



Rapport over de verontreiniging van vissen met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied

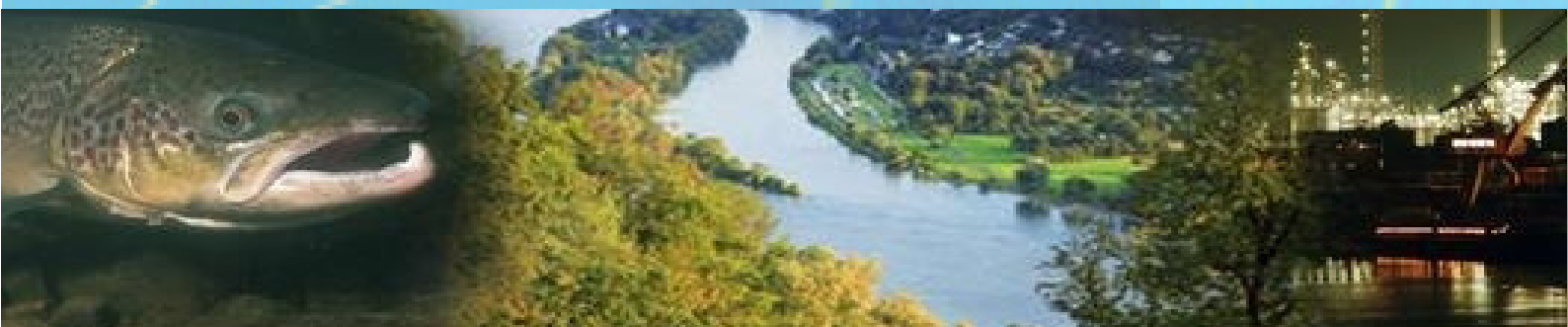
lopend en afgerond onderzoek
in de Rijnsoeverstaten
(2000 - 2010)

Internationale
Kommission zum
Schutz des Rheins

Commission
Internationale
pour la Protection
du Rhin

Internationale
Commissie ter
Bescherming
van de Rijn

Rapport Nr. 195



Colofon

Uitgegeven door de

Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR)

Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, 56068 Koblenz, Duitsland

Postbus 20 02 53, 56002 Koblenz, Duitsland

Telefoon: +49-(0)261-94252-0, fax +49-(0)261-94252-52

E-mail: sekretariat@iksr.de

www.iksr.org

ISBN 3-935324-85-5

© IKSР-CIPR-ICBR 2011

**Rapport over de verontreiniging van vissen
met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied
Lopend en afgerond onderzoek
in de Rijnsoeverstaten (2000 – 2010)**

1.	Inleiding	5
1.1	Doelstelling en opdracht	5
1.2	Oorsprong van de onderzochte verontreinigende stoffen en effecten op het milieu	6
1.3	Verontreiniging van vissen in de hoofdstroom van de Rijn in 2000	12
2.	Gegevensbasis	13
2.1	Betrokken instanties in het Rijnstroomgebied	13
2.2	Onderzochte contaminanten, parameters en maxima	14
2.3	Onderzochte vissoorten en criteria voor hun selectie	17
3.	Verontreiniging van vissen: resultaten van het onderzoek in de Rijnsoeverstaten	20
3.1	Zwitserland	20
3.2	Frankrijk	22
3.3	Duitsland	23
3.4	Moezel-Saargebied	43
3.5	Luxemburg	45
3.6	Nederland	45
4.	Evaluatie van het ICBR-meetprogramma in zwevend stof m.b.t. PCB 118	51
5.	Samenvatting van de resultaten voor het Rijnstroomgebied	52
6.	Conclusie	54
	Bibliografie	55
	Bijlagen	57

Samenvatting

In het onderhavige rapport wordt er een overzicht gegeven van de gegevens die de Rijnsoeverstaten in de periode 2000-2010 hebben verzameld over de verontreiniging van de vissen in de Rijn en zijn zijrivieren met verschillende schadelijke stoffen.

In **aal** wordt het **wettelijke maximumgehalte voor de voedselveiligheid dat is vastgesteld voor de som van dioxinen, furanen en dioxineachtige PCB's** (WHO-TEQ, 12 pg/g natgewicht) bijna overal in de Rijn en veel van zijn zijrivieren **overschreden**. Een uitzondering hierop vormen aalmonsters uit het Bodenmeer en uit een oude tak van de Rijn, die de bovengenoemde waarde nooit overschrijden. Over het geheel genomen vertonen de gehalten aan dioxinen en PCB's in alle onderzochte vissoorten grote schommelingen. De bandbreedte gaat van waarden onder 1 pg/g NG in witvis tot waarden boven 70 pg/g NG in aal. De verontreiniging is niet soortspecifiek, maar hangt af van de belasting van het water op de bemonsteringslocatie en van de leeftijd en het vetgehalte van elke vis.

In het kader van het ICBR-meetprogramma in **zwevend stof** (van 1991 tot 2007) is er slechts één PCB-congeneer gemeten, te weten PCB 118. De resultaten laten een **afname van de verontreiniging met PCB 118** zien.

Duitse en Nederlandse grenswaarden voor **indicator-PCB's** worden in de hoofdstroom van de Rijn, de Moezel en de Main **soms overschreden** in (oudere, vette) aal en brasem, maar niet in andere vissoorten.

In de Rijndelta (sedimentatiegebied in de Waal en het Ketelmeer) is de verontreiniging van alen met indicator-PCB's (zes congenere, van 1978 tot 2009) **duidelijk verminderd** sinds de jaren tachtig: van waarden boven 3 mg/kg NG naar waarden onder 0,5 mg/kg NG. Een vergelijkbare ontwikkeling doet zich voor in de Moezel en, in mindere mate, de Saar.

In de Hoogrijn, de Duitse Bovenrijn en de Middenrijn is er in 2008 voor het eerst geen overschrijding meer gemeten van het in de Duitse verordening tot vaststelling van maximumgehalten aan residuen vastgelegde maximumgehalte voor **hexachloorbenzeen (HCB)** van 0,05 mg/kg natgewicht of 0,5 mg/kg vetgewicht. In alen uit het Maingebied en de Middenrijn zijn er nog sporadisch overschrijdingen. In de Rijndelta kan sinds de jaren zeventig een **duidelijke afname** van de HCB-belasting in rode aal worden genoteerd van meer dan 0,1 mg/kg NG naar ca. 0,01 mg/kg NG. In het IJsselmeer wordt er voldaan aan de milieukwaliteitsnorm (MKN) voor biota van 0,01 mg/kg NG conform richtlijn 2008/105/EG.

Uit onderzoek naar **geperfluoreerde tensiden (PFT's)** is gebleken dat er vooral in vissen uit de Rijn (Rijndelta, Duitse Nederrijn, Duits-Franse Bovenrijn, Hoogrijn) **duidelijk verhoogde** gehalten aan **perfluorooctaansulfonaat (PFOS)** worden gemeten (van 3 tot meer dan 70 µg/kg, met sporadisch uitschieters tot 126 µg/kg NG; het voorstel voor een MKN bedraagt 9,1 µg/kg NG). De trendanalyse in Nederland laat van de jaren zeventig tot het midden van de jaren negentig een toename en vervolgens een **afname** zien tot waarden van 7 tot 58 µg/kg NG. Voor andere PFT's liggen de waarden overal in het Rijnstroomgebied meestal onder de bepalingsgrens.

De in de Europese verordening inzake maximumgehalten aan contaminanten (verordening 1881/2006) vastgelegde waarden voor **kwik** van 1 mg/kg NG in aal en 0,5 mg/kg NG in andere vissoorten worden in de periode die in dit rapport wordt bekeken nog slechts **zelden overschreden**; de meeste waarden liggen tussen 0,07 en 0,35 mg/kg. De daling van de kwikconcentraties in vissen uit de Rijn die werd waargenomen in de jaren tachtig en negentig heeft zich na 2000 echter niet doorgezet. De **MKN voor kwik in biota** van 0,02 mg/kg NG wordt overal en systematisch in alle delen van het Rijnstroomgebied overschreden.

Ondanks de brede gegevensbasis kunnen er op basis van het uitgevoerde onderzoek hoogstens regionale **verdelingspatronen** worden aangewezen. Een **gestandaardiseerde werkwijze**, van de monsterneming tot de analyse, zou een beoordeling van de verontreiniging van vissen **op het niveau van het Rijnstroomgebied** mogelijk kunnen maken. Gefundeerde uitspraken die **relevant zijn voor het gehele aquatische ecosysteem** vergen gegevens uit **wetenschappelijk onderzoek**.

1. Inleiding

1.1 Doelstelling en opdracht

Omvangrijke lozingen van verontreinigende stoffen hebben er de afgelopen decennia toe geleid dat er zich in de Rijn en zijn zijrivieren, vooral in de door stuwen gereguleerde gedeeltes, grote hoeveelheden vervuild slib hebben afgezet.

Ondanks het zo goed als volledige stopzetten van de productie en het gebruik en het beëindigen van de directe lozingen wordt de sedimentkwaliteit nu nog steeds negatief beïnvloed door historische verontreinigingen met deze stoffen, die waarschijnlijk nog lange tijd in de wateren aanwezig zullen zijn. Immers, oud sediment kan bijvoorbeeld bij hoogwater of baggerwerkzaamheden worden opgewerveld. Vissen weerspiegelen de verontreiniging van het sediment.

Volgens het Rijnverdrag is voor de ICBR vooral het ecosysteem van belang, dat wil zeggen dat er met name aandacht wordt besteed aan de accumulatie van contaminanten in de voedselketen en aan de inschatting van de gezondheid van de visfauna en het ecosysteem.

In het licht hiervan heeft de Strategiegroep van de ICBR (SG) de werkgroep Ecologie (WG B) c.q. haar expertgroep Vissen (EG FISH) de opdracht gegeven om voor de vaststelling van de belasting van vissen met "dioxineachtige PCB's" en andere verontreinigende stoffen in de Rijn (en eventueel ook in de zijrivieren van de Rijn) de gegevens van de Rijnsoeverstaten uit de jaren 2000 tot 2010 eerst te verzamelen, vervolgens te analyseren en tot slot de ontwikkeling in de laatste jaren te beschrijven. In dit rapport wordt getracht een overzicht te geven van de verdeling van de verontreiniging van vissen met dioxinen, furanen, dioxineachtige PCB's en indicator-PCB's over het Rijnstroomgebied en – voor zover bekend – van de trendontwikkeling in deze verontreiniging. Op HCB, HCBd, PFT's, andere organische contaminanten en zware metalen, in het bijzonder kwik, wordt ingegaan als er relevante gegevens zijn. De trends in deze belastingen zijn van ecologisch belang en monitoring van de stoffen is voorgeschreven in EU-richtlijn 2008/105/EG (bijv. zware metalen, HCB, HCBd)¹.

Omdat de beschikbare gegevens erg heterogeen en dus meestal niet vergelijkbaar zijn, is de situatie in de (deel)staten beschreven in lopende teksten. Betrouwbare waarden voor de som van dioxinen, furanen en dioxineachtige PCB's (WHO-TEQ, zie 2.2) zijn opgesomd in bijlage 5.

Daarnaast hebben de lidstaten van de ICBR in de jaren 1995 en 2000 gecoördineerde meetprogramma's ter bepaling van de verontreiniging van de vissen in de Rijn uitgevoerd, nadat in 1990 de beschikbare gegevens over de visfauna in de Rijn op een rij waren gezet en beoordeeld². De resultaten hiervan zijn samengevat in hoofdstuk 1.3.

Op basis van de in dit rapport verzamelde resultaten moet in de ICBR worden nagegaan of er in het kader van het volgende internationale Rijn-Meetprogramma (2012 / 2013) onderzoek zal worden gedaan naar de verontreiniging van de vissen in de Rijn.

¹ Richtlijn 2008/105/EG van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 2008 inzake milieukwaliteitsnormen op het gebied van het waterbeleid ("KRW-dochterrichtlijn Prioritaire stoffen" / "MKN-richtlijn" / "biotanorm")

² Zie ICBR-rapport 124, www.iksr.org – rapporten.

1.2 Oorsprong van de onderzochte verontreinigende stoffen en effecten op het milieu

Dioxinen, furanen en polychloorbifenylen

Polygechloroerde dibenzo-p-dioxinen (PCDD's) en dibenzofuranen (PCDF's)

worden gevormd als bijproduct bij verbrandingsprocessen en industriële processen waarbij chloor aanwezig is. De belangrijkste emissiebronnen waren in het verleden de industriële chloorchemie, huisvuilverbrandingsinstallaties (deze bron is inmiddels veel kleiner geworden), warmtekrachtcentrales en metaalsmelterijen. Dioxinen en furanen zijn stoffen die slecht afbreken in het milieu. Ze zijn slecht oplosbaar in water, binden snel aan zwevend stof en organisch stof en hopen op in organismen. Vissen nemen de stoffen voornamelijk op via de voeding, met name door het eten van zwaarder verontreinigde bodemdieren, maar ook direct via het water, de kieuwen en de huid.

Polychloorbifenylen (PCB's) zijn industrieel geproduceerde stoffen die onder andere zijn toegepast als isolatievloeistof in transformatoren, als hydraulische vloeistof, koelvloeistof, weekmaker in kunststoffen en als vlamvertrager in verven en lakken. Productie en gebruik van PCB's is al sinds lange tijd verboden (NL: sinds 1985, CH: sinds 1986, FR: sinds 1987, DE: sinds 1989, de EU als geheel: sinds 2004), maar PCB's komen sporadisch nog steeds in relevante concentraties vrij uit PCB-houdende materialen (bijv. gevels) en historisch verontreinigde bronnen. PCB's kunnen ook worden gevormd bij thermische processen.

Een aantal PCB's (de zogenaamde dioxineachtige PCB's) vertonen een dioxineachtige giftige werking (zie tabel 1).

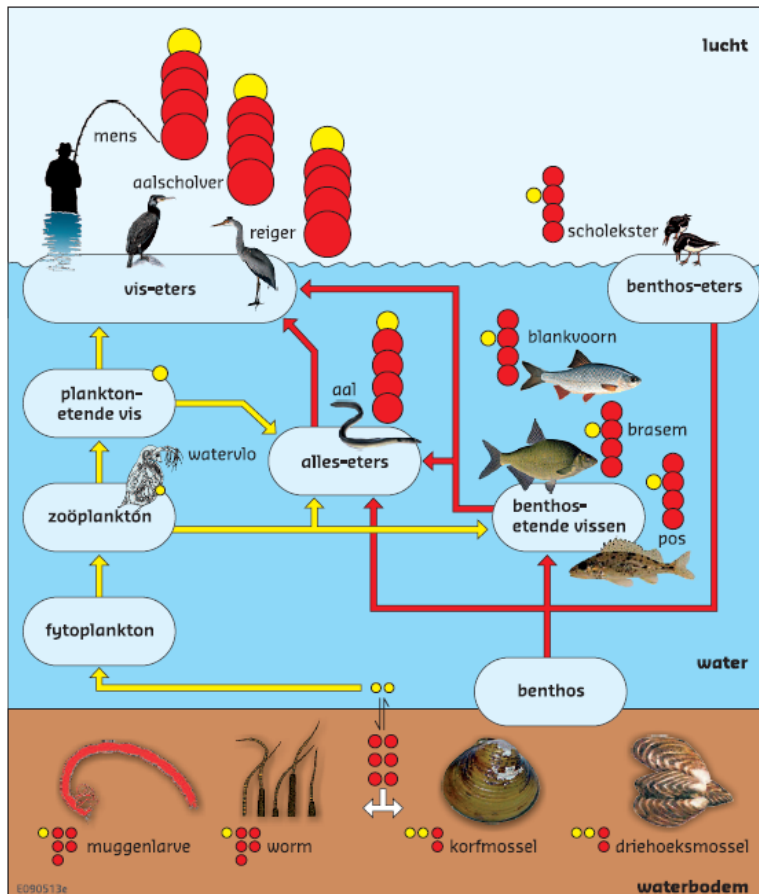
PCB's zijn over het algemeen slecht oplosbaar in water. Vissen nemen dioxinen, furanen, PCB's en andere lipofiele contaminanten zowel op via de voeding als via de kieuwen en de huid (bioconcentratie). De betekenis van deze twee blootstellingsroutes, die samen de bioaccumulatie (ophoping in het organisme) uitmaken, verschilt per vissoort, leefwijze en leeftijdsklasse.

Indien verontreinigingen hoger in het voedselweb in grotere concentraties in de organismen voorkomen, is er sprake van biomagnificatie (zie figuur 1). De kans op toxische effecten wordt daarmee ook steeds groter.

Een andere belangrijke factor is het soortspecifieke metabolisme van organische verontreinigende stoffen (biotransformatie): stoffen die niet kunnen worden uitgescheiden (dit zijn meestal lipofiele stoffen) worden door chemische processen in meer of mindere mate omgezet in stoffen die wel kunnen worden uitgescheiden. Soms bevatten als gevolg van biotransformatie en/of uitscheiding hogere trofische niveaus een vergelijkbare of zelfs kleinere hoeveelheid van de verontreiniging³. Bij biomagnificatie is ofwel de bioconcentratie het bepalende mechanisme ofwel de biotransformatie minder intensief, waardoor de verontreinigende stoffen niet worden uitgescheiden, maar wel opgeslagen in het vetweefsel. Bij de opname via het lichaamsoppervlak (bioconcentratie) ontstaat er eerst een evenwicht tussen het water en het bloed en vervolgens tussen het bloed en het vet in de organen. Tegenover de opname van contaminanten via het voedsel staat uitscheiding van stoffen om een goede toestand te handhaven. Echter, als het vetgehalte in het lichaam toeneemt, neemt ook de totale hoeveelheid van verontreinigingen in het dier toe, in het geval dat het leefgebied is verontreinigd.

Organismen aan het einde van de voedselketen die niet uitsluitend aquatisch leven – en waartoe naast vliegende vogels ook de mens behoort – beschikken echter als gevolg van de longademhaling niet over de nodige uitscheidingsroutes, waardoor de opname via de voeding en daarmee de ophoping via het voedselweb hier bepalend zijn.

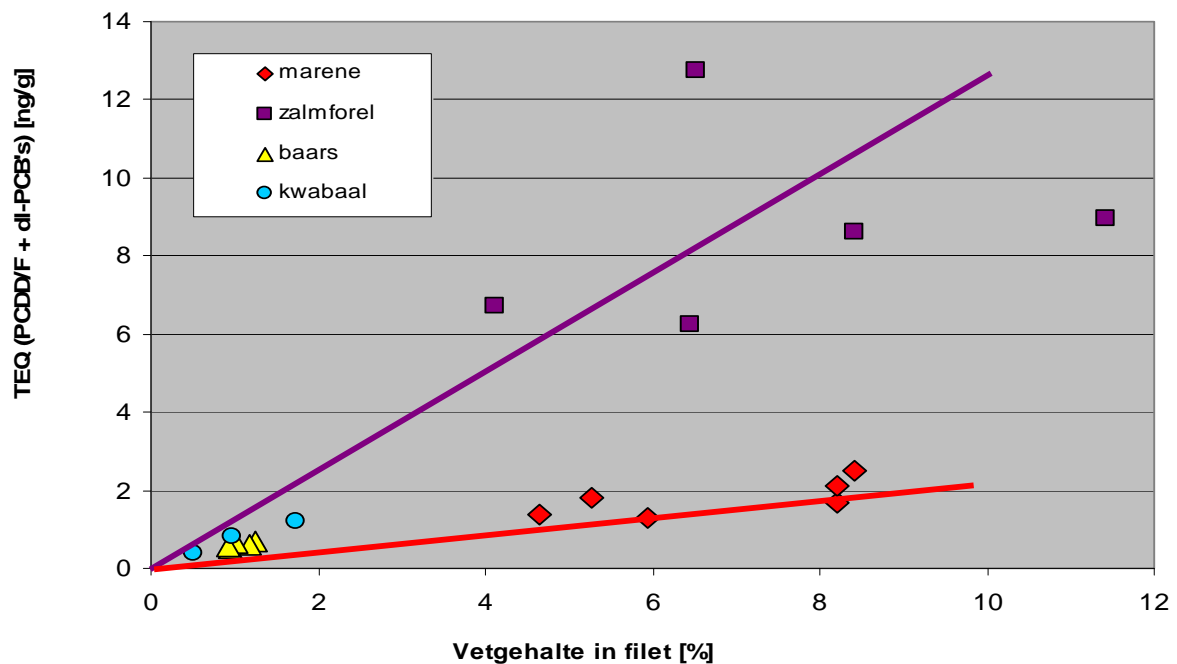
³ Vgl. Parey 1986: Snoeken en blankvoorns uit de Duits-Franse Bovenrijn – twee vissoorten die in een predator-prooi relatie leven – vertoonden een vergelijkbare belasting en een vergelijkbaar vetgehalte.



Figuur 1: Verontreinigende stoffen in het aquatische voedselweb. Vereenvoudigde versie van een voedselweb van de aal. De rode rondjes geven blootstelling aan een verontreinigende stof via de waterbodem weer. De gele rondjes geven blootstelling via het water weer. Het aantal rondjes geeft de verhouding tussen opname via de waterbodem en opname via het water weer. Deze verhouding varieert en is afhankelijk van de verontreinigende stof. Hoe meer rondjes of hoe groter het rondje, hoe groter de hoeveelheid verontreinigende stof. Boven in het voedselweb, vooral bij de toppredatoren (waartoe naast roofvissen en vogels ook de mens behoort), vindt ophoping en biomagnificatie van verontreinigende stoffen plaats. (Bron: van den Heuvel-Greve et al., 2009)

In dit verband speelt ook de leefwijze van vissen een rol. Vissen die zich voornamelijk aan de waterbodem ophouden staan bijvoorbeeld in intensief contact met recent sediment en nemen de daar eventueel afgezette schadelijke stoffen eerder op – niet alleen als ze bodemdieren eten – dan vissen die zich overwegend in de waterkolom bewegen.

Vettere vissen hebben dus in principe een groter accumulatiepotentieel voor PCB's. Een hoog vetgehalte is dan weer typisch voor een aantal soorten, zoals de aal en vissen uit de familie van de salmoniden (zalm- en forelachtigen, zoals bijv. marenen en zalmforellen, zie figuur 2 en bijlage 3). Omdat koudbloedige dieren dioxinen en PCB's zo goed als niet afbreken, hopen resten van deze stoffen zich in de loop der jaren op in hun vetweefsel. Daarom geldt over het algemeen: hoe ouder en groter de vis, hoe hoger het vetgehalte en hoe zwaarder de verontreiniging met PCB's.



Figuur 2: Afhangelijkheid van de TEQ-waarde (PCDD/F + dl-PCB's) van het vetgehalte van vissen. Alle monsters komen uit het Meer van Genève. Bron: BAFU (Schmid et al., 2010)

Zolang schadelijke stoffen zijn opgeslagen in het vetweefsel hebben ze slechts een relatief beperkt toxisch effect. Echter, als de vetreserves worden aangesproken dan worden de PCB's afgebroken en ontstaan er toxische PCB-metabolieten (afbraakproducten). De gehaltes aan schadelijke stoffen in het bloedplasma nemen toe, wat leidt tot fysiologische stress.

PCB's komen ook in hoge concentraties voor in andere weefsels en organen, waar ze eveneens nadelige effecten kunnen hebben. De toxische effecten van PCB's berusten onder andere op interacties met receptoren, proteïnen of DNA.

Misvormingen en verhoogde mortaliteit bij visembryo's als gevolg van blootstelling aan organische chloorverbindingen, zoals PCDD/F en PCB's, zijn in laboratoriumproeven waargenomen bij snoek, karper, meerforel, regenboogforel en aal⁴. In een broed- en kweekproef met snoeken uit de Duits-Franse Bovenrijn is er een sterke correlatie gebleken tussen de verontreiniging van wijfjesvissen met organochloorverbindingen (vooral PCB's, maar ook HCB) en het bevruchtigingspercentage, het aandeel embryo's dat bij het uitkomen uit het ei normaal ontwikkeld is en het totaal aantal dieren dat uitkomt. Bij blankvoorns kon een dergelijk verband niet worden aangetoond⁵. In de vrije natuur zijn zulle effecten op vissen niet bewezen, omdat onderzoek hiernaar zeer moeilijk dan wel onmogelijk is.

Bij de aal, de vissoort die als gevolg van zijn hoge vetgehalte over het geheel genomen het zwaarst verontreinigd is in het Rijnstroomgebied, zou de contaminatie met dl-PCB's en andere antropogene schadelijke stoffen één van de oorzaken van het dalende bestand kunnen zijn⁶. Vooral tijdens de trek naar de paaigebieden en de voorbereiding op de paring verbranden alen vet; daarbij wordt ongeveer de helft van de vetreserve aangesproken. Hierdoor komen opgeslagen persistente verontreinigende stoffen, zoals PCB's, vrij.

⁴ Verschillende bronnen, in Schmid et al., 2010

⁵ Vgl. Parey 1986

⁶ Vgl. Belpaire et al. 2011

Hexachloorbenzeen (HCB)

HCB werd gebruikt als gewasbeschermingsmiddel (fungicide), met name om zaaigoed te behandelen, als conserveringsmiddel in hout en lijm en als additief in PVC en isolatiemateriaal. Het wordt ook gevormd bij de productie, verwerking en verbranding van andere gechlorideerde stoffen, bijv. als bijproduct bij de vervaardiging van kunststof en oplosmiddelen. Sinds de jaren tachtig is het in de Rijnsoeverstaten niet meer toegestaan om HCB in te zetten als gewasbeschermingsmiddel. De stof wordt nog slechts in kleine hoeveelheden industrieel geproduceerd en gebruikt en komt voornamelijk uit historische verontreinigingen in het milieu terecht.

HCB is met name voor kleine kreeftachtigen en vissen zeer giftig.

Geperfluoreerde tensiden (PFT's)

PFT's (perfluorooctaan-1-ol = PFOA, perfluorooctansulfonaat = PFOS) worden industrieel geproduceerd en in een groot aantal producten verwerkt. Een bijzondere verontreiniging kan worden aangetroffen in afvalwater van de galvanische industrie, afvalwater dat is vermengd met bluswater, afvalwater van de textiel- en papieraafwerking en van afvalverwijderingsbedrijven/stortplaatsen. In 2006 werd er in de Ruhr en haar zijrivier de Möhne (in Noordrijn-Westfalen) een ernstige belasting met PFT's, met name PFOA, gemeten, wat kon worden verklaard door het illegaal bijmengen van industrieafval in meststoffen en bodemhulpstoffen. Officiële meetprogramma's voor de detectie van PFT's bestaan sinds 2006. Sinds 2008 mag PFOS alleen nog maar in enkele uitzonderlijke gevallen worden gebruikt in de EU.

PFT's zijn giftig voor mens en dier, accumuleren in bloed en orgaanweefsel en zijn mogelijk kankerverwekkend. De laagste acute LC50 (gemiddelde letale concentratie voor 50% van de testorganismen) voor PFOS in water werd gemeten bij garnalen (*Americamysis bahia*) en bedroeg 3,6 mg/l. Als chronisch effect zijn er negatieve gevolgen voor de verpoping van larven van dansmuggen (*Chironomus tentans*) waargenomen vanaf een concentratie van 21,7 µg/l (NOEC)⁷.

Voor geperfluoreerde tensiden (PFT's) in vissen zijn er tot dusver geen maximumgehalten of richtwaarden vastgesteld. In Duitsland is er alleen een oriënteringswaarde afgeleid van 30 µg/kg NG⁸.

De concentraties van PFOS in het water bedragen enkele nanogram per liter en liggen in de Rijn meestal onder de bepalingsgrens. Het quotiënt van de PFOS-concentratie in visvlees [µg/kg DS] en in water [µg/kg water] levert soortspecifieke bioaccumulatiefactoren voor vissen op. In de Duitse Nederrijn en zijn zijrivieren ligt deze factor (bij gebruik van de halve bepalingsgrens voor de PFOS-concentratie in water) tussen 1.000 en 2.000. De factor is het hoogst in rivierbaars (2.284), aal (1.799) en brasem (1.731) en het laagst in kopvoorn (539) (zie bijlage 6)⁹.

De opname van PFOS door visconsumptie kan meer dan 90% uitmaken van de totale blootstelling door levensmiddelen, maar hierbij wordt slechts 1,5 tot 2,5 % van de levenslang toelaatbare inname bereikt¹⁰.

⁷ Vgl. MacDonald et al. 2004

⁸ Vgl. BfR 2008

⁹ Vgl. LAWA 2010

¹⁰ Zie BfR 2008; berekening op basis van actuele metingen van PFT-gehalten in levensmiddelen en de gemiddelde geconsumeerde hoeveelheden van verschillende groepen van levensmiddelen die het Robert-Koch-Instituut in 1998 heeft berekend in het kader van een landelijke, Duitse voedingsurvey.

Kwik (Hg)

Kwik is een zwaar metaal dat van nature voorkomt, bijv. in vulkanisch gesteente. Belangrijke antropogene bronnen zijn verbranding van kolen, chloor/alkali-industrie en toepassing in producten, zoals amalgaamvullingen, meet- en regelapparatuur en batterijen.

In water is het meeste kwik gebonden aan de in het water zwevende anorganische deeltjes. In de waterbodem kunnen micro-organismen kwik omzetten in metylkwik. Deze stof wordt gemakkelijker opgenomen door organismen en hoopt op in het voedselweb.

