KRÜGER und NIEPER beschrieben [1]. Die Gehalte an Quecksilber (Hg), Blei (Pb) und Cadmium (Cd) in Brassen des gesamten Elbe-Längsprofils der damaligen Bundesrepublik Deutschland wurden 1981 von KRUSE ermittelt [2] und 1982 von KRUSE und KRÜGER auf die Fischart Aal ausgedehnt [3]. Entsprechende Arbeiten zur Ermittlung der Gehalte an Organochlorpestiziden und Polychlorierten Biphenylen – ebenfalls in Aalen der Elbe – wurden 1983 von KRUSE, BOEK und WOLF vorgenommen [4]. Seit Beginn der 80er Jahre hat das VUA Cuxhaven darüber hinaus wiederholt im Auftrag und in bewährter Kooperation mit der WASSERGÜTESTELLE ELBE eine Vielzahl von (z. Zt. nicht zitierfähigen) Untersuchungen zur Kontaminationslage an Fischproben der Elbe vorgenommen.

Spiegelten alle diese Arbeiten Momentaufnahmen wieder, deren gewonnene Daten jeweils nur eine rein räumlich (im Längsprofil) gerasterte Auswertung zuließen, lagen gegen Ende der 80er Jahre genügend umfangreiche Datenbestände vor, die auch für eine zeitliche Rasterung zur Erarbeitung von Trend-Monitorings geeignet waren. Vor der letzten Jahrzehntwende, also zu Beginn einer Zeit epochaler politischer und wirtschaftlicher Umbrüche in den von der Elbe durchströmten Landschaften Europas, stagnierten die Gehalte der bereits genannten Schadstoffgruppen in Elbefischen auf hohen, z. T. grenzwertüberschreitenden Niveaus (KRÜGER und KRUSE (1989) [5]). Seit dieser Zeit sind die Gehalte insbesondere an hochgradig elbespezifischen Kontaminanten in Fischen wie Quecksilber, Hexachlorbenzol, Octachlorstyrol u. a. auf Bruchteile der früheren Werte zurückgegangen (KRUSE, BALLIN, KRÜGER (1994) [6], KRUSE (1995) [7]). Aktuelle im Auftrag der ARGE Elbe durch das VUA Cuxhaven vorgenommene gesamtdeutsche Längsprofil-Untersuchungen an der Fischart Brasse befinden sich in der Auswertung [8]. Der positive Aspekt der allgemeinen Verringerung der Schadstoffgehalte in Elbefischen war ferner Anlaß für die Landesregierungen aller elbeanliegenden Bundesländer, ihre jeweiligen Untersuchungsämter mit einem durch die WASSERGÜTESTELLE ELBE, Hamburg zu koordinierenden Sondermeßprogramm zu beauftragen. Dieses Sonderprogramm diente der Beantwortung der Frage, ob und inwieweit Aale und Zander aus der Elbe bezüglich ihrer Schadstoffgehalte die lebensmittelrechtliche Verkehrsfähigkeit wiedererlangt haben [9]

Als Beitrag des Bundeslandes Niedersachsen wurde vom Staatlichen Veterinäruntersuchungsamt für Fische und Fischwaren Cuxhaven eine allgemein für notwendig und sinnvoll erachtete Interkalibrierung zum Beleg der Datenvalidität und -kompatibilität vorgenommen. In Tabelle 1 werden die Institutionen sowie die zuständigen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vorgestellt, die an dieser Interkalibrierung teilgenommen haben.

Materialien und Methoden

Die Proben

Als Untersuchungsmaterialien wurden eigens durch die Wassergütestelle Elbe Aale und Zander marktfähiger Größe aus der Elbe beschafft. Von diesen und von separat vom VUA Cuxhaven beschafften Elbebrassen wurden die verzehrbaren Anteile der Muskulaturen zu Homogenisaten weiterverarbeitet. Hiervon wurden Portionen von etwa 50 g in lebensmittelgeeignete 90 ml-Dosen abgefüllt und in einem Cuxhavener Fischverarbeitungsbetrieb (s. Schluß) industriell verschlossen und bei 112 °C während 70 Minuten autoklaviert. Jedem Teilnehmer wurden jeweils 2 Gebinde eines jeden Untersuchungsmaterials zur Verfügung gestellt. Neben diesen drei in Eigenregie hergestellten Fischproben wurden den Teilnehmern zusätzlich je eine Probe Referenzmaterial mit zertifizierten anorganischen bzw. organischen Zielanalyten überlassen. In Tabelle 2 werden die Probenmaterialien und die zugehörigen Zielanalyte zusammengefaßt.

Die Untersuchungsverfahren

Da die in der Interkalibrierung erzielten Ergebnisse in erster Linie zur Bewertung der o. g. Aal- und Zanderuntersuchungen herangezogen werden sollten, waren von den Teilnehmern notwendigerweise die jeweils hausinternen Analysenmethoden unverändert anzuwenden.

Datenverarbeitung

Wegen des großen Umfangs sollen hier anstelle der Wiedergabe des Zahlenmaterials die Ergebnisse in graphischer Form zusammengefaßt werden. Die vollständige Zusammenfassung aller übermittelten Daten liegt bei den publizierenden Institutionen vor. In den Abbildungen 1–9 werden die von den Teilnehmern übermittelten Ergebnisse der Bestimmung lebensmittelrechtlich relevanter bzw. ausgewählter elbespezifischer Parameter dargestellt. Die hierbei anfallenden Berechnungen sowie die Erstellung der Abbildungen erfolgten mit dem Programm MS EXCEL (4.0 und 5.0). Die ausgefüllten (schwarzen) Kolumnen der Diagramme beziehen sich auf die an dem Arge-Elbe (Arbeitsgemeinschaft zur Reinhaltung der Elbe)-Programm [9] beteiligten Laboratorien, die offenen Kolumnen auf zwei zusätzlich an der hier vorliegenden Interkalibrierung, nicht aber am Arge-Elbe-Programm beteiligte Laboratorien. Vor einer vergleichenden Bewertung dieser Daten sind folgende Bemerkungen und Feststellungen angebracht:

Die Ergebnisse der Bestimmung der organischen Zielanalyte wurden z. T. auf Frischsubstanz (Feuchtgewicht), z. T. auf den Fettgehalt bezogen mitgeteilt. Zur Vereinheitlichung und um die Ergebnisse

Tabelle 1: **An der Interkalibrierung beteiligte Institutionen und Wissenschaftler**

Institution und Standort	Wissenschaftler
Staatliches Veterinär- und Lebensmitteluntersuchungsamt Frankfurt/Oder	Frau Dipl.-Chem. SCHMORANZER Herr Dipl.-Chem. HEMMERLING
Hygienisches Institut, Chemische und Lebensmitteluntersuchungsanstalt, Hamburg	Herr Dr. SACHDE Herr Lebensmittelchem. WÖLFING
Landesveterinär- und Lebensmitteluntersuchungsamt Mecklenburg-Vorpommern, Zentrale Rostock	Frau Dipl.-Chem. BLADT
Landesveterinär- und Lebensmitteluntersuchungsamt Mecklenburg-Vorpommern, Außenstelle Schwerin	Herr Dr. PEUCKERT
Landesuntersuchungsanstalt für das Gesundheits- und Veterinärwesen im Freistaat Sachsen, Dresden	Frau Dipl.-Chem. KASTEN Herr Dr. RICHTER
Landesveterinär- und Lebensmitteluntersuchungsamt Halle	Frau Dr. TEICHMANN
Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamt des Landes Schleswig-Holstein, Neumünster	Herr Dr. RIMKUS
Landesveterinär- und Lebensmitteluntersuchungsamt Stendal	Herr Dr. JONAS
Staatliches Veterinär- und Lebensmitteluntersuchungsamt Potsdam	Herr Dr. BÖHM Herr Dipl.-Chem. VOLLAND
Staatliches Veterinäruntersuchungsamt für Fische und Fischwaren Cuxhaven	Frau Dr. BALLIN Herr Dr. KRUSE

