Dioxines, dioxineachtige- en niet dioxineachtige PCB's in rode aal en schubvis uit Nederlandse binnenwateren

Resultaten van 2018

S.P.J. van Leeuwen, A.W.J.M. Nijrolder, L.A.P. Hoogenboom, M.J.J. Kotterman

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Dioxines, dioxineachtige- en niet dioxineachtige PCB's in rode aal en schubvis uit Nederlandse binnenwateren

Resultaten van 2018

S.P.J. van Leeuwen¹, A.W.J.M. Nijrolde¹, L.A.P. Hoogenboom¹, M.J.J. Kotterman²

1 RIKILT Wageningen University & Research

2 Wageningen Marine Research

Dit onderzoek is uitgevoerd door RIKILT Wageningen University & Research in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema (WOT Voedselveiligheid, thema1, Contaminanten).

Wageningen, mei 2019

RIKILT-rapport 2019.003

Van Leeuwen, S.P.J., A.W.J.M. Nijrolder, L.A.P. Hoogenboom, M.J.J. Kotterman, 2019. *Dioxines, dioxineachtige- en niet dioxineachtige PCB's in rode aal en schubvis uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2018*. Wageningen, RIKILT Wageningen University & Research, RIKILT-rapport 2019.003. 44 blz.; 2 fig.; 2 tab.; 0 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

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/476059> of op www.wur.nl/rikilt (onder RIKILT publicaties).

© 2019 RIKILT Wageningen University & Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research. Hierna te noemen RIKILT.

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 is het niet toegestaan:

- a. *Dit door RIKILT uitgebrachte rapport gedeeltelijk te publiceren of op andere wijze gedeeltelijk openbaar te maken;*
- b. *Dit door RIKILT uitgebrachte rapport, c.q. de naam van het rapport of RIKILT, 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 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.wur.nl/rikilt. RIKILT is onderdeel van Wageningen University & Research.

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 2019.003

Verzendlijst:

- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV): L. Gorissen; H. Offringa; G. Mahabir
- Ministerie voor Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS): A.I. Vilorio Alebesque
- Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit (NVWA): R. Theelen; G.A. Lam; J.M. de Stoppelaar
- PO IJsselmeer/Vissersbond: D.J. Berends
- Sportvisserij Nederland: J. Quak
- RWS Waterdienst: C. Schmidt; A. Houben
- Wageningen Marine Research: M. Hoek-van Nieuwenhuizen; M.J.J. Kotterman
- RIKILT – Wageningen University & Research: L.A.P. Hoogenboom; A. Gerssen; S.P.J. van Leeuwen
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM): A. Bulder; J. van Klaveren
- NetVISwerk: A. Heinen

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Aanpassing bemonstering van grote alen en implementatie van de beleidsregel	7
2	Materiaal en methoden	9
	2.1 Bemonstering rode aal en schubvis	9
	2.2 Samenstelling monster	9
	2.3 Analyses	9
	2.4 Kwaliteitsborging	10
3	Resultaten	11
	3.1 Dioxine- en PCB-gehalten in mengmonsters aal	11
	3.2 Normoverschrijding dioxine-TEQ en som-TEQ	13
	3.3 Normoverschrijding som-ndl-PCB's	13
	3.4 Trends in gehalten in kleine aal	13
	3.5 Trends in gehalten in grote aal	15
	3.6 Resultaten schubvis	18
4	Conclusies	19
5	Aanbevelingen	20
	Literatuur	21
	Bijlage 1 Vangstlocaties 2018	22
	Bijlage 2 Gegevens van de schubvismonsters	32
	Bijlage 3 Gegevens van de aalmonsters	33
	Bijlage 4 Analyseresultaten voor vet, dioxines en PCB's in rode aal	34
	Bijlage 5 Maximumgehalten voor dioxines en PCB's	38
	Bijlage 6 Trends in TEQ-gehalten in grote aal > 45 cm, uitgedrukt op vetbasis	40
	Bijlage 7 Analyseresultaten voor vet, dioxines en PCB's in schubvis	43

