

Bericht zur Kontamination von Fischen mit Schadstoffen im Einzugsgebiet des Rheins

**Laufende und abgeschlossene Untersuchungen
in den Rheinanliegerstaaten
(2000 - 2010)**

Internationale
Kommission zum
Schutz des Rheins

Commission
Internationale
pour la Protection
du Rhin

Internationale
Commissie ter
Bescherming
van de Rijn

Bericht Nr. 195



Impressum

Herausgeberin:

Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)
Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, D 56068 Koblenz
Postfach 20 02 53, D 56002 Koblenz
Telefon +49-(0)261-94252-0, Fax +49-(0)261-94252-52
E-mail: sekretariat@iksr.de
www.iksr.org

ISBN 3-935324-83-9

© IKSr-CIPR-ICBR 2011

**Bericht zur Kontamination von Fischen
mit Schadstoffen im Einzugsgebiet des Rheins
Laufende und abgeschlossene Untersuchungen
in den Rheinanliegerstaaten (2000 – 2010)**

Zusammenfassung	4
1. Einleitung	5
1.1 Zielsetzung und Auftrag	5
1.2 Herkunft der untersuchten Schadstoffe und ihre Wirkung in der Umwelt.....	6
1.3 Belastungssituation von Fischen im Rheinhauptstrom im Jahr 2000	12
2. Datengrundlagen	13
2.1 Beteiligte Dienststellen im Rheineinzugsgebiet.....	13
2.2 Untersuchte Schadstoffe, Parameter und Höchstgehalte.....	14
2.3 Untersuchte Fischarten und Kriterien für ihre Auswahl	17
3. Kontamination von Fischen: Ergebnisse der Untersuchungen in den Rhein-anliegerstaaten	20
3.1 Schweiz	20
3.2 Frankreich.....	22
3.3 Deutschland	23
3.4 Mosel-Saar-Gebiet.....	43
3.5 Luxemburg.....	45
3.6 Niederlande.....	45
4. Auswertung des IKSR-Schwebstoffmessprogrammes in Bezug auf PCB 118.....	51
5. Zusammenfassung der Ergebnisse für das Rheineinzugsgebiet	52
6. Fazit	54
Referenzen.....	55
Anlagen	57

Zusammenfassung

Für den vorliegenden Bericht wurden die in den Rheinanliegerstaaten vorhandenen Daten der Jahre 2000 bis 2010 zur Kontamination von Rheinfischen und Fischen aus Rheinzufüssen mit verschiedenen Schadstoffen zusammengeführt.

Bei **Aalen** ist eine entlang des Rheins und in vielen Rheinzufüssen nahezu **flächendeckende Überschreitung des lebensmittelrechtlichen Summen-Höchstwerts** für **Dioxine, Furane und dioxinähnliche PCB** (WHO-TEQ, 12 pg/g Frischgewicht) festzustellen. Eine Ausnahme bilden Aalproben aus dem Bodensee sowie aus einem Altrheinarm, die durchweg keine Überschreitung aufwiesen. Insgesamt wurden bei den untersuchten Fischen aller Arten erhebliche Schwankungen der Gehalte an Dioxinen und PCB festgestellt. Die Bandbreite der Werte reicht von unter 1 pg/g FG bei Weißfischen bis zu Werten über 70 pg/g FG bei Aalen. Die Belastung ist nicht artspezifisch, sondern hängt von der Belastungssituation des Gewässers an der Probenahmestelle sowie von Alter und Fettgehalt des einzelnen Fisches ab.

Im Rahmen des IKSR-**Schwebstoff**messprogramms (1991 bis 2007) wird als einziges dioxinähnliches PCB-Kongener PCB 118 gemessen. Die Ergebnisse lassen eine **Abnahme der Belastung** mit PCB 118 erkennen.

Grenzwerte für **Indikator-PCB** nach deutschem und niederländischem Recht werden im Rheinhauptstrom sowie in Mosel und Main **gelegentlich überschritten**, und zwar in (älteren, fettreichen) Aalen und Brassen, nicht jedoch in anderen Fischarten.

Bei Aalen im Rheindelta (Sedimentationsgebiet in der Waal und im Ketelmeer) hat die Belastung von Aalen mit Indikator-PCB (6 Kongenere, 1978 bis 2009) seit den 1980er Jahren von Werten über 3 mg/kg FG auf Werte unter 0,5 mg/kg FG **deutlich abgenommen**. Eine ähnliche Entwicklung ist in der Mosel sowie in geringerem Umfang in der Saar erkennbar.

Im Hoch-, Ober- und Mittelrhein wurden für **Hexachlorbenzol (HCB)** 2008 erstmals keine Überschreitungen der Höchstmengen von 0,05 mg/kg FG oder 0,5 mg/kg Fett nach der deutschen Rückstandshöchstmengenverordnung (RHmV) mehr festgestellt. Bei Aalen im Maingebiet sowie im Mittelrhein gibt es noch vereinzelte Überschreitungen. Im Deltarhein konnte seit den 70er Jahren ein **starker Rückgang** der HCB-Belastung bei Gelbaalen von über 0,1 mg/kg FG auf Werte um 0,01 mg/kg FG verzeichnet werden. Im IJsselmeer wird die Umweltqualitätsnorm (UQN) für Biota gemäß der Richtlinie 2008/105/EG von 0,01 mg/kg FG eingehalten.

Die Untersuchungen von **Perfluorierten Tensiden (PFT)** ergaben insbesondere bei Rheinfischen (Deltarhein, Niederrhein, Oberrhein, Hochrhein) **deutlich erhöhte** Gehalte an **Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)**, 3 bis über 70 µg/kg, vereinzelt Extremwerte bis zu 126 µg/kg FG; UQN-Vorschlag: 9,1 µg/kg FG). Die Trendanalyse in den Niederlanden zeigt einen Anstieg von den 1970ern bis Mitte der 1990er Jahre, dann einen **Rückgang** auf Werte von 7 bis 58 µg/kg FG. Für andere PFT lagen die Werte im ganzen Rheingebiet zumeist unter der Nachweisgrenze.

Die lebensmittelrechtlichen Höchstgehalte für **Quecksilber** (laut EU-VO 1881/2006 1 mg/kg FG für Aale und 0,5 mg/kg FG für andere Fischarten) werden im Berichtszeitraum nur noch **vereinzelt überschritten**; die Werte liegen zumeist im Bereich zwischen 0,07 und 0,35 mg/kg. Der in den 1980er und 1990er Jahren beobachtete Rückgang der Quecksilberkonzentrationen in Rheinfischen hat sich nach 2000 jedoch nicht weiter fortgesetzt. **Die UQN für Biota** von 0,02 mg/kg FG für Quecksilber wird flächendeckend und systematisch in allen Teilen des Rheineinzugsgebiets überschritten.

Trotz der umfangreichen Datengrundlage können aufgrund der vorliegenden Untersuchungen **Verteilungsmuster** höchstens regional erkannt werden. Ein **standardisiertes Vorgehen** von der Probenahme bis zur Analyse könnte eine Bewertung der Belastung von Fischen **auf der Ebene des Rheineinzugsgebiets** ermöglichen. Um fundierte Aussagen mit **Relevanz für das aquatische Ökosystem** machen zu können, wären Daten aus **wissenschaftlichen Untersuchungsansätzen** erforderlich.

1. Einleitung

1.1 Zielsetzung und Auftrag

Umfangreiche Einleitungen verunreinigender Stoffe haben in den letzten Jahrzehnten dazu geführt, dass sich große Mengen verunreinigter Sedimente im Rhein und seinen Nebenflüssen – vor allem in den staugeregelten Streckenabschnitten - abgesetzt haben. Ungeachtet der Tatsache, dass die Herstellung und Nutzung der meisten dieser Stoffe eingestellt wurde und keine direkten Einleitungen mehr bekannt sind, wird die Sedimentqualität durch Altlasten, in denen diese Stoffe enthalten sind, bis heute negativ beeinflusst, und voraussichtlich werden diese Stoffe noch lange in den Gewässern vorkommen. Denn alte Sedimente können beispielsweise bei Hochwasser oder Baggerungen aufgewirbelt werden. Fische spiegeln die Belastung der Sedimente wider. Laut Rheinübereinkommen sind für die IKSR Ökosystemaspekte, d. h. insbesondere die Anreicherung der Schadstoffe in der Nahrungskette und die Einschätzung der Gesundheit der Fische und des Ökosystems, von Interesse.

Vor diesem Hintergrund hatte die Strategiegruppe der IKSR (SG) die Arbeitsgruppe Ökologie (AG B) bzw. ihre Expertengruppe Fische (EG FISH) beauftragt, zur Erfassung der Kontamination von Rheinfischen (ggf. auch in Fischen aus Rheinzufüssen) mit „dioxinähnlichen PCB“ und anderen Schadstoffen zunächst die in den Rheinanliegerstaaten vorhandenen Daten der Jahre 2000 bis 2010 zusammenzuführen. Die zusammengeführten Daten sollen analysiert und die Entwicklung der letzten Jahre beschrieben werden.

Ziel dieses Berichts ist es, einen Überblick über großräumliche Verteilung der Belastung von Rheinfischen mit Dioxinen, Furanen und dioxinähnlichen PCB sowie Indikator-PCB im Rheineinzugsgebiet sowie – sofern bekannt - über die Trendentwicklung dieser Belastung zu geben. Aussagen zu HCB, HCBd, PFT und weiteren organischen Schadstoffen sowie Schwermetallen, insbesondere Quecksilber, werden dort gemacht, wo entsprechende Daten vorliegen. Die Trends dieser Kontaminationen sind ökologisch von Bedeutung und nach EG-Richtlinie 2008/105/EG zu beobachten (z. B. Schwermetalle, HCB, HCBd)¹.

Aufgrund der großen Heterogenität der vorliegenden Daten ist die Vergleichbarkeit für die meisten Daten nicht gegeben, deshalb erfolgte eine textliche Darstellung der Situation in den einzelnen Staaten bzw. Bundesländern. Belastbare Werte für die Summe der Dioxine, Furane und dioxinähnlichen PCB (WHO-TEQ, vgl. 2.2) sind in Anlage 5 zusammengestellt worden.

In den Jahren 1995 und 2000 wurden zudem von den Mitgliedstaaten der IKSR koordinierte Messprogramme zur Kontamination der Fische im Rhein durchgeführt, nachdem 1990 vorhandene Rheinfischdaten zusammen gestellt und bewertet worden waren.² Die Ergebnisse hierzu sind in Abschnitt 1.3 zusammengefasst.

Auf der Grundlage der zusammengeführten Ergebnisse in diesem Bericht soll in der IKSR geprüft werden, ob im Rahmen des nächsten internationalen Rheinmessprogramms (2012 / 2013) Untersuchungen zur Kontamination von Rheinfischen erfolgen sollen.

¹ Richtlinie 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik ("WRRL-Tochtrichtlinie Prioritäre Stoffe" / "UQN-RL" / "Biota-Norm")

² vgl. IKSR-Bericht Nr. 124, www.iksr.org - Fachberichte

1.2 Herkunft der untersuchten Schadstoffe und ihre Wirkung in der Umwelt

Dioxine, Furane und Polychlorierte Biphenyle

Polychlorierte Dibenzop-dioxine (PCDD) und **Dibenzofurane (PCDF)** werden als Nebenprodukte bei Verbrennungs- und industriellen Prozessen in der Anwesenheit von Chlor gebildet. Die wichtigsten Emissionsquellen waren in der Vergangenheit Anlagen der Chlorchemie, Anlagen zur Hausmüllverbrennung (diese Quelle ist mittlerweile stark zurückgegangen), Heizkraftwerke und Metallschmelzen. Dioxine und Furane werden in der Umwelt nur schwer abgebaut; sie sind wenig wasserlöslich und akkumulieren in Sedimenten und organischer Substanz sowie in Organismen. Die Aufnahme erfolgt hauptsächlich über die Nahrung, v. a. über stärker belastete Benthosorganismen, aber auch direkt über das Wasser, die Kiemen und die Haut.

Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind industriell hergestellte Stoffe, die u. a. in Transformatoren, in hydraulischen Anlagen, in Kühlschränken, als Weichmacher in Kunststoffen und als Flammschutzmittel in Farben und Lacken verwendet wurden. Herstellung und Verwendung von PCB sind seit langem verboten (NL: seit 1985, CH: seit 1986, FR: seit 1987, DE: seit 1989, gesamte EU: seit 2004), werden jedoch aus PCB-haltigen Materialien (z. B. Gebäudefassaden) und Altlasten vereinzelt immer noch in relevanten Mengen freigesetzt und können auch bei thermischen Prozessen gebildet werden.

Einige PCB (dioxinähnliche PCB) können ähnliche toxische Wirkungen wie die Dioxine haben (vgl. Tab. 1).

PCB sind im Allgemeinen schlecht wasserlöslich. Die Aufnahme von Dioxinen, Furanen, PCB und anderen lipophilen Schadstoffen in Fischen erfolgt sowohl über die Nahrung als auch über Kiemen und Haut (Biotransformation). Die Bedeutung dieser beiden Eintrittspfade, die zusammen die Bioakkumulation (Anreicherung im Organismus) ausmachen, ist je nach Fischart, Lebensweise und Altersstadium unterschiedlich. Wenn sich die Schadstoffe weiter oben im Nahrungsnetz anreichern, spricht man von Biomagnifikation (vgl. Abb. 1). Die Gefahr von toxischen Effekten nimmt hiermit immer mehr zu.

Ein weiterer wichtiger Faktor ist der artspezifische Stoffwechsel organischer Schadstoffe (Biotransformation): Nicht ausscheidbare (meist lipophile) Stoffe werden mit unterschiedlicher Intensität durch chemische Prozesse in ausscheidbare Stoffe umgewandelt. In Folge von Biotransformation und/oder Ausscheidung weisen jedoch die höheren trophischen Stufen gelegentlich eine vergleichbare oder sogar geringere Rückstandsmenge auf.³ Bei der Biomagnifikation ist entweder die Biotransformation der entscheidende Mechanismus oder aber die Biotransformation ist wenig intensiv und die Schadstoffe werden nicht ausgeschieden, sondern im Fett angereichert. Bei der Aufnahme über die Körperoberflächen (Biotransformation) kommt es zunächst zu einem Verteilungsgleichgewicht zwischen Wasser und Blut und anschließend zwischen Blut und Fett der Organe. Der Aufnahme von Schadstoffen durch Nahrung steht die Exkretion zur Aufrechterhaltung des Zustandes gegenüber. Nimmt allerdings der Körperfettgehalt zu, steigt – bei vorhandener Belastung im Lebensraum – auch die Rückstandsmenge im Organismus. Allerdings verfügen Endglieder der Nahrungskette, die nicht rein aquatisch leben – darunter neben Fisch fressenden Vögeln auch der Mensch –, aufgrund der Lungenatmung nicht über die entsprechenden Exkretionswege, so dass die Aufnahme über die Nahrung und damit die Anreicherung im Nahrungsnetz hier entscheidend sind.

³ vgl. Parey 1986: Hechte und Rotaugen aus dem Oberrhein – zwei Fischarten, die in einem Räuber-Beute-Verhältnis stehen - wiesen eine ähnliche Belastung sowie ähnliche Fettgehalte auf.

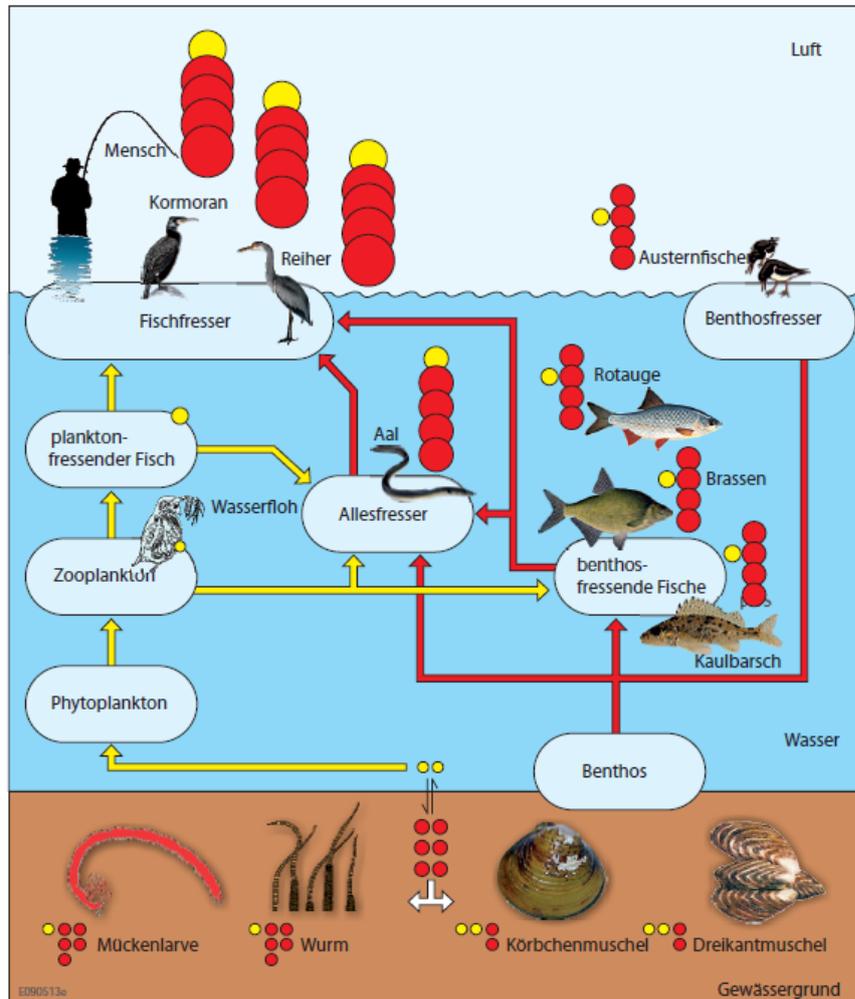


Abb. 1: Schadstoffe im aquatischen Nahrungsnetz. Vereinfachtes Nahrungsnetz des Aals. Die roten Kreise symbolisieren die Exposition einer Kontamination über die Sedimente über die Sedimente. Gelbe Kreise symbolisieren die Exposition über das Wasser. Die Anzahl der Kreise gibt das Verhältnis zwischen Aufnahme über die Sedimente und über das Wasser an. Dieses Verhältnis schwankt und ist abhängig von der kontaminierenden Substanz. Je mehr Kreise oder je größer der einzelne Kreis, desto höher ist die Konzentration des Schadstoffs. In den höheren Ebenen des Nahrungsnetzes, vor allem bei den Topprädatoren (darunter neben Raubfischen und Vögeln auch der Mensch), reichern sich die Schadstoffe an und findet Biomagnifikation statt. (Quelle: van den Heuvel-Greve et al. 2009)

Auch die Lebensweise eines Fisches spielt in diesem Zusammenhang eine Rolle. So stehen Fische, die sich vorwiegend am Gewässergrund aufhalten, in intensivem Kontakt mit rezenten Sedimenten und nehmen die dort eventuell abgelagerten Schadstoffe – nicht nur bei einer Ernährung von Benthosorganismen – eher auf als Fische, die sich vorwiegend im Freiwasserkörper aufhalten.

Fetteichere Fische haben also grundsätzlich ein größeres Potenzial zum Akkumulieren von PCB. Ein hoher Fettgehalt wiederum ist typisch für einige Arten wie den Aal und Fische aus der Familie der Salmoniden (Lachs- und Forellenartige wie z. B. Felchen und Saiblinge, vgl. Abb. 2, Anlage 3). Da bei wechselwarmen Tieren praktisch kein Abbau von Dioxinen und PCB stattfindet, werden mit zunehmendem Alter Rückstände im Fettgewebe angereichert. Ältere und größere Individuen, die zumeist einen höheren Fettgehalt aufweisen, weisen somit tendenziell eine stärkere Belastung mit PCB auf.

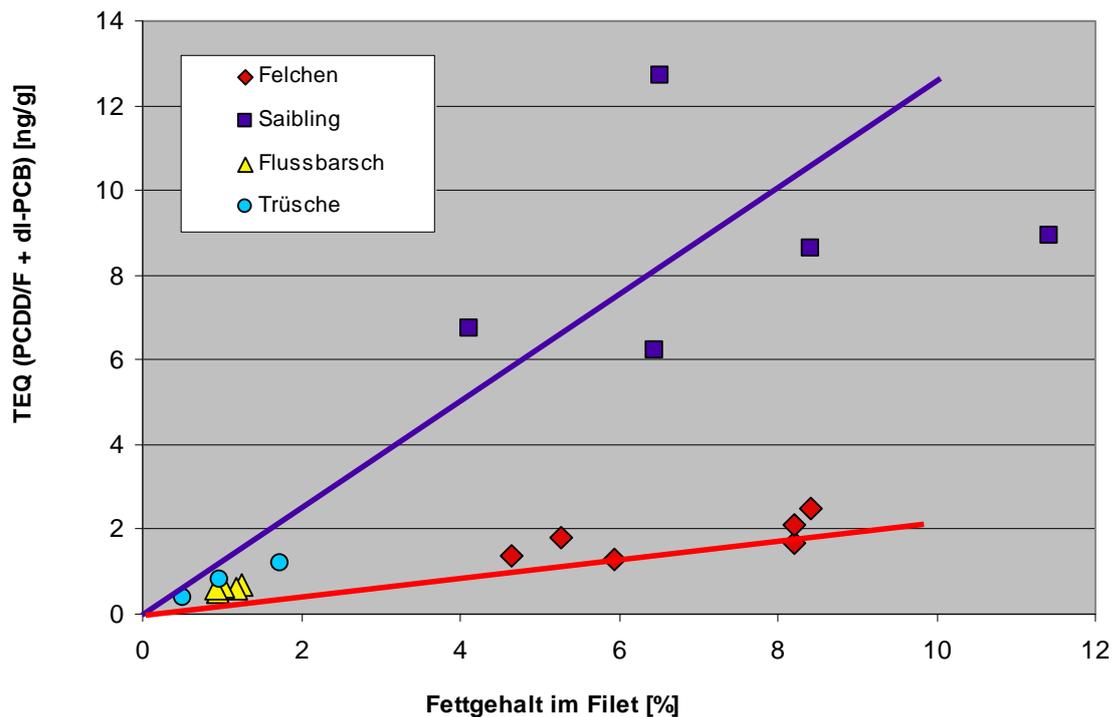


Abb. 2: Abhängigkeit des TEQ (PCDD/F + dl-PCB)-Wertes vom Fettgehalt der Fische. Alle Proben stammen aus dem Genfer See. Quelle: BAFU (Schmid et al. 2010)

Solange Schadstoffe in den Fettdepots eingelagert sind, haben sie nur relativ geringe toxische Auswirkungen. Werden jedoch die Fettreserven abgebaut, so werden die PCB remobilisiert und es entstehen toxische PCB-Metabolite (Abbauprodukte). Die Schadstoffgehalte im Blutplasma steigen; dies hat physiologischen Stress zur Folge. PCB werden verstärkt in anderen Geweben und Organen eingelagert, wo sie ebenfalls nachteilige Wirkungen haben können. Die toxischen Effekte von PCB beruhen u. a. auf Interaktionen mit Rezeptoren, Proteinen oder DNA.

Missbildungen und erhöhte Sterblichkeit bei Fischembryonen durch Exposition gegenüber organischen Chlorverbindungen wie PCDD/F und PCB wurden bei Hecht, Karpfen, Seeforelle, Regenbogenforelle und Aal in Laborversuchen beobachtet.⁴ In einem Erbrütungs- und Aufzuchtversuch mit Hechten aus dem Oberrhein zeigte sich eine hohe Korrelation zwischen der Belastung der Rogner mit Organochlorverbindungen (v. a. PCB, aber auch Hexachlorbenzol) und der Befruchtungsquote, dem Anteil der zum Schlupfzeitpunkt normal entwickelten Embryonen und der Schlupfquote insgesamt. Bei Rotaugen war ein solcher Zusammenhang nicht nachweisbar.⁵ Für derartige Effekte auf Fische im Freiland liegen keine entsprechenden Belege vor, da solche Versuche sehr schwierig oder sogar praktisch unmöglich sind.

Für den Aal, die wegen des hohen Fettanteils generell am stärksten belastete Fischart im Rheineinzugsgebiet, könnte die Kontamination mit dl-PCB und anderen anthropogenen Schadstoffen eine der Ursachen für die abnehmenden Bestände sein.⁶ Insbesondere während der Laichwanderung und auch als Vorbereitung für das Laichgeschäft wird etwa die Hälfte der Fettreserven genutzt. Dies führt zu einer Freisetzung von eingelagerten persistenten Schadstoffen wie PCB.

⁴ Verschiedene Quellen, in Schmid et al. 2010

⁵ vgl. Parey 1986

⁶ vgl. Belpaire et al. 2011

Hexachlorbenzol (HCB)

HCB fand Verwendung als Pflanzenschutzmittel (Fungizid), in der Saatgutbehandlung, in Holzschutzmitteln und als Zusatzstoff für PVC, Isolationsmaterialien oder Klebstoffe. Zudem entsteht es auch durch die Produktion, Verarbeitung und Verbrennung anderer chlorhaltiger Substanzen, z. B. als Nebenprodukt bei der Kunststoff- und Lösemittelherstellung. Seit den 1980er Jahren ist HCB als Pflanzenschutzmittel in den Rhein-anliegerstaaten nicht mehr zugelassen, wird nur noch in geringem Ausmaß industriell hergestellt und verwendet und gelangt hauptsächlich aus Altlasten in die Umwelt.

HCB zeigt besonders in Kleinkrebsen und Fischen eine hohe Toxizität.

Perfluorierte Tenside (PFT)

PFT (Perfluorooctansäure = PFOA, Perfluorooctansulfonat = PFOS) werden industriell hergestellt und sind in einer Vielzahl von Produkten enthalten. Besonders belastet können Abwässer aus der Galvanik, löschmittelhaltige Abwässer sowie Abwässer aus der Textil- oder Papierausrüstung oder aus Entsorgungsbetrieben / Deponien sein. Im Jahr 2006 wurde in der Ruhr und ihrem Zufluss Möhne (Nordrhein-Westfalen) eine starke Belastung mit PFT, vor allem mit PFOA, festgestellt, die auf eine illegale Zumischung von Industrieabfällen zu Düngemitteln bzw. Bodenhilfsstoffen zurückgeführt werden konnte. Seit 2006 werden PFT im Rahmen der amtlichen Messprogramme detektiert. Seit 2008 darf in der EU PFOS nur noch in wenigen Ausnahmefällen verwendet werden.

PFT sind für Menschen und Tiere toxisch, reichern sich im Blut und im Organewebe an und stehen im Verdacht, Krebs zu verursachen. Der niedrigste Wert einer mittleren akuten Letalkonzentration (LC50) von PFOS im Wasser wurde bei Garnelen (*Americamysis bahia*) bei 3,6 mg/l gefunden. Als chronischer Effekt wurden negative Auswirkungen auf das Schlüpfen von Zuckmückenlarven (*Chironomus tentans*) ab einer Konzentration von 21,7 µg/l (NOEC) dokumentiert.⁷

Für Perfluorierte Tenside (PFT) in Fischen wurden bislang keine Höchstmengen oder Richtwerte festgelegt. In Deutschland wurde lediglich ein Orientierungswert von 30 µg/kg FG abgeleitet.⁸

Die Konzentrationen von PFOS im Wasser liegen im Nanogramm-Bereich und im Rhein meist unter der Nachweisgrenze. Als Quotient aus der PFOS-Konzentration in der Fischmuskulatur [µg/kg TS] und im Wasser [µg/kg Wasser] lassen sich artspezifische Bioakkumulationsfaktoren für Fische berechnen. Diese liegen im Niederrhein (bei Einsatz der halben Bestimmungsgrenze für die PFOS-Konzentration im Wasser) und seinen Zuflüssen bei einem Faktor zwischen 1000 und 2000 und sind bei Flussbarschen (2284), Aalen (1799) und Brassen (1731) am höchsten und bei Döbeln (539) am niedrigsten (vgl. Anlage 6).⁹

Die Aufnahme von PFOS durch den Verzehr von Fischen kann mehr als 90% der Gesamtexposition durch Lebensmittel betragen, wobei allerdings lediglich 1,5% bis 2,5 der lebenslangen tolerierbaren Aufnahmemenge ausgeschöpft werden.¹⁰

⁷ vgl. MacDonald et al. 2004

⁸ vgl. BfR 2008

⁹ vgl. LAWA 2010

¹⁰ vgl. BfR 2008; Berechnung aufgrund von aktuellen Messungen von PFT-Gehalten in Lebensmitteln und der vom Robert-Koch-Institut im Jahr 1998 im Rahmen eines deutschlandweiten Ernährungssurveys ermittelten mittleren Verzehrsmengen unterschiedlicher Lebensmittelgruppen

Quecksilber (Hg)

Quecksilber ist ein Schwermetall, das in der Natur vorkommt, z. B. in Gesteinen vulkanischen Ursprungs. Wichtige anthropogene Quellen sind die Verbrennung von Kohle, die Chlor-/Alkaliindustrie und die Verwendung in Produkten wie z. B. Zahnfüllungen (Amalgam), Mess- und Regelapparaturen oder Batterien.

Im Gewässer ist das meiste Quecksilber anorganisch an Sedimente gebunden. Mikroorganismen im Gewässerboden können Quecksilber in Methylquecksilber umwandeln. Dieses wird leichter durch Organismen aufgenommen und akkumuliert im Nahrungsnetz.