*) Herrn Veterinärdirektor Prof. Dr. K.-E. KRÜGER zum 65. Geburtstag gewidmet

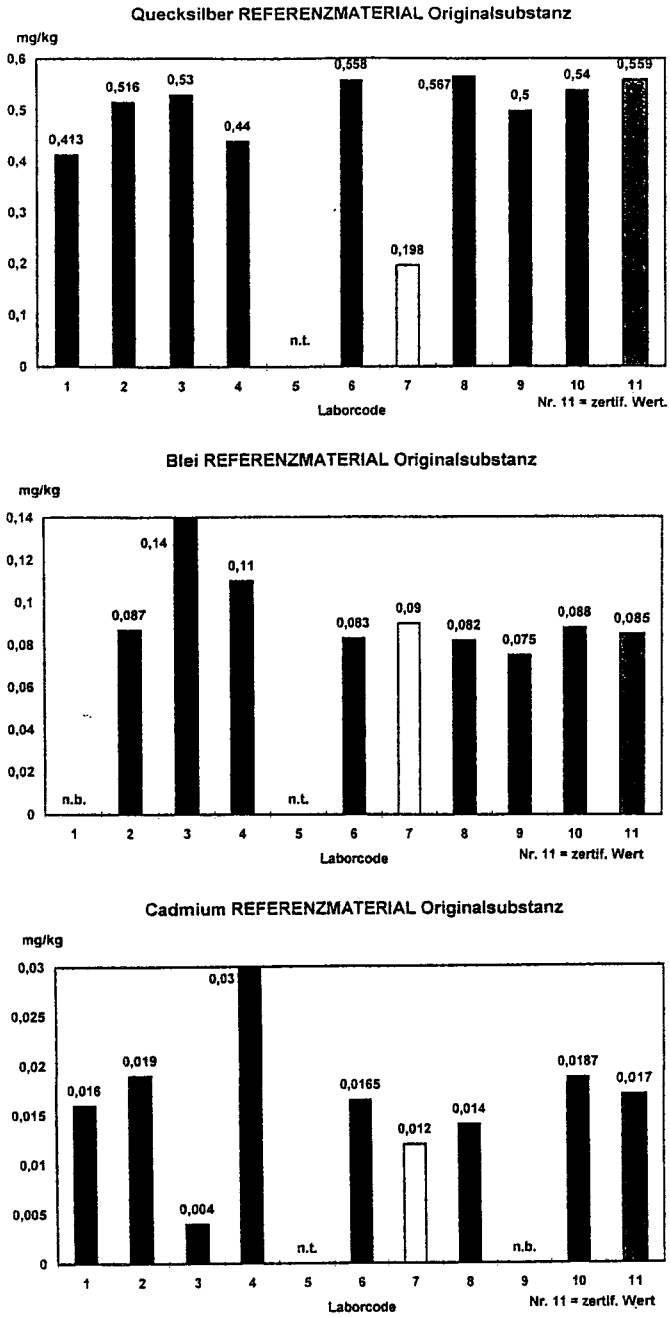


Abb.1: Ergebnisse der Schwermetallbestimmung im BCR-Standard-Referenzmaterial CRM 422 (Kabeljaumuskulatur, lyophilisiert)

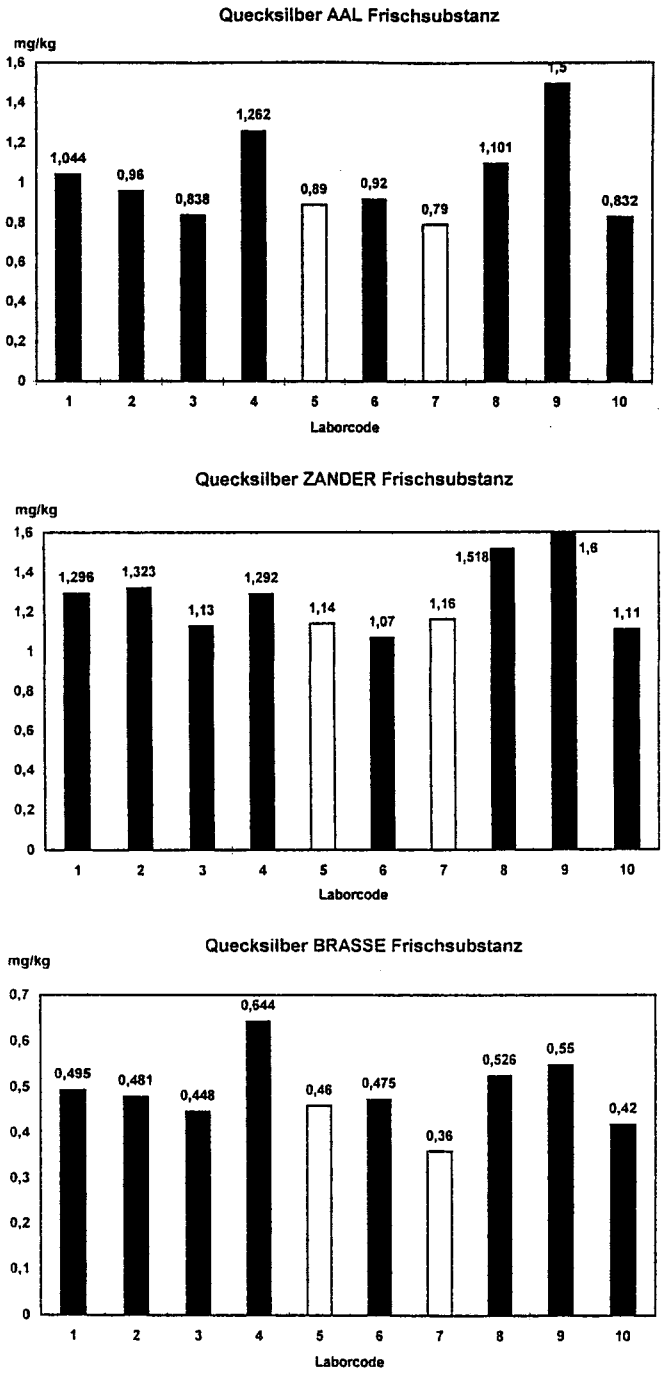


Abb. 2: Ergebnisse der Quecksilberbestimmung in den Fischproben

vergleichen zu können, haben wir unter Verwendung der ebenfalls mitgeteilten Fettgehalte diese Datenbestände in beide Bezugssubstrate wie folgt transformiert:

$$\frac{\text{Gehalt (bez. a. Fett)} \times \text{Fettgehalt (\%)}}{100} = \text{Gehalt (bez. a. Frischsubst.)}$$

$$\frac{\text{Gehalt (bez. a. Frischsubst.)} \times 100}{\text{Fettgehalt (\%)}} = \text{Gehalt (bez. a. Fett)}$$

Die Summenparameter Gesamt-HCH und Gesamt-DDT wurden wie folgt berechnet:

Σ-HCH = α-HCH + β-HCH + δ-HCH

Σ-DDT = 4,4'-DDT + 2,4'-DDT + (4,4'-DDE + 2,4'-DDE) x 1,115 + (4,4'-DDD + 2,4'-DDD) x 1,108

Bei der Bearbeitung des Referenzmaterials „Anorganisch" haben einige Teilnehmer sinnvollerweise den Wassergehalt (maximal 5 %) ermittelt. Gleichwohl wurden von uns die unkorrigierten, also auf das originäre Material bezogenen Ergebnisse beibehalten, weil vorausgesetzt werden kann, daß dieses spezielle kommerzielle Referenzmaterial chargenidentisch war und somit in allen Proben vergleichbare Wassergehalte vorgelegen haben dürften.

Ergebnisse

Anorganische Kontaminanten

Zertifiziertes Referenzmaterial

Unter codierter Bezeichnung erhielt jedes Labor das kommerziell erhältliche Material CRM 422, lyophilisierte Kabeljaumuskulatur (Labor 5 konnte das Material aus technischen Gründen nicht termingerecht zugestellt werden). Die Art der Mitteilung der Ergebnisse war den Laboratorien überlassen, in den meisten Fällen wurde ein Meßwert mitgeteilt. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der Abbildung 1 graphisch dargestellt.

a. Quecksilber

Der Quecksilbergehalt des CRM 422 ist mit 0,559 ± 0,016 mg/kg zertifiziert. In einer den Routineuntersuchungen vergleichbaren Anzahl Messungen wird in diesem Meßbereich üblicherweise eine Abweichung von 20–25 % akzeptiert. Die ermittelten Gehalte aller an dem Sonderprogramm teilnehmenden Laboratorien liegen innerhalb dieser Abweichung. Die von fünf der acht Laboratorien erzielten Ergebnisse weisen sogar nur eine Abweichung von maximal 10 % bez. auf den Sollwert auf.

