



RIKILT

WAGENINGEN UR

Verontreiniging Nederlandse schieraal

Onderzoek naar dioxines, PCB's en gebromeerde vlamvertragers (PBDE's) in schieraal uit Friese meren en het rivierengebied

RIKILT Rapport 2011.005 (in samenwerking met IMARES Wageningen UR)

M.K. van der Lee, M. Hoek- van Nieuwenhuizen, M.J.J. Kotterman, L.A.P. Hoogenboom



Verontreiniging Nederlandse schieraal

Onderzoek naar dioxines, PCB's en gebromeerde vlamvertragers (PBDE's) in schieraal uit Friese meren en het rivierengebied

M.K. van der Lee¹, M. Hoek- van Nieuwenhuizen², M.J.J. Kotterman², L.A.P. Hoogenboom¹

Rapport 2011.005

Mei 2011

Projectnummer: 120.7207401
BAS-code: WOT-2-001-027
Projecttitel: Monitoring contaminanten in vis en visserijproducten
Projectleider: M.K. van der Lee



¹ **RIKILT – Instituut voor Voedselveiligheid**

Wageningen University & Research centre
Akkermaalsbos 2, 6708 WB Wageningen
Postbus 230, 6700 AE Wageningen
Tel. 0317 480 256
Internet: www.rikilt.wur.nl



² **IMARES Wageningen UR**

Institute for marine resources and
ecosystem studies
Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden
Postbus 68, 1970 AB IJmuiden
Tel. 0317 480 900
Internet: www.imares.wur.nl

Copyright 2011, RIKILT – Instituut voor Voedselveiligheid.

Het is de opdrachtgever toegestaan dit rapport integraal openbaar te maken en ter inzage te geven aan derden. Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het RIKILT – Instituut voor Voedselveiligheid is het niet toegestaan:

- a) *dit door RIKILT – Instituut voor Voedselveiligheid uitgebrachte rapport gedeeltelijk te publiceren of op andere wijze gedeeltelijk openbaar te maken;*
- b) *dit door RIKILT – Instituut voor Voedselveiligheid uitgebrachte rapport, c.q. de naam van het rapport of RIKILT – Instituut voor Voedselveiligheid, geheel of gedeeltelijk te doen gebruiken ten behoeve van het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin;*
- c) *de naam van RIKILT – Instituut voor Voedselveiligheid te gebruiken in andere zin dan als auteur van dit rapport.*

Dit onderzoek is gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie vanuit WOT 02 (Voedselveiligheid), thema Contaminanten.

Verzendlijst:

- Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (J.B.F Vonk; A.J. Vermuë; A.J. Rothuis; G. Mahabir; F.G.E. van den Berg; M. Snijdelaar; L.R.M Lomans; H.R. Offringa; D.J. van der Stelt; M. Hennecken; C.M. Heijdra)
- Ministerie voor Volksgezondheid, Welzijn en Sport – VWS (G.T.J.M Theunissen; K. Planken)
- Nieuwe Voedsel en Waren Autoriteit - nVWA (R. Theelen; J.A. van Rhijn; G.A. Lam)
- Combinatie van Beroepsvissers (A. Heinen)
- Productschap Vis (W.H.B.J. van Eijk)
- PO IJsselmeer/ Vissersbond (D.J.T. Berends)
- Sportvisserij Nederland (J. Quak)
- RWS Waterdienst (C. Schmidt; S Rog)
- IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies (M.J.J. Kotterman; mw. M. Hoek-van Nieuwenhuizen; J. Schobben)
- RIKILT – Instituut voor Voedselveiligheid (L.A.P. Hoogenboom; M.K. van der Lee; W.A. Traag; S. van Leeuwen)
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu - RIVM (M.J. Zeilmaker; M.I. Bakker; J. van Klaveren)

Bij de totstandkoming van dit rapport is de grootst mogelijke zorgvuldigheid betracht. Tenzij vooraf schriftelijk anders overeengekomen aanvaardt RIKILT – Instituut voor Voedselveiligheid geen aansprakelijkheid voor schadeclaims die worden uitgebracht n.a.v. de inhoud van dit rapport.

Samenvatting

Dit onderzoek beschrijft de vervuiling en conditie van Nederlandse schieraal bemonsterd eind 2009. De verontreiniging van de schieraal is onderzocht door deze op dioxines en dioxineachtige PCB's, indicator-PCB's en gebromeerde vlamvertragers (PBDE's) te analyseren. De biologische factoren als lengte, gewicht, aantal zwemblaasparasieten en een overall conditiefactor (Fulton index) zijn ook beschouwd.

In zowel de Friese meren als in het rivierengebied rond de Biesbosch komt besmetting met zwemblaasparasieten voor. In het Friese merengebied is 48% van de bemonsterde schieralen besmet met één of meer zwemblaasparasieten. In het rivierengebied is dit 67%. Deze parasieten hebben geen invloed op de Fulton index, welke in het algemeen de "fitheid", "conditie" van vissen beschrijft en welke een relatie is tussen het gewicht en de lengte tot de derde macht.

De analyseresultaten voor dioxines en dioxineachtige PCB's tonen aan dat de schieralen bemonsterd in de Friese meren relatief schoon zijn; gemeten gehalten zijn beneden de geldende maximum limiet (ML). Schieraal uit het rivierengebied is daarentegen sterk vervuild, circa 88%, 24 van de 27 bemonsterde schieralen, uit dit gebied overschrijdt de ML van 12 pg TEQ/g. De analyse van de gebromeerde vlamvertragers (PBDE's) geeft een vergelijkbaar beeld, echter deze gehalten kunnen door het ontbreken van normen niet getoetst worden. De hoogste gehalten worden gemeten in de schieraal afkomstig uit het rivierengebied, het totaalgehalte (som 18 PBDE's) is in dit gebied 24-107 ng/g. Dit totaalgehalte is circa een factor 10-20 hoger dan in schieralen afkomstig uit de Friese meren (somalgehalte PBDE's 0-8 ng/g).

Deze studie laat zien dat schieraal uit het rivierengebied verontreinigd is met een aantal contaminanten en de norm voor dioxines en dioxineachtige PCB's sterk overschrijdt. Schieraal uit de Friese meren is veel schoner en voldoet wel aan de normen.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Inleiding	7
1.1 Locaties en vangstgebieden	8
2 Methoden	9
2.1 Monstername	9
2.2 Vetextractie	9
2.3 DR CALUX voor screening op dioxines en dioxineachtige PCB's.....	9
2.4 GC/HRMS analyse van dioxines en PCB's	10
2.5 GC/MS analyse van gebromeerde vlamvertragers (PBDE's)	10
3 Resultaten	11
3.1 Zwemblaasparasieten	11
3.2 Vetpercentage	12
3.3 Dioxine-analyses.....	13
3.3.1 Gebromeerde vlamvertragers	17
4 Conclusies	18
5 Aanbevelingen	19
Literatuurlijst	20
Annex I Biologische parameters schieralen	21
Annex II Analyse resultaten GC/HRMS - dioxine in schieraal	22
Annex III Resultaten PBDE analyse in schieraal	24

1 Inleiding

In het kader van het monitoringproject "contaminanten in vis en visserijproducten" is een onderzoek uitgevoerd naar de toestand van schieraal in de Nederlandse binnenwateren, voor wat betreft conditiefactor, parasieten en contaminantgehalten.

De schieraal is een volgroeide aal (paling – *Anguilla anguilla*) welke vanuit zijn habitat naar de Sargassozee trekt om daar te paren. Omdat deze trektocht lang is, is de conditie van de uittrekkende schieraal van groot belang. Indien de schieraal vervuild en onvoldoende vet is, lijkt de kans op een succesvolle terugkeer naar de Sargassozee af te nemen, welke een negatieve invloed heeft op het aantal eitjes en palinglarven (voorstadium van de glasaal) dat geboren wordt (Palstra 2006). De palingstand is zo dus mede afhankelijk van de "conditie" van de uittrekkende schieraal.

Dit onderzoek heeft betrekking op schieralen welke vroeg in het "trekseizoen" zijn gevangen. Aangezien de schieralen dan nog maar nauwelijks uit hun oorspronkelijke leefomgeving vertrokken zijn, wordt verondersteld dat de gevangen schieraal van de betreffende locatie afkomstig is en er een relatie bestaat tussen de conditie en de verontreiniging van de schieraal en de vervuiling van de vangstlocatie.

Dit onderzoek beschrijft de biologische conditie van de schieraal in termen van lengte, gewicht, aantal zwemblaasparasieten en een overall conditiefactor (Fulton index). Daarnaast wordt de conditie ook bepaald aan de hand van de chemische vervuiling in de individuele schieralen. Hierbij wordt specifiek gekeken naar dioxines en dioxineachtige PCB's, indicator-PCB's en gebromeerde vlamvertragers (PBDE's). Zo geeft dit rapport inzicht in de biologische en chemische conditie van de schieraal en de vervuiling/verontreiniging van zijn leefomgeving.