Tabel 1 : Ecotoxicologische kenmerken van PCB's, dioxinen, furanen, HCB, PFOS en kwik

Stofgroep	Dioxinen, furanen, dl-PCB's	Indicator-PCB's	HCB	PFOS	Methylkwik
Gedrag	Hechten aan organische deeltjes (PFOS: eigenschappen van tensiden)				Complex, hecht zowel aan organische als aan anorganische deeltjes
Afbreekbaarheid	Wordt zeer langzaam afgebroken in het milieu			nee	Wordt in het geheel niet afgebroken in het milieu
Opname in organismen	Via voedsel, zwevend stof, water			Via voedsel en water	Via voedsel, sediment, water
Opslag	In vetweefsel en lever	In vetweefsel, lever, nieren, lymfeklieren		In vet- en spierweefsel en lever	In vetweefsel, lever, huid
Bioaccumulatie	In de gehele voedselketen				
Giftigheid voor het aquatisch milieu	Negatieve effecten op voedselopname, gewicht, voortplanting, ontwikkeling, immuunsysteem en gedrag	Beschadiging van het zenuwstelsel (ook narcotische effecten), negatieve effecten op huid, lever, nieren, spijsverteringsstelsel	Giftig voor vissen en kleine waterorganismen	Acuut giftig (bijv. voor garnalen), chronische effecten, bijv. op de verpoping van larven van dansmuggen	Acuut giftig voor lagere organismen in het water. Negatieve effecten op voortplanting, groei, gedrag, metabolisme, osmoregulatie, zuurstofuitwisseling
Giftigheid voor de mens	Huidaandoeningen (chlooracné), beschadiging van lever, voortplantingsorganen en immuunsysteem; ontwikkelingsstoornissen, kankerverwekkend. Sommige PCB's stimuleren de groei van tumoren	Beschadiging van zenuwstelsel, lever, longen, voortplantingsorganen; kankerverwekkend	Dodelijk bij hoge dosis	Mogelijk carcinogeen	Negatieve effecten op ontwikkeling zenuwstelsel, hart- en vaatstelsel, immuunsysteem en voortplantingsorganen; mogelijk carcinogeen

1.3 Verontreiniging van vissen in de hoofdstroom van de Rijn in 2000

(Uittreksel uit ICBR-rapport 124)

Het ICBR-meetprogramma ter bepaling van de verontreiniging van de vissen in het Rijnstroomgebied heeft aangetoond dat de belasting met polychloorbifenylen (PCB's), hexachloorbenzeen (HCB) en sporadisch ook kwik in 2000 problematisch was vanuit het oogpunt van het levensmiddelenrecht, terwijl de verontreiniging met de andere bekeken contaminanten (pesticiden, andere matig polaire koolwaterstoffen, tri- en tetrachloorbenzenen, nitromuskverbindingen, lood, cadmium, bromocycloen, trifenyl- en tributyltin) van relatief weinig belang was. Deze bevinding kwam overeen met het resultaat van het ICBR-meetprogramma uit 1995. De concentraties van de **laag gechlloreerde polychloorbifenylen (PCB's)** waren het hoogst in de Duitse Nederrijn en de Rijndelta. Deze ruimtelijke verdeling was in 2000 niet veranderd ten opzichte van 1995, maar dat neemt niet weg dat er in de Duitse Nederrijn in deze vijf jaar een uiterst significante afname in de verontreiniging is waargenomen. De **hoger gechlloreerde PCB's** vertoonden over het algemeen vanaf Mannheim (Rijnkilometer 432) relatief hoge waarden. Tot aan de Middenrijn trad er echter geen significante afname in de tijd op. In de Duitse Nederrijn en over het geheel van de Rijntrajecten genomen kon er wel een duidelijke afname in de verontreiniging worden geconstateerd. Op bijna alle meetlocaties in de Middenrijn en de Duitse Nederrijn werden de in het levensmiddelenrecht vastgestelde maxima voor hoger gechlloreerde PCB's overschreden. In alen uit de Rijndelta werden er geen overschrijdingen van de geldende Nederlandse maxima gemeten; in blankvoorns gebeurde dat slechts sporadisch¹¹. Met betrekking tot de belangrijkste congenere **PCB 138** en **PCB 153** week respectievelijk 21% en 28% van de individuele monsters af van de wettelijke normen, dit was zo goed als geen verandering ten opzichte van 1995.

De verontreiniging van de aalmonsters met **hexachloorbenzeen (HCB)** vertoonde vanaf de benedenloop van de Hoogrijn een sterke stijging die zich doorzette tot in de noordelijke Duits-Franse Bovenrijn. De hoogste HCB-gehalten werden gemeten in de Duits-Franse Bovenrijn en de Middenrijn tot Koblenz; de meeste onderzochte alen overschreden de wettelijke maxima voor de voedselveiligheid. Verder stroomafwaarts daalden de waarden weer fors. De onderzochte blankvoorns voldeden wel aan de consumptienormen. De verontreiniging in de buurt van de voormalige puntbron in de Hoogrijn was sinds 1995 duidelijk verminderd. Aan het begin van de zuidelijke Duits-Franse Bovenrijn (Grißheim, Rijnkilometer 210) zijn de gemeten concentraties constant op zeer hoog niveau gebleven. Verderop in de Rijn, tot Bad Honnef (Rijnkilometer 642), was de verontreiniging evenwel op alle meetlocaties significant toegenomen. In de noordelijke Duits-Franse Bovenrijn lag de gemiddelde belasting zelfs boven het niveau van 1990.

De verontreiniging van de alen met **kwik** vertoonde vanaf de Hoogrijn een stijging die zich doorzette tot in de zuidelijke Duits-Franse Bovenrijn. Verder stroomafwaarts ging de gemiddelde verontreiniging weer iets omlaag. In vergelijking met 1995 en ook 1990 kon er in de alen uit de Hoogrijn een duidelijke toename van het kwikgehalte worden waargenomen. De verontreiniging van de alen uit de Middenrijn was daarentegen veel minder geprononceerd dan in 1995. De toentertijd geldende maxima voor kwik¹² werden nergens in de Rijn overschreden.

De gegevens van onderzochte brasems uit de Duitse milieumonsterbank, die ter vergelijking werden bestudeerd, leiden voor de belangrijkste contaminanten, vooral voor hexachloorbenzeen en kwik, tot soortgelijke interpretaties.

¹¹ Toentertijd geldende maxima voor PCB 153 in mg/kg NG: in Nederland 0,5 voor aal en 0,1 voor andere vissen; in Duitsland 0,2 voor alle vissoorten (gerelateerd aan vet bij vissen met een vetgehalte > 10%).

¹² Toentertijd geldende maxima voor kwik in mg/kg NG: in Zwitserland 0,5; in Duitsland 0,5 of 1,0 voor aal, snoek en baars; in Nederland 1,0.

2. Gegevensbasis

2.1 Betrokken instanties in het Rijnstroomgebied

Aan het onderhavige rapport hebben de volgende instanties bijgedragen:

- Zwitserland:** Dienst voor Milieu (*Bundesamt für Umwelt, BAFU*), Bern – www.bafu.ch
- Frankrijk:** Nationale dienst voor Water en het Aquatisch Milieu (*Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, ONEMA*), Vincennes (Île-de-France) – www.onema.fr
Nationaal Agentschap voor de Voedselveiligheid (*Agence nationale de sécurité sanitaire, ANSES*; voorheen: AFSSA), Maisons-Alfort (Île-de-France) – www.anses.fr
- Duitsland:** **Baden-Württemberg:** Dienst voor Chemisch en Veterinair Onderzoek (*Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt, CVUA*), Freiburg – www.ua-bw.de
Beieren: Deelstaatsdienst voor Milieu (*Bayerisches Landesamt für Umwelt, LfU*), afdeling Wielenbach
Deelstaatsdienst voor Gezondheid en Voedselveiligheid (*Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, LGL*), Oberschleißheim
Saarland: Deelstaatsdienst voor Milieubescherming en Veiligheid op het Werk (*Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz, LUA*), Saarbrücken
Rijnland-Palts: Deelstaatsdienst voor Milieu, Waterbeheer en Arbeidsinspectie (*Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht, LUWG*), Mainz – www.luwg.rlp.de
Hessen: Laboratorium van de deelstaat Hessen (*Landesbetrieb Hessisches Landeslabor, LHL*), Wiesbaden – www.lhl.hessen.de
Noordrijn-Westfalen: Deelstaatsdienst voor Natuur, Milieu en Consumentenbescherming (*Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, LANUV*), Recklinghausen – www.lanuv.nrw.de
Duits nationaal niveau: Federale milieudienst (*Umweltbundesamt, UBA*), Dessau – www.umweltbundesamt.de
- Moezel-Saargebied:** Internationale Commissies ter Bescherming van de Moezel en de Saar (IKSMS), Trier – www.iksms-cipms.org
- Luxemburg:** Ministerie van Binnenlandse Zaken / Dienst voor Waterbeheer (*Ministère de l'Intérieur / Administration de la Gestion de l'Eau*) – www.waasser.lu
Ministerie van Volksgezondheid / Dienst voor Voedselveiligheid (*Ministère de la Santé / Service de la Sécurité Alimentaire*) – www.securite-alimentaire.public.lu/actualites/communiques
- Nederland:** 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 bijlage 1 zijn de contactpersonen uit de technische diensten opgesomd. Op de website van de diensten zijn bepaalde rapporten en/of gegevens vrij toegankelijk (meer informatie in hoofdstuk 3).

2.2 Onderzochte contaminanten, parameters en maxima

In bijlage 2 wordt duidelijk gemaakt in welke Rijnsoeverstaat welke schadelijke stoffen zijn gemeten in vissen. Naast indicator-PCB's, dioxinen/furanen en dl-PCB's hebben de meeste staten ook HCB en kwik onderzocht. In bepaalde gebieden zijn daarnaast nog andere persistente organische verontreinigende stoffen bekeken.

In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in alen en andere vissen die relevant zijn voor een beoordeling. De grenswaarden voor het levensmiddelenrecht komen uit

- de EU-contaminantenverordening 1881/2006, waarvan de waarden ook in Zwitserland worden toegepast;
- de aanbeveling van de Europese Commissie in 2006/88/EG;
- het voorstel van het Directoraat-generaal SANCO;
- en nationale verordeningen.

In de tabel zijn ook de **milieukwaliteitsnormen voor biota** conform de KRW-dochterrichtlijn "Prioritaire stoffen" weergegeven (richtlijn 2008/105/EG, artikel 3, lid 2). De stoffen waarvoor deze normen zijn opgesteld, zijn door hun lipofiele karakter moeilijk meetbaar in water. Metingen in biota zijn gemakkelijker en geven daarenboven een beter tijdgeïntegreerd beeld van de waterkwaliteit dan metingen in steekmonsters van water. Daarom gelden sinds 2007 in de Europese KRW-watervieren de in tabel 2 opgenomen normen voor biota (vis, schelpdieren)¹³. De toepassing van de "biotanormen" is overgelaten aan de lidstaten¹⁴.

De toxiciteit van de **som van dioxinen, furanen en dioxineachtige PCB's** ten opzichte van 2,3,7,8-tetrachloordibenzo-p-dioxine (2,3,7,8-TCDD) wordt uitgedrukt in toxiciteitsequivalenten (ng WHO-TEQ / kg natgewicht). Bij de laatste onderzoeken hebben alle Rijnsoeverstaten deze somparameter berekend, die daarom in dit rapport als vergelijkingsparameter wordt gebruikt. Omdat er in het ICBR-meetprogramma van 2000 nog geen dl-PCB's zijn bepaald, is er voor de WHO-TEQ geen directe vergelijking met 2000 mogelijk.

In de groep van de **niet-dioxineachtige PCB's** worden de congenere PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180 samengebracht onder de noemer "**indicator-PCB's**". De stof die in deze groep doorgaans de hoogste gehalten vertoont en daarom vaak als hoofdcongener wordt gebruikt, is PCB 153. De beoordeling van de indicator-PCB's in het kader van het levensmiddelenrecht gebeurt in Duitsland nu op basis van de afzonderlijke congenere, maar zal in de toekomst voor alle EU-lidstaten worden geharmoniseerd op basis van de som van de indicator-PCB's: het Directoraat-generaal Gezondheid en consumentenbescherming van de Europese Commissie (DG SANCO) spreekt op dit moment over een uitbreiding van de verordening met maximumgehalten voor de som van de zes indicator-PCB's¹⁵. Verder is er voor de som van zeven indicator-PCB-congenere een conceptbiotanorm afgeleid volgens de in Europees verband afgesproken methodiek¹⁶.

Omdat de TEQ-waarden van **polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)** meestal zeer laag zijn, worden deze stoffen in het onderhavige rapport buiten beschouwing gelaten.

¹³ Factsheets van het Fraunhofer Instituut

¹⁴ 2008/105/EG, voetnoot (9) op pagina 10

¹⁵ Totaal-TEQ conform SANCO/13329/2010 + SANCO/13331/2010 revisie 2

¹⁶ Duinhoven et al. 2007

Tabel 2: Maximumgehalten, actiedrempels, milieukwaliteitsnormen (MKN's), voorstellen voor MKN's en oriënteringswaarden voor dioxinen, furanen, dl-PCB's, indicator-PCB's, HCB, hexachloorbutadien, PFOS en kwik in alen en andere vissen conform Europees en nationaal recht

Stof	Vissoort	Wettelijke basis	Maximum-gehalte ¹⁷	Eenheid
Σ dioxinen / furanen	allemaal	EU-VO	4,0	ng WHO-PCDD/F-TEQ / kg NG ¹⁸
		aanbeveling Europese Commissie	3,0	
dl-PCB's	aal	aanbeveling Europese Commissie	6,0	ng WHO-PCB-TEQ / kg NG
	andere vissen	aanbeveling Europese Commissie	3,0	
Σ dioxinen / furanen / dl-PCB's	aal	EU-VO	12,0	ng WHO-PCDD/F-PCB-TEQ / kg NG
	andere vissen	EU-VO	8,0	
PCB 28, 52, 101, 180 PCB 138, 153	zoetwatervissen	Duitse contaminantenverordening	0,2	mg / kg NG
			0,3	mg / kg NG
6 indicator-PCB's (ICES-6): PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153, PCB 180	in het wild levende alen	voorstel DG SANCO	0,3	mg / kg NG
	diadrome vissoorten die worden gevangen in zoet water		0,075	mg / kg NG
	andere in het wild levende zoetwatervissen		0,125	mg / kg NG
7 indicator-PCB's (zie hierboven + PCB 118)	allemaal (voorlopig)	conceptbiotanorm	0,335	mg / kg NG
hexachloorbenzeen	allemaal	Biotanorm	0,01	mg / kg NG
		VMR	0,5	mg / kg vet
			0,05	mg / kg NG
hexachloorbutadien	allemaal	Biotanorm	0,055	mg / kg NG
PFOS	allemaal	voorstel voor een MKN	9,1	µg / kg NG
		BfR-oriënteringswaarde	30	µg / kg NG
(methyl-)kwik	aal, snoek	EU-VO	1,0	mg / kg NG
	andere vissen	EU-VO	0,5	
	allemaal	Biotanorm	0,02	mg / kg NG

Omrekeningsfactoren:

1 mg = 1.000 µg = 1.000.000 ng

1 kg = 1.000 g = 1.000.000 mg

- EU-VO = EU-contaminantenverordening 1881/2006 van 19 december 2006;
- Aanbeveling Europese Commissie = Aanbeveling van de Europese Commissie (2006/88/EG) inzake actiedrempels voor dl-PCB's van 6 februari 2006;
- Duitse contaminantenverordening = Duitse verordening ter beperking van contaminanten in levensmiddelen van 19 maart 2010;
- Biotanorm = Milieukwaliteitsnorm voor biota conform EU-richtlijn 2008/105/EG;
- VMR = Duitse verordening tot vaststelling van maximumgehalten aan residuen van 21 oktober 1999; laatst gewijzigd op 19 maart 2010;
- Voorstel voor een MKN voor PFOS overeenkomstig het resultaat van de discussie over nieuwe kandidaat-stoffen in de working group E van 22 juni 2011;
- BfR-oriënteringswaarde voor PFOS overeenkomstig het advies van het Duits instituut voor risicobeoordeling (*Bundesinstitut für Risikobewertung*, BfR) van 11 september 2008, zie BfR 2008.

In bijlage 4 wordt weergegeven op basis van welke normen de Rijnsoeverstaten de resultaten van het onderzoek naar de verontreiniging van vissen hebben beoordeeld.

¹⁷ Voor dl-PCB's en dioxinen: actiedrempels

¹⁸ WHO-TEQ van 1998

Omgang met meetonzekerheden

Voordat meetresultaten worden vergeleken met maximumgehalten (bijv. zoals vastgesteld in de EU-verordening) en er daarna wordt besloten tot maatregelen in verband met het in de handel brengen van vissen wordt van de numerieke meetwaarde doorgaans een gedefinieerd percentage meetonzekerheid afgetrokken. De Rijnsoeverstaten hanteren hiervoor verschillende percentages (zie tabel 3). In de EU-staten wordt er voor de controle op overschrijding van maximumgehalten in onderzochte vissen gebruik gemaakt van de voorschriften voor dioxinen en dl-PCB's in voedingsmiddelen zoals bepaald in EU-verordening 1883/2006¹⁹. De verordening schrijft voor dat de controle op de naleving van de maximumgehalten gebeurt aan de hand van de eerste bepaling. Een duplobepaling is noodzakelijk om de mogelijkheid van interne kruisverontreiniging of een onbedoelde verwisseling van monsters uit te sluiten. Er is niet voldaan aan de voorschriften als de waarde van de eerste bepaling minus de meetonzekerheid boven het maximumgehalte ligt.

Bij monsters met gehalten die net boven het maximum liggen, kan het zijn dat het beoordelingsresultaat als gevolg van analytische schommelingen verschilt per laboratorium (onafhankelijk van de (deel)staatsgrenzen).

Tabel 3: Percentages (+/-) meetonzekerheid voor verschillende parameters in vissen die afhankelijk van het nationale juridische kader en de interpretatie daarvan worden toegepast op de ruwe meetgegevens

(Deel)staat	Dioxinen / furanen / dl-PCB's	Ndl-PCB's / indicator- PCB's	HCB	Zware metalen	Organochloor- pesticiden
CH	0%				
FR	17,5% (dioxinen) 20,5% (dl-PCB's)	22,7	15,5		
DE-BW ²⁰	20%	20%	50%	20%	50%
DE-RP ²¹	20%	20%	50%	10%	50%
DE-HE	20%	25%	25%	5%	25%
DE-NW ²²	15%	15%	50%	10 – 20%	50%
NL ²³	10%				

¹⁹ EU-verordening 1883/2006, bijlage I, hoofdstuk 5

²⁰ DE-BW: Conform document SANCO/10684/2009 "Method Validation and Quality Control Procedures for Pesticide Residues Analysis in Food and Feed" bedraagt de meetonzekerheid voor alle pesticiden in levensmiddelen van dierlijke en plantaardige oorsprong, dus ook voor de organochloorpesticiden inclusief HCB, in principe 50%, wat overeenkomt met een uniforme regeling in de EU.

²¹ DE-RP: Zware metalen: alleen Hg wordt gemeten.

²² DE-NW: Het % bij zware metalen is afhankelijk van de analysemethode

²³ NL: vroeger: 15%

Voor zover niet anders vermeld, worden er in de teksten en figuren in hoofdstuk 3 ("Resultaten") en in bijlage 5 meetwaarden (ruwe gegevens) zonder aftrek van de meetonzekerheid weergegeven, omdat in het onderhavige rapport het ecosysteem wordt bekeken en de in het levensmiddelenrecht vastgelegde gevolgen van een overschrijding van grenswaarden hier niet op de voorgrond staan. Bovendien moeten de waarden, zo mogelijk, vergelijkbaar zijn.

Desondanks wordt er in tal van figuren en in de tekst vaak verwezen naar de in het levensmiddelenrecht vastgelegde grenswaarden en naar overschrijdingen die zijn berekend aan de hand van waarden *na* aftrek van de bovengenoemde, nationale meetonzekerheden.

2.3 Onderzochte vissoorten en criteria voor hun selectie

De onderzochte vissoorten zijn hoofdzakelijk geselecteerd op basis van hun voorkomen en frequentie in het traject of de zijrivier van de Rijn in kwestie. Een aantal instituten heeft het onderzoek bewust tot één soort of tot een klein aantal soorten beperkt om de statistische zekerheid te vergroten. Andere instituten hebben overeenkomstig de natuurlijke soortendiversiteit een brede waaier van vissen onderzocht om de vangkans te vergroten en te garanderen dat alle in de planning opgenomen meetlocaties daadwerkelijk werden bemonsterd of om met de monsterneming een representatief "soortenpakket" van de belangrijkste consumptievissen af te beelden. Andere criteria voor de selectie waren het soortspecifieke vetgehalte en de levenswijze (zie 1.2).

Bij de weergave van de resultaten is er in een aantal onderzoeken onderscheid gemaakt tussen witvissen (meestal laag, een enkele keer een hoger vetgehalte) en aal (altijd hoog vetgehalte) of tussen consumptievissen en de overige vissoorten. In Frankrijk is het gebruikelijk om vissen in te delen in sterk en zwak bioaccumulerende soorten²⁴. In bijlage 3 wordt weergegeven welke vissoorten in welke Rijnsoeverstaten zijn onderzocht op schadelijke stoffen. In de onderstaande tabel worden de kenmerken van de belangrijkste onderzochte vissoorten samengevat.

²⁴ AFSSA 2010

Tabel 4: Kenmerken van de belangrijkste onderzochte vissoorten

Bibliografie Bauch 1966, ICBR 2009, Lelek & Buhse 1992, Muus & Dahlström 1998, Pelz & Brenner 2002

Vissoort	aal	blankvoorn	brasem	kopvoorn
Wetenschappelijke naam	<i>Anguilla anguilla</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	<i>Abramis brama</i>	<i>Squalius cephalus</i>
Consumptievis	ja	regionaal ja*	occasioneel ja*	occasioneel ja*
Frequentie in de Rijn	tot dusver hoog; de aalstand daalt	tot dusver voldoende populatiedichtheid voor bemonstering; op een aantal Rijntrajecten krimpen de populaties; komt niet voor in de Hoogrijn	wijd verspreid, maar komt niet overal in groten getale voor	wijd verspreid, veel voorkomend
Leefgebied	stromende en stilstaande wateren, vooral in oude riviertakken met steenbestorting	stromende en stilstaande wateren	geeft de voorkeur aan zones met zwakke stroming en zachte ondergrond en aan oude riviertakken; stromende en stilstaande wateren	volwassen exemplaren ook in stilstaande wateren
Plaatsgetrouwheid	pootaal: gering; rode aal: groot schieraal trekt zeewaarts	matig tot groot	groot	gering tot groot
Hoofdverblijfplaats	aan de waterbodem	dichtbij de oever, in het open water	aan de waterbodem, oevergeoriënteerd	jonge vissen dichtbij de oever, oude vissen in het open water
Contact met sediment	intensief	gering	intensief	gering
Voedsel	spitskopaal: bodemdieren; breedkopaal: vissen, kreeftachtigen, visseneitjes**	macrozoöbenthos, waterplanten, plankton	bodemdieren, waterplanten	macrozoöbenthos, vliegende insecten, (kleine) vissen, amfibieën, deels waterplanten en vruchten; met toenemende leeftijd meer vis
Levensduur	gemiddeld 10 tot 15, soms meer dan 20 jaar (sporadisch 50 jaar)	10 tot 15 jaar	lang (tot 25 jaar)	8 tot 10 (15) jaar
Vetgehalte	zeer hoog (> 8% tot 32%)	laag tot matig (tot 6%)	laag tot hoog (tot 10%)	laag tot hoog (tot 8%)
Bioaccumulatie	hoog tot zeer hoog***	gering tot hoog***	gering tot hoog***	gering tot hoog***

Voortzetting van **tabel 4: Kenmerken van de belangrijkste onderzochte vissoorten**

Vissoort	aal	blankvoorn	brasem	kopvoorn
Diversen	regionale vangstbeperkingen als gevolg van de bedreiging van de aalstand en in verontreinigde gebieden	kan worden vergeleken met ICBR-onderzoek uit 2000	geen vangstbeperkingen, want niet bedreigd	geen vangstbeperkingen, want niet bedreigd

* Omdat blankvoorns, brasems en kopvoorns veel graten hebben, worden ze als consumptievis niet gewaardeerd. Echter, jonge exemplaren (< 20 cm), vooral blankvoorns, worden onder andere in Zuid-Duitsland en in de Benelux graag als bakvis gegeten.

** Afhankelijk van het voedselaanbod in het leefgebied komen er procentueel gezien ofwel meer spitskoppen ofwel meer breedbekken voor.

*** Is afhankelijk van de leeftijd, maar voor alle vissoorten geldt: hoe ouder de vis, hoe hoger het vetgehalte.

3. Verontreiniging van vissen: resultaten van het onderzoek in de Rijnsoeverstaten

3.1 Zwitserland

Dioxinen, furanen en dl-PCB's

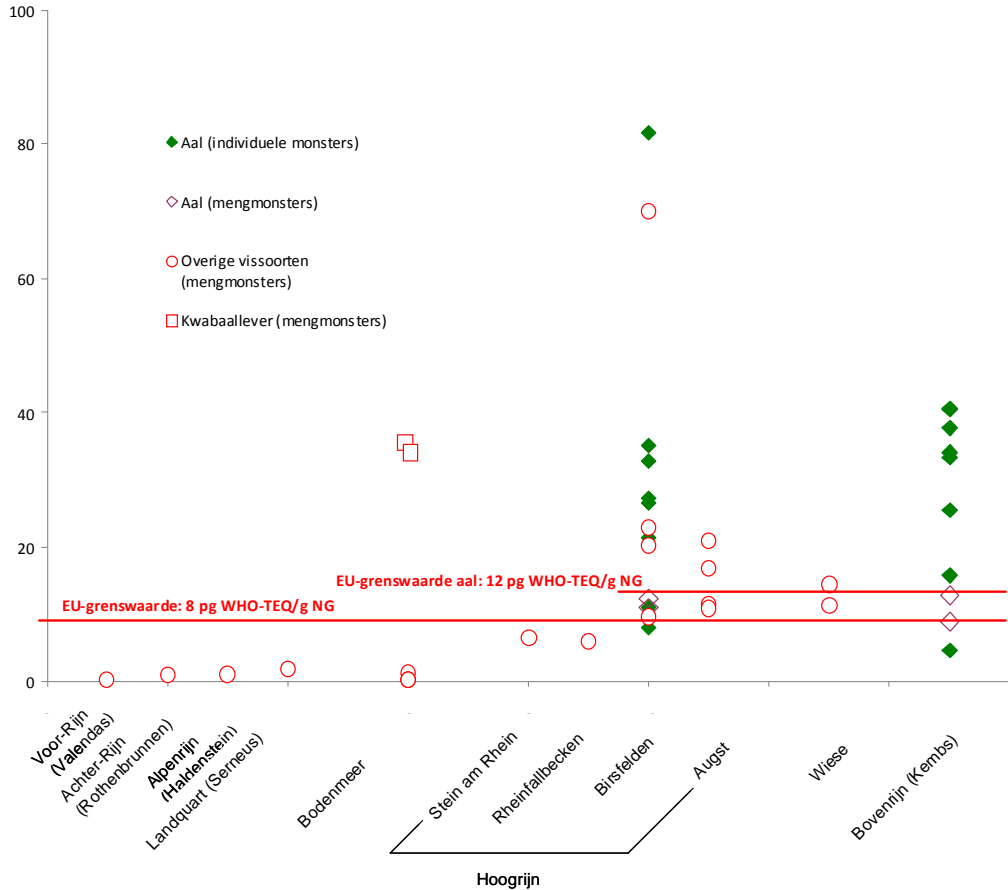
In Zwitserland zijn in het kader van een rapportage²⁵ over de verontreiniging van vissen en wateren met PCB's en dioxinen 1.300 gegevenssets uit de afgelopen twintig jaar geanalyseerd. De gehalten aan dioxineachtige PCB's en dioxinen liggen voor de meeste vissoorten en wateren (o.a. Alpenrijn en zijrivieren, Aare tot de monding van de Saane) rond of net boven de achtergrondbelasting. Duidelijke overschrijdingen van de maxima zoals bepaald in het Zwitserse levensmiddelenrecht (analoog aan de EU-levensmiddelenverordening 1881/2006) zijn waargenomen in vissen uit de Birs (zijrivier van de Hoogrijn), de Saane (zijrivier van de Aare) en de Hoogrijn (zie figuur 3). Bepalend voor de overschrijdingen was het hoge aandeel dl-PCB's (zie figuur 4).

Tijdreeksen van PCB-concentraties in sedimentkernen uit Zwitserse meren en in moedermelk laten zien dat de PCB-verontreiniging van het milieu en de mens de afgelopen decennia dan wel duidelijk is verminderd, maar dat resten van PCB's in vissen uit bepaalde watertrajecten nopen tot verdere maatregelen voor de verwijdering van PCB's.

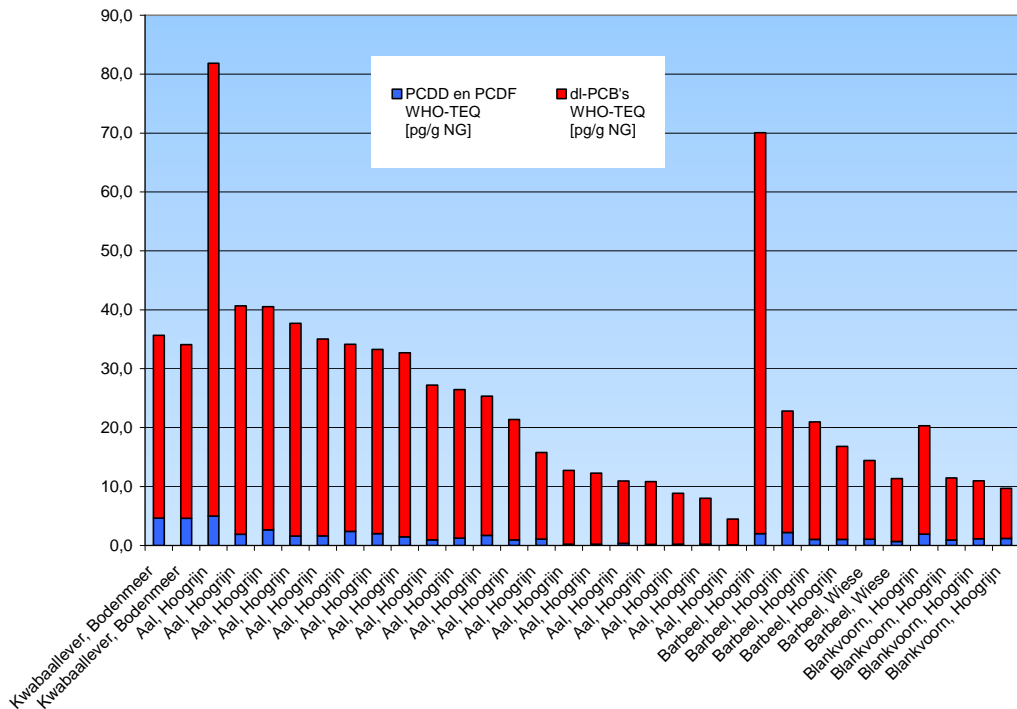
Vooruitblik

De locaties waar de levensmiddelennorm wordt overschreden, zijn verontreinigd door puntbronnen (vuilnisbelten met historische PCB-verontreinigen). Gepland zijn een monitoringsprogramma, in het kader waarvan naast vis ook sediment wordt bekeken, en maatregelen om de bronnen van verontreiniging te reduceren dan wel weg te werken (met name een bekende, grote stortplaats langs de Saane). Om de blootstelling van de bevolking aan PCDD/F en dl-PCB's door consumptie van vis te beperken, zijn er voedingsaanbevelingen uitgesproken (maximale wekelijkse visconsumptie).

²⁵ Schmid P. et al. 2010



Figuur 3: Verontreiniging van vissen met PCDD/F en dl-PCB's in het Zwitserse Rijnstroomgebied. Bron: BAFU (Schmid et al., 2010)



Figuur 4: Aandeel van dl-PCB's en PCDD/F in de verontreiniging van verschillende vissoorten in de wateren van het Zwitserse Rijnstroomgebied. Figuur op basis van BAFU-gegevens, vgl. Schmid et al., 2010

3.2 Frankrijk

Sinds 2008, met de lancering van het nationale actieplan PCB's, is het onderzoek in het Franse deel van het Rijnstroomgebied geïntensiveerd, teneinde de voor menselijke consumptie bestemde vissoorten beter te controleren en geschikte maatregelen uit te werken om eventuele gezondheidsrisico's te beperken. Naast PCB's worden ook kwik, HCB en HCBd bekeken.

Dioxinen, furanen en dl-PCB's

De door de EU vastgestelde consumptienormen voor de som van dioxinen, furanen en dioxineachtige PCB's (PCDD/F, dl-PCB's) worden in de meeste onderzochte aalmonsters met een factor 2 tot 5 overschreden. In de andere vissoorten blijven de meetwaarden meestal onder de grenswaarde van 8 pg/g NG.

