
Verontreiniging Nederlandse schieraal 2009-2010

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

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

Verontreiniging Nederlandse schieraal 2009-2010

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

M.K. van der Lee¹, S.P.J. van Leeuwen¹, M. Hoek-van Nieuwenhuizen², M.J.J. Kotterman² en L.A.P. Hoogenboom¹

1 RIKILT –Wageningen UR

2 IMARES - Wageningen UR

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

RIKILT Wageningen UR
Wageningen, juni 2013

RIKILT-rapport 2013.004

Lee, M.K. van der, S.P.J. van Leeuwen, M. Hoek-van Nieuwenhuizen, M.J.J. Kotterman and L.A.P. Hoogenboom, 2013. *Verontreiniging Nederlandse schieraal 2009-2010; Onderzoek naar dioxines, PCB's, organochloorverbindingen en gebromeerde vlamvertragers (PBDE's) in schieraal uit Friese meren en het rivierengebied*. Wageningen, RIKILT Wageningen UR (University & Research centre), RIKILT-rapport 2013.004. 30 blz.; 5 fig.; 3 tab.; 8 ref.

Projectnummer: 122.720.7401

BAS-code: WOT-02-001-014

Projecttitel: Monitoring contaminanten in Nederlandse vis en visserijproducten

Projectleider: S.P.J. van Leeuwen

© 2013 RIKILT Wageningen UR

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 Wageningen UR is het niet toegestaan:

- a. *dit door RIKILT Wageningen UR uitgebrachte rapport gedeeltelijk te publiceren of op andere wijze gedeeltelijk openbaar te maken;*
- b. *dit door RIKILT Wageningen UR uitgebrachte rapport, c.q. de naam van het rapport of RIKILT Wageningen UR, 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 Wageningen UR te gebruiken in andere zin dan als auteur van dit rapport.*

Postbus 230, 6700 AE Wageningen, T 0317 48 02 56,

E info.rikilt@wur.nl, www.wageningenUR/nl/rikilt. RIKILT is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

RIKILT aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

RIKILT-rapport 2013.004

Verzendlijst:

- Ministerie van Economische Zaken: J.B.F. Vonk; E. Kuijpers; M. Snijdelaar; D.J. van der Stelt
- Ministerie voor Volksgezondheid, Welzijn en Sport – VWS: G.T.J.M. Theunissen; K. Beaumont
- Nederlandse Voedsel en Waren Autoriteit - NVWA: R. Theelen; J.A. van Rhijn; G.A. Lam
- Combinatie van Beroepsvissers: A. Heinen
- Verenigde Riviervissers Samen Sterk: A. de Wit
- 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 Wageningen UR: L.A.P. Hoogenboom; M.K. van der Lee; W.A. Traag; S.P.J. van Leeuwen
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu - RIVM: A. Bulder; M.I. Bakker; J. van Klaveren

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Locaties en vangstgebieden	8
2	Methoden	9
	2.1 Monstername	9
	2.2 Bepaling conditiefactor en aantal zwemblaasparasieten	9
	2.3 Vetextractie	9
	2.4 DR CALUX voor screening op dioxines en dl-PCB's	9
	2.5 GC/HRMS-analyse van dioxines en PCB's	10
	2.6 GC/MS-analyse van gebromeerde vlamvertragers (PBDE's)	10
	2.7 GCxGC-TOFMS-analyse van OCP's	10
3	Resultaten en discussie	11
	3.1 Zwemblaasparasieten	11
	3.2 Vetpercentage	11
	3.3 Dioxine- en dl-PCB-gehalten	12
	3.3.1 PBDE's	18
	3.3.2 OCP's	19
4	Conclusies	20
5	Aanbevelingen	21
	Literatuurlijst	22
	Bijlage 1 Biologische parameters schieralen 2009 en 2010	23
	Bijlage 2 Gehalten van dioxines, dl-PCB's en ndl-PCB's, op productbasis	25
	Bijlage 3 Gehalten van PBDE congenere en de som van PBDE's (op productbasis)	28
	Bijlage 4 Gehalten van OCP's (op productbasis)	29

Samenvatting

Dit onderzoek beschrijft de mate van contaminatie en conditie van de Nederlandse schieraal gevangen in 2009 en 2010. De verontreiniging van de schieraal is onderzocht door deze op dioxines en dioxineachtige polychloorbifenylen (dl-PCB's) (met behulp van DR CALUX en -in een selectie van monsters- met GC/HRMS), niet-dioxineachtige PCB's (ndl-PCB's), organochloorpesticiden (OCP's) en gebromeerde vlamvertragers (specifiek de polybroom diphenyl ethers, 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 was in 2009 49% en in 2010 40% van de bemonsterde schieralen besmet met één of meer zwemblaasparasieten. In het rivierengebied was dit in 2009 67% en in 2010 40%. 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 Fulton-index voor de schieralen uit 2009 en 2010 was vergelijkbaar.

In een selectie van de monsters zijn de dioxines en dl-PCB's ook met GC/HRMS onderzocht (ter ondersteuning van de DR CALUX resultaten). De analyseresultaten voor dioxines en dl-PCB's zijn berekend op basis van nieuwe toxische equivalentiefactoren (WHO-TEF2005), welke in 2012 zijn ingevoerd. Met de invoering van deze WHO-TEF2005-waarden zijn ook de maximaal toegelaten gehalten aangepast. Analyseresultaten tonen aan dat de schieralen bemonsterd in de Friese meren relatief schoon zijn. Zowel de in 2009 als in 2010 gemeten gehalten van dioxines, dl-PCB's en ndl-PCB's waren beneden de geldende maximum limieten (Verordening EU - 1881/2006, gemeten in een selectie van de monsters, met GC/HRMS). Schieraal uit het rivierengebied was daarentegen sterk vervuild. In 2009 en 2010 waren de met GC/HRMS onderzochte schieralen norm overschrijdend (EU-norm som dioxines en dl-PCB's 10 pg TEQ/g). Op basis van de DR CALUX screeningsresultaten waren in 2009 89% van de (24/27) schieralen uit het beneden rivierengebied verdacht op normoverschrijding en in 2010 77% (23/30).

De analyse van de PBDE's geeft een vergelijkbaar beeld, echter deze gehalten kunnen door het ontbreken van normen niet getoetst worden. De hoogste gehalten werden gemeten in de schieraal afkomstig uit het rivierengebied. De gehalten aan PBDE's in schieraal afkomstig uit de Friese meren waren zowel in 2009 als in 2010 een factor 2 lager. Geen van de OCP's in schieraal vertoonde een normoverschrijdend gehalte. Wel zijn in 2010 met enige regelmaat DDE, hexachloorbutadieen (HCBd), hexachloorbenzeen (HCB) en aldrin/dieldrin aangetoond. De gehalten in het beneden rivierengebied zijn daarbij hoger dan in het Friese merengebied.

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

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. De schieraal is een volgroeide aal (paling – *Anguilla anguilla*) welke vanuit zijn habitat naar de Sargassozee trekt om daar te paren. De analyseresultaten van het onderzoek 2009, zijn eerder gerapporteerd in RIKILT-rapport 2011.005. De resultaten werden berekend en getoetst aan de toen geldende Europese normen.

Per 1 januari 2012 zijn nieuwe Europese normen voor dioxines en de som van dioxines en dioxine achtige PCB's (dl-PCB's) gewijzigd waarbij tevens het gebruik van de toxische equivalent factoren uit 2005 (WHO-TEF2005) is ingevoerd. Ook zijn met die datum nieuwe EU-normen voor de som van de 6 niet-dioxine-achtige PCB's van kracht geworden. Deze zijn aanmerkelijk lager dan de tot dan toe geldende normen uit de Warenwet.

Dit rapport beschrijft zowel de nieuw berekende resultaten van het onderzoek in 2009 alsmede de resultaten van het onderzoek in schieraal bemonsterd in 2010. Om de resultaten te kunnen vergelijken zijn alle analyseresultaten herberekend en uitgedrukt op basis van de geldende normen na januari 2012 (Gewijzigde Verordening (EU) No 1881-2006). Met dit onderzoek is de toestand van Nederlandse schieraal voor wat betreft conditiefactor, parasieten en contaminantgehalten in kaart gebracht.

Dit onderzoek heeft betrekking op schieralen welke vroeg in het 'trekseizoen' van 2009 en 2010 zijn gevangen. Aangezien de schieralen in dit seizoen niet of 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 werd ook de chemische vervuiling in de individuele schieralen bepaald. Hierbij werd specifiek gekeken naar dioxines en dl-PCB's, ndl-PCB's, organochloorpesticiden (OCP's) en één klasse van vlamvertragers, de gebromeerde polybroomdifenylethers (PBDE's). Zo geeft dit rapport inzicht in de biologische conditie en de vervuiling/verontreiniging van de schieraal in zijn leefomgeving.

1.1 Locaties en vangstgebieden

Verdeeld over verschillende locaties in Nederland zijn in 2009 en 2010 in totaal 147 schieralen bemonsterd. Het betreft locaties in Friesland en het rivierengebied rond de Biesbosch. In tabel 1 zijn de betreffende locaties en het aantal bemonsterde schieralen per jaar 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 bijlage 1 weergegeven.

Tabel 1

Vangstlocaties en aantal bemonsterde schieralen.

Gebied	Locatie	Jaar	Aantal 09/10	Geografische locaties	
				Breedtegraad	Lengtegraad
Friesland	Polder - 1	2009/2010	3/4	53.10.469	5.25.293
Friesland	Lauwersmeer	2009/2010	8/3	53.18.595	6.09.215
Friesland	Polder - 2	2009	11/0	53.18.590	6.09.192
Friesland	Oude Veen	2009/2010	6/1	53.09.023	5.50.493
Friesland	Sneekermeer	2009/2010	4/1	53.00.044	5.42.192
Friesland	Fluessen	2009/2010	8/3	52.57.536	5.32.303
Friesland	Groote Brekken	2009/2010	10/2	52.51.157	5.41.099
Friesland	Tjeukemeer	2009/2010	7/2	52.54.097	5.50.336
Friesland	Oudegaaster Brekken	2009/2010	8/3	52.58.402	5.27.426
Friesland	Boezem	2010	0/4	53.17.337	6.04.23.6
Friesland	Bergenermeer	2010	0/2	53.10.178	5.56.019
Rivierengebied	Hollands Diep	2009/2010	3/5	51.42.316	4.34.293
Rivierengebied	Amer	2009/2010	10/2	51.43.229	4.45.398
Rivierengebied	Beneden Merwede	2009/2010	8/5	51.49.191	4.43.572
Rivierengebied	Nieuwe Merwede	2009/2010	1/4	51.46.112	4.44.529
Rivierengebied	Nieuwe Maas	2009/2010	5/7	51.54.945	4.26.318
Rivierengebied	Oude Maas	2010	0/5	51.50.055	4.28.581
Rivierengebied	Lek	2010	0/1	51.53.306	4.42.341
Rivierengebied	Haringvliet	2010	0/1	51.46.305	4.13.031



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

2 Methoden

2.1 Monstername

Eind 2009 zijn, verdeeld over twee gebieden in Nederland, 92 schieralen bemonsterd. Het betreft negen locaties in Friesland en vijf in het rivierengebied. In 2010 zijn nog eens 55 schieralen bemonsterd. Het betrof in 13 gevallen dezelfde locatie als in 2009, 2 nieuwe locaties in Friesland en 3 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 Bepaling conditiefactor en aantal zwemblaasparasieten

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

De zwemblaasparasiet zoals onderzocht in de schieralen betref de worm *Anguillicola crassa*. Volwassen wormen kunnen 18 tot 70 mm lang worden (Willigen et al, 1986). Vanaf een grootte van 4 mm zijn deze parasieten met het blote oog waarneembaar. Voor dit onderzoek is bij elke aal de zwemblaas geopend en zijn de parasieten geteld die met het blote oog waarneembaar waren.