Tab. 1 : Ökotoxikologische Merkmale von PCB, Dioxinen, Furanen, HCB, PFOS und Quecksilber

Stoffgruppe	Dioxine, Furane, dl-PCB	Indikator-PCB	HCB	PFOS	Methylquecksilber
Verhalten	Bindung an organische Substanz (PFOS: Tensideigenschaften)				komplex, Bindung sowohl organisch als auch anorganisch
abbaubar	sehr langsam			nein	gar nicht
Aufnahme in Organismen	über Nahrung, Schwebstoffe, Wasser			über Nahrung und Wasser	über Nahrung, Sedimente, Wasser
Speicherung	im Fettgewebe, in der Leber	im Fettgewebe, in Leber, Nieren, Lymphdrüsen		im Muskel- und Fettgewebe, in der Leber	in Fettgewebe, Leber, Haut
Bioakkumulation	im gesamten Nahrungsnetz				
Toxizität im Gewässer	Negative Auswirkungen auf Nahrungsaufnahme, Gewicht, Fortpflanzung, Entwicklung, Immunsystem, Verhalten	Schädigung des Nervensystems (auch narkotische Effekte), negative Auswirkungen auf Haut, Leber, Nieren, Verdauungssystem	Toxisch für Fische und Kleinlebewesen im Gewässer	Akut giftig (z. B. für Garnelen), chronische Effekte, z. B. auf das Schlüpfen von Zuckmückenlarven	Akut giftig für niedrigere Tiere im Gewässer. Negative Auswirkungen auf Fortpflanzung, Wachstum, Verhalten, Metabolismus, Osmoregulation, Sauerstoffhaushalt
Toxizität für den Menschen	Hautausschlag (Chlorakne), Schädigung der Leber, der Fortpflanzungsorgane und des Immunsystems, Entwicklungsstörungen, krebserregend. Manche PCB stimulieren das Tumorstadium.	Schädigung des Nervensystems, der Leber, der Lunge, der Fortpflanzungsorgane; krebserregend	Bei hoher Dosis tödlich.	Verdacht auf krebserregende Wirkung	Negative Effekte auf die Entwicklung von Nerven, Herz, Gefäßen, Immunsystem und Fortpflanzungsorganen; möglicherweise krebserregend

1.3 Belastungssituation von Fischen im Rheinhauptstrom im Jahr 2000

(Auszüge aus dem IKSR-Bericht Nr. 124)

Das IKSR-Messprogramm zur Kontamination der Fische im Rheineinzugsgebiet im Jahr 2000 zeigte, dass die Belastungen durch Polychlorierte Biphenyle (PCB), Hexachlorbenzol (HCB) und vereinzelt auch Quecksilber als lebensmittelrechtlich problematisch angesehen werden mussten, während die Belastungen mit den anderen betrachteten Schadstoffen (Pestizide, weitere schwerflüchtige Kohlenwasserstoffe, Tri- und Tetrachlorbenzole, Nitromoschusverbindungen, Blei, Cadmium, Bromocyclen, Triphenyl- und Tributylzinn) von vergleichsweise geringer Bedeutung waren. Dieser Befund entsprach dem Ergebnis des im Jahr 1995 durchgeführten IKSR-Messprogramms. Die Konzentrationen der **niederchlorierten Polychlorierten Biphenyle (PCB)** zeigten einen räumlichen Schwerpunkt der Belastung im Niederrhein und Deltarhein. Bei dieser räumlichen Verteilung waren keine Unterschiede zwischen dem Jahr 2000 und der Situation im Jahr 1995 erkennbar; hingegen wurde für den Niederrhein eine hochsignifikante Abnahme der Belastung in diesem Zeitraum festgestellt. Die **höherchlorierten PCB** wiesen allgemein vergleichsweise hohe Werte ab Mannheim (Rh-km 432) auf. Bis zum Mittelrhein war keine signifikante Abnahme in der Zeit nachweisbar. Dagegen war für den Niederrhein und in der Gesamtschau über alle Rheinabschnitte eine signifikante Abnahme der Belastung festzustellen. An nahezu allen Messstellen im Mittel- und Niederrhein wurden die lebensmittelrechtlichen Höchstwerte für höherchlorierte PCB überschritten. Überschreitungen der geltenden niederländischen Höchstmengen wurden bei Aalen aus dem Deltarhein nicht festgestellt; bei Rotaugen nur vereinzelt.¹¹ Der Gesamtanteil rechtlich auffälliger Einzelproben lag für die wichtigsten Kongenere **PCB 138** und **PCB 153** bei 21 bzw. 28% und blieb damit im Vergleich zu 1995 etwa gleich.

Die Kontamination der Aalproben mit **Hexachlorbenzol (HCB)** zeigte im Rheinverlauf einen im unteren Hochrhein beginnenden, steilen Anstieg, der sich bis in den Nördlichen Oberrhein fortsetzte. Im Ober- und Mittelrhein bis Koblenz wurden die höchsten HCB-Gehalte festgestellt und die untersuchten Aale wiesen zum überwiegenden Anteil Überschreitungen der lebensmittelrechtlichen Höchstmenge auf. Die Werte gingen dann im weiteren Stromverlauf wieder deutlich zurück. Die untersuchten Rotaugen hielten die lebensmittelrechtliche Norm ein. In der Nähe des ehemaligen punktuellen Einleiters im Hochrhein waren die Belastungen seit 1995 deutlich gesunken. Am Beginn des Südlichen Oberrheins (Grißheim, Rh-km 210) blieben die gemessenen Konzentrationen auf sehr hohem Niveau etwa gleich. Dagegen war im weiteren Rheinverlauf bis Bad Honnef (Rh-km 642) an allen Messstellen eine signifikante Zunahme der Belastung festzustellen. Im Nördlichen Oberrhein lag die mittlere Belastung sogar über dem Niveau des Jahres 1990.

Die Kontamination der Aale mit **Quecksilber** zeigte im Rheinverlauf einen am Hochrhein beginnenden Anstieg, der sich bis in den Südlichen Oberrhein fortsetzte. Unterhalb ging die mittlere Belastung wieder leicht zurück. Im Vergleich zu 1995 und auch zu 1990 war ein deutlicher Anstieg der Quecksilbergehalte in den Aalen vom Hochrhein festzustellen. Dagegen lag die Belastung der Aale im Mittelrhein signifikant unter der Ausprägung im Jahr 1995. Die damals geltenden Höchstmengen für Quecksilber¹² wurden im gesamten Rheinverlauf nicht überschritten.

Die zum Vergleich herangezogenen Daten untersuchter Brassen aus der deutschen Umweltprobenbank führen für die wichtigsten Schadstoffe, insbesondere für Hexachlorbenzol und Quecksilber, zu ähnlichen Interpretationen.

¹¹ Damals geltende Höchstmengen für PCB-153 in mg/kg FG: In den Niederlanden für Aal 0,5 und für sonstige Fische 0,1; in Deutschland 0,2 für alle Fischarten (Bezug auf Fett bei Fischen mit einem Fettgehalt > 10%)

¹² Damals geltende Höchstmengen für Quecksilber in mg/kg FG: In der Schweiz 0,5, in Deutschland 0,5 bzw. 1,0 für Aal, Hecht und Barsch, in den Niederlanden 1,0.

2. Datengrundlagen

2.1 Beteiligte Dienststellen im Rheineinzugsgebiet

Für den vorliegenden Bericht haben die folgenden Dienststellen Beiträge geliefert:

- Schweiz:** Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern – www.bafu.ch
- Frankreich:** Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), Vincennes (Île-de-France) – www.onema.fr
Agence Nationale de Sécurité Sanitaire (ANSES, früher: AFSSA), Maisons-Alfort (Île-de-France) – www.anses.fr
- Deutschland:**
- Baden-Württemberg:* Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Freiburg (CVUA) - www.ua-bw.de
 - Bayern:* Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Dienststelle Wielenbach
Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL), Oberschleißheim
 - Saarland:* Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz (LUA), Saarbrücken - http://www.saarland.de/landesamt_umwelt_arbeitsschutz.htm
 - Rheinland-Pfalz:* Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (LUWG), Mainz – www.luwg.rlp.de
 - Hessen:* Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL), Wiesbaden - www.lhl.hessen.de
 - Nordrhein-Westfalen:* Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV), Recklinghausen – www.lanuv.nrw.de
 - Bund:* Umweltbundesamt, Dessau - www.umweltbundesamt.de
- Mosel-Saar-Gebiet:** Internationale Kommissionen zum Schutz der Mosel und der Saar (IKSMS), Trier – www.iksms-cipms.org
- Luxemburg:** Ministère de l'Intérieur / Administration de la Gestion de l'Eau - www.waasser.lu
Ministère de la Santé / Service de la Sécurité Alimentaire – www.securite-alimentaire.public.lu/actualites/communiques
- Niederlande:** Rijkswaterstaat / Waterdienst (RWS), Lelystad - www.rijkswaterstaat.nl
Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies (IMARES), Wageningen - <http://www.imares.wur.nl>
Instituut voor Voedselveiligheid (RIKILT) - <http://www.rikilt.wur.nl>

In Anlage 1 sind die fachlichen Ansprechpartner aufgelistet.
Auf den Internetseiten der Dienststellen sind teils Berichte und / oder Daten öffentlich verfügbar (weitere Angaben in Abschnitt 3.).

2.2 Untersuchte Schadstoffe, Parameter und Höchstgehalte

Anlage 2 zeigt, in welchem Rheinanliegerstaat welche Schadstoffe in Fischen erhoben wurden. Neben Indikator-PCB und Dioxinen / Furanen und dl-PCB haben die meisten Staaten auch HCB und Quecksilber in Fischen erfasst. Darüber hinaus wurden teilweise weitere persistente organische Schadstoffe bestimmt.

Tabelle 2 zeigt die für eine Beurteilung relevanten Höchstgehalte für Aale und sonstige Fische. Lebensmittelrechtliche Grenzwerte entstammen

- der EU-Kontaminantenverordnung Nr. 1881/2006, die analog auch in der Schweiz Anwendung findet,
- der Empfehlung der Kommission 2006/88/EG,
- dem Vorschlag der GD SANCO
- sowie nationalen Verordnungen.

Zudem sind die **Umweltqualitätsnormen für Biota** nach der WRRL-Tochterraichtlinie "Prioritäre Stoffe" (Richtlinie Nr. 2008/105/EG, Artikel 3, Absatz 2) aufgeführt. Aufgrund ihres lipophilen Charakters sind die betroffenen Stoffe in Wasser schwierig zu messen. Messungen in Biota sind leichter und geben zudem ein besseres zeitlich integriertes Bild von der Wasserqualität als stichprobenartige Messungen im Wasser. In 2007 wurden deshalb die in Tab. 2 aufgeführten Normen für Biota (Fisch, Schalentiere) in den Wasserrahmenrichtliniengewässern in Europa aufgestellt.¹³ Die Anwendung der „Biota-Normen“ ist den Mitgliedstaaten überlassen.¹⁴

Die Toxizität der **Summe von Dioxinen, Furanen und dioxinähnlichen PCB** relativ zum 2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin (2,3,7,8-TCDD) wird in Toxizitätsäquivalenten (ng WHO-TEQ / kg FG) angegeben. Dieser Summenparameter wurde bei den letzten Untersuchungen von allen Rheinanliegerstaaten berechnet und dient daher in diesem Bericht als Vergleichsparameter. Da im IKSR-Messprogramm im Jahr 2000 die Bestimmung von dl-PCB noch nicht vorgesehen war, ist eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse für den WHO-TEQ nicht gegeben.

Aus der Gruppe der **nicht-dioxinähnlichen PCB** werden die Kongenere PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180 unter dem Begriff **Indikator-PCB** zusammengefasst. Aus dieser Gruppe weist das Kongener PCB 153 in der Regel den höchsten Gehalt auf und wird daher oft als Leitkongener herangezogen. Die lebensmittelrechtliche Beurteilung der Indikator-PCB erfolgt z. Z. in Deutschland über die einzelnen Kongenere, wird aber zukünftig für alle EU-Mitgliedsstaaten über die Summe der Indikator-PCB harmonisiert: Die Generaldirektion Gesundheit und Verbraucherschutz der Europäischen Kommission (GD SANCO) berät zurzeit über eine Erweiterung der Verordnung um Höchstgehalte für die Summe der 6 Indikator-PCB.¹⁵ Gemäß einer europaweit angeglichenen Methode wurde zudem für die Summe von 7 Indikator-PCB-Kongeneren eine Konzept-Biotanorm abgeleitet.¹⁶

Die TEQ-Werte von **Polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK)** sind meist sehr niedrig, weshalb sie bei den folgenden Betrachtungen außen vor gelassen werden.

¹³ Factsheets des Fraunhofer Instituts

¹⁴ 2008/105/EG, Fußnote (9) auf S. 10

¹⁵ Summen-TEQ entsprechend SANCO/13329/2010 + SANCO/13331/2010 revision 2

¹⁶ Duinhoven et al. 2007

Tab. 2: Höchstgehalte, Auslösewerte, Umweltqualitätsnormen (UQN), UQN-Vorschläge und Orientierungswerte für Dioxine, Furane, dl-PCB, Indikator-PCB, HCB, Hexachlorbutadien, PFOS und Quecksilber in Aalen und sonstigen Fischen nach europäischem und nationalem Recht

Stoff	Fischart	rechtliche Grundlage	Höchstgehalt ¹⁷	Einheit
Σ Dioxine / Furane	alle	EU-VO	4,0	ng WHO-PCDD/F-TEQ / kg FG ¹⁸
		KOM-Empf.	3,0	
dl-PCB	Aal	KOM-Empf.	6,0	ng WHO-PCB-TEQ / kg FG
	sonstige Fische	KOM-Empf.	3,0	
Σ Dioxine / Furane / dl-PCB	Aal	EU-VO	12,0	ng WHO-PCDD/F-PCB-TEQ / kg FG
	sonstige Fische	EU-VO	8,0	
PCB 28, 52, 101, 180 PCB 138, 153	Süßwasserfische	Kont.-VO D	0,2	mg/kg FG
			0,3	mg/kg FG
6 Indikator-PCB (ICES-6): PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153, PCB 180	wild lebende Aale	Vorschlag GD SANCO	0,3	mg/kg FG
	diadrome Fischarten, die in Süßwasser gefangen werden		0,075	mg/kg FG
	sonstige wild lebende Süßwasserfische		0,125	mg/kg FG
7 Indikator-PCB (s. o. + PCB 118)	alle (vorläufig)	Konzept-Biotanorm	0,335	mg/kg FG
Hexachlorbenzol	alle	Biota-Norm	0,01	mg/kg FG
		RHmV	0,5	mg/kg Fett
Hexachlorbutadien	alle	Biota-Norm	0,05	mg/kg FG
			UQN-Vorschlag	0,055
PFOS	alle	UQN-Vorschlag	9,1	µg/kg FG
		BfR-Orientierungswert	30	µg/kg FG
(Methyl-)Quecksilber	Aal, Hecht	EU-VO	1,0	mg/kg FG
	sonstige Fische	EU-VO	0,5	
	alle	Biota-Norm	0,02	mg/kg FG

Umrechnungsfaktoren:

1 mg = 1.000 µg = 1.000.000 ng

1 kg = 1.000 g = 1.000.000 mg

EU-VO: EU-Kontaminantenverordnung Nr. 1881/2006 vom 19.12.2006;

KOM-Empf. = Empfehlung der Kommission (2006/88/EG) bezüglich Auslösewerten für dl-PCB vom 06.02.2006;

Kont-VO D = Deutsche Verordnung zur Begrenzung von Kontaminanten in Lebensmitteln vom 19.03.2010;

Biota-Norm = Umweltqualitätsnormen für Biota nach Richtlinie Nr. 2008/105/EG;

RHmV = Deutsche Rückstandshöchstmengenverordnung vom 21.10.1999, zuletzt geändert am 19.03.2010;

UQN-Vorschlag für PFOS laut Ergebnis der Diskussion über neue Kandidatenstoffe der Working Group E 14 am 22.06.2011

BfR-Orientierungswert für PFOS laut Stellungnahme des Bundesinstituts für Risikobewertung vom 11.9.2008, vgl. BfR 2008.

Anlage 4 zeigt auf, nach welchen Normen die Ergebnisse der Untersuchungen zur Fischkontamination in den Rheinanaliegerstaaten bewertet werden.

¹⁷ für dl-PCB und Dioxine: Auslösewerte

¹⁸ WHO-TEQ von 1998

Umgang mit Messunsicherheiten

Bevor die Messergebnisse den Höchstgehalten (z. B. nach EU-Verordnung) gegenübergestellt werden und infolgedessen Maßnahmen bezüglich der Verkehrsfähigkeit von Fischen beschlossen werden, wird vom numerischen Messwert in der Regel ein definierter Prozentsatz an Messunsicherheit abgezogen. Diese Prozentsätze werden in den Rheinanliegerstaaten unterschiedlich gehandhabt (vgl. Tab. 3). In den EU-Staaten werden die für Dioxine, Furane und dl-PCB in Lebensmitteln gültigen Vorgaben der VO (EG) Nr. 1883/2006 zur Überprüfung von Höchstmengenüberschreitungen bei den untersuchten Fischen angewendet.¹⁹ Laut der Verordnung soll die Einhaltung der Höchstmengen anhand der Erstanalyse überprüft werden. Eine Zweitanalyse ist erforderlich, um eine interne Kreuzkontamination oder eine versehentliche Verwechslung der Proben auszuschließen. Die Beanstandung ergibt sich, wenn nach Abzug der Messunsicherheit vom Ergebnis der Erstanalyse der Wert oberhalb der Höchstmenge liegt.

Bei Proben mit Gehalten, die knapp oberhalb der Höchstmenge liegen, ist es möglich, dass verschiedene Laboratorien (unabhängig von Ländergrenzen) aufgrund analytischer Schwankungen die Proben unterschiedlich bewerten.

Tab. 3: Prozentsätze (+/-) der Messunsicherheit für verschiedene Parameter in Fischen, die je nach nationalem Rechtsrahmen und Interpretation auf die analytischen Rohdaten angewendet werden

Staat / Land	Dioxine / Furane / dl-PCB	ndl-PCB / Indikator-PCB	HCB	Schwermetalle	Organochlorpestizide
CH	0%				
FR	17,5% (Dioxine) 20,5% (dl-PCB)	22,7	15,5		
DE-BW²⁰	20%	20%	50%	20%	50%
DE-RP²¹	20%	20%	50%	10%	50%
DE-HE	20%	25%	25%	5%	25%
DE-NW²²	15%	15%	50%	10 – 20%	50%
NL²³	10%				

¹⁹ EG-VO Nr. 1883/2006, Anhang I, Kapitel 5

²⁰ DE-BW: Die Messunsicherheit für die Organochlor-Pestizide inklusive HCB wird gemäß dem Document No. SANCO/10684/2009 "Method Validation and Quality Control Procedures for Pesticide Residues Analysis in Food and Feed" grundsätzlich mit 50% für alle Pestizide in Lebensmitteln tierischer und pflanzlicher Herkunft angegeben, was einer einheitlichen Regelung innerhalb der EU entspricht.

²¹ DE-RP: Schwermetalle: gemessen wird nur Hg

²² DE-NW: % bei Schwermetallen je nach Analytik

²³ NL: früher: 15%

Sofern nicht anders angegeben, werden in den Texten und Abbildungen in Kapitel 3 („Ergebnisse“) sowie in Anlage 5 Messwerte (Rohdaten) ohne Abzug der Messunsicherheit dargestellt, da der Bericht auf eine ökosystemare Betrachtung abzielt und die lebensmittelrechtlich begründeten Folgen einer Grenzwertüberschreitung hier nicht im Vordergrund stehen. Zudem soll möglichst eine Vergleichbarkeit der Werte gewährleistet sein.

In zahlreichen Abbildungen sowie im Text wird dennoch häufig auf die lebensmittelrechtlichen Grenzwerte Bezug genommen und Überschreitungen angegeben, die anhand von Werten *nach* Abzug der oben angegebenen länderspezifischen Messunsicherheiten berechnet wurden.

2.3 Untersuchte Fischarten und Kriterien für ihre Auswahl

Die Auswahl der untersuchten Fischarten erfolgte überwiegend nach Verfügbarkeit und Häufigkeit im jeweiligen Rheinabschnitt bzw. Nebenfluss. Einige Institutionen beschränken die Untersuchungen bewusst auf eine oder einige wenige Arten, um die statistische Sicherheit zu erhöhen. Andere Institutionen haben entsprechend der natürlichen Artenvielfalt ein breites Spektrum von Fischen untersucht, um die Fangchancen zu optimieren und eine Abdeckung aller vorgesehenen Messstellen zu gewährleisten, oder um mit der Beprobung einen repräsentativen "Warenkorb" mit den wichtigsten Speisefischen abzubilden. Zusätzlich waren artspezifische Fettgehalte sowie verschiedene Lebensweisen Gründe für die Auswahl (vgl. 1.2).

Bei der Darstellung der Ergebnisse wurde in einigen Untersuchungen zwischen Weißfischen (meist geringerer, nur vereinzelt hoher Fettanteil) und Aalen (stets hoher Fettanteil) oder aber zwischen Speisefischen und den restlichen Fischarten unterschieden. In Frankreich ist eine Einteilung der Fische in stark und schwach bioakkumulierende Arten gebräuchlich.²⁴

Anlage 3 zeigt, welche Fischarten in welchen Rheinanliegerstaaten auf Schadstoffe untersucht wurden. Die folgende Tabelle charakterisiert die wichtigsten untersuchten Fischarten.

²⁴ AFSSA 2010

Tab. 4: Charakterisierung der wichtigsten untersuchten Fischarten.

Quellen: Bauch 1966, IKSR 2009, Lelek & Buhse 1992, Muus & Dahlström 1998, Pelz & Brenner 2002.

Fischart	Aal	Rotauge (auch: Plötze)	Brassen (auch: Brasse, Brachs[m]e[n])	Döbel (auch: Alet, Aitel)
wissenschaftl. Name	<i>Anguilla anguilla</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	<i>Abramis brama</i>	<i>Squalius cephalus</i>
Konsumfisch	ja	regional ja*	gelegentlich ja*	gelegentlich ja*
Häufigkeit im Rhein	bisher hoch; rückläufig	bisher ausreichende Populationsdichte für Probenahme; in einigen Rheinabschnitten rückläufig; nicht im Hochrhein	weit verbreitet, jedoch nicht überall häufig	weit verbreitet, meist vorhanden
Lebensraum	fließende und stehende Gewässerstrecken, insbesondere in steinwurfgesicherten Altarmen	fließende und stehende Gewässerstrecken	bevorzugt beruhigte Bereiche mit weichem Boden und Altarme; fließende und stehende Gewässerstrecken	Adulte auch in stehenden Gewässerstrecken
Standorttreue	Steigaale: gering; Gelbaal: hoch Blankaal wandert flussabwärts	mäßig bis hoch	hoch	gering bis hoch
Aufenthalt vorwiegend	am Gewässerboden	ufernah, im Freiwasser	am Gewässerboden, uferorientiert	als Jungfisch in Ufernähe, als älterer Fisch im Freiwasser
Kontakt zum Sediment	intensiv	gering	intensiv	gering
Nahrung	Spitzkopfaal: Benthosorganismen; Breitkopfaal: Fische, Krebse, Fischlaich**	Makroinvertebraten, Wasserpflanzen, Plankton	Benthosorganismen, Wasserpflanzen	Makroinvertebraten, Luftinsekten, (kleine) Fische, Amphibien, teils Wasserpflanzen und Früchte; mit zunehmendem Alter mehr Fische
Lebensdauer	Ø10 bis 15, teils bis über 20 (vereinzelt 50) Jahre	10 bis 15 Jahre	hoch (bis zu 25 Jahre)	8 bis 10 (15) Jahre
Fettgehalt	sehr hoch (> 8%, bis zu 32%)	gering bis mäßig (bis 6%)	gering bis hoch, bis 10%	gering bis hoch (bis 8%)
Bioakkumulation	hoch bis sehr hoch***	gering bis hoch***	gering bis hoch***	gering bis hoch***

Forts. **Tab. 4: Charakterisierung der wichtigsten untersuchten Fischarten.**

Fischart	Aal	Rotaugen (auch: Plötze)	Brassen (auch: Brasse, Brachs[m]e[n])	Döbel (auch: Alet, Aitel)
Sonstiges	regional Fangbeschränkungen wegen Gefährdung der Bestände und in belasteten Gebieten	Vergleichbarkeit mit IKSR-Studie aus dem Jahr 2000 gegeben	keine Fangbeschränkungen, da nicht gefährdet	keine Fangbeschränkungen, da nicht gefährdet

* Wegen ihres Grätenreichtums sind Rotaugen, Brassen und Döbel keine beliebten Speisefische. Allerdings werden junge Exemplare (< 20 cm), vor allem Rotaugen, u. a. in Süddeutschland sowie in den Benelux-Staaten gerne als Backfische konsumiert.

** Je nach Nahrungsangebot im Lebensraum entwickeln sich entweder Breitkopf- oder Spitzkopfaale prozentual stärker.

*** Altersabhängig: Im zunehmenden Alter haben alle Fischarten höhere Fettgehalte.

3. Kontamination von Fischen: Ergebnisse der Untersuchungen in den Rheinanliegerstaaten

3.1 Schweiz

Dioxine, Furane und dl-PCB

In der Schweiz wurden im Rahmen eines Berichts²⁵ über die Belastung von Fischen und Gewässern mit PCB und Dioxinen 1300 Datensätze aus den letzten 20 Jahren analysiert. Die Werte für dioxinähnliche PCB und Dioxine liegen für die meisten Fischarten und Gewässer (u. a. Alpenrhein und Zuflüsse, Aare bis zur Mündung der Saane) im Bereich der Hintergrundbelastung oder leicht darüber. Deutliche Überschreitungen der im Lebensmittelrecht (analog EU-Lebensmittelverordnung Nr. 1881/2006) festgelegten Höchstkonzentration wurden in Fischen aus der Birs (Hochrhein-Zufluss), der Saane (Aare-Zufluss) sowie dem Hochrhein beobachtet (vgl. Abb. 3). Der hohe Anteil der dl-PCB war dabei maßgeblich für die Überschreitungen (vgl. Abb. 4).

Zeitreihen von PCB in Sedimentkernen von Schweizer Seen und in Muttermilch zeigen, dass die Belastung der Umwelt und des Menschen mit PCB in den letzten Jahrzehnten zwar deutlich abgenommen hat, dass aber die PCB-Rückstände in Fischen aus gewissen Gewässerabschnitten weitere Maßnahmen zur Elimination von PCB verlangen.

Ausblick

Die Stellen mit Überschreitung der Lebensmittelnorm sind durch Punktquellen (Kehrichtdeponien mit PCB-Altlasten) belastet. Ein Überwachungsprogramm, welches neben den Fischen auch die Sedimente einbezieht sowie Maßnahmen zur Eindämmung respektive Beseitigung der Schadstoffquellen (v. a. einer bekannten, großen Deponie an der Saane) sind in Planung. Zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung durch Aufnahme von PCDD/F und dl-PCB aus dem Konsum von Fisch wurden Verzehrsempfehlungen (maximaler wöchentlicher Fischkonsum) festgelegt.

²⁵ Schmid P. et al. 2010

3.2 Frankreich

Im Rahmen des Nationalen Aktionsplans zu PCB wurden im französischen Teil des Rheineinzugsgebietes seit 2008 verstärkt Analysen durchgeführt, um die für den menschlichen Verzehr bestimmten Fischarten zu kontrollieren und geeignete Maßnahmen zur Eindämmung eventueller Gesundheitsrisiken auszuarbeiten. Neben PCB wurden auch Quecksilber, HCB und HCBd analysiert.

Dioxine, Furane und dl-PCB

Die von der EU festgelegten lebensmittelrechtlichen Normen für die Summe von Dioxinen, Furanen und dioxinähnlichen PCB (PCDD/F dl-PCB) werden in den meisten untersuchten Aalproben um einen Faktor 2 bis 5 überschritten. Für die anderen Fischarten bleiben die Messwerte zumeist unter dem Grenzwert von 8 pg/g FG. Die lebensmittelrechtliche Interpretation der Analyseergebnisse der Fische wird durch die französische Agentur für Lebensmittelsicherheit (ANSES) nach Rücksprache mit den Ministerien für Landwirtschaft und Gesundheit durchgeführt. Diese Interpretation wird als Stellungnahme veröffentlicht. Die angewandte Methode zielt darauf ab, für jedes Gewässersystem das Risiko der langfristigen übermäßigen Exposition der Fischkonsumenten zu bewerten, indem mittlere Kontaminationen mit den gesetzlich festgelegten Höchstgehalten für die Summe von Dioxinen, Furanen und dl-PCB verglichen werden. Es geht nicht darum, jede einzelne Probe daraufhin zu überprüfen, ob sie den Grenzwert einhält. Die Stellungnahmen können Anlass zu präfektoralen Erlassen geben, die die Fischerei im Hinblick auf den Verzehr und das Inverkehrbringen von Fischen verbieten.

Quecksilber

Die Quecksilberuntersuchungen wurden an Raubfischen durchgeführt, die für die PCB-Analysen gefangen wurden. Die Untersuchungen an Proben von Aalen und Hechten (59 Individuen) zeigen, dass bis auf 2 Proben alle Werte unter der europäischen Lebensmittelnorm von 1 mg/kg FG liegen. Bei den anderen Arten wird die Norm von 0,5 mg/kg FG nur bei je einer einzelnen Zander- bzw. Bachforellenprobe überschritten; diese Werte bleiben jedoch ebenfalls unter 1 mg/kg FG. Die EU-Biotanorm von 0,02 mg/kg FG wird hingegen systematisch in allen Proben überschritten.

Hexachlorbenzol und Hexachlorbutadien

Von den 168 Proben, in denen der Gehalt an HCB und HCBd untersucht wurde, war die Norm für HCB von 0,01 mg/kg FG in 38 Aalproben (23%) überschritten, mit Maximalwerten bis 0,08 mg/kg FG, während keine Überschreitung der Norm für HCBd beobachtet wurde.

Ausblick

Per Erlass der Präfektur wurden in 2009 in der Ill und in der französischen Andlau der Verzehr sowie das Inverkehrbringen des Aals, der am stärksten akkumulierenden Fischart, verboten. Im französischen Abschnitt der Mosel (unterhalb des Staudamms von Argancy) und in den Moselzuflüssen gilt diese Regelung für sämtliche Fischarten.

Stellungnahmen von ANSES finden sich unter <http://www.anses.fr>.

Ergebnisse zu Indikator-PCB, dl-PCB, PCDD/F und PCDD/F+dl-PCB finden sich unter <http://www.pollutions.eaufrance.fr/pcb/> (Excel und pdf).

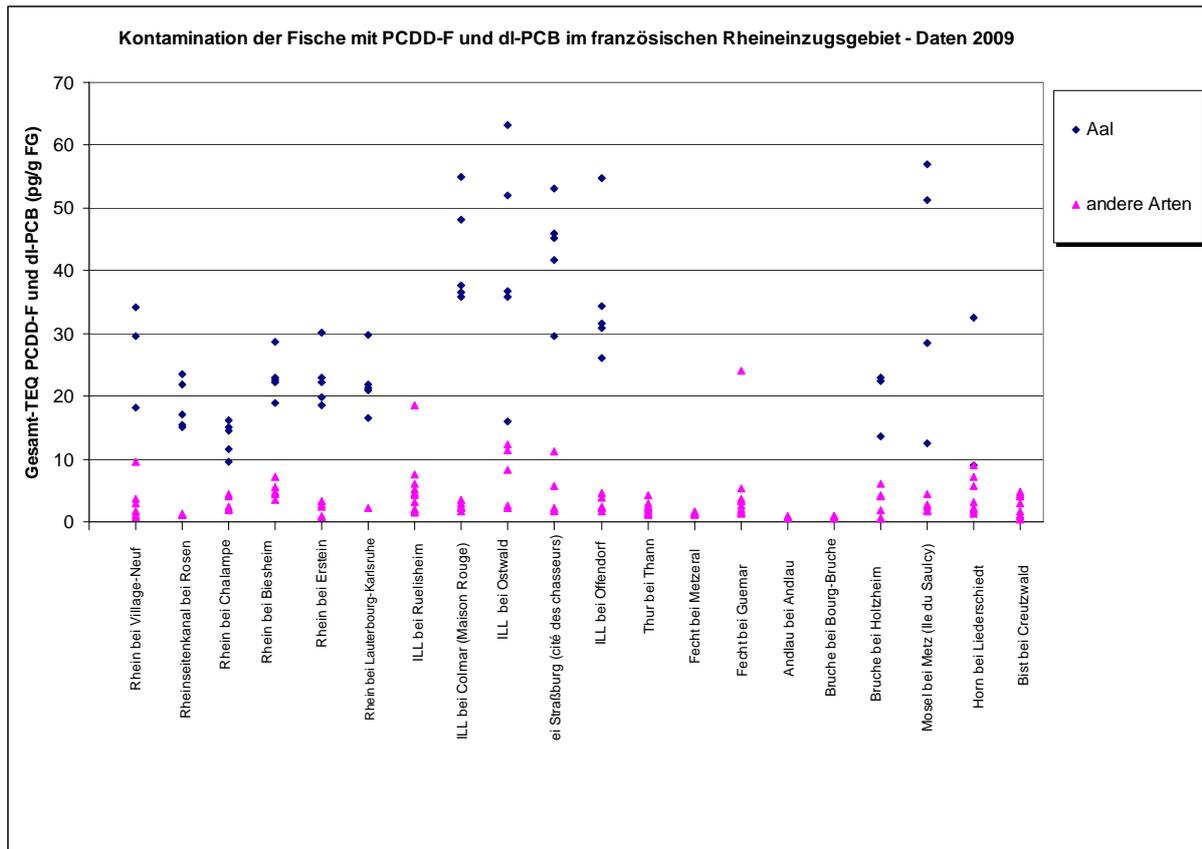


Abb. 5: Kontamination von Fischen mit PCDD-F und dl-PCB im französischen Rheineinzugsgebiet – Rohdaten von 2009 ohne Abzug der Messunsicherheit. Quelle: ONEMA

3.3 Deutschland

Regionale Verkehrsverbote und Verzehrsempfehlungen werden in Deutschland auf der Grundlage der Kriterien des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) sowie des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) ausgearbeitet.