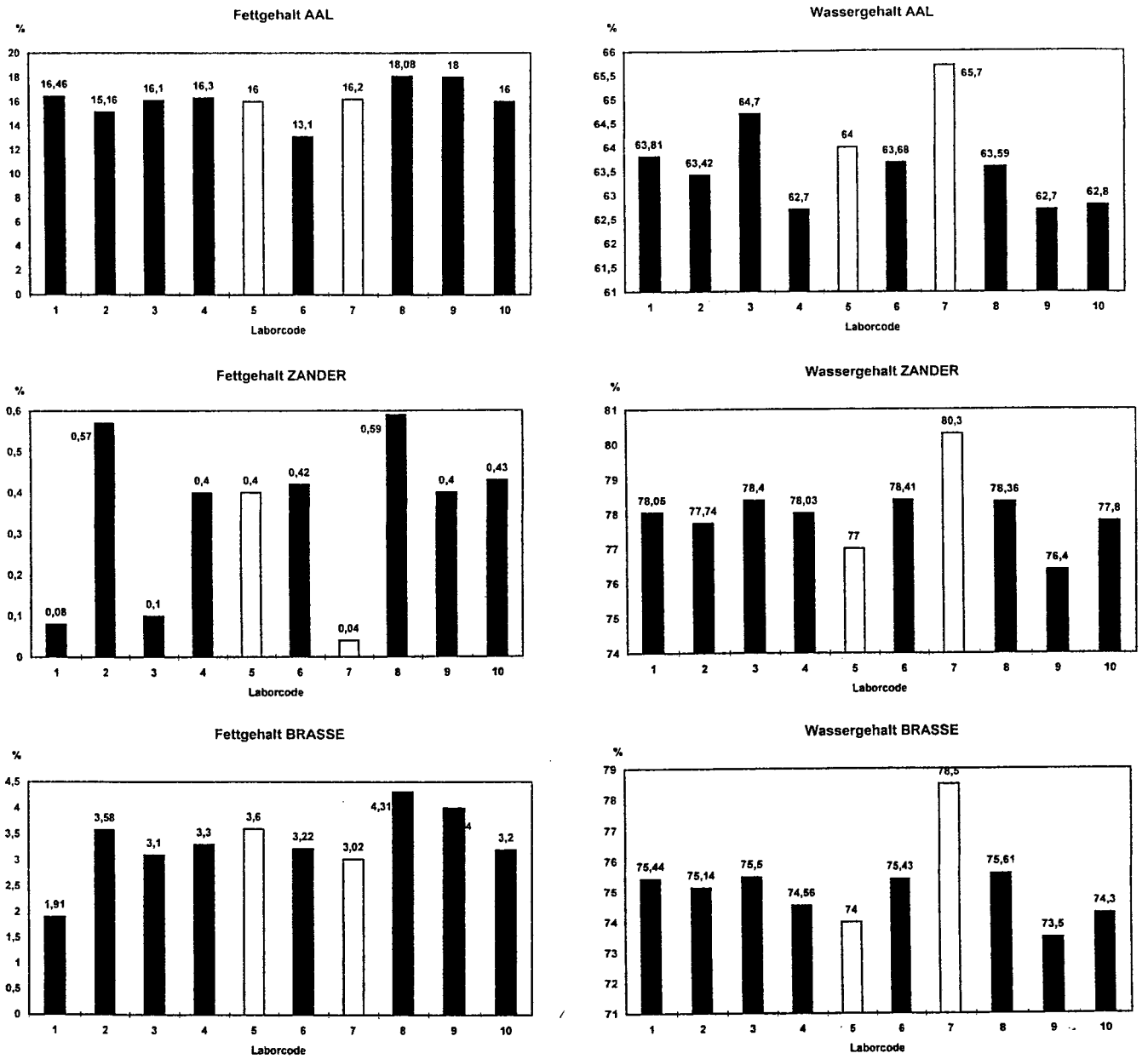


Abb. 3: Fett- und Wassergehalte der Fischproben

b. Blei
Die Übereinstimmung der Meßergebnisse mit dem zertifizierten Gehalt von 0,085 ± 0,015 mg/kg ist ebenfalls sehr gut. Fünf Laboratorien haben Gehalte ermittelt, deren Wert maximal um 10 % von dem Sollwert abweicht, bis auf ein Labor (0,14 mg/kg) liegen alle eingesandten Meßergebnisse innerhalb einer Abweichung von ± 30 % bez. auf den Sollwert.

c. Cadmium
Der Cadmiumgehalt des Referenzmaterials CRM 422 ist mit 0,017 ± 0,002 mg/kg zertifiziert. Im Rahmen der Laborvergleichsuntersuchung wurden Cadmiumgehalte zwischen 0,004 mg/kg und 0,030 mg/kg ermittelt. Unter Berücksichtigung der ermittelten Gehalte von sieben der neun teilnehmenden Laboratorien mit Abweichungen unter 30 % bez. auf den Sollwert und dem Fehlen von extrem Minder- oder Mehrbefunden ist auch in diesem Fall eine gute Übereinstimmung erzielt worden.

Untersuchung des biologischen Materials
a. Blei und Cadmium
Infolge ihrer Akkumulationsfähigkeit sind Niere und Leber die Zielorgane für Cadmium und Blei; zusätzlich wird Blei in der Grätensubstanz angereichert [10]. In dem für die lebensmittelrechtliche Beurteilung relevanten verzehrfähigen Anteil, dem Filet bzw. der Muskulatur der Fische sind die entsprechenden Gehalte hingegen sehr gering. Wie u. a. langjährige eigene Untersuchungen an Brassen aus der Elbe bei Lauenburg gezeigt haben, liegen die Blei und Cadmiumgehalte in der Muskulatur im unteren ppb-Bereich bzw. bereits im Bereich der laborinternen Bestimmungsgrenzen [2, 5, 8].
Die im Rahmen dieser Laborvergleichsuntersuchung ermittelten Blei- und Cadmiumgehalte in der Muskulatur von Aal, Zander und Brasse liegen mit guter Übereinstimmung innerhalb der Laboratorien unterhalb der für die lebensmittelrechtlichen Beurteilung zu berücksichtigenden Richtwerte von 0,5 mg/kg für Blei und 0,1 mg/kg für Cadmium [11]. Die ermittelten Cadmiumgehalte in den Muskulaturen der drei Fischarten liegen übereinstimmend in dem Bereich zwischen 0,002 mg/kg und 0,006 mg/kg. Teilweise handelte es sich bei den Werten um reale Meßergebnisse, teilweise aber auch um den Wert der laborinternen Bestimmungsgrenze. Die Ergebnisse der Bestimmung der Bleigehalte weisen eine größere Streubreite auf, liegen aber nahezu übereinstimmend in dem Bereich zwischen der laborinternen Bestimmungsgrenze und 0,05 mg/kg.

b. Quecksilber
Im Gegensatz zu den Cadmium- und Bleigehalten liegen die Quecksilbergehalte der zu untersuchenden Proben in dem Bereich des fischartspezifischen Grenzwertes, so daß die ermittelten Quecksilbergehalte im folgenden für jede Fischart diskutiert werden. Da es sich um nativ gewachsenes, undotiertes Material handelte, wurde als Bezugsgröße der gemeinsame Mittelwert zur Bewertung der Ergebnisse herangezogen; die Ergebnisse werden in der Abbildung 2 graphisch dargestellt.

