

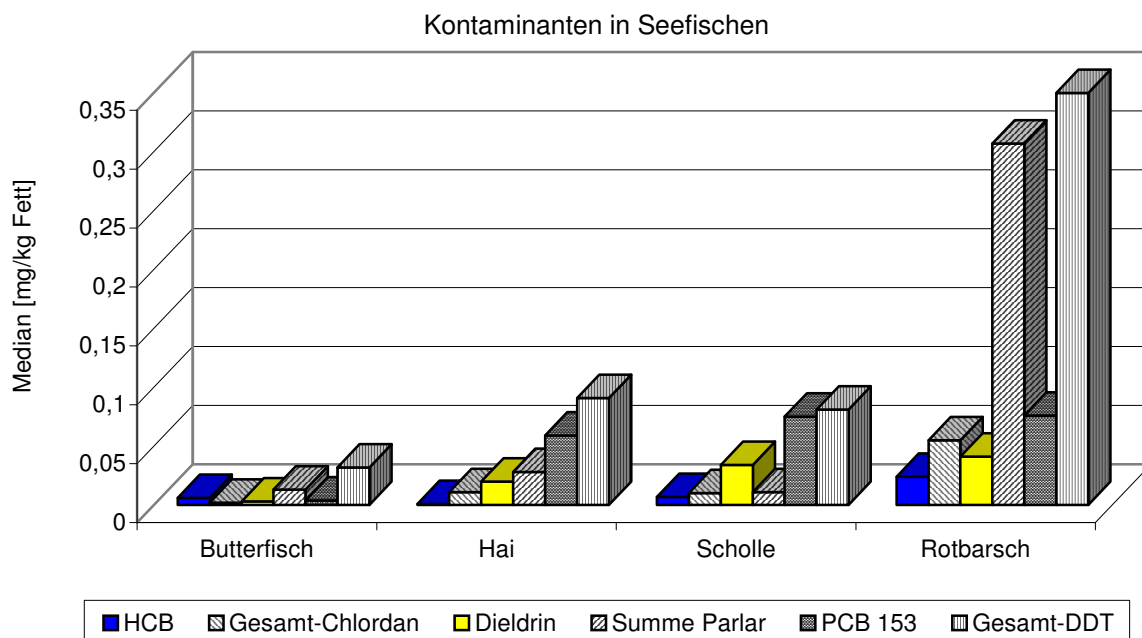
## Fische: 208 Proben

### Rheinfische

Als Nachtrag zum Rheinfisch-Untersuchungsprogramm der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) wurden von Rhein-km 91 (Reckingen/CH) 15 Aale und 1 Rotaugenprobe untersucht. 2 Aale wiesen PCB-153-Gehalte über der Höchstmenge auf.

### Monitoring-Programm

Im Rahmen des Lebensmittel-Monitoring-Programms wurden 64 Rotbarschfilet-, 44 Schollen- und 9 Butterfisch-/Hai-Proben auf das Organochlor-Wirkstoffspektrum einschließlich Polychlorterpenen (Parlar-Kongeneren) – die Schollen zusätzlich auf Organozinnverbindungen – untersucht. Im Vergleich der 4 Seefischarten zeigen die Rotbarsche die höchsten Gehalte an Hexachlorbenzol, Gesamt-Chlordan, Dieldrin, Polychlorterpenen (Summe aus den Parlar-Kongeneren 26, 50, 62), PCB und Gesamt-DDT bei Bezug auf Fettsubstanz (siehe Grafik). Die Gehalte der Organozinnverbindungen sind in einer entsprechenden Grafik weiter hinten dargestellt.