Verzehrverbote gibt es in Deutschland nicht; sie würden tierschutzrechtliche Aspekte berühren, da hier kein Wirbeltier ohne vernünftigen Grund (z. B. Verzehr) getötet werden darf, und somit einem Angel- und Fischereiverbot gleich kommen.

3.3.1 Baden-Württemberg

Untersuchungskampagnen 2003 bis 2008

Das Rheinfisch-Untersuchungsprogramm der IKSR aus dem Jahr 2000 wurde in den Jahren 2005/2006 wieder aufgenommen, wobei die Untersuchung unter Reduzierung der Messstellen auf die beiden Arten Aal und Rotaugen begrenzt wurde. 2003 waren Untersuchungen verschiedener Fischarten von einer Messstelle durchgeführt worden. 2008 folgten Untersuchungen von Aalen an 3 Messstellen.

Das Untersuchungsspektrum umfasste jeweils eine große Anzahl an persistenten organischen Stoffen (siehe Anlage 2), wobei im Folgenden nur auf die Auswertung von Dioxinen, Furanen, dioxinähnlichen PCB, Indikator-PCB, HCB und Quecksilber eingegangen wird.

Dioxine, Furane und dl-PCB

Im Hoch- und Oberrhein wurden in 2005 – 2008 insgesamt 20 Proben Aal (Einzel- und Mischproben) von 6 unterschiedlichen Messstellen auf Dioxine, Furane und dioxinähnliche PCB untersucht. Die Höchstmenge für die Summe von Dioxinen, Furanen und dioxinähnlichen PCB (in WHO-PCDD/F-PCB-TEQ) wurde unter Berücksichtigung der Messunsicherheit von ca. 20% in 17 von 20 Aalproben (85 %) überschritten. Zwei weitere Aalproben überschritten den oben genannten Summen-TEQ numerisch, d. h. sie lagen noch innerhalb der Messunsicherheit.

Der Auslösewert für den TEQ der dl-PCB (6,0 ng/kg FG) wurde in allen 20 Aalproben (100%) überschritten. Weiterhin ergab sich eine Überschreitung des Auslösewertes für den Dioxin-TEQ bei 2 Aalproben.

Von 4 Mischproben anderer Fische (Brassen, Hecht, Rotaugen, Zander), die auf Dioxine, Furane und dioxinähnliche PCB untersucht wurden, überschritt eine (Brassen) die Höchstmenge des Summen-TEQ.

Indikator-PCB

Die Untersuchung von 70 Aalproben (Einzelproben) von 9 unterschiedlichen Messstellen auf Indikator-PCB (2005 bis 2008) ergab 2 Überschreitungen (2 Aale = 3%) nach der VO zur Begrenzung von Kontaminanten (ehemals SHm-VO).

Die Bestimmung von Indikator-PCB in 21 Mischproben sonstiger Fische (Rotaugen, Barsch, Brassen, Döbel, Hecht, Zander) ergab keine Höchstmengenüberschreitung.

Hexachlorbenzol

Während im Jahr 2008 die Höchstmenge für HCB in keinem der 15 untersuchten Aale mehr überschritten wurde, waren es 2005 noch 27 % und im Jahr 2000 36 % gewesen (Gesamtzahl an numerischen sowie statistisch gesicherten Höchstmengenüberschreitungen nach der Rückstandshöchstmengen-VO).

Tabelle 5 zeigt, dass der Anteil der Aale mit Höchstwertüberschreitungen seit 1995 rückgängig ist.

Tab. 5: Numerische und statistisch gesicherte Höchstmengenüberschreitungen für Indikator-PCB und HCB in Baden-Württemberg. Anzahl Aale mit Überschreitungen / Anteil der Aale mit Überschreitungen an der Gesamtzahl der untersuchten Aale (%)

Jahr	Anzahl Proben	Indikator-PCB		HCB	
1995	41	5	12%	18	44%
2000	105	2	2%	38	36%
2005/2006	55	1	2%	15	27%
2008	15	1	7%	0	0%

Quecksilber

Die Untersuchung von 70 Aalproben und 21 Mischproben sonstiger Fische auf Quecksilber ergab keine Höchstmengen-Überschreitungen nach der EU-Kontaminantenverordnung Nr. 1881/2006.

Untersuchungskampagne 2010: "Warenkorb der Fischerei"

Um das Fischspektrum der Berufs- und Angelfischerei möglichst breit gefächert abzubilden, wurden 2010 in Baden-Württemberg zwei Monitoring-Programme durchgeführt, bei denen 46 Proben verzehrsrelevanter Fischarten (Barsche, Äschen, Hechte, Zander, Rotaugen, Felchen, Rotfedern, Brachsen und Bachforellen) aus dem Rhein, dem Bodensee und aus weiteren Gewässern auf das folgende Stoffspektrum untersucht wurden: Dioxine, dl-PCB, ndl-PCB, chlor- und bromorganische Pestizide und Kontaminanten, Nitromoschusverbindungen, Pyrethroide und Schwermetalle sowie perfluorierte Tenside (PFT). Die Gewässerauswahl und Lage der Probenahmestellen, Auswahl der Fischarten sowie Artzugehörigkeit, Größe und Alter der Fische erfolgte nach der fischereispezifischen Relevanz (Fanglisten der Berufsfischer, Verzehrsrelevanz der jeweiligen Fischart). Die in Hinblick auf die Anreicherung der fettlöslichen Kontaminanten eher kritischen, fettreichen Fische mit Fettgehalten über 10% waren bei den beprobten Fischen nicht dabei, wobei solch hohe Fettgehalte im Filet bei Süßwasserfischen in der Regel nur bei großen und alten Exemplaren vorkommen.²⁶

Dioxine, Furane und dl-PCB

Der für Dioxine in Fischen gültige Höchstgehalt wurde von keiner der untersuchten Proben überschritten. Der Höchstgehalt für die Summe aus Dioxinen und dioxinähnlichen PCB wurde nur von einer Probe Brachsen aus einer Talsperre numerisch überschritten (vgl. Abb. 6). Bei dieser Probe handelt es sich um eine Mischprobe aus zwei Brachsen, die jeweils über sieben Jahre alt waren (vgl. 2.3). Die Fischproben aus dem Rhein wiesen teilweise Gehalte an dioxinähnlichen PCB auf, die im Bereich des festgelegten Auslösewertes liegen. Die Befunde aus anderen Gewässern lagen im Vergleich dazu niedriger.

²⁶ Der detaillierte Bericht zu den Untersuchungen ist auf der Homepage der Untersuchungsämter Baden-Württemberg bei CVUA Freiburg, Rückstände, Dioxine zu finden (www.ua-bw.de)

dar. Aufgrund der Art der Probenahme ist das durchgeführte Monitoring allerdings nicht repräsentativ für die beprobten Gewässer im Sinne eines Umweltmonitorings.

3.3.2 Rheinland-Pfalz

Das Schadstoff-Monitoring wurde bis 2003 routinemäßig durchgeführt; in 2004 lief eine Messkampagne der IKSMS-Mitglieder in Mosel und Saar einschließlich Nebengewässer (s. 3.4). 2006 und 2007 wurden Einzeluntersuchungen durchgeführt. Der Bericht zur systematischen Untersuchung von Fischen im Längsverlauf von Rhein, Mosel und Saar im Jahr 2010 befindet sich in Arbeit. Zusätzlich werden im Rahmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung Stichproben durchgeführt.

Dioxine, Furane und PCB, Hexachlorbenzol, Quecksilber

In den systematisch angelegten Untersuchungen 2009 und 2010 konnten zeitliche und räumliche Trends zu den Daten aus 1991, 1992, 1995 und 2004 für Indikator-PCB ermittelt werden: In Palzem/Mosel ist die Konzentration im Aal in dieser Zeitspanne auf ein Fünftel gesunken; in Schoden/Saar dagegen lediglich um 20%. In Rotaugen und Barsch ist dieser zeitliche Trend in abgeschwächter Form ebenfalls festzustellen. Nach wie vor besteht ein Konzentrationsgefälle moselabwärts, welches durch den Zufluss Saar überlagert wird.

Die Ergebnisse aus der Rhein-Messkampagne 2010 zeigen eine deutlich niedrigere Konzentration in Aalen (< 30%) in einem nur oberstromig angeschlossenen Altrhein bei Otterstadt, der aufgrund von umfangreichen Baggerungen grundwasserbeeinflusst ist, im Vergleich zu Aalen aus dem Rheinhauptstrom. Ähnlich niedrige Werte finden sich in Brassens, Barsch und jungen Rotaugen, Hechten und Zandern. Größere Hechte und Zander im Altrhein scheinen auch im Strom Beute zu machen; ihre Belastung ist mit der von Rheinfischen vergleichbar. Der Schadstoffgehalt in Barschen und Rotaugen sowie Aalen (standardisiertes Verfahren) zeigt eine steigende Tendenz vom nördlichen Oberrhein zum Mittelrhein auf. Sehr deutlich ist der Anstieg der Belastung unterhalb der Mündung des Mains, weniger deutlich unterhalb der Mündungen von Neckar und Mosel. Die Befunde von Nahe und Ahr beruhen auf wenigen untersuchten Fischen, die Überschreitungen der Höchstmengen aufweisen.

Vereinzelt wurden auch Höchstmengenüberschreitungen für PCB 153, HCB und Quecksilber festgestellt.

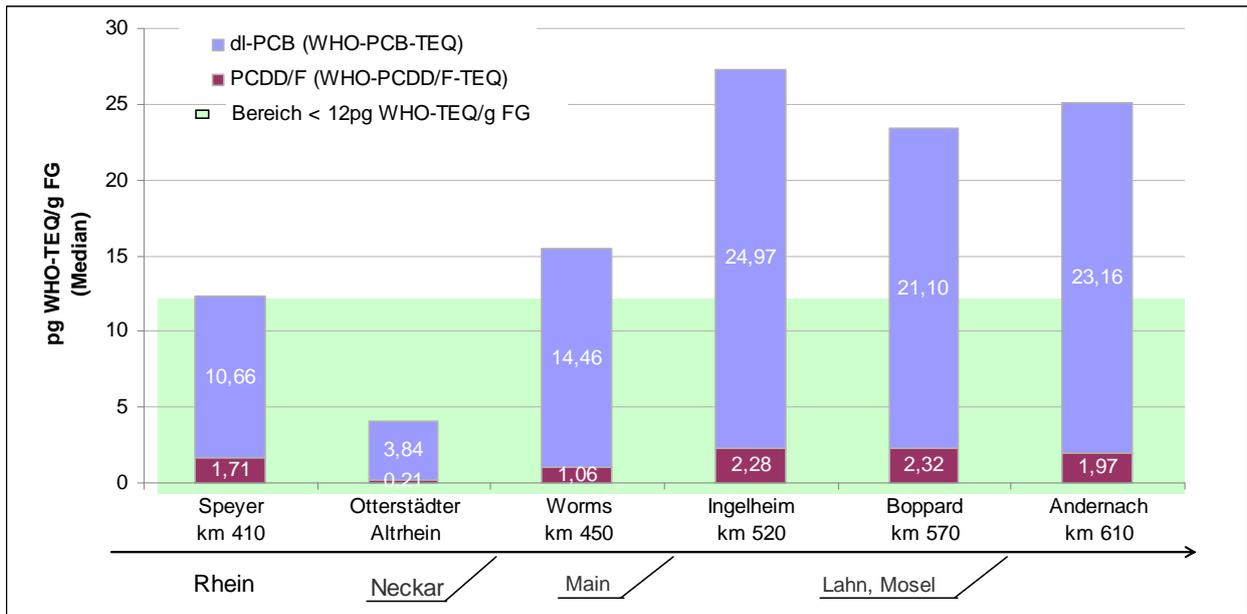


Abb. 7: Dioxine, Furane und dl-PCB (WHO-TEQ) in Aalen im rheinland-pfälzischen Rheinabschnitt im Jahr 2010. Quelle: LUWG

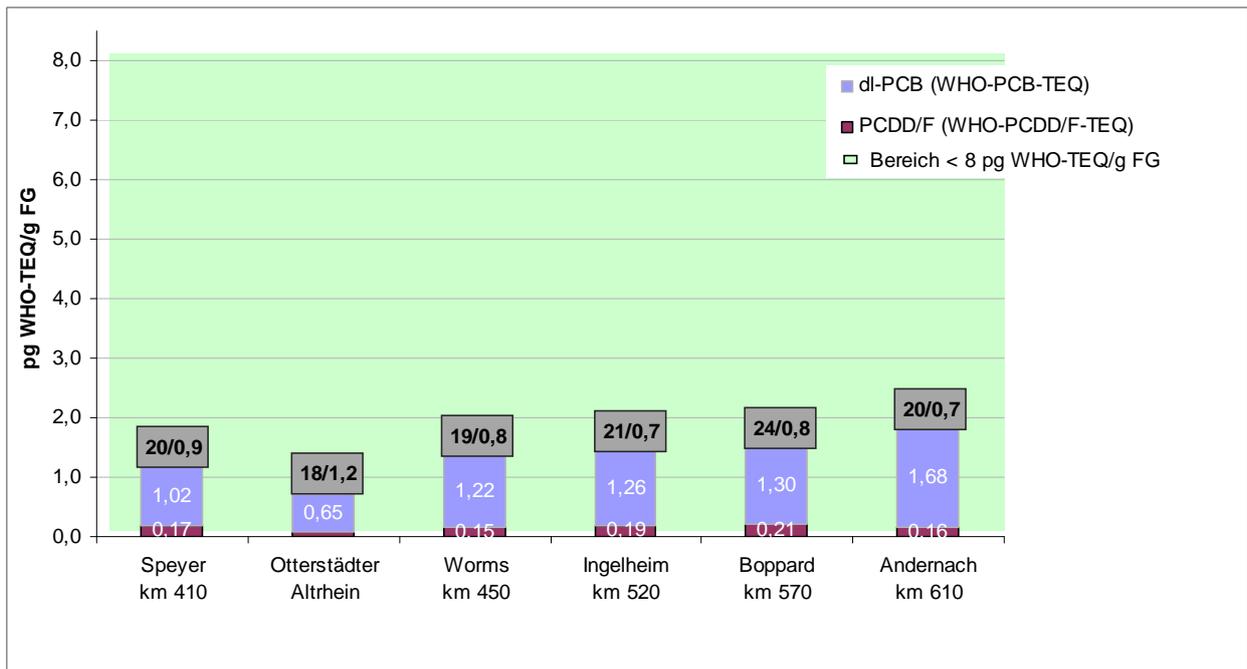


Abb. 8: Dioxine, Furane und dl-PCB (WHO-TEQ) in Flussbarschen im rheinland-pfälzischen Rheinabschnitt im Jahr 2010. Graue Kästchen: Fischlänge in cm / Fettgehalt in % (Mischproben). Quelle: LUWG

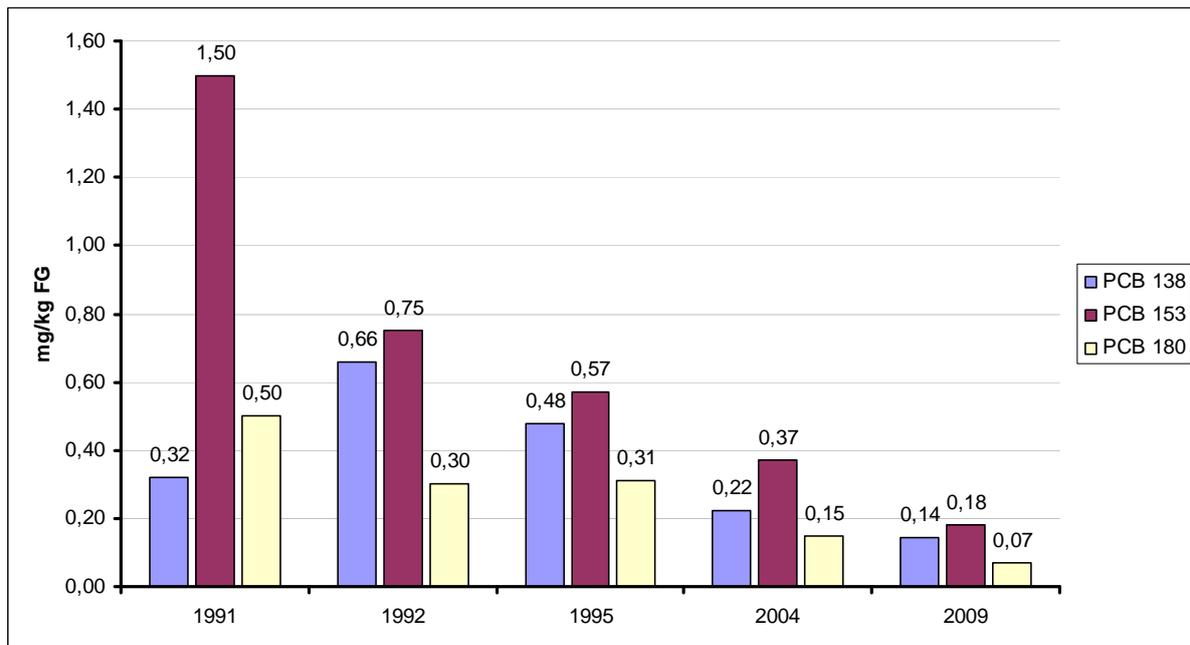


Abb. 9: Indikator-PCB in Aal in Palzem/Mosel in verschiedenen Messjahren von 1991 bis 2009. Quelle: LUWG

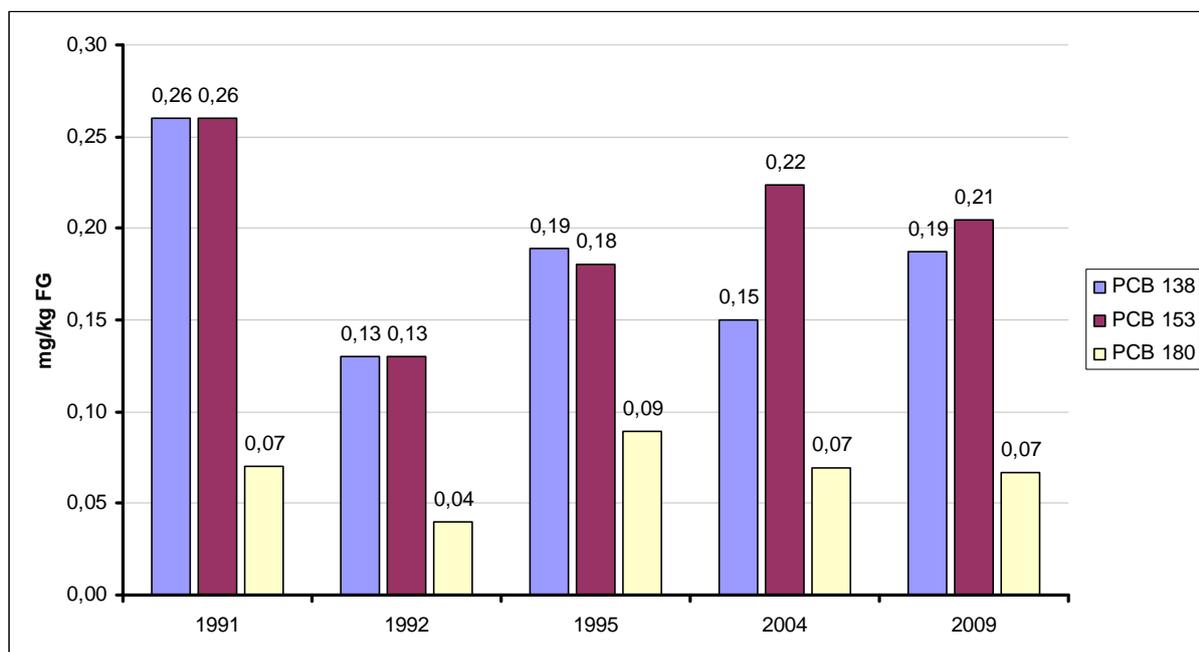


Abb. 10: Indikator-PCB in Aal in Schoden/Saar in verschiedenen Messjahren von 1991 bis 2009. Quelle: LUWG

Ausblick

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse wurde das Inverkehrbringen von Aal faktisch unterbunden. Vom Aal-Verzehr wird bereits seit 2006 abgeraten, da bei Aalen grundsätzlich mit einer zu hohen PCB-Belastung zu rechnen ist. Für weitere Fischarten wurde im April 2010 eine Verzehrsempfehlung als aktualisiertes Merkblatt herausgegeben, die folgende maximale Aufnahmemengen angibt:

Tab. 6 : Verzehrsempfehlungen für Fische im Rhein und in den Rheinzufüssen in Rheinland-Pfalz

Fluss	Fischart, -gruppe	Größe	Portionen*
Ahr, Lahn	Weißfische		2
Rhein	Weißfische		1
Nahe	Weißfische		2
Mosel	Rotaugen	< 20 cm	4
	Barbe, Brassen, Döbel	> 40 cm	1/2**
	Wels	> 40 cm	2
	Barsch	∅ 20 cm	8
Saar	Rotaugen	∅ 20 cm	6
	Wels	50 - 60 cm	1
	Barsch	< 20 cm	8

* maximale Anzahl zulässiger Portionen à 200 g pro Monat

** maximal eine Portion à 200 g in 2 Monaten

Siehe Merkblatt für Angler in Rheinland-Pfalz, April 2010,
<http://www.wasser.rlp.de/servlet/is/2027/>

Darüber hinaus ist ein Biota-Trendmonitoring aufgrund der EU-Richtlinie 2008/105/EG (Umweltqualitätsnormen) unter Berücksichtigung der WRRL-Überblicksmessstellen geplant. Dabei sollen Fischbeprobungen in den Stauhaltungen Koblenz und Palzern (Mosel) sowie Schoden (Saar) berücksichtigt werden. Bisher vorgesehen sind Untersuchungen alle 6 Jahre, beginnend 2010 oder 2011.

3.3.3 Hessen

In den Jahren 1999 und 2000 wurden von der Hessischen Landesanstalt für Umwelt und Geologie (HLUG) insgesamt 6 Proben Aal auf diverse Umweltchemikalien sowie 7 Proben Barsch und 2 Proben Rotaugen auf Organozinn-Verbindungen untersucht.

Überschreitungen von zulässigen Höchstgehalten wurden in 4 Aalproben bei den Stoffen Hexachlorbenzol, PCB 138, PCB 153 und PCB 180 vorgefunden. Die Ergebnisse sind im Internet abrufbar unter dem Link: <http://www.hlug.de/medien/wasser/messwerte.htm>; Titel der Studie: „Belastungen von Fischen mit verschiedenen Umweltchemikalien in Hessischen Fließgewässern“.

Vom Hessischen Landeslabor (LHL) wurde in 2009 eine Untersuchung von Fischen von 4 Messstellen des Rheins auf lebensmittelrechtlich relevante Umweltkontaminanten durchgeführt. Drei der Probenahmestellen liegen in Altrheinarmen. Der Erfelder und der Ginsheimer Altrhein werden ständig vom Rhein durchströmt, während der Lampertheimer Altrhein lediglich den Pegelschwankungen des Rheins unterworfen ist und nur bei stärkerem Hochwasser durchströmt wird. Keiner der drei Altrheinarme ist grundwasserbeeinflusst. Die vierte Probenahmestelle liegt im Rüdesheimer Hafen. Über die Ergebnisse dieser Studie wird im Folgenden berichtet.

Tab. 7: Rheinfische aus Hessen 2009

Fangort	Fischart	Anzahl Fische	OCP/ ndl-PCB	DXN/ dl-PCB	PFT	SME
Lampertheimer Altrhein (km 440)	Aal	1	X	X	X	
	Flussbarsch	50 kleine	X		X	
	Plötze	29	X		X	
	Wels (2 Proben)	2 x 1	X	X	X	X
Erfelder Altrhein (km 473)	Aland	1	X		X	
	Flussbarsch	4	X		X	
	Plötze	1	X		X	
Ginsheimer Altrhein (km 490)	Aal	2	X	X	X	X
	Flussbarsch	4	X		X	
	Schleie	1	X		X	
	Wels	1	X	X	X	X
Rüdesheimer Hafen (km 525)	Aal	2	X	X	X	
	Aland	1	X		X	
	Flussbarsch	4	X		X	X
	Plötze	21	X		X	

OCP/ndl-PCB = Untersuchung auf Organochlor-Pestizide und nicht-dioxinähnliche PCB

DXN/dl-PCB = Untersuchung auf Dioxine und dioxinähnliche PCB

PFT = Untersuchung auf perfluorierte Tenside

SME = Untersuchung auf Schwermetalle (Blei, Cadmium, Quecksilber)

Dioxine, Furane und dl-PCB

Untersucht wurden nur Aale und Welse. Weder der Auslösewert, noch der Höchstgehalt für den TEQ der Dioxine werden überschritten; dies gilt für beide Fischarten. Der Auslösewert für den TEQ der dl-PCB wird bei den Aalen und bei 2 Welsen auch nach Abzug der Messunsicherheit von +/- 20% überschritten. Der Anteil der dl-PCB ist auch für die Höchstgehaltsüberschreitungen des TEQ der Summe aus Dioxinen und dl-PCB bei den Aalen und 2 Welsen verantwortlich. Nach Abzug der Messunsicherheit liegt der Summen-TEQ nur noch bei den Aalen über dem zulässigen Höchstgehalt.

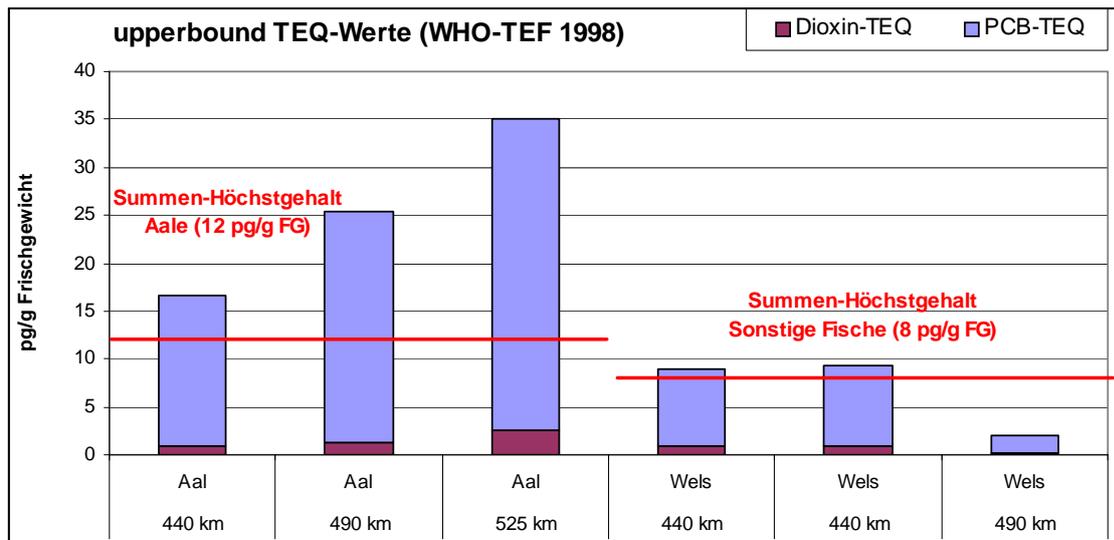


Abb. 11: Dioxine/dl-PCB in Rheinfischen aus Hessen 2009

Organochlor-Pestizide

Eine Überschreitung zulässiger Höchstgehalte nach der Rückstandshöchstmengen-Verordnung wurde nur in einem Fall beobachtet. Bei einem Aal aus dem Ginsheimer Altrhein lag der Gehalt an beta-HCH mit 0,141 mg/kg Fett nach Abzug der Messunsicherheit (+/-25%) knapp über dem Grenzwert von 0,1 mg/kg Fett.

Indikator-PCB

Für die einzelnen ndl-PCB-Kongenere wurde keine Überschreitung zulässiger Höchstgehalte nach der Kontaminanten-Verordnung beobachtet. Die von der EU zurzeit diskutierten Höchstgehalte für die Summe der 6 Indikator-PCB in Fischmuskulatur (vgl. 2.2) wurden allerdings bei 2 der untersuchten Aalproben überschritten (Rüdesheimer Hafen: 0,393 mg/kg FG; Ginsheimer Altrhein: 0,350 mg/kg FG). Nach Abzug der Messunsicherheit (+/- 25%) lag jedoch keine der Proben über dem Höchstgehalt.