2.3 Vetextractie

Uit de schieraalfiletjes 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.

2.4 DR CALUX voor screening op dioxines en dl-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 testreeks werden een aantal vetmonsters 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 cellen blootgesteld aan het monsterextract werd vergeleken met de gemeten intensiteit na blootstelling aan de referentievetten. De gemeten intensiteit is zo een maat voor de somconcentratie van dioxines, dl-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 monster-materiaal aanwezig zijn, dan wordt het signaal 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).

2.5 GC/HRMS-analyse van dioxines en PCB's

Aan 1 gram vet werd een bekende hoeveelheid van ¹³C-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 niet-planaire componenten). Uiteindelijk ontstaan twee fracties; fractie 'A' bevat de PBDE's, mono-ortho gesubstitueerde en ndl-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 (dioxines en non-ortho gesubstitueerde PCB's) en fractie 'A' (voor de analyse van PBDE's) 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 ¹³C-gelabelde congenen werden twee ionen gemeten en gekwantificeerd.

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

Voor het analyseren van PBDE's werd na reconcentratie van fractie 'A' de recoverystandaard (¹³C-isotoopgelabelde 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 CI-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 ¹³C-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-congeneren (PBDE 17, 28, 47, 49, 66, 71, 75, 77, 85, 99, 100, 119, 138, 153, 154, 183, 190 en 209).

2.7 GCxGC-TOFMS-analyse van OCP's

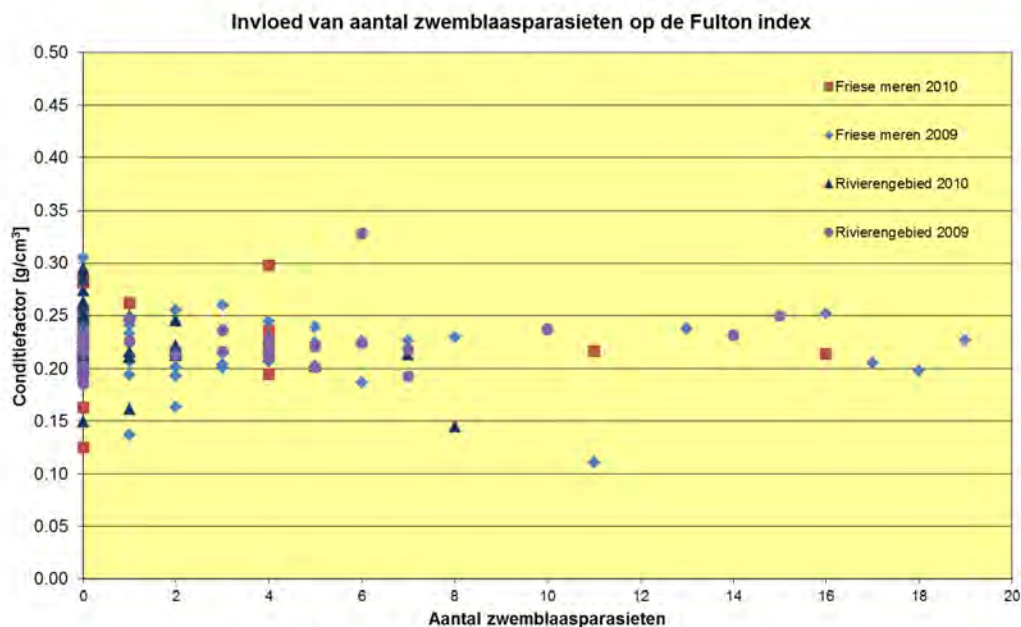
Voor het opzuiveren werd 200 mg vet voorzien van ¹³C-isotoop gelabelde interne standaarden, waarna het vet werd verdund in ethylacetaat:cyclohexaan (1:1). Een aliquot, overeenkomstig met 100 mg visvet werd op de Gel Permeatie Column (GPC) gebracht en geëluëerd met ethylacetaat:cyclohexaan (1:1). De fractie met pesticiden werd opgevangen en geconcentreerd tot een eindvolume van 1 ml. De opgezuiverde extracten werden geanalyseerd met GCxGC-TOFMS. Voor de eerste scheiding werd een 30 meter capillaire kolom (RTX-CI-pesticide) gebruikt. De tweede scheiding vond plaats op een korte capillaire kolom (2 meter BPX-50). Na deze tweede scheidingskolom werden de componenten met de MS gedetecteerd. Geïdentificeerde OCP's werden vervolgens gekwantificeerd.

3 Resultaten en discussie

3.1 Zwemblaasparasieten

In 2009 kwamen in 54% van de bemonsterde schieralen 1 of meerdere zwemblaasparasieten (*Anguillicola crassa*) voor, in 2010 was dit 40%. In de schieraal uit het Friese merengebied kwam in 2009 49% en in 2010 40% van de bemonsterde alen één of meer zwemblaasparasieten voor. In het rivierengebied was dit in 2009 67% en in 2010 40%. Dit komt overeen met waarnemingen in rode aal, waar 40-60% van de bemonsterde rode alen besmet bleek met de zwemblaasparasiet (de Graaf en Bierman, 2011).

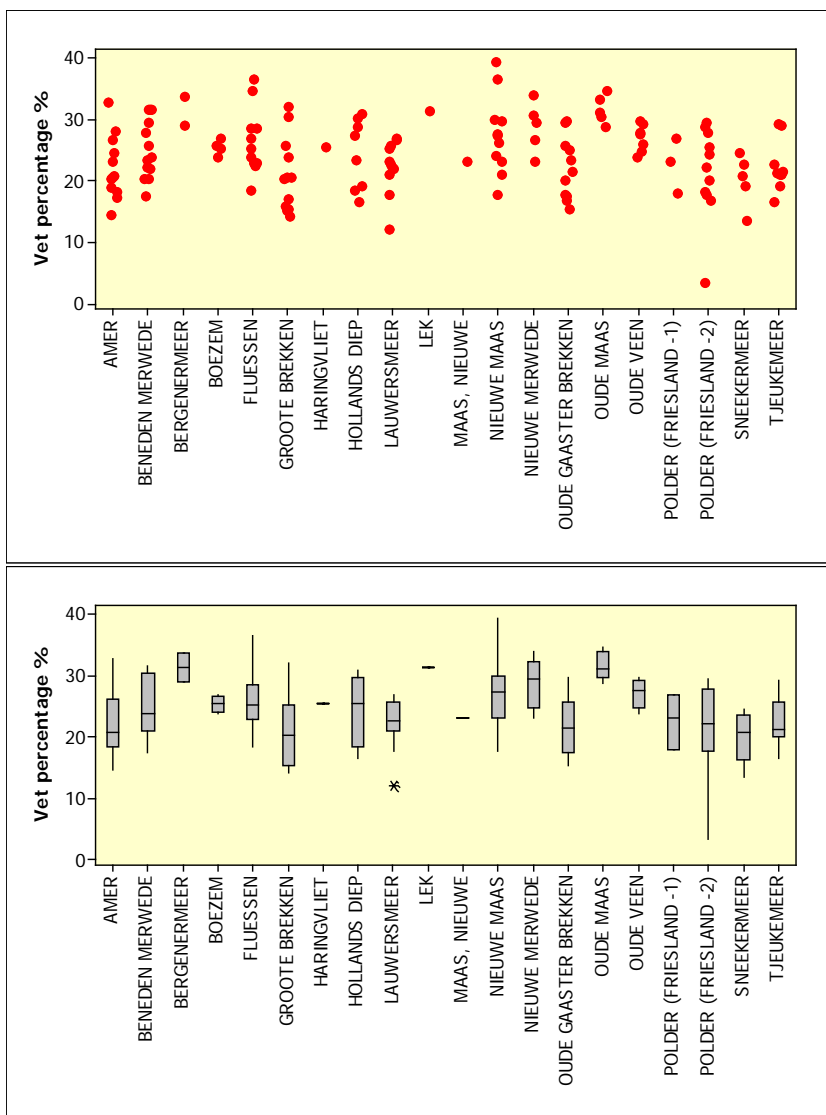
In dit onderzoek is er geen relatie aangetoond tussen het aantal zwemblaasparasieten en de Fulton-index, ook niet tussen het aantal parasieten en de lengte van de schieraal (zie figuur 2). Dit is vergelijkbaar met ander onderzoek waar de lengtegroei van Nederlandse rode aal als functie van het aantal zwemblaasparasieten is onderzocht (Willingen *et al.* 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 147 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 mediaanwaarde. De waarden voor de twee poldergebieden in Friesland zijn in deze figuren aangeduid met 'polder 1' en 'polder 2'. Eén van de vetgehalten in het Lauwersmeer is volgens de statistiek een uitbijter. Deze waarde is met een (*) gemarkeerd. De lage waarde in het poldergebied-2 is mogelijk afkomstig van een niet volgroeide (schier)aal, de lage waarde in het Lauwersmeer kan ook ontstaan zijn door biologische variatie.



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

3.3 Dioxine- en dl-PCB-gehalten

Uitgezonderd het monster schieraal met een vetpercentage van 3.2% (2009) 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 2a en 2b weergegeven. Van de 91 monsters van 2009 werd bij 25 het gehalte ingeschat op hoger dan 10 pg/g. De grens van 10 pg/g geldt als maximum level (ML), en is hier gehanteerd ter illustratie, hoewel opgemerkt moet worden dat de ML van 10 pg/g alleen geldt voor met GC/HRMS verkregen resultaten. Van de monsters uit 2010 waren 25 van de 51 resultaten hoger dan 10 pg/g. Ter ondersteuning van de DR CALUX resultaten zijn in 2009 en 2010 in totaal 24 schieralen geanalyseerd met de GC/HRMS-analysmethode. Ook in 2010 zijn ter bevestiging nog 11 schieralen geanalyseerd met de GC/HRMS analysmethode. Hierbij betrof het een selectie van monsters met zowel hoge als lage DR CALUX resultaten. De resultaten van zowel de DR CALUX alsmede die van de GC/HRMS staan in tabel 2. De gehalten van de individuele dioxine- en dl-PCB-congeneren staan in bijlage 2.