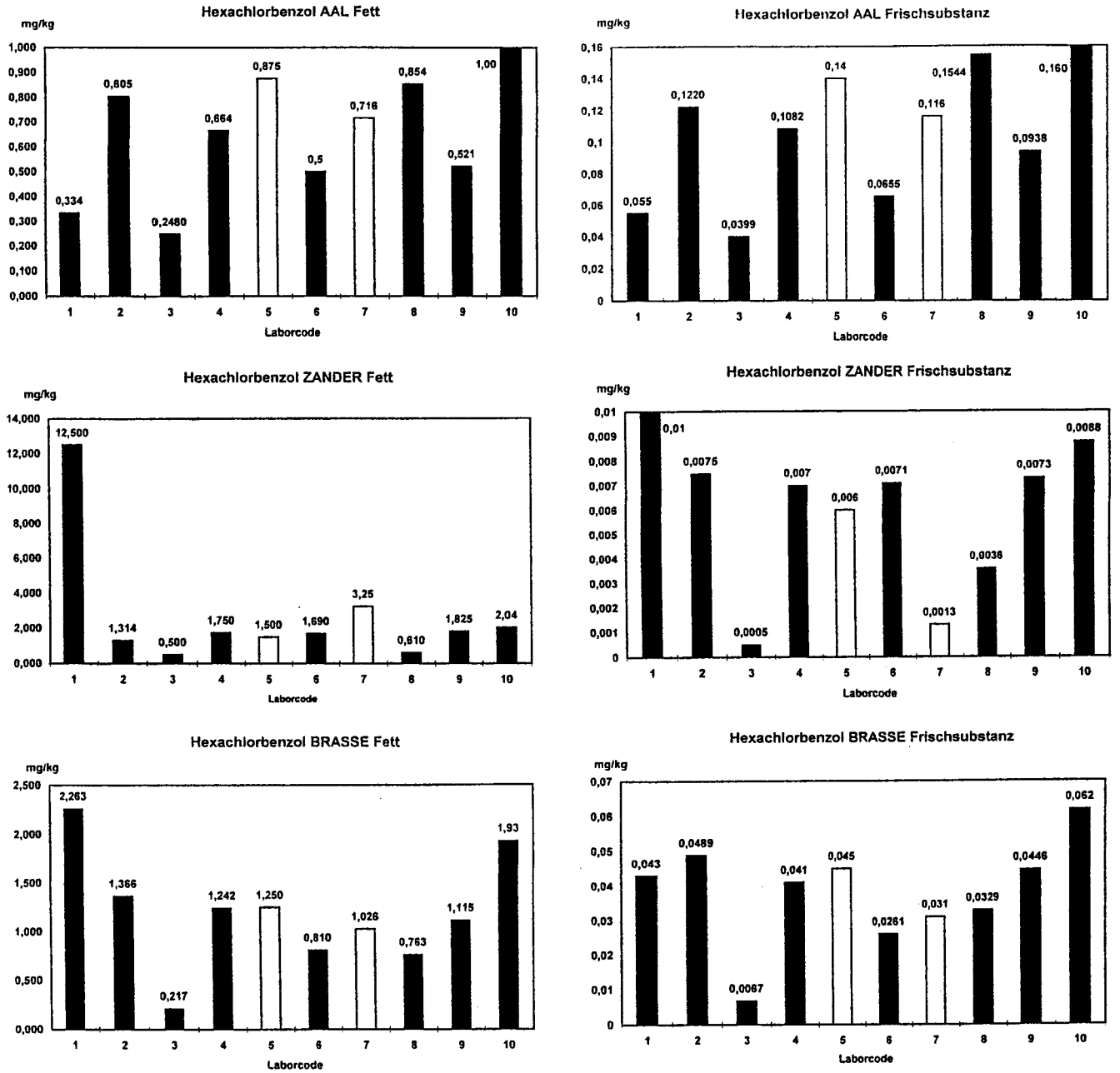


Abb. 4: Ergebnisse der Bestimmung von Hexachlorbenzol in den Fischproben

Die in der Probe **Aal** ermittelten Quecksilbergehalte liegen zwischen 0,8 mg/kg und 1,5 mg/kg, der gemeinsame Mittelwert ergibt 1,01 ± 0,223 mg/kg, entsprechend einer relativen Abweichung von 22 %. Bis auf ein Labor (1,5 mg/kg) liegen alle Ergebnisse innerhalb einer Abweichung von 25 % bez. auf den gemeinsamen Mittelwert, vergleichbar mit den Ergebnissen der Quecksilberbestimmung in dem Referenzmaterials.

Unter Berücksichtigung der laborinternen analytischen Schwankungsbreite, die hier nicht bekannt ist, wäre diese Aalprobe zumindest von zwei Laboratorien gemäß der Schadstoff- Höchstmengenverordnung (SHmV)[12] und der Entscheidung 93/351 EWG [13] wegen Überschreitung der Höchstmenge beanstandet worden, während die Ergebnisse der anderen acht Laboratorien nicht zu einer Beanstandung geführt hätten.

In dem **Zanderhomogenisat** wurden Quecksilbergehalte zwischen 1,07 mg/kg und 1,6 mg/kg ermittelt. Alle eingesandten Ergebnisse streuen maximal um den Bereich von ± 25 % bezogen auf den gemeinsamen Mittelwert von 1,26 ± 0,18 mg/kg. Unter Berücksichtigung des Grenzwertes der SHmV von 1,0 mg/kg [12], insbesondere aber der Entscheidung 93/351 EWG [13] von 0,5 mg/kg, wäre die Zanderprobe anhand der ermittelten Ergebnisse übereinstimmend wegen Überschreitung der Höchstmenge beanstandet worden.

Die Untersuchung von **Brassen** war nicht Teil des Sonderprogramms, das die lebensmittelrechtliche Beurteilung von Aalen und Zandern hinsichtlich ihres Schadstoffgehaltes zum Ziel hatte. Da diese Fischart aber infolge ihrer Standorttreue vielfach als Bioindikator zur Beurteilung einer Schadstoffbelastung herangezogen wird [2, 5, 8], wurde sie mit in die Laborvergleichsuntersuchungen integriert.

Die ermittelten Quecksilbergehalte liegen zwischen 0,36 mg/kg und 0,64 mg/kg, der gemeinsame Mittelwert von 0,49 ± 0,077 mg/kg unterschreitet gerade den Grenzwert der SHmV [12] und der Entscheidung 93/351 EWG [13] von 0,5 mg/kg. Unter Berücksichtigung der laborinternen analytischen Schwankungsbreiten wäre die Probe nach den Ergebnissen von neun der zehn Laboratorien nicht zu beanstanden.

Organische Kontaminanten

In den Abbildungen 4 bis 9 werden die Ergebnisse der Bestimmung ausgewählter organischer Kontaminanten in der Muskulatur dargestellt. Bei deren Bewertung sind die zugehörigen Fettgehalte zu berücksichtigen, die – zusammen mit den Wassergehalten – in Abbildung 3 wiedergegeben werden. Die Übereinstimmung der Meßwerte der Fettbestimmungen untereinander wird in hohem Maße durch die Fischart bestimmt. Erwartungsgemäß weisen die Ergebnisse bei der relativ gesehen fettreichsten Fischart Aal die geringste Streubreite auf. Die Übereinstimmung bei der Fischart Brasse ist als noch zufriedenstellend zu bewerten. Beim Zander mit einem sehr niedrigen Fettgehalt von deutlich unter 1 % sind dagegen gravierende Abweichungen hinzunehmen.