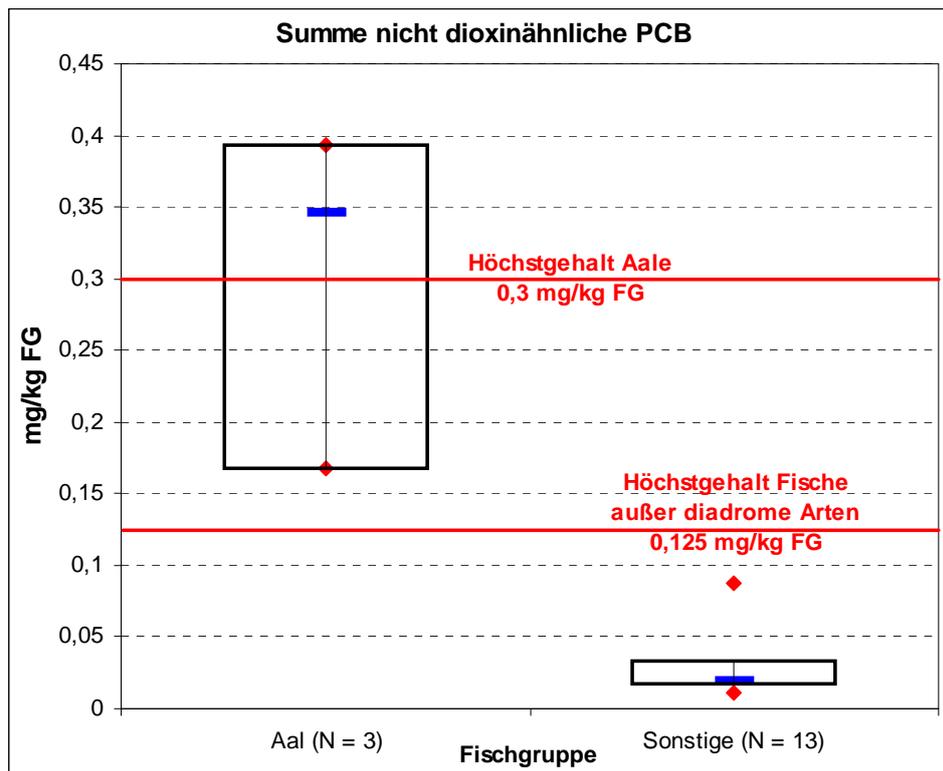


Abb. 12: ndl-PCB in Rheinfischen aus Hessen 2009

Perfluorierte Tenside

Alle Proben wurden auf 10 Perfluorierte Tenside untersucht. Am häufigsten und mit den höchsten Gehalten wurde PFOS (Perfluorooctansulfonsäure; Maximalwert = 126 µg/kg FG) bestimmt. In geringerem Maße konnten die Stoffe PFDA (Perfluordecansäure; Maximalwert = 11 µg/kg FG) sowie PFDoA (Perfluordodecansäure; Maximalwert = 6,5 µg/kg FG) und PFOA (Perfluorooctansäure; Maximalwert = 3,3 µg/kg FG) nachgewiesen werden. Bei den übrigen Verbindungen lagen die Gehalte in allen Proben unter der Nachweisgrenze.

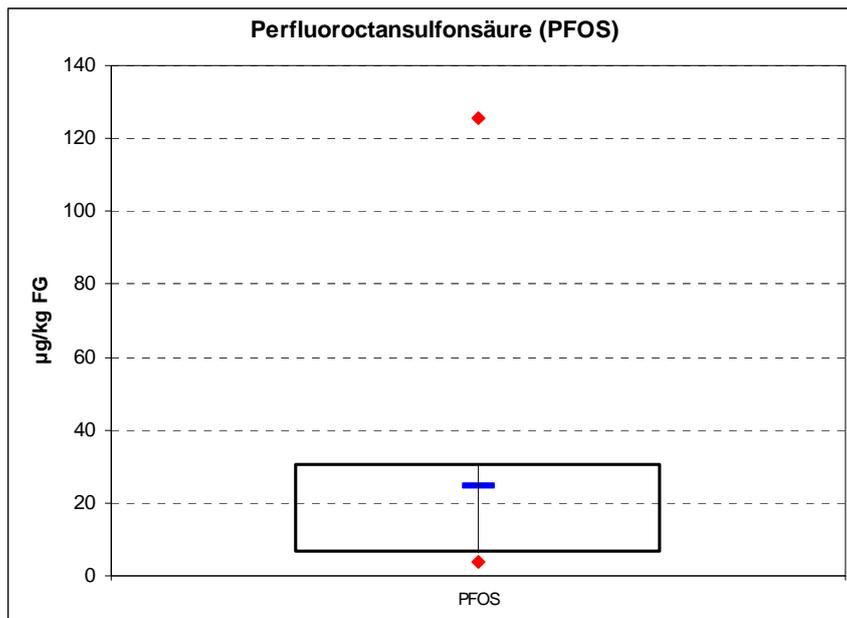


Abb. 13: PFOS in Rheinfischen aus Hessen 2009. N = 16, vgl. Tab. 7.

Schwermetalle

Eine Überschreitung der nach EU-Verordnung zulässigen Höchstgehalte für Blei, Cadmium und Quecksilber wurde nur in einem Fall beobachtet. Bei einem Wels aus dem Lampertheimer Altrhein lag der Gehalt an Quecksilber mit 0,577 mg/kg Frischgewicht nach Abzug der Messunsicherheit (+/- 5%) über dem Höchstgehalt (0,5 mg/kg FG).

Ausblick

Die bekannte hohe Belastung der Aale mit dioxinähnlichen PCB wurde durch die durchgeführten Untersuchungen bestätigt. PFT stellen heute ein weiteres Problem in der Kontamination von Fischen dar.

Die Untersuchungen hatten keine Verkehrs- und Verzehrsverbote zur Folge, da es sich nicht um Fische handelte, die für den Verkehr bestimmt waren.

3.3.4 Nordrhein-Westfalen

Im Rahmen von jährlichen Rückstandsuntersuchungen an Fischen im Rhein wurde seit 2000 an wechselnden Messstellen eine umfangreiche Liste an Kontaminanten analysiert. Das Messprogramm war darauf ausgerichtet, einen Überblick über die Belastungssituation zu gewinnen und bestimmte Fragestellungen zu beantworten. In den Jahren 2008 und 2010 wurden Messungen zur Umsetzung der Richtlinie 2008/105/EG an den Überblicksmessstellen am Rhein und in den Nebenflussmündungen durchgeführt (2008: 46 Fischuntersuchungen von 9 Messstellen auf die Parameter Blei, Cadmium und Quecksilber; 2010: auf Hexachlorbenzol und Hexachlorbutadien).

Dioxine, Furane und dl-PCB

Überschreitungen der Höchstmenge der Summe von Dioxinen, Furanen und dl-PCB wurden in den Jahren 2008 bis 2010 fest gestellt; sie beruhen auf dem hohen Anteil an dl-PCB in den untersuchten Proben. Überschreitungen der Höchstmenge für Dioxine liegen nur vereinzelt vor.

Indikator-PCB

In den Jahren 2002 und 2005 wurden in Rheinaalen 6 Indikator-PCB untersucht. Überschreitungen der lebensmittelrechtlich festgelegten Höchstmengen wurden für PCB-101, PCB-138 und PCB-153 fest gestellt.

Hexachlorbenzol und Hexachlorbutadien

Die UQN von 0,01 mg/kg FG für HCB und von 0,055 mg/kg FG für HCBD wird in allen in 2010 untersuchten Fischproben (Muskulatur) von den Rheinmessstellen eingehalten. Hinsichtlich der Entwicklung der HCB-Belastung scheint eine Verringerung des Gehaltes bezogen auf den Fettgehalt vorzuliegen. Dieser Trend bedarf jedoch noch einer statistischen Absicherung. Inwieweit bei weiteren Parametern Trendaussagen anhand der zur Verfügung stehenden Daten möglich sind, wird derzeit noch geprüft.

Perfluorierte Tenside

In den Jahren 2006 bis 2009 wurde PFOS in Muskulaturproben von 100 Fischen (13 verschiedene, für den Verzehr verwendete Fischarten aus dem Rhein) untersucht. Die Befunde lagen zwischen 3,1 und 71 µg/kg (Median 16,7 µg/kg).

Tab. 8: Untersuchung von Rheinfischen auf PFOS in Nordrhein-Westfalen.**a. Angaben zur Probenahme; b. Ergebnisse****a.**

Gewässer	Fluss-km	Anzahl Messstellen im Rhein	Zeitraum	Anzahl Fischarten	Anzahl Proben
Rhein	640 bis 781	5	2006 bis 2009	13	100

b.

Mittelwert PFOS µg/kg	Min PFOS µg/kg	10-Perz PFOS µg/kg	MEDIAN PFOS µg/kg	90-Perz PFOS µg/kg	Max PFOS µg/kg
23,2	3,1	8,2	16,7	48,0	71,0

Darüber hinaus wurden weitere Messstellen im gesamten Gewässernetz NRW beprobt. Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht die Ergebnisse an den Überblicksmessstellen im Rheineinzugsgebiet und an den Rheinmessstellen im Vergleich. Es zeigt sich, dass Fische der Messstellen am Rhein eine Belastung aufweisen, die im Durchschnitt höher ist als in den meisten anderen Gewässern. Fische aus einzelnen Gewässern (z. B. Lenne, mittlere Ruhr) weisen jedoch noch höhere Belastungen auf.

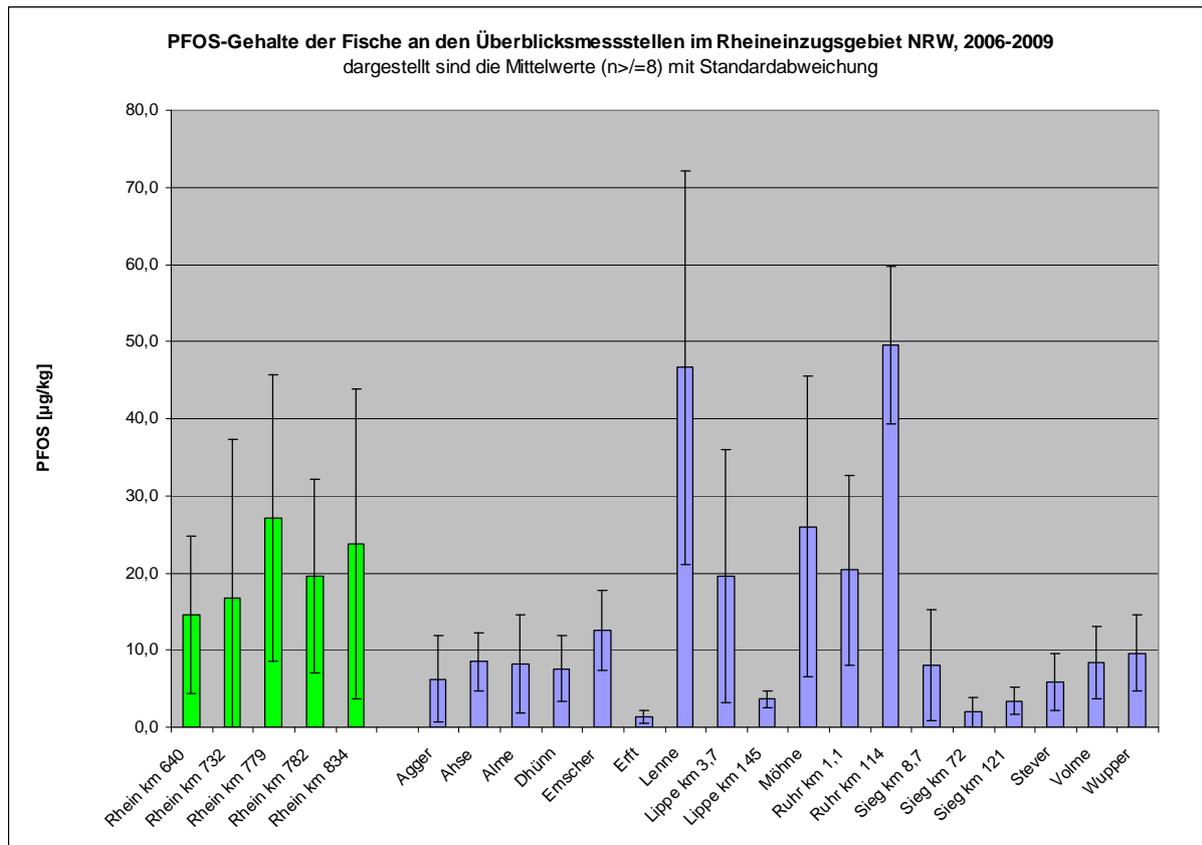


Abbildung 14: Untersuchungen der PFOS-Gehalte in Fischen an Überblicksmessstellen im Rheineinzugsgebiet in Nordrhein-Westfalen. Vergleich der Gehalte im Rhein und in Nebengewässern. Dargestellt sind die Mittelwerte ($n \geq 8$) pro Fangstelle aus dem Zeitraum 2006-2009 mit Standardabweichung.

Die Ergebnisse korrelieren mit den PFOS-Belastungen im Wasser, die im Nanogramm-Bereich liegen, während PFOS in Fischen um einen Faktor 1000 akkumuliert wird (vgl. 1.2 sowie Anlage 6: Hier wird die Berechnung von Bioakkumulationsfaktoren für PFOS in Fischen ausführlich dargestellt).²⁸

Quecksilber

Die Umweltqualitätsnorm für Quecksilber gemäß der in der Richtlinie 2008/105/EG genannten Biota-Norm wurde an allen in 2008 untersuchten Überblicksmessstellen überschritten. Ferner wurden Überschreitungen aufgrund der KontaminantenVO (EU) Nr. 466/2001 bzw. EU-VO Nr. 1881/2006 sowie nach SchadstoffhöchstmengenVO festgestellt.

²⁸ vgl. LAWA 2010

Tab. 9 : Überschreitungen der Grenzwerte einzelner Schadstoffe an Messstellen im Rheineinzugsgebiet in Nordrhein-Westfalen nach EU-Lebensmittelverordnung Nr. 1881/2006 (EU-VO) bzw. Umweltqualitätsnormen für Biota nach Richtlinie Nr. 2008/105/EG ("Biota-Norm")

Stoff	Jahr	Überschrittene Normen		Überschreitung an einzelnen Messstellen/Details
		Biota-Norm	EG-VO**	
Blei	2008	-	-	
Cadmium	2008	-	-	
Quecksilber	2008	X*	X	Bad Honnef
PCDD/F	2002	-	X	zum Teil erhebliche Überschreitungen -> Empfehlung auf den Verzehr von Rheinaalen zu verzichten (28.03.2003)
	2003	-	X	Emmerich
	2004	-	-	
	2008	-	-	
	2009	-	X	Düsseldorf-Flehe, Rhein unterhalb Ruhrmündung, Bad Honnef
ΣDioxine + dl-PCB	2008	-	X	Düsseldorf-Flehe
	2009	-	X	Emmerich, Düsseldorf-Flehe, Rhein unterhalb Ruhrmündung, Bad Honnef
ndl-PCB	2002	-	-	
PCB 101		-	-	
PCB 138		-	X	Bad Honnef, Hitdorf, Kaiserswerth, Walsum, Emmerich
PCB 153		-	X	Bad Honnef, Hitdorf, Kaiserswerth, Walsum, Emmerich
PCB 180		-	X	Emmerich
HCB		-	-	
HCB /HCBD		2010	-	
ndl-PCB	2003	-	-	
PCB 138		-	-	
PCB 153		-	-	
ndl-PCB		-	-	
PCB 101	2005	-	X	Emmerich
PCB 138		-	X	Hitdorf, Kaiserswerth, Walsum, Emmerich
PCB 153		-	X	Hitdorf, Kaiserswerth, Walsum, Emmerich
PCB 180		-	X	Hitdorf, Kaiserswerth, Emmerich
DDT		-	-	bei Gesamt DDT wird 1mg/kg im Fett im Mittel nicht überschritten
Moschusxylol		-	-	keine Überschreitungen des Eingreifwertes von 10 µg/kg Fisch gem. Bund/Länder Kommission
Moschusketon		-	X	Überschreitungen des Eingreifwertes von 10 µg/kg Fisch gem. Bund/Länder Kommission in Kaiserswerth und Walsum
PFOS	2006 - 2009	-	-	
		*Überschreitung an allen Überblicksmessstellen		
		** Überschreitung ebenfalls nach SchadstoffhöchstmengenVO		

Ausblick

Wegen erhöhter Dioxin- und PCB-Belastungen hat das Verbraucherschutzministerium Nordrhein-Westfalen bereits am 28.03.2003 die Empfehlung herausgegeben, auf den Verzehr von Rheinaalen zu verzichten.

Die Untersuchungen im Rahmen des Lebensmittel-Projektmonitorings (LM-PM) und des Fischuntersuchungsprogramms (LUP) werden fortgeführt. Im Rahmen der Umsetzung der Richtlinie 2008/105/EG wird das Untersuchungsprogramm zur Überprüfung der Umweltqualitätsnormen um ein Untersuchungsprogramm zur Trendbestimmung ergänzt.

3.3.5 Bayern

Im Rahmen des Bayerischen Fischschadstoffmonitorings wird durch das LfU eine jährliche Untersuchung an 16 Messstellen im Main Einzugsgebiet durchgeführt.

Ziel ist, den Gesundheitszustand der Fische zu erheben, Stoffe im Gewässer zu erkennen, Belastungsursachen aufzuspüren, Maßnahmen einzuleiten, langfristige Trends darzustellen, Sanierungserfolge zu dokumentieren und Hinweise zu geben für den Fall, dass Grenzwerte nach dem Lebensmittelrecht überschritten werden. Die beprobten Fische decken ein großes Artenspektrum ab. Es werden an 3 bis 6 Einzelfischen je Probenstelle die Schwermetallgehalte in Muskel und Milz sowie die Gehalte an HCB, HCBd, Indikator-PCB, 1,2,4-Trichlorbenzol und Pentachlorbenzol in Muskel und Leber ermittelt. An einigen Stellen liegen auch Analysen für weitere Stoffe (DEHP, HHCB, Nonylphenol, Octylphenol, Triclosan, Methyltriclosan) vor. Ein Teil der Fischproben aus den Jahren 2009/2010, vorwiegend Aale, wird auch wieder, wie 2002 und 2003, auf dl-PCB untersucht werden.

Zudem werden vom LGL als Lebensmittel in Verkehr gebrachte Fische, vor allem aus der Teichwirtschaft, u. a. auf ihre Gehalte an Rückständen von chlororganischen Verbindungen (Indikator-PCB, HCB) und Schwermetallen untersucht. Seit 2002 wurden Fischproben auch regelmäßig auf ihre Gehalte an Dioxinen und Furanen untersucht; ab 2007 auch auf dioxinähnliche PCB, ab 2006 auf PFT. Die im Folgenden beschriebenen Ergebnisse beziehen sich, sofern nicht anders angegeben, auf 11 Aalproben aus dem Einzugsgebiet des Mains aus 2009.

Dioxine, Furane und dl-PCB

Bei allen 8 Aalproben des LfU aus dem Einzugsgebiet des Mains aus 2002 wurden die Höchstgehalte für Dioxine, Furane und dl-PCB (WHO-PCDD/F-PCB) überschritten. Dabei schwankten die Summenwerte (WHO-PCDD/F-PCB-TEQ) von 31,2 bis 77,7 pg/g FG. Bei den 4 Proben anderer Fischarten war bei einem Güter der Höchstgehalt für Dioxine, Furane und dl-PCB mit einem WHO-PCDD/F-PCB-TEQ von 8,3 pg/g FG numerisch überschritten, d. h. noch innerhalb der Messunsicherheit von ca. 20%.

Bei 6 der 7 Aalproben des LfU aus 2003 wurden die Höchstgehalte für Dioxine, Furane und dl-PCB überschritten. Dabei schwankten die Summenwerte (WHO-PCDD/F-PCB-TEQ) von 4,6 bis 46,3 pg/g FG. Die 5 Proben anderer Fischarten waren unauffällig.

Bei allen 11 Aalproben des LGL aus dem Jahr 2009 wurden die Höchstgehalte für Dioxine, Furane und dl-PCB überschritten. Dabei schwankten die Summenwerte (WHO-PCDD/F-PCB-TEQ) von 16,2 bis 60,7 pg/g FG.

Indikator-PCB

In Proben des LfU (jährlich ca. 65 Fische) wurden die Lebensmittelgrenzwerte für Indikator-PCB in Aalen aus Main und Schwarzach vereinzelt überschritten. Die Untersuchungen der LGL (11 Aale im Jahr 2009) auf Gehalte an Indikator-PCB ergaben keine Höchstmengenüberschreitungen.

HCB

Überschreitungen der HCB-Biota-Norm von 10 ng/g FG nach RL 2008/105/EG im Main und seinem Einzugsgebiet wurden vom LfU nur in der Muskulatur von Aalen festgestellt. Auch in der Leber von Nase, Hecht und Hasel wurden vereinzelt HCB-Gehalte > 10 ng/g FG gemessen. Die Muskel- und Leberproben der anderen untersuchten Fischarten wiesen alle HCB-Gehalte < 10 ng/g FG auf.

Schwermetalle

Seit 2005 wurde die UQN für Quecksilber in Biota nach RL 2008/105/EG an allen Messstellen des LfU regelmäßig und größtenteils deutlich überschritten. Die Messungen erfolgten sowohl an Döbel und Brassen, als auch an anderen Fischarten. Die Lebensmittelgrenzwerte wurden für Quecksilber und Blei nur sehr vereinzelt überschritten.

Ausblick

Die Untersuchungen im Rahmen des bayerischen Fischschadstoffmonitorings werden weitergeführt. Eine Anpassung der Probenahmestrategie und des untersuchten Stoffspektrums im Hinblick auf die Überblicksüberwachung nach WRRL und die UQN für Biota ist geplant. Die statistische Auswertung der Daten der letzten 10 Jahre steht noch aus.

Aller Erwartung nach wird der Trend für die untersuchten Stoffe abnehmend oder gleichbleibend sein.

Eine komprimierte Fassung der Berichte aus dem letzten Berichtszeitraum des LfU (2005 und 2006) kann hier eingesehen werden:

- o http://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/daten/stoffanreicherung_wassertiere/doc/bericht_fischmonitoring.pdf
http://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/fachinformationen/akkumulationsmonitoring/stoffanreicherung_wassertierchen/doc/fimo_messstellen_2005.pdf

Der LfU-Bericht zu dl-PCB und PCDD/PCDF für 2002 und 2003 findet sich unter:
http://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/forschung_und_projekte/untersuchung_bewertung_proben/doc/pcb_abschlussbericht_100807.pdf

Die Kontaminantenkombination Dioxine, Furane und dioxinähnliche PCB wurde vom LGL erstmals im Jahr 2009 gemessen. Eine Trendaussage ist somit nicht möglich. Für 2010 sind aufgrund der festgestellten Überschreitungen weitere Untersuchungen an Flussfischen aus dem Main geplant. Zusätzlich werden Fische, die als Lebensmittel in Verkehr gebracht werden, untersucht.

Übersichtsdaten dieser Untersuchungen sind den LGL-Jahresberichten zu entnehmen:

<http://www.lgl.bayern.de/publikationen/jahresberichte.htm>

Sämtliche Einzeldaten wurden der Datenbank des Bundes und der Länder gemeldet und sind dort einsehbar: <http://www.pop-dioxindb.de>

3.3.6 Saarland

In den Jahren 2009 und 2010 wurden Fische (vor allem Döbel, in Saarlouis Brassen) aus der Saar und ihren Zuflüssen sowie aus der Mosel auf Kontaminanten untersucht.

Dioxine, Furane und PCB

Der EU-VO-Grenzwert von 8 pg/g PCDD/F-PCB WHO-TEQ wird bei 4 Proben überschritten. Verantwortlich hierfür sind in allen Fällen erhöhte PCB-Werte. Die höchsten Gehalte sowohl an ndl-PCB als auch an dl-PCB sind in einem Brassen an der Entnahmestelle Saarlouis an der Saar festgestellt worden.

Perfluorierte Tenside

Lediglich PFOS und mit Abstrichen PFHxS wurden in maßgeblichen Mengen nachgewiesen, und zwar in Brassen, Giebeln und Rotaugen bzw. Karpfen in zwei Teichanlagen bei St. Wendel, die nach einem Großbrand im Mai 2007 mit Löschschaum belastet wurden. Die Proben aus den Fließgewässern halten den Orientierungswert von 30 µg/kg sicher ein.²⁹

Quecksilber

9 von 10 untersuchten Proben unterschreiten den Lebensmittelgrenzwert von 500 ng/g FG; lediglich in einem Döbel von der Probenahmestelle Reinheim an der Blies wurde eine leichte Überschreitung (520 ng/g FG) festgestellt.

Ausblick

Die Ergebnisse für Dioxine und PCB wichen stark von den sehr viel niedrigeren Werten der Vorjahre ab und führten im Juli 2010 zur Herausgabe einer Verzehrsempfehlung, die vom Verzehr von Fischen ab der Staustufe Saarbrücken-Burbach saarabwärts abrät.

3.3.7 Umweltprobenbank des Bundes

Die Umweltprobenbank des Bundes (UPB) sammelt Proben aus der Umwelt und vom Menschen und lagert sie langfristig als Beleg für die ökotoxikologische und toxikologische Beweissicherung ein. Vor der Einlagerung werden alle Proben auf ein festgelegtes Set an anorganischen und organischen Stoffen analysiert („Real-time-Monitoring“); diese Daten sind über die Internetseite der UPB recherchierbar: www.umweltprobenbank.de.³⁰

Dioxine und Furane und dl-PCB

Dioxine/Furane überschritten im Jahr 2008 nur in Brassen von der Messstelle Bimmen den Höchstwert von 4 pg/g FG. Hier sind von 1995 bis 2008 die Dioxingehalte tendenziell angestiegen. Brassen von der Messstelle Weil wiesen zwischen 1995 und 2005 Dioxinkonzentrationen bis zu einem Faktor 3 oberhalb des Höchstwertes auf. Die Konzentrationen fielen abrupt ab dem Jahr 2006, da seitdem an dieser Messstelle nur noch relativ junge Brassen gefangen werden können. Die Dioxingehalte in Fischen von der Messstelle Iffezheim liegen über die Jahre recht konstant im Bereich oder knapp unter der Höchstgrenze. Brassen von der Messstelle Koblenz waren bis 2004 nur geringfügig mit Dioxinen belastet; Verschiebungen bei den beprobten Fischen hin zu

²⁹ Der vom BfR vorgeschlagene TDI von 0,15 µg PFOS pro kg Körpergewicht und Tag würde bei einem durchschnittlichen Verzehr von 300 g Fisch pro Tag und einem Körpergewicht von 60 kg bei einer Belastung von 30 µg/kg ausgeschöpft werden.

³⁰ Auf Anfrage werden Daten als Excelfiles zur Verfügung gestellt. Daten über Dioxine / Furane und dl-PCB werden nicht in die Datenbank der UPB, sondern in die Dioxindatenbank des Bundes und Länder importiert. Auf Anfrage werden diese Ergebnisse in gewünschter Form (WHO-PCDD/F-TEQ, WHO-PCDD/F-dl-PCB-TEQ) zur Verfügung gestellt.

älteren und fettreicheren Individuen führten zu Dioxinkonzentrationen im Bereich des Höchstwertes.

Dioxine/Furane/dl-PCB – berechnet als WHO-PCDD/F-PCB-TEQ – überschritten im Jahr 2008 in Brassen von Iffezheim, Koblenz und Bimmen den Höchstwert von 8 pg/g FG (vgl. Abb. 15).

Zeitliche Trends des Gesamt-TEQ in Brassen von den 4 Rhein-Messstellen entsprechen grundsätzlich denen des PCDD/F-TEQs mit dem Unterschied, dass die Einbeziehung der dl-PCB häufiger zu einer Überschreitung des Höchstwertes führt.

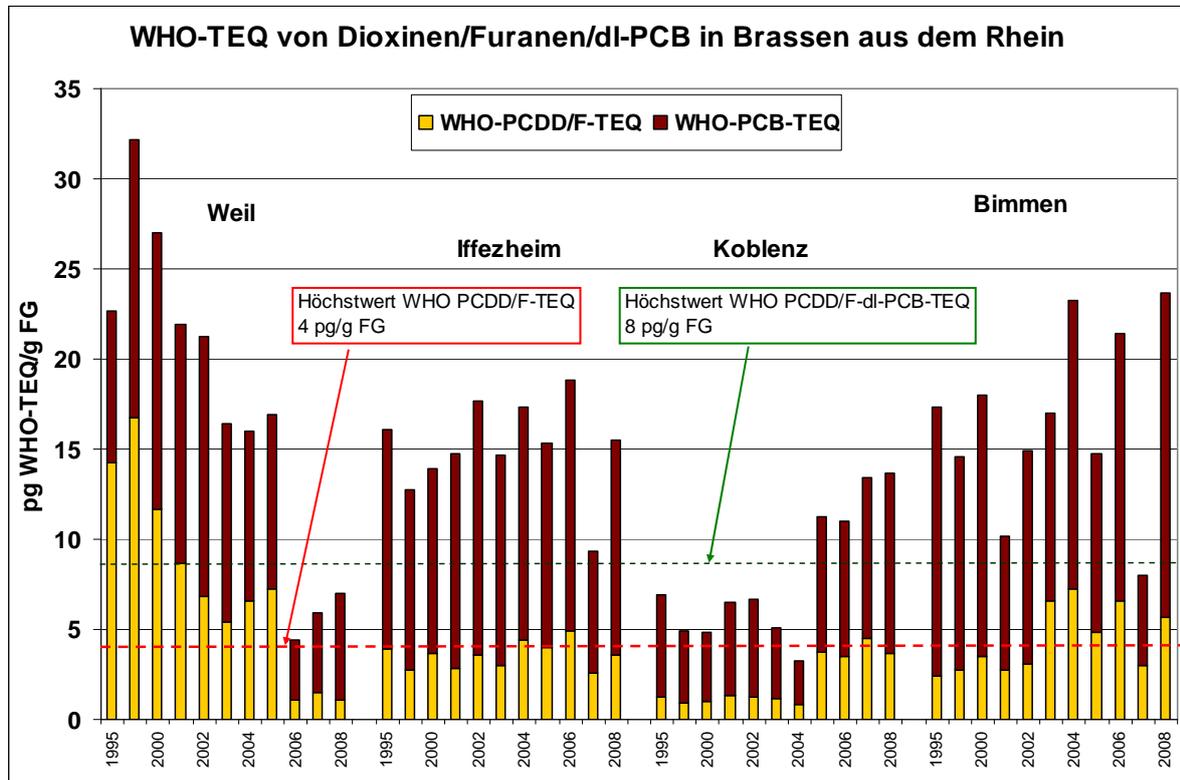


Abb. 15 : Zeitlicher Trend der Belastung von Brassen im Rheinhauptstrom mit Dioxinen, Furanen und dl-PCB. Quelle: UBA

Indikator-PCB

Indikator-PCB-Konzentrationen in Muskulatur von Brassen aller Rheinstandorte unterschreiten die derzeit geltenden Höchstwerte nach Schadstoffhöchstmengenverordnung³¹ deutlich. Bei Einführung des aktuell diskutierten EU-Wertes von 110 ng/g FG für die Summe der 6 Indikator-PCB (siehe 2.2) wären Brassen der Messstellen Iffezheim, Koblenz und Bimmen nicht verzehrfähig. Bei Bezug auf das Frischgewicht zeigen sich über den Beobachtungszeitraum 1995 bis 2009 stark variierende Werte mit ansteigenden Trends der Konzentrationen in Fischen von Iffezheim, Koblenz und Bimmen. Bei Bezug auf den Fettgehalt glätten sich die Kurven, aber auch hier ist keine signifikante, nachhaltige Abnahme von PCB in Brassen seit dem Jahr 2000 zu beobachten.

³¹ je 200 ng/g FG pro PCB-Kongener 28, 52, 101, 180 und je 300 ng/g FG pro PCB-Kongener 138, 153

Hexachlorbenzol

HCB-Konzentrationen in Muskulatur von Brassen der Rheinstandorte Weil, Koblenz und Bimmen liegen im Bereich oder unterhalb der HCB-Biota-Norm nach RL 2008/105/EG von 10 ng/g FG. Am Standort Iffezheim wird die Norm in den Jahren 1999 bis 2008 bis zu einem Faktor 5 überschritten; im Jahr 2009 wurden hier nur noch HCB-Konzentrationen wenig oberhalb der Norm gemessen. Da sich die bei Iffezheim in den 2000er Jahren beprobten Brassen hinsichtlich Alter, Gewicht und Fettgehalt kaum unterscheiden, könnte dieser Befund auf einen nachhaltigen Rückgang der HCB-Belastung bei Iffezheim hindeuten.