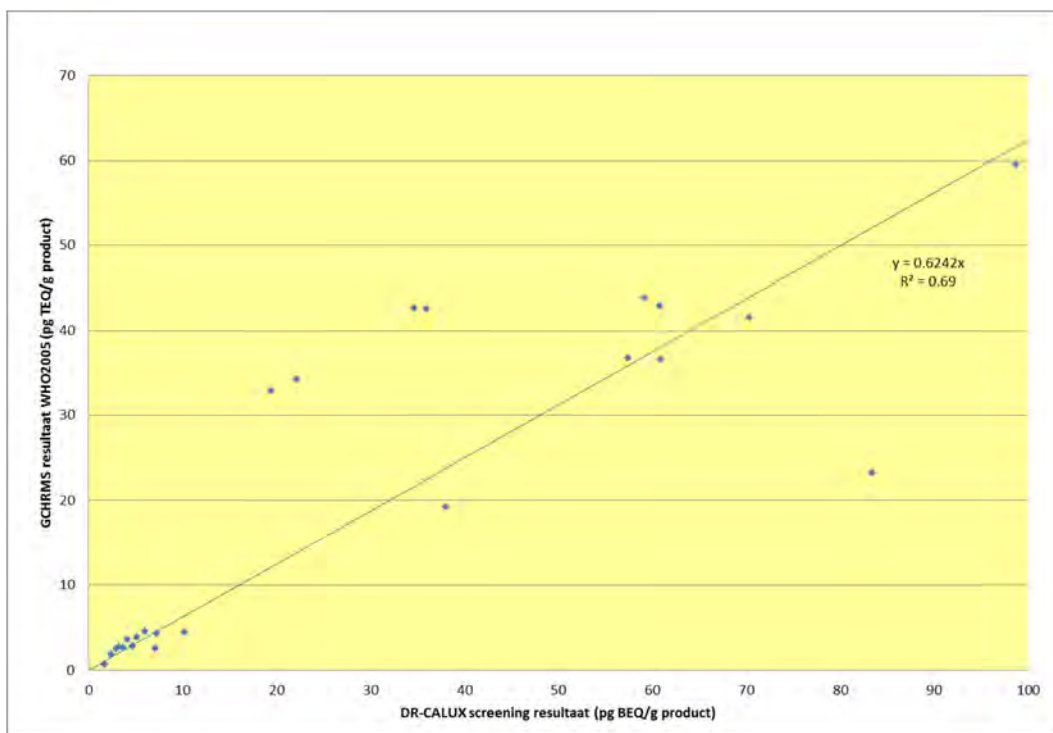
DR CALUX resultaten zijn een schatting van de gehalten van dioxines en dl-PCB's. In praktijk zal bij het hanteren van deze screeningsmethode een conservatievere beslissgrens worden gehanteerd (2/3 maximum level) en zal het resultaat van de GC/HRMS-methode uitsluitel moeten geven over het feit of het 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 maximum level (ML) overschrijdt ook daadwerkelijk worden afgekeurd.

De 24 GC/HRMS analyseresultaten zijn getoetst aan de geldende ML's. Voor dioxine in paling is de ML sinds 2012 gesteld op 3.5 pg TEQ/g product, voor de som van dioxines en dl-PCB's is deze 10 pg TEQ/g product. Voor de som van de 6 ndl-PCB's is de norm 300 ng/g product. De gehalten in tabel 2 zijn rood gemarkeerd indien deze inclusief de meetonzekerheid boven de ML uitkomen. De meetonzekerheid is 10% voor de dioxine-TEQ, dl-PCB-TEQ en totaal-TEQ resultaten en bedraagt 15% voor de ndl-PCB-gehalten. 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 10 pg BEQ per gram product licht rood 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. Ter bevestiging zijn voor 24 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. De relatie tussen de gemeten BEQ en de TEQ is in laag gecontamineerde niveau (tot circa 10 pg BEQ/g product) is beter dan in het hoog gecontamineerde gebied. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat zeer gecontamineerde schieralen uit het rivierengebied ook vervuild zijn met verbindingen die wel invloed hebben op de respons van de DR CALUX, maar niet behoren tot de groep van 2378-dioxines en dl-PCB's die in de normstelling zijn opgenomen (en die dus niet meetellen in de som van de TEQ). Een vergelijkbaar verband is eerder vastgesteld in een studie naar rode aal (van diverse Nederlandse locaties), waarbij de relatie tussen GC/HRMS en DR CALUX beschreven werd door $y=0.736x$ (van Leeuwen *et al.*, 2007), hetgeen overeenkomt met de huidige studie.

De DR CALUX-assay maakt goed onderscheid tussen sterk gecontamineerde en minder sterk gecontamineerde schieralen. Het gerapporteerde gehalte is indicatief. In dit rapport worden de DR CALUX resultaten ook op deze wijze gebruikt en geïnterpreteerd. 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 op één na alle schieralen een DR CALUX resultaat hadden welke niet groter is dan 10 pg BEQ per gram product. Eén schieraal uit de Fluessen had een BEQ van 12 pg/g. In het rivierengebied daarentegen had meer dan 88% van de schieralen een gehalte boven deze 10 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 12 schieralen uit de Friese meren en de 12 resultaten uit het rivierengebied. Ook is dit in overeenstemming met eerder onderzoek naar de verontreiniging in Nederlandse rode aal (van der Lee *et al.*, 2009).



Figuur 4 Regressielijn welke de relatie tussen resultaten van de DR CALUX (BEQ) en de GC/HRMS (TEQ) methode beschrijft.

Van de 13 schieralen uit 2009 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 twee tot vier maal zo groot was als het gehalte gemeten met de GC/HRMS. Van de schieralen in 2010 gemeten is ook een monster uit de Beneden Merwede noemenswaardig, de BEQ van dit monster (200258383) is circa 1,5 keer zo groot dan de pg TEQ/g. Deze grote overschattingen kunnen 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 dl-PCB's. Deze contaminanten kunnen een vergelijkbare toxische werking hebben als de dioxines omdat deze op dezelfde biologische receptor aangrijpen.

Tabel 2a

Overzichtstabel analyseresultaten 2009.

RIKILT nr	IMARES nr	Locatie	Vet %	CALUX BEQ (pg/g product)	TOTAAL DIOXINEN (UB) WHO2005 (pgTEQ/g)	TOTAAL DL PCB'S (UB) WHO2005 (pgTEQ/g)	TOTAAL DIOXINEN + DL-PCB'S (UB) WHO2005 (pgTEQ/g)	TOTAAL NDL-PCB'S (UB) WHO2005 (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	1.5	3.1	4.5	73
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				
200242060	2009/1309	POLDER (FRIESLAND -2)	24%	2				
200242061	2009/1310	POLDER (FRIESLAND -2)	29%	2				
200242062	2009/1311	POLDER (FRIESLAND -2)	3%					
200242063	2009/1312	POLDER (FRIESLAND -2)	18%	2				
200242064	2009/1313	POLDER (FRIESLAND -2)	17%	1				
200242065	2009/1314	POLDER (FRIESLAND -2)	26%	2				
200242059	2009/1315	POLDER (FRIESLAND -2)	20%	1				
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	1.0	2.9	3.9	87
200242075	2009/1325	SNEEKERMEER	23%	7	1.3	3.0	4.3	52
200242076	2009/1326	SNEEKERMEER	25%	4	0.8	2.7	3.5	99
200242077	2009/1327	SNEEKERMEER	19%	5	0.9	1.9	2.8	30
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	0.2	0.5	0.7	5
200242083	2009/1333	FLUESSEN	25%	3				
200242084	2009/1334	FLUESSEN	19%	2				
200242085	2009/1335	FLUESSEN	23%	4	0.9	1.7	2.6	36
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	0.7	1.9	2.6	61
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	0.9	3.6	4.4	100
200242096	2009/1346	GROOTE BREKKEN	15%	4				
200242097	2009/1347	TJEUKEMEER	29%	7				
200242098	2009/1349	TJEUKEMEER	16%	3				
200242099	2009/1350	TJEUKEMEER	21%	3				
200242100	2009/1351	TJEUKEMEER	21%	4				
200242101	2009/1352	TJEUKEMEER	19%	4				
200242102	2009/1353	TJEUKEMEER	21%	6				
200242103	2009/1354	TJEUKEMEER	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				

Tabel 2a

Overzichtstabel analyseresultaten resultaten 2009 vervolg.

RIKILT nr	IMARES nr	Locatie	Vet %	CALUX BEQ (pg/g product)	TOTAAL DIOXINEN (UB) WHO2005 (pgTEQ/g)	TOTAAL DL PCB'S (UB) WHO2005 (pgTEQ/g)	TOTAAL DIOXINEN + DL-PCB'S (UB) WHO2005 (pgTEQ/g)	TOTAAL NDL-PCB'S (UB) WHO2005 (ng/g)
200242112	2009/1363	HOLLANDS DIEP	17%	17				
200242113	2009/1364	HOLLANDS DIEP	19%	38	2.4	16.8	19.3	506
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	8.4	28.2	36.5	1641
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	2.1	21.1	23.2	484
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	MAAS, NIEUWE	23%	61	10.7	32.1	42.9	2148
200242138	2009/1389	NIEUWE MAAS	27%	45				