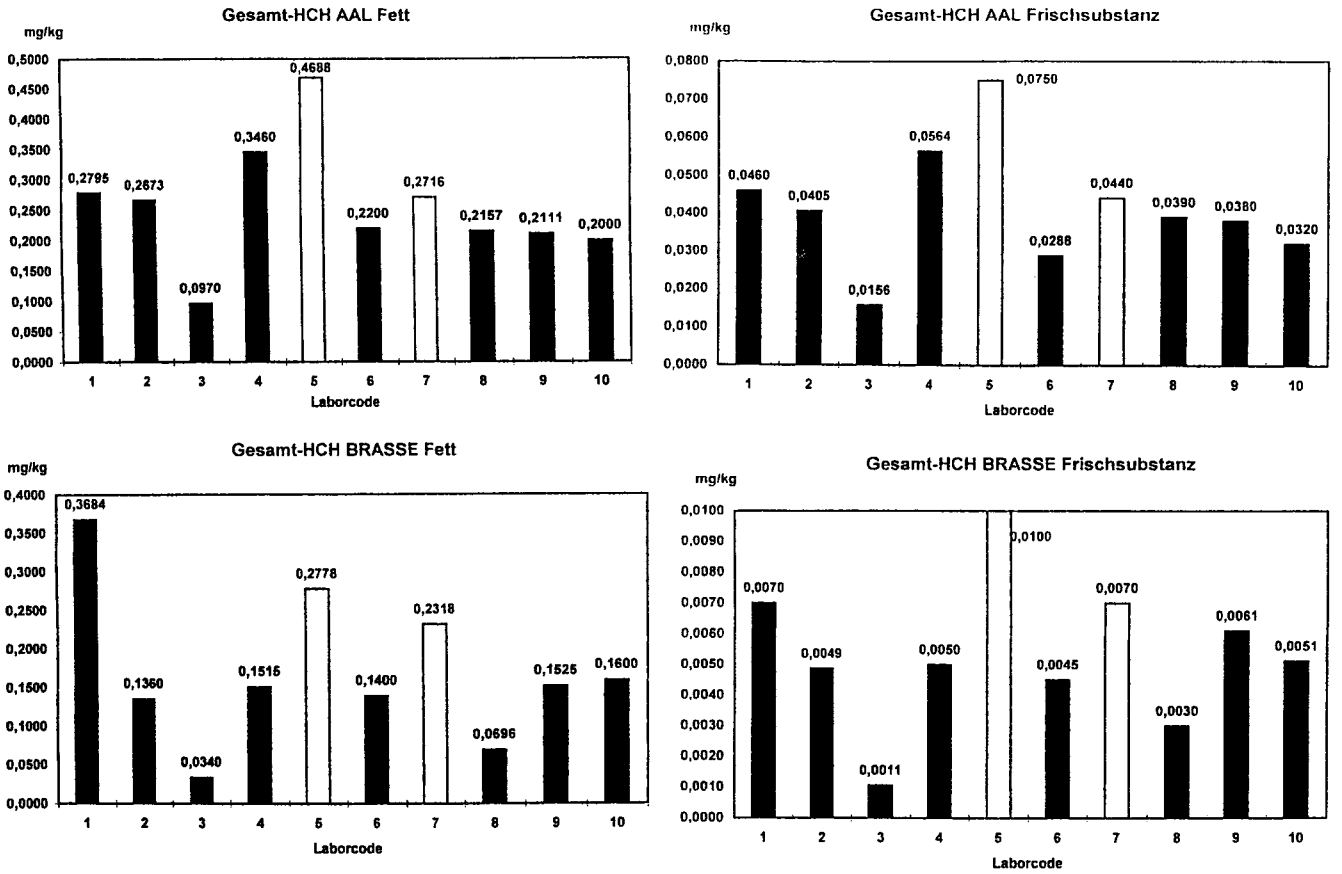


Abb. 5: Ergebnisse der Bestimmung von Gesamt-HCH in den Fischproben

Daß die Extraktionsausbeuten und die Quantifizierung der Fischlipide einen gravierenden Einfluß als Cofaktor bei der Analytik lipophiler Kontaminanten der Proben ausüben, wird bei der nachfolgenden Betrachtung der Ergebnisse an realen Fischproben einerseits und an (vorextrahiertem) Referenzmaterial (BCR CRM 350, Makrelenöl) andererseits erzielten Ergebnisse deutlich:

Der für eine exemplarische Betrachtung besonders geeignete Zielanalyt ist das elbespezifische und z.T. in grenzwertüberschreitenden Gehalten auftretende **Hexachlorbenzol** (vergl. Abb.4).

Bei der Fischart **Aal** liegen die mitgeteilten Werte bei homogener Meßwertverteilung deutlich innerhalb der gleichen Größenordnung. Die unterschiedlichen Bezugssubstrate Fett bzw. Frischsubstanz üben hierbei keinen sichtbaren Einfluß auf die Meßwertverteilung aus.

Bei der Fischart **Brasse** überschreitet die Meßwertverteilung der im Bezugssubstrat Fett mitgeteilten Ergebnisse bereits deutlich den Bereich einer Größenordnung. Die gleichen Ergebnisse bleiben jedoch innerhalb einer Größenordnung, wenn man sie auf das Substrat Frischsubstanz umrechnet. Das Labor mit der niedrigsten Ausbeute bei der Fettbestimmung gelangt zu dem relativ höchsten Wert des auf Fett bezogenen HCB-Gehaltes. Bezieht man diesen Meßwert auf Frischsubstanz, reiht er sich unauffällig in die Ergebnisse der übrigen Teilnehmer ein.

Bei der Fischart **Zander** wirken sich die von den Bezugssubstraten ausgehenden Effekte noch viel nachhaltiger aus. In beiden Substraten erstreckt sich die Meßwertverteilung über mehr als eine Größenordnung. Laboratorien mit den niedrigen Ausbeuten bei der Fettbestimmung erhalten z. T. hohe bzw. extrem hohe Zielanalytgehalte in diesem Substrat. Bei Umrechnung der gleichen Werte auf Frischsubstanz verlieren diese Ergebnisse ihre Auffälligkeit. Daneben liefern andere Laboratorien mit niedrigen Fettausbeuten auffallend niedrige Werte für den Gehalt an Zielanalyten in der Frischsubstanz bei relativ ausgeglichenen Werten im Fett. Beide Arten der relativen Abweichungen von den mehrheitlichen übrigen Ergebnissen lassen sich plausibel erklären:
Im ersteren Fall gelingt offensichtlich trotz unvollständiger Fettextraktion eine ausreichende Erfassung des Zielanalyten, so daß das auf die gesamte Probe (Frischsubstanz) bezogene Ergebnis korrekt ausfällt obgleich natürlich im Fett ein zu hoher Wert errechnet wird. Im zweiten Fall verlaufen sowohl Fettextraktion als auch Zielanalyterfassung unvollständig. Zu niedrige Werte beim Bezug auf Frischsubstanz bei scheinbar guten Ergebnissen im Fett sind die logische Konsequenz.

Die vergleichende Bewertung der für das **Standard-Referenzmaterial** (vergl. Abb.9) mitgeteilten Ergebnisse unterstreicht die bisher getroffenen Feststellungen. Da bei der Bearbeitung dieser Probenart die Extraktion aus dem Fischgewebe entfällt, kommen die hiermit verknüpften unterschiedlichen Cofaktoren nicht zum Tragen. Bei generell enger beieinanderliegenden Einzelergebnissen reihen sich die im Vorangehenden auffällig in Erscheinung getretenen Laboratorien hier homogen in die Gesamtheit der Ergebnisse ein.

Die Bewertung der für die **übrigen organischen lipophilen Zielanalyte** mitgeteilten Ergebnisse (vergl. Abb. 5 bis 8) führt in weiten Teilen zu den gleichen Aussagen wie beim Hexachlorbenzol. Bemerkenswerterweise wird **Gesamt-DDT** (Abb. 6) insbesondere in der Fischart Aal mit einer geringer streuenden Meßwertverteilung bestimmt als sämtliche der hier berücksichtigten Einzelstoffe, obwohl dieser Parameter durch Addition von (maximal) 6 Summan-

Tabelle 2: **Übersicht über die Proben und die zugehörigen Zielanalyte**

Proben	Zielanalyte
Autoklaviertes Homogenisat von Aalmuskulatur	Hg, Pb, Cd, Organochlor-Pestizide, PCB-Leitkongeneren, Elbespezifische organische Kontaminanten
Autoklaviertes Homogenisat von Zandermuskulatur	wie bei Aalmuskulatur
Autoklaviertes Homogenisat von Brassenmuskulatur	wie bei Aalmuskulatur
Referenzmaterial „ANORGANISCH" BCR CRM 422 Trace Elements in Cod Muscle	Hg, Pb, Cd
Referenzmaterial „ORGANISCH" BCR CRM 350 Chlorobiphenyls in Mackerel Oil	Organochlor-Pestizide, PCB-Leitkongeneren Elbespezifische organische Kontaminanten