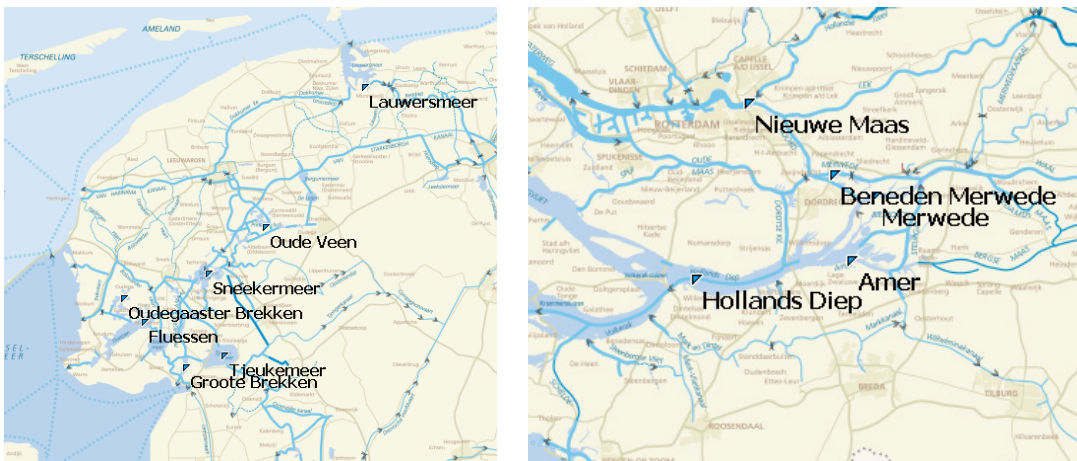
1.1 Locaties en vangstgebieden

Verdeeld over 14 locaties in Nederland zijn er in totaal 92 schieralen bemonsterd. Het betreft verschillende locaties in Friesland en het rivierengebied rond de Biesbosch. In Tabel 1 zijn de betreffende locaties en het aantal bemonsterde schieralen weergegeven. In Figuur 1 zijn de bemonsterde locaties in Nederland gegeven. Van alle vangstlocaties zijn ook de geografische posities in Tabel 1 opgenomen.

Ondanks het feit dat de schieralen vroeg in het "trekseizoen" bemonsterd zijn en de alen dus waarschijnlijk nog in hun oorspronkelijke leefomgeving verkeren, is er toch voor gekozen om de bemonsterde schieralen niet per locatie te clusteren, maar ze individueel te beschouwen. De biologische parameters van de individuele alen zijn in Annex 1 weergegeven.

Tabel 1. Vangstlocaties en aantal bemonsterde schieralen.

Gebied	Locatie	Aantal	Geografische locaties	
			Lat.	Lon.
Friesland	Polder - 1	3	53.10.469	5.25.293
Friesland	Lauwersmeer	8	53.18.595	6.09.215
Friesland	Polder - 2	11	53.18.590	6.09.192
Friesland	Oude Veen	6	53.09.023	5.50.493
Friesland	Sneekerveer	4	53.00.044	5.42.192
Friesland	Fluessen	8	52.57.536	5.32.303
Friesland	Groote Brekken	10	52.51.157	5.41.099
Friesland	Tjeukemeer	7	52.54.097	5.50.336
Friesland	Oudegaaster Brekken	8	52.58.402	5.27.426
Rivierengebied	Hollands Diep	3	51.42.316	4.34.293
Rivierengebied	Amer	10	51.43.229	4.45.398
Rivierengebied	Beneden Merwede	8	51.49.191	4.43.572
Rivierengebied	Nieuwe Merwede	1	51.46.112	4.44.529
Rivierengebied	Nieuwe Maas	5	51.54.945	4.26.318



Figuur 1. Vangstlocaties in Friesland (links) en het rivierengebied (rechts).

2 Methoden

2.1 Monstername

Verdeeld over twee gebieden in Nederland zijn eind 2009 92 schieralen bemonsterd. Het betreft negen locaties in Friesland en vijf in het rivierengebied. Per locatie zijn één of meerdere schieralen gevangen en individueel verwerkt en geanalyseerd. Zie Tabel 1 en Figuur 1 voor het aantal monsters, de gebieden en vangstlocaties.

2.2 Vetextractie

Uit de schieraaliletjes werd het vet geëxtraheerd en het percentage vet kwantitatief bepaald. Hiervoor werd 10 gram gemalen vis gemengd met 10 gram hydromatrix en overgebracht in een ASE-monsterbuis. Het monster werd achtereenvolgens 3 keer geëxtraheerd met 20 ml hexaan:aceton (1:1) bij 100°C en 1500 PSI. Het extract werd gefiltreerd over een trechter met Na₂SO₄ en opgevangen in een vooraf gewogen kolf. Het oplosmiddel (hexaan:aceton (1:1)) werd met een rotorvapor verdampt, waarna het geëxtraheerde visvet gedurende 1 nacht bij 40°C werd gedroogd. Na drogen werd het geëxtraheerde vet gewogen en het vetpercentage in vis kwantitatief bepaald.

2.3 DR CALUX voor screening op dioxines en dioxineachtige PCB's

Een deelmonster van 0,2 g vet werd gemengd met 5 ml hexaan/diethylether (97/3 v/v) en vervolgens overgebracht op een 10 g zure silica kolom. De dioxines en dioxine-achtige PCB's werden vervolgens geëluëerd met 40 ml hexaan/diethylether (97/3 v/v). Het eluaat werd geconcentreerd tot circa 5 ml in een SpeedVac en het resterende extract overgebracht naar een kleiner buisje met 40 µl dimethyl sulfoxide (DMSO). Vervolgens werd het resterende oplosmiddel verder verwijderd in een SpeedVac.

In elke test reeks werden een aantal vetmonsters met 2, 75, 150, 225, 300, 375 en 450 pg WHO1998-TEQ/gram vet als referenties mee geanalyseerd. Extracten werden toegevoegd aan incubatiemedium en vervolgens toegevoegd aan multiwellplaten met de 1.1 pGudLuc H4IIE cellen (BDS, Amsterdam, Nederland). De cellen werden blootgesteld in drievoud gedurende 24 uur, gevolgd door lysis van de cellen en bepaling van de hoeveelheid luciferase. De gemeten intensiteit van het monsterextract werd vergeleken met de gemeten intensiteit van de referentievetten. De gemeten intensiteit is zo een maat voor de somconcentratie van dioxines, dioxine-achtige PCB's en mogelijk andere dioxineachtige verbindingen.

Deze screeningmethode geeft informatie over de totale hoeveelheid aan dioxineachtige verbindingen en geeft geen informatie over de concentratie van de individuele stoffen die het DR CALUX analysesignaal veroorzaken. Indien er echter geen signaal wordt waargenomen dan is dit een teken dat er geen dioxineachtige stoffen (dioxines en of stoffen met een vergelijkbare biologische/toxische werking) in het monster aanwezig zijn. Indien wel dioxineachtige componenten in het monstermateriaal aanwezig zijn, dan werd het analysesignaal vergeleken met

het signaal dat controlemonsters geven met een bekende hoeveelheid totaal-TEQ. Op die wijze is een schatting gemaakt van het TEQ-gehalte uitgedrukt in BEQ (bioequivalenten).

2.4 GC/HRMS analyse van dioxines en PCB's

Aan 1 gram vet werd een bekende hoeveelheid van ^{13}C -isotoopgelabelde interne standaarden toegevoegd en het monster werd opgelost in 30 ml hexaan. Vervolgens werd het monster gezuiverd door gebruik te maken van de PowerPrep. Deze PowerPrep is een geautomatiseerd instrument welke gebruik maakt van vier opzuiveringskolommen (zure-silicakolom voor vetoxidatie; gecombineerde silicakolom voor het verwijderen van vetrestanten; aluminakolom voor het verwijderen van interfererende componenten en een koolkolom voor het scheiden van de planaire en non-planaire componenten). Uiteindelijk ontstaan twee fracties; fractie "A" bevat de vlamvertragers, mono-ortho gesubstitueerde en indicator PCB's. Fractie "B" bevat de dioxines en non-ortho gesubstitueerde PCB's. Beide fracties werden voorzien van recoverystandaarden. Voor de analyse van mono-ortho gesubstitueerde en indicator PCB's werd fractie A geconcentreerd tot een eindvolume van 5 ml. Fractie B (dioxine en non-ortho gesubstitueerde PCB's) en fractie "A" (voor de analyse van vlamvertragers) werden uiteindelijk geconcentreerd tot een eindvolume van 0,5 ml. Een aliquot van fractie "A" en "B" werd achtereenvolgens met GC/HRMS geanalyseerd. De gaschromatograaf was voorzien van een 60 meter capillaire kolom (DB-5-MS, ID=0.25 mm). Voor detectie werd een "Waters - Autospec Ultima" hoge resolutie massaspectrometer gebruikt. Deze machinerie werd zodanig afgesteld dat de resolutie minimaal 10.000 was. Van zowel de natieve als ^{13}C -gelabelde congenere werden twee ionen gemeten en gekwantificeerd.