Tabel 2b

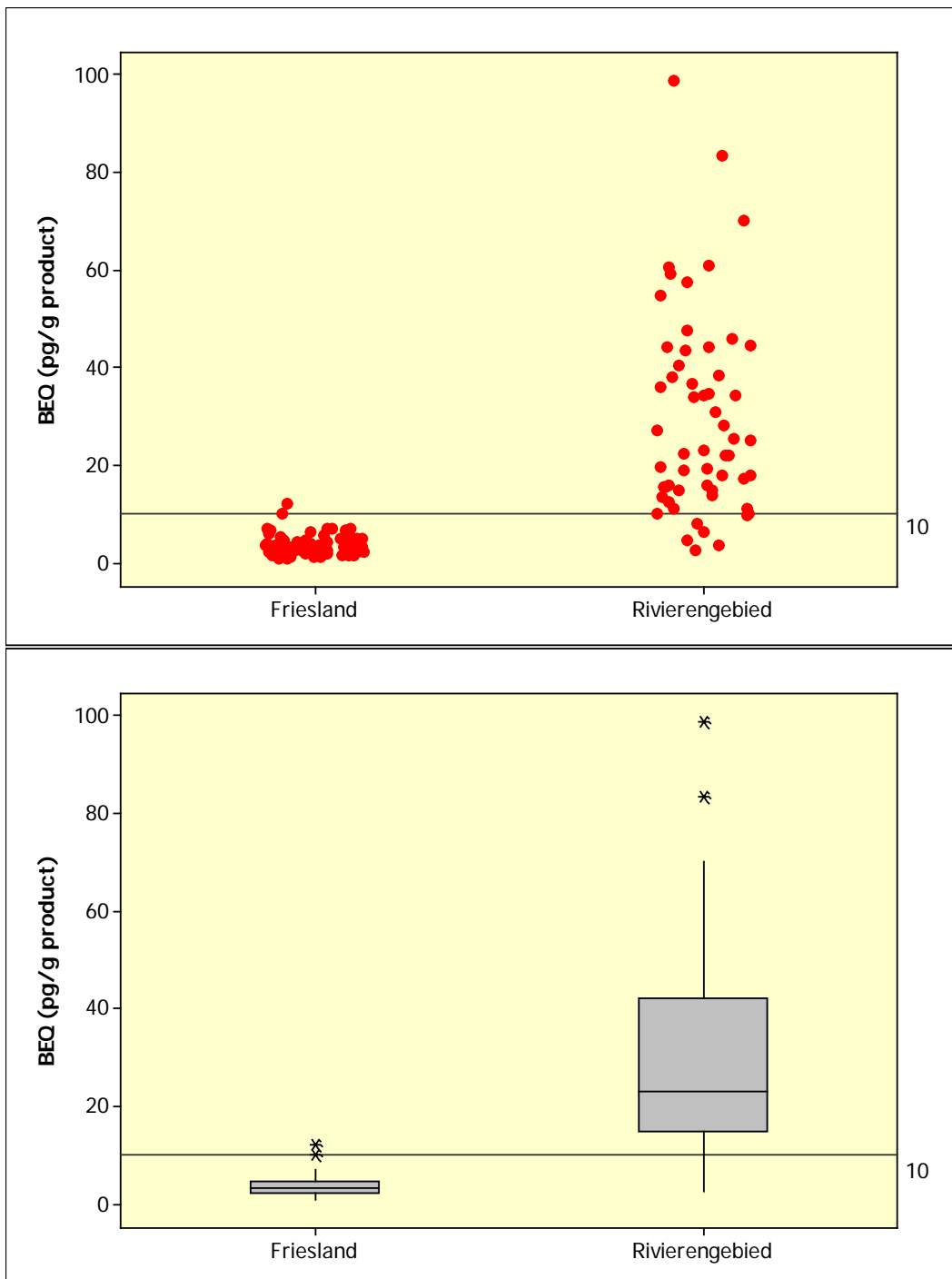
Overzichtstabel analyseresultaten resultaten 2010.

RIKILT nr	IMARES nr	Locatie	Vet %	CALUX BEQ (pg/g product)	TOTAAL DIOXINEN (UB) WHO2005 (pgTEQ/g)	TOTAAL DL PCB'S (UB) WHO2005 (pgTEQ/g)	TOTAAL DIOXINEN + DL-PCB'S (UB) WHO2005 (pgTEQ/g)	TOTAAL NDL-PCB'S (UB) WHO2005 (ng/g)
200258366	2010/1122	TJEUKEMEER	29%	3				
200258367	2010/1125	TJEUKEMEER	21%	1				
200258358	2010/1128	SNEEKERMEER	21%	2	0.7	1.1	1.8	12
200258353	2010/1131	BOEZEM	27%	5				
200258354	2010/1134	BOEZEM	24%	2				
200258355	2010/1137	BOEZEM	25%	5				
200258356	2010/1140	BOEZEM	26%	3				
200258357	2010/1143	OUDE VEEN	29%	3	1.0	1.6	2.7	35
200258350	2010/1146	LAUWERSMEER	27%	5				
200258351	2010/1149	LAUWERSMEER	22%	4				
200258352	2010/1152	LAUWERSMEER	25%	3				
200258359	2010/1408	FLUESSEN	35%	5				
200258360	2010/1412	FLUESSEN	37%	5				
200258361	2010/1416	FLUESSEN	28%	3	0.9	1.5	2.4	38
200258362	2010/1420	BERGENERMEER	29%	2				
200258363	2010/1424	BERGENERMEER	34%	5				
200258364	2010/1428	GROOTE BREKKEN	32%	1				
200258365	2010/1432	GROOTE BREKKEN VANGST JULI	30%	7				
200258368	2010/1436	OUDE GAASTER BREKKEN	30%	4				
200258369	2010/1440	OUDE GAASTER BREKKEN	26%	3				
200258370	2010/1444	OUDE GAASTER BREKKEN	30%	1				
200258371	2010/1450	HOLLANDS DIEP	23%	3				
200258372	2010/1454	HOLLANDS DIEP	31%	11				
200258373	2010/1458	HOLLANDS DIEP	29%	22	2.3	31.9	34.2	753
200258374	2010/1462	HOLLANDS DIEP	27%	11				
200258375	2010/1466	HOLLANDS DIEP	30%	20				
200258376	2010/1470	OUDE MAAS	33%	18				
200258377	2010/1474	OUDE MAAS	29%	70	4.3	37.3	41.6	806
200258378	2010/1478	OUDE MAAS	35%	99	9.2	50.3	59.5	984
200258379	2010/1482	OUDE MAAS	31%	22				
200258380	2010/1486	OUDE MAAS	30%	35	3.1	39.6	42.6	1118
200258381	2010/1490	AMER	27%	5				
200258382	2010/1494	AMER	33%	14				
200258383	2010/1532	BENEDEN MERWEDE	32%	57	3.8	32.9	36.7	607
200258384	2010/1536	BENEDEN MERWEDE	29%	25				
200258385	2010/1540	BENEDEN MERWEDE	32%	36	3.1	39.5	42.6	867
200258386	2010/1544	BENEDEN MERWEDE	32%	59	6.6	37.3	43.9	724
200258387	2010/1548	BENEDEN MERWEDE	28%	28				
200258388	2010/1552	NIEUWE MERWEDE	34%	8				
200258389	2010/1556	NIEUWE MERWEDE	27%	18				
200258390	2010/1560	NIEUWE MERWEDE	31%	16				
200258391	2010/1564	NIEUWE MERWEDE	30%	19				
200258392	2010/1568	LEK	31%	31				
200258393	2010/1572	NIEUWE MAAS	30%	16				
200258394	2010/1576	NIEUWE MAAS	26%	6				
200258395	2010/1580	NIEUWE MAAS	30%	15				
200258396	2010/1584	NIEUWE MAAS	24%	13				
200258397	2010/1588	NIEUWE MAAS	28%	13				
200258398	2010/1592	NIEUWE MAAS	37%	15				
200258399	2010/1596	NIEUWE MAAS	39%	19	10.1	22.8	32.9	973
200258400	2010/1600	HARINGVLIET	25%	10				

Totaal 6 ndl- PCB's: 28, 52, 101, 138, 153 en 180.

[rood] = gehalte inclusief meetonzekerheid boven de norm, waarbij voor dioxines een ML geldt van 3.5 pg TEQ/g en voor de som van dioxines en dl-PCB's van 10 pg TEQ/g; voor de 6 ndl-PCB's is de norm 300 ng/g.

[licht rood] = DR CALUX gehalte dat hoger is dan 10 pg BEQ/gram product.



Figuur 5 Individuele BEQ-resultaten per vangstgebied (boven), en een boxplot-weergave van de BEQ per vangstgebied (onder). Met een * gemarkeerde gehalten zijn op basis van 95% kans ($p=0,05$) uitbijters. Ter illustratie is de ML van 10 pg TEQ/gram product weergegeven, waarbij moet worden opgemerkt dat deze norm alleen geldt voor resultaten verkregen met GC/HRMS. De GC/HRMS resultaten voor een selectie van de monsters zijn weergegeven in tabel 2.

3.3.1 PBDE's

In de 24 schieralen die voor GC/HRMS-analyse geselecteerd waren, zijn ook de gehalten aan PBDE's bepaald. De som van 18 verbindingen is weergegeven in tabel 3. Individuele PBDE-gehalten staan in bijlage 2. De hoogste gehalten zijn waargenomen voor BDE 47 en 100, daarnaast worden ook BDE 49, 99, 153 en 154 regelmatig aangetroffen. In een aantal monsters werd ook de BDE 209 aangetroffen, zij het dat de detectielimiet van deze stof hoger is. Voor de aanwezigheid/concentratie van PBDE's in voedsel zijn geen wettelijke normen vastgesteld en kunnen de gehalten dus niet aan

een ML worden gestaafd. Het is echter duidelijk dat het verschil tussen de Friese meren en het rivierengebied groot is. Gemiddeld is in de Friese schieralen de som van 18 PBDE's 2,5 ng/g product tegen 25 ng/g in het rivierengebied. Dit laatste wordt voornamelijk bepaald door de hoge gehalten PBDE's in schieraal gevangen in de Amer en de Nieuwe Maas, respectievelijk 107 en 94 ng/g product.

Tabel 3

Som PBDE-gehalten in schieraal uit 2009 en 2010.

IMARES nr	Locatie	Som BDE (ng/g)
2009/1304	LAUWERSMEER	3.2
2009/1324	OUDE VEEN	7.0
2009/1325	SNEEKERMEER	1.3
2009/1326	SNEEKERMEER	6.8
2009/1327	SNEEKERMEER	0.9
2009/1332	FLUESSEN	0.2
2009/1335	FLUESSEN	0.5
2009/1339	GROOTE BREKKEN	1.6
2009/1345	GROOTE BREKKEN	7.8
2009/1364	HOLLANDS DIEP	24
2009/1374	AMER	107
2009/1378	BENEDEN MERWEDE	34
2009/1388	MAAS, NIEUWE	93
2010/1128	SNEEKERMEER	*
2010/1143	OUDE VEEN	0.1
2010/1416	FLUESSEN	0.2
2010/1458	HOLLANDS DIEP	2.1
2010/1474	OUDE MAAS	6.7
2010/1478	OUDE MAAS	11
2010/1486	OUDE MAAS	4.3
2010/1532	BENEDEN MERWEDE	3.9
2010/1540	BENEDEN MERWEDE	11
2010/1544	BENEDEN MERWEDE	4.6
2010/1596	NIEUWE MAAS	7.5

* Alle individuele congenere beneden de detectielimiet (zie bijlagen).