Samenvatting

In 2018 is in het kader van het monitoringsprogramma 'Contaminanten in vis uit Nederlandse binnenwateren' (voorheen genaamd 'Monitoring contaminanten ten behoeve van de Nederlandse sportvisserij') aal op 20 locaties bemonsterd. Hiervan lagen 14 locaties binnen het voor aalvisserij gesloten gebied en voor de overige 6 locaties is de aalvisserij toegestaan. Veel locaties zijn in recente jaren al bemonsterd. Dit jaar zijn ook enkele locaties bemonsterd die al geruime tijd niet, of niet eerder onderzocht zijn (meerdere locaties in IJsselmeer, IJsseloog, Ramsgeul, Zwarte Meer, Twentekanaal, Lauwersmeer, Zoommeer en het IJmeer). Voor de bemonstering van grote alen wordt sinds 2016 rekening gehouden met het zwaartepunt van de beroepsmatige vangst, waarbij iets grotere aal is bemonsterd (>53 cm, behalve Ramsgeul) dan in voorgaande jaren (was >45 cm). Van de gevangen rode alen zijn mengmonsters samengesteld voor de lengteklassen 30-40 cm en 53-76 cm en deze zijn geanalyseerd op de aanwezigheid van dioxines, dioxineachtige-PCB's (dl-PCB's) en niet-dioxineachtige PCB's (ndl-PCB's). Voor som dioxines, som dioxines & dl-PCB's (som-TEQ) en som ndl-PCB's zijn Europese maximumgehalten vastgesteld (EC 1881/2006). Mengmonsters van kleine alen (30-40 cm) zijn onderzocht op 3 locaties; geen van deze monsters overschreed één van de hierboven genoemde maximumgehalten. De mengmonsters van grotere alen (>53 cm) voldeden op de volgende onderzochte locaties aan alle maximumgehalten: Volkerak (Steenbergen), IJsselmeer (Medemblik, Enkhuisen, Lemmer en Makkum), Twentekanaal (Goor), Lauwersmeer, IJmeer (Durgerdam), Zoommeer, Zwarte Meer en Ramsgeul ten oosten van Ramspolbrug. De grotere alen (>53 cm) van de overige locaties overschreden één of meerdere maximumgehalten. Aanvullend is getoetst of de beleidsregelnormen (ingesteld in 2017) overschreden worden. Op basis van deze beleidsnormen en de maximumgehalten overschreden mengmonsters grote aal van het Volkerak (Volkeraksluizen), IJsselmeer (1000 meter), IJsseloog, Hollands-Diep, Lek (Culemborg), IJssel (Olst), Waal (Tiel), Rijn (Lobith) en Maas (Eijsden) en kleine aal van het Hollands-Diep deze normen. Het huidige rapport geeft de gegevens van voorgaande jaren weer, aangevuld met de resultaten van 2018. De gevonden gehalten passen in het beeld van de voorgaande jaren. Tevens is in beperkte mate onderzoek gedaan naar contaminanten in schubvis. Dit betrof monsters blankvoorn, brasem, baars en snoekbaars, allen bemonsterd in het IJsselmeer. De resultaten laten zien dat allen voldoen aan de geldende Europese maximumgehalten (EC 1881/2006). De beleidsregelnormen zijn niet van toepassing op de schubvismonsters.