De interpretatie van de resultaten van het visonderzoek voor de volksgezondheid wordt uitgevoerd door het Franse agentschap voor voedselveiligheid, veiligheid van het milieu en veiligheid op het werk (*Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail*, ANSES) in overleg met de ministeries van Milieu en Volksgezondheid. Deze interpretatie wordt als advies gepubliceerd. Met de toegepaste methode wordt beoogd om per watersysteem het risico op overmatige blootstelling van visconsumenten op lange termijn te evalueren door gemiddelde verontreinigingen te vergelijken met de juridisch vastgelegde drempelwaarden voor de som van dioxinen, furanen en dl-PCB's. Het gaat er niet om te controleren of elk afzonderlijk monster voldoet aan de voorschriften. De adviezen kunnen aanleiding geven tot decreten van de prefect waarin een verbod wordt uitgevaardigd op het vangen van vissen voor consumptie en verhandeling.

Kwik

Op de roofvissen die zijn gevangen voor PCB-analyses is ook kwikonderzoek uitgevoerd. Uit het onderzoek op aal- en snoekmonsters (59 dieren) blijkt dat de resultaten van zo goed als alle monsters, met uitzondering van twee, onder de Europese consumptienorm van 1 mg/kg NG liggen. Bij de andere soorten wordt de norm van 0,5 mg/kg NG slechts overschreden in één snoekbaars- en één beekforelmonster, maar ook deze waarden blijven onder 1 mg/kg NG. De EU-biotanorm van 0,02 mg/kg NG wordt daarentegen systematisch in alle monsters overschreden.

Hexachloorbenzeen en hexachloorbutadieen

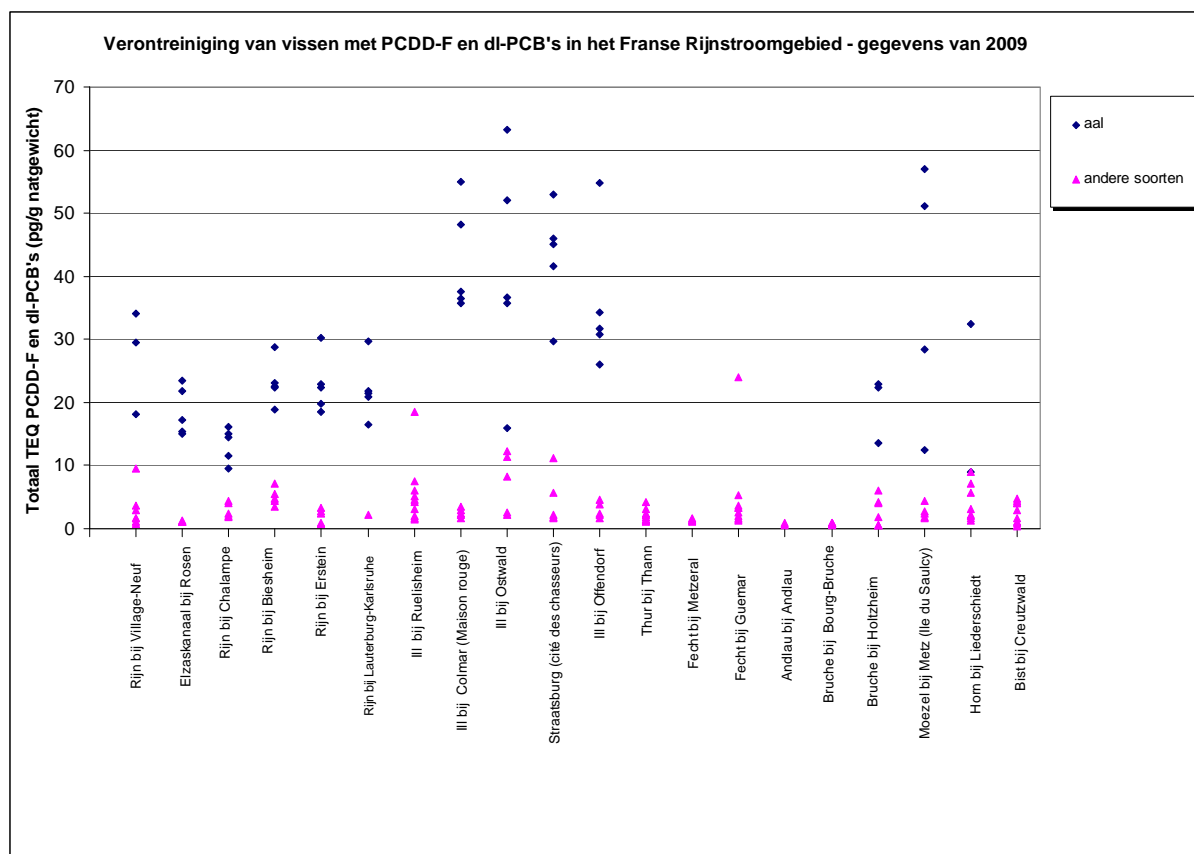
In 38 van de 168 op HCB en HCBd onderzochte aalmonsters (23%) is de HCB-norm van 0,01 mg/kg NG overschreden, met maxima tot 0,08 mg/kg NG, terwijl de HCBd-norm nergens is overschreden.

Vooruitblik

In 2009 heeft de prefectuur een decreet uitgevaardigd waarin het consumeren en verhandelen van aal, de vissoort met de hoogste bioaccumulatie, wordt verboden voor de Ill en de Franse Andlau. In het Franse gedeelte van de Moezel (benedenstrooms van de stuw van Argancy) en in de zijrivieren van de Moezel is dit verbod ingesteld voor alle vissoorten.

De adviezen van de ANSES kunnen worden gedownload onder <http://www.anses.fr>.

Resultaten voor indicator-PCB's, dl-PCB's, PCDD/F en PCDD/F+dl-PCB's zijn op een rij gezet onder <http://www.pollutions.eaufrance.fr/pcb/> (Excel en pdf).



Figuur 5: Verontreiniging van vissen met PCDD/F en dl-PCB's in het Franse Rijnstroomgebied – gegevens van 2009 zonder correctie van de meetonzekerheid. Bron: ONEMA

3.3 Duitsland

Regionale verboden op het verhandelen en aanbevelingen i.v.m. de consumptie worden in Duitsland uitgewerkt op basis van criteria van de Duitse dienst voor Consumentenbescherming en Voedselveiligheid (*Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, BVL) en het Duitse instituut voor Risicobeoordeling (*Bundesinstitut für Risikobewertung*, BfR).

Een verbod op de consumptie bestaat in Duitsland niet, omdat een dergelijk verbod verband zou houden met de wet op de dierenbescherming waarin is bepaald dat gewervelde dieren niet mogen worden gedood als daar geen gegronde reden voor bestaat (bijv. consumptie). Een verbod op de consumptie zou daarom gelijkstaan met een hengel- en visserijverbod.

3.3.1 Baden-Württemberg

Onderzoekscampagnes van 2003 tot 2008

Het ICBR-programma voor onderzoek naar de visfauna in de Rijn uit 2000 is in 2005/2006 herhaald. Daarbij werd het aantal meetlocaties gereduceerd en het onderzoek beperkt tot de soorten aal en blankvoorn. In 2003 zijn verschillende vissoorten van een enkele meetlocatie onderzocht. In 2008 is alleen de aal op drie verschillende meetlocaties onderzocht.

Er werd steeds een groot aantal persistente organische stoffen (zie bijlage 2) onderzocht, maar in het onderhavige rapport wordt alleen ingegaan op de evaluatie van dioxinen, furanen, dioxineachtige PCB's, HCB en kwik.

Dioxinen, furanen en dl-PCB's

In de Hoogrijn en de Duitse Bovenrijn zijn in de periode 2005-2008 in totaal twintig aalmonsters (individuele monsters en mengmonsters) van zes verschillende meetlocaties onderzocht op dioxinen, furanen en dioxineachtige PCB's. Het maximumgehalte voor de som van dioxinen, furanen en dioxineachtige PCB's (in WHO-PCDD/F-PCB-TEQ) werd, rekening houdend met een meetonzekerheid van ca. 20%, in 17 van de 20 aalmonsters (85%) overschreden. Twee andere aalmonsters vertoonden een numerieke overschrijding van de bovengenoemde totaal-TEQ, d.w.z. dat ze nog binnen de meetonzekerheid lagen.

De actiedrempel voor de TEQ van dl-PCB's (6,0 ng/kg NG) werd in alle twintig aalmonsters (100%) overschreden. De actiedrempel voor de dioxine-TEQ werd in twee aalmonsters overschreden.

Bij het onderzoek naar dioxinen, furanen en dioxineachtige PCB's in vier mengmonsters van andere vissoorten (brasem, snoek, blankvoorn, snoekbaars) werd alleen in de brasem een overschrijding van het maximumgehalte voor totaal-TEQ geconstateerd.

Indicator-PCB's

Onderzoek van zeventig (individuele) aalmonsters van negen verschillende meetlocaties op indicator-PCB's (2005-2008) liet twee overschrijdingen (twee alen = 3%) zien conform de Duitse verordening ter beperking van contaminanten (vervangt de Duitse verordening tot vaststelling van maximumgehalten aan verontreinigingen).

Bij de bepaling van indicator-PCB's in 21 mengmonsters van andere vissoorten (blankvoorn, baars, brasem, kopvoorn, snoek, snoekbaars) werd geen overschrijding van maximumgehalten waargenomen.

Hexachloorbenzeen

In 2008 werd het maximumgehalte aan HCB in geen van de vijftien onderzochte alen meer overschreden, terwijl dat in 2005 nog in 27% en in 2000 in 36% van de monsters het geval was geweest (totaal aantal numerieke en statistisch gefundeerde overschrijdingen van maximumgehalten conform de Duitse verordening tot vaststelling van maximumgehalten aan residuen).

Tabel 5 laat zien dat het percentage alen dat de maxima overschrijdt sinds 1995 afneemt.

Tabel 5: Numerieke en statistisch gefundeerde overschrijding van maximumgehalten aan indicator-PCB's en HCB in Baden-Württemberg. Aantal alen dat de maxima overschrijdt / aandeel van het totaal aantal onderzochte alen dat de maxima overschrijdt (%)

Jaar	Aantal monsters	Indicator-PCB's		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%

Kwik

Bij onderzoek van 70 aalmonsters en 21 mengmonsters van andere vissoorten op kwik werden geen overschrijdingen van maximumgehalten zoals bepaald in de EU-contaminantenverordening 1881/2006 waargenomen.

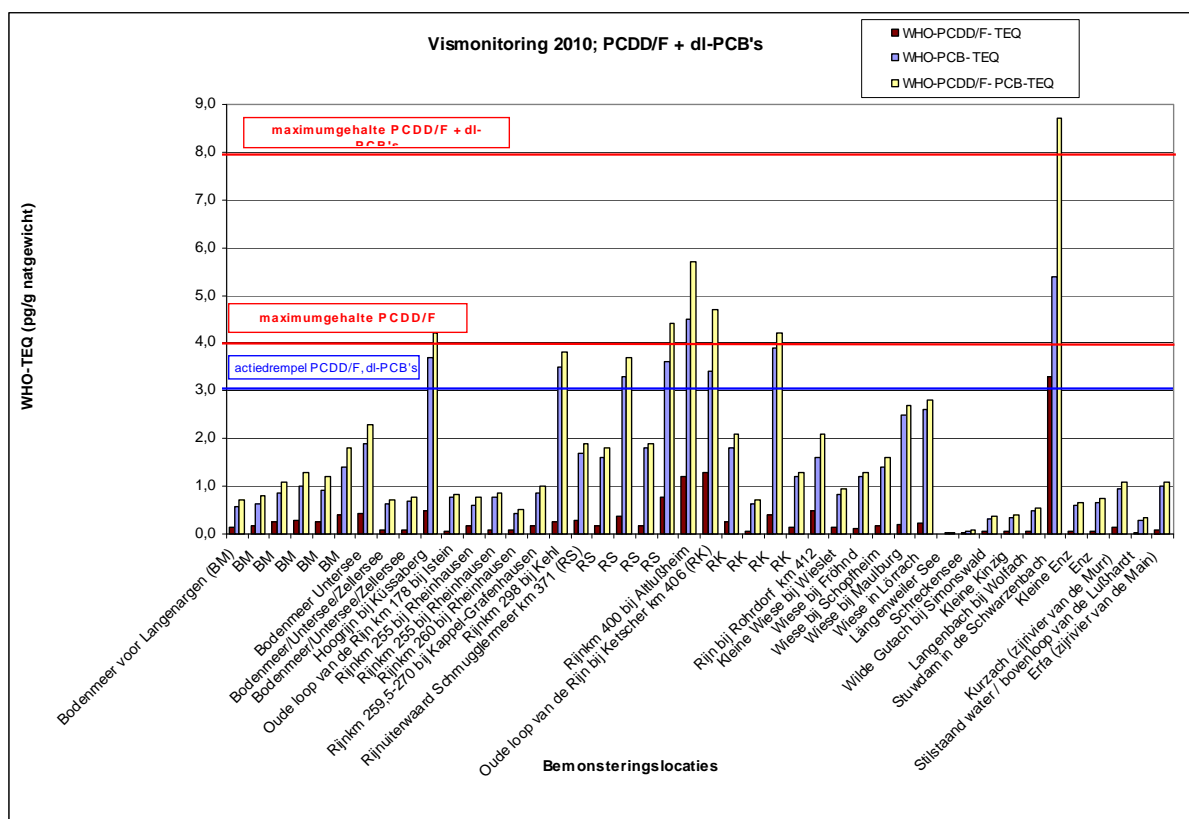
Onderzoekscampagne 2010: "Soortenpakket van de visserij"

Om een zo breed mogelijk spectrum van vissoorten voor de beroeps- en sportvisserij te beslaan, zijn er in 2010 twee monitoringprogramma's uitgevoerd in Baden-Württemberg waarin 46 monsters van voor consumptie relevante vissoorten (baars, vlagzalm, snoek, snoekbaars, blankvoorn, marene, ruisvoorn, brasem en beekforel) uit de Rijn, het Bodensee en andere wateren zijn onderzocht op de volgende stoffen: dioxinen, dl-PCB's, ndl-PCB's, organochloor- en organobroompesticiden en contaminanten, nitromuskverbindingen, pyrethroïden, zware metalen en geperfluoreerde tensiden (PFT's). De selectie van de wateren, de ligging van de bemonsteringslocaties, de vissoorten en de bepaling van de lengte en de leeftijd van de te bemonsteren vissen gebeurde op basis van de relevantie voor de visserij (vangstlijsten van beroepsvissers, relevantie van de vissoorten voor de consumptie). Vette vis met vetgehaltes boven 10%, die problematisch is wat de accumulatie van vetoplosbare contaminanten betreft, is niet bemonsterd. In het spierweefsel van zoetwatervissen komen dergelijke hoge vetgehaltes overigens doorgaans alleen voor in grote en oude exemplaren²⁶.

Dioxinen, furanen en dl-PCB's

Het maximumgehalte voor dioxinen in vissen werd in geen van de onderzochte monsters overschreden. Bij het maximumgehalte voor de som van dioxinen en dioxineachtige PCB's werd in slechts één brasemmonster uit een stuwmeer een numerieke overschrijding gemeten (zie figuur 6). Daarbij ging het om een mengmonster van twee brasems die allebei ouder waren dan zeven jaar (vgl. 2.3). In vismonsters uit de Rijn lagen de gehalten aan dioxineachtige PCB's soms rond de vastgestelde actiedrempel. De gemeten concentraties in andere rivieren waren in vergelijking hiermee lager.

²⁶ Het uitvoerige rapport over de analyses is te vinden op de website van de onderzoeksdiensten van Baden-Württemberg onder "CVUA Freiburg, Rückstände, Dioxine" (www.ua-bw.de).



Figuur 6: Dioxinen, dl-PCB's en som van dioxinen en dl-PCB's (in pg WHO-TEQ/g natgewicht) gerangschikt naar wateren en opklimmende Rijnkilometers in Baden-Württemberg. Bron: CVUA Freiburg

Geperfluoreerde tensiden

De hoogste PFOS-gehalten (perfluorooctaansulfonaat) werden gemeten in vissen uit de Rijn (maximum: 124 $\mu\text{g/g}$ NG). De monsters uit het Bodenmeer (Untersee) vertoonden een gemiddeld PFOS-gehalte van 15 $\mu\text{g/kg}$. Het gemiddelde PFOS-gehalte in zoetwatervissen in Duitsland bedraagt 22 $\mu\text{g/g}$ NG (berekend in het kader van de controle van de voedselkwaliteit van 2006 tot 2008)²⁷.

Pesticiden en zware metalen

Bij de pesticiden lagen alle resultaten duidelijk onder de wettelijke maxima. De hoogste kwikgehalten werden gemeten in vissen uit de Rijn; een aantal keer lag het kwikgehalte van vissen uit de Rijn al net onder het maximum, terwijl in de andere rivieren de gehalten gemiddeld veel lager waren.

Samenvatting

Over het geheel genomen werden in de monsters aanzienlijke schommelingen in de gehalten aan dioxinen, PCB's, pesticiden, zware metalen en PFT's geconstateerd, die kunnen worden verklaard door de verschillende verontreinigings situatie van de onderzochte rivieren, de verschillende vissoorten en de zeer heterogene samenstelling van de mengmonsters. Doordat de nadruk werd gelegd op het visserijspecifieke pakket van beviste soorten door beroeps- en sportvissers geven de onderzoeken een goede inschatting van de inname van verontreinigende stoffen via de consumptie van zoetwatervissen door de mens. Echter, als gevolg van de bemonsteringswijze kan de monitoring niet worden beschouwd als een representatieve milieumonitoring van de bemonsterde wateren.

²⁷ BfR 2008

3.3.2 Rijnland-Palts

Tot 2003 gebeurde de monitoring van schadelijke stoffen in het kader van een routinemeetprogramma. In 2004 vond er een door de lidstaten van de IKSMS georganiseerde meetcampagne plaats in Moezel, Saar en zijrivieren (zie 3.4). In 2006 en 2007 werden op zichzelf staande onderzoeken uitgevoerd. Het rapport over het systematische onderzoek van vissen in de lengterichting van de Rijn, de Moezel en de Saar, uitgevoerd in 2010, is in voorbereiding. Daarnaast worden er in het kader van de nationale controle van de voedselkwaliteit steekmonsters genomen.

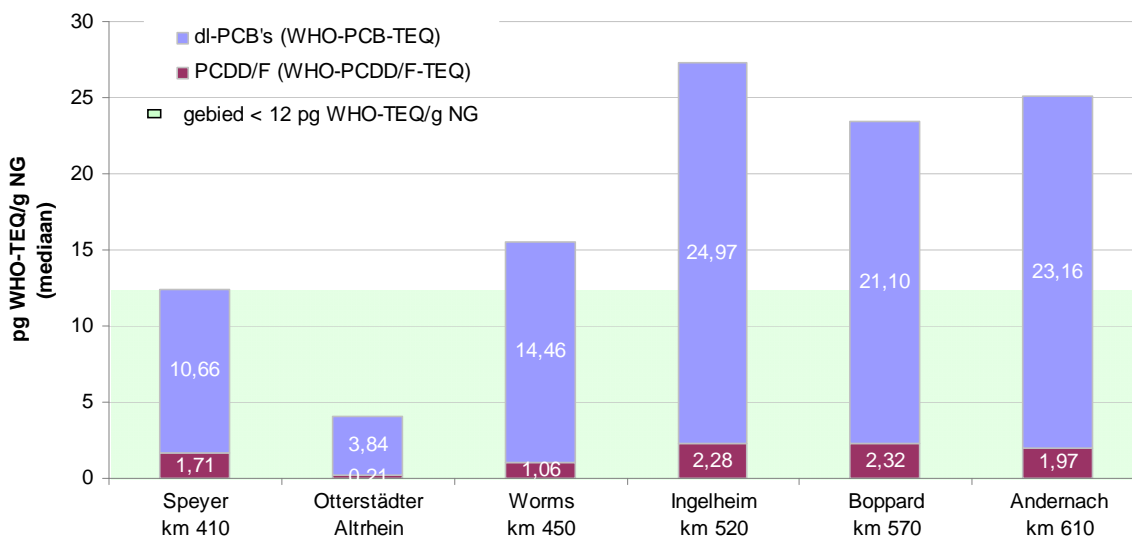
Dioxinen, furanen en PCB's, hexachloorbenzeen en kwik

In het kader van het systematische onderzoek in 2009 en 2010 konden er voor indicator-PCB's trends in ruimte en tijd worden bepaald ten opzichte van de gegevens uit 1991, 1992, 1995 en 2004. In Palzem/Moezel is de concentratie in aal in deze periode met 80% gedaald, in Schoden/Saar daarentegen slechts met 20%. In blankvoorn en baars kan deze trend in de tijd ook worden geconstateerd, maar in afgezwakte vorm. In de stroomrichting van de Moezel is er nog steeds sprake van een afname, die overlapt met die in de zijrivier de Saar.

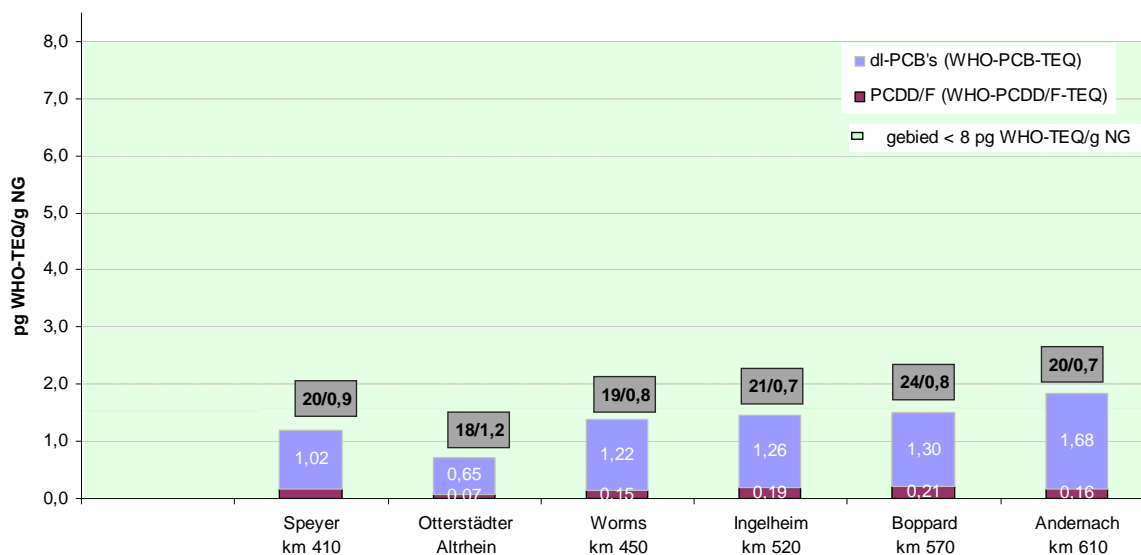
De resultaten van de meetcampagne in de Rijn in 2010 laten een duidelijk lagere concentratie zien (< 30%) in alen uit een oude Rijntak bij Otterstadt dan in de hoofdgeul. Deze oude Rijntak is alleen bovenstrooms met de rivier verbonden en wordt als gevolg van uitgebreide baggerwerkzaamheden gevoed met grondwater. Vergelijkbaar lage waarden worden gemeten in brasem, baars, jonge blankvoorn, snoek en snoekbaars. Grotere snoeken en snoekbaarzen uit de oude loop van de Rijn lijken ook in de hoofdstroom zelf te foerageren, omdat hun belasting vergelijkbaar is met die van vissen uit de Rijn. Het gehalte aan verontreinigende stoffen in baars, blankvoorn en aal (gestandaardiseerde methode) neemt van de noordelijke Duits-Franse Bovenrijn tot de Middenrijn toe. Deze toename is benedenstrooms van de monding van de Main zeer duidelijk, maar minder duidelijk benedenstrooms van de monding van de Neckar en de Moezel.

De bevindingen voor de Nahe en de Ahr zijn gebaseerd op een klein aantal onderzochte vissen, die echter wel overschrijdingen van de normen vertonen.

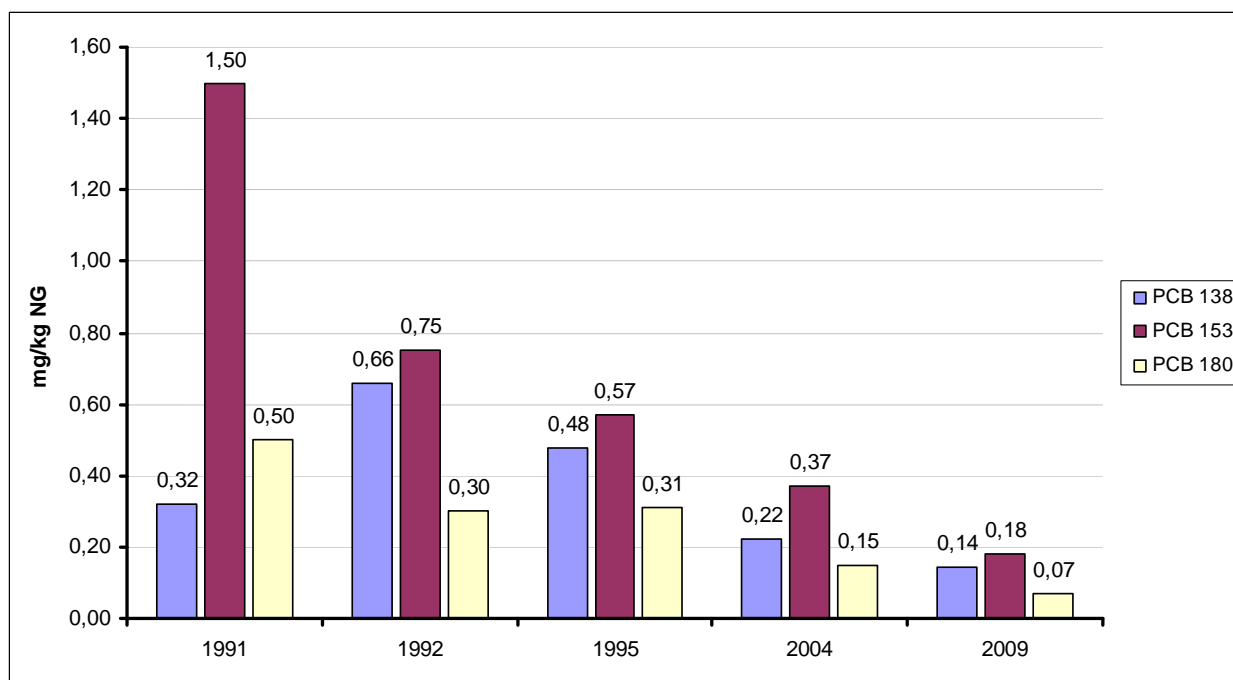
Een enkele keer werden ook de maximumgehalten aan PCB 153, HCB en kwik overschreden.



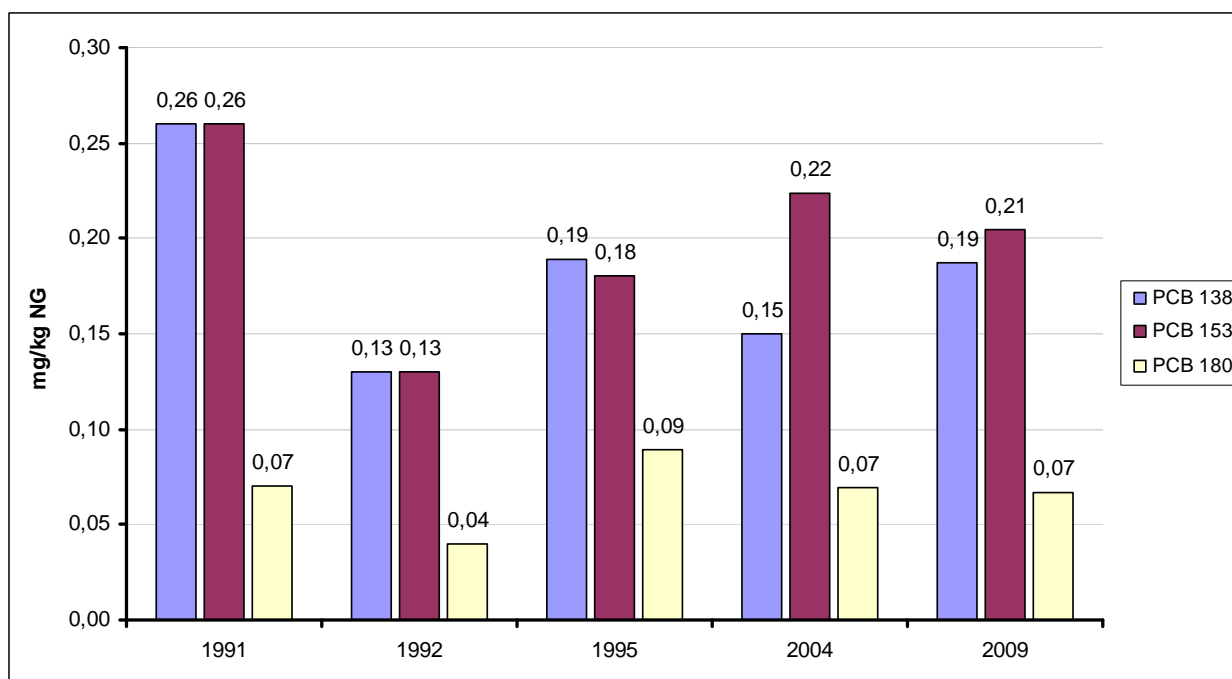
Figuur 7: Dioxinen, furanen en dl-PCB's (WHO-TEQ) in aal op het Rijntraject in Rijnland-Palts in 2010. Bron: LUWG



Figuur 8: Dioxinen, furanen en dl-PCB's (WHO-TEQ) in rivierbaars op het Rijntraject in Rijnland-Palts in 2010. Grijs vakjes: lengte van de vis in cm / vetgehalte in % (mengmonsters). Bron: LUWG



Figuur 9: Indicator-PCB's in aal in Palzem/Moezel in verschillende meetjaren van 1991 tot 2009. Bron: LUWG



Figuur 10: Indicator-PCB's in aal in Schoden/Saar in verschillende meetjaren van 1991 tot 2009. Bron: LUWG

Vooruitblik

Op grond van de onderzoeksresultaten werd het verhandelen van aal feitelijk verboden. De consumptie van aal wordt al sinds 2006 afgeraden, omdat er bij alen in principe moet worden uitgegaan van een te zware verontreiniging met PCB's. Voor andere vissoorten werd er in april 2010 een voedingsaanbeveling gepubliceerd in een geactualiseerde nota. De aanbevolen maximale innamehoeveelheden zijn weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 6 : Aanbevelingen i.v.m. de consumptie van vissen uit de Rijn en zijn zijrivieren in Rijnland-Palts

Rivier	Vissoort, -groep	Parameter	Porties*
Ahr, Lahn	witvissen		2
Rijn	witvissen		1
Nahe	witvissen		2
Moezel	blankvoorn	< 20 cm	4
	barbeel, brasem, kopvoorn	> 40 cm	1/2**
	meerval	> 40 cm	2
	baars	∅ 20 cm	8
Saar	blankvoorn	∅ 20 cm	6
	meerval	50 - 60 cm	1
	baars	< 20 cm	8

* maximaal aantal toegelaten porties van 200 g per maand

** maximaal één portie van 200 g om de twee maanden

Zie nota voor hengelsporters in Rijnland-Palts, april 2010,

<http://www.wasser.rlp.de/servlet/is/2027/>

Er staat ook een biotatrendmonitoring gepland op grond van EU-richtlijn 2008/105/EG (milieukwaliteitsnormen). Daarbij zal er rekening worden gehouden met de meetlocaties voor de KRW-toestand- en trendmonitoring en met vismonsters uit de stuwpannen in Koblenz en Palzem (Moezel) en Schoden (Saar). Tot dusver is de planning om alle zes jaar onderzoeken uit te voeren, te beginnen in 2010 of 2011.