3.3.2 OCP's

In bijlage 4 zijn de resultaten gegeven van de OCP's in schieralen 2010. Geen van de resultaten is normoverschrijdend. Een aantal verbindingen zijn in de schieralen duidelijk waarneembaar, waaronder DDE, hexachloorbutadien (HCBd), hexachloorbenzeen (HCB), aldrin en dieldrin. DDE is een afbraakproduct van het oorspronkelijke DDT. HCBd, HCB en endrin/dieldrin werden ook in rode aal waargenomen. De hogere waarden voor deze verbindingen in het beneden rivierengebied zijn vermoedelijk afkomstig uit de Rijn en Waal. Deze verbindingen zijn ook in eerder onderzoek waargenomen in rode aal bij Lobith (2004) (van der Lee *et al.*, 2009).

4 Conclusies

In beide gebieden, de Friese meren en het rivierengebied komt besmetting met zwemblaasparasieten voor. In het Friese merengebied was 54% (2009 en 2010) van de bemonsterde schieralen besmet met één of meer zwemblaasparasieten. In het rivierengebied was 67% van de alen besmet met één of meerdere zwemblaasparasieten (2009 en 2010). Deze parasieten hebben geen invloed op de Fulton-index, welke de algemene conditie en 'fitheid' van de aal beschrijft. Er kon geen verschil worden aangetoond in de Fulton-index voor schieraal uit de Friese meren en het rivierengebied. In die zin lijkt de waargenomen hogere besmetting met contaminanten geen invloed te hebben op de gevoeligheid voor besmetting met parasieten.

Op basis van screening met de DR CALUX assay blijkt dat schieraal uit het rivierengebied sterk vervuild is met dioxines en dioxineachtige PCB's. De meeste bemonsterde alen bevatten indicatieve gehalten die erop duiden dat de EU-norm van 10 pg TEQ/gram product werd overstegen. Voor een aantal monsters is dit verder onderzocht met GC/HRMS en bevestigd. Schieraal uit de Friese meren was veel minder vervuild met dioxines en dioxineachtige PCB's. Geen van de met GC/HRMS gemeten gehalten in schieralen uit de Friese meren was normoverschrijdend. Voor de som van 6 ndl-PCB's werden vergelijkbare resultaten verkregen. Schieralen uit het rivierengebied bevatten gehalten hoger dan 300 ng/g product, de sinds januari 2012 geldende EU-norm. Schieralen uit het Friese merengebied waren veel schoner en overschreden deze norm niet. De analyseresultaten van de PBDE's geven een vergelijkbaar beeld, maar deze gehalten kunnen door het ontbreken van normen niet getoetst worden. De hoogste gehalten werden gemeten in de schieraal afkomstig uit het rivierengebied; het totaalgehalte (som 18 PBDE's) was voor dit gebied 4-107 ng/g product. Dit totaalgehalte was circa een factor 10-20 hoger dan in schieralen afkomstig uit de Friese meren (somalgehalte PBDE's 0-8 ng/g). Geen van de gehalten van de OCP's was normoverschrijdend. Wel waren de gehalten DDE, HCB, HCB, HCB en dieldrin in aal uit het beneden rivierengebied hoger dan in het Friese merengebied.

5 Aanbevelingen

De huidige resultaten geven een duidelijk beeld dat de schieraal in het rivierengebied sterk gecontamineerd is in vergelijking tot de schieraal uit de Friese meren. Omdat de mate van verontreiniging van schieraal naar verwachting niet snel verandert, wordt jaarlijkse monitoring niet aanbevolen. Een frequentie van eenmaal per 5 jaar is mogelijk voldoende.

Literatuurlijst

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

Graaf, de en S. Bierman; De toestand van de aalstand en aalvisserij in 2011, (2011); IMARES rapport.

Lee, M.K. van der, 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.

Lee, M. K. van der, M. Hoek-van Nieuwenhuizen, M.J.J. Kotterman en L.A.P. Hoogenboom; Verontreiniging Nederlandse schieraal, (2011); RIKILT rapport 2011.005.

Leeuwen, S.P.J. van, P.E.G. Leonards, W.A. Traag, L.A.P. Hoogenboom en J. de Boer; Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and biphenyls in fish from The Netherlands: concentrations, profiles and comparison with DR CALUX® bioassay results, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 389, 321–333 (2007).

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

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

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

Bijlage 1 Biologische parameters schieralen 2009 en 2010

RIKILT nr	IMARES nr	Locatie	Female/ male	Gewicht (g)	Lengte (cm)	Conditiefactor	Vet (%)	Gewicht lever (g)	Aantal zwemblaasparasieten	Relatie (conditie/vet) * 1000
200242047	2009/1297	POLDER (FRIESLAND -1)	female	574	61.7	0.24	18	6.7	0	14
200242048	2009/1298	POLDER (FRIESLAND -1)	female	1036	78.7	0.21	27	9.8	1	8
200242049	2009/1299	POLDER (FRIESLAND -1)	female	1346	76.1	0.31	23	19.7	0	13
200242050	2009/1300	LAUWERSMEER	male	104	38.2	0.19	27	1.0	6	7
200242051	2009/1301	LAUWERSMEER	male	113	38.2	0.20	22	1.6	0	9
200242052	2009/1302	LAUWERSMEER	male	92	34.8	0.22	23	1.2	2	10
200242053	2009/1303	LAUWERSMEER	female	306	54.2	0.19	12	3.8	0	16
200242054	2009/1304	LAUWERSMEER	male	171	42.4	0.22	23	2.3	5	10
200242055	2009/1305	LAUWERSMEER	male	87	35.7	0.19	26	1.3	0	7
200242056	2009/1306	LAUWERSMEER	female	556	65.2	0.20	18	8.2	3	11
200242057	2009/1307	LAUWERSMEER	female	1201	79.5	0.24	21	25.6	5	11
200242058	2009/1308	POLDER (FRIESLAND -2)	female	313	54.6	0.19	28	5.0	2	7
200242059	2009/1315	POLDER (FRIESLAND -2)	female	723	64.6	0.16	20	12.9	2	8
200242060	2009/1309	POLDER (FRIESLAND -2)	male	86	34.8	0.20	24	0.9	3	8
200242061	2009/1310	POLDER (FRIESLAND -2)	female	776	71.2	0.21	29	11.1	0	7
200242062	2009/1311	POLDER (FRIESLAND -2)	male	68	36.8	0.14	3	1.0	1	42
200242063	2009/1312	POLDER (FRIESLAND -2)	female	440	59.4	0.21	18	8.4	0	12
200242064	2009/1313	POLDER (FRIESLAND -2)	female	653	70.3	0.19	17	11.0	0	11
200242065	2009/1314	POLDER (FRIESLAND -2)	male	101	36.7	0.20	26	1.2	0	8
200242066	2009/1316	POLDER (FRIESLAND -2)	male	118	39.3	0.19	22	2.1	0	9
200242067	2009/1317	POLDER (FRIESLAND -2)	female	433	59.4	0.21	18	6.8	4	12
200242068	2009/1318	POLDER (FRIESLAND -2)	male	106	37.8	0.20	29	1.3	0	7
200242069	2009/1319	OUDE VEEN	female	1334	84.5	0.22	28	14.3	0	8
200242070	2009/1320	OUDE VEEN	female	522	62.3	0.22	30	5.7	0	7
200242071	2009/1321	OUDE VEEN	female	778	67.3	0.26	26	17.8	2	10
200242072	2009/1322	OUDE VEEN	female	1070	80.2	0.21	25	17.0	0	8
200242073	2009/1323	OUDE VEEN	female	788	89.3	0.11	24	8.7	11	5
200242074	2009/1324	OUDE VEEN	female	1228	78.7	0.25	28	15.7	16	9
200242075	2009/1325	SNEEKERMEER	female	477	58.7	0.24	23	9.5	0	10
200242076	2009/1326	SNEEKERMEER	female	654	69.3	0.20	25	7.9	0	8
200242077	2009/1327	SNEEKERMEER	female	578	63.4	0.23	19	13.2	7	12
200242078	2009/1328	SNEEKERMEER	female	1202	80.9	0.23	13	17.8	19	17
200242079	2009/1329	FLUJESSEN	male	138	39.4	0.23	23	1.8	6	10
200242080	2009/1330	FLUJESSEN	female	601	67.2	0.20	29	9.4	18	7
200242081	2009/1331	FLUJESSEN	female	1197	77.7	0.26	27	19.7	0	9
200242082	2009/1332	FLUJESSEN	female	986	74.2	0.24	24	14.0	1	10
200242083	2009/1333	FLUJESSEN	female	1144	80.8	0.22	25	10.8	0	9
200242084	2009/1334	FLUJESSEN	female	676	69.7	0.20	19	5.9	0	11
200242085	2009/1335	FLUJESSEN	female	269	50.7	0.21	23	3.9	1	9
200242086	2009/1336	FLUJESSEN	female	358	57.3	0.19	22	5.3	0	8
200242087	2009/1337	GROOTE BREKKEN	female	862	70.6	0.24	20	11.0	0	12
200242088	2009/1338	GROOTE BREKKEN	male	109	36.3	0.23	16	1.2	0	14
200242089	2009/1339	GROOTE BREKKEN	female	1168	80.5	0.22	20	18.2	0	11
200242090	2009/1340	GROOTE BREKKEN	female	889	75.7	0.20	15	10.0	17	14
200242091	2009/1341	GROOTE BREKKEN	female	679	64.9	0.25	24	12.1	30	10
200242092	2009/1342	GROOTE BREKKEN	female	1029	79.3	0.21	20	13.4	0	10
200242093	2009/1343	GROOTE BREKKEN	female	1065	75.8	0.24	26	17.0	4	10
200242094	2009/1344	GROOTE BREKKEN	female	1367	83.7	0.23	14	15.0	1	17
200242095	2009/1345	GROOTE BREKKEN	female	1061	77.3	0.23	17	13.2	8	14
200242096	2009/1346	GROOTE BREKKEN	female	577	64.7	0.21	15	7.7	0	14
200242097	2009/1347	TJUEKEMEER	male	181	44.8	0.20	29	2.3	2	7
200242098	2009/1349	TJUEKEMEER	female	643	67.3	0.21	16	7.2	0	13
200242099	2009/1350	TJUEKEMEER	female	968	76.7	0.21	21	12.9	4	10
200242100	2009/1351	TJUEKEMEER	female	1364	89	0.19	21	14.0	2	9
200242101	2009/1352	TJUEKEMEER	female	309	54.2	0.19	19	4.2	1	10
200242102	2009/1353	TJUEKEMEER	female	964	74.7	0.23	21	13.2	0	11
200242103	2009/1354	TJUEKEMEER	female	1261	78.7	0.26	23	20.1	0	11
200242104	2009/1355	OUDE GAASTER BREKKEN	female	425	59.5	0.20	20	8.4	5	10
200242105	2009/1356	OUDE GAASTER BREKKEN	female	1129	83.2	0.20	17	12.0	0	11
200242106	2009/1357	OUDE GAASTER BREKKEN	female	891	71.5	0.24	25	17.5	0	10
200242107	2009/1358	OUDE GAASTER BREKKEN	female	360	55.1	0.22	15	4.1	0	14
200242108	2009/1359	OUDE GAASTER BREKKEN	female	381	54.3	0.24	18	5.9	13	13
200242109	2009/1360	OUDE GAASTER BREKKEN	female	1488	85.5	0.24	17	27.6	0	14
200242110	2009/1361	OUDE GAASTER BREKKEN	female	748	66.7	0.25	23	9.9	0	11
200242111	2009/1362	OUDE GAASTER BREKKEN	female	1355	80.5	0.26	21	20.3	3	12
200242112	2009/1363	HOLLANDS DIEP	female	1006	75.2	0.24	17	10.2	3	14
200242113	2009/1364	HOLLANDS DIEP	female	869	64.2	0.33	19	8.9	6	17
200242114	2009/1365	HOLLANDS DIEP	female	1027	76.2	0.23	18	10.5	14	13
200242115	2009/1366	AMER	female	771	70.2	0.22	19	10.6	0	12
200242116	2009/1367	AMER	female	598	62.3	0.25	17	9	1	14
200242117	2009/1368	AMER	female	948	75.4	0.22	21	13.7	5	11
200242118	2009/1369	AMER	female	1407	88.8	0.20	21	16.9	0	10
200242119	2009/1370	AMER	female	925	74.2	0.23	20	9.5	0	11
200242120	2009/1371	AMER	female	1034	78.2	0.22	23	12.6	0	9
200242121	2009/1372	AMER	female	434	58.6	0.22	25	6.4	3	9
200242122	2009/1373	AMER	female	250	48.6	0.22	15	3.4	7	15
200242123	2009/1374	AMER	female	373	56.2	0.21	28	6.7	4	7
200242124	2009/1375	AMER	female	298	53.7	0.19	18	3.3	7	11
200242125	2009/1376	BENEDEN MERWEDE	female	1296	84.2	0.22	20	15	4	11
200242126	2009/1377	BENEDEN MERWEDE	female	472	61.7	0.20	20	7.8	5	10
200242127	2009/1378	BENEDEN MERWEDE	female	680	64.8	0.25	22	6.7	15	11
200242128	2009/1379	BENEDEN MERWEDE	female	702	68.7	0.22	23	11.8	0	9
200242129	2009/1380	BENEDEN MERWEDE	female	457	62.7	0.19	17	5.1	0	11
200242130	2009/1381	BENEDEN MERWEDE	female	691	67.5	0.22	26	13.4	6	9
200242131	2009/1382	BENEDEN MERWEDE	female	825	70.3	0.24	24	12.4	10	10
200242132	2009/1383	BENEDEN MERWEDE	female	1030	78.3	0.21	22	12.6	0	10
200242133	2009/1384	NIEUWE MERWEDE	female	735	68.8	0.23	23	8.2	1	10
200242134	2009/1385	NIEUWE MAAS	female	524	64.8	0.19	23	9.7	0	8
200242135	2009/1386	NIEUWE MAAS	female	434	57.2	0.23	18	11.3	0	13
200242136	2009/1387	NIEUWE MAAS	female	369	55.7	0.21	21	5.4	2	10
200242137	2009/1388	NIEUWE MAAS	female	354	55.2	0.21	23	5.9	4	9
200242138	2009/1389	NIEUWE MAAS	female	664	66.3	0.23	27	12.8	4	8

