

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 - Postbus 68 - 1970 AB IJmuiden - Tel.: +31 2550 64646

Afdeling: Milieu-Onderzoek

Rapport: MO 91-04

**Naar een kwaliteitsmonitoring-
programma voor sportvis:
Aal in de Grote Rivieren 1986-1990**

Auteur(s): Dr. P. Hagel

Project: 90.002
Projectleider: Dr. P. Hagel
Datum van verschijnen: juni 1991

Inhoud:

	Samenvatting	2
1	Inleiding.....	2
2	Regio-ingang	3
3	Soorten-ingang	3
4	Stoffen-ingang.....	3
5	Opzet van het kwaliteitsmonitoringprogramma.....	5
6	Diskussie.....	6
7	Konklusies.....	7
	Literatuur.....	8

**DIT RAPPORT MAG NIET GECITEERD WORDEN ZONDER TOESTEMMING VAN DE
DIRECTEUR VAN HET R.I.V.O.**

SAMENVATTING

In verband met de opzet van een kwaliteitsmonitoringprogramma voor sportvis in Nederland is aan de hand van de resultaten van metingen in de periode 1986-1990 in aal uit de Grote Rivieren een inschatting gemaakt over de mogelijke betekenis van een speciaal op deze wateren gericht meetnet.

Vastgesteld wordt dat voor het verkrijgen van een goede indruk van de invloed van de kwaliteit van het Rijn- en Maaswater op de gehalten van een aantal milieukritische stoffen in voor sportvissers belangrijke vis in principe volstaan kan worden met een zeer beperkte opzet in de Grote Rivieren.

Voor het verkrijgen van informatie over wateren waar door lokale belastingen met verontreinigende stoffen risico's voor sportvissers denkbaar zijn is een uitbreiding in interessant geachte kleinere Nederlandse oppervlaktewateren de aangewezen weg.

Een op te zetten kwaliteitsmonitoringprogramma zal in eerste instantie gericht moeten worden op de vissoorten aal en snoekbaars en de milieukritische stoffen behorende tot de niet-afbreekbare vetoplosbare organische mikroverontreinigingen, alsmede het zware metaal kwik.

1 INLEIDING

Bij het opzetten van een kwaliteitsmonitoringprogramma voor sportvis binnen het kader van de LAC-Stuurgroep "Visverontreiniging" gaat het in principe om het verschaffen van informatie over de invloed van waterverontreiniging met milieukritische stoffen op de kwaliteit van de in de Nederlandse oppervlaktewateren door sportvissers gevangen en voor eigen consumptie meegenomen vis. Teneinde deze informatie te verkrijgen zal bij het opzetten van een kwaliteitsmonitoringprogramma voor sportvis met de volgende aspecten rekening moeten worden gehouden.

Regio-ingang:

monitoren zal moeten worden gericht op zogenaamde "hot spots", dat wil zeggen gebieden waar bedreigingen van algemene en/of bijzondere aard aannemelijk is gezien de mate van verontreiniging met milieukritische stoffen.

Soorten-ingang:

kensoorten vissen moeten worden geselecteerd, die een indicatieve waarde hebben en die voor de sportvisserij van belang zijn.

Stoffen-ingang:

een selectie zal moeten worden gemaakt van die milieukritische stoffen, die via de consumptie van door sportvissers gevangen vis een bedreiging kunnen vormen voor de gezondheid van de betreffende personen.

In dit rapport zal op deze verschillende aspecten worden ingegaan, teneinde tot een zo duidelijk mogelijke opzet te komen voor een kwaliteitsmonitoringprogramma voor sportvis in Nederland. De bruikbaarheid van een aldus verkregen opzet zal aan de hand van reeds beschikbare monitorgegevens over aal uit de Grote Rivieren over de periode 1986-1990 worden toegelicht.

2 REGIO-INGANG

Gegeven hetgeen bekend is over de verontreinigingssituatie van de Nederlandse oppervlaktewateren kan bij de regio-ingang in eerste instantie gedacht worden aan de grote betekenis van het ernstig verontreinigde Rijnwater op een groot aantal wateren waarmee de Rijn direct of indirect in verbinding staat. Daarnaast kan, zij het in geringere mate dan de Rijn, gedacht worden aan de invloed van het eveneens ernstig verontreinigde Maaswater. De kwaliteit van het water van deze Grote Rivieren kan daarbij dan min of meer bepalend worden geacht voor de kwaliteit van vele Nederlandse oppervlaktewateren. Het ernstig verontreinigde rivierwater levert in deze wateren als het ware de Ausgangssituatie. Door lokale verontreiniging kan in afzonderlijke oppervlaktewateren de verontreinigingssituatie verder verslechteren, doch via het monitoren van de kwaliteit van vis in de Grote Rivieren wordt in ieder geval een indruk gekregen van wat elders zo ongeveer te verwachten is. Het kwaliteitsmonitoringprogramma voor sportvis heeft zich daarom in eerste instantie gericht op een aantal karakteristieke plaatsen in de Grote Rivieren als aangegeven in de tabel 1.