3.3.3 Hessen

In 1999 en 2000 heeft de deelstaatsdienst voor Milieu en Geologie van Hessen (HLUG) in totaal zes aalmonsters onderzocht op verschillende verontreinigingen en zeven baars- en twee blankvoornmonsters op organotinverbindingen. Overschrijdingen van toegelaten maximumgehalten werden in vier aalmonsters gemeten voor de stoffen hexachloorbenzeen, PCB 138, PCB 153 en PCB 180. De resultaten zijn te vinden onder: <http://www.hlug.de/medien/wasser/messwerte.htm>; titel van het onderzoek: "Belastungen von Fischen mit verschiedenen Umweltchemikalien in Hessischen Fließgewässern" (Belasting van vissen met verschillende milieuverontreinigingen in rivieren in Hessen).

In 2009 heeft het laboratorium van de deelstaat Hessen (LHL) vissen van vier meetlocaties in de Rijn onderzocht op in levensmiddelenrechtelijk opzicht relevante milieucontaminanten. Drie van de bemonsteringslocaties liggen in oude takken van de Rijn. Bij Erfeld en bij Ginsheim wordt de oude Rijn voortdurend gevoed door de rivier, terwijl de oude Rijn bij Lampertheim is onderworpen aan schommelingen van het waterpeil in de Rijn zelf en alleen bij zeer hoge waterstanden wordt doorstroomd. Geen van deze drie takken wordt beïnvloed door grondwater. De vierde bemonsteringslocatie ligt in de haven van Rüdeshheim.

De resultaten van dit onderzoek worden hieronder getoond.

Tabel 7: Vissen uit de Rijn in Hessen in 2009

Vangstlocatie	Vissoort	Aantal vissen	OCP's / ndl-PCB's	DXN / dl-PCB's	PFT's	ZM
Lampertheimer Altrhein (km 440)	aal	1	X	X	X	
	rivierbaars	50 kleine	X		X	
	blankvoorn	29	X		X	
	meerval (twee monsters)	2 x 1	X	X	X	X
Erfelder Altrhein (km 473)	winde	1	X		X	
	rivierbaars	4	X		X	
	blankvoorn	1	X		X	
Ginsheimer Altrhein (km 490)	aal	2	X	X	X	X
	rivierbaars	4	X		X	
	zeelt	1	X		X	
	meerval	1	X	X	X	X
Rüdesheimer Hafen (km 525)	aal	2	X	X	X	
	winde	1	X		X	
	rivierbaars	4	X		X	X
	blankvoorn	21	X		X	

OCP's / ndl-PCB's

= onderzoek naar organochloorpesticiden en niet-dioxineachtige PCB's

DXN / dl-PCB's

= onderzoek naar dioxinen en dioxineachtige PCB's

PFT's

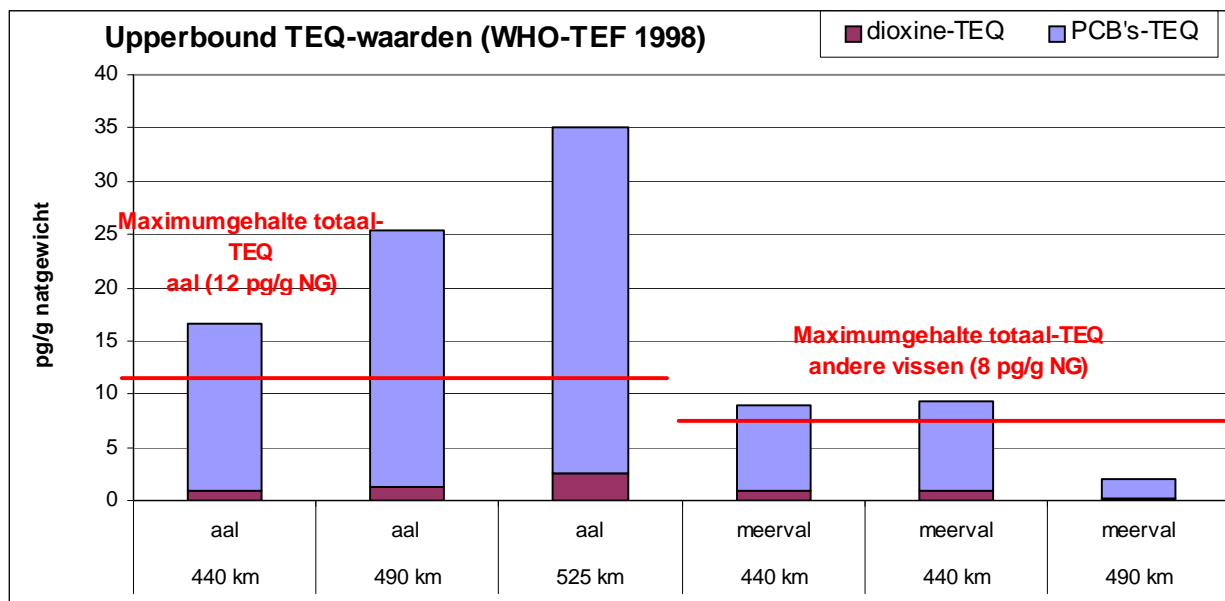
= onderzoek naar geperfluoreerde tensiden

ZM

= onderzoek naar zware metalen (lood, cadmium, kwik)

Dioxinen, furanen en dl-PCB's

Er zijn alleen alen en meervallen onderzocht. De actiedrempel en het maximumgehalte voor de TEQ van dioxinen werden nooit overschreden. De actiedrempel voor de TEQ van dl-PCB's werd daarentegen wel overschreden, ook na correctie van de meetonzekerheid van ongeveer 20%. Deze overschrijding werd waargenomen in alle alen en in twee meervallen. In deze dieren werd ook het maximumgehalte voor de TEQ van de som van dioxinen en dl-PCB's overschreden. Verantwoordelijk hiervoor was het aandeel dl-PCB's. Na aftrek van de meetonzekerheid lag de totaal-TEQ-waarde alleen in de alen nog boven het toegelaten maximumgehalte.



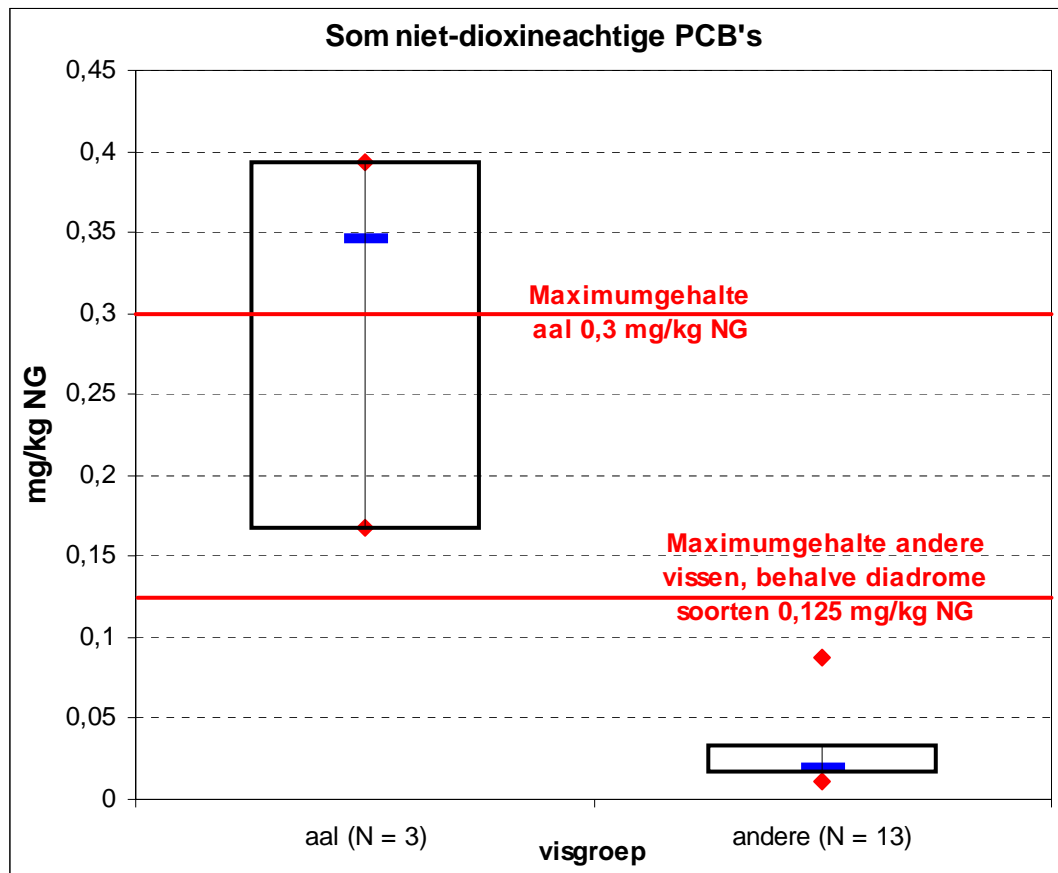
Figuur 11: Dioxinen/dl-PCB's in vissen uit de Rijn in Hessen in 2009

Organochloorpesticiden (OCP's)

Overschrijding van toegelaten maximumgehalten zoals bepaald in de verordening tot vaststelling van maximumgehalten aan residuen (zie bijlage 4) is slechts één keer waargenomen. In een aal uit de Ginsheimer Altrhein lag het gehalte aan bèta-HCH met 0,141 mg/kg vet na correctie van de meetonzekerheid (+/-25%) net boven de grenswaarde van 0,1 mg/kg vet.

Indicator-PCB's

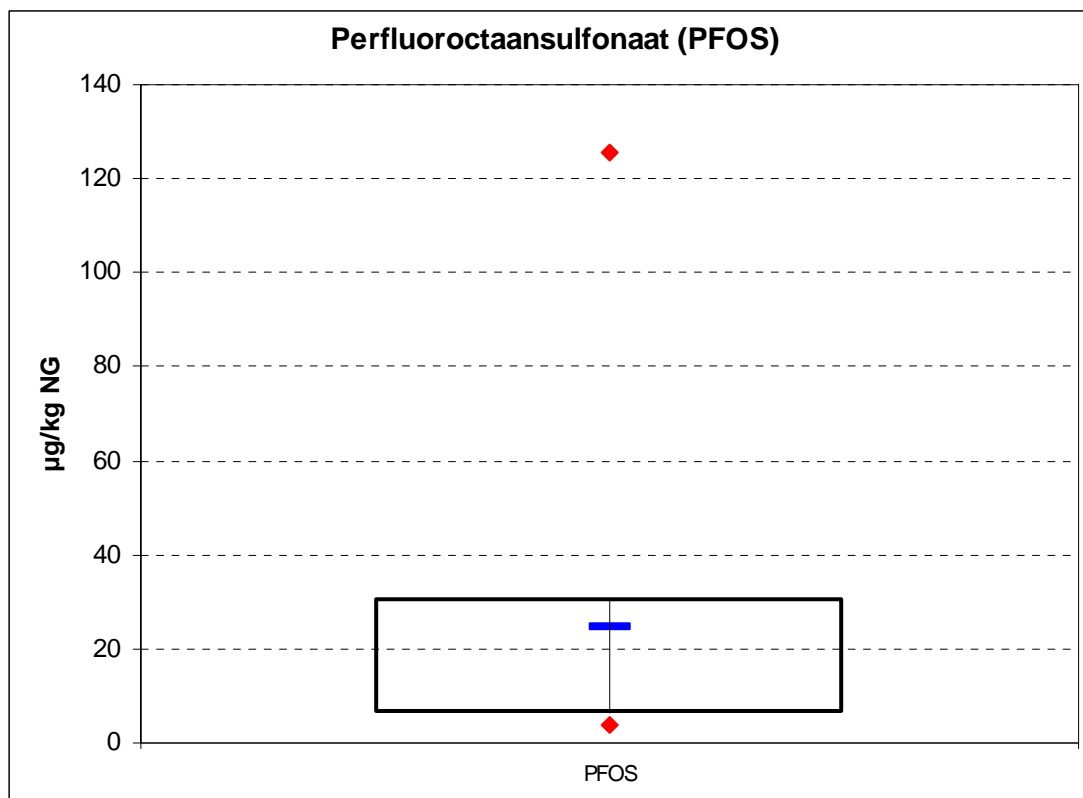
Voor de afzonderlijke ndl-PCB-congeneren werd er geen overschrijding van toegelaten maximumgehalten waargenomen zoals bepaald in de contaminantenverordening. De maximumgehalten voor de som van de zes indicator-PCB's in visvlees, die op dit moment worden besproken op EU-niveau (zie 2.2) werden daarentegen wel overschreden in twee onderzochte aalmonsters (Rüdesheimer Hafen: 0,393 mg/kg NG; Ginsheimer Altrhein: 0,350 mg/kg NG). Na aftrek van de meetonzekerheid (+/- 25%) lag echter geen enkel monster meer boven het maximumgehalte.



Figuur 12: Ndl-PCB's in vissen uit de Rijn in Hessen in 2009

Geperfluoreerde tensiden

Alle monsters werden onderzocht op tien geperfluoreerde tensiden. De stof die het vaakst werd gemeten en waarvan de gehalten het hoogst waren, was PFOS (perfluorooctaansulfonaat, maximumwaarde = 126 µg/kg NG). De stoffen PFDA (perfluordecaanzuur, maximumwaarde = 11 µg/kg NG), PFDoA (perfluordodecaanzuur, maximumwaarde = 6,5 µg/kg NG) en PFOA (perfluorooctaanzuur, maximumwaarde = 3,3 µg/kg NG) werden in mindere mate aangetroffen. Bij de overige verbindingen lagen de gehalten in alle monsters onder de bepalingsgrens.



Figuur 13: PFOS in vissen uit de Rijn in Hessen in 2009. N = 16, vgl. tabel 7.

Zware metalen

Overschrijding van de conform EU-verordening toegelaten maximumgehalten aan lood, cadmium en kwik werd slechts één keer waargenomen. Het in een meerval uit de Lampertheimer Altrhein gemeten kwikgehalte bedroeg na correctie van de meetonzekerheid (+/- 5%) 0,577 mg/kg NG en lag daarmee boven het maximumgehalte (0,5 mg/kg NG).

Vooruitblik

De reeds bekende, zware verontreiniging van alen met dioxineachtige PCB's werd in het onderzoek bevestigd. Een ander, actueel probleem in de verontreiniging van vissen wordt gevormd door PFT's.

De onderzoeken hebben geen aanleiding gegeven tot een verbod op het verhandelen en consumeren, omdat het niet ging om vis die was bestemd voor consumptie.

3.3.4 Noordrijn-Westfalen

Sinds 2000 is er jaarlijks op verschillende meetlocaties residuonderzoek uitgevoerd aan vissen uit de Rijn, waarbij een lange lijst van contaminanten is onderzocht, om zicht te krijgen op de verontreinigingssituatie en een antwoord te geven op bepaalde vragen. In 2008 en 2010 werden er in het kader van de implementatie van richtlijn 2008/105/EG metingen gedaan op de locaties voor toestand- en trendmonitoring in de Rijn en in de monding van zijrivieren (2008: 46 visonderzoeken op negen meetlocaties naar de parameters lood, cadmium en kwik; 2010: onderzoek naar hexachloorbenzeen en hexachloorbutadieen).

Dioxinen, furanen en dl-PCB's

Het maximumgehalte voor de som van dioxinen, furanen en dl-PCB's werd overschreden in de jaren 2008 tot 2010. De oorzaak hiervan is het hoge aandeel dl-PCB's in de onderzochte monsters. Het maximumgehalte voor dioxinen werd slechts sporadisch overschreden.

Indicator-PCB's

In de jaren 2002 en 2005 werden alen uit de Rijn onderzocht op zes indicator-PCB's. Overschrijdingen van de in het levensmiddelenrecht vastgelegde maxima werden geconstateerd voor PCB 101, PCB 138 en PCB 153.

Hexachloorbenzeen en hexachloorbutadieen

In 2010 voldeden alle onderzochte vismonsters (spierweefsel) van de meetlocaties in de Rijn aan de MKN van 0,01 mg/kg NG voor HCB en van 0,055 mg/kg NG voor HCBD. De HCB-belasting lijkt, gerelateerd aan het vetgehalte, een dalende ontwikkeling te vertonen. Deze trend moet evenwel nog statistisch worden onderbouwd. In hoeverre er op basis van de beschikbare gegevens iets kan worden gezegd over trends in andere parameters wordt op dit moment nog uitgezocht.

Geperfluoreerde tensiden

In de periode 2006-2009 is het spierweefsel van honderd vissen uit de Rijn (behorend tot dertien verschillende soorten consumptievissen) onderzocht op PFOS. De resultaten lagen tussen 3,1 en 71 µg/kg (mediaan: 16,7 µg/kg).

Tabel 8: Onderzoek van vissen uit de Rijn in Noordrijn-Westfalen op PFOS.**a. Informatie over de bemonstering; b. Resultaten****a.**

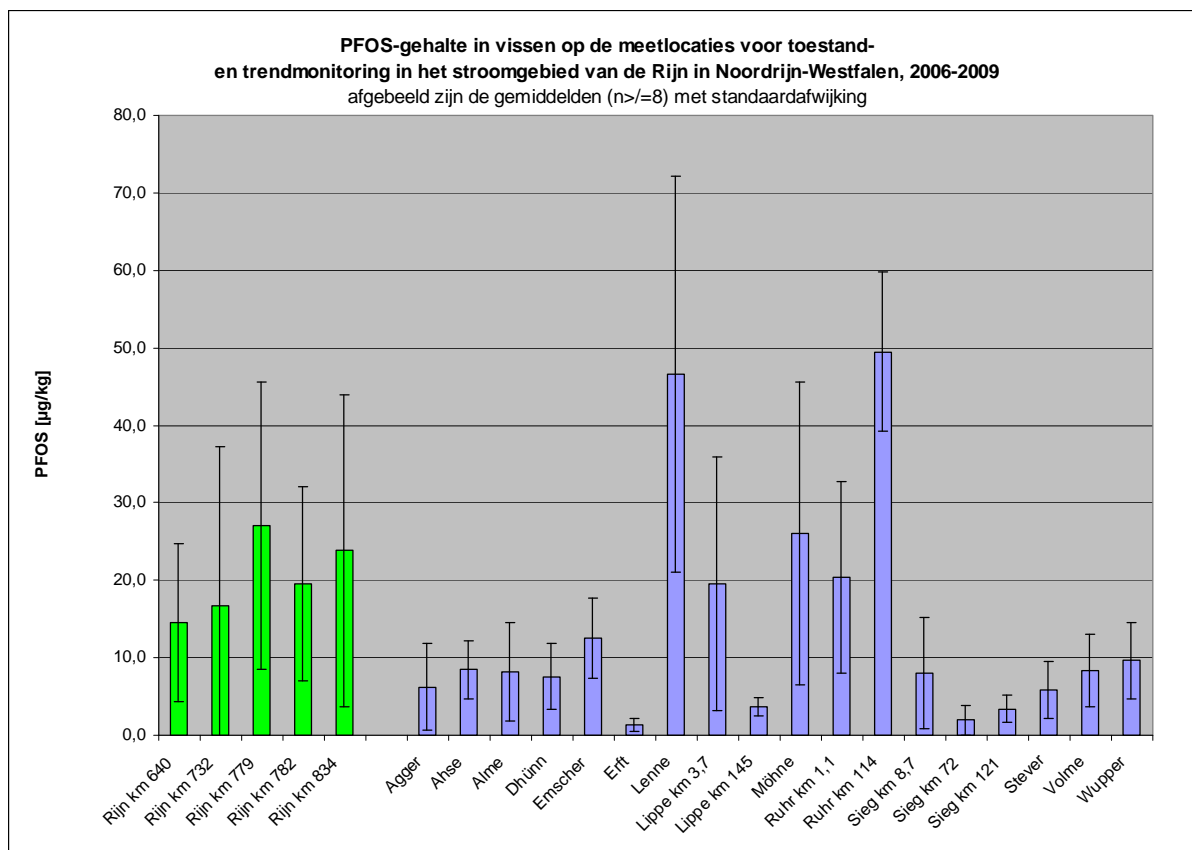
Rivier	Rivierkilometer	Aantal meetlocaties in de Rijn	Periode	Aantal vissoorten	Aantal monsters
Rijn	640 tot 781	5	2006 tot 2009	13	100

b.

Gemiddelde PFOS µg/kg	Minimum PFOS µg/kg	10-percentiel PFOS µg/kg	Mediaan PFOS µg/kg	90-percentiel PFOS µg/kg	Maximum PFOS µg/kg
23,2	3,1	8,2	16,7	48,0	71,0

Daarnaast werden er ook andere meetlocaties in het rivierennet van Noordrijn-Westfalen bemonsterd.

In de onderstaande figuur worden de resultaten van de locaties voor toestand- en trendmonitoring in het Rijnstroomgebied afgezet tegen de resultaten van de meetlocaties in de Rijn. Vissen van de meetlocaties in de Rijn zijn gemiddeld zwaarder verontreinigd dan vissen uit de meeste andere rivieren, hoewel er in sommige rivieren (bijv. Lenne, middenloop van de Ruhr) nog hogere belastingen worden gemeten.



Figuur 14: Onderzoek naar het PFOS-gehalte in vissen op meetlocaties voor de toestand- en trendmonitoring in het Rijnstroomgebied in Noordrijn-Westfalen. Vergelijking tussen de gehalten in de Rijn en in zijrivieren. Afgebeeld zijn de gemiddelden (n ≥ 8) per vangstlocatie uit de periode 2006-2008 met standaardafwijking.

De resultaten correleren met de PFOS-belasting in het water, die enkele nanogram per liter bedraagt, terwijl PFOS in vis ophoopt tot concentraties die een factor 1.000 hoger zijn (zie 1.2 en bijlage 6: hier wordt de berekening van bioaccumulatiefactoren voor PFOS in vis uitgebreid uitgelegd)²⁸.

Kwik

De milieukwaliteitsnorm (biotanorm) voor kwik zoals bepaald in richtlijn 2008/105/EG werd in 2008 op alle onderzochte meetlocaties voor toestand- en trendmonitoring overschreden. Er werden ook overschrijdingen gemeten van de waarden die zijn vastgesteld in de contaminantenverordening (EU-verordening 466/2001), de EU-verordening 1881/2006 en de Duitse verordening tot vaststelling van maximumgehalten aan verontreinigingen.

²⁸ Vgl. LAWA 2010

Tabel 9 : Overschrijdingen van de grenswaarden voor schadelijke stoffen conform EU-levensmiddelenverordening 1881/2006 (EU-VO) en van de milieukwaliteitsnormen voor biota conform EU-richtlijn 2008/105/EG (biotanorm) op meetlocaties in het Rijnstroomgebied in Noordrijn-Westfalen

Stof	Jaar	Overschreden normen		Overschrijding op specifieke meetlocaties / details
		Biota-norm	EG-VO**	
lood	2008	-	-	
cadmium	2008	-	-	
kwik	2008	X*	X	Bad Honnef
PCDD/F	2002	-	X	Soms forse overschrijdingen -> consumptie van alen uit de Rijn wordt afgeraden (28 maart 2003)
	2003	-	X	Emmerik
	2004	-	-	
	2008	-	-	
	2009	-	X	Düsseldorf-Flehe, Rijn benedenstreams van de monding van de Ruhr, Bad Honnef
Σ dioxinen + dl-PCB's	2008	-	X	Düsseldorf-Flehe
	2009	-	X	Emmerik, Düsseldorf-Flehe, Rijn benedenstreams van de monding van de Ruhr, Bad Honnef
ndl-PCB's	2002	-	-	
PCB 101		-	-	
PCB 138		-	X	Bad Honnef, Hitdorf, Kaiserswerth, Walsum, Emmerik
PCB 153		-	X	Bad Honnef, Hitdorf, Kaiserswerth, Walsum, Emmerik
PCB 180		-	X	Emmerik
HCB		-	-	
HCB / HCBd	2010	-		
ndl-PCB's	2003	-	-	
PCB 138		-	-	
PCB 153		-	-	
ndl-PCB's	2005	-	-	
PCB 101		-	X	Emmerik
PCB 138		-	X	Hitdorf, Kaiserswerth, Walsum, Emmerik
PCB 153		-	X	Hitdorf, Kaiserswerth, Walsum, Emmerik
PCB 180		-	X	Hitdorf, Kaiserswerth, Emmerik
DDT		-	-	Bij DDT-totaal wordt 1 mg/kg in het vet gemiddeld niet overschreden.
musk-xyleen		-	-	Geen overschrijdingen van de actiewaarde van 10 µg/kg vis zoals bepaald door de Duitse commissie van Bond en Deelstaten.
musk-keton		-	X	Overschrijdingen van de actiewaarde van 10 µg/kg vis zoals bepaald door de Duitse commissie van Bond en Deelstaten in Kaiserswerth en Walsum.
PFOS	2006 - 2009	-	-	
		* Overschrijding op alle meetlocaties voor toestand- en trendmonitoring		
		** Overschrijding ook op grond van de Duitse verordening tot vaststelling van maximumgehalten aan verontreinigingen		

Vooruitblik

Het ministerie van Consumentenbescherming van Noordrijn-Westfalen heeft de consumptie van alen uit de Rijn reeds op 28 maart 2003 afgeraden wegens verhoogde dioxine- en PCB-concentraties.

De analyses in het kader van de projectmonitoring levensmiddelen (LM-PM) en het visonderzoeksprogramma (LUP) worden voortgezet. Met het oog op de implementatie van richtlijn 2008/105/EG wordt het onderzoeksprogramma voor de monitoring van de milieukwaliteitsnormen aangevuld met een onderzoeksprogramma ten behoeve van trendanalyse.

3.3.5 Beieren

In het kader van de Beierse monitoring van contaminanten in vissen worden in de deelstaatsdienst voor Milieu (LfU) elk jaar zestien meetlocaties in het stroomgebied van de Main onderzocht.

Met dit onderzoek worden de volgende doelen nagestreefd: de gezondheidstoestand van de vissen bepalen, stoffen in het water identificeren, oorzaken van de verontreiniging opsporen, maatregelen opstarten, langetermijntrends beschrijven, successen van sanering vastleggen en attent maken op overschrijdingen van grenswaarden zoals bepaald in het levensmiddelenrecht. Er wordt een breed spectrum aan vissoorten bemonsterd. Per bemonsteringslocatie worden in drie tot zes vissen de gehalten bepaald van zware metalen in het spierweefsel en de milt en van HCB, HCBd, indicator-PCB's, 1,2,4-trichloorbenzeen en pentachloorbenzeen in het spierweefsel en de lever. Op een aantal locaties worden ook nog andere stoffen geanalyseerd (DEHP, HHCB, nonylfenol, octylfenol, triclosan, methyltriclosan). Een deel van de vismonsters uit de jaren 2009/2010, overwegend alen, zal net zoals in 2002 en 2003 ook weer op dl-PCB's worden onderzocht.

Verder worden als levensmiddel in de handel gebrachte vissen, vooral uit viskwekerijen, in de deelstaatsdienst voor Volksgezondheid en Voedselveiligheid (*Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit*, LGL) onder andere onderzocht op het gehalte aan resten van organochloorverbindingen (indicator-PCB's, HCB) en zware metalen. Sinds 2002 wordt ook het gehalte aan dioxinen en furanen regelmatig bepaald in vismonsters; in 2006 zijn daar PFT's bijgekomen, in 2007 dioxineachtige PCB's. De onderstaande resultaten hebben, voor zover niet anders aangegeven, betrekking op elf aalmonsters uit het stroomgebied van de Main uit 2009.

Dioxinen, furanen en dl-PCB's

In alle acht aalmonsters die de LfU in 2002 heeft genomen in het stroomgebied van de Main waren de maximumgehalten aan dioxinen, furanen en dl-PCB's (WHO-PCDD/F-PCB) overschreden. De somwaarden (WHO-PCDD/F-PCB-TEQ) schommelden tussen 31,2 en 77,7 pg/g NG. Bij de vier monsters van andere vissoorten was in een kolblei het maximumgehalte aan dioxinen, furanen en dl-PCB's met een WHO-PCDD/F-PCB-TEQ van 8,3 pg/g NG numeriek overschreden, d.w.z. voor aftrek van de meetonzekerheid van ca. 20%.

In de aalmonsters van de LfU uit 2003 waren de maximumgehalten aan dioxinen, furanen en dl-PCB's zes van de zeven keer overschreden. De somwaarden (WHO-PCDD/F-PCB-TEQ) schommelden tussen 4,6 en 46,3 pg/g NG. De vijf monsters van andere vissoorten vertoonden geen bijzonderheden.

De elf aalmonsters die de LGL in 2009 heeft verzameld, vertoonden allemaal een overschrijding van de maximumgehalten aan dioxinen, furanen en dl-PCB's. De somwaarden (WHO-PCDD/F-PCB-TEQ) schommelden tussen 16,2 en 60,7 pg/g NG.

Indicator-PCB's

In monsters van de LfU (elk jaar ongeveer 65 vissen) zijn sporadisch overschrijdingen van de levensmiddelgrenswaarden voor indicator-PCB's geconstateerd in alen uit de Main en de Schwarzach. In het kader van het onderzoek van de LGL (elf alen in 2009) zijn geen overschrijdingen van de maximumgehalten aan indicator-PCB's gemeten.

HCB

Overschrijdingen van de HCB-biotanorm van 10 ng/g NG zoals bepaald in EU-richtlijn 2008/105/EG heeft de LfU alleen in het spierweefsel van alen uit de Main en zijn stroomgebied waargenomen. Daarnaast werden sporadisch ook in de lever van sneep, snoek en serpeling HCB-gehalten boven 10 ng/g NG gemeten. De HCB-concentratie in de spier- en levermonsters van de andere onderzochte vissoorten bleef steeds onder 10 ng/g NG.

Zware metalen

Sinds 2005 werd de MKN voor kwik in biota zoals vastgesteld in EU-richtlijn 2008/105/EG regelmatig en meestal duidelijk overschreden op alle LfU-meetlocaties. Bekeken werden kopvoorn, brasem en andere vissoorten. De wettelijke voedselveiligheidsnormen voor kwik en lood werden slechts zeer zelden overschreden.

Vooruitblik

Het onderzoek in het kader van de Beierse monitoring van contaminanten in vissen wordt voortgezet. De planning is om de bemonsteringsstrategie en het onderzochte stoffenspectrum met het oog op de KRW-toestand- en trendmonitoring en de biota-MKN's aan te passen. De gegevens van de afgelopen tien jaar moeten nog statistisch worden geëvalueerd.

De onderzochte stoffen zullen hoogstwaarschijnlijk een dalende of gelijkblijvende trend vertonen.