RIKILT nr	IMARES nr	Locatie	Female/male	Gewicht (g)	Lengte (cm)	Conditiefactor	Vet (%)	Gewicht lever (g)	Aantal zwemblaasparasieten	Relatie (conditie/vet) * 1000
200258366	2010/1122	Tjeukemeer	female	1197	79.8	0.24	29	16.3	4	8
200258367	2010/1125	Tjeukemeer	female	1851	92.4	0.23	21	24.5	0	11
200258358	2010/1128	Sneekemeer	female	1411	88.5	0.20	21	17.2	0	10
200258353	2010/1131	Boezem	female	551	64.2	0.21	27	8.1	0	8
200258354	2010/1134	Boezem	female	762	70.8	0.21	24	19.6	0	9
200258355	2010/1137	Boezem	female	995	77.2	0.22	25	13.6	11	9
200258356	2010/1140	Boezem	female	1868	95.0	0.22	26	20.6	4	8
200258357	2010/1143	Oude Veen	female	1257	78.3	0.26	29	16.1	1	9
200258350	2010/1146	Lauwersmeer	male	110	37.2	0.21	27	2.0	16	8
200258351	2010/1149	Lauwersmeer	female	463	64.2	0.17	22	4.2	25	8
200258352	2010/1152	Lauwersmeer	female	492	73.4	0.12	25	7.2	0	5
200258346	2010/1392	Polder	female	777	71.4	0.21		6.8	2	
200258347	2010/1396	Polder	female	503	63.7	0.19		5.6	4	
200258348	2010/1400	Polder	female	541	61.1	0.24		5.7	0	
200258349	2010/1404	Polder	male	156	39.7	0.25		1.5	0	
200258359	2010/1408	Fluessen	female	1885	87.5	0.28	35	26.2	0	8
200258360	2010/1412	Fluessen	female	768	71.1	0.21	37	8.5	0	6
200258361	2010/1416	Fluessen	female	1554	80.5	0.30	28	16.4	4	10
200258362	2010/1420	Bergenermeer	female	890	73.2	0.23	29	11.2	0	8
200258363	2010/1424	Bergenermeer	female	719	69.2	0.22	34	8.1	0	6
200258364	2010/1428	Groote Brekken	female	751	77.3	0.16	32	9.3	0	5
200258365	2010/1432	Groote Brekken	female	1313	83.8	0.22	30	11.9	0	7
200258368	2010/1436	Oude Gaaster Brekken	female	1337	83.8	0.23	30	18.3	0	8
200258369	2010/1440	Oude Gaaster Brekken	male	150	41.8	0.21	26	1.5	17	8
200258370	2010/1444	Oude Gaaster Brekken	female	1155	77.9	0.24	30	11.3	0	8
200258371	2010/1450	Hollands Diep	female	847	80.7	0.16	23	12.2	1	7
200258372	2010/1454	Hollands Diep	female	872	73.9	0.22	31	12.3	1	7
200258373	2010/1458	Hollands Diep	female	1089	80.2	0.21	29	17.5	1	7
200258374	2010/1462	Hollands Diep	female	1131	80.4	0.22	27	12.4	2	8
200258375	2010/1466	Hollands Diep	female	914	75.4	0.21	30	13.7	7	7
200258376	2010/1470	Oude Maas	female	1639	82.2	0.30	33	24.8	0	9
200258377	2010/1474	Oude Maas	female	1853	89.3	0.26	29	29.4	0	9
200258378	2010/1478	Oude Maas	female	843	73.5	0.21	35	10.8	0	6
200258379	2010/1482	Oude Maas	female	878	70.6	0.25	31	12.6	1	8
200258380	2010/1486	Oude Maas	female	1360	79.2	0.27	30	17.9	0	9
200258381	2010/1490	Amer	female	951	76.5	0.21	27	13.7	2	8
200258382	2010/1494	Amer	female	1268	85.5	0.20	33	15.4	5	6
200258383	2010/1532	Beneden Merwede	female	1435	89.5	0.20	32	18.5	0	6
200258384	2010/1536	Beneden Merwede	female	1999	93.0	0.25	29	19.3	0	8
200258385	2010/1540	Beneden Merwede	female	1416	87.2	0.21	32	13.3	0	7
200258386	2010/1544	Beneden Merwede	female	713	68.7	0.22	32	11.5	0	7
200258387	2010/1548	Beneden Merwede	female	640	76.2	0.14	28	8.8	8	5
200258388	2010/1552	Nieuwe Merwede	male	65	35.2	0.15	34	1.1	0	4
200258389	2010/1556	Nieuwe Merwede	female	1107	79.2	0.22	27	20	0	8
200258390	2010/1560	Nieuwe Merwede	female	965	69.1	0.29	31	12.2	0	10
200258391	2010/1564	Nieuwe Merwede	female	727	68.2	0.23	30	15.7	4	8
200258392	2010/1568	Lek	female	1722	86.8	0.26	31	24.4	0	8
200258393	2010/1572	Nieuwe Maas	female	1458	84.0	0.25	30	16.7	2	8
200258394	2010/1576	Nieuwe Maas	female	935	74.5	0.23	26	9.5	0	9
200258395	2010/1580	Nieuwe Maas	female	662	66.8	0.22	30	9.4	2	7
200258396	2010/1584	Nieuwe Maas	female	743	68.2	0.23	24	11.2	0	10
200258397	2010/1588	Nieuwe Maas	female	577	64.8	0.21	28	7.7	0	8
200258398	2010/1592	Nieuwe Maas	female	892	74.2	0.22	37	16.4	0	6
200258399	2010/1596	Nieuwe Maas	male	115	35.7	0.25	39	1.4	0	6
200258400	2010/1600	Haringvliet	female	1098	72.8	0.28	25	12.2	0	11