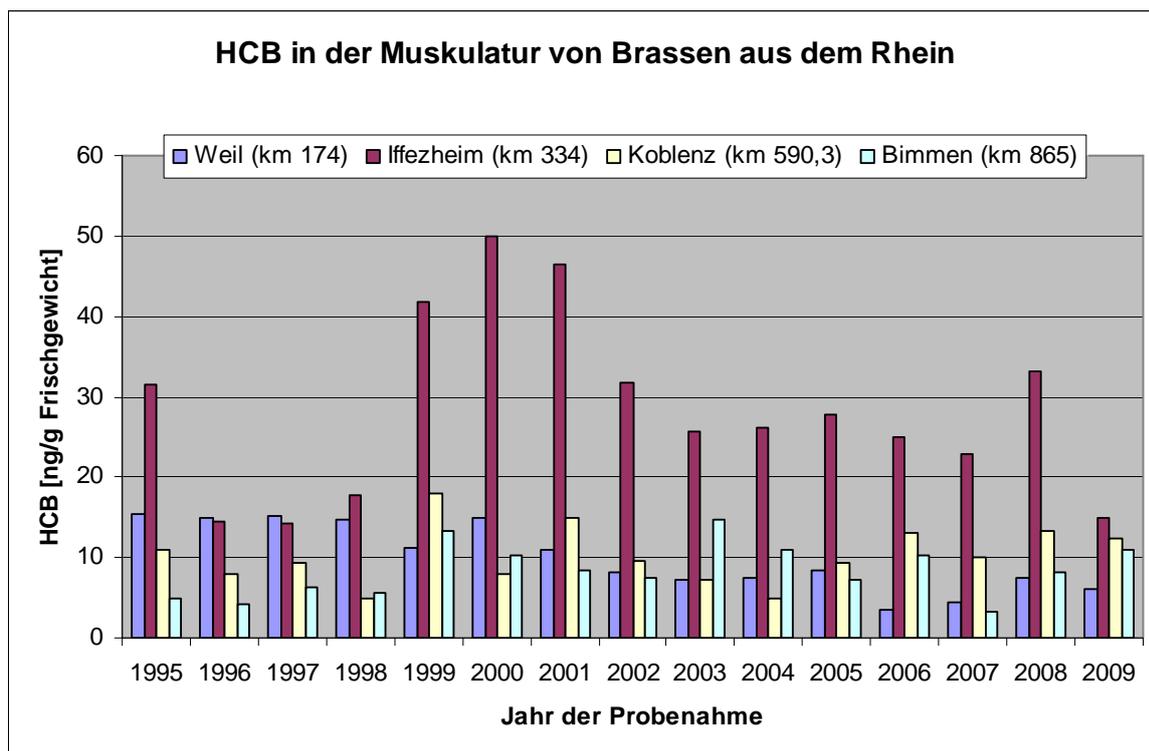


Abb. 16 : Hexachlorbenzolbelastung in Brassen im Rheinhauptstrom (Quelle: UBA)

Quecksilber

Quecksilberkonzentrationen in Muskulatur von Brassen aller Rheinstandorte liegen deutlich oberhalb der Hg-Biota-Norm nach RL 2008/105/EG von 0,02 mg/kg FG; die Norm wird um das 5 bis 17fache überschritten. Für den Zeitraum 1995 bis 2009 ist kein Trend zur Abnahme der Hg-Konzentrationen zu beobachten. Für den Standort Weil ist die von 2005 nach 2006 abrupt niedrigere Hg-Konzentration darauf zurückzuführen, dass hier in den letzten Jahren nur noch relativ junge Brassen beprobt werden können.

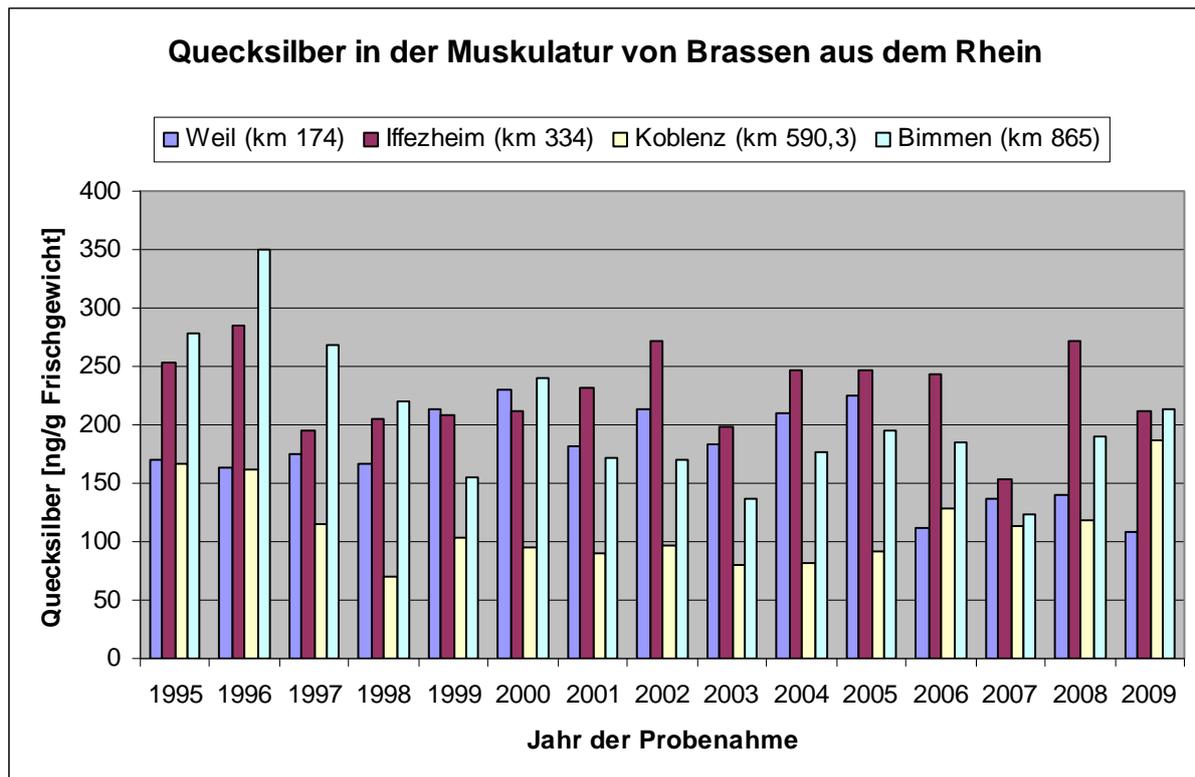


Abb. 17 : Quecksilberbelastung in Brassen im Rheinhauptstrom (Quelle: UBA)

Ausblick

Die langjährigen Untersuchungen der Umweltprobenbank von Schadstoffgehalten in Brassen zeigen, dass bei der Bewertung zeitlicher Konzentrationstrends immer auch Alter und Fettgehalt der beprobten Fische berücksichtigt werden müssen. Hier offenbaren sich auch die Grenzen der Standardisierung bei einer Probenahme, wenn z. B. wie an der Messstelle Weil „alte“ Brassenpopulationen nicht mehr zu beproben sind oder Fische aufgrund zunehmend verbesserter Lebensbedingungen fetthaltiger werden. Letzteres wird im Rahmen der UPB nicht nur im Rhein, sondern auch in anderen Flüssen beobachtet.

3.4 Mosel-Saar-Gebiet

Im Frühjahr 2004 wurde im gesamten Mosel/Saar-Einzugsgebiet ein internationales Messprogramm in Schwebstoffen und Fischen auf Dioxine, Furane und PCB einschließlich der WHO-PCB durchgeführt.³² Es zeigt sich, dass die Analysenergebnisse für die Schadstoffe in Fischen räumlich ungleichmäßiger verteilt sind als die für Schwebstoffe. Sie sind für Aale und Weißfische unterschiedlich und weisen zum Teil stellenweise sehr hohe Werte auf, die in den Schwebstoffwerten keine Entsprechung haben. Auch die Kongenerenverteilungen unterscheiden sich im Allgemeinen sehr stark. Der Vergleich der Fischergebnisse mit den Grenz- und Richtwerten ergibt bei Aalen deutliche Überschreitungen an fast allen Messstellen. Auch die Werte für die Weißfische zeigen in Einzelfällen Überschreitungen der Richtwerte.

³² vgl. IKSMS 2005

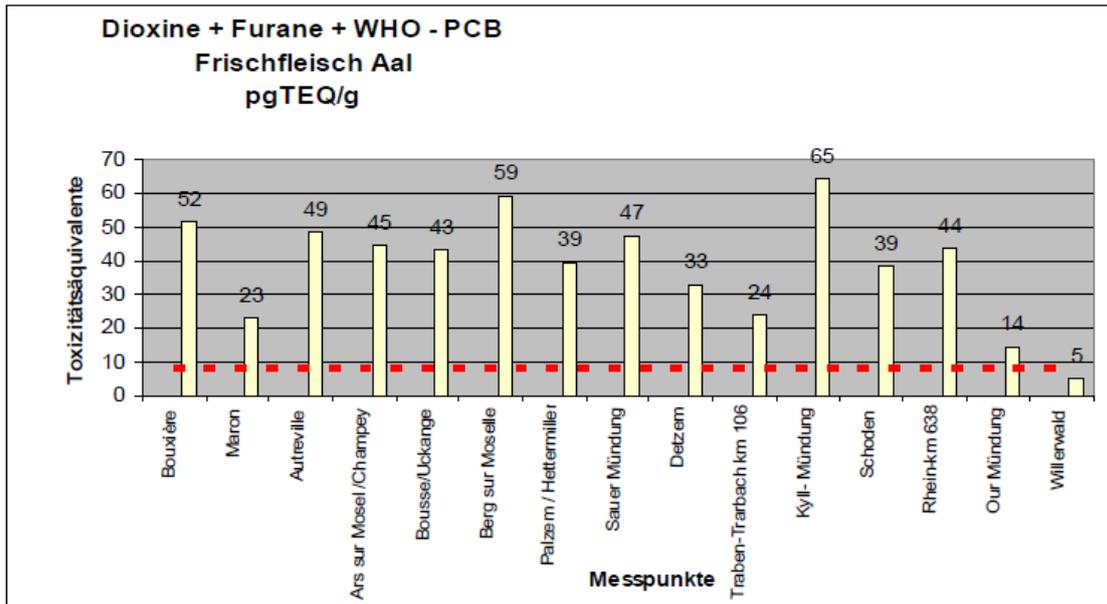


Abb. 18: Belastung von Aalen in Gewässern des Mosel-Saar-Einzugsgebietes mit Dioxinen, Furanen und PCB. Quelle: IKSMS-Bericht 2005

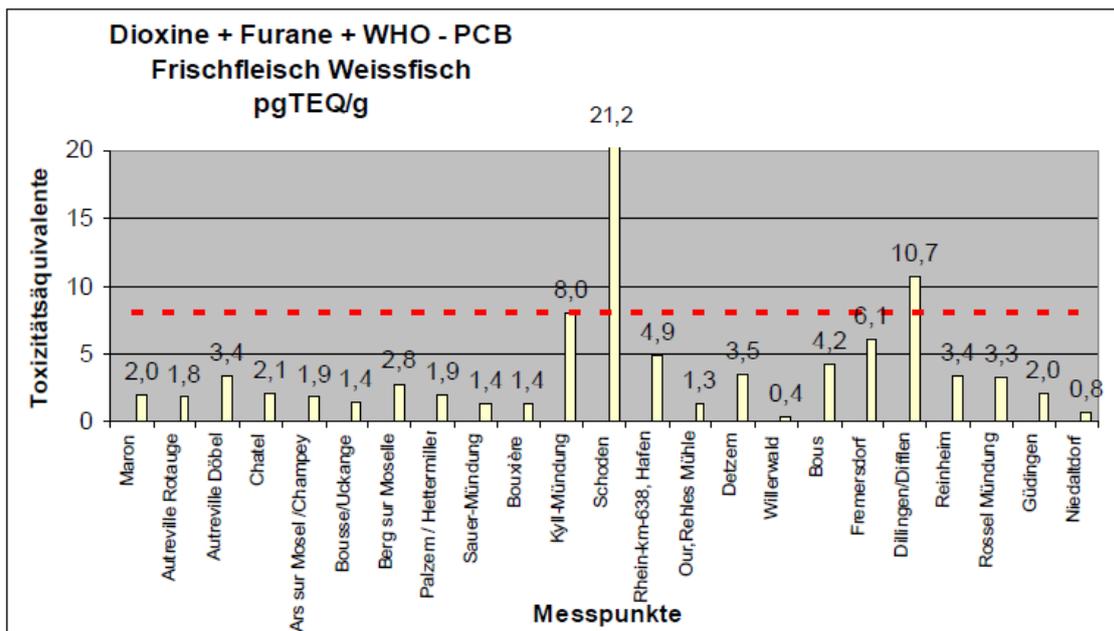


Abb. 19: Belastung von Weißfischen in Gewässern des Mosel-Saar-Einzugsgebietes mit Dioxinen, Furanen und PCB. Quelle: IKSMS-Bericht 2005

3.5 Luxemburg

In 2000, 2002 und 2003 wurden Fische in der Sauer und ihren Zuflüssen mit den folgenden Zielen untersucht: (1) die Kontamination der Fische mit persistenten, bioakkumulierenden Schadstoffen möglichst vollständig zu erheben, (2) die potenziellen Quellen der gemessenen Schadstoffe geographisch einzukreisen und (3) die gesundheitlichen Risiken beim Verzehr von Fischen aus luxemburgischen Fließgewässern einschätzen zu können.

Dioxine, Furane und dl-PCB

Bei den Aalen gab es bei allen Proben starke Überschreitungen des EU-Grenzwertes von 12 pg/g FG; die Extremwerte betragen 21 bis 160 pg/g FG.

Bei den Weißfischen (verschiedene Arten) gab es nur gelegentliche Überschreitungen des EU-Grenzwertes von 8 pg/g FG; die Extremwerte betragen 0,43 bis 10 pg/g FG.³³

Folgende Flüsse gelten als PCB-belastet: die Mosel, die Mittel- und Grenzsauer, die untere Our, die Wiltz sowie, in einem geringeren Ausmaß, die Alzette, die Clerve und die Syr. Neben dem Stausee an der oberen Sauer sind folgende Flüsse am wenigsten mit PCB belastet: die Obersauer (besonders unterhalb des Stausees), die Eisch, die Mamer, die obere Our, die Attert und die Wark.

Im Vergleich mit zurückliegenden Erhebungen aus den Jahren 1993 / 1994 und 1998 / 1999 konnte kein zeitlicher Trend der Kontamination festgestellt werden, so dass davon ausgegangen wird, dass die Hauptbelastungsquellen chronischer und persistenter Natur sind.

Ausblick

Da es in Luxemburg keine gewerbliche Fischerei gibt, werden luxemburgische Fische nicht vermarktet. Die Untersuchung aus dem Jahr 2003 führte jedoch zur Herausgabe einer Verzehrsempfehlung, die 2010 aktualisiert wurde: http://www.securite-alimentaire.public.lu/actualites/communiqués/2011/06/pcb_consommation_poissons/index.html.

Diese rät vom Verzehr von Aalen ab und empfiehlt einen mäßigen Verzehr von Weißfischen gemäß der WHO-TWI von 14 pg/g TEQ pro kg KG.

3.6 Niederlande

Bis 2006 wurde ein Programm mit dem Ziel der Überwachung der Wasser- und Ökosystemqualität durchgeführt. Speziell die Untersuchung von Aalen wurde genutzt, um persistente organische Schadstoffe (POPs), deren Konzentration im Wasser sehr niedrig ist, in der Umwelt zu messen. Auch HCB und Quecksilber, das als Methylquecksilber in Organismen akkumuliert, werden seit 1977 in Aal gemessen. Die Konzentrationen in Aal werden in den Berichten mit MTR- und HC₅-Werten verglichen.

Das Sportfischerei-Monitoringprogramm, das im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Lebensmittelqualität durchgeführt wurde, zielte ab auf die Qualität von Aal (und einzelnen Zandern) als Lebensmittel. Die Fische wurden u. a. auf PCB, bestimmte Organochlorpestizide (OCPs) und Quecksilber hin untersucht. Zugleich wurden auch Stoffe untersucht, für die es keine rechtlichen Normen gab. Seit dem Inkrafttreten der EU-Richtlinie werden auch Dioxine, Furane und dl-PCB in Aal analysiert. Außerdem wurden weitere Untersuchungen (*surveys*) an Aalen durchgeführt.

³³ Die Werte aus älteren Untersuchungen sind auf WHO-TEQ umgerechnet worden. Zudem sind die Untersuchungen 2000 bis 2003 an Trockenmasse durchgeführt worden; die Werte wurden auf Frischgewicht bezogen umgerechnet.

An einigen Messstellen wurden seit 1980 Fische untersucht. Die folgenden Abbildungen zeigen die Trends für die wichtigsten Stoffe / Stoffgruppen im Vergleich zum jeweiligen Grenzwert.

Dioxine, Furane und dl-PCB

Der europäische Grenzwert von 12 ng/kg FG TEQ für Dioxine, Furane und dl-PCB für Aale wird seit dem Inkrafttreten der EU-VO Nr. 1881/2006 im niederländischen Teil des Rheineinzugsgebiets durchgehend überschritten. Im westlichen Teil sind die Überschreitungen stark; selbst kleine (magere) Aale weisen hohe TEQ-Werte auf. In großen Aalen werden maximale TEQ-Werte von mehr als 80 ng/kg gemessen.

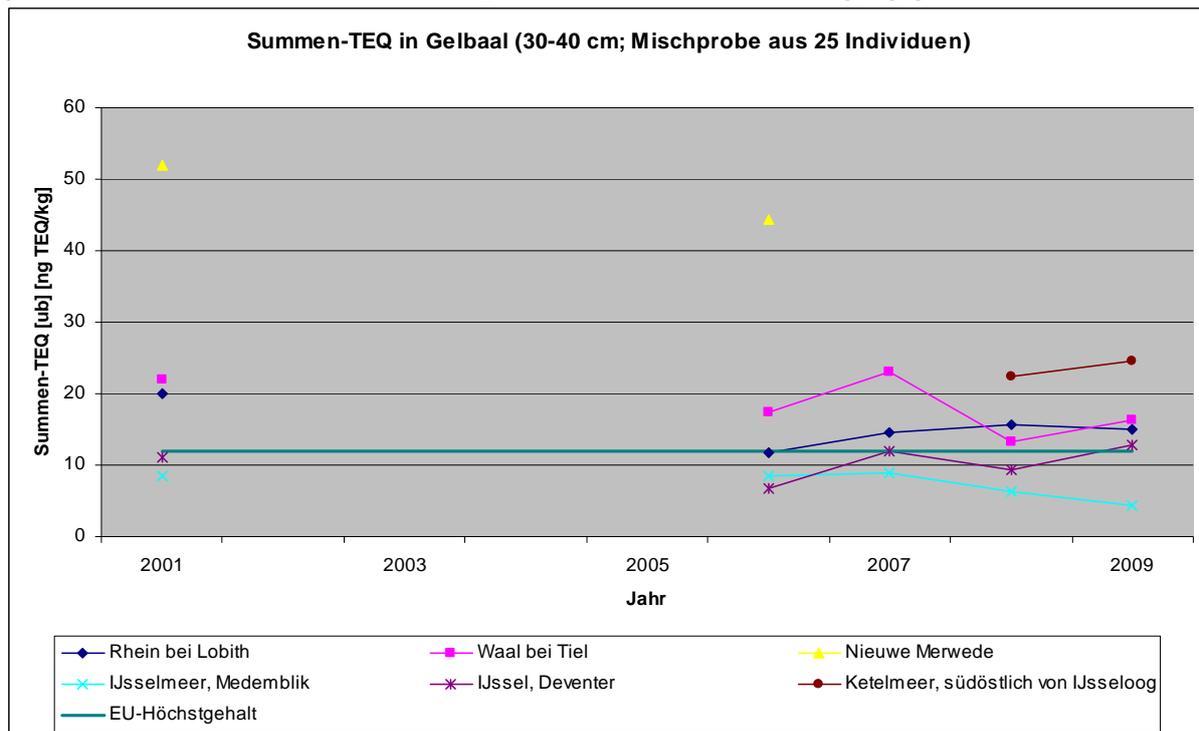


Abb. 20 : Belastung von Gelbaal im Deltarhein (NL) mit Dioxinen, Furanen und dioxinähnlichen PCB im Zeitraum 2001 bis 2009. Summenparameter PCDD/F + dl-PCB TEQ. Gelbaale mit einer Länge von 30 bis 40 cm, Mischproben aus 25 Individuen. Quelle: RIKILT/IMARES-Berichte 1993 bis 2010

Indikator-PCB

In den 80er Jahren wurden die damals geltenden Grenzwerte des niederländischen Lebensmittelrechts regelmäßig überschritten, vor allem der Grenzwert für PCB 153 (500 µg/kg). Diese Überschreitungen sind seltener geworden. Lediglich im Unterlauf des Rheins (Sedimentationsgebiet) ist das Belastungsniveau noch immer vergleichbar hoch, vor allem in größeren, fettreichen Aalen.

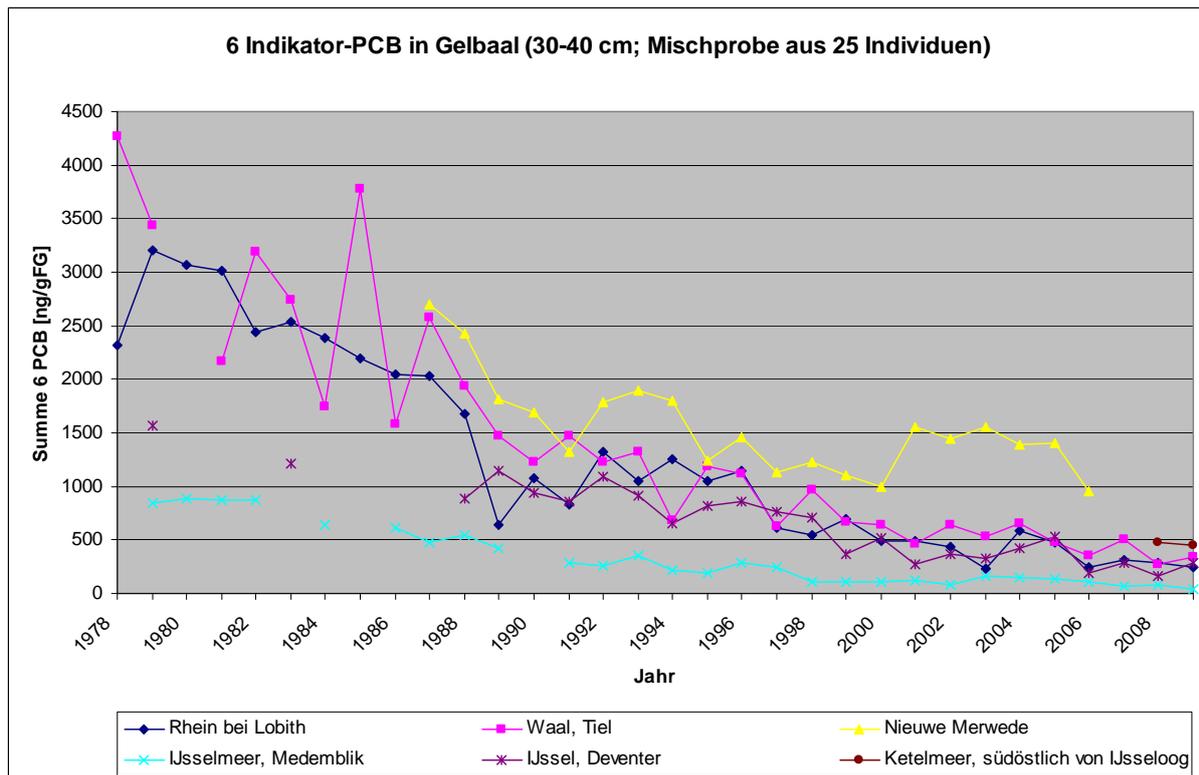


Abb. 21 : Belastung von Gelbaal im Deltarhein (NL) mit Indikator-PCB im Zeitraum 1978 bis 2009. Summe aus 6 Indikator-PCB-Kongeneren. Gelbaale mit einer Länge von 30 bis 40 cm, Mischproben aus 25 Individuen. Quelle: RIKILT/ IMARES-Berichte 1993 bis 2010³⁴

Hexachlorbenzol

Die folgende Abbildung zeigt die HCB-Konzentration an Messstellen im niederländischen Rheineinzugsgebiet im Vergleich zur Biota-Norm nach RL 2008/105/EG. Diese wird für HCB beinahe eingehalten (Grenzwert: 10 µg/kg). In den letzten Jahren liegen die Konzentrationen bei 11 bis 16 µg/kg. Die HCB-Konzentrationen in Aalen aus dem IJsselmeer liegen bereits seit 1990 unterhalb des Biota-Grenzwerts.

³⁴ Quellenangabe zu den Abbildungen 14 bis 16: RIKILT-/IMARES-Berichte 1993 bis 2010. Die Untersuchungen wurden finanziert durch das Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit und durch Rijkswaterstaat.

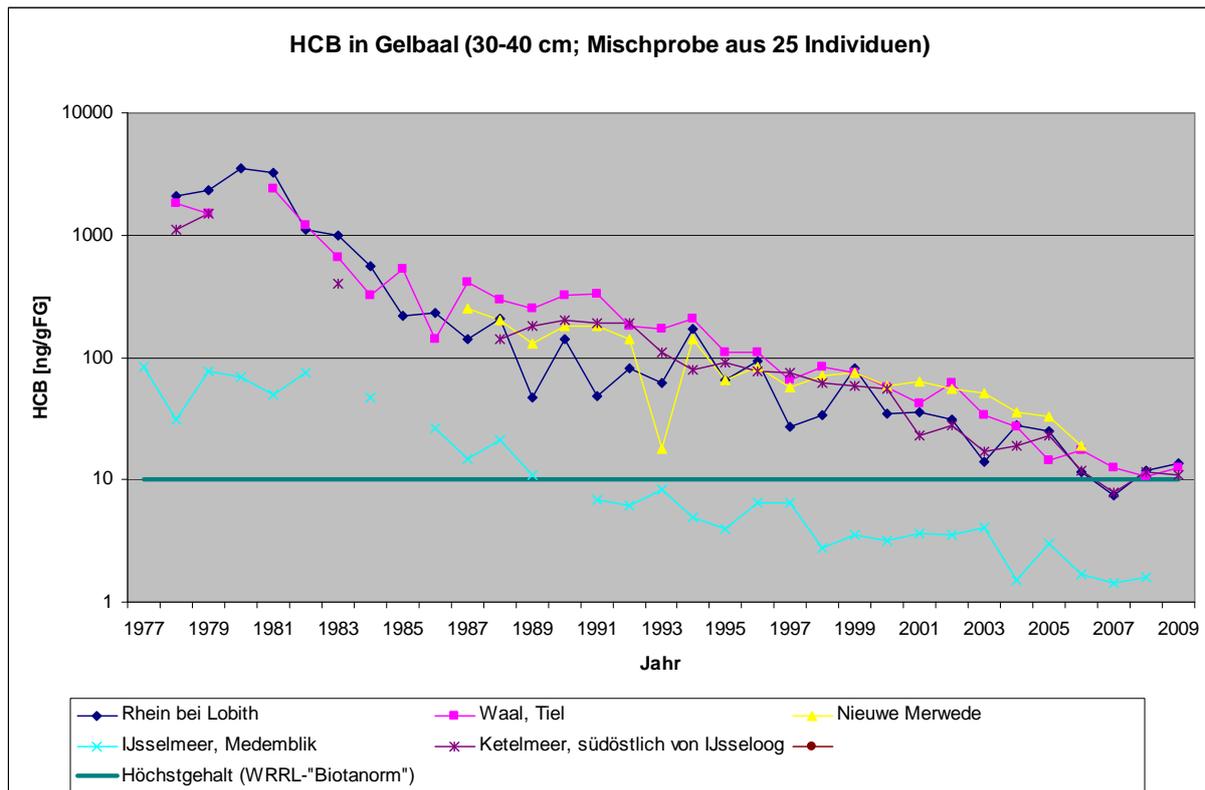


Abb. 22 : Belastung von Gelbaal im Deltarhein (NL) mit HCB im Zeitraum 1977 bis 2009. Gelbaale mit einer Länge von 30 bis 40 cm, Mischproben aus 25 Individuen. Quelle: RIKILT/IMARES-Berichte 1993 bis 2010

Perfluorierte Tenside

In 2007 wurden 15 perfluorierte Verbindungen in Aal, Wasser und Sedimenten in niederländischen Gewässern untersucht. Für 3 Messstellen wurde zudem mit der neuerdings zur Verfügung stehenden Analytik PFOS in historischen Aalproben der letzten 30 Jahre untersucht. Von 1978 bis Mitte der 1990er Jahre verdoppelte bis vervierfachte sich die PFOS-Konzentration in den Proben und kehrte dann zu den Ausgangswerten zurück (vgl. Abb. 23). In rezenten Proben war PFOS die vorherrschende Verbindung unter den PFT; die PFOS-Konzentrationen im Muskelfleisch von Aalen lagen bei 7 bis 58 ng/g FG.