1 Inleiding

Aal uit vervuilde gebieden, doorgaans rivieren en kanalen in Nederland, bevat verhoogde gehalten aan contaminanten. Uit eerder onderzoek (van Leeuwen *et al.*, 2016, van Leeuwen *et al.*, 2013, Kotterman *et al.*, 2016) is gebleken dat aal op verschillende locaties niet voldoet aan de maximumgehalten die in EU-verband voor dioxines en PCB's zijn gesteld. Deze maximumgehalten zijn gericht op een verlaging van de blootstelling van consumenten tot een niveau dat onder de veiligheidsnormen ligt. Om die reden zijn in april 2011 het gehele Nederlandse stroomgebied van de Rijn en Maas gesloten voor de aalvangst. Aanvullend onderzoek heeft geleid tot een verdere beperking van (aal)vangstmogelijkheden in een aantal wateren per 1-1-2015 en in 2017 heeft er nogmaals een aanpassing van de gesloten gebieden plaatsgevonden¹. Het aal-monitoringsonderzoek, beschreven in deze rapportage, heeft tot doel om trends in de gehalten te detecteren en om te onderzoeken of het huidige vangstverbod de voedselveiligheid goed dient. Daarom wordt jaarlijks op een aantal locaties aal gevangen, deels op 8 jaarlijks terugkerende locaties (trendlocaties), deels op incidenteel terugkerende locaties en deels op nieuwe locaties. De jaarlijks terugkerende monsterlocaties, waarmee de trend in de gehalten wordt bepaald, betreffen de volgende monsterlocaties: IJsselmeer (Medemblik), Hollands Diep, Maas (Eijsden), Rijn (Lobith), Waal (Tiel), Volkerak (sluizen), Lek (Culemborg) en IJssel (Wijhe). In het verleden werd voor dit doel op deze locaties aal van 30-40 cm gevangen. Daarnaast worden sinds 2012 ook specifiek grotere alen (>45 cm) bemonsterd, omdat deze alen het grootste gewichtspercentage van de beroepsmatige vangst uitmaken. In 2013 is een studie gedaan naar trends van dioxine- en PCB-gehalten in rode aal over de periode 2006-2012 (van Leeuwen *et al.*, 2013). Daaruit kwam naar voren dat op vetbasis er nauwelijks een trend waarneembaar is in de gehalten van dioxines en PCB's. Voor veel locaties in het rivierengebied ligt het gehalte tussen circa 70 en 120 pg som-TEQ/g vet. Op productbasis zijn er grotere schommelingen waargenomen, met name in de aal van 30-40 cm, die grotendeels verklaard kunnen worden door schommelingen in het vetgehalte. Die schommelingen worden op hun beurt weer verklaard door de geslachtssamenstelling binnen een mengmonster: vrouwelijke aal tussen de 30-40 cm heeft over het algemeen een lager vetgehalte dan de mannelijke aal in diezelfde lengteklasse. De verhouding tussen het aandeel mannen en vrouwen heeft daarom sterke invloed op het vetgehalte van het mengmonster en daarmee ook de gehalten van dioxines en PCB's op productbasis. Dit speelt met name een rol bij de monsters in de klasse 30-40 cm, maar niet in de klasse >45 cm, omdat die geheel uit vrouwtjes bestaat.

1.1 Aanpassing bemonstering van grote alen en implementatie van de beleidsregel

Sinds enkele jaren wordt voor alle locaties een monster grotere alen bemonsterd. De grotere aal is gekozen omdat op veel locaties de alen groter dan 40 cm een zeer belangrijk deel van de vangst uitmaken (van Keeken *et al.* 2010, 2011). Ook is op sommige locaties nauwelijks kleine aal te vangen. In een recente studie door WMR (voorheen IMARES) (Kotterman, 2016) is bekeken op welke wijze de monsternamen van grotere alen verder verbeterd kan worden. Dit is met name van belang vanwege een door het ministerie van LNV ontwikkelde beleidskader waarbij zorgvuldig moet worden afgewogen onder welke condities een gebied moet worden gesloten of kan worden geopend voor beroepsmatige visserij op aal en wolhandkrab. Een essentieel onderdeel hiervan is dat de monitoringsgegevens zo representatief mogelijk de contaminatie van de aal op een locatie beschrijven in relatie tot de potentiële vangst in zo'n gebied. Het rapport van Kotterman (2016) beschrijft een aanpassing van de vangst en verwerking van de mengmonsters om tot een hoge mate van representativiteit te komen. Tevens bevat dit rapport een uitgebreide toelichting van de uitgangspunten, aanpak en conclusies. In dit rapport zijn de vangsten van de beroepsvisser, de lengte- en gewichtssamenstelling van de vangst (Keeken *et al.*, 2010, 2011) gebruikt. Aan de hand van die gegevens is in het monitoringsprogramma

¹ <http://wetten.overheid.nl/BWBR0024539/2015-09-22#Bijlage15>

gekozen voor de vangst van grote aal van 53 tot 76 cm. Deze vertegenwoordigt meer dan 50% van de massa van de beroepsvangsten. Ook is het risico van hoge gehalten som-TEQ en som-ndl-PCB's in grote alen hoger dan in kleine alen (30-40 cm) waardoor het risico voor de overschrijding van de maximumgehalten beter kan worden ingeschat. Het nieuwe protocol is voor het eerst toegepast op het monitoringsprogramma aal in 2016. De resultaten van de bemonsterde grote alen in voorgaande jaren kunnen rekenkundig vergeleken worden met de nu toegepaste bemonsteringsaanpak (Kotterman, 2016).