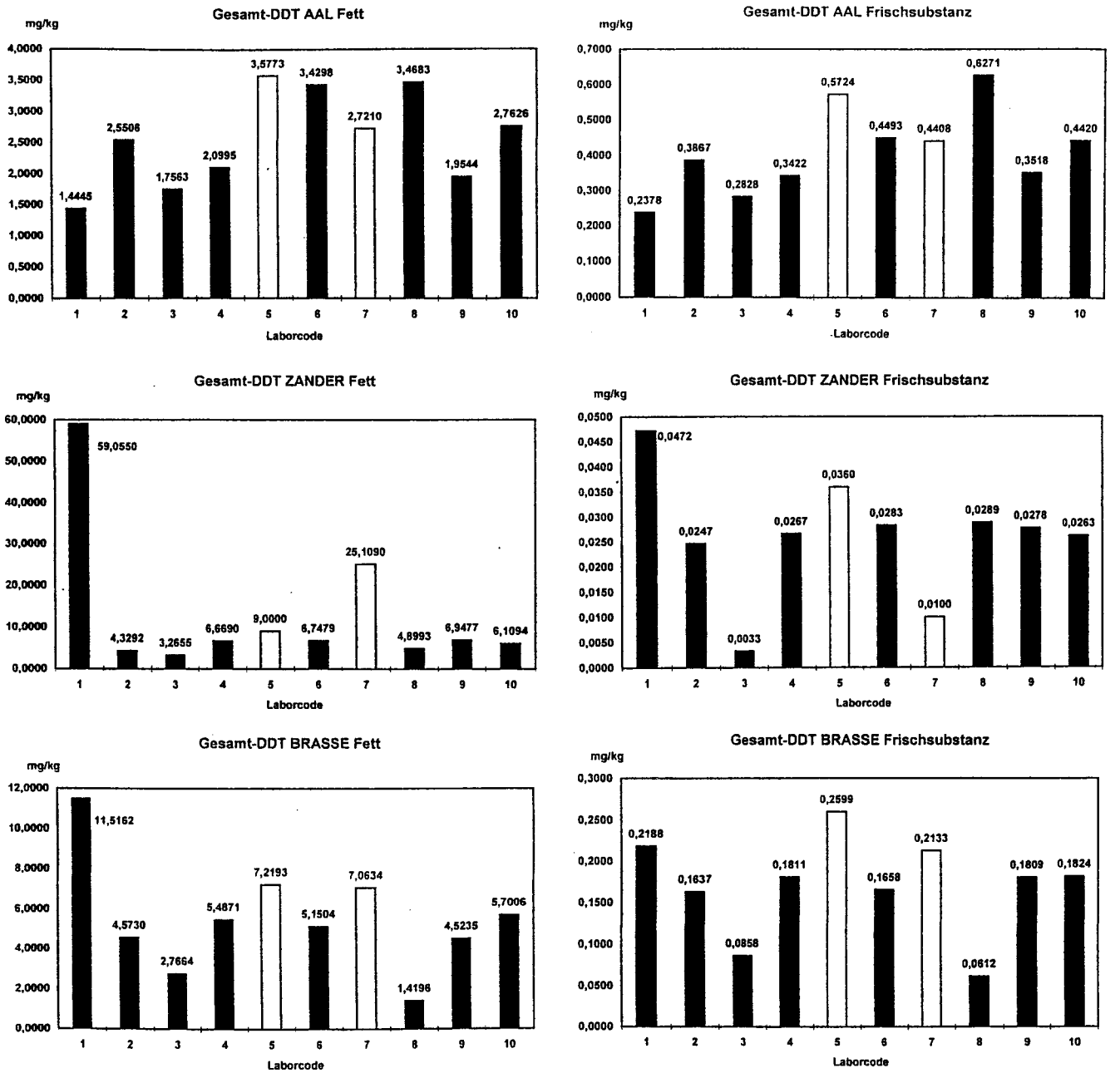


Abb. 6: Ergebnisse der Bestimmung von Gesamt-DDT in den Fischproben

den gebildet wird, was eigentlich gegenteiliges erwarten ließe. Ferner ist als Besonderheit im Einzelfall festzustellen, daß auch bei offensichtlich ausreichender Fettextraktion auffällig niedrige Ergebnisse für einen Zielanalyten erhalten werden können, wie im Falle der **PCB-Kongenere 153** in der Fischart Aal (vergl. Abb. 8).

Zusammenfassende Bewertung

Anorganische Kontaminanten

Anhand der Ergebnisse dieser Laborvergleichsuntersuchung kann i. A. eine gute Übereinstimmung der Meßergebnisse festgestellt werden. Die Möglichkeit der Zusammenfassung von Daten verschiedener Laboratorien und Methoden zu einer gemeinsamen Aussage ist am objektivsten durch die Untersuchung von zertifiziertem Referenzmaterial parallel zu dem zu untersuchenden Probenmaterial gegeben. So werden vom Internationalen Rat für Meeresforschung (International Council for the Exploration of the Sea (ICES)) die von den Anrainerstaaten der Nordsee ermittelten Schadstoffgehalte in Wasser, Sediment und Biota im Rahmen des Joint Monitoring Programms (JMP) einer gemeinsamen Bewertung unterzogen, wenn parallel zu dem Probenmaterial zertifiziertes Referenzmaterial untersucht wurde, oder an einer Laborvergleichsuntersuchung teilgenommen wurde; die Abweichung vom Sollwert des Analyten sollte 20 % nicht überschreiten.

Basierend auf dieser ICES-Anforderung, die zwar nicht direkt auf das hier beschriebene Sonderprogramm übertragbar ist, dennoch zur Bewertung der Meßergebnisse der Teilnehmer recht hilfreich ist, ist gerade im Falle der Bestimmung des lebensmittelrechtlich relevanten Quecksilbergehaltes in dem CRM 422 eine äußerst gute Übereinstimmung erzielt worden. Mehrheitlich lag die Abweichung vom Sollwert im Bereich bis ± 10 %, maximal 25 %. Auch hinsichtlich der Bestimmung von Blei und Cadmium mit – bis auf jeweils eine Ausnahme – einer maximalen Abweichung von ± 30 % bez. auf den Sollwert liegt eine gute Übereinstimmung innerhalb der Laboratorien und damit der lebensmittelrechtlichen Beurteilung der im Rahmen des Sonderprogramms der Untersuchung der Elbefische erzielten Ergebnisse vor.

Organische Kontaminanten

Die Befunde lassen sich u. E. wie folgt zusammenfassen bzw. zu Empfehlungen verarbeiten:

1. Die Übereinstimmung der von den verschiedenen Laboratorien vorgelegten Ergebnisse untereinander ist um so besser, je höher der vorliegende Konzentrationsbereich und der probenspezifische Fettgehalt ist.

2. Gemessen an den – auch in internationalen Interkalibrierungsprogrammen wie QUASIMEME [14] u. a. – erzielten Ergebnissen verfügen sämtliche an der Untersuchung der Elbefische beteiligten Labora-