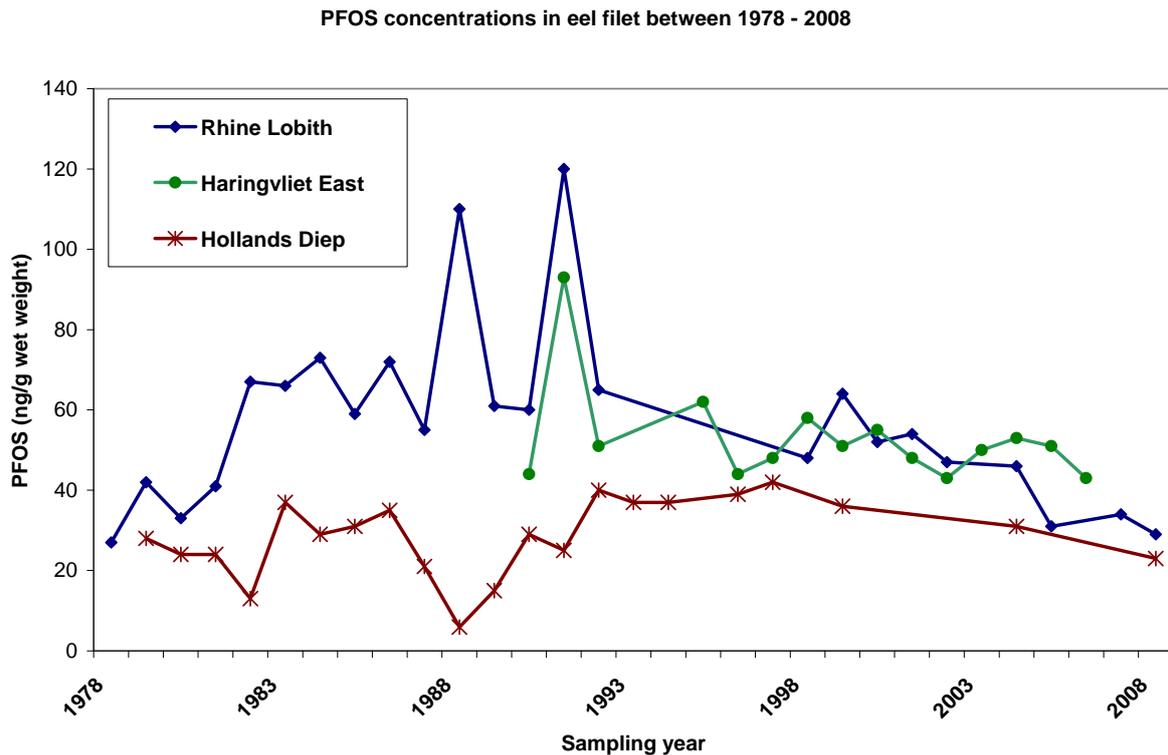


Abb. 23: PFOS-Konzentrationen in Aal (n = 25) im Deltarhein von 1978 bis 2008. Quelle: Kwadijk et al. 2010

Quecksilber

Wie Abb. 24 zeigt, haben die Konzentrationen von (Methyl-)Quecksilber in Aal seit den 1980er Jahren abgenommen. Seit dem Jahr 2000 wird an den meisten Messstellen keine weitere Verbesserung festgestellt. Die Biotanorm von 0,02 mg/kg wird im gesamten niederländischen Rheineinzugsgebiet überschritten.

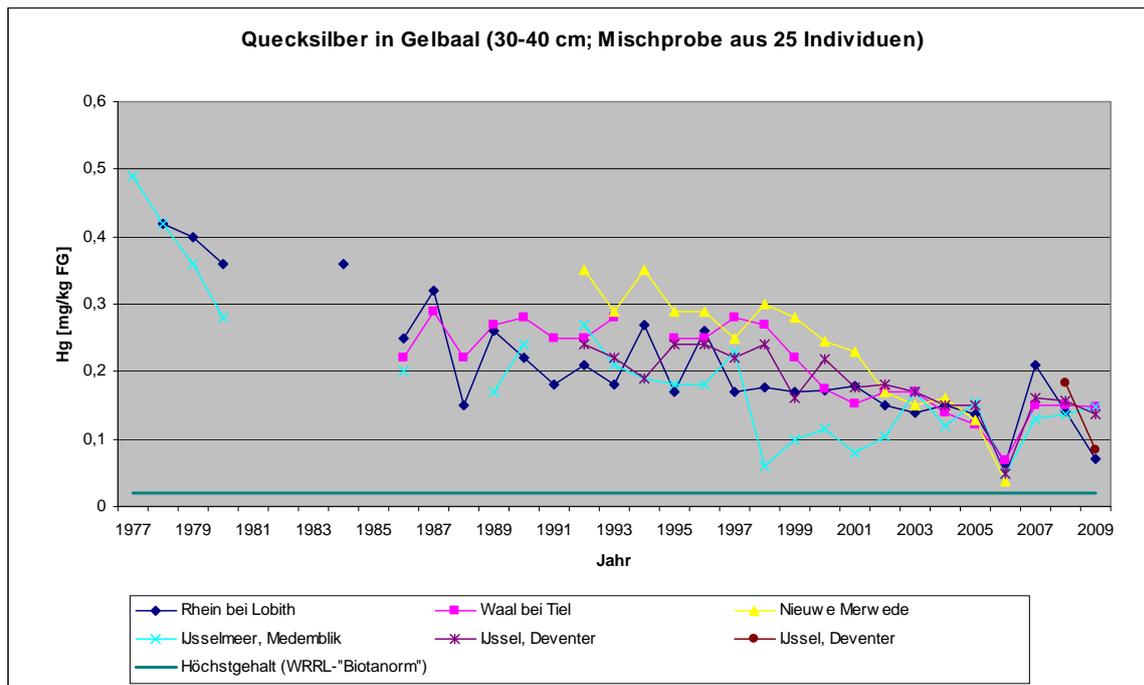


Abb. 24: Belastung von Gelbaal im Deltarhein (NL) mit Quecksilber im Zeitraum 1977 bis 2009. Gelbaale mit einer Länge von 30 bis 40 cm, Mischproben aus 25 Individuen. Quelle: RIKILT/IMARES-Berichte 1993 bis 2010

Ausblick

Neben den in den vorangegangenen Abschnitten beschriebenen wurden keine weiteren niederländischen Lebensmittelnormen überschritten.

Im September 2000 hat das Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Fischerei den Sportfischern aufgrund der Ergebnisse zu PCDD/F + dl-PCB empfohlen, selbst gefangenen Aal aus den großen Flüssen nicht zu verzehren. Für Sportfischer gilt zudem seit einigen Jahren eine Rücksetzungspflicht beim Fang von Aalen. Seit dem 1. April 2011 ist die Fischerei auf Aal in allen mit Dioxinen (TEQ) belasteten Gebieten verboten. Die Gebiete wurden aufgrund der Untersuchungsergebnisse ausgewiesen und umfassen unter anderem alle großen niederländischen Flüsse. Das Fangverbot beinhaltet zugleich ein Verbot der Anwendung von 10 speziellen Fangwerkzeugen für die Aalfischerei; außerdem ist der Besitz von Aal in den betroffenen Gebieten sowie in der unmittelbaren Umgebung verboten. Das Fangverbot gilt für jedermann, also sowohl für Berufsfischer als auch für Sportfischer.³⁵

Die koordinierte Überwachung von Schadstoffkonzentrationen in Biota sollte aus niederländischer Sicht fortgeführt werden. Nicht alle OCPs sind noch relevant; einige sind seit langem nicht mehr im Handel (z. B. Lindan), so dass die Konzentrationen rasch bis weit unterhalb der Normen abgenommen haben. PCB-Konzentrationen in Aal bleiben allerdings hoch und machen 70 bis 90% der Gesamt-TEQ-Werte in Aal in niederländischen Gewässern aus. Auch PFT, vor allem PFOS, sollten trotz des abnehmenden Trends weiter beobachtet werden; hierfür eignen sich Aale als Bioindikator.

³⁵ Kotterman & van der Lee 2011

4. Auswertung des IKSR-Schwebstoffmessprogrammes in Bezug auf PCB 118

Im Rahmen des internationalen Rheinmessprogramms Chemie wird als einziges dioxinähnliches PCB seit 1991 das PCB 118 gemessen.

Die Probenahmefrequenz beträgt 13 – 26 Proben pro Jahr, so dass damit die berechneten Jahresmittelwerte repräsentativ für die PCB-Belastung des Rheines sind. Die PCB-Gehalte der Schwebstoffe sind repräsentativ für die PCB-Belastung der rezenten Sedimente. Seit 2000 nehmen die PCB 118-Gehalte in Schwebstoffen nicht mehr so stark ab wie in den 1990er Jahren. Auch die Akkumulation der PCB im Rheinlängsprofil ist nicht mehr so ausgeprägt wie damals.

An der Messstation Weil an der deutsch-schweizerischen Grenze liegen die Gehalte von PCB 118 in den letzten Jahren im Jahresmittel bei 1 µg/kg. Die Schwankung der Werte ist gering; die Maximalwerte betragen 2 bis 2,5 µg/kg.

An den drei anderen Messstationen (Lauterbourg / Karlsruhe, Koblenz, Bimmen) haben die mittleren Gehalte von 1994 (4 µg/kg) bis 2007 (2 bis 2,5 µg/kg) um die Hälfte abgenommen. Die Gehalte bei Bimmen an der deutsch-niederländischen Grenze liegen z. T. deutlich über den Gehalten bei Koblenz und Karlsruhe.

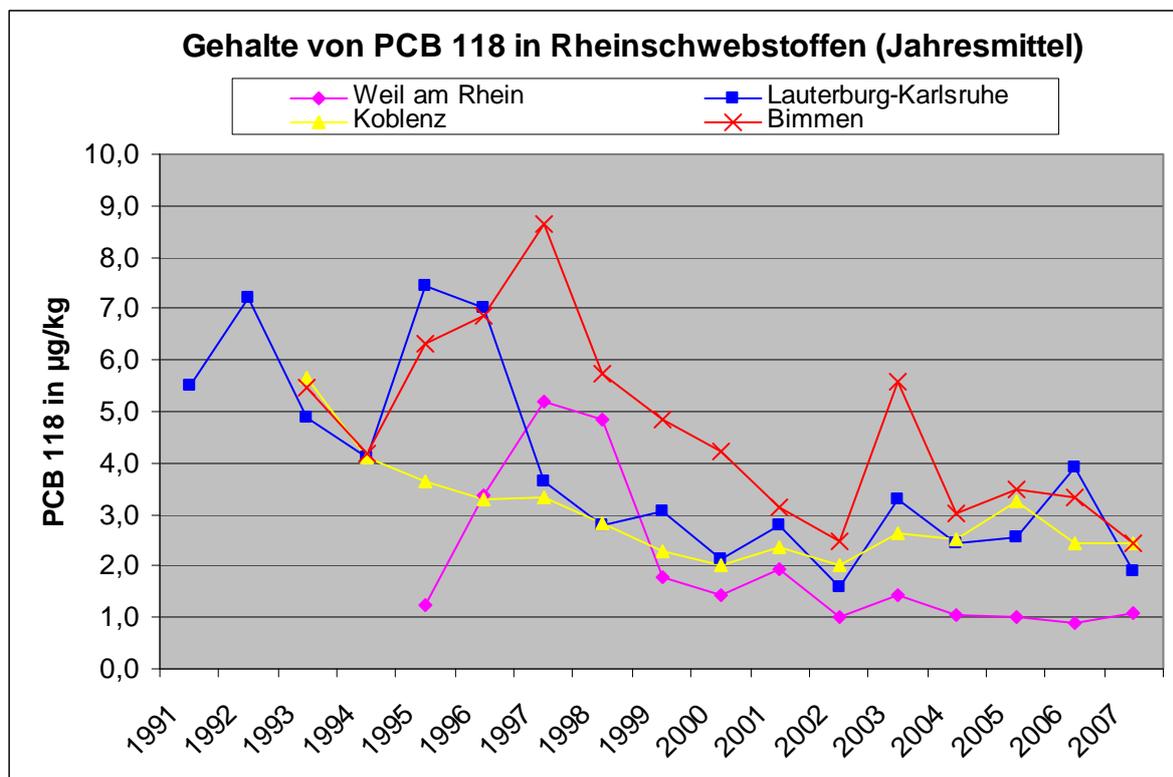


Abb.25: Gehalte von PCB 118 in Rheinschwebstoffen (Jahresmittel, Gehalte in µg/kg). Quelle: IKSR-Schwebstoffmessprogramm 1991-2007

5. Zusammenfassung der Ergebnisse für das Rheineinzugsgebiet

Auf der Grundlage der zusammengeführten Daten der Jahre 2000 bis 2010 geben die folgenden Abschnitte eine Übersicht über die Belastung von Rheinfischen und Fischen in Rheinzufüssen mit „dioxinähnlichen PCB“ und anderen Schadstoffen. Dabei wird meistens auf die Überschreitung lebensmittelrechtlicher Normen und in einigen Fällen auf die Biota-UQN nach RL 2008/105/EG Bezug genommen. Sofern bekannt, werden Aussagen zur Trendentwicklung gemacht.

Auch wenn die Daten nicht direkt miteinander vergleichbar sind, geben sie doch eine gute Übersicht über die Belastungssituation im Rheineinzugsgebiet.

5.1 Dioxine, Furane und dl-PCB

Insgesamt wurden bei den untersuchten Fischen aller Arten erhebliche Schwankungen der Gehalte an Dioxinen und PCB festgestellt. Diese Schwankungen erklären sich zum einen durch die unterschiedliche Belastungssituation des jeweiligen Gewässers an der Probenahmestelle, zum anderen durch Art und Zusammensetzung der Proben. Belastbare Werte des Summen-TEQ für Dioxine, Furane und dl-PCB in Fischen sind in Anlage 5 dargestellt. Sofern nicht anders angegeben, werden hier Rohdaten ohne Berücksichtigung der Messunsicherheit aufgeführt. Folglich werden Überschreitungen der Lebensmittelgrenzwerte hier nicht angegeben.

Die Bandbreite der Werte reicht von unter 1 pg/g FG bei einzelnen Döbeln, Bachforellen, Rotaugen, Hechten, Zandern, Flussbarschen und Welsen bis zu Werten über 70 pg/g FG bei Aalen. Am Beispiel des Rapfens (niedrigster Wert: 0,91 pg/g FG bei einem Exemplar aus der Mosel; höchster Wert: 73,32 pg/g FG bei einem Exemplar aus dem Mittelrhein) wird deutlich, dass die Belastung nicht artspezifisch ist, sondern zum einen von der Belastungssituation des Gewässers an der Probenahmestelle, zum anderen von Alter und Fettgehalt des einzelnen Fisches abhängt (vgl. 1.2).

Bei den **Aalen** ist eine entlang des Rheins und in vielen Rheinzufüssen nahezu flächendeckende Überschreitung des Grenzwertes von 12 pg/g FG festzustellen. Eine Ausnahme bilden die nur gering belasteten Aale aus dem Bodensee sowie aus einem nur oberstromig angebundenen, grundwasserbeeinflussten Altarm am nördlichen Oberrhein. Für die Überschreitung der Höchstgehalte gemäß Lebensmittelrecht sind meist die dl-PCB als eine Komponente des Gesamt-TEQ verantwortlich (vgl. Abb. 4, 6, 7, 8, 15).

Eine aussagekräftige Trendanalyse zu einem dioxinähnlichen PCB-Kongener (PCB 118) erlaubt das IKSR-Schwebstoffmessprogramm für die Jahre 1991 bis 2007, das eine Abnahme der Belastung erkennen lässt.

5.2 Indikator-PCB

Grenzwerte für Indikator-PCB nach deutschem und niederländischem Recht (0,3 mg/kg FG) werden im Rheinhauptstrom (Oberrhein bis Deltarhein) sowie in Mosel und Main gelegentlich überschritten, und zwar in (älteren, fettreichen) Aalen und Brassen, nicht jedoch in anderen Fischarten. Eine aussagekräftige Trendanalyse zu Indikator-PCB erlaubt die Gelbaaluntersuchung im Rheindelta (vgl. Abb. 21). Hier ist seit den 1980er Jahren eine deutliche Abnahme der Belastung von Werten über 3 mg/kg FG auf Werte unter 0,5 mg/kg FG erkennbar, ebenso in der Mosel und in geringerem Maße in der Saar.

5.3 Hexachlorbenzol

Im Hoch- und Oberrhein wurden für HCB 2008 erstmals keine Überschreitungen der Höchstmengen von 0,05 mg/kg FG oder 0,5 mg/kg Fett nach der deutschen Rückstandshöchstmengenverordnung (RHmV) mehr festgestellt. Bei Aalen im Mainingebiet

sowie im Mittelrhein gibt es noch vereinzelte Überschreitungen. Im Deltarhein konnte seit den 1970er Jahren ein starker Rückgang der HCB-Belastung bei Gelbaalen von über 0,1 mg/kg FG auf Werte um 0,01 mg/kg FG verzeichnet werden. Im IJsselmeer wird die Umweltqualitätsnorm (UQN) für Biota von 0,01 mg/kg FG gemäß der Richtlinie 2008/105/EG eingehalten.

5.4 Perfluorierte Tenside

Insbesondere bei Rheinfischen (Deltarhein, Niederrhein, Oberrhein, Hochrhein) wurden deutlich erhöhte Gehalte an PFOS nachgewiesen (3 bis über 70 µg/kg, vereinzelt Extremwerte bis zu 126 µg/kg FG; Orientierungswert des BfR: 30 µg/kg FG; UQN-Vorschlag: 9,1 µg/kg FG). Die Trendanalyse in den Niederlanden zeigt einen Anstieg von den 1970ern bis auf Werte über 100 µg/kg FG Mitte der 1990er Jahre, dann einen Rückgang auf Werte zwischen 7 und 58 µg/kg FG. Für andere PFT lagen die Werte im ganzen Rheingebiet zumeist unter der Nachweisgrenze.

5.5 Quecksilber

Die europäische Lebensmittelnorm für Quecksilber von 1 mg/kg FG für Aale und von 0,5 mg/kg FG für andere Fischarten wird lediglich vereinzelt überschritten; die Werte liegen zumeist im Bereich zwischen 0,07 und 0,35 mg/kg. Der in den 1980er und 1990er Jahren beobachtete Rückgang der Quecksilberkonzentrationen in Fischen aus dem Rheinhauptstrom zwischen Weil und Deltarhein hat sich nach 2000 nicht weiter fortgesetzt. Die Biota-Norm von 0,02 mg/kg FG für Quecksilber gemäß der Richtlinie 2008/105/EG wird flächendeckend und systematisch in allen Teilen des Rheineinzugsgebiets überschritten.

Tab. 10: Einschätzung der Belastungsentwicklung von Rheinfischen

Einschätzung → gleichbleibend, ↗ steigend, ↘ fallend, ./ keine Aussage möglich aufgrund fehlender Daten, fehlender Voruntersuchungen oder zu geringer Stichprobenzahl.

Staat / Land	Dioxine / Furane	dl-PCB*	Indikator-PCB	HCB	Hg
CH	→↗	→↗	→↗	./	./
DE (UBA)	→↗	→↗	→↗	↘	→
DE-BW	./	./	./	./	./
DE-RP	→	→	→	↘	./
DE-BY	./	./	→↘	→↘	→
DE-NW	./	→↗	→↗	↘	./
LU	→	→	→	./	./
NL	→	→	→	→↘	→↘

* Die Belastung mit dioxinähnlichen PCB wird erst seit dem Jahr 2000 gemessen, die mit Indikator-PCB teils erheblich länger.

6. Fazit

Trotz der vorliegenden umfangreichen Datengrundlage sind statistisch abgesicherte Aussagen über Schadstoffbelastungen in Rheinfischen außerordentlich schwierig. Verteilungsmuster und Trendentwicklungen können höchstens regional erkannt werden. Ein standardisiertes Vorgehen von der Probenahme bis zur Analyse könnte eine Bewertung der Belastung von Fischen auf der Ebene des gesamten Rheinhauptstroms bzw. des gesamten Rheineinzugsgebiets ermöglichen.

Die vorliegenden Ergebnisse der überwiegend auf das Lebensmittelrecht ausgerichteten Untersuchungen können außerdem nicht ohne Weiteres auf ökosystemare Fragen übertragen werden. Um hierzu fundierte Aussagen machen zu können, wären Daten aus spezifischen Untersuchungsansätzen, beispielsweise zu den Auswirkungen von Schadstoffen auf Fische unterschiedlicher Lebensstadien, auf Fruchtbarkeit / Fortpflanzung im Gewässer, Zusammenhänge mit Fischkrankheiten usw., erforderlich. Solche wissenschaftlichen Untersuchungen sind in den Rheinanliegerstaaten bisher nicht vorgesehen.

Referenzen

- **Agence Nationale de Sécurité Sanitaire:** Avis du 14 juin 2010 relatif aux bénéfiques / risques liés à la consommation de poissons. Afssa – Saisine n° 2008-SA 0123 <http://www.afssa.fr>
- **Belpaire** et al. 2011: The European eel quality database: towards a pan-European monitoring of eel quality. Environmental Monitoring and Assessment, 12 pp, in press
- **Bauch**, G. 1966: Die einheimischen Süßwasserfische. Verlag Neumann-Neudamm, 5. Auflage, 199 S.
- **BfR** 2008: Gesundheitliche Risiken durch PFOS und PFOA in Lebensmitteln sind nach dem derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstand unwahrscheinlich. Stellungnahme 004/2009 des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) vom 11. September 2008 http://www.bfr.bund.de/cd/3862?index=80&index_id=8102
- **BfR** 2009: Kriterien für Verzehrsempfehlungen bei Flussfischen, die mit Dioxin und PCB belastet sind. Stellungnahme des Bundesinstituts für Risikobewertung BfR. <http://www.bfr.bund.de>
- **BVL** 2009: Kriterienkatalog für Verkehrsverbote für Flussfische. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) - <http://www.bvl.bund.de>
- **CVUA Freiburg:** Jahresberichte. www.ua-bw.de
- **Duinhoven** et al. 2007: Quickscan toetsing aan voorlopige normen voor Rijnrelevante en overige relevante stoffen. Rijkswaterstaat, Lelystad
- **Eaufrance**, französisches Wasserportal: Daten zum Nationalen Aktionsplan Frankreichs zu PCB. <http://www.pollutions.eaufrance.fr/pcb>
- **EFSA** 2008: Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food chain on Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts. The EFSA Journal Nr. 653, S. 1-131. <http://www.efsa.europa.eu/de/scdocs/scdoc/653.htm>
- **FGG Elbe** 2010: Nationales Überwachungsprogramm Elbe 2009 – Ergebnisse des Sondermessprogramms Tochter-RL UQN in der Fischart Brassen (*Abramis brama* (L.)). – Entwurf interner Arbeitsbericht der Geschäftsstelle der Flussgebietsgemeinschaft Elbe, Außenstelle Hamburg
- **Giesy** J.P., Jones P.D., Kannan K., Newsted J.L., Tillitt D.E., Williams L.L. 2002: Effects of chronic dietary exposure to environmentally relevant concentrations of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin on survival, growth, reproduction and biochemical responses of female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquatic Toxicology 59, S. 35 – 53
- **IKSMS** 2005: Internationales Messprogramm „PCB und verwandte Stoffe an Schwebstoffen und in Fischen in Mosel und Saar 2004“ – Endbericht. IKSMS-Bericht PLEN 8/2005 (= EQ 2/05). <http://www.iksms-cipms.org> => Publikationen => Inter_Messprogramm_Schwebstoffe_Fische_2004.pdf
- **IKSR** 2002: Kontamination von Rheinfischen – Ergebnisse der letzten koordinierten Untersuchung im Jahr 2000. IKSr-Bericht Nr. 124, www.iksr.org
- **IKSR** 2009: Rheinmessprogramm Biologie, Qualitätskomponente Fische – Monitoring Rheinfischfauna. IKSr-Bericht Nr. 173, www.iksr.org
- **IKSR** 2010: Vergleich des Istzustandes mit dem Sollzustand des Rheins 1990 bis 2006. IKSr-Bericht Nr. 180, www.iksr.org
- **Kotterman**, M.J.J.; Hoek-van Nieuwenhuizen, M.; Jongbloed, R.H. 2007: Alternatief voor Biologische Monitoring microverontreiniging in rode aal. Wageningen IMARES Rapport C090/07
- **Kotterman**, M.J.J. (IMARES); van der Lee, M. (RIKILT) 2011: Gehaltes aan dioxines en dioxineachtige PCB's (totaal-TEQ) in paling en wolhandkrab uit Nederlands zoetwater; Bericht Nr. C011/11 IMARES Wageningen UR

- **Kwadijk**, C.J.A.F.; Korytar, P.; Koelmans A.A. 2010: Distribution of Perfluorinated Compounds in Aquatic Systems in The Netherlands; Environ. Sci. Technol. 2010, 44, 3746–3751
- **LAWA-Expertenkreis "Stoffe"** 2010: Stoffdatenblatt PFOS.
<http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de>
- **Lelek**, A.; Buhse, G. 1992: Fische des Rheins – früher und heute. Centre Naturoopa des Europarates (Hrsg.), Straßburg, 214 S.
- **MacDonald**, M. M.; Warne, A. L.; Stock; N. L., Mabury; S. A., Solomon; K. R.; Sibley, P. K. 2004: Toxicity of perfluorooctane sulfonic acid and perfluorooctanoic acid to *Chironomus tentans*. Environmental Toxicology and Chemistry, 23, 2116-2123
- **Ministerium für Gesundheit** 2003: Belastung von Fischen der Hauptflüsse Luxemburgs mit Dioxinen, PCB und Schwermetallen – Abschlussbericht.
- **Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement** : Les PCB ou PolyChloroBiphényles : état des lieux (2007) et lancement du plan national d'actions (2008); suivi du plan national d'action (avril 2010); liste des arrêtés d'interdiction en cours (août 2010) -
<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Documents-lies.html>
- **Muus**, Bent J., Dahlström, Preben 1998: Süßwasserfische Europas. BLV, 8. Auflage, 224 S.
- **Parey**, Klaus 1986: Belastung von Rheinfischen mit Schwermetallen und Organochlorverbindungen und Auswirkungen auf die Reproduktion. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Fakultät für Biologie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br.
- **Pelz**, G.R., Brenner; T. 2002: Fische und Fischerei in Rheinland-Pfalz. Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz (Hrsg.), Mainz, 258 S.
- **RIVO / IMARES** 2007: Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren: Microverontreinigingen in rode aal (2000 – 2006). RIVO- / IMARES- Berichte im Auftrag von RIZA
- **RIVO /IMARES /RIKILT** 2000 bis 2010: Monitoring Sportvisserij. RIVO- /IMARES- /RIKILT- Jahresberichte im Auftrag des LNV
- **Schmid**, P.; Zennegg, M.; Holm, P.; pietsch, C.; Brüscheiler, B.; Kuchen, A.; Staub, E.; Tresp, J. 2010: Polychlorierte Biphenyle (PCB) in Gewässern der Schweiz. Daten zur Belastung von Fischen und Gewässern mit PCB und Dioxinen, Situationsbeurteilung. Umwelt-Wissen Nr. 1002, Bundesamt für Umwelt, Bern. 101 S. Auch in französischer Sprache verfügbar.
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01518/index.html?lang=de>
- **Ternes**, T.; Weil, H.; Seel, P.: Belastungen von Fischen mit verschiedenen Umweltchemikalien in Hessischen Fließgewässern - Vergleichende Studie 1999-2000. Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) 2000
- **van den Heuvel-Greve**, M. et al. 2009: Aal in het Benedenrivierengebied – 1. Feiten. Achtergrondinformatie, trends, relaties en risico's van dioxineachtige stoffen, PCB's en kwik in aal en zijn leefomgeving. Deltares, Berichtsentwurf Juni 2009.

Anlagen

Anlage 1: Beteiligte Institutionen und Ansprechpartner in den Rheinanliegerstaaten

Land	Behörde	Sitz	Bearbeiter	Mail	Telefon	Bemerkung
Schweiz	Bundesamt für Umwelt (BAFU)	Bern	Erich Staub	erich.staub@bafu.admin.ch	0041-31-322 93 77	
Frankreich	Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA)	Vincennes	Cendrine Dargnat	cendrine.dargnat@onema.fr	0033-1-45 14 40 88	Im Rahmen des nationalen Aktionsplans gegen PCB in Fischen und Sedimenten leitet ONEMA die praktischen Arbeiten und verbreitet die Daten.
	Ministère du travail, de l'emploi et de la santé		Isabelle de Guido-Vincent-Genod	isabelle.deguido@santé.gouv.fr		
	Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire		Magali Naviner	magali.naviner@agriculture.gouv.fr		
	Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement		Nathalie Tchilian	nathalie.tchilian@developpement-durable.gouv.fr		
DE-Bayern	Bayrisches Landesamt für Umwelt (LfU)	Wielenbach	Georgia Buchmeier	georgia.buchmeier@lfu.bayern.de	0049-881-185-144	
	Bayrisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL)	Oberschleißheim	Michael Albrecht	michael.albrecht@lgl.bayern.de	0049-89-31560500	
DE-Baden-Württemberg	Regierungspräsidium Freiburg (RP FR)	Freiburg	Gerhard Bartl	gerhard.bartl@rpf.bwl.de	0049-761-208 12 96	
	Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Freiburg (CVUA FR)	Freiburg	Karin Kypke	karin.kypke@cvuafr.bwl.de	0049-761-88 55-131	
DE-Saarland	Ministerium für Umwelt	Saarbrücken	Adam Schmitt	A.Schmitt@Umwelt.Saarland.de	0049-681-5014793	

Land	Behörde	Sitz	Bearbeiter	Mail	Telefon	Bemerkung
DE-Rheinland-Pfalz	Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (LUWG)		Lothar Kroll	lothar.kroll@luwg.rlp.de	0049-6131-6033-1829	
DE-Hessen	Regierungspräsidium Darmstadt (RP DA)	Darmstadt	Christian Köhler	christian.koehler@rpda.hessen.de	0049-6151-12 52 71	
	Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL)	Wiesbaden	Johannes Berger	johannes.berger@lhl.hessen.de	0049-611-7608-521	
DE-Nordrhein-Westfalen	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV)	Düsseldorf	Jens Rosenbaum-Mertens	jens.rosenbaum-mertens@lanuv.nrw.de	0049-211-1590-2250	
			Jaqueline Lowis	jaqueline.lowis@lanuv.nrw.de	0049-211-1590-2250	
DE-Bund	Umweltbundesamt (UBA)	Dessau	Christa Schröter-Kermani	christa.schroeter-kermani@uba.de	0049-30-8903 1501	
Luxemburg	Ministère de l'Intérieur, Administration de la Gestion de l'Eau	Luxemburg	Max Lauff	max.lauff@eau.etat.lu	00352-26 0286-47	
	Ministère de la Santé, Service de la Sécurité Alimentaire		Patrick Hau	patrick.hau@ms.etat.lu	00352- 247-75620	
Luxemburg, Frankreich, Deutschland	Internationale Kommissionen zum Schutz der Mosel und der Saar (IKSMS)	Trier	Daniel Assfeld	daniel.assfeld@iksms-cipms.org	0049-651-73147	
Niederlande	Rijkswaterstaat / waterdienst (RWS)	Lelystad	Charlotte Schmidt	charlotte.schmidt@rws.nl	0031-6-10012151	
	Wageningen UR - IMARES	IJmuiden	M. Kotterman, S. Glorius	info.imares@wur.nl	0031-317 - 480900	
	RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid	Wageningen	./.	info.rikilt@wur.nl	0031-317 - 480256	

Die Anlagen 2 bis 5 finden sich am Ende des Berichts.

Anlage 2: Untersuchte Schadstoffe in Fischen im Einzugsgebiet des Rheins

Anlage 3: Auf Schadstoffe untersuchte Fischarten im Einzugsgebiet des Rheins

Anlage 4: Normen, Verordnungen und Empfehlungen, nach denen die Untersuchungen zur Kontamination der Fischfauna im Einzugsgebiet des Rheins durchgeführt wurden

Anlage 5: Kontamination von Fischen im Rhein und seinen Nebenflüssen mit Dioxinen, Furanen und dioxinähnlichen PCB: Ergebnisse

Anlage 6 : Lebensmittelrechtliche und ökotoxikologische Begriffe und Konzepte zur Einschätzung des Risikos durch Kontaminationen

Auslösewerte

Zusätzlich zu den im Bericht verwendeten Höchstgehalten sind für verschiedene Kontaminanten Auslösewerte definiert worden. Diese sind ein Instrument für die zuständigen Behörden und Unternehmen, mit dem sie diejenigen Fälle ausfindig machen können, in denen es angezeigt ist, eine Kontaminationsquelle zu ermitteln und Maßnahmen zur Beschränkung oder Beseitigung zu ergreifen.