Door de overheid is in 2017 een uniform afwegingskader ontwikkeld waarbij normen gesteld zijn voor het sluiten of openstellen van gebieden voor visserij. Deze normen voor de visserij op aal (en wolhandkrab) betreffen een nationale maatregel die wordt ingegeven door het voorzorgsbeginsel. Door middel van deze preventieve maatregel wordt beoogd te voorkomen dat aal of wolhandkrab die niet aan de maximumgehalten uit Verordening (EG) nr. 1881/2006 voldoet (3.5 pg/g voor dioxine-TEQ, 10 pg/g voor totaal-TEQ en 300 ng/g voor de ndl-PCB's), in de handel wordt gebracht en geconsumeerd². In deze beleidsregel zijn een tweetal beleidsregelnormen gesteld. De eerste betreft een norm voor totaal-TEQ van 8.8 pg/g in het monster grote aal. De tweede een norm voor de som van ndl-PCB's (ICES-6) van 250 ng/g (idem). Voor de vergelijkbaarheid met voorgaande jaren wordt in dit rapport getoetst aan de maximumgehalten voor voeding, vastgelegd in EC 1881/2006 (zoals in voorgaande jaren), en aanvullend aan de beleidsregelnormen. Bij toetsing aan de maximumgehalten (EC 1881/2006) wordt rekening gehouden met de meetonzekerheid van de betreffende methode, zoals voorgeschreven in Europese regelgeving³, op basis van het uitgangspunt dat een gemeten gehalte in een mengmonster alen pas de ML overschrijdt indien de overschrijding met 95% zekerheid vastgesteld kan worden (rekening houdend met de meetonzekerheid). Bij de toepassing van de beleidsregelnormen wordt geen meetonzekerheid verdisconteerd omdat hier, vanuit het voorzorgsbeginsel, een ander uitgangspunt gekozen is, namelijk de waarde waarbij 95% van de individuele alen (dat wil zeggen, de potentiële vangst van de visser) niet boven de ML van 10 pg som-TEQ/g of 300 ng/g voor de som-ndl-PCB's uitkomt.

² Beleidsregel van de Minister van Economische Zaken van 28 september 2017, nr. WJZ / 17055112, betreffende het sluiten en openen van gebieden voor de visserij op aal en wolhandkrab (Beleidsregel gesloten gebieden voor visserij op aal en wolhandkrab).

³ Commission Regulation (EU) No 589/2014

2 Materiaal en methoden

2.1 Bemonstering rode aal en schubvis

De locaties voor de bemonsteringen zijn in overleg met het ministerie van LNV vastgesteld (zie Tabel 1). De bemonstering van rode aal is door WMR verzorgd in de periode van mei tot juli 2018. Alle locaties zijn met behulp van electrovisserij bemonsterd. De locaties van de monsternamen zijn weergegeven met behulp van Google Maps in Bijlage 1.

De monsters blankvoorn, brasem, baars en snoekbaars zijn bemonsterd in het IJsselmeer met fuiken (zie Bijlage 2).

2.2 Samenstelling monster

Er zijn 3 monsters genomen in de klasse 30-40 cm en 20 monsters met een lengte van >53 cm. Vanwege beperkte aanwezigheid van vis >53 cm is op de locatie Ramsgeul uitgeweken naar wat kleinere aal. Van de gevangen aal zijn door WMR mengmonsters gemaakt. De biologische kenmerken van de aalmonsters zijn in detail weergegeven in Bijlage 3 (aantallen, gemiddelde lengte en gewichten en geslachtsverhouding van de aal die verwerkt zijn in de mengmonsters). Voor de lengteklasse 30-40 cm werd gestreefd naar 25 alen per mengmonster. Op de locaties IJsselmeer (Medemblik) en Volkeraksluizen werden 23 alen bemonsterd. Dit ligt iets lager dan het streefaantal van 25 stuks. Echter het ging gepaard met een grote visserijinspanning en nog langer doorvissen zou naar verwachting niet tot een groter aantal alen leiden op die locatie. Er wordt aangenomen dat het toch een representatief monster betreft. Voor de lengteklasse >53 cm is conform de aanbevelingen in Kotterman (2016) gestreefd naar 15 alen. De streefaantallen zijn voor de meeste locaties behaald. Op de locaties Hollands Diep, Maas (Eijsden), Twentekanaal (Goor), IJsselmeer (tot 1000 meter-grens vanaf Ketelmeer, Lemmer en Makkum), IJmeer, Zoommeer en Zwarte Meer werden 9-14 alen gevangen. Dit ligt weliswaar lager dan het streefaantal van 15 stuks, maar ook hier geldt dat dit gepaard ging met een grotere visserijinspanning, waardoor het aannemelijk is dat dit ook representatieve monsters zijn. Het geslacht van de individuele alen is vastgesteld in de 30-40 cm klasse. In deze monsters domineerde de vrouwelijke aal (76-87%). Voor de monsters grotere alen geldt dat alen boven de 50 cm altijd vrouwelijk zijn.