3 SOORTEN-INGANG

Gegeven hetgeen bekend is over de soort van vissen die bij voorkeur door sportvissers voor eigen consumptie worden meegenomen (Potting, 1989) kan bij soorten-ingang uitgegaan worden --in volgorde van belang-- van aal, snoekbaars en baars. Van deze voor de sportvisserij in deze zin belangrijkste vissoorten zijn in de praktijk de verschillen in kwaliteit tussen snoekbaars en baars uit eenzelfde omgeving gering gebleken. Het zijn beide magere roofvissen met een vergelijkbaar voedselpakket en met in het eetbare gedeelte --het visvlees-- een vetgehalte van overwegend minder dan 10 gram per kilogram vers gewicht. Dit visvlees bestaat in hoofdzaak uit eiwit, globaal 200 gram per kilogram vers gewicht. De resterende 80% van het visvlees bestaat uit water met nog een spoortje mineralen. Anders dan snoekbaars en baars bevat het visvlees van de aal meestal een aanzienlijk vetgehalte. In rode mannetjes-aal zijn vetgehalten rond de 250 gram per kilogram vers gewicht heel normaal, in rode vrouwtjes-aal ligt het vetgehalte gewoonlijk op de helft van dat in mannetjes. Wordt de aal schier, dan kan het vetgehalte oplopen tot ongeveer 400 gram per kilogram. In dat stadium vertoont de aal echter sterk trekgedrag en kan nauwelijks meer als karakteristiek voor een bepaalde plaats gezien worden. Het eiwitgehalte van het visvlees van aal ligt met globaal 200 gram per kilogram vers gewicht op eenzelfde niveau als in het visvlees van snoekbaars en baars. Los van de verschillen in samenstelling tussen het visvlees kan er nog op gewezen worden dat het voedselpakket van aal sterk verschilt van dat van snoekbaars en baars. Alle in verband met de soorten-ingang genoemde zaken rechtvaardigen de selectie van aal en snoekbaars als kensoorten met de grootste indicatieve waarde voor de sportvisserij.

4 STOFFEN-INGANG

Gegeven hetgeen bekend is over de soort van milieukritische stoffen die de kwaliteit van visserijprodukten bedreigen kan in verband met de stoffen-ingang op de volgende categorieën van stoffen worden gewezen.

- organische mikroverontreinigingen

Van de grote verscheidenheid aan organische mikroverontreinigingen in de Nederlandse oppervlaktewateren zijn in principe alleen die van belang, welke door een combinatie van

slechte wateroplosbaarheid en een goede oplosbaarheid in het vetweefsel van vis sterk in het visvlees kunnen worden opgehoopt tot voor de gezondheid van de konsument belangrijke gehalten. Organische mikroverontreinigingen met dergelijke eigenschappen zijn onder meer de zeer slecht afbreekbare PCB's, organohalogeenpesticiden en verwante milieuvreemde industriële afvalstoffen (bijvoorbeeld dioxinen), alsmede de polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's). Van deze laatste groep van stoffen kan in dit verband opgemerkt worden dat, ondanks het voorhande zijnde ophopingsmechanisme (slecht in water oplosbaar - goed in vet oplosbaar), van een ophoping in het visvlees ook in de sterk met PAK's belaste Nederlandse binnenwateren praktisch geen sprake is. De verklaring hiervoor is dat vissen over actieve stofwisselingsprocessen beschikken, waardoor opgenomen PAK's snel worden afgebroken tot wateroplosbare verbindingen, die dan verder in dit verband geen rol meer spelen. Gegeven de eigenschappen van de verschillende organische mikroverontreinigingen lijkt voor een kwaliteitsmonitoringprogramma voor sportvis voorshands een beperking tot PCB's, organohalogeenpesticiden en verwante industriële afvalstoffen verantwoord. Door het veel hogere vetgehalte is daarbij de aal bij uitstek geschikt als te monitoren vissoort.