Zielwerte

Die von der EU festgelegten Zielwerte geben an, welche Kontaminationshöhe in Futtermitteln und in Lebensmitteln erreicht werden muss, um die Exposition der Bevölkerungsmehrheit auf den vom Wissenschaftlichen Lebensmittelausschuss der EU (*Scientific Committee on Food, SCF*) festgesetzten TWI-Wert für Dioxine und dioxinähnliche PCB zu senken.

Tolerierbare Aufnahmemengen

Tolerierbare Aufnahmemengen sind eine Einschätzung der Menge einer Substanz in der Luft, Nahrung oder dem Trinkwasser, die ohne merkliches Gesundheitsrisiko lebenslang aufgenommen werden kann. Die von der WHO festgelegte Einheit ist pg TEQ /kg Körpergewicht (KG) pro Tag (TDI = *tolerable daily intake*, tolerierbare tägliche Aufnahmemenge) bzw. pro Woche (TWI = *tolerable weekly intake*, tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge).

Der TWI-Wert WHO für Dioxine, Furane und dioxinähnliche PCB (als Summerparameter) liegt bei 14 pg TEQ/kg KG. Für PFT hat der EFSA³⁶ einen TDI von 0,15 µg/kg KG und für PFOA einen TDI von 1,5 µg/kg KG festgelegt.

Da der TWI / TDI ein Grenzwert für eine durchschnittliche lebenslange Belastung ist, ist eine Expositionsbeurteilung anhand von einzelnen Mahlzeiten wenig aussagefähig. Bei der Festlegung von Verzehrsempfehlungen wie beispielsweise für Flussfische mit einer bestimmten Belastung muss deshalb auch die Aufnahme der Kontaminante durch übrige Lebensmittel und die sonstige Umwelt (z. B. eine eventuelle Raumbelastung) berücksichtigt werden.

Rechenbeispiele (*worst case*-Betrachtungen):

³⁶ Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food chain on Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts. The EFSA Journal (2008) Journal number, Adopted on 21 February 2008. <http://www.efsa.europa.eu/de/scdocs/scdoc/653.htm>

- Ein Verbraucher mit einem Körpergewicht von 60 kg dürfte von einem Aal mit einem **PCDD/F-PCB-TEQ** von 35,1 ng/kg (eine Belastung, die u. a. in Deutschland / Hessen gemessen wurde) nur alle 16,7 Wochen, d. h. max. 3 mal pro Jahr, eine 200 g-Portion zu sich nehmen, damit unter Berücksichtigung der Aufnahme an Dioxinen/dl-PCB durch übrige Lebensmittel der TWI-Wert von 14 pg/kg KG nicht überschritten wird.
- Beim einmaligen wöchentlichen Konsum von 150 g Aal mit einer Konzentration von ca. 40 pg **PCDD/F-PCB-TEQ**/g (eine Konzentration, die u. a. im niederländischen Rheineinzugsgebiet regelmäßig in Aal gemessen wurde) führt dies für eine 65 kg schwere Person zu einer Aufnahme von $150 \times 40 = 6000$ pg TEQ, oder aber 92 pg TEQ/kg KG / Woche. Dazu kommt eine mittlere Hintergrundbelastung von ca. 6 pg TEQ/kg KG / Woche, so dass sich die Gesamtbelastung auf 98 pg TEQ/kg KG / Woche beläuft, also auf das 7-fache des TWI-Wertes.
- Eine 60 kg schwere Person, welche eine Portion von 200 g Fisch verzehren würde, der mit dem höchsten in Deutschland (Hessen) nachgewiesenen Gehalt belastet wäre, würde den TDI für **PFOS** zu 280% und für **PFOA** zu weniger als 1% ausschöpfen.
- Legt man für einen 60 kg schweren Durchschnittsverzehrer von Süßwasserfischen eine mittlere Verzehrsmenge von 14,98 g/Tag zugrunde, würde der TDI für die am höchsten belasteten Proben in Hessen von PFOS zu 21% und von PFOA zu weniger als 1 Promille ausgeschöpft. Für Vielverzehrer mit einer durchschnittlichen Verzehrsmenge von 36,79 g/Tag beträgt die TDI-Ausschöpfung durch die am höchsten belasteten Proben für PFOS 52% und für PFOA ca. 1 Promille.

Da das Risiko der Aufnahme von Kontaminanten aus verschiedenen Quellen im Einzelfall nur sehr schwer eingeschätzt werden kann, raten Behörden oft gänzlich vom Verzehr hoch belasteter Fischarten wie dem Aal ab.

Bioakkumulationsfaktoren bei Fischen

Zur Ermittlung artspezifischer Bioakkumulationsfaktoren (BAF) für PFOS wurden für die Fischarten Aal, Aland, Bachforelle, Barbe, Brassen, Döbel, Flussbarsch, Hecht und Rotaugen an jeweils mindestens zwölf verschiedenen Fangstellen in Nordrhein-Westfalen in den Jahren 2006 bis 2008 die Konzentrationen in der Fischmuskulatur und im Wasser ermittelt. Der Bioakkumulationsfaktor (BAF) ist dimensionslos und stellt den Quotienten aus der PFOS-Konzentration in der Fischmuskulatur [$\mu\text{g}/\text{kg TS}$] und im Wasser [$\mu\text{g}/\text{kg Wasser}$] dar.

Der aus den vorliegenden Daten aller berücksichtigten Fangstellen und Fischarten berechnete mittlere, artunspezifische Bioakkumulationsfaktor für PFOS in der Fischmuskulatur liegt bei ~ 905 und variiert artspezifisch oder durch andere Einflüsse bedingt zwischen 539 (z. B. Döbel) und 2.284 (z. B. Flussbarsch, vgl. Tab. 11).

Tab. 11: Berechnete mittlere Bioakkumulationsfaktoren für PFOS (Fischmuskulatur) bei verschiedenen Fischarten

Fischart	Anzahl Fangstellen	Anzahl Proben	Bioakkumulationsfaktor [Mittelwert]
Flussbarsch	19	71	2.284
Aal	19	65	1.799
Brasse	16	48	1.731
Bachforelle	43	200	862
Rotauge	15	58	812
Hecht	13	27	797
Barbe	14	33	773
Aland	12	31	616
Döbel	46	152	539

Die gefundenen Wertebereiche stimmen in ihrer Größenordnung auch mit Literaturwerten überein. Beispielsweise wurde für den Blauen Sonnenbarsch ein PFOS-Bioakkumulationsfaktor von 2.796 ermittelt.³⁷ Bei Regenbogenforellen wurden Werte zwischen 690 (Skelett) und 3.100 (Blut) errechnet.³⁸ Diese Ergebnisse wurden bei der Ableitung eines Vorschlags für eine Umweltqualitätsnorm bezüglich des Fischkonsums (UQN_{biota.Human}) durch den Expertenkreis „Stoffe“ der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) berücksichtigt.³⁹ Der auf Basis des TDI-Wertes (*tolerable daily intake*) für PFOS abgeleitete Wert (9 µg/kg in der Fischmuskulatur) beträgt umgerechnet auf die Wasserkonzentration UQN_{biota.Human} = 0,002 – 0,020 µg/l.

Für die Rheinfische lassen sich auf Basis der vorliegenden Daten keine zuverlässigen Werte für die Bioakkumulation (BAF-Werte) berechnen, da die PFOS-Konzentration im Rhein (Wasserproben) häufig unterhalb der Bestimmungsgrenze (<0,01 µg/l) liegt (vgl. Tab. 12: 20-28% der PFOS-Messwerte liegen unterhalb der Bestimmungsgrenze). Setzt man für diese Werte die halbe Bestimmungsgrenze ein, ergeben sich für die hier dargestellten Mess- bzw. Fangstellen im nordrheinwestfälischen Rheinabschnitt mittlere BAF-Werte zwischen 1050 und 1950. In den dargestellten Nebengewässern ist die Streuung der BAF-Werte noch größer. Die Werte liegen zwischen 143 und 2923, im Mittel einschließlich der Rhein-Messstellen (n=16) bei 1022.

³⁷ Environment Agency 2004: Environmental Risk Evaluation Report: Perfluorooctanesulphonate (PFOS). Bristol

³⁸ Umweltbundesamt Österreich: Fact Sheet Perfluorierte Alkylsulfonsäuren: Perfluorooctansulfonate; http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/gesundheits/fact_sheets/Fact_Sheet_Perfluorierte_Tenside.pdf

³⁹ LAWA-Expertenkreis "Stoffe" (2010): Stoffdatenblatt PFOS. Erstellt durch das Analytische Laboratorium Luhnstedt; [http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/cms/WaBoAb_prod/WaBoAb/Vorhaben/LAWA/Vorhaben_des_Ausschusses_Oberflaechengewasser_und_Kuestengewasser_\(AO\)/O_5.07/L28_db_PFO_S_Datenblatt_UQN-Vorschlag_1003158708448628300909157.pdf](http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/cms/WaBoAb_prod/WaBoAb/Vorhaben/LAWA/Vorhaben_des_Ausschusses_Oberflaechengewasser_und_Kuestengewasser_(AO)/O_5.07/L28_db_PFO_S_Datenblatt_UQN-Vorschlag_1003158708448628300909157.pdf)

Tab.12: PFOS-Messwerte der Messstellen im nordrheinwestfälischen Rheinabschnitt im Zeitraum 2007-02/2011. Wasserproben; Angaben in µg/l

Messstelle	Fluss-km	Anzahl Proben	Anteil Werte <BG*	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabweichung
Bad Honnef	640,0	54	25,9%	<0,01	0,078	0,013	0,010
Bad Godesberg	647,8	18	27,8%	<0,01	0,031	0,012	0,006
Dormagen-Stürzelberg	725,9	14	21,4%	<0,01	0,052	0,014	0,011
Düsseldorf-Flehe	732,3	30	23,3%	<0,01	0,032	0,012	0,006
Lobith	863,2	20	20,0%	<0,01	0,018	0,012	0,004
Kleve-Bimmen	865,0	53	22,6%	<0,01	0,029	0,012	0,005

* BG: Bestimmungsgrenze (0,01 µg/l)

zur Berechnung der Mittelwerte: 0,005 µg/l für Werte <BG

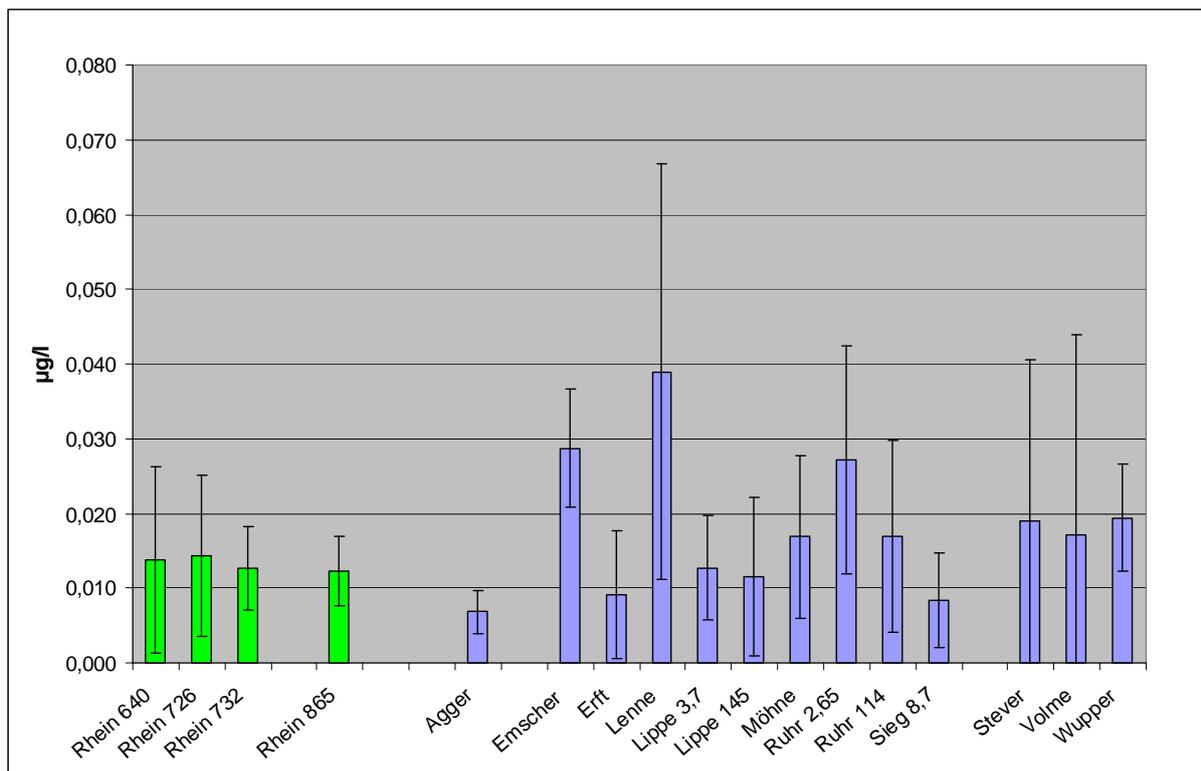


Abbildung 26: Untersuchungen der PFOS-Konzentrationen (Wasserproben) an ausgewählten Überblicksmessstellen im Rheineinzugsgebiet in Nordrhein-Westfalen. Vergleich der Gehalte im Rhein (grün) und in Nebengewässern (blau). Dargestellt sind die Mittelwerte (n ≥ 6) pro Messstelle aus dem Zeitraum 2007-02/2011 mit Standardabweichung.

Tab. 13: PFOS-Messwerte von ausgewählten Überblicksmessstellen im nordrheinwestfälischen Rheinabschnitt im Zeitraum 2007-02/2011 und berechnete mittlere Bioakkumulationsfaktoren (BAF) (Wasserproben; Angaben in µg/l)

Gewässer u. km	Messstelle	Anzahl Proben	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabweichung	mittlerer BAF [(µg/kg)/(µg/l)]
Rhein 640	Bad Honnef	66	0,005	0,078	0,014	0,012	1056,9
Rhein 732	Düsseldorf-Flehe	35	0,005	0,032	0,013	0,006	1321,0
Rhein 865	Kleve-Bimmen	66	0,005	0,029	0,012	0,005	1950,7
Agger	Troisdorf	6	0,005	0,011	0,007	0,003	916,1
Emscher	Emscher-Mündung	23	0,016	0,044	0,029	0,008	437,7
Erfte	Neuss-Eppinghoven	20	0,005	0,032	0,009	0,009	142,9
Lenne	Hagen-Hohenlimburg	28	0,005	0,1	0,039	0,028	1196,9
Lippe 3,7	Wesel	21	0,005	0,03	0,013	0,007	1536,1
Lippe 145	Lippborg	105	0,005	0,056	0,012	0,011	315,1
Möhne	vor Mündung in die Ruhr	23	0,005	0,049	0,017	0,011	1542,6
Ruhr 2,65	Duisburg	49	0,005	0,055	0,027	0,015	751,2
Ruhr 114	Fröndenberg*	77	0,005	0,08	0,017	0,013	2922,9
Sieg 8,7	Menden	20	0,005	0,025	0,008	0,006	964,1
Steuer	Haltern, unterhalb Kläranlage	10	0,005	0,066	0,019	0,022	307,5
Volme	vor Mündung in die Ruhr	31	0,005	0,14	0,017	0,027	491,3
Wupper	Opladen	23	0,005	0,034	0,019	0,007	494,5

*an der Ruhr in Fröndenberg sind die PFT-Konzentrationen im Wasser gesunken; Fischdaten aus vorausgegangenem Zeitraum.

Die an den verschiedenen Gewässern bzw. Messstellen gefundenen Unterschiede hinsichtlich der BAF-Werte (Tab. 13) können u. a. durch unterschiedliche Fischarten bedingt sein (vgl. Tab. 11).

MTR- und HC₅-Werte

Das **maximal zulässige Risikoniveau (maximum tolerable risk)** gibt die Konzentration für einen Stoff an, bei der 95% der potenziell anwesenden Arten in einem Ökosystem geschützt sind. MTR-Werte können als Konzentrationen in Wasser, Boden, Luft oder Organismen angegeben werden. Die MTR-Werte haben nie offiziellen Status erreicht.

Der aus den MTR-Werten abgeleitete Normwert zum Schutz des Ökosystems für den Aal, umgerechnet auf die Basis eines "Standardfischs" mit 10% Trockensubstanz oder 5% Fett, ist 320 µg/kg für PCB 153 und 38 µg/kg für HCB. Da der Gehalt an PCB 153 als Indikator für die ganze Stoffgruppe gesehen wird, gibt es für die anderen PCB-Kongenere keine MTR-Werte. Werte für weitere Stoffe sind in Tabelle 14 aufgelistet.

Tab. 14 : MTR-Werte für Aal in µg/kg für einen Standardfisch mit 10% Trockensubstanz oder 5% Fett.

Da der Gehalt an PCB 153 als Indikator für die ganze Stoffgruppe gesehen wird, gibt es für die anderen hier aufgeführten PCB-Kongenere keine MTR-Werte.

Substanz	MTR-Wert [µg/kg]
PCB153	320
QCB	160
HCB	38
α-HCH	1600
β-HCH	60
γ-HCH	370
Dieldrin	120
p,p'-DDE	22
p,p'-DDD	35
p,p'-DDT	23
ΣDDT	26

Ein weiterer Wert, der die Schädigung des Ökosystems durch Schadstoffe angibt, ist der **HC₅-Wert**. Dieser beziffert die Konzentration eines Schadstoffs in Beutetieren, bei der 5% der Prädatoren nicht mehr "geschützt" sind. Der HC₅-Wert liegt über dem NOEC-Wert (*no observed effect level concentration*), also der maximalen Schadstoffkonzentration, bei der keine Beeinträchtigung eines Organismus beobachtet werden kann.

Anlage 7: Glossar

DEHP	Diethylhexylphthalat
FG	Frischgewicht
HCB	Hexachlorbenzol (Fungizid, Getreidetrockenbeizmittel)
HCBD	Hexachlorbutadien
HC₅-Wert	Konzentration in Beutetieren, bei der 5% der Prädatoren nicht mehr "geschützt" ist
HCH	gamma-Hexachlorcyclohexan (= Lindan)
KG	Körpergewicht
MTR-Wert	<i>maximum tolerable risk</i> , maximal zulässiges Risikoniveau
NOEC	<i>no observed effect level concentration</i> , maximale nicht wirksame Dosis
OCP	(persistente) Organochlorpestizide, z. B. => HCH
PBDE	Polybromierte Diphenylether (Flammschutzmittel)
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCDD	Polychlorierte Dibenzo- <i>p</i> -dioxine
PCDD/F	Polychlorierte Dibenzo- <i>p</i> -dioxine und Dibenzofurane
PCDF	Polychlorierte Dibenzofurane
PFOA	Perfluorooctansäure
PFOS	Perfluorooctansulfonat
QCB	Quintochlorbenzol = Pentachlorbenzol (PeCB; Zwischenprodukt bei der Herstellung von Desinfektions- und Pflanzenschutzmitteln)
TEQ	Toxizitätsäquivalent
TDI	<i>tolerable daily intake</i> ,
TWI	<i>tolerable weekly intake</i> (tolerierbare tägliche bzw. wöchentliche Aufnahme) in pg WHO-TEQ/kg KG
UQN	Umweltqualitätsnorm
WHO	<i>World Health Organisation</i> (Weltgesundheitsorganisation)

Anlage 8: Fragen zu den laufenden und abgeschlossenen Untersuchungen zur Kontamination der Fischfauna im Einzugsgebiet des Rheins mit Schadstoffen

Auf der Grundlage dieses Fragebogens wurden die Kapitel in Abschnitt 3. erarbeitet.

A. Allgemeine Angaben zu den Untersuchungen

1. Bearbeitende **Behörde**, Ansprechpartner (Mail, Telefon, falls noch nicht bekannt)
2. Welche **Untersuchungen** wurden seit 2000 in Ihrem Zuständigkeitsbereich zur Kontamination von Fischen durchgeführt?
3. **Quellenangabe** (publizierte Berichte, Internetlinks zu Datenbanken, Verzehrsempfehlungen etc.)

B. Zielsetzung, Material und Methoden der einzelnen Untersuchung

1. Mit welcher **Zielsetzung**, nach welchen Normen wurden die Untersuchungen durchgeführt?
 - EU-Fischverzehrsverordnung (Nr. 1881/2006, 19. Dez. 2006)
 - Biota-Norm nach Wasserrahmenrichtlinie
 - Nationale Verbraucherschutznormen
 - Ökotoxikologische 'Normen'
2. Welche **Stoffe** (ggf. Kongenere) wurden in welchen Einheiten gemessen und in welcher Form liegen Ergebnisse vor? Bezug auf Frischgewicht oder Fett?
 - dl-PCB, insbesondere Indikator-PCB, möglichst PCB 153
 - Dioxine
 - Summe von Dioxinen und dioxinähnlichen PCB (für eine bessere Vergleichbarkeit wäre eine Angabe in WHO-PCDD / F-PCB-TEQ *upper bound* in pg TEQ / g wünschenswert)
 - Furane
 - HCB
 - Quecksilber
 - PFT
3. An welchen **Messstellen** wurden die Untersuchungen durchgeführt? (Möglichst genaue Lage mit Rhein-km)
4. Welche **Fischarten** wurden für die Untersuchung verwendet? Welche Längenklassen (cm) wurden verwendet? Nach welchen Kriterien wurden die Fischarten ausgewählt?
5. **Wie viele Fische** wurden beprobt? Wurden Mischproben oder Einzelproben verwendet? Wurden Mittelwerte berechnet? Wurden Fischfilet, der ganze Fisch oder andere Teile des Fisches für die Probe verwendet?

C. Ergebnisse der Untersuchungen, Bewertungen

1. Falls frühere Untersuchungen vorliegen: Ist ein **Trend** der Kontamination erkennbar?

2. Wurden **Normen überschritten**? Wenn ja, welche und in welchem Maße? Erfolgte eine Umrechnung in **WHO-TEQ** für die Stoffe, für die diese Werte vorliegen?
3. Hatten die Untersuchungen **Verkehrs- und Verzehrverbote** zur Folge? Wenn ja, wo wurden diese veröffentlicht? (Internetlinks etc.) Bitte nennen Sie ggf. kurz die Grenzwerte / wöchentliche Aufnahmemengen (wünschenswert: TWI in g, für welches Körpergewicht)
4. Welche **Schlussfolgerungen** ziehen Sie für künftige Untersuchungen?

Anlage 2: Untersuchte Schadstoffe in Fischen im Einzugsgebiet des Rheins

* Die Abkürzungen für die Institutionen sind Anlage 1 zu entnehmen.

Staat	Rheinanliegerstaaten	Deutschland										Mosel-Saar-Gebiet	Luxemburg	Niederlande	
		Schweiz	Frankreich	Bund	BW	BY	RP	HE	NW	SL					
Bundesland		BAFU	ONEMA	UBA	CVUA, RP	LfU, LGL	MUFV	LHL	LANUV	LUA	IKSMS	Min. Santé	RWS		
Institution*	IKSR	BAFU	ONEMA	UBA	CVUA, RP	LfU, LGL	MUFV	LHL	LANUV	LUA	IKSMS	Min. Santé	RWS		
Letzte Jahre der Untersuchung für PCB (und die meisten anderen Schadstoffe)	2000	2007 / 2008	2008 / 2009	2000 - 2009	2003 - 2008	2005 / 2006 / 2009	2009, 2010	2009	2000 - 2008	2009 / 2010	2004	2000, 2002, 2003	2009		
laufende oder geplante Untersuchung / in Auswertung			2010	2010	2010		Mosel + Rhein 2009 + 2010								
Schadstoff(gruppe)	Indikator-PCB (Kongenerer)	28	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		52	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		101	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		118	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		138	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		153	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	180	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	non-ortho (= planare) dioxin-ähnliche PCB (dl-PCB-Kongenerer)	77		x	x			x	x	x		x	x		x
		81		x	x			x	x	x		x	x		x
		126		x	x			x	x	x		x	x		x
		169		x	x			x	x	x		x	x		x
	mono-ortho (= nicht planare) dioxinähnliche PCB (dl-PCB-Kongenerer)	105		x	x			x	x	x		x	x		x
		114		x	x			x	x	x		x	x		x
		118		x	x			x	x	x		x	x		x
		123		x	x			x	x	x		x	x		x
		156	x	x	x			x	x	x	x	x	x		x
		157		x	x			x	x	x		x	x		x
		167		x	x			x	x	x		x	x		x
	PCB-Summenparameter	dl-PCB TEQ		x	x	x	x	x	x	x	x	x			x
		ndl-PCB			x	x	x	x	x	x		x			x
	Dioxine & Furane	Dioxine		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
		Furane		x	x	x	x	x	x	x		x	x		x
	Summenparameter	PCDD/F			x	x	x	x	x	x	x			x	x
		PCDD/F + dl-PCB TEQ		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	weitere persistente organische Schadstoffe	Alkylphenole				x		x							
		DEHP						x							
		HCB	x		x	x	x	x	x		x				x
		HCBd	x		x			x	x						x
		HCH	x					x			x				
		HHCb							x						
PAK					x										
PBDE							x	x							
PCA		x					x								
PFOA							x	x		x		x		x	
PFOS							x	x		x	x	x		x	
PFT					x	x	x	x	x		x			(x)	
PeCB (QCB)		x					x	x						x	
TBT	x					x	x			x					
weitere organ. Zinnverbindungen	x				x	x	x								
anorganische Schadstoffe (Schwermetalle)	Triclosan				x		x								
	Hg	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	
	Cd	x			x	x	x		x	x			x	x	
	Pb	x			x	x	x		x	x			x	x	

Ergänzende Bemerkungen:
 Im **IKSR-Messprogramm 2000** wurden außerdem Octachlorstyrol, Tri- und Tetrachlorbenzole, Nitrososchusverbindungen, Bromocyclen, Triphenylzinn und die Summe der 6 DDD-/DDT-Isomere bzw. Metabolite (Pestizide) gemessen.
 In **Baden-Württemberg** wurden außerdem Nitrososchusverbindungen und Pyrethroide untersucht.
 In **Rheinland-Pfalz** liegen ebenfalls Untersuchungen aus den Jahren 2001, 2003, 2006 und 2007 vor.
 In **Nordrhein-Westfalen** liegen ebenfalls Untersuchungen für Moschusketon und -xylol, Mono-, Tetra-, Di-, Diphenyl- und Triphenylzinn sowie für DDE, DDD und DDT vor. Die Jahre der Messung sind Anlage 5 zu entnehmen.
 In **Bayern** wurden auch folgende Metalle analysiert: B, Al, Cr, Ni, Co, Cu, Zn, As, Se, Sb, Ag; außerdem 1, 2, 4-Trichlorbenzol.
 In den **Niederlanden** liegen für die meisten Substanzen ebenfalls Daten aus den Jahren 2006 bis 2008 vor.
 Für einzelne PCB-Kongenerer liegen lange Datenreihen (seit 1991) vor. HCB und Quecksilber werden seit 1977 gemessen.

Anlage 3: Auf Schadstoffe untersuchte Fischarten im Einzugsgebiet des Rheins

* Die Abkürzungen für die Institutionen sind Anlage 1 zu entnehmen.

gelbe Markierung: im Rheineinzugsgebiet beliebte Speisefische

orangefarbene Markierung: von zahlreichen Staaten beprobte Fischart

Staat				Rheinan- liegerstaaten	Schweiz	Frank- reich	Deutschland						Mosel-Saar- Gebiet	Luxem- burg	Nieder- lande	
Bundesland	Institution*			IKSR	BAFU	ONEMA	Bund UBA	BW CVUA RP	BY LfU, LGL	RP MUFV	HE LHL	NW LANUV	SL LUA	IKSMS	Min. Santé	RWS
Jahre der Untersuchung				2000	2007, 2008	2008, 2009	2000 - 2009	2005, 2006	2005, 2006	2009, 2010	2009	2000 - 2008	2009, 2010	2004	2000, 2003	2009
Mischprobe - M, Einzelprobe - E				E, M	E, M	M	M	M	E**	E, M	E, M	E, M	M	M	M	M
Länge, Aal (cm)				30 - 70 cm	55			40 - 60		58 - 62	58 - 66			50 - 82	55 - 60	30 - 40
Länge, sonstige Fische (cm)				15 - 24	17 - 230			15 - 25		20 - 55	9 - 120		34 - 52	11 - 37	7 - 26 cm***	40 - 50
(Mindest-)Gewicht des einzelnen Fisches (g)					48 - > 8000				> 250	> 90						
Anzahl Fische pro Messstelle							20	5 (Aale: 15)	3 - 6	20 - 25	1 - 50	> 10	1 - 11	10 - 25 (Aale: 3 - 5)	3	25
Fischart	Verwendete Teile	Filet	Filet, Leber	Muskel (Filet)	Muskel, Leber	Filet	Muskel, Leber, Milz, Niere	?	Filet****	Filet, Leber, Niere	Muskel	Filet	Filet	Filet		
wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Kate- gorie****	Fettgehalt (%)													
<i>Abramis brama</i>	Brassen / Brachse	mittel	5,5		x	x	x	x	x	x		x	x			
<i>Alburnus alburnus</i>	Ukelei	mager				x										
<i>Anguilla anguilla</i>	Aal	fett	26,0	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x
<i>Aspius aspius</i>	Rapfen	mager										x				
<i>Barbus barbus</i>	Barbe	mager			x	x			x	x						
<i>Blicca bjoerkna</i>	Güster / Blicke	mager				x		x				x				
<i>Carassius carassius</i>	Karassche	mager				x										
<i>Carassius gibelio</i>	Giebel	mager											x			
<i>Chondrostoma nasus</i>	Nase	mager				x				x		x				
<i>Coregonus ssp.</i>	Felchen	mittel			x											
<i>Cyprinus carpio</i>	Karpfen	mittel	7,0		x	x		x		x		x	x			
<i>Esox lucius</i>	Hecht	mager	0,9		x	x		x	x	x		x				
<i>Gobio gobio</i>	Gründling	mager				x									x	
<i>Leuciscus cephalus</i>	Döbel / Alet / Aitel	mager			x	x		x	x	x		x	x	x	x	
<i>Leuciscus idus</i>	Aland	mager								x	x	x				
<i>Leuciscus leuciscus</i>	Hasel	mager			x	x										
<i>Leuciscus souffia</i>	Strömer	mager				x										
<i>Lota lota</i>	Trüsche / Quappe	fett	16,0		x											
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regenbogenforelle	mittel	2,0		x	x										
<i>Perca fluviatilis</i>	Flussbarsch	mager	0,8		x	x		x	x	x	x	x				
<i>Phoxinus phoxinus</i>	Elritze	mager				x										
<i>Platichthys flesus</i>	Flunder	mager	0,7			x										
<i>Rutilus rutilus</i>	Rotauge / Plötze	mager		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Salmo trutta fario</i>	Bachforelle	mittel	2,0		x	x			x						x	
<i>Sander lucioperca</i>	Zander	mager	1,0		x	x		x		x		x				x
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rotfeder	mager				x						x				
<i>Silurus glanis</i>	Wels	fett	17,0			x			x	x	x					
<i>Thymallus thymallus</i>	Äsche	fett			x	x										
<i>Tinca tinca</i>	Schleie	mager	0,8			x					x					

** DE-BY: Mischproben nur bei Fischgewicht < ca. 200 g. Weitere Fischarten: diverse Cypriniden.

*** LU: Größe je nach Fischart: Bachforelle 6,9 bis 12,5 cm, Groppe 9 - 18 cm (nur 2000), Rotauge 17 - 26 cm, Flussbarsch 19 - 23 cm, Döbel 22 - 24 cm, Aal 55 - 60 cm (nur 2000)

**** DE-HE: Bei sehr kleinen Fischen wurden Kopf, Flossen und / oder Haut mit homogenisiert

***** Kategorien nach durchschnittlichem Fettgehalt: Magerfische: ≤ 1% Fett, Mittelfette Fische: 1 bis 10% Fett, Fettfische: > 10% Fett.