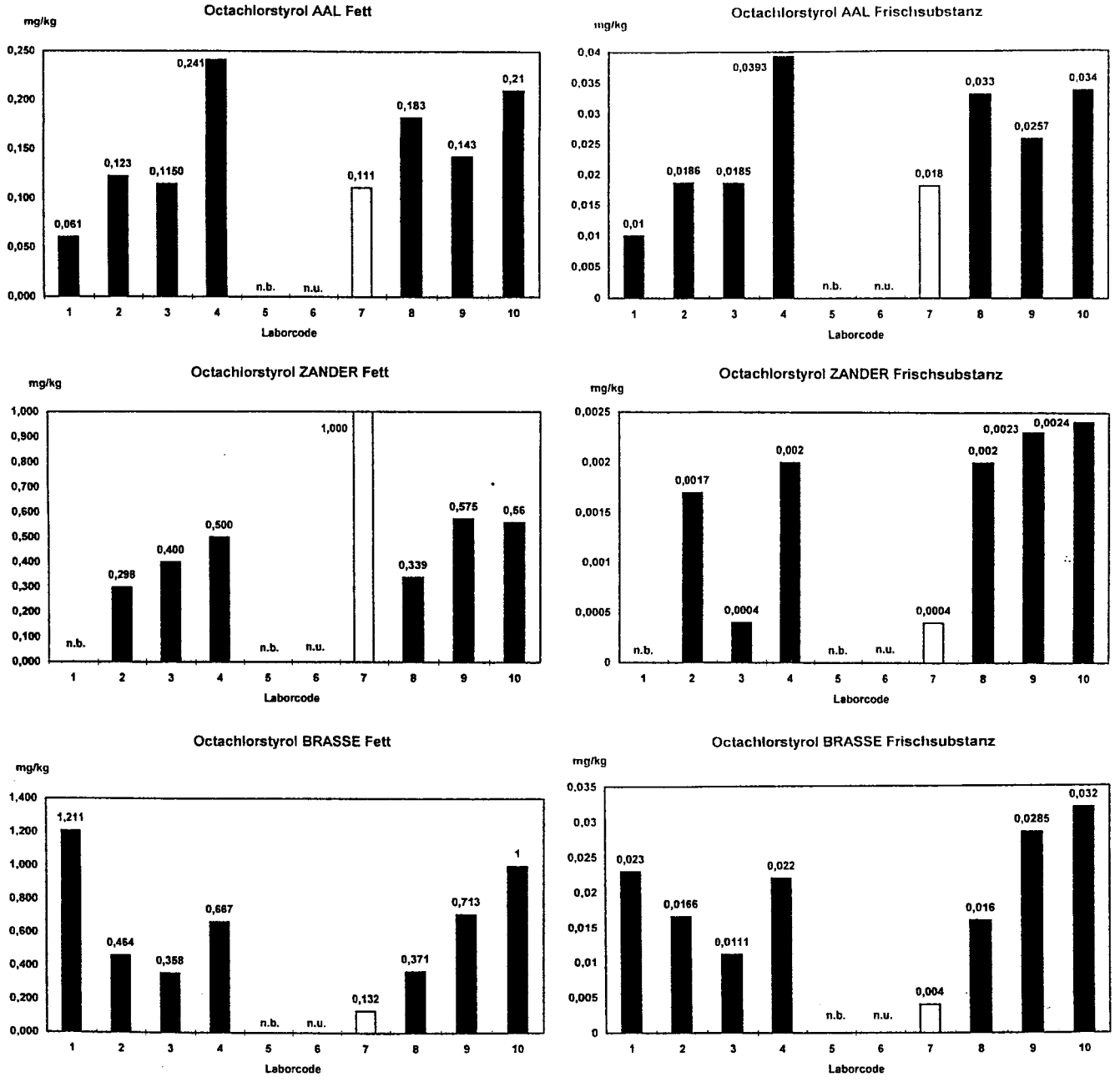


Abb. 7: Ergebnisse der Bestimmung von Octachlorstyrol in den Fischproben

torien über das erforderliche know how zur Erbringung zuverlässiger und vergleichbarer Meßwerte. Abweichende bzw. auffällige Befunde beschränken sich auf wenige Fälle unzureichender Extraktionen in extrem fettarmer Probenmatrix. Die entsprechende Berücksichtigung der – im übrigen in den gesetzlichen Bestimmungen vorgeschriebenen – Bezugssubstrat-Effekte führt hier in den meisten Fällen zu einer ausreichenden Übereinstimmung der Ergebnisse bzw. läßt vergleichende Betrachtungen an diesen als zulässig erscheinen.

Zusammenfassend erscheint es sowohl im Falle der anorganischen als auch der organischen Kontaminanten vertretbar, die von den teilnehmenden Laboratorien vorgelegten Ergebnisse der Untersuchung von Elbefischen in eine gemeinsame Studie einzuarbeiten. Wenn im Einzelfall bei Analysenergebnissen in Grenzwertnähe die Entscheidung über Bestätigung oder Verneinung der lebensmittelrechtlichen Verkehrsfähigkeit eines Individuums einer Gratwanderung gleicht, liegt das in der Natur der Sache.

Zusammenfassung

10 Laboratorien der amtlichen Lebensmittelüberwachung aus sämtlichen elbeanliegenden Bundesländern haben eine Interkalibrierung vorgenommen mit dem Ziel, die Kompatibilität der Spurenanalyse von Umweltkontaminanten in Fischen zu belegen. Es wurden drei originäre Elbefischproben (autoklavierte Muskulaturhomogenisate von Aal, Brasse und Zander) sowie zwei zertifizierte Referenzmaterialien (BCR CRM 350 (Makrelenöl) und CRM 422 (Kabeljaumuskulatur)) bearbeitet. Bei den anorganischen Zielanalyten Quecksilber, Blei und Cadmium wurden gute Übereinstimmungen in den lebensmittelrechtlich relevanten Konzentrationsbereichen erzielt. Bei sehr niedrigen Gehalten im unteren bzw. sub-µg/kg Bereich wurden naturgemäß Schwierigkeiten sichtbar. Bei den organischen Zielanalyten wurden bei sonst guter Übereinstimmung Schwierigkeiten im Zusammenhang mit der Extraktion sehr niedriger Lipidgehalte erkennbar. Gemessen an den Erfolgen großer aktueller internationaler Interkalibrierungsprogramme konnten die an der Elbefischüberwachung beteiligten Institutionen einen ausreichenden Konsens bei der Bewertung ihrer Ergebnisse belegen.

Summary

10 official laboratories, all from german federal states crossed by the river elbe have performed a common intercomparison exercise in order to proof reliable results analysing traces of pollutants in fish. Three fish samples originating from the river elbe (canned muscle homogenates of eel, bream and pikeperch) as well as two certified reference materials (BCR CRM 350 (mackerel oil) and CRM 422 (cod muscle)) had to be analysed. Good agreement to assigned values was achieved in the

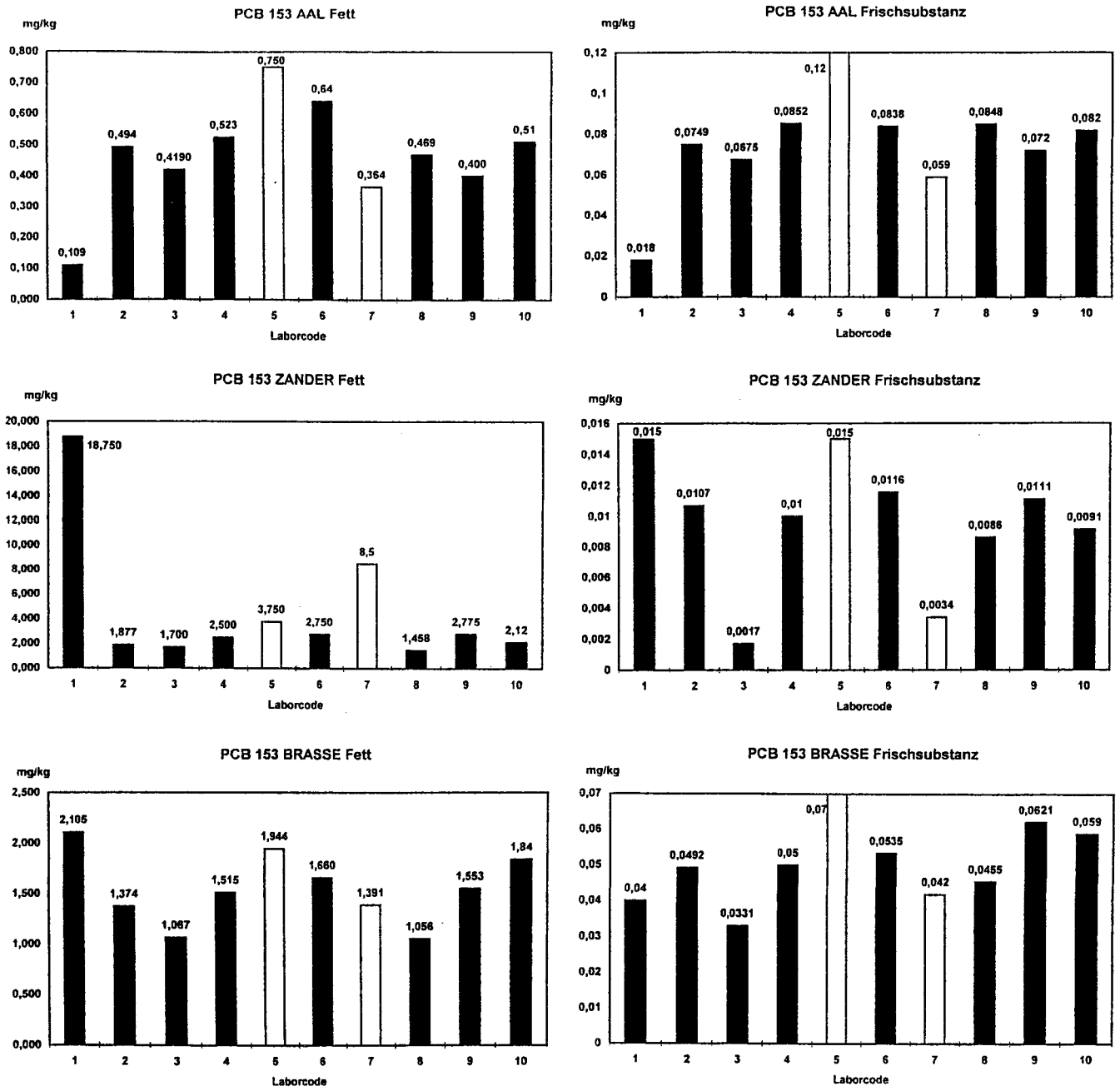


Abb. 8: Ergebnisse der Bestimmung von PCB 153 in den Fischproben

determination of mercury, lead and cadmium at levels near official regulatory limits. Some difficulties occured in the lower or sub ppb range. The determination of organic target analytes was done with success unless extremely low lipid contents had to be extracted. Referring to results of important actual international intercomparison exercises, the institutions being involved in monitoring fish from the elbe could demonstrated rather unique results in assessment.