2.5 GC/MS analyse van gebromeerde vlamvertragers (PBDE's)

Voor het analyseren van gebromeerde vlamvertragers (PBDE's) werd na reconcentratie van fractie "A" de recoverystandaard (PCB 209) toegevoegd waarna 10 μl monsterextract in de GC-MS geïntroduceerd werd (Trace GC, Thermo Finnigan). Voor de scheiding van PBDE's werd een 30 meter RTX Cl-pesticide capillaire kolom (ID=0.25 mm) gebruikt. De ionisatie van deze contaminanten werd uitgevoerd bij 70eV via negatieve chemische ionisatie (NCI) met methaan als reactiegas. De concentratie van congener PBDE 209 werd berekend op basis van isotoop gelabelde interne standaard ^{13}C -PBDE 209, de overige PBDE's werden berekend op basis van de PCB 198 interne standaard en kalibratiestandaarden. Het totaalgehalte PBDE's werd uitgerekend als de som van 18 geanalyseerde PBDE congenere (PBDE 17, 28, 47, 49, 66, 71, 75, 77, 85, 99, 100, 119, 138, 153, 154, 183, 190 en 209).

3 Resultaten

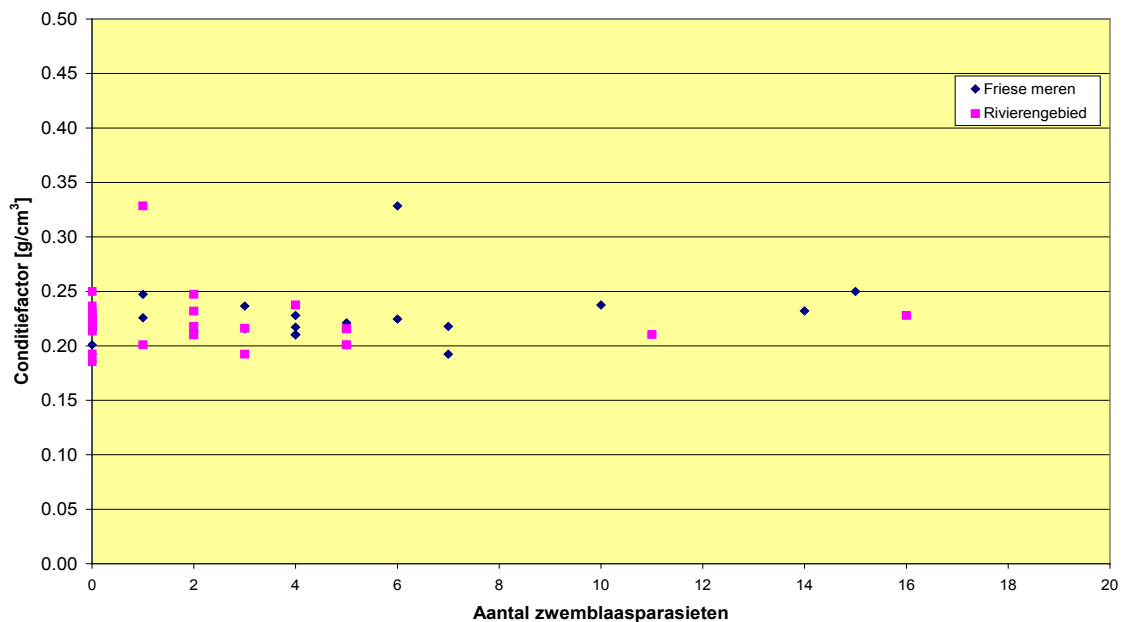
3.1 Zwemblaasparasieten

In 49 van de schieralen kwamen 1 of meerdere zwemblaasparasieten (*Anguillicola crassa*) voor. Gemiddeld over de 92 schieralen kwam de zwemblaasparasietbesmetting in 53% van de alen voor. In het Friese merengebied was dit percentage 48% en in het rivierengebied 67%.

De conditiefactor (Fulton index) welke de algemene conditie, "fitheid", van vissen beschrijft is berekend op basis van de lengte en gewicht (Fulton 1904, Nash 2006). Deze index is een metrische eenheid gebaseerd op de veronderstelling dat een isometrische groei plaatsvindt, hetgeen voor veel organismen, waaronder vis van toepassing is (Stevenson 2006). Deze index is het gewicht per lengte-eenheid tot de derde macht:

Fulton index: W/l^3

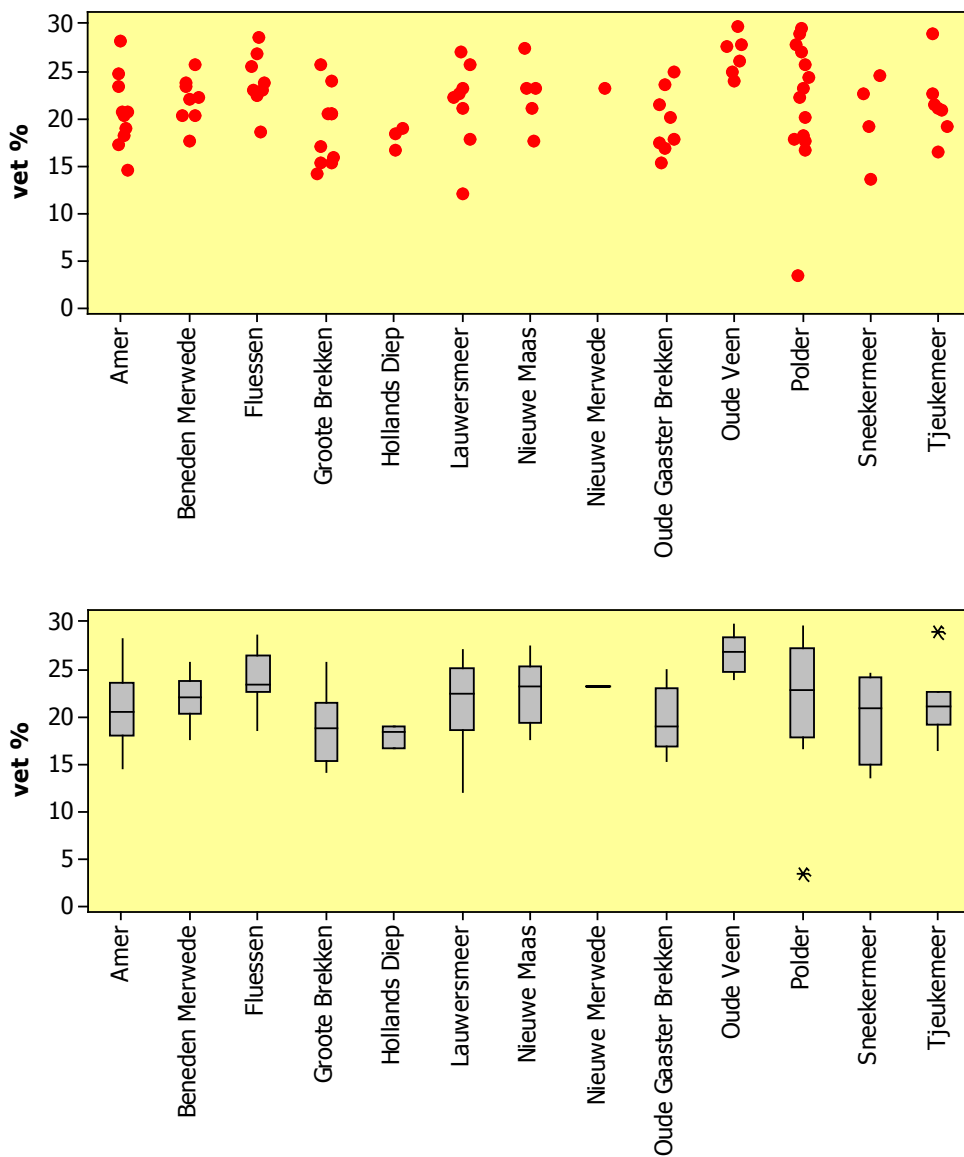
In dit onderzoek is er geen relatie aangetoond tussen het aantal zwemblaasparasieten en de Fulton index, ook niet tussen het aantal parasieten en de lengte van de schieraal (zie Figuur 2). Dit is vergelijkbaar met ander onderzoek waar de lengtegroei van Nederlandse rode aal als functie van het aantal zwemblaasparasieten is onderzocht (Willingen 1986).



Figuur 2. Relatie tussen de Fulton index en het aantal zwemblaasparasieten voor schieraal uit de Friese meren en het rivierengebied.

3.2 Vetpercentage

Het vetpercentage van de 92 schieralen uit de twee vangstgebieden is weergegeven in Figuur 3. Boven in Figuur 3 zijn de individuele percentages weergegeven, onderin zijn de resultaten verwerkt in een boxplot. Deze boxplot is gegenereerd op basis van de 25% regel, dat wil zeggen dat elk deel van de box 25% van de resultaten beschrijft (de streep onder de box, het onderste en bovenste deel van de box en het deel boven de box). De horizontale lijn in de box welke de scheiding is tussen het onderste en bovenste deel is de mediaan waarde. De waarden voor de twee poldergebieden in Friesland zijn in deze figuren samengevoegd. Eén van deze waarden is volgens de statistiek een uitbijter, evenals de hoogste waarde in het Tjeukemeer. Beide waarden zijn gemarkeerd. De lage waarde in het poldergebied is mogelijk afkomstig van een niet volgroeide (schier)aal. De hoge waarde in het Tjeukemeer is mogelijk van een schieraal welke mogelijk van een andere locatie afkomstig is.