Een beknopte versie van de LfU-rapporten uit de laatste rapportageperiode (2005 en 2006) is te vinden onder:

http://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/daten/stoffanreicherung_wassertiere/doc/b_bericht_fischmonitoring.pdf

http://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/fachinformationen/akkumulationsmonitoring/stoffanreicherung_wassertierchen/doc/fimo_messstellen_2005.pdf

Het LfU-rapport over dl-PCB's en PCDD/PCDF voor de jaren 2002 en 2003 is te vinden onder:

http://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/forschung_und_projekte/untersuchung_bewertung_proben/doc/pcb_abschlussbericht_100807.pdf

De LGL heeft de combinatie van de contaminanten dioxinen, furanen en dioxineachtige PCB's in 2009 voor het eerst gemeten. Een trend kan daarom niet worden aangegeven. Als gevolg van de waargenomen overschrijdingen staat er voor 2010 verder onderzoek gepland op riviervissen uit de Main. Daarnaast worden vissen onderzocht die als levensmiddel in de handel worden gebracht.

Overzichtsgegevens van dit onderzoek zijn opgenomen in de LGL-jaarverslagen:

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

Alle individuele gegevens zijn ingevoerd in de gegevensbank van de Duitse Bond en de deelstaten en kunnen daar worden ingekeken: <http://www.pop-dioxindb.de>

3.3.6 Saarland

In 2009 en 2010 zijn vissen (vooral kopvoorns, in Saarlouis brasems) uit de Saar en haar zijrivieren en uit de Moezel onderzocht op contaminanten.

Dioxinen, furanen en PCB's

De in de EU-verordening vastgestelde grenswaarde van 8 pg/g PCDD/F-PCB WHO-TEQ werd in vier monsters overschreden. Hiervoor zijn steeds verhoogde PCB-concentraties verantwoordelijk. De hoogste gehalten aan niet-dioxineachtige PCB's en aan dioxineachtige PCB's zijn gemeten in een brasem van de bemonsteringslocatie Saarlouis op de Saar.

Geperfluoreerde tensiden

In twee viskwekerijen bij St. Wendel, die na een grote brand in mei 2007 waren verontreinigd met blusschuim, werden PFOS en in mindere mate PFHxS in relevante hoeveelheden gemeten in brasems, giebels, blankvoorns en karpers. De concentraties in uit rivieren afkomstige vissen lagen onder de oriënteringsswaarde van 30 µg/kg²⁹.

Kwik

In negen van de tien onderzochte monsters werd de levensmiddelgrenswaarde van 500 ng/g NG niet bereikt; alleen in een kopvoorn van de bemonsteringslocatie Reinheim an der Blies werd een lichte overschrijding gemeten (520 ng/g NG).

Vooruitblik

De resultaten voor dioxinen en PCB's weken sterk af van de zeer veel lagere waarden uit eerder onderzoek en leidden in juli 2010 tot een voedingsaanbeveling waarin de consumptie van vissen uit de Saar vanaf de stuw bij Saarbrücken-Burbach en verder stroomafwaarts wordt afgeraden.

3.3.7 Duitse milieumonsterbank

In de Duitse milieumonsterbank (*Umweltprobenbank des Bundes*, UPB) worden milieumonsters en menselijke stalen verzameld en voor geruime tijd opgeslagen als ecotoxicologisch en toxicologisch bewijsmateriaal. Vóór opslag worden alle monsters onderzocht op een vastgestelde set van anorganische en organische stoffen ("realtimemonitoring"); de gegevens van dit onderzoek staan op de website van de UPB: www.umweltprobenbank.de³⁰.

Dioxinen, furanen en dl-PCB's

Overschrijding van het maximumgehalte van 4 pg/g NG dioxinen/furanen werd in 2008 alleen gemeten in brasems van de meetlocatie Bimmen. Op deze meetlocatie vertoonden de dioxinegehalten tussen 1995 en 2008 een stijgende trend. Brasems van de meetlocatie Weil lieten tussen 1995 en 2005 dioxineconcentraties zien die een factor 3 boven het maximumgehalte lagen. In 2006 daalden de concentraties abrupt, omdat er sinds dat jaar alleen nog vrij jonge brasems kunnen worden gevangen in Weil. De dioxinegehalten in vissen van de meetlocatie Iffezheim bleven over de jaren heen relatief constant op of net onder de bovengrens. Brasems van de meetlocatie Koblenz waren tot 2004 slechts licht verontreinigd met dioxinen; verschuivingen in de bemonsterde vissen

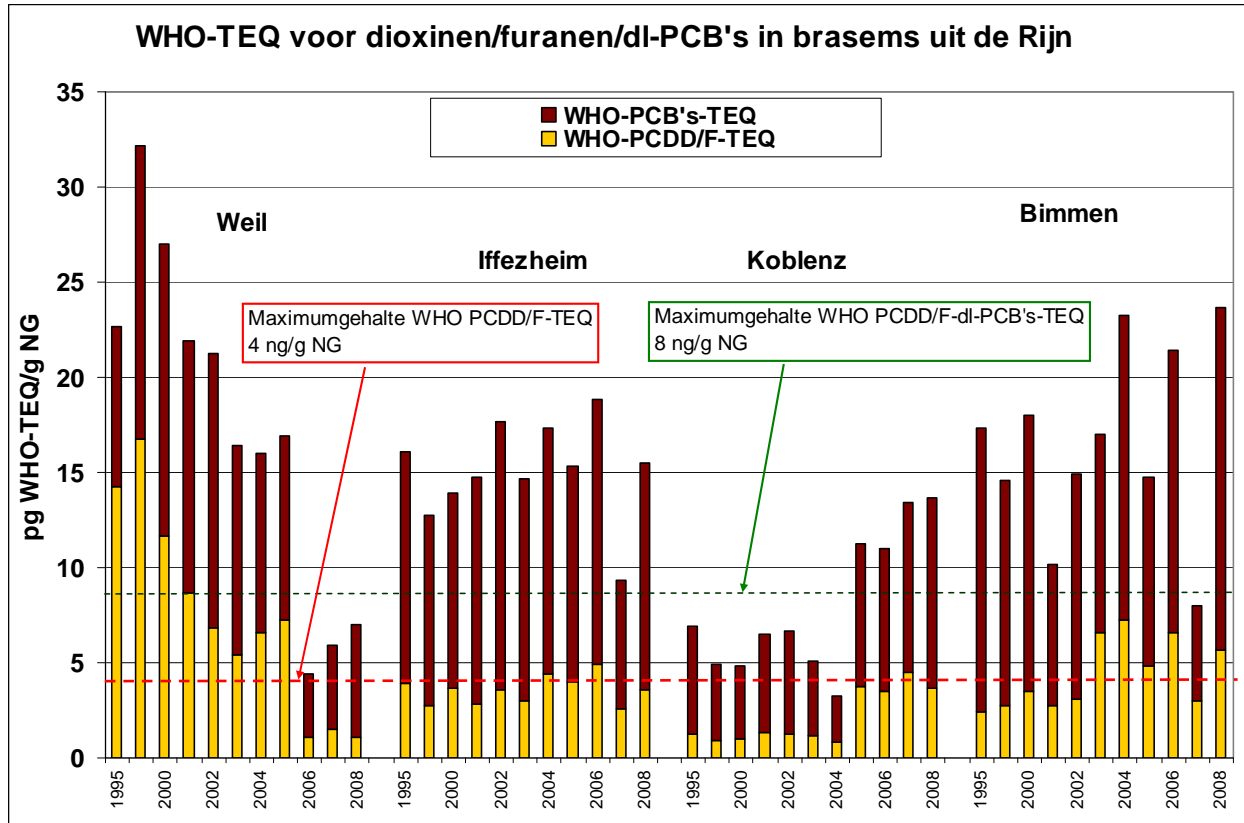
²⁹ De door het BfR voorgestelde TDI van 0,15 µg PFOS per kg lichaamsgewicht en dag zou bij een gemiddelde consumptie van 300 g vis per dag en een lichaamsgewicht van 60 kg worden bereikt als er wordt uitgegaan van een verontreiniging van 30 µg/kg.

³⁰ Op verzoek worden gegevens beschikbaar gesteld als Excel-bestand. Gegevens over dioxinen/furanen en dl-PCB's worden niet ingevoerd in de gegevensbank van de UPB, maar in de Duitse dioxinegegevensbank. Deze gegevens worden op verzoek beschikbaar gesteld in de gewenste vorm (WHO-PCDD/F-TEQ, WHO-PCDD/F-dl-PCB's-TEQ).

naar oudere en vette exemplaren hebben geleid tot gemeten dioxineconcentraties rond de maximumwaarde.

In 2008 werd het maximumgehalte van 8 pg/g NG dioxinen/furanen/dl-PCB's (berekend als WHO-PCDD/F-PCB-TEQ) overschreden in brasems van de meetlocaties Iffezheim, Koblenz en Bimmen (zie figuur 15).

De trend in de tijd van totaal-TEQ in brasems van de vier meetlocaties in de Rijn komt op hoofdlijnen overeen met de trend van PCDD/F-TEQ, met één verschil, nl. dat het meerekenen van de dl-PCB's vaker leidt tot overschrijding van de maximumwaarde.



Figuur 15: Trend in de tijd van de verontreiniging van brasems in de hoofdstroom van de Rijn met dioxinen, furanen en dl-PCB's. Bron: UBA

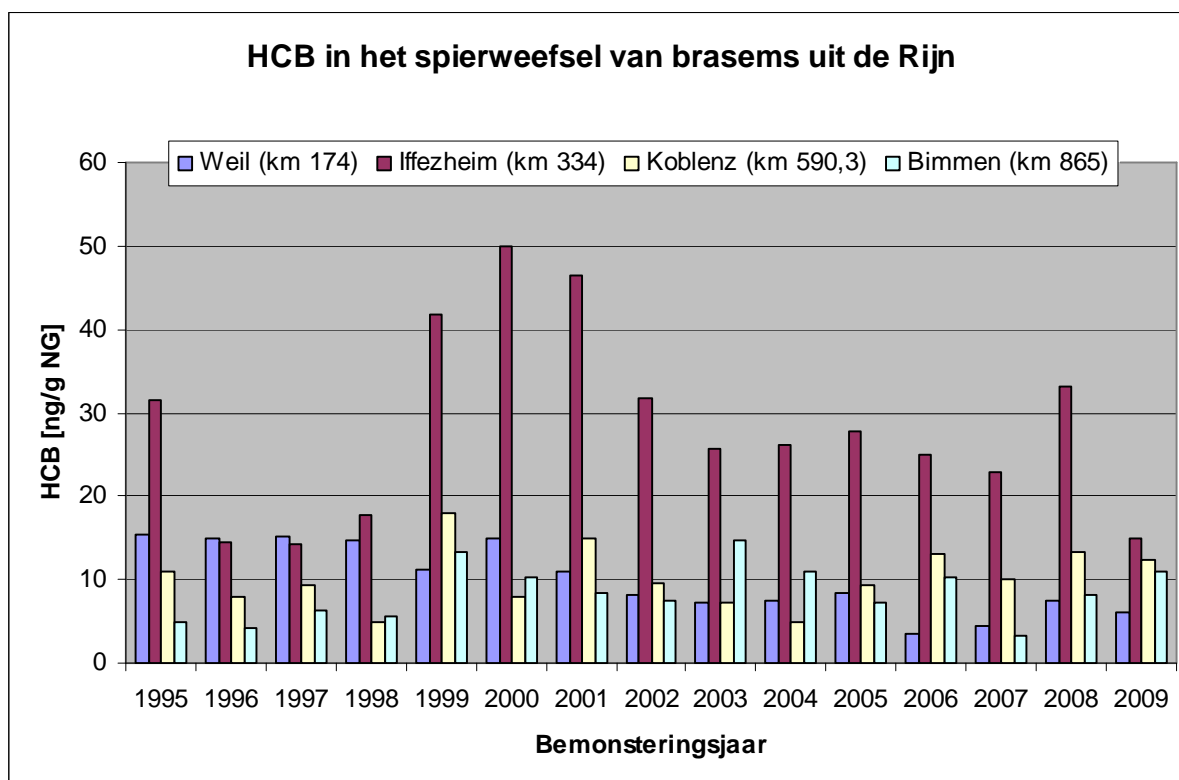
Indicator-PCB's

De concentraties indicator-PCB's in het spierweefsel van brasems zijn overal in de Rijn duidelijk lager dan de thans geldende maxima zoals vastgelegd in de verordening tot vaststelling van maximumgehalten aan verontreinigingen³¹. Als de op dit moment op EU-niveau besproken waarde van 110 ng/g NG voor de som van de zes indicator-PCB's werd toegepast (zie 2.2), zouden brasems van de meetlocaties Iffezheim, Koblenz en Bimmen niet geschikt zijn voor consumptie. Gerelateerd aan het versgewicht schommelen de waarden in de periode 1995-2009 sterk, met een stijgende trend in de concentraties in vissen van de meetlocaties Iffezheim, Koblenz en Bimmen. Gerelateerd aan het vetgewicht zijn de curves gelijkmatiger, maar ook hier is er sinds 2000 geen significante, aanhoudende afname van PCB's in brasems te zien.

³¹ 200 ng/g NG per PCB-congeneer 28, 52, 101, 180 en 300 ng/g NG per PCB-congeneer 138, 153

Hexachloorbenzeen

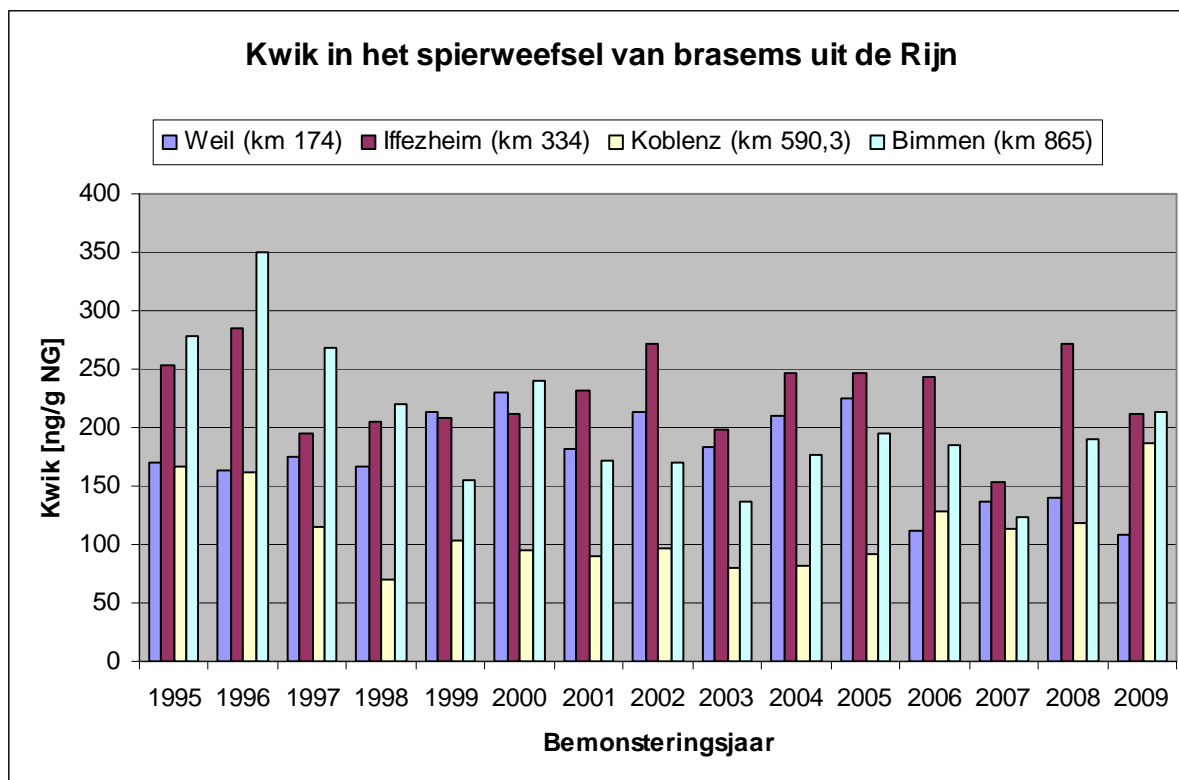
De HCB-concentraties in het spierweefsel van brasems van de meetlocaties in de hoofdstroom van de Rijn bij Weil, Koblenz en Bimmen liggen rond of onder de HCB-biotanorm van 10 ng/g NG zoals bepaald in richtlijn 2008/105/EG. Op de locatie Iffezheim werd de norm in de jaren 1999-2008 soms met een factor 5 overschreden; in 2009 werden hier alleen nog HCB-concentraties van net boven de norm gemeten. Omdat de leeftijd, het gewicht en het vetgehalte van de brasems die in de jaren 2000-2009 in Iffezheim zijn gevangen amper is veranderd, zou deze waarneming kunnen wijzen op een duurzame afname van de HCB-belasting in Iffezheim.



Figuur 16: Verontreiniging van brasems in de hoofdstroom van de Rijn met hexachloorbenzeen (bron: UBA)

Kwik

De kwikconcentraties in het spierweefsel van brasems liggen op alle meetlocaties in de Rijn duidelijk boven de Hg-biotanorm van 0,02 mg/kg NG zoals bepaald in richtlijn 2008/105/EG: de norm wordt met een factor 5 tot 17 overschreden. In de periode 1995-2009 is er geen sprake van een dalende trend in de kwikconcentraties. De plotselinge daling in de in Weil gemeten kwikconcentraties tussen 2005 en 2006 kan worden verklaard door het feit dat daar de afgelopen jaren alleen nog maar vrij jonge brasems kunnen worden bemonsterd.



Figuur 17: Verontreiniging van brasems in de hoofdstroom van de Rijn met kwik (bron: UBA)

Vooruitblik

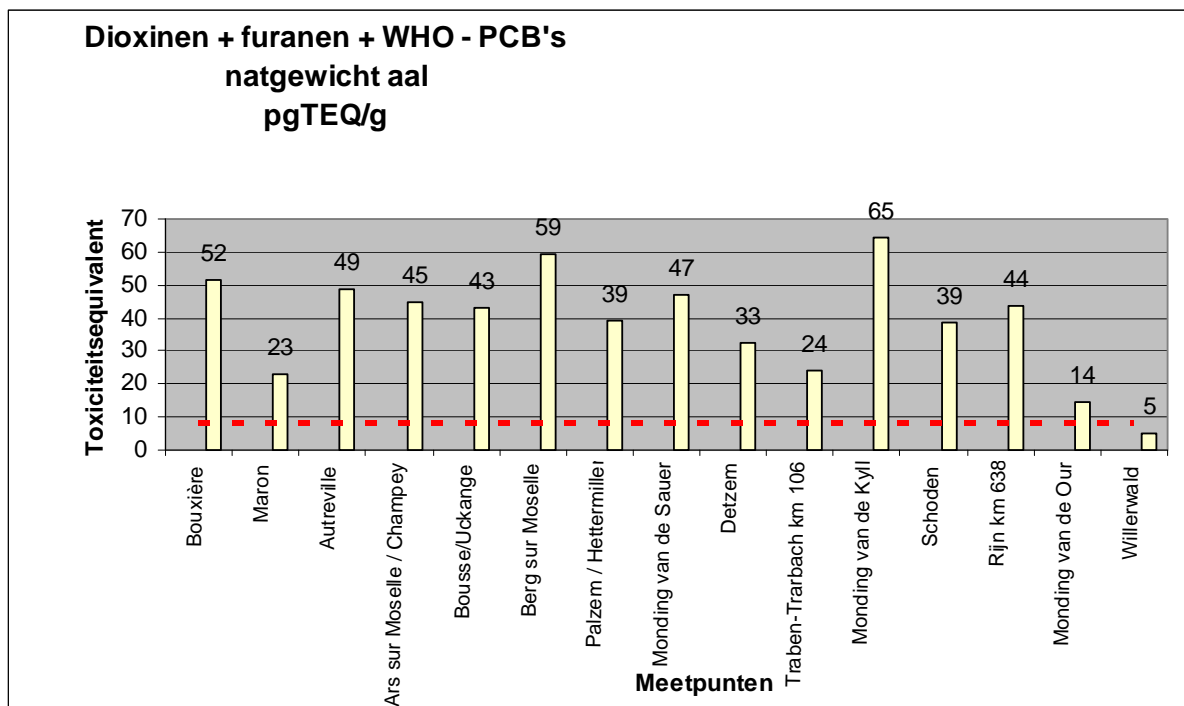
Langjarig onderzoek van de Duitse milieumonsterbank (UPB) naar de gehalten aan verontreinigende stoffen in brasems toont aan dat er bij de beoordeling van trends van concentraties in de tijd altijd ook rekening moet worden gehouden met de leeftijd en het vetgehalte van de bemonsterde vissen. Duidelijk wordt ook dat er grenzen zijn aan de standaardisatie van bemonstering, wanneer er zoals bijvoorbeeld op de meetlocatie Weil geen "oude" brasempopulaties meer kunnen worden bemonsterd of vissen als gevolg van de steeds beter wordende levensomstandigheden vetter worden. De laatstgenoemde ontwikkeling ziet de UPB niet alleen in de Rijn, maar ook in andere rivieren.

3.4 Moezel-Saargebied

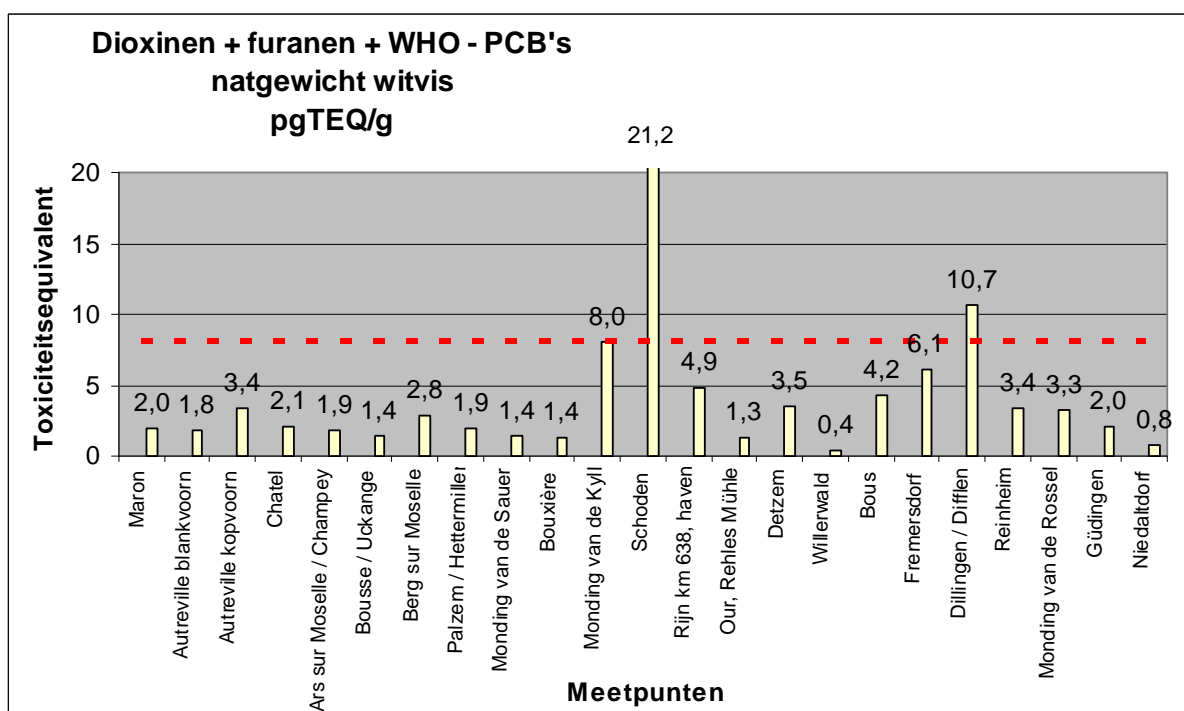
In de lente van 2004 is er in het gehele stroomgebied van Moezel en Saar een internationaal meetprogramma uitgevoerd waarin zwevend stof en vissen werden onderzocht op dioxinen, furanen en PCB's, inclusief de WHO-PCB's³². De analyseresultaten van verontreinigende stoffen in vissen blijken een ongelijkmatigere verdeling in de ruimte te vertonen dan de resultaten voor zwevend stof. De concentraties in alen en witvissen verschillen van elkaar en zijn op bepaalde locaties zeer hoog zonder overeenkomst met de concentraties in het zwevend stof.

Ook de verdeling van de congenere varieert over het geheel genomen zeer sterk. Voor alen levert de vergelijking tussen de in vissen gemeten gehalten en de grens- en richtwaarden op bijna alle meetlocaties duidelijke overschrijdingen op. Voor witvissen is er hier en daar sprake van overschrijding.

³² Vgl. IKSMS 2005



Figuur 18: Verontreiniging van aalen in het stroomgebied van Moezel en Saar met dioxinen, furanen en PCB's. Bron: IKSMS-rapport, 2005



Figuur 19: Verontreiniging van witvis in het stroomgebied van Moezel en Saar met dioxinen, furanen en PCB's. Bron: IKSMS-rapport, 2005

3.5 Luxemburg

De vissen in de Sauer en zijn zijrivieren zijn in 2000, 2002 en 2003 onderzocht. Daarbij werden de volgende doelen nagestreefd: (1) zo volledig mogelijke inventarisatie van de verontreiniging van de vissen met persistente, bioaccumulerende schadelijke stoffen, (2) lokalisatie van de potentiële bronnen van de gemeten verontreinigingen en (3) inschatting van de gezondheidsrisico's van de consumptie van vissen uit Luxemburgse rivieren.

Dioxinen, furanen en dl-PCB's

Bij alen werden in alle monsters duidelijke overschrijdingen van de EU-grenswaarde van 12 pg/g NG gemeten; de extreme waarden bedroegen 21 tot 160 pg/g NG.

Bij witvissen (verschillende soorten) werd de EU-grenswaarde van 8 pg/g NG slechts sporadisch overschreden; de extreme waarden bedroegen 0,43 tot 10 pg/g NG³³.

De volgende rivieren zijn verontreinigd met PCB's: Moezel, middenloop van de Sauer, Sauer op de grens tussen Luxemburg en Duitsland, benedenloop van de Our, Wiltz en, in mindere mate, Alzette, Clerve en Syr. Naast het stuwmeer aan de bovenloop van de Sauer zijn de volgende rivieren het minst verontreinigd met PCB's: bovenloop van de Sauer (in het bijzonder onder het stuwmeer), Eisch, Mamer, bovenloop van de Our, Attert en Wark.

Bij vergelijking van de verontreinigingsresultaten met vroeger onderzoek uit 1993/1994 en 1998/1999 kon er geen trend in de tijd worden ontdekt, zodat ervan wordt uitgegaan dat de belangrijkste bronnen van de verontreiniging chronisch en persistent zijn.

Vooruitblik

Omdat er in Luxemburg geen beroepsvisserij is, zijn er geen Luxemburgse vissen in de handel. Desalniettemin heeft het onderzoek uit 2003 aanleiding gegeven tot een voedingsaanbeveling, die in 2010 is geactualiseerd: http://www.securite-alimentaire.public.lu/actualites/communiqués/2011/06/pcb_consommation_poissons/index.html.

Aanbevolen wordt om geen alen te consumeren en om de consumptie van witvissen te matigen, conform de WHO-TWI van 14 pg/g TEQ per kg lichaamsgewicht.

3.6 Nederland

Tot en met 2006 werd er een programma uitgevoerd dat was gericht op de monitoring van de water- en ecosysteemkwaliteit. Biomonitoring van aal werd specifiek gebruikt om POP's (persistent organic pollutants), waarvan de waterconcentratie erg laag is, in het milieu te meten. Ook HCB en kwik, dat als methyلكwik ophoopt in organismen, worden sinds 1977 gemeten in aal. De gehalten in aal werden in de rapportages vergeleken met MTR-waarden en HC₅-waarden.

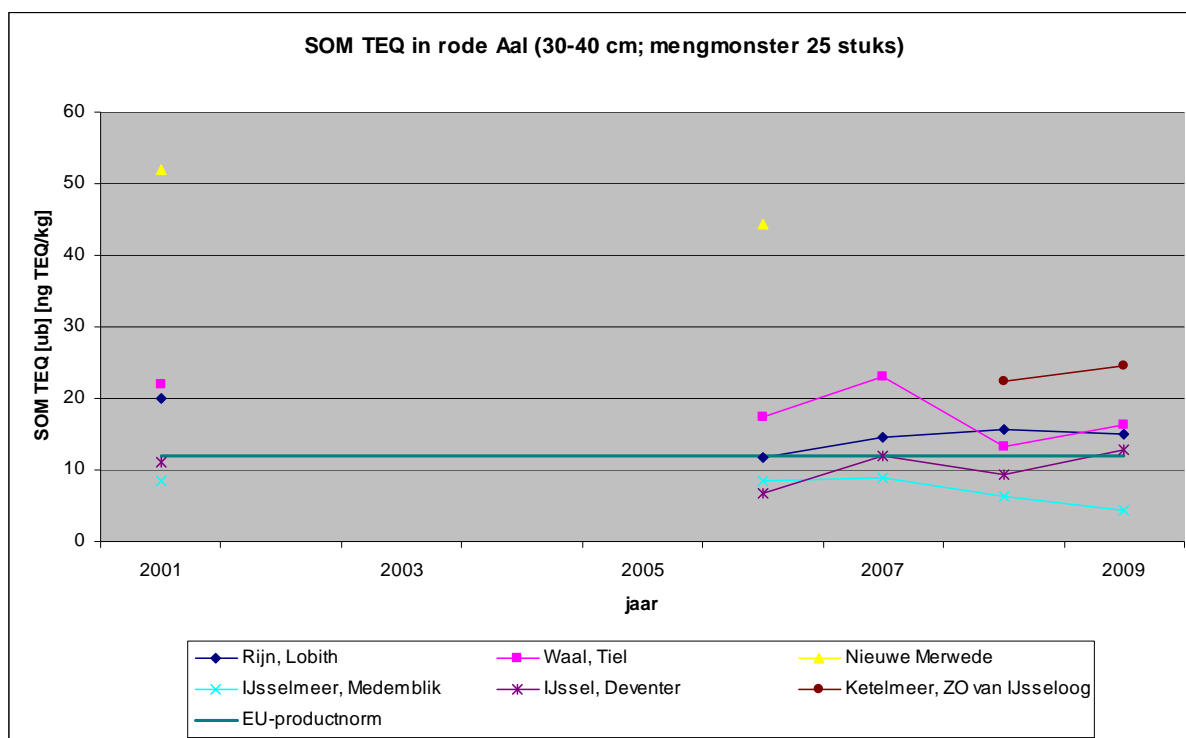
Het programma Monitoring Sportvis in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit is gericht op de analyse van de kwaliteit van aal (en een enkele snoekbaars) ten behoeve van de sportvisser. Hiervoor werden vissen geanalyseerd op contaminanten zoals PCB's, bepaalde organochloorpesticiden (OCP's) en kwik. Er werden ook stoffen gemeten waarvoor geen wettelijke normen bestaan. Vanaf de inwerkingtreding van de EU-richtlijn zijn ook dioxinen, furanen en dioxineachtige PCB's in aal geanalyseerd. Daarnaast zijn er nog enkele aparte onderzoeken uitgevoerd (*surveys*) rond de aal.