Danksagung

Wir danken der Firma RICHTER UND GREIF, Cuxhaven für die Autoklavierung der Proben.

Literatur

1. KRÜGER, K.-E. und L. NIEPER (1978): Bestimmung des Quecksilbergehaltes der Seefische auf den Fangplätzen der deutschen Hochsee- und Küstenfischerei. Arch. Lebensmittelhygiene **29**, 165–168. – 2. KRUSE, R. (1981): Zum Nachweis und Gehalt von Quecksilber, Blei und Cadmium in Fischen aus den Unterläufen und Ästuarien von Elbe, Weser und Jade. Lebensmittelchemie u. gerichtl. Chemie **35**, 38–39. – 3. KRÜGER, K.-E. und R. KRUSE (1982): Der Quecksilber-, Blei und Cadmiumgehalt in Aalen aus der Elbe und ausgewählten Vergleichsgewässern. Arch. Lebensmittelhygiene **33**, 123–128. – 4. KRUSE, R., K. BOEK und M. WOLF (1983): Der Gehalt an Organochlor-Pestiziden und polychlorierten Biphenylen in Elbaalen. Arch. Lebensmittelhygiene **34**, 81–86. – 5. KRÜGER, K.-E. und R. KRUSE (1990): Langzeituntersuchungen zum Schadstoffgehalt von Elbefischen. Poster-

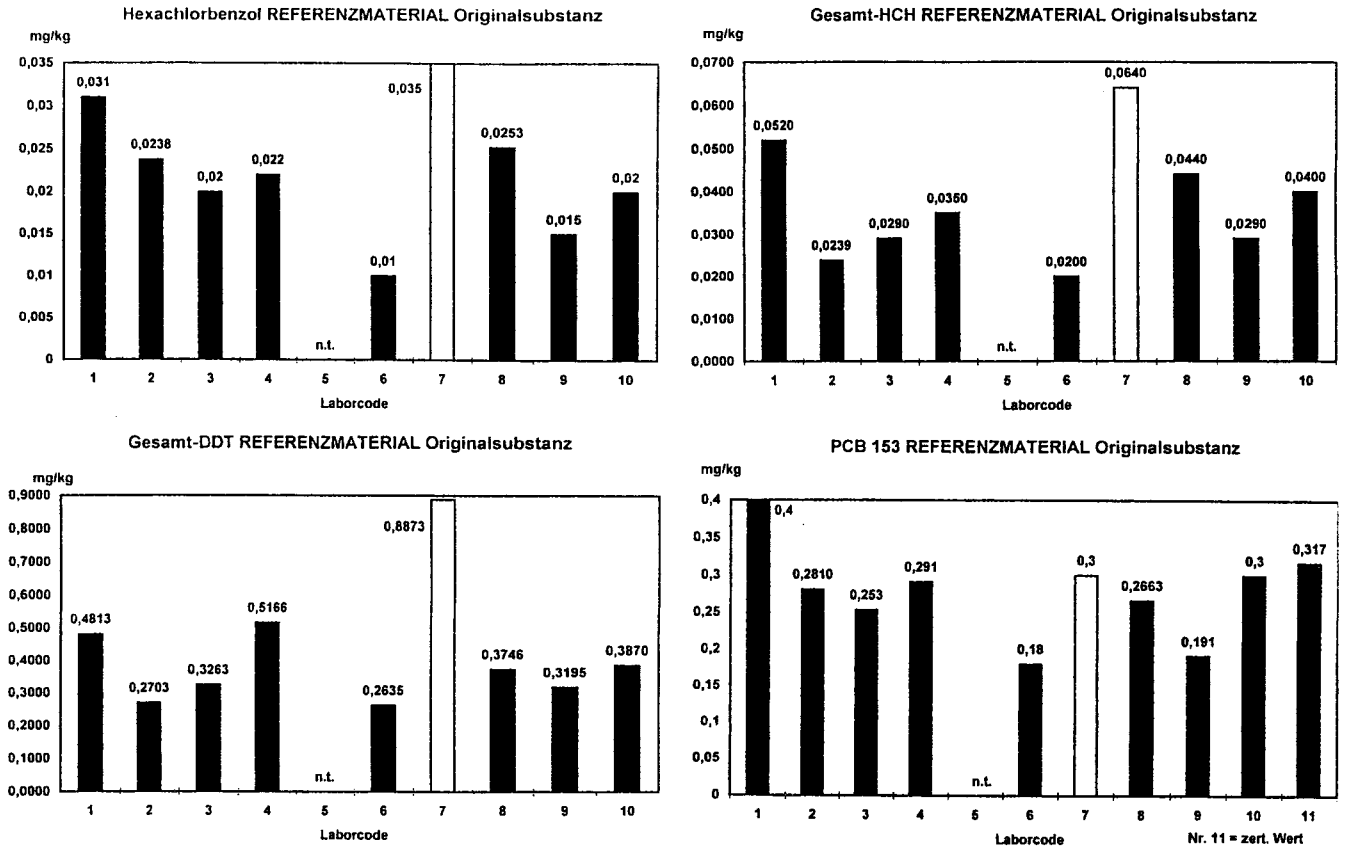


Abb. 9: Ergebnisse der Bestimmung von ausgewählten Chlorierten

präsentation auf dem 3. Magdeburger Gewässerschutzseminar – Zur Belastung der Elbe – 28.–30. 11. 1990 in Magdeburg. – 6. KRUSE, R., U. BALLIN und K.-E. KRÜGER (1994): Trendstudie zur langfristigen Schadstoffkontamination von Elbfischen zwischen 1979 und 1994. In: 6.Magdeburger Gewässerschutzseminar – Die Elbe im Spannungsfeld zwischen Ökologie und Ökonomie – B. G. Teubner Verlagsgesellschaft 267–274. – 7. KRUSE, R. (1995) Die Belastung der Fische in der Elbe mit ausgewählten Organika. Tagungsbericht zum GKSS-Workshop „Belastung der Elbe und ihrer Nebenflüsse mit organischen Schadstoffen" der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe vom 31. 5. 1995 in Geesthacht. – 8. Untersuchungsergebnisse zur Schadstoffbelastung von Elbebrassen im Längsprofil 1994. Gemeinsamer Bericht der Wassergütestelle Elbe und des Staatlichen Veterinäruntersuchungsamtes für Fische und Fischwaren. (In Vorbereitung). – 9. Die Schadstoffbelastung von wirtschaftlich interessanten Elbefischen. Gemeinsamen Bericht der ARGE ELBE und der Landesveterinäre. (In Vorbereitung). – 10. HOFER, R. und LACKNER, R. (1995): Fischtoxikologie, Theorie und Praxis. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. – 11. Richtwerte für Schadstoffe in Lebensmitteln, Bundesgesundhbl. **5/1995**, 204–206, 1995. – 12. Verordnung über Höchstmengen an Schadstoffen in Lebensmitteln (SHmV) vom 23. März 1988, BGBl. I. S. 422. – 13. Entscheidung der Kommission zur Festlegung der Analysenverfahren, Probenahmepläne und Grenzwerte für Quecksilber in Fischereierzeugnissen (93/351 EWG), vom 19. Mai 1993, Abl. Nr. L 144/23 vom 16. Juni 1993. – 14. A. AMINOT et al. (1995): Report on the Laboratory Performance Studies 1994, QUASIMEME Scientific Group, Edited by the SOAFD Marine Laboratory, Aberdeen, Scottland. Project Manager: D. E. Wells.

Anschriften der Verfasser

Dr. R. Kruse und Dr. Uta Ballin, Staatliches Veterinäruntersuchungsamt für Fische und Fischwaren Cuxhaven, Schleusenstraße, D-27472 Cuxhaven.

Dipl.-Biol. Th. Gaumert, Wassergütestelle Elbe, Neßdeich 120-121, D-21129 Hamburg.