Figuur 3. Individuele vetpercentages per vangstlocatie (boven), boxplot weergave van vetpercentage per vangstlocatie (onder).

3.3 Dioxine-analyses

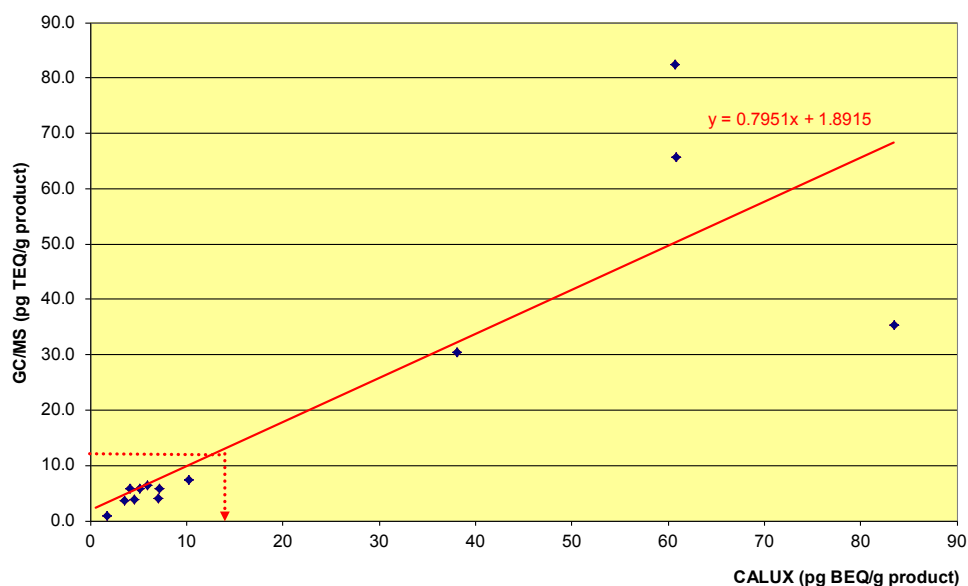
Uitgezonderd het monster schieraal met een vetpercentage van 3,2% zijn alle schieralen gescreend met de DR CALUX methode. Daarbij is het gehalte geschat op basis van de vergelijking met een serie referentievetten en weergegeven in zogenaamde BEQ's. Deze geschatte gehalten zijn in Tabel 2 weergegeven. Van de 91 monsters werd bij 25 het gehalte ingeschat op 12 pg TEQ/g of hoger. Ter bevestiging van de DR CALUX resultaten zijn 13 van de 92 schieralen geanalyseerd met de officiële GC/HRMS analysemethode. Daarbij gaat het om monsters met een geschat gehalte zowel onder als boven de 12 pg TEQ/g. De resultaten staan als som TEQ in Tabel 2. De gehalten van de individuele dioxine- en dioxineachtige PCB-congeneren staan in Annex 2.

Het is van belang dat genoemde DR CALUX resultaten een schatting zijn van de gehalten. In praktijk zal bij het hanteren van deze screeningsmethode een conservatievere beslisgrens worden gehanteerd (2/3 ML) en zal het resultaat van de GC/HRMS-methode uitsluitend moeten geven over het feit of het monster wel of niet voldoet aan de wettelijke norm. Daarbij wordt voor de bevestigingsmethode rekening gehouden met de meetonzekerheid en zal alleen aal die met 95% zekerheid de ML overschrijdt ook daadwerkelijk worden afgekeurd.

De 13 GC/HRMS analyseresultaten zijn getoetst aan de geldende ML norm. Voor dioxine in paling is de ML 4 pg TEQ per gram product, voor de som van dioxine en dioxineachtige PCB's is deze 12 pg TEQ per gram product. Voor de som van de 6 indicator PCB's is een toetsingswaarde van 300 ng per gram product aangehouden, overeenkomend met de nieuw voorgestelde EU norm. De gehalten in Tabel 2 zijn rood gemarkeerd indien deze inclusief de meetonzekerheid van 10% boven de EU-ML uitkomen. De DR CALUX resultaten worden niet aan de norm getoetst aangezien het geen bevestigingsmethode is en slechts gebruikt wordt om mogelijk verdachte monsters te selecteren. Ter indicatie zijn de waarden groter dan 12 pg BEQ per gram product oranje gekleurd.

Indien de DR CALUX methode dezelfde resultaten zou genereren als de GC/HRMS analysemethode, dan zou de ratio tussen beide resultaten (BEQ en TEQ) één moeten zijn. Echter, gemiddeld geeft de DR CALUX methode een gehalte welke een kleine overschatting is van de werkelijke TEQ-waarde. Om dit te verduidelijken zijn voor de 13 monsters die zowel met de DR CALUX als met GC/HRMS zijn gemeten de meetresultaten tegen elkaar uitgezet. In Figuur 4 is een regressielijn weergegeven die de relatie tussen DR CALUX (BEQ) en de GC/HRMS (TEQ) beschrijft.

Indien de ML van dioxine en dioxineachtige PCB's in paling (totaal TEQ 12 pg TEQ/g) wordt geïnterpoleerd in de regressielijn dan komt daar een waarde van 12.7 pg BEQ/g product uit. Het is duidelijk dat de DR CALUX-assay goed onderscheid maakt tussen met dioxines vervuilde (gecontamineerde) en "schone" aal. In dit rapport worden de DR CALUX resultaten ook op deze wijze gebruikt.



Figuur 4. Regressielijn welke de relatie tussen resultaten van de DR CALUX (BEQ) en de GC/HRMS (TEQ) methode beschrijft. Indien de ML van dioxine en dioxineachtige PCB's in paling (totaal TEQ 12 pg TEQ/g) wordt geïnterpoleerd in de regressielijn dan komt daar een waarde van 12.7 pg BEQ/g product uit.

Wanneer de BEQ van de twee gebieden (Friese meren en het rivierengebied) met elkaar wordt vergeleken dan vallen twee zaken op. Ten eerste de geringe spreiding in de resultaten in het Friese merengebied en ten tweede de veel hogere contaminatie in de schieraal uit het rivierengebied. Deze resultaten zijn weergegeven in Figuur 5. Onder in Figuur 5 zijn de resultaten weergegeven in een boxplot per gebied. Ook zijn de statistische uitbijters per groep weergegeven (*). Deze uitbijters hebben betrekking op de biologische variatie in de populatie. Voor het Friese merengebied geldt dat alle schieralen een DR CALUX resultaat hebben welke niet groter is dan de norm van 12 pg BEQ per gram product. In het rivierengebied daarentegen heeft meer dan 88% van de schieralen een gehalte boven deze 12 pg BEQ per gram product. Het verschil tussen de schieralen uit het rivierengebied in midden Nederland en de meren in Friesland, uitgaande van de DR CALUX resultaten is duidelijk waarneembaar. Dit beeld wordt bevestigd door de GC/HRMS analyseresultaten van de 9 schieralen uit de Friese meren en de 4 resultaten uit het rivierengebied en is ook in overeenstemming met eerder onderzoek naar de verontreiniging in Nederlandse rode aal (van der Lee 2009).

Van de 13 schieralen die zowel met de GC/HRMS als de DR CALUX zijn gemeten, zijn drie resultaten noemenswaardig; de overige GC/HRMS resultaten bevestigen het DR CALUX gehalte, zie Figuur 4. Het betreft twee relatief lage monsters uit Groote Brekken (200242089, 200242095) en één hoog besmet monster uit de Beneden Merwede (200242127) waar het geschatte DR CALUX gehalte circa twee maal zo groot was als het gehalte gemeten met de GC/HRMS. Deze grote overschatting kan te maken hebben met verschillen in congenerpatronen tussen referentiemonsters en testmonsters maar ook het gevolg zijn van de aanwezigheid van dioxineachtige stoffen die wel een effect hebben op de cellen van de DR CALUX maar niet horen tot de genormeerde dioxines en dioxineachtige PCB's. Deze contaminanten kunnen een vergelijkbare toxische werking hebben als de dioxines omdat deze op dezelfde biologische receptor aangrijpen.