³³ De waarden uit ouder onderzoek werden omgerekend naar WHO-TEQ. In 2000 tot 2003 is het onderzoek uitgevoerd op drooggewicht; de waarden werden omgerekend naar natgewicht.

Voor een aantal locaties zijn bemonsteringen uitgevoerd vanaf ongeveer 1980. In de onderstaande figuren zijn de trends voor de belangrijkste stoffen/stofgroepen weergegeven in vergelijking met de betreffende grenswaarde.

Dioxinen, furanen en dl-PCB's

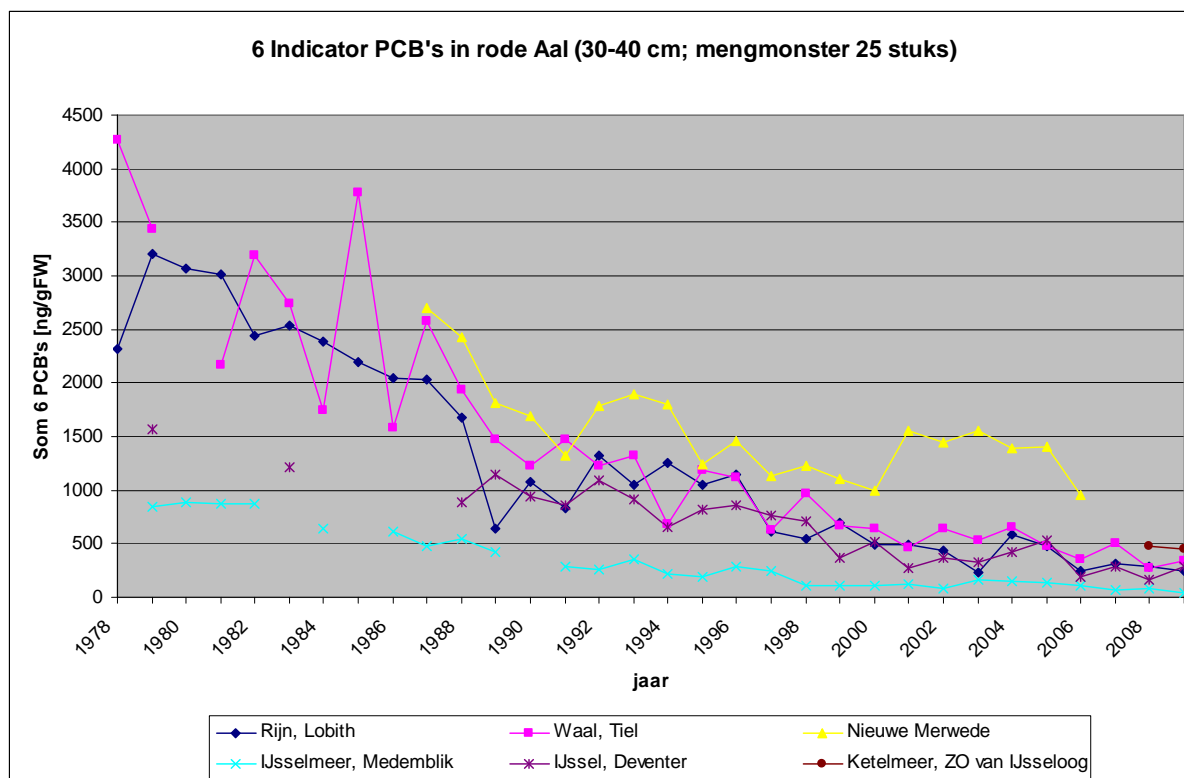
Sinds de Europese TEQ-grenswaarde van 12 ng/kg NG voor dioxinen, furanen en dl-PCB's in alen uit EU-verordening 1881/2006 van kracht is, wordt deze overschreden in het Nederlandse deel van de Rijn en de wateren behorend tot het Rijnstroomgebied. In het westelijke deel van de Rijn zijn de overschrijdingen fors en bevatten zelfs kleine (magere) alen hoge TEQ-gehalten. In grote aal worden TEQ-gehalten tot boven de 80 ng/kg gemeten.



Figuur 20: Verontreiniging van rode aal in de Rijndelta (NL) met dioxinen, furanen en dioxineachtige PCB's in de periode 2001-2009. Somparameter PCDD/F + dl-PCB's TEQ. Rode aal van 30-40 cm, mengmonster van 25 stuks. Bron: Rapporten RIKILT/IMARES 1993 t/m 2010

Indicator-PCB's

In de jaren tachtig zijn regelmatig de toen geldende Nederlandse Warenwetnormen voor met name de individuele PCB 153 van 500 µg/kg overschreden. Deze overschrijdingen zijn afgenomen, alleen in de benedenloop van de Rijn (sedimentatiegebied) zijn deze concentratieniveaus nog steeds aanwezig, voornamelijk in grotere, vette aal.

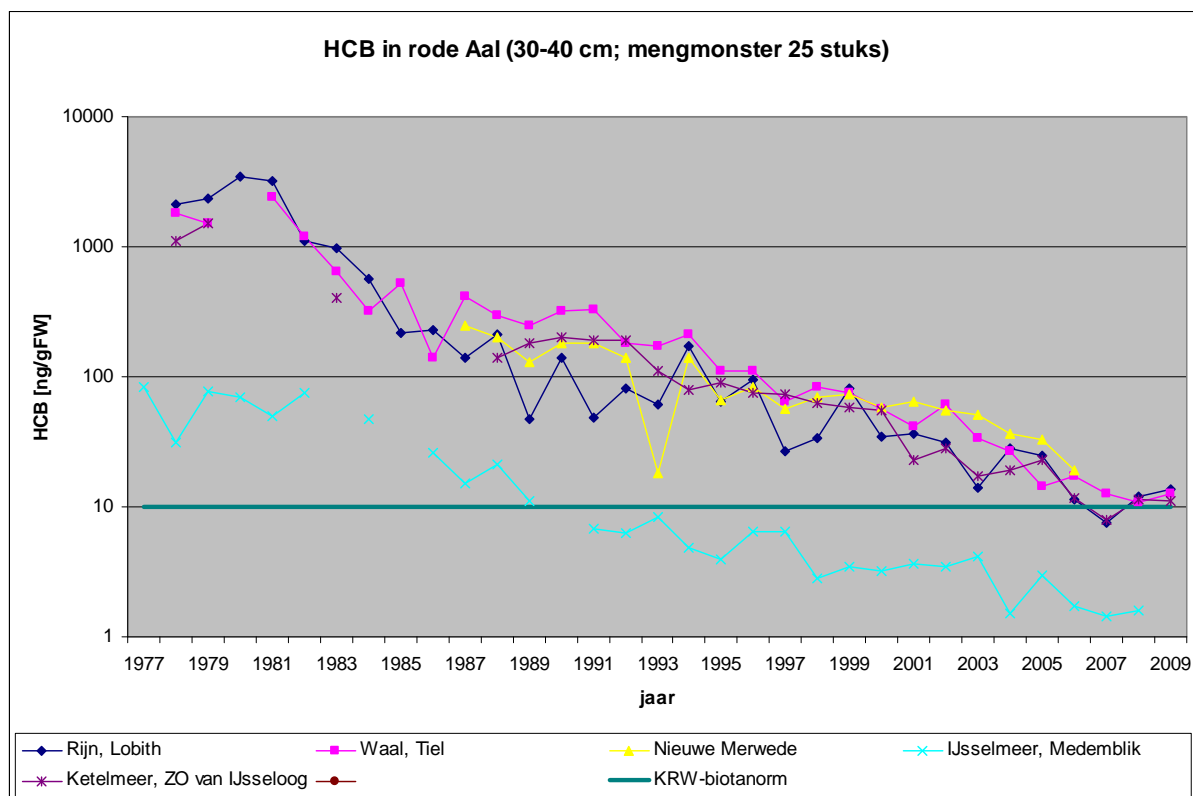


Figuur 21: Verontreiniging van rode aal in de Rijndelta (NL) met indicator-PCB's in de periode 1978-2009. Som van zes-indicator-PCB-congeneren. Rode aal van 30-40 cm, mengmonster van 25 stuks. Bron: Rapporten RIKILT/IMARES 1993 t/m 2010³⁴

Hexachloorbenzeen

In de onderstaande figuur staan de HCB-meetgegevens van verschillende locaties in het Nederlandse deel van het Rijnstroomgebied weergegeven in vergelijking met de biotannormen zoals vastgelegd in richtlijn 2008/105/EG. De HCB-gehalten voldoen inmiddels bijna aan de biotannorm (grenswaarde: 10 µg/kg). De laatste jaren liggen de gehalten tussen 11 en 16 µg/kg. De HCB-gehalten in aal uit het IJsselmeer voldoen reeds vanaf 1990 aan de huidige biotannorm.

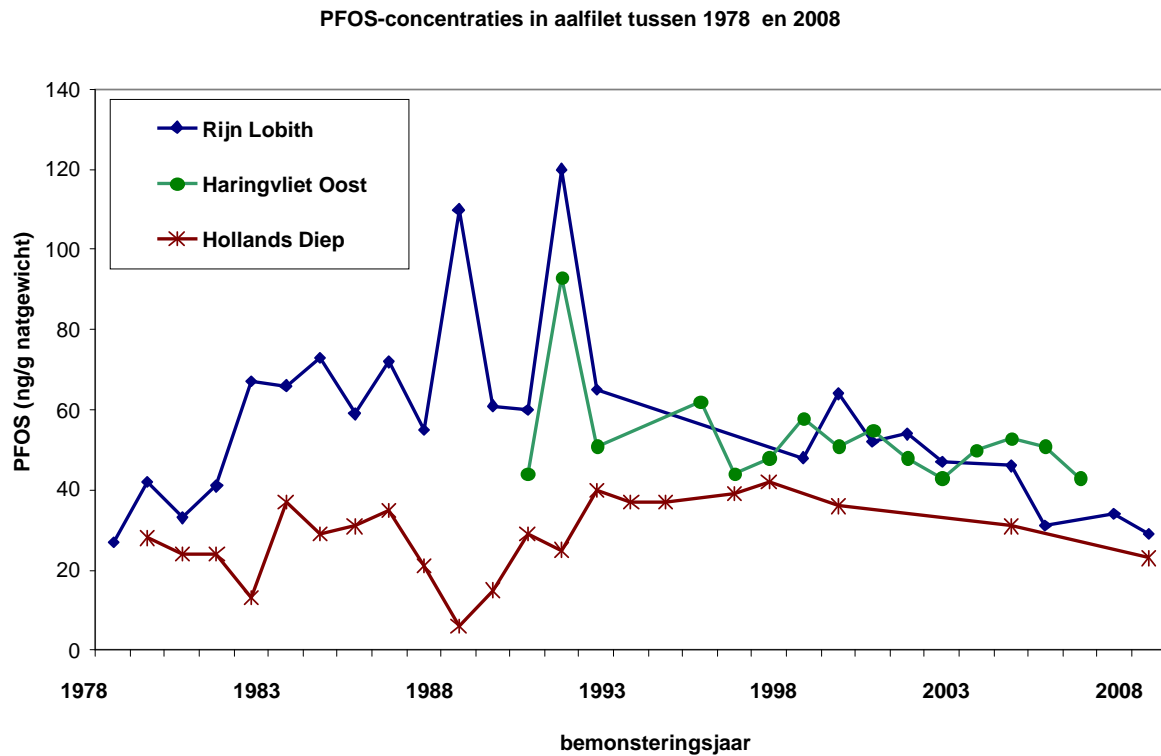
³⁴ Bronvermelding bij de figuren 14 tot 16: Rapporten RIKILT/IMARES 1993 t/m 2010. Metingen zijn gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Rijkswaterstaat.



Figuur 22: Verontreiniging van rode aal in de Rijndelta (NL) met HCB in de periode 1977-2009. Rode aal van 30-40 cm, mengmonster van 25 stuks. Bron: Rapporten RIKILT/IMARES 1993 t/m 2010

Geperfluoreerde tensiden

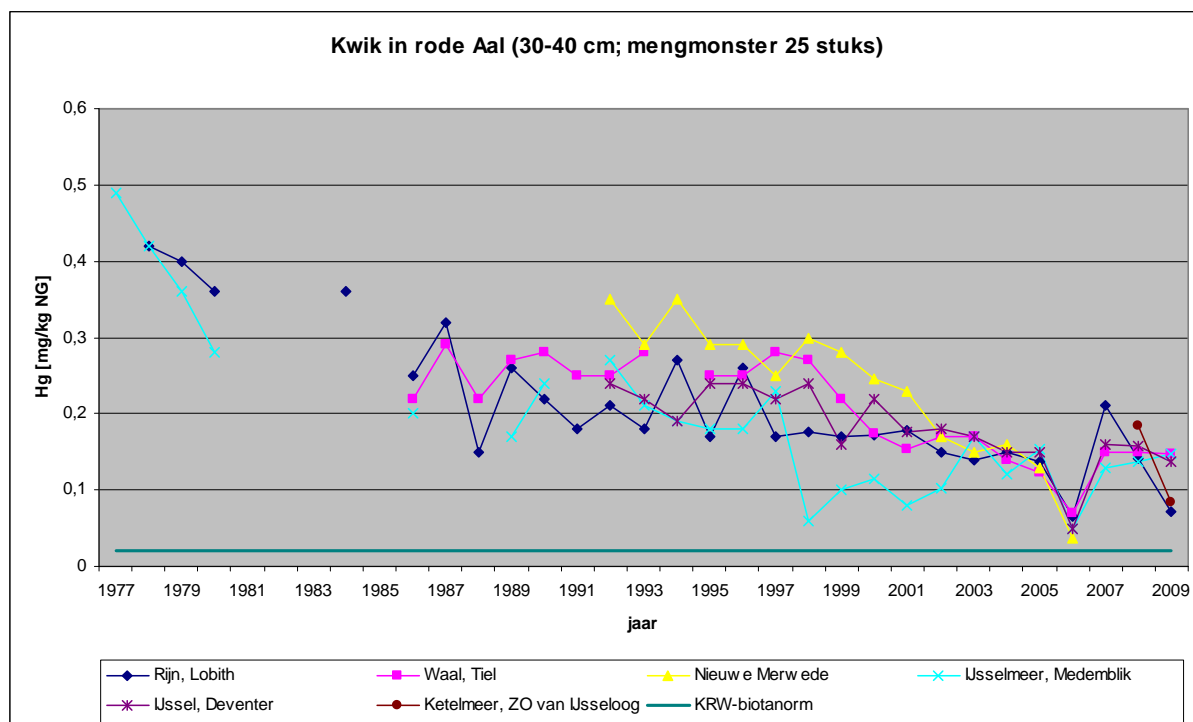
In 2007 zijn in Nederlandse wateren vijftien geperfluoreerde verbindingen onderzocht in aal, water en sediment. Voor drie meetlocaties werd tevens met recent ontwikkelde analysemethodes onderzoek gedaan naar PFOS in historische aalmonsters uit de afgelopen dertig jaar. Tussen 1978 en het midden van de jaren negentig verdubbelde tot verviervoudigde de PFOS-concentratie in de monsters en keerde dan naar de uitgangswaarden terug (zie figuur 23). In recente monsters was PFOS de dominante verbinding onder de PFT's; de PFOS-concentratie in het spierweefsel van aal bedroeg 7 tot 58 ng/g NG.



Figuur 23: PFOS-concentraties in aal (n = 25) in de Rijndelta in de periode 1978-2008.
Bron: Kwadijk et al., 2010

Kwik

Zoals blijkt uit figuur 24 zijn de gehalten van (methyl)kwik in aal sinds de jaren tachtig gedaald. Vanaf 2000 is op de meeste locaties geen verdere verbetering te zien. De biotnorm van 0,02 mg/kg wordt nergens in het Nederlandse Rijnstroomgebied gehaald.



Figuur 24: Verontreiniging van rode aal in de Rijndelta (NL) met kwik in de periode 1977-2009. Rode aal van 30-40 cm, mengmonster van 25 stuks. Bron: Rapporten RIKILT/IMARES 1993 t/m 2010

Vooruitblik

Naast de in de voorgaande paragrafen genoemde, worden alle andere in Nederland van kracht zijnde consumptienormen niet overschreden.

In september 2000 is op basis van de resultaten voor PCDD/F + dl-PCB's door het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij geadviseerd aan sportvissers om zelfgevangen aal uit de grote rivieren niet te consumeren. Voor sportvissers geldt bovendien sinds enkele jaren een terugzetverplichting voor aal. Vanaf 1 april 2011 is er in alle met dioxine (TEQ) verontreinigde gebieden een vangstverbod voor paling van kracht.

De gebieden zijn aangewezen op grond van de monitoringsresultaten in paling en bestrijken onder andere alle grote Nederlandse rivieren. Het vangstverbod houdt tevens een verbod in voor het gebruik van tien speciale vistuigen die worden ingezet in de palingvisserij en verbiedt het in bezit hebben van paling in of in de onmiddellijke nabijheid van de aangewezen gebieden. Het vangstverbod geldt voor iedereen, dus voor beroepsvissers, maar ook voor sportvissers³⁵.

Vanuit Nederlands standpunt verdient het de aanbeveling om de gehalten van verontreinigende stoffen in biota te blijven monitoren. Niet alle OCP's zijn nog relevant, sommige zijn uitgefaseerd (lindaan bijvoorbeeld), waardoor de gehalten snel zijn gedaald tot ver beneden de normen. PCB-gehalten in aal blijven echter hoog en dragen voor 70-90% bij aan de totaal-TEQ in aal in de Nederlandse wateren. Ook PFT's, vooral PFOS, zouden ondanks de dalende trend verder in het oog moeten worden gehouden; hiervoor kunnen alen als biologische indicator worden gebruikt.

³⁵ Kotterman & van der Lee 2011

4. Evaluatie van het ICBR-meetprogramma in zwevend stof m.b.t. PCB 118

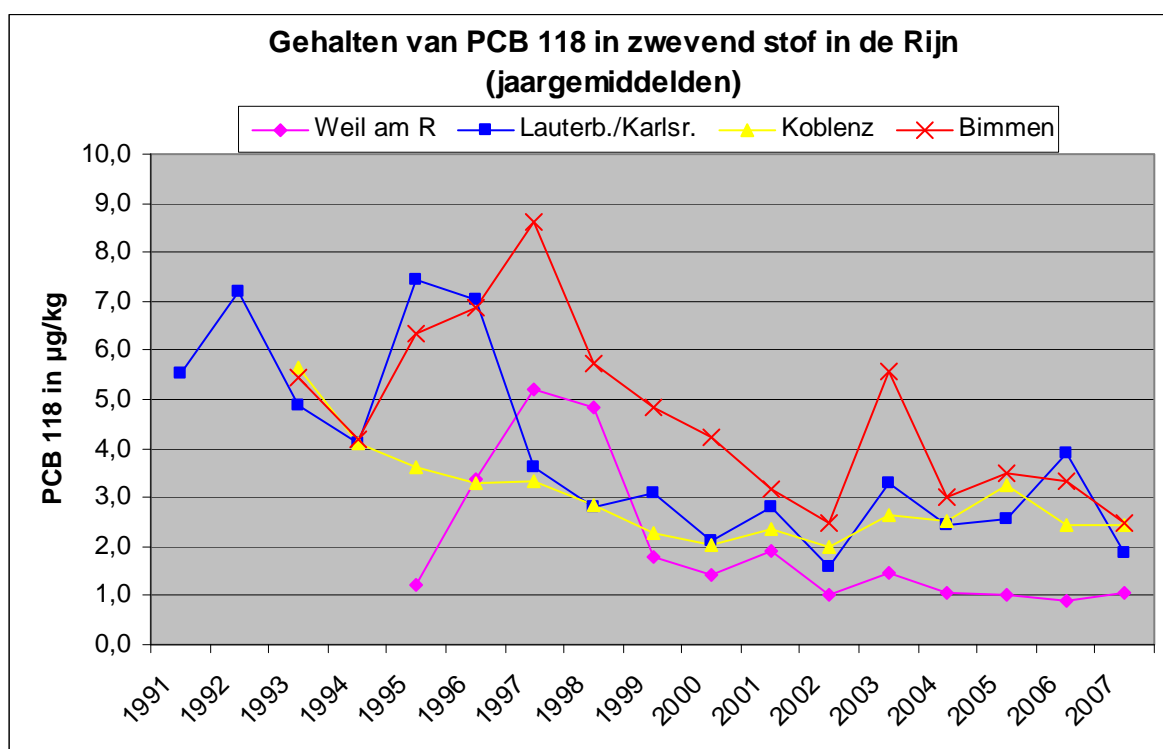
In het kader van het Internationaal Rijn-Meetprogramma Chemie wordt er sinds 1991 één enkel dioxineachtig PCB gemeten, te weten PCB 118.

Er worden 13 - 26 monsters per jaar genomen, wat betekent dat de berekende jaargemiddelden representatief zijn voor de verontreiniging van de Rijn met PCB's. De PCB-gehaltenes in zwevend stof zijn representatief voor de PCB-belasting van recent sediment.

Sinds 2000 nemen de gehaltenes aan PCB 118 in zwevend stof niet meer zo sterk af als in de jaren negentig van de vorige eeuw. Ook de stroomafwaartse accumulatie van PCB's in de Rijn is niet meer zo uitgesproken als toen.

In het meetstation Weil aan de Zwitsers-Duitse grens liggen de jaargemiddelde gehaltenes aan PCB 118 de laatste jaren rond 1 µg/kg. De waarden schommelen licht en de maxima bedragen 2 tot 2,5 µg/kg.

In de drie andere meetstations (Lauterbourg/Karlsruhe, Koblenz, Bimmen) zijn de gemiddelde gehaltenes tussen 1994 (4 µg/kg) en 2007 (2 tot 2,5 µg/kg) gehalveerd. De gehaltenes die worden gemeten in Bimmen aan de Duits-Nederlandse grens zijn vaak duidelijk hoger dan de gehaltenes in Koblenz en Karlsruhe.



Figuur 25: Gehalten aan PCB 118 in het zwevend stof van de Rijn (jaargemiddelden, gehaltenes in µg/kg). Bron: ICBR-meetprogramma in zwevend stof 1991-2007

5. Samenvatting van de resultaten voor het Rijnstroomgebied

In de onderstaande paragrafen wordt er op basis van de verzamelde gegevens uit de periode 2000-2010 een overzicht gegeven van de verontreiniging van vissen in de Rijn en zijn zijrivieren met "dioxineachtige PCB's" en andere schadelijke stoffen. Daarbij wordt er meestal verwezen naar de overschrijding van wettelijk vastgelegde consumptienormen en in een aantal gevallen naar de biota-MKN conform richtlijn 2008/105/EG. Voor zover bekend, wordt tevens de trendontwikkeling beschreven.

Ook al zijn de gegevens niet direct onderling vergelijkbaar, ze geven toch een goed beeld van de verontreiniging in het Rijnstroomgebied.

5.1 Dioxinen, furanen en dl-PCB's

Over het geheel genomen vertonen de gehalten aan dioxinen en PCB's in alle onderzochte vissoorten grote schommelingen. Dit kan worden verklaard door de verschillende verontreinigingssituatie van de rivieren waar de monsters zijn genomen en door de soort en de samenstelling van de monsters.

Betrouwbare waarden voor de totaal-TEQ van dioxinen, furanen en dl-PCB's in vissen zijn samengevat in bijlage 5. Voor zover niet anders vermeld, worden in dit overzicht gegevens zonder aftrek van de meetonzekerheid weergegeven. Daarom worden overschrijdingen van de grenswaarden voor levensmiddelen hier niet aangegeven.

De bandbreedte gaat van waarden onder 1 pg/g NG in afzonderlijke kopvoorns, beekforellen, blankvoorns, snoeken, snoekbaarzen, rivierbaarzen en meervallen tot waarden boven 70 pg/g NG in aal. Aan het voorbeeld van de roofblei (laagste waarde: 0,91 pg/g NG in een exemplaar uit de Moezel; hoogste waarde: 73,32 pg/g FG in een exemplaar uit de Middenrijn) wordt duidelijk dat de verontreiniging niet soortspecifiek is, maar afhangt van de belasting van het water op de bemonsteringslocatie enerzijds en de leeftijd en het vetgehalte van elke vis anderzijds (vgl. 1.2).

In **aal** wordt de grenswaarde van 12 pg/g NG zo goed als overal in de Rijn en veel van zijn zijrivieren overschreden. Een uitzondering hierop vormen de slechts licht verontreinigde aalen uit het Bodenmeer en uit een oude tak van de noordelijke, Duitse Bovenrijn die alleen bovenstrooms is verbonden met de Rijn en wordt gevoed met grondwater.

Voor de overschrijding van de maximumgehalten conform levensmiddelenrecht zijn meestal de dl-PCB's verantwoordelijk als component van totaal-TEQ (zie figuren 4, 6, 7, 8 en 15).

Op basis van het ICBR-meetprogramma in zwevend stof over de jaren 1991-2007 kan er voor één dioxineachtige PCB-congeneer (PCB 118) een duidelijke trend worden geanalyseerd: de verontreiniging neemt af.

5.2 indicator-PCB's

Duitse en Nederlandse grenswaarden voor indicator-PCB's (0,3 mg/kg NG) worden in de hoofdstroom van de Rijn (van de Duits-Franse Bovenrijn tot de Rijndelta), in de Moezel en de Main soms overschreden in (oudere, vette) aal en brasem, maar niet in andere vissoorten. Het onderzoek naar rode aal in de Rijndelta (zie figuur 21) laat duidelijk zien dat de verontreiniging met indicator-PCB's hier sinds de jaren tachtig een dalende trend vertoont van waarden boven 3 mg/kg NG naar waarden onder 0,5 mg/kg NG. Een vergelijkbare ontwikkeling doet zich voor in de Moezel en, in mindere mate, in de Saar.

5.3 Hexachloorbenzeen

In de Hoogrijn en de Duitse Bovenrijn is in 2008 voor het eerst geen overschrijding meer gemeten van het in de Duitse verordening tot vaststelling van maximumgehalten aan residuen vastgelegde maximumgehalte voor HCB van 0,05 mg/kg NG of 0,5 mg/kg VG. In alen uit het Maingebied en de Middenrijn zijn er nog sporadisch overschrijdingen. In de Rijndelta kan sinds de jaren zeventig een duidelijke afname van de HCB-belasting in rode aal worden genoteerd van meer dan 0,1 mg/kg NG naar ca. 0,01 mg/kg NG. In het IJsselmeer wordt er voldaan aan de milieukwaliteitsnorm (MKN) voor biota van 0,01 mg/kg NG conform richtlijn 2008/105/EG.

5.4 Geperfluoreerde tensiden

Duidelijk verhoogde gehalten aan PFOS worden vooral gemeten in vissen uit de Rijn (Rijndelta, Duitse Nederrijn, Duits-Franse Bovenrijn, Hoogrijn) (concentraties van 3 tot meer dan 70 µg/kg, met sporadisch uitschieters tot 126 µg/kg NG; oriënteringswaarde van het BfR: 30 µg/kg NG; voorstel voor een MKN: 9,1 µg/kg NG). De trendanalyse in Nederland laat van de jaren zeventig tot het midden van de jaren negentig een toename zien tot meer dan 100 µg/kg NG en vervolgens een afname tot waarden van 7 tot 58 µg/kg NG. Voor andere PFT's liggen de waarden overal in het Rijnstroomgebied meestal onder de bepalingsgrens.

5.5 Kwik

De Europese consumptienorm voor kwik van 1 mg/kg NG in aal en 0,5 mg/kg NG in andere vissoorten wordt slechts een enkele keer overschreden; de waarden liggen meestal tussen 0,07 en 0,35 mg/kg. De daling van de kwikconcentraties in vissen uit de hoofdstroom van de Rijn tussen Weil en de Rijndelta die werd waargenomen in de jaren tachtig en negentig heeft zich na 2000 niet doorgezet. De in richtlijn 2008/105/EG vastgelegde biotanorm voor kwik van 0,02 mg/kg NG wordt overal en systematisch in alle delen van het Rijnstroomgebied overschreden.

Tabel 10: Inschatting van de ontwikkeling in de verontreiniging van vissen uit de Rijn

Inschatting → gelijkblijvend, ↗ stijgend, ↘ dalend, ./ . geen uitspraak mogelijk wegens gebrek aan gegevens, gebrek aan voorafgaand onderzoek of tekort aan monsters.

(Deel)staat	Dioxinen / furanen	dl-PCB's*	Indicator-PCB's	HCB	Hg
CH	→↗	→↗	→↗	./.	./.
DE (UBA)	→↗	→↗	→↗	↘	→
DE-BW	./.	./.	./.	./.	./.
DE-RP	→	→	→	↘	./.
DE-BY	./.	./.	→↘	→↘	→
DE-NW	./.	→↗	→↗	↘	./.
LU	→	→	→	./.	./.
NL	→	→	→	→↘	→↘

* De verontreiniging met dioxineachtige PCB's wordt pas sinds 2000 gemeten, de verontreiniging met indicator-PCB's in enkele gevallen al duidelijk langer.

6. Conclusie

Ondanks de brede gegevensbasis is het buitengewoon moeilijk om statistisch gefundeerde uitspraken te doen over de verontreiniging van vissen in de Rijn met schadelijke stoffen. Verdelingspatronen en trends kunnen hoogstens regionaal worden bepaald. Een gestandaardiseerde werkwijze, van de monsterneming tot de analyse, zou een beoordeling van de verontreiniging van vissen op het niveau van de hele hoofdstroom of zelfs het stroomgebied van de Rijn mogelijk kunnen maken. De beschikbare gegevens, het resultaat van onderzoeken die overwegend hebben plaatsgevonden in het kader van het levensmiddelenrecht, kunnen bovendien niet zonder meer worden vertaald naar ecosysteemkwesties. Gefundeerde uitspraken over het ecosysteem zijn alleen mogelijk op basis van specifiek onderzoek, bijvoorbeeld naar de effecten van contaminanten op vissen van verschillende leeftijdscategorieën, hun vruchtbaarheid/voortplanting in het water, relaties met visziekten, enz. Dergelijk wetenschappelijk onderzoek staat voorlopig niet gepland in de Rijnsoeverstaten.

Bibliografie

- **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 p.
- **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**, Frans waterportaal: Gegevens over het Nationaal Actieplan PCB's. <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, p. 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, p. 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
- **ICBR** 2002: Verontreiniging van de vissen in de Rijn - resultaten van het laatste gecoördineerde onderzoek uit 2000. ICBR-rapport 124, www.iksr.org (beschikbaar in het Duits en het Frans)
- **ICBR** 2009: Rijn-Meetprogramma Biologie, kwaliteitselement vissen – monitoring van de visfauna in de Rijn. ICBR-rapport 173, www.iksr.org
- **ICBR** 2010: Vergelijking van de werkelijke met de gewenste toestand van de Rijn 1990-2006. ICBR-rapport 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; rapportnummer. 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-expertgroep “Stoffen”** 2010: Stofgegevensblad PFOS.
<http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de>
- **Lelek**, A., Buhse, G. 1992: Fische des Rheins – früher und heute. Centrum Naturopa van de Raad van Europa (uitg.), Straatsburg, 214 p.
- **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 p.
- **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 (uitg.), Mainz, 258 p.
- **RIVO/IMARES** 2007: Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren: Microverontreinigingen in rode aal (2000 – 2006). RIVO/IMARES-rapportages in opdracht van RIZA.
- **RIVO/IMARES/RIKILT** 2000 tot 2010: Monitoring Sportvisserij. RIVO/IMARES/RIKILT-rapportages in opdracht van 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 p. Ook beschikbaar in het Frans.
<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, ontwerprapport juni 2009.