- anorganische mikroverontreinigingen

Ook van de vele anorganische mikroverontreinigingen in de Nederlandse binnenwateren zijn in principe alleen die stoffen van belang, die door het voorhande zijn van goede ophopingsmechanismen tot voor de gezondheid van de konsument belangrijke gehalten kunnen worden opgehoopt. Voor de stoffen waarom het hier dan gaat --kwik, cadmium, lood, arseen, chroom, koper, nikkel en zink-- blijkt dan in de praktijk alleen het kwik een belangrijke rol te spelen. Van de overige stoffen zijn de gehalten in vis zelfs uit sterk verontreinigde wateren nog zo laag of is van een duidelijk ophopingsmechanisme buiten wat van nature in de vis aanwezig hoort te zijn zo weinig te merken, dat van een bedreiging van de gezondheid van de konsument geen sprake kan zijn. Veel van deze stoffen wekken de indruk in vissen in die gehalten in met name het eiwit te zijn opgehoopt, die voor het overleven van de vis essentieel zijn. Regulatiemechanismen zorgen er dan verder voor dat deze gehalten in principe konstant gehouden worden, onafhankelijk van de gehalten in het de vissen omringende water. Dat betekent overigens niet dat er geen verschillen zijn van vissoort tot vissoort. In aal wordt bijvoorbeeld een ongeveer vijfvoudig hoger gehalte aan cadmium en zink aangetroffen als in snoekbaars (LAC-Jaarverslagen 1986-1990).

Het bijzondere van de ophoping van kwik in vissen wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat kwik in water en bodem van oppervlaktewater voor een klein deel wordt omgezet in methyلكwik, een zich sterk aan het eiwit van vissen hechtende stof (Huckabee et.al., 1979). Als gevolg van dit ophopingsmechanisme voor kwik is er sprake van een duidelijk verband tussen de waterverontreiniging met kwik en de kwikgehalten in de in dat water aanwezige vissen. Zelfs in niet met kwik verontreinigde wateren is het kwikgehalte door dit sterke ophopingsmechanisme van nature al veel hoger dan het kwikgehalte in andere soorten dierlijk vlees. Bovendien is het meeste kwik in vis, anders dan bijvoorbeeld in rundvlees, aanwezig als methyلكwik, een stof die aanzienlijk toxischer voor de mens is dan anorganische kwik. Bij de normstelling voor kwik in het dagelijks menu is door de Wereldgezondheidsorganisatie ook nadrukkelijk met deze hogere toxiciteit rekening gehouden (WHO, 1976).

Gegeven de eigenschappen van de verschillende anorganische mikroverontreinigingen lijkt voor een kwaliteitsmonitoringprogramma voor sportvis voorshands een beperking tot alleen (methyl)kwik verantwoord. Voor wat betreft de te onderzoeken vissen zou gegeven de mate van ophoping gedacht kunnen worden aan snoekbaars en baars, in iets mindere mate aan aal. Het iets lagere gehalte aan kwik in aal zou --het eiwitgehalte in de drie vissoorten is nauwelijks verschillend-- veroorzaakt kunnen worden door verschillen in fysiologie en voedselpakket.

- radio-actieve stoffen

Radio-actieve stoffen zijn in de sfeer van de waterverontreiniging alleen van belang voor zover het gaat om de radio-actieve splijtings- of aktiveringsprodukten vrijkomende in samenhang tot de opwekking van kernenergie, alsmede van nature voorkomende radio-actieve stoffen, waarvan de gehalten in het oppervlaktewater zijn verhoogd. Van deze radio-actieve stoffen zijn voor de konsument van door sportvissers gevangen vis alleen die van belang, welke gegeven hun ophopingsmechanisme en hun radio-actieve verval tot voor de gezondheid belangrijke gehalten in vis kunnen worden opgehoopt. Het blijkt dan in de praktijk te gaan om het radio-actieve splijtingsprodukt cesium-137 en het natuurlijke radio-actieve polonium-210, een vervalprodukt van uranium-238.