Tabel 2. Overzichtstabel analysesresultaten resultaten

RIKILT nr	IMARES nr	Locatie	Vet (%)	DR-CALUX	GCHRMS				GCMS
				screening pg BEQ/g	PCDD/F pg TEQ/g	som dl-PCB pg TEQ/g	som TEQ pg TEQ/g	som 6 i-PCB ng/g	som 18 PBDE ng/g
200242047	2009/1297	POLDER (FRIESLAND -1)	18	3					
200242048	2009/1298	POLDER (FRIESLAND -1)	27	2					
200242049	2009/1299	POLDER (FRIESLAND -1)	23	4					
200242050	2009/1300	LAUWERSMEER	27	3					
200242051	2009/1301	LAUWERSMEER	22	4					
200242052	2009/1302	LAUWERSMEER	23	3					
200242053	2009/1303	LAUWERSMEER	12	2					
200242054	2009/1304	LAUWERSMEER	23	6	1.6	4.8	6.4	73	3
200242055	2009/1305	LAUWERSMEER	26	2					
200242056	2009/1306	LAUWERSMEER	18	1					
200242057	2009/1307	LAUWERSMEER	21	3					
200242058	2009/1308	POLDER (FRIESLAND -2)	28	2					
200242059	2009/1315	POLDER (FRIESLAND -2)	20	1					
200242060	2009/1309	POLDER (FRIESLAND -2)	24	2					
200242061	2009/1310	POLDER (FRIESLAND -2)	29	2					
200242062	2009/1311	POLDER (FRIESLAND -2)	3	nb					
200242063	2009/1312	POLDER (FRIESLAND -2)	18	2					
200242064	2009/1313	POLDER (FRIESLAND -2)	17	1					
200242065	2009/1314	POLDER (FRIESLAND -2)	26	2					
200242066	2009/1316	POLDER (FRIESLAND -2)	22	2					
200242067	2009/1317	POLDER (FRIESLAND -2)	18	1					
200242068	2009/1318	POLDER (FRIESLAND -2)	29	3					
200242069	2009/1319	OUDE VEEN	28	5					
200242070	2009/1320	OUDE VEEN	30	7					
200242071	2009/1321	OUDE VEEN	26	5					
200242072	2009/1322	OUDE VEEN	25	4					
200242073	2009/1323	OUDE VEEN	24	7					
200242074	2009/1324	OUDE VEEN	28	5	1.2	4.7	5.8	88	7
200242075	2009/1325	SNEEKERMEER	23	7	1.4	4.4	5.9	51	1
200242076	2009/1326	SNEEKERMEER	25	4	0.9	4.8	5.8	99	7
200242077	2009/1327	SNEEKERMEER	19	5	1.1	2.7	3.8	30	1
200242078	2009/1328	SNEEKERMEER	13	2					
200242079	2009/1329	FLUESSEN	23	2					
200242080	2009/1330	FLUESSEN	29	12					
200242081	2009/1331	FLUESSEN	27	5					
200242082	2009/1332	FLUESSEN	24	2	0.3	0.6	0.9	5	0.2
200242083	2009/1333	FLUESSEN	25	3					
200242084	2009/1334	FLUESSEN	19	2					
200242085	2009/1335	FLUESSEN	23	4	1.0	2.6	3.7	36	0.5
200242086	2009/1336	FLUESSEN	22	4					
200242087	2009/1337	GROOTE BREKKEN	20	5					
200242088	2009/1338	GROOTE BREKKEN	16	3					
200242089	2009/1339	GROOTE BREKKEN	20	7	0.8	3.2	4.0	61	2
200242090	2009/1340	GROOTE BREKKEN	15	4					
200242091	2009/1341	GROOTE BREKKEN	24	6					
200242092	2009/1342	GROOTE BREKKEN	20	4					
200242093	2009/1343	GROOTE BREKKEN	26	7					
200242094	2009/1344	GROOTE BREKKEN	14	5					
200242095	2009/1345	GROOTE BREKKEN	17	10	1.0	6.3	7.3	100	8
200242096	2009/1346	GROOTE BREKKEN	15	4					
200242097	2009/1347	TJUKEMEER	29	7					
200242098	2009/1349	TJUKEMEER	16	3					
200242099	2009/1350	TJUKEMEER	21	3					
200242100	2009/1351	TJUKEMEER	21	4					
200242101	2009/1352	TJUKEMEER	19	4					
200242102	2009/1353	TJUKEMEER	21	6					
200242103	2009/1354	TJUKEMEER	23	4					
200242104	2009/1355	OUDE GAASTER BREKKEN	20	3					
200242105	2009/1356	OUDE GAASTER BREKKEN	17	3					
200242106	2009/1357	OUDE GAASTER BREKKEN	25	3					
200242107	2009/1358	OUDE GAASTER BREKKEN	15	2					
200242108	2009/1359	OUDE GAASTER BREKKEN	18	3					
200242109	2009/1360	OUDE GAASTER BREKKEN	17	2					
200242110	2009/1361	OUDE GAASTER BREKKEN	23	3					
200242111	2009/1362	OUDE GAASTER BREKKEN	21	4					
200242112	2009/1363	HOLLANDS DIEP	17	17					
200242113	2009/1364	HOLLANDS DIEP	19	38	2.9	27.6	30.5	506	24
200242114	2009/1365	HOLLANDS DIEP	18	38					
200242115	2009/1366	AMER	19	44					
200242116	2009/1367	AMER	17	27					
200242117	2009/1368	AMER	21	4					
200242118	2009/1369	AMER	21	16					
200242119	2009/1370	AMER	20	10					
200242120	2009/1371	AMER	23	34					
200242121	2009/1372	AMER	25	26					
200242122	2009/1373	AMER	15	16					
200242123	2009/1374	AMER	28	61	9.2	56.5	65.7	1653	107
200242124	2009/1375	AMER	18	10					
200242125	2009/1376	BENEDEN MERWEDE	20	23					
200242126	2009/1377	BENEDEN MERWEDE	20	44					
200242127	2009/1378	BENEDEN MERWEDE	22	83	2.6	32.7	35.3	493	34
200242128	2009/1379	BENEDEN MERWEDE	23	22					
200242129	2009/1380	BENEDEN MERWEDE	17	44					
200242130	2009/1381	BENEDEN MERWEDE	26	34					
200242131	2009/1382	BENEDEN MERWEDE	24	34					
200242132	2009/1383	BENEDEN MERWEDE	22	55					
200242133	2009/1384	NIEUWE MERWEDE	23	48					
200242134	2009/1385	NIEUWE MAAS	23	46					
200242135	2009/1386	NIEUWE MAAS	18	37					
200242136	2009/1387	NIEUWE MAAS	21	40					
200242137	2009/1388	NIEUWE MAAS	23	61	11.5	70.9	82.4	2149	93
200242138	2009/1389	NIEUWE MAAS	27	45					

Som 6 indicator PCB's: 28, 52, 101, 138, 153 en 180

Som 18 PBDE's: 17, 28, 47, 49, 66, 71, 75, 77, 85, 99, 100, 119, 138, 153, 154, 183, 190 en 209

3.3.1 Gebromeerde vlamvertragers

In de 13 schieralen die voor GC/HRMS analyse geselecteerd waren, zijn ook de gehalten PBDE's bepaald. De som van deze 18 verbindingen is weergegeven in Tabel 2. Individuele PBDE-gehalten staan in Annex 2. De belangrijkste PBDE's zijn BDE 47, 100 en in iets mindere mate 49, 99, 153 en 154. In een aantal monsters werd ook de deca-PBDE 209 aangetroffen, zij het dat de detectielimiet van deze stof hoger is. Voor de PBDE's is geen wetgeving beschikbaar en kunnen de gehalten dus niet aan de ML worden gestaafd. Het is echter duidelijk dat het verschil tussen de Friese meren en het rivierengebied groot is. Gemiddeld in de Friese schieralen is de som van 18 PBDE's 3 ng/g product tegen 65 ng/g in het rivierengebied.

4 Conclusies

In beide gebieden, de Friese meren en het rivierengebied komt besmetting met zwemblaasparasieten voor. In het Friese merengebied is 48% van de bemonsterde schieralen besmet met één of meer zwemblaasparasieten. In het rivierengebied is 67% van de alen besmet met één of meerdere zwemblaasparasieten. Deze parasieten hebben geen invloed op de Fulton index, welke de algemene conditie en "fitheid" van de aal beschrijft en een relatie is tussen het gewicht en de lengte tot de derde macht. Er kan geen verschil worden aangetoond in de Fulton index voor schieraal uit de Friese meren en het rivierengebied.

Op basis van screening met de DR CALUX assay en aanvullend onderzoek met GC/HRMS blijkt dat schieraal uit het rivierengebied vervuild is met dioxines en dioxineachtige PCB's. De meeste (24/27) bemonsterde alen hebben indicatieve gehalten die erop duiden dat de norm van 12 pg TEQ/gram product wordt overstegen. Voor een aantal monsters is dit verder onderzocht en bevestigd. Schieraal uit de Friese meren is veel minder vervuild met dioxines en dioxineachtige PCB's. Geen van de 64 geanalyseerde schieralen uit de Friese meren was normoverschrijdend. Voor de som van 6 indicator PCB's gelden vergelijkbare resultaten, schieralen uit het rivierengebied hebben gehalten groter dan 300 ng/g product. Schieralen uit het Friese merengebied zijn veel schoner en overschrijden de voorgestelde norm van 300 ng/g niet.