Bijlagen

Bijlage 1: Betrokken instituten en contactpersonen in de Rijnsoeverstaten

(Deel)staat	Instantie	Zetel	Verantwoorde	E-mail	Telefoon	Opmerking
Zwitserland	Bundesamt für Umwelt (BAFU)	Bern	Erich Staub	erich.staub@bafu.admin.ch	0041-31-322 93 77	
Frankrijk	Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA)	Vincennes	Cendrine Dargnat	cendrine.dargnat@onema.fr	0033-1-45 14 40 88	In het kader van het nationaal actieplan rond PCB's in vis en sediment is de ONEMA verantwoordelijk voor de leiding van de praktische werkzaamheden en de verspreiding van gegevens.
	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-Beieren	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	

(Deel)staat	Instantie	Zetel	Verantwoorde lijke	E-mail	Telefoon	Opmerking
DE-Rijnland-Palts	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-Noordrijn-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-Bond	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, Frankrijk, Duitsland	Internationale Commissies ter Bescherming van de Moezel en de Saar (IKSMS)	Trier	Daniel Assfeld	daniel.assfeld@iksms-cipms.org	0049-651-73147	
Nederland	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	

De bijlagen 2 tot 5 vindt u aan het eind van het rapport.

Bijlage 2: Onderzochte verontreinigende stoffen in vissen in het stroomgebied van de Rijn

Bijlage 3: Op verontreinigende stoffen onderzochte vissoorten in het stroomgebied van de Rijn

Bijlage 4: Normen, verordeningen en aanbevelingen op basis waarvan de onderzoeken naar de verontreiniging van de visfauna in het stroomgebied van de Rijn zijn uitgevoerd

Bijlage 5: Verontreiniging van vissen in de Rijn en zijn zijrivieren met dioxinen, furanen en dioxineachtige PCB's: resultaten

Bijlage 6: Systemen en begrippen uit het levensmiddelenrecht en de ecotoxicologie voor de inschatting van het risico dat uitgaat van verontreinigingen

Actiedrempels

Naast de in het rapport gebruikte maximumgehalten zijn er voor verschillende contaminanten actiedrempels vastgesteld. Deze drempels zijn voor de bevoegde autoriteiten en de exploitanten een hulpmiddel om te bepalen in welke gevallen het wenselijk is een bron van contaminatie op te sporen en maatregelen te nemen om deze te reduceren of te elimineren.

Streefwaarden

De door de EU vastgestelde streefwaarden zijn de contaminatieniveaus van levensmiddelen en diervoeders die moeten worden bereikt om de blootstelling van de meerderheid van de bevolking van de EU uiteindelijk terug te brengen tot de door het Wetenschappelijk Comité voor de menselijke voeding (*Scientific Committee on Food*, SCF) bepaalde TWI voor dioxinen en dioxineachtige PCB's.

Toelaatbare inname

De toelaatbare inname is een inschatting van de hoeveelheid van een stof in de lucht, de voeding of het drinkwater waaraan de mens zonder merkbaar gezondheidsrisico levenslang kan worden blootgesteld. De door de WHO vastgestelde eenheid is pg TEQ/kg lichaamsgewicht (LG) per dag (TDI = toelaatbare dagelijkse inname) of per week (TWI = toelaatbare wekelijkse inname).

De WHO-TWI voor dioxinen, furanen en dioxineachtige PCB's (als somparameter) bedraagt 14 pg TEQ/kg LG. De EFSA heeft voor PFT's een TDI van 0,15 µg/kg LG en voor PFOA een TDI van 1,5 µg/kg LG vastgesteld³⁶.

Omdat de TWI / TDI grenswaarden zijn voor een gemiddelde levenslange belasting levert een benadering waarbij de blootstelling per afzonderlijke maaltijd wordt bekeken weinig op. Bij de formulering van aanbevelingen in verband met de consumptie van bijvoorbeeld riviervissen met een bepaalde verontreiniging moet er daarom ook rekening worden gehouden met de inname van contaminanten via andere levensmiddelen en het milieu (bijv. als gevolg van een eventuele omgevingsbelasting).

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>

Rekenkundige voorbeelden (*worstcasescenario's*):

- Een consument met een lichaamsgewicht van 60 kg zou van aal met een **PCDD/F-PCB-TEQ** van 35,1 ng/kg (een verontreiniging die onder andere is gemeten in Duitsland/Hessen) slechts om de 16,7 weken, d.w.z. maximaal drie keer per jaar, een portie van 200 g mogen eten, opdat – rekening houdend met de inname van dioxinen/dl-PCB's via andere levensmiddelen – de TWI van 14 pg/kg LG niet wordt overschreden.
- Consumptie van 150 g aal, maximaal eenmaal per week, resulteert bij aal met een gehalte van ongeveer 40 pg **PCDD/F-PCB-TEQ**/g (een concentratie die onder andere in het Nederlandse Rijnstroomgebied regelmatig werd gemeten in aal) voor een persoon met een lichaamsgewicht van 65 kg in een inname van $150 \times 40 = 6.000$ pg TEQ, ofwel 92 pg TEQ/kg LG/week. Daarnaast is er een gemiddelde achtergrondblootstelling van zo'n 6 pg TEQ/kg LG/week, waarmee het totaal uitkomt op 98 pg TEQ/kg LG/week. Dit is zeven keer de TWI.
- Een persoon van 60 kg die een portie vis van 200 g eet die is verontreinigd met het hoogste gehalte dat is gemeten in Duitsland (Hessen) krijgt 280% van de TDI voor **PFOS** en minder dan 1% van de TDI voor **PFOA** binnen.
- Voor gemiddelde consumenten met een lichaamsgewicht van 60 kg betekent een gemiddelde consumptie van 14,98 g/dag een inname van 21% van de TDI voor PFOS en een inname van minder dan 1 promille van de TDI voor PFOA als er wordt uitgegaan van de zwaarst verontreinigde monsters in Hessen. Voor grootconsumenten levert een gemiddelde consumptie van 36,79 g/dag 52% van de TDI voor PFOS en ongeveer 1 promille van de TDI voor PFOA op als er wordt uitgegaan van de zwaarst verontreinigde monsters.

Omdat de inschatting van het individuele risico van de inname van contaminanten via verschillende blootstellingsroutes erg lastig is, adviseert de overheid vaak om in het geheel af te zien van de consumptie van zwaar verontreinigde vissoorten als aal.

Bioaccumulatiefactoren bij vissen

Met het oog op de vaststelling van soortspecifieke bioaccumulatiefactoren (BAF) voor PFOS zijn in de jaren 2006 tot 2008 voor de vissoorten aal, winde, beekforel, barbeel, brasem, kopvoorn, rivierbaars, snoek en blankvoorn op telkens minstens twaalf verschillende vangstlocaties in Noordrijn-Westfalen de concentraties bepaald in het spierweefsel van de vissen en in het water. De bioaccumulatiefactor heeft geen dimensie en is het quotiënt van de PFOS-concentratie in visvlees [$\mu\text{g}/\text{kg DS}$] en in water [$\mu\text{g}/\text{kg water}$].

De gemiddelde, niet-soortspecifieke bioaccumulatiefactor voor PFOS in visvlees die werd berekend op basis van de gegevens voor alle bekeken vangstlocaties en vissoorten bedraagt ~ 905 . De bioaccumulatiefactor varieert per soort en onder invloed van andere factoren tussen 539 (bijv. kopvoorn) en 2.284 (bijv. rivierbaars, vgl. tabel 11).

Tabel 11: Berekende gemiddelde bioaccumulatiefactor voor PFOS (visvlees) in verschillende vissoorten

Vissoort	Aantal vangstlocaties	Aantal monsters	Bioaccumulatiefactor [gemiddelde]
rivierbaars	19	71	2.284
aal	19	65	1.799
brasem	16	48	1.731
beekforel	43	200	862
blankvoorn	15	58	812
snoek	13	27	797
barbeel	14	33	773
winde	12	31	616
kopvoorn	46	152	539

De gevonden ranges liggen in dezelfde orde van grootte als in wetenschappelijke literatuur vastgestelde waarden. Voor blauwkeel zonnebaars is bijvoorbeeld een PFOS-bioaccumulatiefactor bepaald van 2.796³⁷. Bij regenboogforellen zijn waarden tussen 690 (skelet) en 3.100 (bloed) berekend³⁸. De expertgroep "Stoffen" van het samenwerkingsverband voor water van de Duitse deelstaten (LAWA) heeft deze resultaten meegenomen in de afleiding van een voorstel voor een milieukwaliteitsnorm voor visconsumptie (MKN_{biota.humaan})³⁹. De op basis van de TDI (*toelaatbare dagelijkse inname*) voor PFOS berekende waarde (9 µg/kg in visvlees) bedraagt omgerekend naar de concentratie in water MKN_{biota.humaan} = 0,002 – 0,020 µg/l.

Voor de vissen uit de Rijn kunnen er uitgaande van de beschikbare gegevens geen betrouwbare waarden voor de bioaccumulatie (BAF-waarden) worden berekend, omdat de PFOS-concentratie in de Rijn (watermonsters) vaak onder de bepalingsgrens (<0,01 µg/l) ligt (zie tabel 12: 20-28% van de PFOS-metwaarden ligt onder de bepalingsgrens). Als voor deze waarden de halve bepalingsgrens wordt genomen, ligt de gemiddelde BAF-waarde voor de hier weergegeven meet- en vangstlocaties in de Rijn in Noordrijn-Westfalen tussen 1.050 en 1.950. In de opgenomen zijrivieren is de spreiding van de BAF-waarden nog groter: de waarden liggen tussen 143 en 2.923. Het gemiddelde, inclusief meetlocaties in de Rijn (n = 16), bedraagt 1.022.

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

³⁸ Oostenrijkse milieudienst: Factsheet geperfluoreerde alkaansulfonazuren: Perfluorooctansulfonate; http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umwelthemen/gesundheit/fact_sheets/Fact_Sheet_Perfluorierte_Tenside.pdf

³⁹ LAWA-expertgroep "Stoffen" (2010): Stoffgegevensblad PFOS. Opgesteld door het analytische laboratorium Luhnstedt;

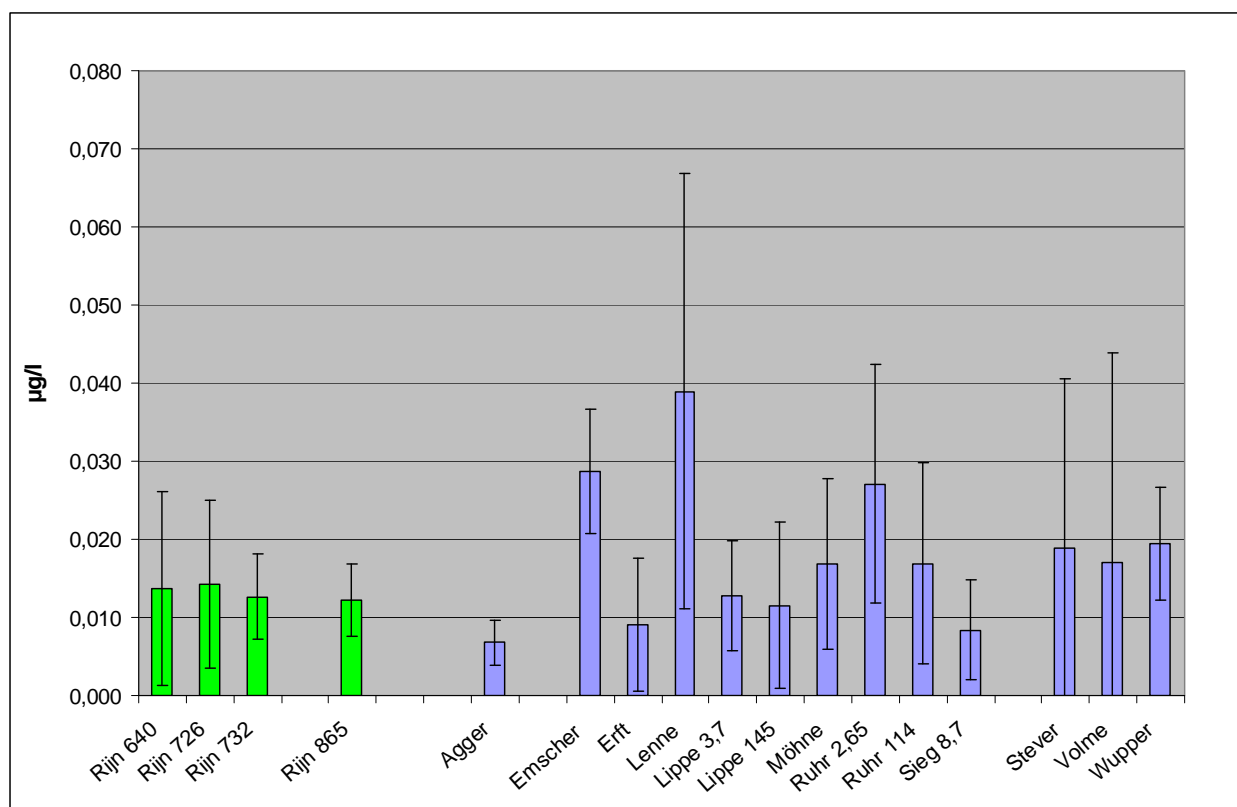
[http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/cms/WaBoAb_prod/WaBoAb/Vorhaben/LAWA/Vorhaben_des_Ausschusses_Oberflaechengewasser_und_Kuestengewasser_\(AO\)/O_5.07/L28_db_PFOS_Datenblatt_UQN-Vorschlag_1003158708448628300909157.pdf](http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/cms/WaBoAb_prod/WaBoAb/Vorhaben/LAWA/Vorhaben_des_Ausschusses_Oberflaechengewasser_und_Kuestengewasser_(AO)/O_5.07/L28_db_PFOS_Datenblatt_UQN-Vorschlag_1003158708448628300909157.pdf)

Tabel 12: PFOS-meetwaarden op de meetlocaties in de Rijn in Noordrijn-Westfalen in de periode 2007-02/2011. Watermonsters; weergegeven in µg/l.

Meetlocatie	Rivierkilometer	Aantal monsters	Aantal waarden < BG*	Minimum	Maximum	Gemiddelde	Standaardafwijking
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
Kleef-Bimmen	865,0	53	22,6%	<0,01	0,029	0,012	0,005

* BG: bepalingsgrens (0,01 µg/l)

Voor de berekening van de gemiddelden: 0,005 µg/l voor waarden <BG



Figuur 26: Onderzoek naar de PFOS-concentratie (watermonsters) op geselecteerde meetlocaties voor toestand- en trendmonitoring in het Rijnstroomgebied in Noordrijn-Westfalen. Vergelijking tussen de gehalten in de Rijn (groen) en in zijrivieren (blauw). Afgebeeld zijn de gemiddelden (n ≥ 6) per meetlocatie uit de periode 2007-02/2011 met standaardafwijking.

Tabel 13: PFOS-meetwaarden op geselecteerde meetlocaties voor toestand- en trendmonitoring in de Rijn in Noordrijn-Westfalen in de periode 2007-02/2011 en berekende gemiddelde bioaccumulatiefactoren (BAF). (watermonsters; weergegeven in µg/l)

Rivier en km	Meetlocatie	Aantal monsters	Min.	Max.	Gemiddelde	Standaardafwijking	Gemiddelde BAF [(µg/kg)/(µg/l)]
Rijn 640	Bad Honnef	66	0,005	0,078	0,014	0,012	1056,9
Rijn 732	Düsseldorf-Flehe	35	0,005	0,032	0,013	0,006	1321,0
Rijn 865	Kleef-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	Monding van de Emscher	23	0,016	0,044	0,029	0,008	437,7
Erft	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	Voor de monding in de 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, benedenstrooms van de rwzi	10	0,005	0,066	0,019	0,022	307,5
Volme	Voor de monding in de 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

* De PFT-concentraties in de Ruhr bij Fröndenberg zijn gedaald; de opgenomen visgegevens komen uit een vroegere periode.

De verschillen tussen de BAF-waarden in de onderzochte rivieren en meetlocaties (zie tabel 13) kunnen onder andere het gevolg zijn van verschillende vissoorten (zie tabel 11).

MTR- en HC₅-waarden

Het **Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR)** geeft de concentratie aan voor een stof waarbij 95% van de potentieel aanwezige soorten binnen een ecosysteem beschermd is. MTR-waarden kunnen worden uitgedrukt als concentraties in water, bodem of lucht en organismen. De MTR-waarden hebben nooit een officiële status gehad.

De van de MTR afgeleide normwaarde voor aal ter bescherming van het ecosysteem, omgerekend naar productbasis voor "standaardvis" met 10% droge stof of 5% vet, bedraagt 320 µg/kg voor PCB 153 en 38 µg/kg voor HCB. Omdat het PCB 153-gehalte wordt gezien als indicator voor de hele stofgroep, zijn er voor de andere PCB-congeneren geen MTR-waarden. Waarden voor andere stoffen zijn opgesomd in tabel 14.

Tabel 14 : MTR-waarden voor aal in µg/kg voor standaardvis met 10% droge stof of 5% vet.

Omdat het PCB 153-gehalte wordt gezien als indicator voor de hele stofgroep, zijn er geen MTR-waarden voor de andere opgesomde PCB-congeneren.

Stof	MTR-waarde [µg/kg]
PCB 153	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

Een andere waarde die de aantasting van het ecosysteem door verontreinigende stoffen weergeeft, is de **HC₅-waarde**. Dit is de interne concentratie van een verontreinigende stof in prooidieren waarbij 5% van de predatoren niet meer "beschermd" is. De HC₅-waarde ligt boven de NOEC-waarde (*no observed effect level concentration*), dit is de maximale concentratie van een verontreinigende stof waarbij geen beschadiging van een organisme wordt waargenomen.

Bijlage 7: Glossarium

DEHP	diethylhexylftalaat
HC₅-waarde	Interne concentratie in prooidieren waarbij 5% van de predatoren niet meer "beschermd" is
HCB	hexachloorbenzeen (fungicide, droog ontsmettingsmiddel voor graan)
HCBD	hexachloorbutadieen
HCH	gamma-hexachloorcyclohexaan (= lindaan)
LG	lichaamsgewicht
MKN	milieukwaliteitsnorm
MTR-waarde	Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau
NG	natgewicht
NOEC	<i>no observed effect level concentration</i> , concentratie waarbij er geen effect is vastgesteld
OCP's	(persistente) organochloorpesticiden, bijv. => HCH
PBDE	polybroomdifenylethers (vlamvertragers)
PCB's	polychloorbifenylen
PCDD	polychloordibenzo-p-dioxinen
PCDD/F	polychloordibenzo-p-dioxinen en dibenzofuranen
PCDF	polychloordibenzofuranen
PFOA	perfluorooctaanzuur
PFOS	perfluorooctaansulfonaat
QCB	pentachloorbenzeen (PeCB; tussenproduct bij de productie van ontsmettings- en gewasbeschermingsmiddelen)
TEQ	toxiciteitsequivalent
TDI	<i>toelaatbare dagelijkse inname</i> ,
TWI	<i>toelaatbare wekelijkse inname</i> in pg WHO-TEQ/kg LG
WHO	<i>World Health Organization</i> (Wereldgezondheidsorganisatie)

Bijlage 8: Vragen over de lopende en afgeronde onderzoeken naar de verontreiniging van de visfauna met schadelijke stoffen in het stroomgebied van de Rijn

De antwoorden op de onderstaande vragen zijn als basis genomen voor de tekst in hoofdstuk 3.

A. Algemene informatie over de onderzoeken

1. Behandelende **instantie**, contactpersonen (e-mailadres, telefoonnummer, indien nog niet bekend in het secretariaat)
2. Welke **onderzoeken** naar de verontreiniging van vissen hebben er sinds 2000 plaatsgevonden in uw bevoegdheidsgebied?
3. **Bronvermelding** (gepubliceerde rapporten, internetlinks naar gegevensbanken, voedingsaanbevelingen, enz.)

B. Doelstelling, materiaal en methodes van de onderzoeken

1. Met welk **doel**, met inachtneming van welke normen is het onderzoek uitgevoerd?
 - EU-Visconsumptieverordening (verordening 1881/2006 van 19 december 2006)
 - Biotanorm conform Kaderrichtlijn Water
 - Nationale normen voor de bescherming van de consument
 - Ecotoxicologische "normen"
2. Welke **stoffen** (evt. congenere) zijn in welke eenheden gemeten en welke vorm hebben de resultaten? Zijn de resultaten gerelateerd aan het versgewicht of aan het vetgewicht?
 - Dioxineachtige PCB's, in het bijzonder indicator-PCB's, indien mogelijk PCB 153
 - Dioxinen
 - Som van dioxinen en dioxineachtige PCB's (voor een betere vergelijkbaarheid is informatie over WHO-PCDD / F-PCB-TEQ *upper bound*, uitgedrukt in pg TEQ / g wenselijk)
 - Furanen
 - HCB
 - Kwik
 - PFT's
3. Op welke **meetlocaties** is het onderzoek verricht?
(Gelieve de locatie zo nauwkeurig mogelijk aan te geven met vermelding van de Rijnkilometer)
4. Welke **vissoorten** werden er onderzocht? Welke lengtecategorieën (in cm) werden er gebruikt? Op basis van welke criteria werden de vissoorten geselecteerd?
5. **Hoeveel vissen** werden er bemonsterd? Werden er mengmonsters of individuele monsters onderzocht? Werden er gemiddelden berekend? Wat werd er gebruikt voor het monster: de visfilet, de hele vis of andere delen van de vis?

C. Resultaten van de onderzoeken, beoordelingen

1. Indien er ook vroeger onderzoek is gedaan: kan er een **trend** worden ontdekt in de verontreiniging?
2. Zijn er **normen overschreden**? Zo ja, welke normen en in welke mate? Is er een omrekening gebeurd naar **WHO-TEQ** voor de stoffen waarvoor deze waarden beschikbaar zijn?
3. Hebben de onderzoeken aanleiding gegeven tot een **verbod op het verhandelen en consumeren**? Zo ja, waar is dit verbod bekendgemaakt? (internetlinks, enz.) Gelieve kort de grenswaarden / toelaatbare wekelijkse inname te noemen (wenselijk is: TWI in g met bijbehorend lichaamsgewicht)
4. Welke **conclusies** trekt u voor toekomstig onderzoek?

Bijlage 2: Onderzochte verontreinigende stoffen in vissen in het stroomgebied van de Rijn

* De afkortingen van de instituten zijn uitgelegd in bijlage 1.

Staat	Rijnsoever- staten	Zwitser- land	Frank- rijk	Duitsland								Moezel- Saar- gebied	Luxem- burg	Neder- land
				Duitse Bond	BW	BY	RP	HE	NW	SL				
Deelstaat Instituut*	ICBR	BAFU	ONEMA	UBA	CVUA, RP	LfU, LGL	MUFV	LHL	LANUV	LUA	IKSMS	Min. Santé	RWS	
Laatste jaar waarin PCB's (en de meeste andere verontreinigende stoffen) zijn onderzocht	2000	2007 / 2008	2008 / 2009	2000 - 2009	2003 - 2008	2005 / 2006 / 2009	2009, 2010	2009	2000 - 2008	2009 / 2010	2004	2000, 2002, 2003	2009	
Lopend of gepland onderzoek / evaluatie aan de gang			2010	2010	2010		Moezel + Rijn 2009 + 2010							
(Groep) verontreinigende stoffen	Indicator-PCB's (congeneren)	28	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
		101	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
		138	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
	180	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Non-ortho (=planare) dioxineachtige PCB's (dl-PCB-congeneren)	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 (=niet-planare) dioxineachtige PCB's (dl-PCB-congeneren)	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
		189		x	x		x	x	x	x		x		x
	PCB-somparameter	dl-PCB's TEQ		x	x	x	x	x	x	x	x			x
		ndl-PCB's			x	x	x	x	x	x				x
	Dioxinen & furanen	Dioxinen		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Furanen		x	x	x	x	x	x	x		x		x
	Somparameter	PCDD/F			x	x	x	x	x	x	x		x	x
		PCDD/F + dl-PCB's TEQ		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Andere persistente organische contaminanten	alkylfenolen				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's					x									
PBDE						x	x							
PCA		x				x	x							
PFOA						x	x		x		x		x	
PFOS						x	x		x	x	x		x	
PFT's					x	x	x	x	x		x		(x)	
QCB		x				x	x						x	
TBT	x				x	x			x					
andere organische tinverbindingen	x				x	x								
triclosan					x	x								
Anorganische contaminanten (zware metalen)	Hg	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	

Aanvullende opmerkingen:

In het kader van het **ICBR-meetprogramma 2000** werden ook nog octachloorstyreen, tri- en tetrachloorbenzenen, nitromuskusverbindingen, bromocycloen, trifenylytin en de som van de zes DDD-/DDT-isomeren en metabolieten (pesticiden) gemeten.

In **Baden-Württemberg** is er tevens onderzoek gedaan naar nitromuskusverbindingen en pyrethroiden.

In **Rijnland-Palts** is er ook onderzoek verricht in 2001, 2003, 2006 en 2007.

In **Noordrijn-Westfalen** zijn ook de stoffen musk-keton, musk-xyleen, mono-, tetra-, di-, difenyl- en trifenylytin

en DDE, DDD en DDT onderzocht. De jaren waarin er is gemeten, staan in bijlage 5.

In **Beieren** zijn ook de volgende metalen geanalyseerd: B, Al, Cr, Ni, Co, Cu, Zn, As, Se, Sb, Ag; en 1, 2, 4-trichloorbenzeen.

In **Nederland** zijn er voor de meeste stoffen ook gegevens uit de periode 2006-2008.

Voor de afzonderlijke PCB-congeneren zijn er lange gegevensreeksen beschikbaar (sinds 1991). HCB en kwik worden sinds 1977 gemeten.

Bijlage 3: Op verontreinigende stoffen onderzochte vissoorten in het stroomgebied van de Rijn															
* De afkortingen van de instituten zijn uitgelegd in bijlage 1.															
Geel gemarkeerd: populaire consumptievissen in het Rijnstroomgebied															
Oranje gemarkeerd: vissoort die in veel staten wordt bemonsterd															
Staat	Deelstaat	Instituut*	Rijnsoever- staten	Zwitser- land	Frankrijk	Duitsland						Moezel- Saargebied	Luxemburg	Neder- land	
						Bond	BW	BY	RP	HE	NW				SL
			ICBR	BAFU	ONEMA	UBA	CVUA RP	LfU, LGL	MUFV	LHL	LANUV	LUA	IKSMS	Min. Santé	RWS
Onderzoeksjaren			2000	2007, 2008	2008, 2009	2000 - 2009	2005, 2006	2005, 2006	2009, 2010	2009	2000 - 2008	2009, 2010	2004	2000, 2003	2009
Mengmonster (M), individueel monster (I)			I, M	I, M	M	M	M	I**	I, M	I, M	I, M	M	M	M	M
Lengte, aal (cm)			30 - 70	55			40 - 60		58 - 62	58 - 66			50 - 82	55 - 60	30 - 40
Lengte, andere vissen (cm)			15 - 24	17 - 230			15 - 25		20 - 55	9 - 120		34 - 52	11 - 37	7 - 26***	40 - 50
(Minimum)gewicht per vis (g)				48 - > 8000				> 250	> 90						
Aantal vissen per meetlocatie						20	5 (alen: 15)	3 - 6	20 - 25	1 - 50	> 10	1 - 11	10 - 25 (alen: 3 - 5)	3	25
Vissoort		Gebruikte delen	filet	filet, lever	spierweefsel (filet)	spierweefsel, lever	filet	spierweefsel, lever, milt, nier	?	filet****	filet, lever, nier	spierweefsel	filet	filet	filet
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Categorie**	Vetgehalte (%)												
<i>Abramis brama</i>	brasem	halfvet	5,5		x	x	x	x	x	x		x	x		
<i>Alburnus alburnus</i>	alver	mager				x									
<i>Anguilla anguilla</i>	aal	vet	26,0	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x
<i>Aspius aspius</i>	roofblei	mager										x			
<i>Barbus barbus</i>	barbeel	mager			x	x			x	x					
<i>Blicca bjoerkna</i>	kolblei	mager				x		x				x			
<i>Carassius carassius</i>	kroeskarper	mager				x									
<i>Carassius gibelio</i>	giebel	mager										x			
<i>Chondrostoma nasus</i>	sneep	mager				x									
<i>Coregonus ssp.</i>	marene	halfvet			x										
<i>Cyprinus carpio</i>	karper	halfvet	7,0		x	x		x	x			x	x		
<i>Esox lucius</i>	snoek	mager	0,9		x	x		x	x	x		x			
<i>Gobio gobio</i>	riviergrondel	mager				x								x	
<i>Leuciscus cephalus</i>	kopvoorn	mager			x	x		x	x	x		x	x	x	x
<i>Leuciscus idus</i>	winde	mager							x		x				
<i>Leuciscus leuciscus</i>	serpeling	mager			x	x									
<i>Leuciscus souffia</i>	sufia-voorn	mager				x									
<i>Lota lota</i>	kwabaal	vet	16,0		x										
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	regenboogforel	halfvet	2,0		x	x									
<i>Perca fluviatilis</i>	rivierbaars	mager	0,8		x	x		x	x	x	x				
<i>Phoxinus phoxinus</i>	elrits	mager				x									
<i>Platichthys flesus</i>	bot	mager	0,7			x									
<i>Rutilus rutilus</i>	blankvoorn	mager		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Salmo trutta fario</i>	beekforel	halfvet	2,0		x	x			x					x	
<i>Sander lucioperca</i>	snoekbaars	mager	1,0		x	x		x	x			x			x
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	ruisvoorn	mager				x						x			
<i>Silurus glanis</i>	meerval	vet	17,0			x			x	x	x				
<i>Thymallus thymallus</i>	vlagzalm	vet			x	x									
<i>Tinca tinca</i>	zeelt	mager	0,8			x					x				

** DE-BY: Mengmonsters alleen bij een natgewicht van < ca. 200 g. Andere vissoorten: verschillende Cypriniden.

*** LU: Lengte afhankelijk van de vissoort: beekforel 6,9 - 12,5 cm, rivierdonderpad 9 - 18 cm (alleen in 2000), blankvoorn 17 - 26 cm, rivierbaars 19 - 23 cm, kopvoorn 22 - 24 cm, aal 55 - 60 cm (alleen in 2000)

**** DE-HE: Bij zeer kleine vissen werden kop, vinnen en/of huid mee gehomogeniseerd.

***** Categorieën op basis van het gemiddelde vetgehalte: magere vis: ≤ 1% vet, halfvette vis: 1 tot 10% vet, vette vis: > 10% vet.

Zeker bij vette vis hangt het vetgehalte in grote mate af van het levensstadium (de leeftijd).

Percentages, voor zover bekend.