Het ophopingsmechanisme voor radio-actieve splijtings- en aktiveringsprodukten is te herleiden tot de natuurlijke gehalten aan de betreffende niet-radio-actieve stoffen in vis. Voor het belangrijke splijtingsprodukt cesium-137 bijvoorbeeld wordt de ophoping in vis bepaald door de verhouding tussen het niet-radio-actieve cesiumgehalte in het visvlees en in het de vis omringende water. Aannemende dat het cesiumgehalte van vis onafhankelijk is van het cesiumgehalte in het de vis omringende water, zal de ophoping van cesium-137 bepaald worden door het niet-radio-actieve cesiumgehalte in het de vis omringende water. Ter toelichting: het natriumgehalte van zeevis en zoetwatervis is nagenoeg hetzelfde, alhoewel het natriumgehalte in zeewater toch al snel een faktor 100 hoger is dan in zoetwater! Voor de Nederlandse omgeving is dit verschijnsel in zoverre van belang, omdat aangenomen mag worden dat het gehalte aan niet-radio-actief cesium in het Rijnwater als gevolg van de enorme zoutlozingen in Frankrijk en Duitsland aanzienlijk hoger is dan van nature het geval zou zijn. Dit zou dan kunnen verklaren waarom het hoogste cesium-137 gehalte in Nederlandse vis met 10 Bq/kg aanzienlijk lager ligt dan in Britse wateren met een vergelijkbare aanvoer van radio-actieve splijtingsprodukten als gevolg van het kernreactorongeval in Tsjernobyl. Gehalten van 600 Bq/kg, de Europese normwaarde voor onder meer vis, en meer zijn daar geen uitzonderingen (MAFF, 1990).

Voor wat betreft de ophoping van cesium-137 blijkt baars uit een bepaalde omgeving de hoogste gehalten te kunnen ophopen. De gehalten in aal liggen daar globaal een faktor 5 beneden, terwijl de gehalten in snoekbaars daar ongeveer tussenin liggen, zij het iets dichter bij die in baars.

Van nature blijkt het polonium-210 gehalte in zeevisserijprodukten veel hoger te liggen dan in zoetwatervis. De hoogste gehalten aan polonium-210 worden daarbij met waarden van rond 30 Bq/kg aangetroffen in schaal- en schelpdieren. In zoetwatervis zit slechts rond 0,1 Bq/kg in het eetbare deel. Polonium-210 is overigens 40x radio-toxischer dan cesium-137.

Gegeven de zeer lage gehalten aan de voor de stralingsbelasting van de konsument van belang zijnde radio-actieve stoffen in door sportvissers gevangen vis lijkt er voor opname van radio-actieve stoffen in een kwaliteitsmonitoringprogramma voor sportvis althans in Nederland geen reden. Als er al ergens naar gekeken zou gaan worden, dan lijkt beperking tot cesium-137 voor de hand te liggen. Baars zou de meest geschikte vissoort zijn, gevolgd door snoekbaars en in mindere mate aal.

5 OPZET VAN HET KWALITEITSMONITORINGPROGRAMMA

Gegeven de regio-ingang zal een kwaliteitsmonitoringprogramma in de eerste plaats gegevens moeten kunnen leveren voor de basisbelasting van veel Nederlandse oppervlaktewateren door direkte of indirecte invloed van de waterkwaliteit van de Grote Rivieren. Daarnaast komen ook afzonderlijke wateren in aanmerking met een sterke belasting met de voor de sportvisserij belangrijke milieukritische stoffen.

Als belangrijkste kensoorten, met een indikatieve waarde voor de belasting van een oppervlaktewater met verontreinigende stoffen en met een duidelijke betekenis in de zin dat zij door

sportvissers worden gezien als een aantrekkelijke konsumptievis, komen in aanmerking aal en snoekbaars, in mindere mate baars.

Vanuit de verontreinigende stoffen zelf lijkt een beperking tot de PCB's, de organohalogenen-pesticiden en de hiermee verwante industriële afvalstoffen, alsmede kwik een voldoende mate van zekerheid te bieden over de vraag in hoeverre er risico's bestaan bij de consumptie van door sportvissers voor eigen consumptie meegenomen vis.

Bij het vermelden van de gehalten aan genoemde organische mikroverontreinigingen moet eraan gedacht worden, dat door het voor deze stoffen werkende ophopingsmechanisme --slecht oplosbaar in water en goed oplosbaar in het vetweefsel van vis-- het vetgehalte bepalend is voor de uiteindelijk in het kwaliteitsmonitoringprogramma te meten gehalten. Aangezien het bij de opzet van het meetnet gaat om de belasting van sportvissers met organische mikroverontreinigingen via het water van de Grote Rivieren is daarbij omrekening op een standaardgehalte aan te bevelen. Wat het feitelijke gehalte aan organische mikroverontreinigingen in de onderzochte aal is, doet dan minder terzake. Wel moet er dus rekening mee worden gehouden dat in een bepaald water de magerder aal aan de konsumptienormen kan voldoen, waar de vette aal deze normen kan overschrijden.