De analyseresultaten van de gebromeerde vlamvertragers (PBDE's) geeft eveneens een vergelijkbaar beeld, echter deze gehalten kunnen door het ontbreken van normen niet getoetst worden. De hoogste gehalten worden gemeten in de schieraal afkomstig uit het rivierengebied; het totaalgehalte (som 18 PBDE's) is voor dit gebied 24-107 ng/g. Dit totaalgehalte is circa een factor 10-20 hoger dan in schieralen afkomstig uit de Friese meren (somalgehalte PBDE's 0-8 ng/g).

5 Aanbevelingen

Aanbeveling in het kader van voedselveiligheid

De gehalten aan dioxines en dioxineachtige PCB's in schieraal uit het rivierengebied zijn hoog en in ruim 88% van de gevallen lijken deze op basis van de screening normoverschrijdend. Omwille van volksgezondheid dienen deze (schier)alen uit het rivierengebied niet geconsumeerd te worden, omdat regelmatige consumptie kan leiden tot lichaamsgehalten die niet als veilig kunnen worden beschouwd.

De discrepantie tussen de schattingen vanuit de DR CALUX assay en de GC/HRMS-analyses duiden op de mogelijke aanwezigheid van andere contaminanten met een mogelijk dioxine-achtige werking. Dit zou verder onderzocht moeten worden.

Aanbevelingen in het kader van het aalherstelplan

Glasaal/pootaal dient uitgezet te worden in schone gebieden, gebieden als de Friese meren, om daar uit te groeien tot schone schieralen. In deze gebieden kunnen de alen groeien tot schieraal met als doel de uittrek van gezonde/schone schieralen te bevorderen.

Literatuurlijst

J. van Willigen, W. Dekker en P. van Banning; De parasiet *Anguillicola Crassa* in Nederlandse aal; (1986); RIVO rapport BV86-04.

A. P. Palstra, V. J. T. van Ginneken, A. J. Murk, G. E. E. J. M. van den Thillart; Are dioxin-like contaminants responsible for the eel (*Anguilla anguilla*) drama? *Naturwissenschaften* (2006) 93: 145-148.

R. D. M. Nash, A. H. Valencia, A. J. Geffen, The Origin of the Fulton's Condition Factor - Setting the Record Straight, *Fisheries* (2006) 31-5: 236-238.

M. K. van der Lee, W. A. Traag, M. Hoek-van Nieuwenhuizen, M. J. J. Kotterman en L. A. P. Hoogenboom; Verontreiniging rode aal Nederlandse binnenwateren, monitoring voor sportvisserij 2004-2008, (2009); RIKILT rapport 2009.011.

T. W. Fulton, the rate growth of fishes, *Fish Board of Scotland Annual Report* 22: 141-241 (1904).

R. D. Stevenson and W. A. Woods, Condition indices for conservation: new uses for evolving tools. *Integrative and Comparative Biology*, 46-6: 1169-1190 (2006).

Annex I Biologische parameters schieralen

RIKILT nr	IMARES nr	Locatie	Female/ male	Gewicht (g)	Lengte (cm)	Conditiefactor	Vet (%)	Gewicht lever (g)	Maaginhoud (g)	Aantal zwemblaasparasieten
200242047	2009/1297	POLDER (FRIESLAND -1)	female	574	61.7	0.24	17.84	6.7	0.0	0
200242048	2009/1298	POLDER (FRIESLAND -1)	female	1036	78.7	0.21	26.96	9.8	0.0	1
200242049	2009/1299	POLDER (FRIESLAND -1)	female	1346	76.1	0.31	23.14	19.7	0.0	0
200242050	2009/1300	LAUWERSMEER	male	104	38.2	0.19	26.98	1.0	0.0	6
200242051	2009/1301	LAUWERSMEER	male	113	38.2	0.20	22.24	1.6	0.0	0
200242052	2009/1302	LAUWERSMEER	male	92	34.8	0.22	22.56	1.2	0.0	2
200242053	2009/1303	LAUWERSMEER	female	306	54.2	0.19	12.04	3.8	0.0	0
200242054	2009/1304	LAUWERSMEER	male	171	42.4	0.22	23.03	2.3	0.0	5
200242055	2009/1305	LAUWERSMEER	male	87	35.7	0.19	25.63	1.3	0.0	0
200242056	2009/1306	LAUWERSMEER	female	556	65.2	0.20	17.80	8.2	0.0	3
200242057	2009/1307	LAUWERSMEER	female	1201	79.5	0.24	20.99	25.6	0.0	5
200242058	2009/1308	POLDER (FRIESLAND -2)	female	313	54.6	0.19	27.78	5.0	0.0	2
200242059	2009/1315	POLDER (FRIESLAND -2)	female	723	64.6	0.16	20.12	12.9	12.8	2
200242060	2009/1309	POLDER (FRIESLAND -2)	male	86	34.8	0.20	24.20	0.9	0.0	3
200242061	2009/1310	POLDER (FRIESLAND -2)	female	776	71.2	0.21	29.47	11.1	0.0	0
200242062	2009/1311	POLDER (FRIESLAND -2)	male	68	36.8	0.14	3.22	1.0	0.0	1
200242063	2009/1312	POLDER (FRIESLAND -2)	female	440	59.4	0.21	18.14	8.4	0.0	0
200242064	2009/1313	POLDER (FRIESLAND -2)	female	653	70.3	0.19	16.63	11.0	1.5	0
200242065	2009/1314	POLDER (FRIESLAND -2)	male	101	36.7	0.20	25.59	1.2	0.0	0
200242066	2009/1316	POLDER (FRIESLAND -2)	male	118	39.3	0.19	22.22	2.1	0.0	0
200242067	2009/1317	POLDER (FRIESLAND -2)	female	433	59.4	0.21	17.58	6.8	0.0	4
200242068	2009/1318	POLDER (FRIESLAND -2)	male	106	37.8	0.20	28.80	1.3	0.0	0
200242069	2009/1319	OUDE VEEN	female	1334	84.5	0.22	27.80	14.3	0.0	0
200242070	2009/1320	OUDE VEEN	female	522	62.3	0.22	29.62	5.7	0.0	0
200242071	2009/1321	OUDE VEEN	female	778	67.3	0.26	25.92	17.8	0.0	2
200242072	2009/1322	OUDE VEEN	female	1070	80.2	0.21	24.86	17.0	0.0	0
200242073	2009/1323	OUDE VEEN	female	788	89.3	0.11	23.86	8.7	0.0	11
200242074	2009/1324	OUDE VEEN	female	1228	78.7	0.25	27.65	15.7	0.0	16
200242075	2009/1325	SNEEKERMEER	female	477	58.7	0.24	22.60	9.5	0.0	0
200242076	2009/1326	SNEEKERMEER	female	654	69.3	0.20	24.54	7.9	0.0	0
200242077	2009/1327	SNEEKERMEER	female	578	63.4	0.23	19.05	13.2	0.0	7
200242078	2009/1328	SNEEKERMEER	female	1202	80.9	0.23	13.49	17.8	0.0	19
200242079	2009/1329	FLUESSEN	male	138	39.4	0.23	22.95	1.8	0.0	6
200242080	2009/1330	FLUESSEN	female	601	67.2	0.20	28.53	9.4	6.0	18
200242081	2009/1331	FLUESSEN	female	1197	77.7	0.26	26.87	19.7	4.9	0
200242082	2009/1332	FLUESSEN	female	986	74.2	0.24	23.77	14.0	0.0	1
200242083	2009/1333	FLUESSEN	female	1144	80.8	0.22	25.34	10.8	0.0	0
200242084	2009/1334	FLUESSEN	female	676	69.7	0.20	18.51	5.9	10.0	0
200242085	2009/1335	FLUESSEN	female	269	50.7	0.21	22.97	3.9	0.0	1
200242086	2009/1336	FLUESSEN	female	358	57.3	0.19	22.45	5.3	0.0	0
200242087	2009/1337	GROOTE BREKKEN	female	862	70.6	0.24	20.34	11.0	0.0	0
200242088	2009/1338	GROOTE BREKKEN	male	109	36.3	0.23	15.80	1.2	0.0	0
200242089	2009/1339	GROOTE BREKKEN	female	1168	80.5	0.22	20.48	18.2	0.0	0
200242090	2009/1340	GROOTE BREKKEN	female	889	75.7	0.20	15.17	10.0	0.0	17
200242091	2009/1341	GROOTE BREKKEN	female	679	64.9	0.25	23.84	12.1	0.0	30
200242092	2009/1342	GROOTE BREKKEN	female	1029	79.3	0.21	20.42	13.4	0.0	0
200242093	2009/1343	GROOTE BREKKEN	female	1065	75.8	0.24	25.71	17.0	1.7	4
200242094	2009/1344	GROOTE BREKKEN	female	1367	83.7	0.23	14.09	15.0	0.0	1
200242095	2009/1345	GROOTE BREKKEN	female	1061	77.3	0.23	16.90	13.2	0.0	8
200242096	2009/1346	GROOTE BREKKEN	female	577	64.7	0.21	15.23	7.7	0.0	0
200242097	2009/1347	TJEUKEMEER	male	181	44.8	0.20	28.97	2.3	0.0	2
200242098	2009/1349	TJEUKEMEER	female	643	67.3	0.21	16.47	7.2	0.0	0
200242099	2009/1350	TJEUKEMEER	female	968	76.7	0.21	20.88	12.9	0.0	4
200242100	2009/1351	TJEUKEMEER	female	1364	89	0.19	21.01	14.0	0.0	2
200242101	2009/1352	TJEUKEMEER	female	309	54.2	0.19	19.16	4.2	3.4	1
200242102	2009/1353	TJEUKEMEER	female	964	74.7	0.23	21.42	13.2	0.0	0
200242103	2009/1354	TJEUKEMEER	female	1261	78.7	0.26	22.58	20.1	0.0	0
200242104	2009/1355	OUDE GAASTER BREKKEN	female	425	59.5	0.20	20.11	8.4	16.5	5
200242105	2009/1356	OUDE GAASTER BREKKEN	female	1129	83.2	0.20	17.37	12.0	0.0	0
200242106	2009/1357	OUDE GAASTER BREKKEN	female	891	71.5	0.24	24.90	17.5	1.6	0
200242107	2009/1358	OUDE GAASTER BREKKEN	female	360	55.1	0.22	15.25	4.1	0.0	0
200242108	2009/1359	OUDE GAASTER BREKKEN	female	381	54.3	0.24	17.77	5.9	0.0	13
200242109	2009/1360	OUDE GAASTER BREKKEN	female	1488	85.5	0.24	16.71	27.6	0.0	0
200242110	2009/1361	OUDE GAASTER BREKKEN	female	748	66.7	0.25	23.46	9.9	0.0	0
200242111	2009/1362	OUDE GAASTER BREKKEN	female	1355	80.5	0.26	21.42	20.3	0.0	3
200242112	2009/1363	HOLLANDS DIEP	female	1006	75.2	0.24	16.59	10.2	0	3
200242113	2009/1364	HOLLANDS DIEP	female	869	64.2	0.33	18.99	8.9	0	6
200242114	2009/1365	HOLLANDS DIEP	female	1027	76.2	0.23	18.28	10.5	0	14
200242115	2009/1366	AMER	female	771	70.2	0.22	18.89	10.6	0	0
200242116	2009/1367	AMER	female	598	62.3	0.25	17.10	9	0	1
200242117	2009/1368	AMER	female	948	75.4	0.22	20.71	13.7	0	5
200242118	2009/1369	AMER	female	1407	88.8	0.20	20.59	16.9	0	0
200242119	2009/1370	AMER	female	925	74.2	0.23	20.19	9.5	0	0
200242120	2009/1371	AMER	female	1034	78.2	0.22	23.23	12.6	0	0
200242121	2009/1372	AMER	female	434	58.6	0.22	24.65	6.4	0	3
200242122	2009/1373	AMER	female	250	48.6	0.22	14.50	3.4	0	7
200242123	2009/1374	AMER	female	373	56.2	0.21	28.14	6.7	0	4
200242124	2009/1375	AMER	female	298	53.7	0.19	18.13	3.3	0	7
200242125	2009/1376	BENEDEN MERWEDE	female	1296	84.2	0.22	20.25	15	0	4
200242126	2009/1377	BENEDEN MERWEDE	female	472	61.7	0.20	20.19	7.8	0	5
200242127	2009/1378	BENEDEN MERWEDE	female	680	64.8	0.25	22.12	6.7	0	15
200242128	2009/1379	BENEDEN MERWEDE	female	702	68.7	0.22	23.32	11.8	0	0
200242129	2009/1380	BENEDEN MERWEDE	female	457	62.7	0.19	17.50	5.1	0	0
200242130	2009/1381	BENEDEN MERWEDE	female	691	67.5	0.22	25.64	13.4	0	6
200242131	2009/1382	BENEDEN MERWEDE	female	825	70.3	0.24	23.80	12.4	0	10
200242132	2009/1383	BENEDEN MERWEDE	female	1030	78.3	0.21	21.96	12.6	0	0
200242133	2009/1384	NIEUWE MERWEDE	female	735	68.8	0.23	23.04	8.2	0	1
200242134	2009/1385	NIEUWE MAAS	female	524	64.8	0.19	23.09	9.7	0	0
200242135	2009/1386	NIEUWE MAAS	female	434	57.2	0.23	17.59	11.3	0	0
200242136	2009/1387	NIEUWE MAAS	female	369	55.7	0.21	21.08	5.4	0	2
200242137	2009/1388	NIEUWE MAAS	female	354	55.2	0.21	23.21	5.9	0	4
200242138	2009/1389	NIEUWE MAAS	female	664	66.3	0.23	27.30	12.8	0	4