### Polybromierte Diphenylether (PBDE)

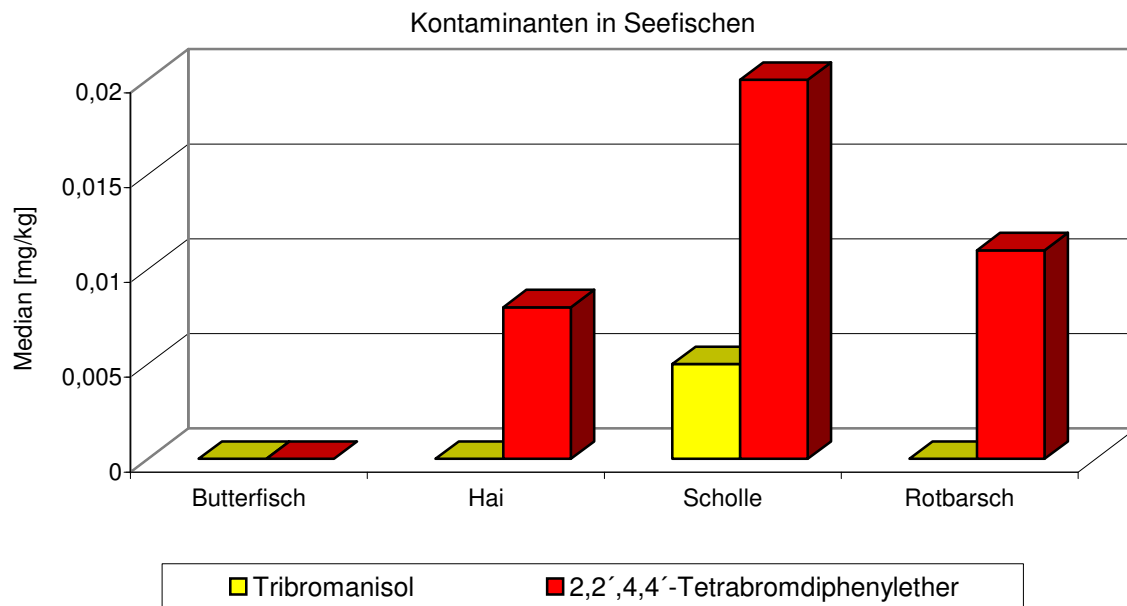
Neuere Erkenntnisse aus Kanada, den USA und nordeuropäischen Ländern belegen, dass seit einiger Zeit auch bromierte Verbindungen in die Nahrungskette gelangen und sich dort anreichern. Dabei sind insbesondere die polybromierten Diphenylether (PBDE) von Interesse, die in großen Mengen als Flammschutzmittel verwendet werden. Die jährliche Produktionsmenge beträgt weltweit ca. 70 000 t. Eingesetzt werden diese Stoffe in Kunststoffen, Elektro- und Elektronikgeräten, Dämmmaterialien, Teppichen und Textilien und gelangen durch Ausgasung, Verbrennung, Verarbeitung und Recycling insbesondere in die aquatische Nahrungskette, wo sie aufgrund ihrer Eigenschaften im Fettgewebe von Fischen angereichert werden. Genau wie chlorierte Verbindungen weisen sie die Eigenschaften auf, die zur Einstufung als „persistant organic pollutants (POPs)“ führen: Persistenz, Bioakkumulation, Toxizität und das Potential zum Ferntransport. Die PBDE enthalten ebenso wie die PCB und das Toxaphen eine Vielzahl von Kongeneren. Der Hauptbestandteil in Fischen ist der **2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether (PBDE 47)**.

Nachdem im Jahr 2000 erste Untersuchungen auf PBDE 47 in Rheinfischen (Aal, Rotaugen, Güster) durchgeführt wurden, waren 2001 die Seefische des Monitoring-Programmes Untersuchungsziel. Neben PBDE 47 wurden weitere relevante PBDE, d.h. ein Tri-, zwei Penta- und zwei Hexabromdiphenylether in das Untersuchungsprogramm aufgenommen (Bestimmungsgrenze je Kongener: 0,005 mg/kg Fett). Die höchsten Gehalte an PBDE 47 waren im Vergleich der 4 Seefischarten in Hai- und Schollenproben nachweisbar (siehe Tabelle). Verglichen mit Rheinfischen sind diese Gehalte jedoch überwiegend niedriger. Rheinaale wiesen je nach Herkunft (km 3 – 432) im Mittel PBDE-47-Gehalte von 0,02 – 0,07 und Rotaugen von 0,03 – 0,46 mg/kg Fett auf.

Als weitere bromierte Verbindung wurde das **2,4,6-Tribromanisol** bestimmt. Positive Nachweise ergaben sich dabei ausschließlich bei Schollen. Bromocyclen – ein von der Anwendung als Tierarzneimittel bekanntes Antiparasitikum, das in den 90er Jahren in die Schlagzeilen geraten war – war in keiner Fischart feststellbar.

### Polybromierte Diphenylether in Seefischen (mg/kg Fett)

Fischart	2,4,6 - Tribrom- anisol	2,4,4' - Tribrom- diphenyl- ether PBDE 28	2,2',4,4' - Tetrabrom- diphenyl- ether PBDE 47	2,2',4,4',6- Pentabrom- diphenyl- ether PBDE 100	2,2',4,4',5- Pentabrom- diphenyl- ether PBDE 99	2,2',4,4',5,6- Hexabrom- diphenyl- ether PBDE 154	2,2',4,4',5,5'- Hexabrom- diphenyl- ether PBDE 153
<b>Butter- fisch</b> Median	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Mittelwert	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Max. Wert	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
<b>Hai</b> Median	< BG	< BG	0,022	< BG	0,010	< BG	< BG
Mittelwert	< BG	< BG	0,034	< BG	0,020	< BG	< BG
Max. Wert	< BG	< BG	0,120	< BG	0,075	< BG	< BG
<b>Scholle</b> Median	< BG	< BG	0,020	< BG	0,005	< BG	< BG
Mittelwert	0,028	< BG	0,030	< BG	< BG	< BG	< BG
Max. Wert	0,65	0,005	0,120	0,015	0,011	< BG	< BG
<b>Rotbarsch</b> Median	< BG	< BG	0,011	< BG	< BG	< BG	< BG
Mittelwert	< BG	< BG	0,014	< BG	< BG	< BG	< BG
Max. Wert	< BG	0,035	0,130	0,016	0,010	0,005	< BG