Ook voor de beoordeling van het kwikgehalte in vis moet met de biologie van de aal rekening worden gehouden. In het algemeen blijkt het kwikgehalte van vis met de lengte van de vis toe te nemen. Het gevolg is dat in een bepaald water het kwikgehalte in aal van 25 cm lengte ongeveer de helft zal bedragen van dat van een aal van 60 cm lengte. Om ook hier een redelijke indruk te geven van de mate van verontreiniging van het water is het verstandig het kwikgehalte uit te drukken op een bepaalde standaardlengte van de aal.

Teneinde een indruk te kunnen geven van de soort van informatie die met een dergelijk kwaliteitsmonitoringprogramma voor sportvis beschikbaar komt, is uit reeds eerder door het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek verricht monitoringwerk aan de hand van een selectie van indicatieve punten uit de Grote Rivieren (tabel 1) een overzicht samengesteld voor de kensoort aal voor wat betreft het voorkomen van de geselecteerde verontreinigende stoffen (tabellen 2, 3, 4, 5 en 6). Voor de goede vergelijkbaarheid zijn daarbij alle gehalten aan organische mikroverontreinigingen omgerekend op een standaardvetgehalte van 180 gram per kilogram (18%) en alle kwikgehalten op een standaardlengte van 30-40 cm.

6 DISKUSSIE

Uit de resultaten van het onderzoek naar de gehalten aan mikroverontreinigingen in het visvlees van standaard-aal met een vetgehalte van 18% en een lengte van 30-40 cm uit het kwaliteitsmonitoringprogramma voor sportvis in de periode 1986-1990 als weergegeven in de tabellen 2 tot en met 6 komt het volgende beeld naar voren.

De verontreiniging van aal als indikator voor de verontreiniging van oppervlaktewateren laat per riviersysteem betrekkelijk weinig verschillen zien. Gegeven de korte verblijftijd van het water in deze rivieren --vanaf het binnenkomen in Nederland tot aan Ketelmeer of Hollands Diep in de orde van één dag-- is voor het optreden van grote verschillen eigenlijk alleen plaats wanneer in Nederland zelf nog aanzienlijke belastingen plaatsvinden. Uit de gepresenteerde gegevens worden dergelijke belastingen niet zichtbaar.

PCB's:

de gehalten in standaard-aal uit Maas en Rijn liggen op een niveau van 0,5 mg/kg op of iets boven de voor de onderzochte stoffen geldende konsumptienormen. De hoogste gehalten treden daarbij op in de Maas. In het Ketelmeer liggen de gehalten aan PCB 138 en PCB 153 met 0,20-0,25 mg/kg globaal op de helft van die in Rijn en Maas.

HCB:

de gehalten in standaard-aal uit Maas en Rijn liggen met ongeveer 0,04 mg/kg op eenzelfde niveau. Vermoedelijk door verdamping gedurende de langere verblijftijd van het water daar ligt het gehalte in het Ketelmeer hier met 0,003 mg/kg ongeveer tienvoudig onder. De aanvankelijk hogere gehalten in de Maas bij Eijsden zijn in de onderzoeksperiode gedaald tot op of iets onder het niveau van de Rijn.

HCB:

de gehalten in standaard-aal uit de Rijn liggen met ongeveer 0,2 mg/kg ongeveer op het dubbele van de 0,1 mg/kg in de Maas. In het Ketelmeer ligt het gehalte vermoedelijk door verdamping ook op 0,1 mg/kg. Opgemerkt kan worden dat in het IJsselmeer, door een nog veel effectievere verdamping, het HCB-gehalte in aal tot beneden de 0,01 mg/kg daalt.

HCH's:

de gehalten in standaard-aal uit Maas, Rijn en Ketelmeer van α -HCH en β -HCH liggen allen op of beneden de 0,01 mg/kg. Van het γ -HCH, het eigenlijke bestrijdingsmiddel lindaan, ligt het gehalte in standaard-aal uit de Maas op ongeveer 0,1 mg/kg, hetgeen ongeveer de helft is van de consumptienorm. In de Rijn ligt het γ -HCH gehalte met 0,5 mg/kg op de helft van dat in de Maas. In het Ketelmeer is het γ -HCH gehalte in standaard-aal weer de helft van dat in het Rijnwater.