Annex II Analyse resultaten GC/HRMS - dioxine in schieraal

Resultaat van de analyse van dioxine en PCB								
Gehaltes in pg/g product, totaal gehaltes in pg TEQ/g product								
	RIKILT nr	242054	242074	242075	242076	242077	242082	242085
	IMARES nr	2009/1304	2009/1324	2009/1325	2009/1326	2009/1327	2009/1332	2009/1335
Dioxines								
2,3,7,8-TCDF		0.22	0.26	0.19	0.23	0.13	0.12	0.21
1,2,3,7,8-PeCDF		0.052	*	0.06	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
2,3,4,7,8-PeCDF		0.71	0.89	0.97	0.63	0.78	0.10	0.68
1,2,3,4,7,8-HxCDF		0.35	0.20	0.30	0.18	0.22	<0.05	0.22
1,2,3,6,7,8-HxCDF		0.22	0.16	0.24	0.15	0.17	<0.05	0.23
2,3,4,6,7,8-HxCDF		0.23	0.16	0.23	0.17	0.17	<0.05	0.22
1,2,3,7,8,9-HxCDF		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF		0.24	0.13	0.15	0.14	0.10	<0.05	0.21
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
OCDF		<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
2,3,7,8-TCDD		0.45	0.22	0.26	0.19	0.17	0.07	0.15
1,2,3,7,8-PeCDD		0.62	0.36	0.54	0.29	0.41	0.08	0.38
1,2,3,4,7,8-HxCDD		0.15	0.13	0.11	0.089	0.07	<0.05	0.13
1,2,3,6,7,8-HxCDD		0.47	0.34	0.34	0.34	0.21	0.06	0.43
1,2,3,7,8,9-HxCDD		0.21	0.086	0.12	*	0.13	<0.05	0.11
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD		0.38	0.22	0.21	0.26	0.12	0.07	0.27
OCDD		0.53	0.33	0.29	0.37	0.26	0.13	0.42
WHO-PCDD/F-TEQ [lb]		1.6	1.2	1.44	0.91	1.08	0.22	1.0
WHO-PCDD/F-TEQ [ub]		1.6	1.2	1.44	0.92	1.09	0.26	1.0
non-ortho-PCB's								
PCB 81		1.0	1.2	0.57	0.72	0.31	0.20	0.63
PCB 77		1.9	2.9	3.44	2.3	1.71	1.17	1.4
PCB 126		24	23	25.12	21	16.23	4.42	14
PCB 169		5.1	3.3	4.85	3.1	3.01	0.75	3.2
WHO-NO-PCB-TEQ [lb]		2.4	2.3	2.56	2.2	1.65	0.45	1.5
WHO-NO-PCB-TEQ [ub]		2.4	2.3	2.56	2.2	1.65	0.45	1.5
mono-ortho-PCB's								
PCB 123		*	*	*	*	*	<40	*
PCB 118		11000	10300	8420	11500	4180	697	5150
PCB 114		118	160	124	152	63	<40	90
PCB 105		2290	2140	2120	2490	892	205	1290
PCB 167		1010	1040	713	1230	403	83	481
PCB 156		1690	1820	1310	2090	853	115	834
PCB 157		254	222	177	259	101	<40	122
PCB 189		184	153	105	206	75	<40	90
WHO-MO-PCB-TEQ [lb]		2.4	2.4	1.88	2.7	1.03	0.15	1.2
WHO-MO-PCB-TEQ [ub]		2.4	2.4	1.88	2.7	1.03	0.20	1.2
WHO-PCB-TEQ [lb]		4.8	4.7	4.44	4.8	2.68	0.60	2.6
WHO-PCB-TEQ [ub]		4.8	4.7	4.44	4.8	2.68	0.65	2.6
WHO-PCDD/F-PCB-TEQ [lb]		6.4	5.8	5.88	5.7	3.76	0.82	3.7
WHO-PCDD/F-PCB-TEQ [ub]		6.4	5.8	5.88	5.8	3.77	0.90	3.7
indicator-PCB's								
PCB 028		1090	1000	668	1770	351	326	369
PCB 052		3360	3690	2020	5480	1300	294	1400
PCB 101		8930	6680	6340	7030	2720	318	1990
PCB 153		32000	40400	23900	45200	13800	2180	17000
PCB 138		17800	23200	12800	26000	7600	1330	9040
PCB 180		10100	13200	5680	13800	3880	622	5790
Totaal indicator PCB's [ub]		73280	88170	51408	99280	29651	5070	35589
lb met lower bound detectiegrenzen								
ub met upper bound detectiegrenzen								
*) Interferentie								