### Organozinnverbindungen

Ein weiterer Untersuchungsschwerpunkt im Jahr 2001 waren Organozinnverbindungen (OZV). Da das Bundesministerium für Gesundheit die Festlegung von Höchstmengen für OZV in Fischen und Meeresfrüchten anvisierte, wurden die Bundesländer aufgefordert, verlässliche Analysendaten zu OZV in Fischen und Muscheln verschiedenster Herkunft zu erarbeiten. Z.Zt. wird als Höchstmenge bei Fischen für die Summe aller OZV (berechnet als Organozinn-Kation) ein Wert von 0,030 mg/kg Frischgewicht diskutiert.

OZV sind metallorganische Verbindungen mit einer hohen Persistenz in den Umweltmedien. Im Vordergrund des Interesses steht derzeit **Tributylzinn**, dessen Anwendung in Antifoulingfarben (zum Bewuchsschutz von Schiffsrümpfen) zu Akkumulationen in Sedimenten und aquatischen Organismen geführt hat. Als weitere triorganische Zinnverbindung ist **Triphenylzinn**, das als akarizid und fungizid wirksames Pflanzenschutzmittel sowie Antifouling-Wirkstoff eingesetzt wurde, von ökologischer Bedeutung. OZV wirken stark toxisch, insbesondere auf Wasserlebewesen. Bei Weichtieren und Fischen zeigten sich Veränderungen des Sexual-Hormonsystems bereits bei OZ-Konzentrationen im Spurenbereich. Auch beim Menschen sind diese Verbindungen wirksam, indem sie sein Immunsystem schädigen und das Hormonsystem beeinträchtigen können.

Mit einem vom CVUA Freiburg erarbeiteten Prüfverfahren wurden Mono-, Di-, Tri- und Tetrabutylzinn sowie Mono-, Di-, Tri- und Tetraphenylzinn und Dioctylzinn bis zu einer Bestimmungsgrenze je OZV von 0,005 mg Organozinnkation/kg Frischgewicht (FG) analysiert.

**Auf Organozinnverbindungen untersuchte Proben**

Anzahl Proben	Fischart	Herkunft / Bezug
44	Schollenfilet	Bundesweites Lebensmittel-Monitoring
8	Forellen	Teichzucht Baden-Württemberg
25	Felchen	Bodensee
5	Barsche	Bodensee
4	Muscheln	Bodensee
16	Aale	Rhein, km 3 - 432
4	Barbe, Güster, Nase	Rhein, km 210 - 255
3	Döbel	Rhein, km 3 - 160
4	Karpfen, Schleie	Rhein, km 3
11	Rotaugen	Rhein, km 3 - 432
8	Forellen-Futtermittel	Deutschland / Ausland
<b>132</b>	<b>gesamt</b>	

Die im bundesweiten Lebensmittel-Monitoringprogramm untersuchten Schollen wiesen fast ausschließlich Triphenylzinn mit Gehalten von 0,005 – 0,020 mg/kg FG (Median 0,006 mg/kg FG) auf und waren damit nur gering belastet.

Die Forellen aus einheimischen Zuchtanlagen waren alle ohne Rückstände. In Korrelation dazu wiesen die Futtermittel auch nur Spuren von Tributylzinn im Bereich der Bestimmungsgrenze auf.

Bei den Bodensee- und Rheinfischen stellte sich die Situation abhängig von der Fischart unterschiedlich dar. *Butylzinn*verbindungen (als Summe) waren bei Rhein-Karpfen, Schleie und Aal nicht nachweisbar. Bei den anderen Rheinfischen (Barbe, Güster, Nase, Döbel, Rotaugen) lagen die Gehalte (als Mediane) von 0,005 - 0,018 mg/kg FG, bei den Bodenseefischen (Felchen, Barsch) von 0,005 - 0,011 mg/kg FG und damit in einem niedrigen Konzentrationsbereich.

*Phenylzinn*verbindungen (als Summe) wurden dagegen weitgehend auf höherem Konzentrationsniveau bestimmt. Die höchsten Gehalte wiesen eine Rhein-Barbe und ein Güster mit 0,053 bzw. 0,050 mg/kg FG sowie die Rhein-Aale mit 0,006 - 0,067 mg/kg FG auf. In 28 % der Bodenseefelchen wurden Phenylzinn-Rückstände von 0,005 - 0,008 mg/kg FG nachgewiesen.

Der diskutierte Summenwert von 0,030 mg OZV/kg FG zur Beurteilung der Verkehrsfähigkeit der Fische als Speisefische wurde von allen Bodenseefischen sowie dem überwiegenden Teil der Rheinfische – außer 2 Aalen, 1 Barbe und 1 Güster – eingehalten.