Diieldrin:

de gehalten aan diieldrin in standaard-aal uit Rijn, Maas en Ketelmeer liggen allen op een niveau van 0,02 mg/kg. Dit wijst op een betrekkelijke homogene belasting van het water van de Grote Rivieren. Het gevonden diieldringehalte in aal ligt op een niveau van 20% van de consumptienorm.

Totaal-DDT:

de gehalten aan het niet meer in de West-Europese omgeving toegestane DDT in standaard-aal ligt met 0,20 mg/kg in Rijn, Maas en Ketelmeer absoluut gezien op een betrekkelijk hoog niveau. Gerekend moet worden op een lange reeks van jaren waarin het gehalte aan deze stoffen door nalevering uit verontreinigde landbouwgronden min of meer onveranderlijk op een niveau van 20% in de consumptienorm zal blijven liggen.

OCS:

de gehalten aan OCS in standaard-aal uit de Rijn ligt ongeveer op het dubbele van dat in Maas en Ketelmeer.

Kwik:

de gehalten aan kwik in standaard-aal uit Rijn, Maas en Ketelmeer liggen met een niveau van 0,15-0,25 mg/kg op ongeveer 20% van de consumptienorm. De indruk bestaat dat beginnende bij Lobith de kwikgehalten in het Rijnwater iets dalende zijn.

7 KONKLUSIES

Alles bij elkaar genomen lijkt een kwaliteitsmonitoringprogramma voor sportvis met een negental verschillende punten in de Grote Rivieren op basis van de resultaten aan aal uit deze wateren over de periode 1986-1990 niet veel meer informatie op te leveren dan alleen de monsterpunten Rijn (Lobith), Maas (Eijsden) en Ketelmeer zouden hebben gedaan. Juist vanwege het verschijnsel dat door lokale belastingen, als bijvoorbeeld de HCH-problematiek in het Twentekanaal en de dioxine-problematiek in de Volgermeerpolder, bijzondere risico's

worden opgeleverd in verband met door de sportvissers voor eigen consumptie meegenomen vis, lijkt bij de opzet van een kwaliteitsmonitoringprogramma voor sportvis beperking van het meetprogramma in de Grote Rivieren en uitbreiding in interessant geachte kleinere Nederlandse oppervlaktewateren de aangewezen weg.

Eén en ander staat natuurlijk los van de noodzaak door een gericht pakket van maatregelen de overschrijdingen of bijna overschrijdingen van de consumptienormen voor PCB's en HCB in aal in de Grote Rivieren verder terug te dringen.

Een op te zetten kwaliteitsmonitoringprogramma zal zich daarbij in eerste instantie moeten richten op de vissoorten aal en snoekbaars en de milieukritische stoffen behorende tot de niet-afbreekbare vetoplosbare organische mikroverontreinigingen, alsmede het zware metaal kwik.

LITERATUUR

Potting, S.M.C., 1989.

De consumptie van vis door sportvissers.

Staatstoezicht op de Volksgezondheid/Gemeentelijke Geneeskundige en Gezondheidsdienst Amsterdam.

WHO, 1976.

Environmental Health Criteria. 1. Mercury.

Geneva 1976.

Huckabee, J.W., J.W. Elswood, S.G. Hildebrand, 1979.

Accumulation of mercury in fresh water biota. In: The biogeochemistry of mercury in the environment, Ch..12. Ed. J.O. Nriagu.

Topics in environmental health, Vol. 3. Elsevier/North Holland Biomedical Press, pp 277-302.

LAC, 1986-1990.

Jaarverslagen Landbouwadviscommissie Milieukritische Stoffen.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

MAFF, 1990.

Aquatic Environment Monitoring Report 23.

Radioactivity in surface and coastal waters of the British isles, 1989.

Lowestoft 1990, p. 58.