Resultaat van de analyse van dioxine en PCB							
Gehaltes in pg/g product, totaal gehaltes in pg TEQ/g product							
	RIKILT nr	242089	242095	242113	242123	242127	242137
	IMARES nr	2009/1339	2009/1345	2009/1364	2009/1374	2009/1378	2009/1388
Dioxines							
2,3,7,8-TCDF		0.26	0.28	0.54	0.42	0.43	0.32
1,2,3,7,8-PeCDF		0.057	0.052	*	*	*	*
2,3,4,7,8-PeCDF		0.56	0.70	2.3	4.0	2.5	4.0
1,2,3,4,7,8-HxCDF		0.11	0.16	0.85	3.8	0.55	4.2
1,2,3,6,7,8-HxCDF		0.084	0.096	0.24	0.96	0.23	1.2
2,3,4,6,7,8-HxCDF		0.10	0.089	0.23	0.80	0.25	1.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF		0.067	0.076	0.19	1.2	0.17	1.4
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF		<0.05	<0.05	<0.05	0.11	<0.05	0.14
OCDF		<0.10	<0.10	<0.10	0.45	<0.10	0.47
2,3,7,8-TCDD		0.19	0.38	0.72	5.5	0.59	7.4
1,2,3,7,8-PeCDD		0.22	0.19	0.73	0.85	0.52	1.2
1,2,3,4,7,8-HxCDD		0.065	<0.05	0.16	0.32	0.14	0.39
1,2,3,6,7,8-HxCDD		0.16	0.13	0.63	1.3	0.68	1.6
1,2,3,7,8,9-HxCDD		<0.05	<0.05	0.20	0.24	0.18	0.26
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD		0.12	0.092	0.46	0.94	0.48	0.75
OCDD		0.20	0.28	0.90	1.4	0.81	1.3
WHO-PCDD/F-TEQ [lb]		0.78	1.0	2.9	9.2	2.6	12
WHO-PCDD/F-TEQ [ub]		0.79	1.0	2.9	9.2	2.6	12
non-ortho-PCB's							
PCB 81		0.86	1.2	2.7	2.8	3.2	2.5
PCB 77		3.1	8.9	27	22	36	19
PCB 126		15	27	133	178	174	179
PCB 169		2.1	3.8	19	42	30	58
WHO-NO-PCB-TEQ [lb]		1.6	2.7	14	18	18	19
WHO-NO-PCB-TEQ [ub]		1.6	2.7	14	18	18	19
mono-ortho-PCB's							
PCB 123		*	*	*	*	*	*
PCB 118		7410	16900	71200	224000	66000	324000
PCB 114		92	219	875	1790	1210	1850
PCB 105		1370	3440	16700	30300	17300	33700
PCB 167		809	1450	9110	21000	8950	24000
PCB 156		1310	2350	7880	19300	10000	25700
PCB 157		160	379	1490	3940	1830	4720
PCB 189		125	216	557	1470	781	2280
WHO-MO-PCB-TEQ [lb]		1.7	3.5	14	38	15	52
WHO-MO-PCB-TEQ [ub]		1.7	3.5	14	38	15	52
WHO-PCB-TEQ [lb]		3.2	6.3	28	56	33	71
WHO-PCB-TEQ [ub]		3.2	6.3	28	56	33	71
WHO-PCDD/F-PCB-TEQ [lb]		4.0	7.3	30	66	35	82
WHO-PCDD/F-PCB-TEQ [ub]		4.0	7.3	31	66	35	82
indicator-PCB's							
PCB 028		656	955	3880	10900	10900	8080
PCB 052		2960	3330	23400	160000	25100	167000
PCB 101		6440	8140	63300	273000	57100	394000
PCB 153		27000	47800	256000	765000	223000	1000000
PCB 138		15700	25700	114000	331000	125000	407000
PCB 180		8370	13900	45800	113000	51400	173000
Totaal indicator PCB's [ub]		61126	99825	506380	1652900	492500	2149080
lb met lower bound detectiegrenzen							
ub met upper bound detectiegrenzen							
*) Interferentie							

Annex III Resultaten PBDE analyse in schieraal

RIKILT nr	IMARES	Locatie	vet [%]	PBDE 17 pg/g product	PBDE 28 pg/g product	PBDE 47 pg/g product	PBDE 49 pg/g product	PBDE 66 pg/g product	PBDE 71 pg/g product	PBDE 75 pg/g product	PBDE 77 pg/g product	PBDE 85 pg/g product
200242054	2009/1304	LAUWERSMEER	23.03	<40	48	2120	146	50	<40	<40	<40	<40
200242074	2009/1324	OUDE VEEN	27.65	<40	41	3285	320	<40	<40	<40	<40	<40
200242075	2009/1325	SNEEKERMEER	22.6	<40	<40	839	114	<40	114	<40	<40	<40
200242076	2009/1326	SNEEKERMEER	24.54	<40	<40	2322	227	50	<40	<40	<40	<40
200242077	2009/1327	SNEEKERMEER	19.05	<40	<40	633	66	<40	<40	<40	<40	<40
200242082	2009/1332	FLUESSEN	23.77	<40	<40	167	<40	<40	<40	<40	<40	<40
200242085	2009/1335	FLUESSEN	22.97	<40	<40	305	<40	<40	<40	<40	<40	<40
200242089	2009/1339	GROOTE BREKKEN	20.48	<40	<40	1065	128	<40	<40	<40	<40	<40
200242095	2009/1345	GROOTE BREKKEN	16.9	<40	46	5679	369	86	<40	<40	<40	<40
200242113	2009/1364	HOLLANDS DIEP	18.99	97	131	14308	1081	245	62	85	<40	<40
200242123	2009/1374	AMER	28.14	430	829	48096	9028	673	204	138	270	108
200242127	2009/1378	BENEDEN MERWEDE	22.12	<40	171	21213	1044	284	50	53	<40	<40
200242137	2009/1388	NIEUWE MAAS	23.21	347	481	40612	8045	641	228	127	258	121

RIKILT nr	IMARES	Locatie	vet [%]	PBDE 99 pg/g product	PBDE 100 pg/g product	PBDE 119 pg/g product	PBDE 138 pg/g product	PBDE 153 pg/g product	PBDE 154 pg/g product	PBDE 183 pg/g product	PBDE 190 pg/g product	PBDE 209 pg/g product
200242054	2009/1304	LAUWERSMEER	23.03	88	541	<40	<40	109	131	<100	<100	<1200
200242074	2009/1324	OUDE VEEN	27.65	<40	591	48	<40	83	215	<100	<100	2451
200242075	2009/1325	SNEEKERMEER	22.6	<40	182	<40	<40	<40	53	<100	<100	<1200
200242076	2009/1326	SNEEKERMEER	24.54	<40	421	<40	<40	92	115	<100	<100	3550
200242077	2009/1327	SNEEKERMEER	19.05	<40	135	<40	<40	41	49	<100	<100	<1200
200242082	2009/1332	FLUESSEN	23.77	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<100	<100	<1200
200242085	2009/1335	FLUESSEN	22.97	<40	112	<40	<40	<40	65	<100	<100	<1200
200242089	2009/1339	GROOTE BREKKEN	20.48	<40	242	<40	<40	62	104	<100	<100	<1200
200242095	2009/1345	GROOTE BREKKEN	16.9	136	960	<40	<40	157	326	<100	<100	<1200
200242113	2009/1364	HOLLANDS DIEP	18.99	670	6229	109	<40	529	576	<100	<100	<1200
200242123	2009/1374	AMER	28.14	1583	35637	247	<40	2867	3303	155	<100	3841
200242127	2009/1378	BENEDEN MERWEDE	22.12	620	8623	112	<40	641	749	<100	<100	<1200
200242137	2009/1388	NIEUWE MAAS	23.21	1654	34380	239	<40	3282	2924	156	<100	<1200

RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). RIKILT doet onafhankelijk onderzoek naar de veiligheid en kwaliteit van voedsel. Het instituut is gespecialiseerd in de detectie, identificatie, functionaliteit en (mogelijk schadelijke) effectiviteit van stoffen in voedingsmiddelen en diervoeders.

RIKILT adviseert nationale en internationale overheden bij het vaststellen van normen en analyse-methoden. Ook tijdens incidenten en voedselcrises staat RIKILT 24 uur per dag en zeven dagen in de week paraat.

Het Wageningse onderzoeksinstituut is het nationaal referentielaboratorium (NRL) voor melk, genetisch gemodificeerde organismen en vrijwel alle chemische stoffen, en het Europees referentielaboratorium (EU-RL) voor stoffen met hormonale werking.

RIKILT maakt deel uit van verschillende nationale en internationale expertisecentra en netwerken. Het grootste deel van onze opdrachten voeren wij uit voor het ministerie van Economische Zaken, Landbouw & Innovatie en de nieuwe Voedsel en Waren Autoriteit. Andere opdrachtgevers zijn de Europese Unie, de European Food Safety Authority (EFSA), buitenlandse overheden, maatschappelijke organisaties en bedrijven.

Meer informatie: www.rikilt.wur.nl