Insbesondere bei den Fettfischen hängt der Fettgehalt stark vom Lebensstadium (Alter) ab.

Prozentuale Angabe, sofern Wert bekannt.

Anlage 4: Normen, Verordnungen und Empfehlungen,													
nach denen die Untersuchungen zur Kontamination der Fischfauna im Einzugsgebiet des Rheins durchgeführt wurden													
<i>* Die Abkürzungen für die Institutionen sind Anlage 1 zu entnehmen.</i>													
Staat		Schweiz	Frank-reich	Deutschland							Mosel-Saar-Gebiet	Luxem-burg	Nieder-lande
<i>Bundesland</i>	<i>Institution*</i>			<i>Bund</i>	<i>BW</i>	<i>BY</i>	<i>RP</i>	<i>HE</i>	<i>NW</i>	<i>SL</i>			
		BAFU	ONEMA	UBA	CVUA RP	LfU / LGL	MUFV	LHL	LANUV	LUA	IKSMS	Min. Santé	RWS
Norm, Verordnung	Geltungs-bereich												
Ökotoxikologische Grenzwerte der Weltgesundheitsorganisation (WHO)	weltweit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln. (Amtsblatt der Europäischen Union vom 20.12.2006, L364/5)	EG	(x)	x		x	x	x	x	x			x	x
Verordnung (EG) Nr. 1883/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Kontrolle der Gehalte von Dioxinen und dioxinähnlichen PCB in bestimmten Lebensmitteln (Amtsblatt der Europäischen Union vom 20.12.2006, L364/32)	EG		x					x					
Empfehlung der Kommission vom 6. Februar 2006 zur Reduzierung des Anteils von Dioxinen, Furanen und PCB in Futtermitteln und Lebensmitteln (2006/88/EG), (Amtsblatt der Europäischen Union vom 14.02.2006, L42/26)	EG				x	x							
Verordnung (EG) Nr. 629/2008 der Kommission vom 2. Juli 2008 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln (Amtsblatt der Europäischen Union vom 3.7.2008, L 173/6)	EG		x		x					x			
Richtlinie 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik ("Tochtrichtlinie Prioritäre Stoffe" / "Biota-Norm")	EG		x			x		x	x		x		x
DG SANCO-Vorschlag für eine Höchstgehaltregelung für nicht-dioxinähnliche PCB in Lebensmitteln	EG												
Verordnung (EG) Nr. 396/2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs und zur Änderung der Richtlinie 91/414/EWG des Rates 396/2005 (23.02.2005)	EG							x	x				
Ökotoxikologische Normen der US-EPA (United States Environmental Pollution Agency)**	USA											x	
Rückstands-Höchstmengenverordnung (RHmV) vom 21.10.1999 (BGBl. I S. 2082, 2002 I S. 1004), Stand: letzte Änderungs-Verordnung vom 02.10.2009 (BGBl. I S.3230)	DE				x	x		x	x				
Verordnung zur Begrenzung von Kontaminanten in Lebensmitteln vom 19.03.2010 (BGBl. I S.286). Ersetzt die Schadstoffhöchstmengenverordnung (SHmV) vom 18.07.2007	DE				x	x	x	x	x				
BfR-Bewertung Nr. 041/2006 EU-Höchstgehalte für nichtdioxinähnliche PCB in Fisch	DE					x	x			x			
Fremd- und Inhaltsstoffverordnung für die Schweiz, 01.01.2009, entspricht Verordnung (EG) Nr. 466/2001	CH	x											
Warenwet, Regeling normen zware metalen, feb. 1992, nr DGVgz/VV/L92417, Stcrt 43; Regeling normen PCB's, nr. 141639, Ministerie VROM, 1984 ("Fischkonsumnorm")	NL												x
Dutch Maximum Residue Limits, http://www2.rikilt.dlo.nl/vws/index.html	NL												x

**Anmerkung: Im Jahr 2000, als eine der im Bericht zitierten Untersuchungen in Luxemburg durchgeführt wurden, existierten noch keine WHO- oder EU-Normen

**Anlage 5: Kontamination von Fischen im Rhein und seinen Nebenflüssen mit Dioxinen, Furanen und dioxinähnlichen PCB:
Ergebnisse**

Stand: 26.10.2011

WHO-TEQ-Werte ohne Berücksichtigung der Messunsicherheit; vgl. Kap. 2.2 im Bericht

Die hier aufgeführten Werte können von den Werten, aufgrund derer über Verzehrverbote entschieden wurde, erheblich abweichen.

Rhein-abschnitt	Lage der Messstelle	Rhein-km	Nation	Land, Kanton, Départ.	Institution	Jahr	Fischart	WHO-PCDD/F + dl-PCB TEQ (ng / kg = pg / g FG)	
								min	max
VORDER- und HINTERRHEIN	Vorderrhein bei Valendas	VR	CH	GR	BAFU	2004	Bachforelle		0,40
	Hinterrhein bei Rothenbrunnen	HR	CH	GR	BAFU	2004	Bachforelle		1,00
ALPENRHEIN (km 0-93) Reichenau – Bodensee	Haldenstein	AR	CH	GR	BAFU	2004	Bachforelle		1,10
BODENSEE	Obersee	BS	CH		BAFU	?	Barsch u. a.		0,00
	Untersee	BS	CH	TG?	BAFU	?	Barsch, Aal, Hecht		0,00
	Untersee	BS	DE	BW	CVUA-FR	2008	Aal	3,50	7,10
	???	BS	CH	TG?	BAFU	2009	Trüsche		0,26
	???	BS	CH	TG?	BAFU	2009	Trüsche (Leber)		23,50
HOCHRHEIN (km 24-170)	Stein am Rhein	24	CH	BL?	BAFU	2008	Äsche		6,50
	Rheinfallbecken bei Neuhausen	48	CH	SH	BAFU	2008	Äsche		5,90
	oberhalb Rheinkraftwerk	78	DE	BW	CVUA-FR	2008	Aal	6,90	17,60
Bodensee – Basel	Augst, Fischpass	155	CH	BL	BAFU	2009	Barbe	10,50	14,90
	Augst, Fischpass	155	CH	BL	BAFU	2009	Rotauge	7,83	8,08
	Grenzach	160	DE	BW	CVUA-FR	2006	Aal	19,90	25,20
	Grenzach	160	DE	BW	CVUA-FR	2006	Rotauge		2,30
	Birsfelden, Stau / Fischpass	162	CH	BL	BAFU	2009	Aal	6,60	52,80
	Birsfelden, Stau / Fischpass	162	CH	BL	BAFU	2009	Barbe	15,00	32,30
	Birsfelden, Stau / Fischpass	162	CH	BL	BAFU	2009	Rotauge	6,16	14,10
OBERRHEIN (km 170-529)	Kembs	174	CH	BS	BAFU	2009	Aal	2,85	26,00
	Weil	174	DE	Bund	UBA	2008	Brassen		7,00
	Village-Neuf	174	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Aal	18,21	34,12
	Village-Neuf	174	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Barbe	3,63	9,60
	Village-Neuf	174	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Döbel	0,67	1,69
	Village-Neuf	174	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Nase		3,02
	Märkt	175	DE	BW	CVUA-FR	2006	Aal	17,60	27,90
Basel – Bingen	Chalampé	200	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Aal	9,48	16,11
	Chalampé	200	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Döbel	1,81	4,35
	Biesheim	227	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Aal	18,84	28,73
	Biesheim	227	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Döbel	3,79	7,17
	Taubergießen	255	DE	BW	CVUA-FR	2006	Aal		24,60
	Erstein	275	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Aal	18,52	30,22
	Erstein	275	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Nase	2,81	3,30
	Erstein	275	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Zander	0,82	2,39
	Auenheim	299	DE	BW	CVUA-FR	2008	Aal	29,10	68,70
	Iffezheim	334	DE	Bund	UBA	2008	Brassen		15,50
	Lauterbourg-Karlsruhe	350	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Aal	16,55	29,76
	Lauterbourg-Karlsruhe	350	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Barbe		2,20
	Karlsruhe-Knielingen	364	DE	BW	CVUA-FR	2008	Aal	12,00	28,20
	Wörth	366	DE	RP	MUFV	2005-2007	Rotauge		9,61
	Wörth	366	DE	RP	MUFV	2005-2007	Brassen		6,95
	Eggenstein / Leopoldshafen	370	DE	BW	CVUA-FR	2003	Brassen		19,50
	Eggenstein / Leopoldshafen	370	DE	BW	CVUA-FR	2003	Hecht		0,38
	Eggenstein / Leopoldshafen	370	DE	BW	CVUA-FR	2003	Zander		0,36
	Altrhein Lingenfeld	Altrh.	DE	RP	MUFV	2005-2007	Rotauge		9,81
	Altrhein Lingenfeld	Altrh.	DE	RP	MUFV	2005-2007	Brassen		1,99
	Berghausen	395	DE	RP	MUFV	2005-2007	Brassen		9,15
	Berghausen	394	DE	RP	MUFV	2005-2007	verschiedene		6,14
	Speyer	410	DE	RP	LUWG	2010	Aal	9,89	23,24
	Speyer	410	DE	RP	LUWG	2010	Flussbarsch		1,19
	Speyer	410	DE	RP	LUWG	2010	Rapfen		7,79
	Speyer	410	DE	RP	LUWG	2010	Rotauge		0,78
	Otterstädter Altrhein	Altrh.	DE	RP	LUWG	2010	Aal	3,73	20,66
	Otterstädter Altrhein	Altrh.	DE	RP	LUWG	2010	Flussbarsch		0,72
	Otterstädter Altrhein	Altrh.	DE	RP	LUWG	2010	Brassen		1,12
	Otterstädter Altrhein	Altrh.	DE	RP	LUWG	2010	Hecht	0,72	1,77
	Otterstädter Altrhein	Altrh.	DE	RP	LUWG	2010	Rotauge	0,90	3,36
	Otterstädter Altrhein	Altrh.	DE	RP	LUWG	2010	Zander	0,47	2,16
	Lampertheimer Altrhein	Altrh.	DE	HE	LHL	2009	Aal		16,60
	Lampertheimer Altrhein	Altrh.	DE	HE	LHL	2009	Wels		9,20
	Worms	450	DE	RP	LUWG	2010	Aal	8,36	25,17
	Worms	450	DE	RP	LUWG	2010	Flussbarsch		1,37
	Worms	450	DE	RP	LUWG	2010	Döbel		6,28
	Worms	450	DE	RP	LUWG	2010	Rapfen		4,46
	Worms	450	DE	RP	LUWG	2010	Rotauge		2,69
	Worms	450	DE	RP	LUWG	2010	Wels		1,13
	Ginsheimer Altrhein	Altrh.	DE	HE	LHL	2009	Aal		25,30
	Ginsheimer Altrhein	Altrh.	DE	HE	LHL	2009	Wels		2,00
	Mainz-Bodenheim	490	DE	RP	MUFV	2005-2007	Rotauge		10,20
	Mainz-Bodenheim	512	DE	RP	MUFV	2005-2007	Rotauge, Hecht		12,30
	Ingelheim	520	DE	RP	LUWG	2010	Aal	21,99	35,63
	Ingelheim	520	DE	RP	LUWG	2010	Barbe		22,00
	Ingelheim	520	DE	RP	LUWG	2010	Flussbarsch	1,27	1,45
	Ingelheim	520	DE	RP	LUWG	2010	Brassen		30,41
	Ingelheim	520	DE	RP	LUWG	2010	Brassen		1,75
	Ingelheim	520	DE	RP	LUWG	2010	Rotauge	5,91	6,92
	Rüdesheimer Hafen	528	DE	HE	LHL	2009	Aal		35,10

Rhein-abschnitt	Lage der Messstelle	Rhein-km	Nation	Land, Kanton, Départ.	Institution	Jahr	Fischart	WHO-PCDD/F + dl-PCB TEQ (ng / kg = pg / g FG)	
								min	max
Wert									
MITTEL RheIN (km 529-639)	Bingen	530	DE	RP	MUFV	2005-2007	Rotaug		17,00
	St. Goar	556	DE	RP	MUFV	2005-2007	Brassen		20,40
	St. Goar	556	DE	RP	MUFV	2005-2007	Barbe		45,00
	Bingen	570	DE	RP	LUWG	2010	Aal	10,66	35,02
	- Bad-Hon	570	DE	RP	LUWG	2010	Barbe	17,06	24,18
	Boppard	570	DE	RP	LUWG	2010	Flussbarsch		1,51
	Boppard	570	DE	RP	LUWG	2010	Brassen		37,61
	Boppard	570	DE	RP	LUWG	2010	Rapfen	31,91	73,32
	Boppard	570	DE	RP	LUWG	2010	Rotaug	7,89	8,48
	Boppard	570	DE	RP	LUWG	2010	Zander		4,50
	Koblenz, oberhalb Moselmündung	590	DE	RP	MUFV	2005-2007	Rotaug		11,30
	Koblenz, Moselmündung	589	DE	RP	MUFV	2005-2007	Rotaug, Döbel		11,20
	Koblenz	590	DE	Bund	UBA	2008	Brassen		14,00
	Neuwied	608	DE	RP	MUFV	2005-2007	verschiedene		28,60
	Neuwied	608	DE	RP	MUFV	2005-2007	Brassen		27,50
	Andernach	610	DE	RP	LUWG	2010	Aal	15,21	29,57
	Andernach	610	DE	RP	LUWG	2010	Barbe		11,48
	Andernach	610	DE	RP	LUWG	2010	Flussbarsch		1,84
	Andernach	610	DE	RP	LUWG	2010	Brassen		11,39
	Andernach	610	DE	RP	LUWG	2010	Rotaug		2,14
Linz	630	DE	RP	MUFV	2005-2007	Nase		7,50	
NIEDER RheIN (km 639-865,5)	Bad Hon	640	DE	NW	LANUV	2008	Nase		5,4
	Bad Hon	640	DE	NW	LANUV	2009	Döbel		1,5
	Bad Hon	640	DE	NW	LANUV	2009	Brassen		6,9
	Bad-Hon - Klee-Bim	640	DE	NW	LANUV	2009	Barbe		52,5
	Bad Hon	640	DE	NW	LANUV	2010	Barbe		11,80
	Bad Hon	640	DE	NW	LANUV	2010	Brassen		15,30
	Düsseldorf-Flehe	732,3	DE	NW	LANUV	2008	Aal		35,6
	Düsseldorf-Flehe	732,3	DE	NW	LANUV	2009	Barbe		40,4
	Düsseldorf-Flehe	732,3	DE	NW	LANUV	2009	Döbel		25,4
	Düsseldorf-Flehe	732,3	DE	NW	LANUV	2009	Brassen		28,20
	Rhein unterhalb Ruhmündung	781,7	DE	NW	LANUV	2009	Brassen		31,0
	Rhein unterhalb Ruhmündung	781,7	DE	NW	LANUV	2009	Aland		22,6
	Emmerich	848	DE	NW	LANUV	2009	Aal		28,8
	Emmerich	848	DE	NW	LANUV	2009	Aland		8,3
	Emmerich	848	DE	NW	LANUV	2010	Rapfen		2,43
	Emmerich	848	DE	NW	LANUV	2010	Brassen		4,22
	Emmerich	848	DE	NW	LANUV	2010	Barbe		23,00
	Kalkar (Beprobung durch das Heinrich-von-Thünen-Institut)	842	DE	NW	LANUV	2010	Aal	16,20	63,60
	Bimmen	865	DE	Bund	UBA	2008	Brassen		24,00
	Rhein bei Lobith	867	NL		RWS	2009	Aal		15,00
DELTA RheIN (km 865,5 -1032)	Waal bei Tiel	916	NL		RWS	2009	Aal		16,00
	Nieuwe Merwede	975	NL		RWS	2006	Aal		44,00
	IJssel bei Deventer	n. a.	NL		RWS	2009	Aal		13,00
	Lobith - Küste	n. a.	NL		RWS	2009	Aal		25,00
	inklusive IJssel und IJsselmeer	n. a.	NL		RWS	2009	Aal		4,00
Wert									
Nebenflüsse	Lage der Messstelle	Rh-km	Nation	Land, Kanton, Départ.	Institution	Jahr	Fischart	WHO-PCDD/F + dl-PCB TEQ (ng / kg = pg / g FG)	
Wert								min	max
Hochrhein-Zuflüsse	Birs bei Äsch	n.a.	CH	AG	BAFU	2009	Bachforelle		7,08
	Birs bei Laufen, oberhalb Wasserfall	n.a.	CH	BL	BAFU	2009	Äsche		11,40
	Birs bei Zwingen / Laufen	n.a.	CH	BL	BAFU	2009	Bachforelle		3,08
	Wiese oberhalb Schließe	n.a.	CH	BS	BAFU	2009	Aal		21,30
	Wiese oberhalb Schließe	n.a.	CH	BS	BAFU	2009	Barbe	7,93	9,83
ILL & Zuflüsse	Ill bei Ruelisheim	n. a.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Barbe	4,54	18,52
	Ill bei Ruelisheim	n. a.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Döbel	1,42	4,30
	Ill bei Colmar	n. a.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Aal	35,80	54,96
	Ill bei Colmar	n. a.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Döbel	1,60	3,46
	Ill bei Offendorf	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Aal	26,02	54,78
	Ill bei Offendorf	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Döbel	2,23	4,66
	Ill bei Offendorf	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Rotaug		1,70
	Ill bei Straßburg	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Aal	29,66	53,01
	Ill bei Straßburg	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Döbel	1,58	11,12
	Ill bei Ostwald	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Aal	16,00	63,16
	Ill bei Ostwald	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Döbel	2,26	12,30
	Ill bei Ostwald	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Rotaug		2,56
	Andlau bei Andlau	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Bachforelle	0,62	0,95
	Andlau bei Fegersheim	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2008	Aal		24,01
	Andlau bei Fegersheim	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2008	Barbe	10,79	20,34
	Andlau bei Fegersheim	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2008	Döbel	4,56	7,15
	Andlau bei Fegersheim	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2008	Rotaug	1,26	4,51
	Andlau bei Fegersheim	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2008	Hecht		2,96
	Andlau bei Fegersheim	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2008	Bachforelle		0,64
	Bruche bei Bourg-Bruche	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Bachforelle	0,64	0,85
	Bruche bei Holtzheim	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Aal	13,52	22,97
	Bruche bei Holtzheim	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Döbel	3,98	6,01
	Bruche bei Holtzheim	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Flussbarsch	0,49	0,60
	Bruche bei Holtzheim	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Rotaug		1,81
	Bruche bei Holtzheim	n. a.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	Nase		4,18
	Fecht bei Guemar	n. a.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Nase		1,24
	Fecht bei Guemar	n. a.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Döbel	1,58	24,00
	Fecht bei Guemar	n. a.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Gründling	1,51	2,52
	Fecht bei Guemar	n. a.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Barbe	3,27	7,35
	Fecht bei Metzeral	n. a.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Bachforelle	1,15	1,71
	Muhlbach-de-Turckheim bei Wintzenheim	n. a.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2008	Döbel	1,86	3,15
	Muhlbach-de-Turckheim bei Wintzenheim	n. a.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2008	Gründling	3,15	3,17
Muhlbach-de-Turckheim bei Wintzenheim	n. a.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2008	Rotaug		4,01	
Thur bei Staffelden	n. a.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2008	Hecht		12,10	
Thur bei Staffelden	n. a.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2008	Döbel	4,07	6,60	
Thur bei Staffelden	n. a.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2008	Gründling		4,26	
Thur bei Staffelden	n. a.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2008	Bachforelle	6,56	19,59	
Thur bei Tann	n. a.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Äsche	1,35	1,38	
Thur bei Tann	n. a.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	Bachforelle	1,11	4,14	

Nebenflüsse	Lage der Messstelle	Rh-km	Nation	Land, Kanton, Départ.	Institution			WHO-PCDD/F + dl-PCB TEQ (ng / kg = pg / g FG)	
								min	max
MAIN	Main zwischen Michelau und Veitshöchheim	n. a.	DE	BY	LGL	2009	Aal	16,20	60,70
	Main bei Erlabrunn	n.a.	DE	BY	LfU	2002/03	Aal	34,80	61,10
& Zuflüsse	Main bei Hallstadt	n.a.	DE	BY	LfU	2002	Aal		31,20
	Main bei Kahl	n.a.	DE	BY	LfU	2002/03	Aal	26,30	43,20
	Main bei Kleinheubach	n.a.	DE	BY	LfU	2002/03	Aal	24,80	51,30
	Main bei Rothenfels	n.a.	DE	BY	LfU	2002/03	Aal	46,30	48,30
	Main bei Schweinfurt	n.a.	DE	BY	LfU	2002/03	Rotaug, Brassen	1,15	1,52
	Regnitz bei Hausen	n.a.	DE	BY	LfU	2002/03	Aal	35,80	77,70
	Regnitz bei Hausen	n.a.	DE	BY	LfU	2002/03	Rotaug		1,12
	Regnitz bei Hüttendorf, Pegel	n.a.	DE	BY	LfU	2002	Güster		8,27
	Pegnitz, Straßenbrücke Ottensoos	n.a.	DE	BY	LfU	2003	Nase		0,54
	Fränkische Saale bei Gemünden	n.a.	DE	BY	LfU	2002/03	Aal		36,00
	Fränkische Saale bei Gemünden	n.a.	DE	BY	LfU	2002/03	Bachforelle		1,60
	Brombach, Mandelsmühle	n.a.	DE	BY	LfU	2002/03	Aal		4,57
	Brombach, Mandelsmühle	n.a.	DE	BY	LfU	2002/03	Döbel	0,13	0,18
	Nahe bei Kirn	n.a.	DE	RP	MUFV		Döbel		2,00
NAHE	Nahe bei Bad Sobernheim	n.a.	DE	RP	MUFV		Brassen		16,60
	Nahe bei Bad Sobernheim	n.a.	DE	RP	MUFV		Rotaug		1,00
	Nahe bei Staudernheim	n.a.	DE	RP	MUFV		Brassen		11,20
	Nahe bei Staudernheim	n.a.	DE	RP	MUFV		Barbe		12,00
	Nahe bei Langenlonsheim	n.a.	DE	RP	MUFV		Barbe		20,60
	Lahnstein Staustufe	n.a.	DE	RP	MUFV		Rotaug		4,45
LAHN	Lahn bei Bad Ems	n.a.	DE	RP	MUFV		Döbel		5,72
	Lahn Nassau	n.a.	DE	RP	MUFV		Döbel		6,37
	Lahn Nassau	n.a.	DE	RP	MUFV		Rotaug		2,09
	Lahn Diez	n.a.	DE	RP	MUFV		Döbel		4,33
MOSEL-SAAR	Mosel bei Metz	n. a.	FR	Moselle	ONEMA	2009	Aal	9,99	45,40
& Zuflüsse	Mosel bei Metz	n. a.	FR	Moselle	ONEMA	2009	Döbel	1,96	3,52
	Mosel bei Metz	n. a.	FR	Moselle	ONEMA	2009	Rotaug		1,36
	Mosel bei Metz	n. a.	FR	Moselle	ONEMA	2009	Flussbarsch		1,53
	Mosel bei Sierck	n. a.	FR	Moselle	ONEMA	2008	Aal	26,72	32,37
	Mosel bei Sierck	n. a.	FR	Moselle	ONEMA	2008	Döbel	3,25	24,21
	Mosel bei Sierck	n. a.	FR	Moselle	ONEMA	2008	Sonnenbarsch		2,82
	Mosel bei Sierck	n. a.	FR	Moselle	ONEMA	2008	Wels	6,47	11,35
	Mosel bei Perl	n. a.	DE	SL	LUA	2010	Döbel		4,20
	Mosel bei Palzem	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Aal	12,87	19,06
	Mosel bei Palzem	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Flussbarsch		2,02
	Mosel bei Palzem	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Rotaug		2,46
	Mosel bei Palzem	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Wels		0,45
	Mosel bei Palzem	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Döbel		1,02
	Mosel bei Palzem	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Güster		4,05
	Mosel bei Palzem	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Rotaug		1,93
	Mosel bei Palzem	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Zander		0,83
	Mosel bei Detzem	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Aal	7,50	34,07
	Mosel bei Detzem	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Flussbarsch		1,07
	Mosel bei Detzem	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Rotaug		1,95
	Mosel bei Detzem	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Wels		0,38
	Mosel bei Detzem	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Döbel		0,78
	Mosel bei Detzem	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Güster		1,62
	Mosel bei Detzem	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Rapfen		1,20
	Mosel bei Detzem	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Rotaug		1,42
	Mosel bei Detzem	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Zander		0,72
	Mosel bei Enkirch	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Aal	9,79	37,22
	Mosel bei Enkirch	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Flussbarsch		1,48
	Mosel bei Enkirch	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Rotaug		1,96
	Mosel bei Enkirch	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Wels	0,28	0,51
	Mosel bei Enkirch	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Brassen		4,72
	Mosel bei Enkirch	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Döbel		2,41
	Mosel bei Enkirch	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Rapfen		6,13
	Mosel bei Enkirch	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Rotaug		1,52
	Mosel bei Enkirch	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Zander		0,72
	Mosel bei Koblenz	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Aal	20,61	31,74
	Mosel bei Koblenz	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Rotaug		1,26
	Mosel bei Koblenz	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Wels	0,33	0,53
	Mosel bei Koblenz	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Flussbarsch		0,83
	Mosel bei Koblenz	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Güster		7,64
	Mosel bei Koblenz	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Rapfen	0,91	4,74
	Mosel bei Koblenz	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Rotaug	1,70	2,18
	Mosel bei Koblenz	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Zander		0,34
	Mosel bei Koblenz	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Döbel		3,92

Nebenflüsse	Lage der Messstelle	Rh-km	Nation	Land, Kanton, Départ.	Institution			WHO-PCDD/F + dl-PCB TEQ (ng / kg = pg / g FG)	
								min	max
Wert									
MOSEL-SAAR	Saar bei Gündingen	n. a.	DE	SL	LUA	2009	Döbel		9,40
& Zuflüsse	Saar bei Gündingen	n. a.	DE	BUND	UBA	2000-2008	Brassen	8,50	33,00
(Fortsetzung)	Saar bei Gündingen & Auersmacher	n. a.	DE	SL	LUA	2010	Döbel		4,40
	Saar bei Saarbrücken, Klarenthal	n. a.	DE	SL	LUA	2010	Döbel		4,40
	Saar bei Saarlouis, Lisdorf Schleuse	n. a.	DE	SL	LUA	2010	Brassen		29,60
	Saar bei Fremersdorf	n. a.	DE	SL	LUA	2009	Döbel		7,20
	Saar bei Rehlingen	n. a.	DE	BUND	UBA	2000-2008	Brassen	18,00	36,00
	Saar bei Mettlach & Merzig, Staustufe	n. a.	DE	SL	LUA	2010	Döbel		12,30
	Saar bei Serrig	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Brassen		4,62
	Saar bei Serrig	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Rotauge		2,08
	Saar bei Serrig	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Zander	0,48	0,50
	Saar bei Serrig	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Rapfen		2,45
	Saar bei Schoden	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Aal	28,14	51,25
	Saar bei Schoden	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Rotauge		1,11
	Saar bei Schoden	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Flussbarsch		1,21
	Saar bei Schoden	n. a.	DE	RP	LUWG	2009	Wels	0,56	1,23
	Saar bei Schoden	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Brassen		3,34
	Saar bei Schoden	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Rapfen		8,69
	Saar bei Schoden	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Rotauge		1,32
	Saar bei Schoden	n. a.	DE	RP	LUWG	2010	Döbel	1,56	2,05
	Blies bei Reinheim	n. a.	DE	SL	LUA	2009	Döbel		6,50
	Prims bei Dillingen, Mündung	n. a.	DE	SL	LUA	2009	Döbel		8,20
	Nied bei Niedaltorf	n. a.	DE	SL	LUA	2009	Döbel		1,00
	Sauer (oberer Oberlauf)	n. a.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	Bachforelle		
	Sauer (Oberlauf)	n. a.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	Bachforelle		
	Sauer (Stausee Obersauer)	n. a.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	Rotauge		
	Sauer (Mittellauf)	n. a.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	Gründling		
	Sauer (Grenzsauer)	n. a.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	Aal		
	Sauer (Grenzsauer)	n. a.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	Rotauge		
	Our (Oberlauf)	n. a.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	Bachforelle		
	Our (Unterlauf)	n. a.	LU		IKSMS	2004	Bachforelle		
	Alzette (Oberlauf)	n. a.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	Rotauge		
	Alzette (Unterlauf)	n. a.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	Rotauge		
	Wiltz (Oberlauf)	n. a.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	Bachforelle		
	Wiltz (Unterlauf)	n. a.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	Bachforelle		
	Attert	n. a.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	Bachforelle		
	Bist bei Creutzwald	n. a.	FR	Moselle	ONEMA	2009	Döbel	0,33	3,29
	Bist bei Creutzwald	n. a.	FR	Moselle	ONEMA	2009	Rotauge	0,81	3,57
	Bist bei Creutzwald	n. a.	FR	Moselle	ONEMA	2009	Flussbarsch		3,81
	Clerve	n. a.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	Bachforelle		
	Eisch	n. a.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	Bachforelle		
	Horn bei Liederschiedt	n. a.	FR	Moselle	ONEMA	2009	Aal	7,17	25,87
	Horn bei Liederschiedt	n. a.	FR	Moselle	ONEMA	2009	Barbe	4,59	7,18
	Horn bei Liederschiedt	n. a.	FR	Moselle	ONEMA	2009	Döbel	0,98	5,67
	Mamer	n. a.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	Bachforelle		
	Syr	n. a.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	Bachforelle		
	Wark	n. a.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	Bachforelle		
	Ahr bei Dümpelfeld	n. a.	DE	RP	MUFV	2005-2007	Döbel		1,98
AHR	Ahr bei Sinzig	n. a.	DE	RP	MUFV	2005-2007	Döbel		4,43
	Ahr bei Sinzig	n. a.	DE	RP	MUFV	2005-2007	Döbel		15,50
SIEG	Siegmündung	659	DE	NW	LANUV	2010	Nase		2,49
WUPPER	Wuppermündung	703,6	DE	NW	LANUV	2008	Barbe		46,5
ERFT	Erftmündung	736	DE	NW	LANUV	2010	Döbel (3 x)		1,50
LIPPE	Lippemündung	815	DE	NW	LANUV	2010	Döbel		5,04