Tabel 1 - Monsterlokaties kwaliteitsmonitoring sportvis: Aal Grote Rivieren

Rijn	-	Lobith
Waal	-	Tiel
Nieuwe merwede	-	Dordrecht
Lek	-	Culemborg
Lek	-	Krimpen
IJssel	-	Deventer
IJssel	-	Ketelmeer
Maas	-	Eijsden
Maas	-	Heusden

Tabel 2 - Meting van mikroverontreinigingen in het visvlees van standaard-aal met een vetgehalte van 18% en een lengte van 30-40 cm uit het RIVO kwaliteitsmonitoringprogramma voor sportvis 1986

Uitslagen in mg/kg vers produkt												
Code	Vangplaats	PCB 138/163*	PCB 153*	HCB	HCB	α-HCH	β-HCH	γ-HCH	Dieldrin	Totaal DDT	OCS	Kwik
Konsumptienorm		0,5	0,5	0,1	0,05	0,05	0,05	0,2	0,1	1,0		1,0
86051006	Rijn (Lobith)	0,52	0,57	0,05	0,05	0,01	0,02	0,05	0,02	0,23	0,10	0,25
86051106	Waal (Tiel)	0,84	0,86	0,11	0,23	0,01	0,01	0,06	0,03	0,26	0,08	0,22
86051206	Nieuwe Merwede											0,28
86051306	Lek (Culemborg)											
86051406	Lek (Krimpen)											
86051506	IJssel (Deventer)	0,30	0,38	0,01	0,27	0,02	0,02	0,06	0,02	0,13		
86051606	Keielmeer	0,75	0,78	0,04	0,10	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23		
86051706	Maas (Eijsden)	1,22	1,33	<0,01	0,05	0,01	0,01	0,08	0,05	0,40		

* Een schatting van het totaal-PCB gehalte kan bereikt worden door de som van de gehalten aan PCB 138/163 en PCB 153 te vermenigvuldigen met 6,25.

Tabel 3 - Meting van mikroverontreinigingen in het visvlees van standaard-aal met een vetgehalte van 18% en een lengte van 30-40 cm uit het RIVO kwaliteitsmonitoringprogramma voor sportvis 1987

Uitslagen in mg/kg vers produkt												
Code	Vangplaats	PCB 138/163*	PCB 153*	HCBD	HCB	α -HCH	β -HCH	γ -HCH	Dieldrin	Totaal DDT	OCS	Kwik
Konsumptienorm		0,5	0,5	0,1	0,05	0,05	0,05	0,2	0,1	1,0		1,0
87051006	Rijn (Lobith)	0,63	0,76	0,02	0,18	0,01	0,02	0,07	0,03	0,30	0,07	0,24
87051106	Waal (Tiel)	0,47	0,49	0,08	0,26	0,01	0,02	0,07	0,03	0,13	0,05	
87051206	Nieuwe Merwede	0,70	0,87	0,03	0,22	0,01	0,02	0,07	0,03	0,27	0,10	
87051306	Lek (Culemborg)											
87051406	Lek (Krimpen)											
87051506	IJssel (Deventer)											
87051606	Ketelmeer	0,27	0,33	0,01	0,12	0,01	0,02	0,080	0,02	0,12	0,04	
87051706	Maas (Eijsden)	0,57	0,68	0,37	0,07	0,01	0,02	0,11	0,05	0,25	0,02	0,19
87051806	Maas (Heusden)	0,63	0,74	0,07	0,01	0,02	0,15	0,06	0,06	0,16	0,03	0,16

* Een schatting van het totaal-PCB gehalte kan bereikt worden door de som van de gehalten aan PCB 138/163 en PCB 153 te vermenigvuldigen met 6,25.

Tabel 4 - Meting van mikroverontreinigingen in het visvlees van standaard-aal met een vetgehalte van 18% en een lengte van 30-40 cm uit het RIVO kwaliteitsmonitoringprogramma voor sportvis 1988

Uitslagen in mg/kg vers produkt												
Code	Vangplaats	PCB 138/163*	PCB 153*	HCBD	HCB	α -HCH	β -HCH	γ -HCH	Diëdrin	TotaalDDT	OCS	Kwik
Konsumptienorm		0,5	0,5	0,1	0,05	0,05	0,05	0,2	0,1	1,0		1,0
88051006	Rijn (Lobith)	0,43	0,58	0,05	0,21	0,01	0,01	0,05	0,02	0,19	0,05	0,25
88051106	Waal (Tiel)	0,41	0,46	0,06	0,22	0,01	0,01	0,06	0,02	0,13	0,05	0,22
88051206	Nieuwe Merwede	0,64	0,85	0,04	0,19	0,01	0,01	0,05	0,02	0,19	0,08	0,34
88051306	Lek (Culemborg)											0,29
88051406	Lek (Krimpen)	0,39	0,58	0,04	0,21	0,01	0,01	0,04	0,04	0,28	0,06	0,27
88051506	IJssel (Deventer)	0,26	0,33	0,04	0,14	0,01	0,01	0,04	0,02	0,11	0,03	0,24
88051606	Ketelmeer	0,13	0,17	0,05	0,08	--	--	--	0,01	--	0,02	0,24
88051706	Maas (Eijsden)	0,61	0,71	0,12	0,09	0,01	0,01	0,16	0,05	0,21	0,02	0,13
88051806	Maas (Heusden)	0,79	1,04	0,05	0,09	0,01	0,01	0,10	0,06	0,23	0,01	0,18

* Een schatting van het totaal-PCB gehalte kan bereikt worden door de som van de gehalten aan PCB 138/163 en PCB 153 te vermenigvuldigen met 6,25.