Bijlage 2 Gehalten van dioxines, dl-PCB's en ndl-PCB's, op productbasis

RIKILT nr	IMARES nr	Product	Locatie	Vet %	2,3,7,8-TCDF (pg/g)	1,2,3,7,8-PCDF (pg/g)	2,3,4,7,8-PCDF (pg/g)	1,2,3,4,7,8-HxCDF (pg/g)	1,2,3,6,7,8-HxCDF (pg/g)	2,3,4,6,7,8-HxCDF (pg/g)	1,2,3,7,8,9-HxCDF (pg/g)	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF (pg/g)	1,2,3,4,7,8-HxCDF (pg/g)	1,2,3,6,7,8-HxCDF (pg/g)	1,2,3,7,8,9-HxCDF (pg/g)	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF (pg/g)	OCD (pg/g)
200242054	2009/1304	SCHERAAAL	LAUWERSMEER	23%	0.22	0.05	0.71	0.35	0.22	0.23	<0.05	0.24	0.15	0.47	0.21	0.38	0.53
200242074	2009/1324	SCHERAAAL	OUDE VEEN	28%	0.26	0.16	0.89	0.20	0.16	0.16	<0.05	0.13	0.13	0.34	0.09	0.22	0.33
200242075	2009/1325	SCHERAAAL	SNEEKERMEER	23%	0.19	0.06	0.97	0.30	0.24	0.23	<0.05	0.15	0.11	0.34	0.12	0.21	0.29
200242076	2009/1326	SCHERAAAL	SNEEKERMEER	25%	0.23	<0.05	0.63	0.18	0.15	0.17	<0.05	0.14	0.09	0.34	0.13	0.26	0.37
200242077	2009/1327	SCHERAAAL	SNEEKERMEER	19%	0.13	<0.05	0.78	0.22	0.17	0.16	<0.05	0.10	0.07	0.21	0.13	0.12	0.26
200242082	2009/1332	SCHERAAAL	FUJESSEN	24%	0.12	<0.05	0.10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.06	<0.05	0.07	0.13
200242085	2009/1335	SCHERAAAL	FUJESSEN	23%	0.21	<0.05	0.68	0.22	0.23	0.22	<0.05	0.21	0.13	0.43	0.11	0.27	0.42
200242089	2009/1339	SCHERAAAL	GROOTE BREKKEN	20%	0.26	0.06	0.56	0.11	0.08	0.10	<0.05	0.07	0.07	0.16	<0.05	0.12	0.20
200242095	2009/1345	SCHERAAAL	GROOTE BREKKEN	17%	0.28	0.05	0.70	0.16	0.10	0.09	<0.05	0.08	<0.05	0.13	<0.05	0.09	0.28
200242113	2009/1364	SCHERAAAL	HOLLANDS DIEP	19%	0.54	(*)	2.30	0.85	0.24	0.23	<0.05	0.19	0.16	0.63	0.20	0.46	0.90
200242123	2009/1374	SCHERAAAL	AMER	28%	0.42	(*)	4.00	3.80	0.96	0.80	<0.05	1.20	0.32	1.30	0.24	0.94	1.40
200242127	2009/1378	SCHERAAAL	BENEDEN MERWEDE	22%	0.43	(*)	2.50	0.55	0.23	0.25	<0.05	0.17	0.14	0.68	0.18	0.48	0.81
200242137	2009/1388	SCHERAAAL	MAAS, NIEUWE	23%	0.32	(*)	4.00	4.20	1.20	1.10	<0.05	1.40	0.39	1.60	0.26	0.75	1.30
200258358	2010/1128	SCHERAAAL	SNEEKERMEER	21%	0.17	0.09	0.40	0.22	0.17	0.21	0.08	0.20	0.13	0.33	0.13	0.30	0.24
200258357	2010/1143	SCHERAAAL	OUDE VEEN	29%	0.23	0.14	0.72	0.28	0.24	0.27	0.12	0.30	0.24	0.38	0.19	0.31	0.38
200258361	2010/1416	SCHERAAAL	OUDE VEEN	28%	0.17	0.12	0.54	0.24	0.21	0.22	0.15	0.22	0.20	0.35	0.15	0.31	0.37
200258373	2010/1458	SCHERAAAL	HOLLANDS DIEP	29%	0.31	0.18	1.57	0.88	0.39	0.50	0.15	0.46	0.36	0.74	0.27	0.64	0.79
200258377	2010/1474	SCHERAAAL	OUDE MAAS	29%	0.67	0.33	5.84	0.87	0.58	0.66	0.28	0.56	0.49	1.06	0.45	0.66	0.87
200258378	2010/1478	SCHERAAAL	OUDE MAAS	35%	1.17	0.67	10.48	3.56	1.57	1.19	0.25	0.63	0.80	2.02	0.79	0.89	1.20
200258380	2010/1486	SCHERAAAL	OUDE MAAS	30%	0.56	0.16	2.87	0.96	0.44	0.45	0.17	0.45	0.39	0.89	0.36	0.74	1.22
200258383	2010/1532	SCHERAAAL	BENEDEN MERWEDE	32%	0.68	0.35	5.22	1.06	0.74	0.66	0.27	0.52	0.95	1.10	0.45	0.63	0.83
200258385	2010/1540	SCHERAAAL	BENEDEN MERWEDE	32%	0.59	0.24	3.46	0.81	0.42	0.54	0.19	0.48	0.81	0.99	0.32	0.68	0.99
200258386	2010/1544	SCHERAAAL	BENEDEN MERWEDE	32%	0.78	0.50	7.49	2.74	1.23	0.93	0.26	0.69	1.71	1.78	0.59	0.76	1.06
200258399	2010/1596	SCHERAAAL	NIEUWE MAAS	39%	0.84	(*)	3.51	2.97	1.14	0.94	0.26	1.16	0.50	1.13	0.44	0.93	1.52

* Interfentie.

RIKILT nr	IMARES nr	Product	Locatie	Vet %	PCB 81 (pg/g)	PCB 77 (pg/g)	PCB 126 (pg/g)	PCB 169 (pg/g)	PCB 123 (pg/g)	PCB 118 (pg/g)	PCB 114 (pg/g)	PCB 105 (pg/g)	PCB 167 (pg/g)	PCB 156 (pg/g)	PCB 157 (pg/g)	PCB 189 (pg/g)	PCB 28 (pg/g)	PCB 52 (pg/g)	PCB 101 (pg/g)	PCB 153 (pg/g)	PCB 138 (pg/g)	PCB 180 (pg/g)
200242654	2009/1304	SCHEERBAAL	LAUWERSMEER	23%	1.00	1.90	24.00	5.10	11000	120	2300	1000	1700	1700	250	180	1100	3400	8900	32000	18000	10000
200242074	2009/1324	SCHEERBAAL	OUDE VEEN	28%	1.20	2.90	23.00	3.30	10000	160	2100	1000	1800	1800	220	150	1000	3700	6700	40000	23000	13000
200242075	2009/1325	SCHEERBAAL	SNEEKERMEER	23%	0.57	3.40	25.00	4.80	8400	120	2100	710	1300	1300	180	100	670	2000	6300	24000	13000	5700
200242076	2009/1326	SCHEERBAAL	SNEEKERMEER	25%	0.72	2.20	21.00	3.10	12000	150	2500	1200	2100	2100	260	210	1800	5500	7000	45000	26000	14000
200242077	2009/1327	SCHEERBAAL	SNEEKERMEER	19%	0.31	1.70	16.00	3.00	4200	63	880	400	850	850	100	75	350	1300	2700	14000	7600	3800
200242082	2009/1332	SCHEERBAAL	FLUJESSEN	24%	0.20	1.20	4.40	0.75	<40	700	<40	200	83	120	<40	<40	330	250	520	2200	1300	620
200242085	2009/1335	SCHEERBAAL	FLUJESSEN	23%	0.63	1.40	14.00	3.20	5200	90	1300	480	830	830	120	90	370	1400	2000	17000	9000	5800
200242089	2009/1339	SCHEERBAAL	GROOTE BREKKEEN	20%	0.86	3.10	15.00	2.10	7400	92	1400	810	1300	1300	160	120	660	3000	6400	27000	16000	8400
200242095	2009/1345	SCHEERBAAL	GROOTE BREKKEEN	17%	1.20	8.90	27.00	3.80	17000	220	3400	1400	2400	2400	380	220	960	3300	8100	48000	26000	14000
200242113	2009/1364	SCHEERBAAL	HOLLANDS DIEP	19%	2.70	27.00	130.00	19.00	71000	880	17000	7900	19000	19000	1500	1500	3900	23000	63000	260000	110000	46000
200242123	2009/1374	SCHEERBAAL	AMER	28%	2.80	22.00	180.00	42.00	220000	1800	30000	19000	21000	19000	3900	1500	11000	160000	270000	760000	330000	110000
200242127	2009/1378	SCHEERBAAL	BENEDEN MERWEDE	22%	3.20	36.00	170.00	30.00	66000	1200	17000	9000	10000	10000	1800	780	11000	25000	57000	220000	120000	51000
200242137	2009/1388	SCHEERBAAL	MAAS NIEUWE	23%	2.50	19.00	180.00	58.00	320000	1800	34000	24000	26000	26000	4700	2300	8100	170000	390000	1000000	410000	170000
200248358	2010/1128	SCHEERBAAL	SNEEKERMEER	21%	0.48	2.76	9.69	1.60	1603	25	482	164	244	244	45	29	557	759	1250	5152	3021	1473
200248357	2010/1143	SCHEERBAAL	OUDE VEEN	29%	0.57	2.71	13.63	2.25	4154	66	1062	427	789	699	108	70	427	1065	3101	16439	9594	4680
200248361	2010/1416	SCHEERBAAL	FLUJESSEN	28%	0.39	1.71	12.51	2.05	4984	85	1196	433	433	433	108	81	444	1276	4357	17230	10110	4899
200248373	2010/1458	SCHEERBAAL	HOLLANDS DIEP	29%	2.46	25.18	265.96	32.15	84003	1388	23251	10866	20298	2824	2400	2400	7081	22477	59634	323971	206424	133889
200248377	2010/1474	SCHEERBAAL	OUDE MAAS	29%	3.52	40.60	315.11	52.13	80724	2327	22574	18249	9572	18249	3315	1914	13896	32290	97157	337311	212189	113590
200248378	2010/1478	SCHEERBAAL	OUDE MAAS	35%	7.43	73.65	409.85	59.08	151074	2994	46431	14088	28556	4886	2384	9529	59598	169092	384615	246362	115038	
200248380	2010/1486	SCHEERBAAL	OUDE MAAS	30%	4.69	48.98	280.65	33.74	228758	4137	70879	1971	23028	4887	1278	9613	77571	206552	453258	288990	81526	
200248383	2010/1532	SCHEERBAAL	BENEDEN MERWEDE	32%	3.38	41.99	279.04	56.61	62154	1120	18930	7730	16564	2701	2183	4985	20508	53951	250192	165322	112003	
200248385	2010/1540	SCHEERBAAL	BENEDEN MERWEDE	32%	3.64	39.51	311.73	47.99	140210	2633	43677	12059	24022	4463	2032	11489	55071	142425	329160	220284	108243	
200248386	2010/1544	SCHEERBAAL	BENEDEN MERWEDE	32%	4.98	48.21	322.51	44.87	76128	936	19127	11578	11610	2135	1059	6344	25661	75494	348920	190854	76128	
200248389	2010/1596	SCHEERBAAL	NIEUWE MAAS	39%	4.15	65.46	161.61	41.79	126739	992	19719	10391	16767	3043	3043	12674	88560	108240	425088	208214	130282	

* Interfentie.