Bijlage 4: Normen, verordeningen en aanbevelingen													
op basis waarvan de onderzoeken naar de verontreiniging van de visfauna in het stroomgebied van de Rijn zijn uitgevoerd													
<i>* De afkortingen van de instituten zijn uitgelegd in bijlage 1.</i>													
Staat	Deelstaat	Zwitserland	Frankrijk	Duitsland							Moezel-Saargebied	Luxemburg	Nederland
				Duitse Bond	BW	BY	RP	HE	NW	SL			
Instituut*	Toepassingsgebied	BAFU	ONEMA	UBA	CVUA RP	LfU / LGL	MUFV	LHL	LANUV	LUA	IKSMS	Min. Santé	RWS
Ecotoxicologische grenswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO)	wereld	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verordening (EG) Nr. 1881/2006 van de Commissie van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen (Publicatieblad van de Europese Unie van 20 december 2006, L364/5)	EG	(x)	x		x	x	x	x	x			x	x
Verordening (EG) Nr. 1883/2006 van de Commissie van 19 december 2006 tot vaststelling van bemonsterings- en analysemethoden voor de officiële controle op het gehalte aan dioxinen en dioxineachtige pcb's in bepaalde levensmiddelen (Publicatieblad van de Europese Unie van 20 december 2006, L364/32)	EG		x					x					
Aanbeveling van de Commissie van 6 februari 2006 inzake de reductie van de aanwezigheid van dioxinen, furanen en pcb's in diervoeders en levensmiddelen (2006/88/EG) (Publicatieblad van de Europese Unie van 14 februari 2006, L42/26)	EG				x	x							
Verordening (EG) Nr. 629/2008 van de Commissie van 2 juli 2008 tot wijziging van Verordening (EG) Nr. 1881/2006 tot vaststelling van maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen (Publicatieblad van de Europese Unie van 3 juli 2008, L173/6)	EG		x		x				x				
Richtlijn 2008/105/EG van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 2008 inzake milieukwaliteitsnormen op het gebied van het waterbeleid ("dochterrichtlijn Prioritaire stoffen" / "biotanorm")	EG		x			x		x	x		x		x
Voorstel van het DG SANCO voor een regeling van de maximumgehalten aan niet-dioxineachtige PCB's in levensmiddelen	EG												
Verordening (EG) Nr. 396/2005 van het Europees Parlement en de Raad van 23 februari 2005 tot vaststelling van maximumgehalten aan bestrijdingsmiddelenresiduen in of op levensmiddelen en diervoeders van plantaardige en dierlijke oorsprong en houdende wijziging van Richtlijn	EG							x	x				
Ecotoxicologische normen van de US-EPA (United States Environmental Pollution Agency)**	VS											x	
Verordening tot vaststelling van maximumgehalten aan residuen (VMR) van 21 oktober 1999 (Duits staatsblad I S. 2082, 2002 I S. 1004), stand: laatste verordening tot wijziging van de voornoemde tekst van 2 oktober 2009 (Duits staatsblad I S.3230)	DE				x	x		x	x				
Verordening tot beperking van contaminanten in levensmiddelen van 19 maart 2010 (Duits staatsblad I S.286). Vervangt de verordening tot vaststelling van maximumgehalten aan contaminanten van 18 juli 2007	DE				x	x	x	x	x				
BfR-beoordeling 041/2006 in verband met EU-maximumgehalten aan niet-dioxineachtige PCB's in vis	DE					x	x			x			
Verordening inzake lichaamsvreemde stoffen en inhoudsstoffen in levensmiddelen voor Zwitserland van 1 januari 2009, komt overeen met verordening (EG) Nr. 466/2001	CH	x											
Warenwet, Regeling normen zware metalen, februari 1992, nr DGVgz/VV/L92417, Stcrt 43; Regeling normen PCB's, nr. 141639, Ministerie VROM, 1984 ("voedselveiligheidsnorm")	NL												x
Dutch Maximum Residue Limits, http://www2.rikilt.dlo.nl/vws/index.html	NL												x

**Opmerking: In 2000, toen een van de in het rapport geciteerde onderzoeken in Luxemburg werd verricht, bestonden er nog geen WHO- of EU-normen.

Bijlage 5: Verontreiniging van vissen in de Rijn en zijn zijrivieren met dioxinen, furanen en dioxineachtige PCB's: resultaten										
Stand: 26.10.2011										
WHO-TEQ-waarden zonder correctie van de meetonzekerheid; zie hoofdstuk 2.2 in het rapport										
De hier weergegeven waarden kunnen sterk afwijken van de waarden op basis waarvan er is besloten tot het uitvaardigen van een consumptieverbod.										
Rijntraject	Ligging van de meetlocatie	Rijncm	Staat	Deelstaat, kanton, departement	Instituut	Jaar	Vissoort	WHO-PCDD/F + dl-PCB's TEQ (ng / kg = pg / g NG)		
Waarde								min.	max.	
VOOR-RIJN en ACHTER-RIJN	Voor-Rijn bij Valendas	VR	CH	GR	BAFU	2004	beekforel		0,40	
	Achter-Rijn bij Rothenbrunnen	HR	CH	GR	BAFU	2004	beekforel		1,00	
ALPENRIJN (km 0-93) Reichenau – Bodenmeer	Haldenstein	AR	CH	GR	BAFU	2004	beekforel		1,10	
BODENMEER	Obersee	BS	CH		BAFU	?	o.a. baars		0,00	
	Untersee	BS	CH	TG?	BAFU	?	baars, aal, snoek		0,00	
	Untersee	BS	DE	BW	CVUA-FR	2008	aal	3,50	7,10	
	???	BS	CH	TG?	BAFU	2009	kwabaal		0,26	
	???	BS	CH	TG?	BAFU	2009	kwabaal (lever)		23,50	
HOOGRIJN (km 24-170)	Stein am Rhein	24	CH	BL?	BAFU	2008	vlagzalm		6,50	
	Rheinfallbecken bij Neuhausen	48	CH	SH	BAFU	2008	vlagzalm		5,90	
	bovenstrooms van de waterkrachtcentrale in	78	DE	BW	CVUA-FR	2008	aal	6,90	17,60	
Bodenmeer - Bazel	Augst, vispassage	155	CH	BL	BAFU	2009	barbeel	10,50	14,90	
	Augst, vispassage	155	CH	BL	BAFU	2009	blankvoorn	7,83	8,08	
	Grenzach	160	DE	BW	CVUA-FR	2006	aal	19,90	25,20	
	Grenzach	160	DE	BW	CVUA-FR	2006	blankvoorn		2,30	
	Birsfelden, stuw / vispassage	162	CH	BL	BAFU	2009	aal	6,60	52,80	
	Birsfelden, stuw / vispassage	162	CH	BL	BAFU	2009	barbeel	15,00	32,30	
	Birsfelden, stuw / vispassage	162	CH	BL	BAFU	2009	blankvoorn	6,16	14,10	
BOVENRIJN (km 170-529)	Kembs	174	CH	BS	BAFU	2009	aal	2,85	26,00	
	Weil	174	DE	Duitse Bond	UBA	2008	brasem		7,00	
	Village-Neuf	174	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	aal	18,21	34,12	
	Village-Neuf	174	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	barbeel	3,63	9,60	
	Village-Neuf	174	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	kopvoorn	0,67	1,69	
	Village-Neuf	174	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	sneep		3,02	
	Märkt	175	DE	BW	CVUA-FR	2006	aal	17,60	27,90	
	Bazel – Bingen	Chalampé	200	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	aal	9,48	16,11
		Chalampé	200	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	kopvoorn	1,81	4,35
		Biesheim	227	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	aal	18,84	28,73
		Biesheim	227	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	kopvoorn	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	sneep	2,81	3,30
		Erstein	275	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	snoekbaars	0,82	2,39
		Auenheim	299	DE	BW	CVUA-FR	2008	aal	29,10	68,70
		Iffezheim	334	DE	Duitse Bond	UBA	2008	brasem		15,50
		Lauterbourg-Karlsruhe	350	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	aal	16,55	29,76
		Lauterbourg-Karlsruhe	350	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	barbeel		2,20
		Karlsruhe-Knielingen	364	DE	BW	CVUA-FR	2008	aal	12,00	28,20
	Wörth	366	DE	RP	MUFV	2005-2007	blankvoorn		9,61	
	Wörth	366	DE	RP	MUFV	2005-2007	brasem		6,95	
	Eggenstein / Leopoldshafen	370	DE	BW	CVUA-FR	2003	brasem		19,50	
	Eggenstein / Leopoldshafen	370	DE	BW	CVUA-FR	2003	snoek		0,38	
	Eggenstein / Leopoldshafen	370	DE	BW	CVUA-FR	2003	snoekbaars		0,36	
	Altrhein Lingenfeld	Oude loop van de Rijn	DE	RP	MUFV	2005-2007	blankvoorn		9,81	
	Altrhein Lingenfeld	Oude loop van de Rijn	DE	RP	MUFV	2005-2007	brasem		1,99	
	Berghausen	395	DE	RP	MUFV	2005-2007	brasem		9,15	
	Berghausen	394	DE	RP	MUFV	2005-2007	diverse		6,14	
	Speyer	410	DE	RP	LUWG	2010	aal	9,89	23,24	
	Speyer	410	DE	RP	LUWG	2010	rivierbaars		1,19	
	Speyer	410	DE	RP	LUWG	2010	roofblei		7,79	
	Speyer	410	DE	RP	LUWG	2010	blankvoorn		0,78	
	Otterstädter Altrhein	Oude loop van de Rijn	DE	RP	LUWG	2010	aal	3,73	20,66	
	Otterstädter Altrhein	Oude loop van de Rijn	DE	RP	LUWG	2010	rivierbaars		0,72	
	Otterstädter Altrhein	Oude loop van de Rijn	DE	RP	LUWG	2010	brasem		1,12	
	Otterstädter Altrhein	Oude loop van de Rijn	DE	RP	LUWG	2010	snoek	0,72	1,77	
	Otterstädter Altrhein	Oude loop van de Rijn	DE	RP	LUWG	2010	blankvoorn	0,90	3,36	
	Otterstädter Altrhein	Oude loop van de Rijn	DE	RP	LUWG	2010	snoekbaars	0,47	2,16	
	Lampertheimer Altrhein	Oude loop van de Rijn	DE	HE	LHL	2009	aal		16,60	
	Lampertheimer Altrhein	Oude loop van de Rijn	DE	HE	LHL	2009	meerval		9,20	
	Worms	450	DE	RP	LUWG	2010	aal	8,36	25,17	
	Worms	450	DE	RP	LUWG	2010	rivierbaars		1,37	
	Worms	450	DE	RP	LUWG	2010	kopvoorn		6,28	
	Worms	450	DE	RP	LUWG	2010	roofblei		4,46	
	Worms	450	DE	RP	LUWG	2010	blankvoorn		2,69	
	Worms	450	DE	RP	LUWG	2010	meerval		1,13	
	Ginsheimer Altrhein	Oude loop van de Rijn	DE	HE	LHL	2009	aal		25,30	
	Ginsheimer Altrhein	Oude loop van de Rijn	DE	HE	LHL	2009	meerval		2,00	
	Mainz-Bodenheim	490	DE	RP	MUFV	2005-2007	blankvoorn		10,20	
	Mainz-Bodenheim	512	DE	RP	MUFV	2005-2007	blankvoorn, snoek		12,30	
	Ingelheim	520	DE	RP	LUWG	2010	aal	21,99	35,63	
	Ingelheim	520	DE	RP	LUWG	2010	barbeel		22,00	
	Ingelheim	520	DE	RP	LUWG	2010	rivierbaars	1,27	1,45	
	Ingelheim	520	DE	RP	LUWG	2010	brasem		30,41	
	Ingelheim	520	DE	RP	LUWG	2010	brasem		1,75	
	Ingelheim	520	DE	RP	LUWG	2010	blankvoorn	5,91	6,92	
	Rüdesheimer Hafen	528	DE	HE	LHL	2009	aal		35,10	

Rijntraject	Ligging van de meetlocatie	Rijnkm	Staat	Deelstaat, kanton, departement	Instituut	Jaar	Vissoort	WHO-PCDD/F + dl-PCB's TEQ (ng / kg = pg / g NG)	
								min.	max.
Waarde									
MIDDENRIJN (km 529-639)	Bingen	530	DE	RP	MUFV	2005-2007	blankvoorn		17,00
	St. Goar	556	DE	RP	MUFV	2005-2007	brasem		20,40
	St. Goar	556	DE	RP	MUFV	2005-2007	barbeel		45,00
	Bingen	570	DE	RP	LUWG	2010	aal	10,66	35,02
	- Bad-Honnef	570	DE	RP	LUWG	2010	barbeel	17,06	24,18
	Boppard	570	DE	RP	LUWG	2010	rivierbaars		1,51
	Boppard	570	DE	RP	LUWG	2010	brasem		37,61
	Boppard	570	DE	RP	LUWG	2010	roofblei	31,91	73,32
	Boppard	570	DE	RP	LUWG	2010	blankvoorn	7,89	8,48
	Boppard	570	DE	RP	LUWG	2010	snoekbaars		4,50
	Koblenz, bovenstrooms van de monding van	590	DE	RP	MUFV	2005-2007	blankvoorn		11,30
	Koblenz, monding van de Moezel	589	DE	RP	MUFV	2005-2007	blankvoorn, kopvoorn		11,20
	Koblenz	590	DE	Duitse Bond	UBA	2008	brasem		14,00
	Neuwied	608	DE	RP	MUFV	2005-2007	diverse		28,60
Neuwied	608	DE	RP	MUFV	2005-2007	brasem		27,50	
Andernach	610	DE	RP	LUWG	2010	aal	15,21	29,57	
Andernach	610	DE	RP	LUWG	2010	barbeel		11,48	
Andernach	610	DE	RP	LUWG	2010	rivierbaars		1,84	
Andernach	610	DE	RP	LUWG	2010	brasem		11,39	
Andernach	610	DE	RP	LUWG	2010	blankvoorn		2,14	
Linz	630	DE	RP	MUFV	2005-2007	sneep		7,50	
NEDERRIJN (km 639-865,5)	Bad Honnef	640	DE	NW	LANUV	2008	sneep		5,4
	Bad Honnef	640	DE	NW	LANUV	2009	kopvoorn		1,5
	Bad Honnef	640	DE	NW	LANUV	2009	brasem		6,9
	Bad-Honnef – Kleef Bimmen	640	DE	NW	LANUV	2009	barbeel		52,5
	Bad Honnef	640	DE	NW	LANUV	2010	barbeel		11,80
	Bad Honnef	640	DE	NW	LANUV	2010	brasem		15,30
	Düsseldorf-Flehe	732,3	DE	NW	LANUV	2008	aal		35,6
	Düsseldorf-Flehe	732,3	DE	NW	LANUV	2009	barbeel		40,4
	Düsseldorf-Flehe	732,3	DE	NW	LANUV	2009	kopvoorn		25,4
	Düsseldorf-Flehe	732,3	DE	NW	LANUV	2009	brasem		28,20
	Rijn benedenstrooms van de monding van de Ruhr	781,7	DE	NW	LANUV	2009	brasem		31,0
	Rijn benedenstrooms van de monding van de Ruhr	781,7	DE	NW	LANUV	2009	winde		22,6
	Emmerik	848	DE	NW	LANUV	2009	aal		28,8
	Emmerik	848	DE	NW	LANUV	2009	winde		8,3
Emmerik	848	DE	NW	LANUV	2010	roofblei		2,43	
Emmerik	848	DE	NW	LANUV	2010	brasem		4,22	
Emmerik	848	DE	NW	LANUV	2010	barbeel		23,00	
Kalkar (bemonstering door het Heinrich-von-Thünen-Instituut)	842	DE	NW	LANUV	2010	aal	16,20	63,60	
Bimmen	865	DE	Duitse Bond	UBA	2008	brasem		24,00	
Rijn bij Lobith	867	NL		RWS	2009	aal		15,00	
RIJNDELTA (km 865,5-1032)	Waal bij Tiel	916	NL		RWS	2009	aal		16,00
	Nieuwe Merwede	975	NL		RWS	2006	aal		44,00
	IJssel bij Deventer	n.v.t.	NL		RWS	2009	aal		13,00
	Lobith - kust	n.v.t.	NL		RWS	2009	aal		25,00
inclusief IJssel en IJsselmeer	IJsselmeer bij Medemblik	n.v.t.	NL		RWS	2009	aal		4,00
Zijrivieren	Ligging van de meetlocatie	Rijnkm	Staat	Deelstaat, kanton, departement	Instituut	Jaar	Vissoort	WHO-PCDD/F + dl-PCB's TEQ (ng / kg = pg / g NG)	
Waarde								min.	max.
Zijrivieren van de Hoogrijn	Birs bij Äsch	n.v.t.	CH	AG	BAFU	2009	beekforel		7,08
	Birs bij Laufen, bovenstrooms van de waterva	n.v.t.	CH	BL	BAFU	2009	vlagzalm		11,40
	Birs bij Zwingen / Laufen	n.v.t.	CH	BL	BAFU	2009	beekforel		3,08
	Wiese bovenstrooms van Schließe	n.v.t.	CH	BS	BAFU	2009	aal		21,30
	Wiese bovenstrooms van Schließe	n.v.t.	CH	BS	BAFU	2009	barbeel	7,93	9,83
ILL & zijrivieren	Ill bij Ruelisheim	n.v.t.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	barbeel	4,54	18,52
	Ill bij Ruelisheim	n.v.t.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	kopvoorn	1,42	4,30
	Ill bij Colmar	n.v.t.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	aal	35,80	54,96
	Ill bij Colmar	n.v.t.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	kopvoorn	1,60	3,46
	Ill bij Offendorf	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	aal	26,02	54,78
	Ill bij Offendorf	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	kopvoorn	2,23	4,66
	Ill bij Offendorf	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	blankvoorn		1,70
	Ill bij Straatsburg	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	aal	29,66	53,01
	Ill bij Straatsburg	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	kopvoorn	1,58	11,12
	Ill bij Ostwald	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	aal	16,00	63,16
	Ill bij Ostwald	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	kopvoorn	2,26	12,30
	Ill bij Ostwald	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	blankvoorn		2,56
	Andlau bij Andlau	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	beekforel	0,62	0,95
	Andlau bij Fegersheim	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2008	aal		24,01
	Andlau bij Fegersheim	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2008	barbeel	10,79	20,34
	Andlau bij Fegersheim	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2008	kopvoorn	4,56	7,15
	Andlau bij Fegersheim	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2008	blankvoorn	1,26	4,51
	Andlau bij Fegersheim	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2008	snoek		2,96
	Andlau bij Fegersheim	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2008	beekforel		0,64
	Bruche bij Bourg-Bruche	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	beekforel	0,64	0,85
	Bruche bij Holtzheim	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	aal	13,52	22,97
	Bruche bij Holtzheim	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	kopvoorn	3,98	6,01
	Bruche bij Holtzheim	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	rivierbaars	0,49	0,60
	Bruche bij Holtzheim	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	blankvoorn		1,81
	Bruche bij Holtzheim	n.v.t.	FR	Bas-Rhin	ONEMA	2009	sneep		4,18
	Fecht bij Guemar	n.v.t.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	sneep		1,24
	Fecht bij Guemar	n.v.t.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	kopvoorn	1,58	24,00
	Fecht bij Guemar	n.v.t.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	riviergrondel	1,51	2,52
	Fecht bij Guemar	n.v.t.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	barbeel	3,27	7,35
	Fecht bij Metzeral	n.v.t.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	beekforel	1,15	1,71
	Muhlbach-de-Turckheim bij Wintzenheim	n.v.t.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2008	kopvoorn	1,86	3,15
	Muhlbach-de-Turckheim bij Wintzenheim	n.v.t.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2008	riviergrondel	3,15	3,17
	Muhlbach-de-Turckheim bij Wintzenheim	n.v.t.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2008	blankvoorn		4,01
	Thur bij Staffelden	n.v.t.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2008	snoek		12,10
Thur bij Staffelden	n.v.t.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2008	kopvoorn	4,07	6,60	
Thur bij Staffelden	n.v.t.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2008	riviergrondel		4,26	
Thur bij Staffelden	n.v.t.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2008	beekforel	6,56	19,59	
Thur bij Tann	n.v.t.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	vlagzalm	1,35	1,38	
Thur bij Tann	n.v.t.	FR	Haut-Rhin	ONEMA	2009	beekforel	1,11	4,14	

Zijrivieren	Ligging van de meetlocatie	Rijknm	Staat	Deelstaat, kanton, departement	Instituut			WHO-PCDD/F + dl-PCB's TEQ (ng / kg = pg / g NG)		
Waarde								min.	max.	
MAIN & zijrivieren	Main tussen Michelau en Veitshöchheim	n.v.t.	DE	BY	LGL	2009	aal	16,20	60,70	
	Main bij Erlabrunn	n.v.t.	DE	BY	LFU	2002/03	aal	34,80	61,10	
	Main bij Hallstadt	n.v.t.	DE	BY	LFU	2002	aal		31,20	
	Main bij Kahl	n.v.t.	DE	BY	LFU	2002/03	aal	26,30	43,20	
	Main bij Kleinheubach	n.v.t.	DE	BY	LFU	2002/03	aal	24,80	51,30	
	Main bij Rothenfels	n.v.t.	DE	BY	LFU	2002/03	aal	46,30	48,30	
	Main bij Schweinfurt	n.v.t.	DE	BY	LFU	2002/03	blankvoorn, brasem	1,15	1,52	
	Regnitz bij Hausen	n.v.t.	DE	BY	LFU	2002/03	aal	35,80	77,70	
	Regnitz bij Hausen	n.v.t.	DE	BY	LFU	2002/03	blankvoorn		1,12	
	Regnitz bij Hüttendorf, meetpunt	n.v.t.	DE	BY	LFU	2002	kolblei		8,27	
	Pegnitz, brug Ottensoos	n.v.t.	DE	BY	LFU	2003	sneep		0,54	
	Fränkische Saale bij Gemünden	n.v.t.	DE	BY	LFU	2002/03	aal		36,00	
	Fränkische Saale bij Gemünden	n.v.t.	DE	BY	LFU	2002/03	beekforel		1,60	
	Brombach, Mandelsmühle	n.v.t.	DE	BY	LFU	2002/03	aal		4,57	
	Brombach, Mandelsmühle	n.v.t.	DE	BY	LFU	2002/03	kopvoorn	0,13	0,18	
	NAHE	Nahe bij Kim	n.v.t.	DE	RP	MUFV		kopvoorn		2,00
		Nahe bij Bad Sobernheim	n.v.t.	DE	RP	MUFV		brasem		16,60
Nahe bij Bad Sobernheim		n.v.t.	DE	RP	MUFV		blankvoorn		1,00	
Nahe bij Staudernheim		n.v.t.	DE	RP	MUFV		brasem		11,20	
Nahe bij Staudernheim		n.v.t.	DE	RP	MUFV		barbeel		12,00	
Nahe bij Langenlonsheim		n.v.t.	DE	RP	MUFV		barbeel		20,60	
LAHN	Lahnstein stuw	n.v.t.	DE	RP	MUFV		blankvoorn		4,45	
	Lahn bij Bad Ems	n.v.t.	DE	RP	MUFV		kopvoorn		5,72	
	Lahn Nassau	n.v.t.	DE	RP	MUFV		kopvoorn		6,37	
	Lahn Nassau	n.v.t.	DE	RP	MUFV		blankvoorn		2,09	
	Lahn Diez	n.v.t.	DE	RP	MUFV		kopvoorn		4,33	
MOEZEL-SAAR & zijrivieren	Moezel bij Metz	n.v.t.	FR	Moezel	ONEMA	2009	aal	9,99	45,40	
	Moezel bij Metz	n.v.t.	FR	Moezel	ONEMA	2009	kopvoorn	1,96	3,52	
	Moezel bij Metz	n.v.t.	FR	Moezel	ONEMA	2009	blankvoorn		1,36	
	Moezel bij Metz	n.v.t.	FR	Moezel	ONEMA	2009	rivierbaars		1,53	
	Moezel bij Sierck	n.v.t.	FR	Moezel	ONEMA	2008	aal	26,72	32,37	
	Moezel bij Sierck	n.v.t.	FR	Moezel	ONEMA	2008	kopvoorn	3,25	24,21	
	Moezel bij Sierck	n.v.t.	FR	Moezel	ONEMA	2008	zonnebaars		2,82	
	Moezel bij Sierck	n.v.t.	FR	Moezel	ONEMA	2008	meerval	6,47	11,35	
	Moezel bij Perl	n.v.t.	DE	SL	LUA	2010	kopvoorn		4,20	
	Moezel bij Palzem	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	aal	12,87	19,06	
	Moezel bij Palzem	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	rivierbaars		2,02	
	Moezel bij Palzem	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	blankvoorn		2,46	
	Moezel bij Palzem	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	meerval		0,45	
	Moezel bij Palzem	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	kopvoorn		1,02	
	Moezel bij Palzem	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	kolblei		4,05	
	Moezel bij Palzem	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	blankvoorn		1,93	
	Moezel bij Palzem	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	snoekbaars		0,83	
	Moezel bij Detzem	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	aal	7,50	34,07	
	Moezel bij Detzem	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	rivierbaars		1,07	
	Moezel bij Detzem	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	blankvoorn		1,95	
	Moezel bij Detzem	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	meerval		0,38	
	Moezel bij Detzem	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	kopvoorn		0,78	
	Moezel bij Detzem	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	kolblei		1,62	
	Moezel bij Detzem	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	roofblei		1,20	
	Moezel bij Detzem	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	blankvoorn		1,42	
	Moezel bij Detzem	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	snoekbaars		0,72	
	Moezel bij Enkirch	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	aal	9,79	37,22	
	Moezel bij Enkirch	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	rivierbaars		1,48	
	Moezel bij Enkirch	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	blankvoorn		1,96	
	Moezel bij Enkirch	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	meerval	0,28	0,51	
	Moezel bij Enkirch	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	brasem		4,72	
	Moezel bij Enkirch	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	kopvoorn		2,41	
	Moezel bij Enkirch	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	roofblei		6,13	
	Moezel bij Enkirch	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	blankvoorn		1,52	
	Moezel bij Enkirch	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	snoekbaars		0,72	
	Moezel bij Koblenz	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	aal	20,61	31,74	
	Moezel bij Koblenz	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	blankvoorn		1,26	
	Moezel bij Koblenz	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	meerval	0,33	0,53	
	Moezel bij Koblenz	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	rivierbaars		0,83	
	Moezel bij Koblenz	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	kolblei		7,64	
	Moezel bij Koblenz	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	roofblei	0,91	4,74	
Moezel bij Koblenz	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	blankvoorn	1,70	2,18		
Moezel bij Koblenz	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	snoekbaars		0,34		
Moezel bij Koblenz	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	kopvoorn		3,92		

Zijrivieren	Ligging van de meetlocatie	Rijnkm	Staat	Deelstaat, kanton, departement	Instituut			WHO-PCDD/F + dl-PCB's TEQ (ng / kg = pg / g NG)	
								min.	max.
MOEZEL-SAAR & zijrivieren	Saar bij Gùdingen	n.v.t.	DE	SL	LUA	2009	kopvoorn		9,40
(Voortzetting)	Saar bij Gùdingen & Auersmacher	n.v.t.	DE	Bond	UBA	2000-2008	brasem	8,50	33,00
	Saar bij Saarbrücken, Klarenthal	n.v.t.	DE	SL	LUA	2010	kopvoorn		4,40
	Saar bij Saarlouis, Lisdorf sluis	n.v.t.	DE	SL	LUA	2010	brasem		29,60
	Saar bij Fremersdorf	n.v.t.	DE	SL	LUA	2009	kopvoorn		7,20
	Saar bij Rehlingen	n.v.t.	DE	Bond	UBA	2000-2008	brasem	18,00	36,00
	Saar bij Mettlach & Merzig, stuw	n.v.t.	DE	SL	LUA	2010	kopvoorn		12,30
	Saar bij Serrig	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	brasem		4,62
	Saar bij Serrig	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	blankvoorn		2,08
	Saar bij Serrig	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	snoekbaars	0,48	0,50
	Saar bij Serrig	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	roofblei		2,45
	Saar bij Schoden	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	aal	28,14	51,25
	Saar bij Schoden	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	blankvoorn		1,11
	Saar bij Schoden	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	rivierbaars		1,21
	Saar bij Schoden	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2009	meerval	0,56	1,23
	Saar bij Schoden	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	brasem		3,34
	Saar bij Schoden	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	roofblei		8,69
	Saar bij Schoden	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	blankvoorn		1,32
	Saar bij Schoden	n.v.t.	DE	RP	LUWG	2010	kopvoorn	1,56	2,05
	Blies bij Reinheim	n.v.t.	DE	SL	LUA	2009	kopvoorn		6,50
	Prims bij Dillingen, monding	n.v.t.	DE	SL	LUA	2009	kopvoorn		8,20
	Nied bij Niedaltorf	n.v.t.	DE	SL	LUA	2009	kopvoorn		1,00
	Sauer (verst bovenstrooms gelegen deel van Sauer (bovenloop))	n.v.t.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	beekforel		
	Sauer (stuwmeer aan de bovenloop van de Sauer (middenloop))	n.v.t.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	beekforel		
	Sauer (grens tussen LU en DE)	n.v.t.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	blankvoorn		
	Sauer (grens tussen LU en DE)	n.v.t.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	riviergrondel		
	Our (bovenloop)	n.v.t.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	aal		
	Our (benedenloop)	n.v.t.	LU		IKSMS	2004	beekforel		
	Alzette (bovenloop)	n.v.t.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	beekforel		
	Alzette (benedenloop)	n.v.t.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	blankvoorn		
	Wiltz (bovenloop)	n.v.t.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	blankvoorn		
	Wiltz (benedenloop)	n.v.t.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	beekforel		
	Attert	n.v.t.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	beekforel		
	Bist bij Creutzwald	n.v.t.	FR	Moezel	ONEMA	2009	beekforel		
	Bist bij Creutzwald	n.v.t.	FR	Moezel	ONEMA	2009	kopvoorn	0,33	3,29
	Bist bij Creutzwald	n.v.t.	FR	Moezel	ONEMA	2009	blankvoorn	0,81	3,57
	Bist bij Creutzwald	n.v.t.	FR	Moezel	ONEMA	2009	rivierbaars		3,81
	Cierve	n.v.t.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	beekforel		
	Eisch	n.v.t.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	beekforel		
	Horn bij Liederschiedt	n.v.t.	FR	Moezel	ONEMA	2009	aal	7,17	25,87
	Horn bij Liederschiedt	n.v.t.	FR	Moezel	ONEMA	2009	barbeel	4,59	7,18
	Horn bij Liederschiedt	n.v.t.	FR	Moezel	ONEMA	2009	kopvoorn	0,98	5,67
	Mamer	n.v.t.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	beekforel		
	Syr	n.v.t.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	beekforel		
	Wark	n.v.t.	LU		Adm.Gest.Eau	2002	beekforel		
AHR	Ahr bij Dümpelfeld	n.v.t.	DE	RP	MUFV	2005-2007	beekforel		1,98
	Ahr bij Sinzig	n.v.t.	DE	RP	MUFV	2005-2007	kopvoorn		4,43
	Ahr bij Sinzig	n.v.t.	DE	RP	MUFV	2005-2007	kopvoorn		15,50
SIEG	monding van de Sieg	659	DE	NW	LANUV	2010	sneep		2,49
WUPPER	monding van de Wupper	703,6	DE	NW	LANUV	2008	barbeel		46,5
ERFT	monding van de Erft	736	DE	NW	LANUV	2010	kopvoorn (3 x)		1,50
LIPPE	monding van de Lippe	815	DE	NW	LANUV	2010	kopvoorn		5,04