Tabel 5 - Meting van mikroverontreinigingen in het visvlees van standaard-aal met een vetgehalte van 18% en een lengte van 30-40 cm uit het RIVO kwaliteitsmonitoringprogramma voor sportvis 1989

Uitslagen in mg/kg vers produkt												
Code	Vangplaats	PCB 138/163*	PCB 153*	HCBD	HCB	α -HCH	β -HCH	γ -HCH	Dieldrin	Totaal DDT	OCS	Kwik
Konsumptienorm		0,5	0,5	0,1	0,05	0,05	0,05	0,2	0,1	1,0		1,0
89051006	Rijn (Lobith)	0,27	0,35	0,02	0,08	0,01	0,01	0,03	0,02	0,18	0,03	0,26
89051106	Waal (Tiel)	0,32	0,34	0,06	0,18	0,01	0,01	0,04	0,02	0,15	0,05	0,27
89051206	Nieuwe Merwede	0,41	0,61	0,02	0,11	0,01	0,01	0,03	0,02	0,19	0,05	
89051306	Lek (Culemborg)	0,32	0,54	0,03	0,14	0,01	0,01	0,03	0,04	0,45	0,05	0,29
89051406	Lek (Krimpen)	0,24	0,34	0,04	0,14	0,01	0,01	0,03	0,02	0,13	0,04	0,24
89051506	IJssel (Deventer)	0,10	0,14	0,003	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,07	0,01	0,14
89051606	Ketelmeer	0,76	1,00	0,05	0,09	0,01	0,01	0,07	0,03	0,16	0,02	0,14
89051706	Maas (Eijsden)	0,49	0,57	0,02	0,07	0,01	0,01	0,07	0,04	0,16	0,02	
89051806	Maas (Heusden)											

* Een schatting van het totaal-PCB gehalte kan bereikt worden door de som van de gehalten aan PCB 138/163 en PCB 153 te vermenigvuldigen met 6,25.

Tabel 6 - Meting van mikroverontreinigingen in het visvlees van standaard-aal met een vetgehalte van 18% en een lengte van 30-40 cm uit het RIVO kwaliteitsmonitoringprogramma voor sportvis 1990

Uitslagen in mg/kg vers produkt											
Code	Vangplaats	PCB 138/163*	PCB 153*	HCB	α-HCH	β-HCH	γ-HCH	Dieldrin	Totaal DDT	OCS	Kwik
Konsumptienorm		0,5	0,5	0,1	0,05	0,05	0,2	0,1	1,0		1,0
90051006	Rijn (Lobith)	0,35	0,53	0,04	0,01	0,01	0,06	0,01	0,20	0,06	0,22
90051106	Waal (Tiel)	0,23	0,35	0,05	0,01	0,01	0,06	0,02	0,15	0,06	0,28
90051206	Nieuwe Merwede	0,41	0,75	0,04	0,01	0,01	0,06	0,02	0,17	0,08	0,34
90051306	Lek (Culemborg)	0,22	0,42	0,01	0,01	0,01	0,06	0,02	0,12	0,04	--
90051406	Lek (Krimpen)	0,25	0,35	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,15	0,04	0,27
90051506	IJssel (Deventer)	0,17	0,25	0,04	0,01	0,01	0,06	0,01	0,11	0,04	--
90051606	Ketelmeer	0,20	0,35	0,004	0,01	0,01	0,02	0,01	0,10	0,05	0,14
90051706	Maas (Eijsden)	0,56	0,83	0,01	0,01	0,01	0,11	0,02	0,11	0,01	0,15
90051806	Maas (Heusden)	0,40	0,59	0,03	0,01	0,01	0,10	0,03	0,11	0,02	0,29

* Een schatting van het totaal-PCB gehalte kan bereikt worden door de som van de gehalten aan PCB 138/163 en PCB 153 te vermenigvuldigen met 6,25.