RIKILT nr	IMARES nr	Product	Locatie	TOTAAL DIOXINEN (LB) WHO1998 (pgTEQ/g)	TOTAAL DIOXINEN (LB) WHO2005 (pgTEQ/g)	TOTAAL DIOXINEN (UB) WHO1998 (pgTEQ/g)	TOTAAL DIOXINEN (UB) WHO2005 (pgTEQ/g)	TOTAAL DL PCB'S (LB) WHO1998 (pgTEQ/g)	TOTAAL DL PCB'S (LB) WHO2005 (pgTEQ/g)	TOTAAL DL PCB'S (UB) WHO1998 (pgTEQ/g)	TOTAAL DL PCB'S (UB) WHO2005 (pgTEQ/g)	TOTAL DIOXINEN + DL WHO1998 (pgTEQ/g)	TOTAL DIOXINEN + DL WHO2005 (pgTEQ/g)	TOTAL INDICATOR PCB'S (LB) WHO1998 (pg/g)	TOTAL INDICATOR PCB'S (LB) WHO2005 (pg/g)	TOTAL INDICATOR PCB'S (UB) WHO1998 (pg/g)	TOTAL INDICATOR PCB'S (UB) WHO2005 (pg/g)
200242054	2009/1304	SCHIERAAL	LAUWERSMEER	1.6	1.5	1.6	1.5	4.8	3.1	4.8	3.1	6.5	4.5	73400	73	73400	73
200242074	2009/1324	SCHIERAAL	OUDE VEEN	1.2	1.0	1.2	1.0	4.7	2.9	4.7	2.9	5.8	3.9	87400	87	87400	87
200242075	2009/1325	SCHIERAAL	SNEEKERMEER	1.4	1.2	1.5	1.3	4.4	3.0	4.4	3.0	4.3	3.5	51670	52	51670	52
200242076	2009/1326	SCHIERAAL	SNEEKERMEER	0.9	0.8	0.9	0.8	4.9	2.7	4.9	2.7	5.8	3.5	99300	99	99300	99
200242077	2009/1327	SCHIERAAL	SNEEKERMEER	1.1	0.9	1.1	0.9	2.7	1.9	2.7	1.9	2.8	2.8	29860	30	29860	30
200242082	2009/1332	SCHIERAAL	FLUJESSEN	0.2	0.2	0.3	0.2	0.6	0.5	0.6	0.5	0.8	0.7	5060	5	5060	5
200242085	2009/1335	SCHIERAAL	FLUJESSEN	1.0	0.9	1.0	0.9	2.6	1.7	2.6	1.7	3.6	2.6	35570	36	35570	36
200242089	2009/1339	SCHIERAAL	GROOTE BREKKEN	0.8	0.7	0.8	0.7	3.2	1.9	3.2	1.9	4.0	2.6	61460	61	61460	61
200242095	2009/1345	SCHIERAAL	GROOTE BREKKEN	1.0	0.9	1.0	0.9	6.3	3.6	6.3	3.6	7.3	4.4	100360	100	100360	100
200242113	2009/1364	SCHIERAAL	HOLLANDS DIEP	2.9	2.4	2.9	2.4	27.3	16.8	27.3	16.8	30.2	19.3	505900	506	505900	506
200242123	2009/1374	SCHIERAAL	AMER	9.2	8.4	9.2	8.4	56.1	28.2	56.1	28.2	65.3	36.5	1641000	1641	1641000	1641
200242127	2009/1378	SCHIERAAL	BENEDEN MERWEDE	2.6	2.1	2.6	2.1	32.3	21.1	32.3	21.1	34.9	23.2	484000	484	484000	484
200242137	2009/1388	SCHIERAAL	MAAS, NIEUWE	11.5	10.7	11.5	10.7	70.7	32.1	70.7	32.1	82.2	42.9	2148100	2148	2148100	2148
200258358	2010/1128	SCHIERAAL	SNEEKERMEER	0.8	0.7	0.8	0.7	1.4	1.1	1.4	1.1	2.2	1.8	12211	12	12211	12
200258357	2010/1143	SCHIERAAL	OUDE VEEN	1.2	1.0	1.2	1.0	2.4	1.6	2.4	1.6	3.5	2.7	35305	35	35305	35
200258361	2010/1416	SCHIERAAL	FLUJESSEN	1.0	0.9	1.0	0.9	2.4	1.5	2.4	1.5	3.4	2.4	38317	38	38317	38
200258373	2010/1458	SCHIERAAL	HOLLANDS DIEP	2.6	2.3	2.6	2.3	50.2	31.9	50.3	31.9	52.9	34.2	753476	753	753476	753
200258377	2010/1474	SCHIERAAL	OUDE MAAS	5.5	4.3	5.5	4.3	54.6	37.3	54.6	37.3	60.1	41.6	806433	806	806433	806
200258378	2010/1478	SCHIERAAL	OUDE MAAS	11.3	9.2	11.3	9.2	80.0	50.3	80.0	50.3	91.3	59.5	984233	984	984233	984
200258380	2010/1486	SCHIERAAL	OUDE MAAS	3.7	3.1	3.7	3.1	74.7	39.6	74.7	39.6	78.3	42.6	1117509	1118	1117509	1118
200258383	2010/1532	SCHIERAAL	BENEDEN MERWEDE	4.8	3.8	4.8	3.8	47.1	32.9	47.1	32.9	51.9	36.7	609959	607	609959	607
200258385	2010/1540	SCHIERAAL	BENEDEN MERWEDE	3.8	3.1	3.8	3.1	65.9	39.5	65.9	39.5	69.7	42.6	866672	867	866672	867
200258386	2010/1544	SCHIERAAL	BENEDEN MERWEDE	8.1	6.6	8.1	6.6	49.8	37.3	49.8	37.3	57.9	43.9	723501	724	723501	724
200258398	2010/1596	SCHIERAAL	NIEUWE MAAS	10.8	10.1	10.8	10.1	42.0	22.8	42.0	22.8	52.7	32.9	973058	973	973058	973

Bijlage 3 Gehalten van PBDE congeneren en de som van PBDE's (op productbasis)

RIKILT nr	IMARES nr	Locatie	BDE 17 (pg/g)	BDE 28 (pg/g)	BDE 47 (pg/g)	BDE 49 (pg/g)	BDE 66 (pg/g)	BDE 71 (pg/g)	BDE 75 (pg/g)	BDE 77 (pg/g)	BDE 85 (pg/g)	BDE 99 (pg/g)	BDE 100 (pg/g)	BDE 119 (pg/g)	BDE 138 (pg/g)	BDE 153 (pg/g)	BDE 154 (pg/g)	BDE 183 (pg/g)	BDE 190 (pg/g)	BDE 209 (pg/g)	Som BDE (pg/g)	Som BDE (ng/g)
200242054	2009/1304	LAUWERSMEER	<40	48	2120	146	50	<40	<40	<40	<40	88	541	<40	<40	109	131	<100	<100	<1200	3235	3.2
200242074	2009/1324	OUDE VEEN	<40	41	3285	320	<40	<40	<40	<40	<40	<40	591	48	<40	83	215	<100	<100	2451	7033	7.0
200242075	2009/1325	SNEEKERMEER	<40	<40	839	114	<40	114	<40	<40	<40	<40	182	<40	<40	<40	53	<100	<100	<1200	1301	1.3
200242076	2009/1326	SNEEKERMEER	<40	<40	2322	227	50	<40	<40	<40	<40	<40	421	<40	<40	92	115	<100	<100	3550	6777	6.8
200242077	2009/1327	SNEEKERMEER	<40	<40	633	66	<40	<40	<40	<40	<40	<40	135	<40	<40	41	49	<100	<100	<1200	925	0.9
200242082	2009/1332	FLUJESSEN	<40	<40	167	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<100	<100	<1200	167	0.2
200242085	2009/1335	FLUJESSEN	<40	<40	305	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	112	<40	<40	<40	65	<100	<100	<1200	482	0.5
200242089	2009/1339	GROOTE BREKKEN	<40	<40	1065	128	<40	<40	<40	<40	<40	<40	242	<40	<40	62	104	<100	<100	<1200	1601	1.6
200242095	2009/1345	GROOTE BREKKEN	<40	46	5679	369	86	<40	<40	<40	<40	136	960	<40	<40	157	326	<100	<100	<1200	7759	7.8
200242113	2009/1364	HOLLANDS DIEP	97	131	14308	1081	245	62	85	<40	<40	670	6229	109	<40	529	576	<100	<100	<1200	24120	24.1
200242123	2009/1374	AMER	430	829	48096	9028	673	204	138	270	108	1583	35637	247	<40	2867	3303	155	<100	3841	107409	107
200242127	2009/1378	BENEDEN MERWEDE	<40	171	21213	1044	284	50	53	<40	<40	620	8623	112	<40	641	749	<100	<100	<1200	33559	33.6
200242137	2009/1388	MAAS, NIEUWE	347	481	40612	8045	641	228	127	258	121	1654	34380	239	<40	3282	2924	156	<100	<1200	93496	93.5
200258358	2010/1128	SNEEKERMEER	<10	<10	<70	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<15	19	<10	<10	<10	<10	<25	<25	<1200	<100	<LOD
200258357	2010/1143	OUDE VEEN	<10	<10	78	12	<10	<10	<10	<10	<10	<15	24	<10	<10	<10	<10	<25	<25	<1200	110	0.1
200258361	2010/1416	FLUJESSEN	<10	<10	116	17	<10	<10	<10	<10	<10	<15	39	<10	<10	<10	<10	<25	<25	<1200	156	0.2
200258373	2010/1458	HOLLANDS DIEP	<20	17	1566	69	<20	<20	<20	<20	<20	39	328	<20	<20	35	51	<50	<50	<1200	2104	2.1
200258377	2010/1474	OUDE MAAS	<20	37	4356	376	178	<20	<20	<20	<20	191	1281	<20	<20	175	165	<50	<50	<1200	6739	6.7
200258378	2010/1478	OUDE MAAS	21	44	7195	354	237	<20	<20	<20	<20	634	1656	<20	<20	354	146	<50	<50	<1200	10642	10.6
200258380	2010/1486	OUDE MAAS	<20	23	2396	178	83	<20	<20	<20	<20	114	1248	<20	<20	120	113	<50	<50	<1200	4276	4.3
200258383	2010/1532	BENEDEN MERWEDE	<20	21	2385	192	119	<20	<20	<20	<20	182	708	<20	<20	155	141	<50	<50	<1200	3904	3.9
200258385	2010/1540	BENEDEN MERWEDE	<20	54	7888	419	270	<20	<20	<20	<20	501	1603	<20	<20	284	217	<50	<50	<1200	11236	11.2
200258386	2010/1544	BENEDEN MERWEDE	<20	25	2877	181	78	<20	<20	<20	<20	57	1268	<20	<20	79	82	<50	<50	<1200	4647	4.6
200258399	2010/1596	NIEUWE MAAS	28	57	4531	422	81	<20	<20	<20	<20	236	1655	<20	<20	272	242	<50	<50	<1200	7524	7.5

RIKILT Wageningen UR
Postbus 230
6700 AE Wageningen
T 0317 48 02 56
www.wageningenUR.nl/rikilt

RIKILT-rapport 2013.004



RIKILT Wageningen UR is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen 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.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



RIKILT Wageningen UR
Postbus 230
6700 AE Wageningen
T 0317 48 02 56
www.wageningenUR.nl/rikilt

RIKILT-rapport 2013.004

RIKILT Wageningen UR is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen 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.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