2.3 Analyses

De mengmonsters zijn geanalyseerd door het RIKILT op de aanwezigheid van dioxines, dl-PCB's en ndl-PCB's. De mengmonsters van de trendlocaties zijn eveneens geanalyseerd op de aanwezigheid van vlamvertragers (polybroomdifenylethers (PBDE's) en hexabromocyclododecaan (HBCDD)), perfluoralkylstoffen (PFAS's) en zware metalen (cadmium, lood en kwik) en arseen. Dit rapport behandelt alleen de resultaten van dioxines en PCB's. Voor de analyse van dioxines en PCB's zijn de monsters aal gemalen en gehomogeniseerd, waarna na toevoeging van ¹³C-gelabelde interne standaarden de dioxines, PCB's en het vet uit een deelmonster zijn geëxtraheerd met behulp van een automatisch extractie-apparaat bij hoge temperatuur en hoge druk. Na de extractie is de hoeveelheid vet bepaald door verdamping van het oplosmiddel. Het vet is vervolgens opgelost en het extract is met behulp van een automatisch zuiveringsapparaat opgezuiverd door elutie over achtereenvolgens een mixed-bed kolom, een neutrale silica kolom, een aluminiumoxide kolom en een koolstof kolom. Hiermee werd het extract gescheiden in twee fracties: dioxinen en non-ortho PCB's, en mono-ortho en ndl-PCB's. Deze fracties zijn vervolgens geanalyseerd met een gas-chromatograaf met hoge resolutie massaspectrometer (GC-HRMS) die afgesteld was op een resolutie van 10.000.

De uitkomst van analyses zijn onderhevig aan variaties voorvloeiend uit de analysemethodiek. Deze variatie wordt ook wel meetonzekerheid genoemd. Deze meetonzekerheid is vastgesteld en wordt uitgedrukt als een concentratiegebied rondom het meetresultaat, waarvan met 95% zekerheid gezegd kan worden dat de meetwaarde zich in dat gebied bevindt. Conform EU-wetgeving wordt de meetonzekerheid in dit onderzoek betrokken om te toetsen of de gemeten gehalten aan de normen voldoen. De huidige meetonzekerheden bedragen 15% voor de dioxine-, of som-TEQ en 20% voor de som van ndl-PCB's. Met aftrek van de meetonzekerheid wordt de afkeuringsgrens (waarbij het gehalte in het monster hoger is dan de officiële norm) voor dioxine-TEQ 4,2 pg/g, voor som-TEQ 11,8 pg/g en voor som-ndl-PCB's 375 ng/g.

2.4 Kwaliteitsborging

WMR beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 187378-2015-AQ-NLD-RvA). De methodes van RIKILT voor de analyse van dioxines en (n)dl-PCB's zijn geaccrediteerd (Raad van Accreditatie, L014) volgens ISO 17025 en worden geborgd door deelname aan rondzendonderzoeken. RIKILT is het nationaal referentie laboratorium voor analyse van dioxines en PCB's in voeding en diervoeder.

3 Resultaten

In deze rapportage worden uitsluitend nieuwe resultaten gerapporteerd welke betrekking hebben op het dioxine- en PCB-onderzoek in aal van 2018, en ter vergelijking zijn gegevens van eerdere jaren hieraan toegevoegd.

3.1 Dioxine- en PCB-gehalten in mengmonsters aal

Tabel 1 toont de gesommeerde gehalten aan dioxines, dl-PCB's en ndl-PCB's in mengmonsters aal van de in 2018 bemonsterde locaties. Bijlage 4 toont de individuele gehalten van de verschillende dioxines en PCB's. Gehalten zijn berekend met de Toxische EquivalentieFactoren (TEF's) uit 2005. De gehalten zijn getoetst aan de momenteel geldende maximumgehalten conform EC1881/2006 (3.5 pg TEQ per gram product voor alleen dioxines, 10 pg TEQ per gram product voor de som van dioxines en dl-PCB's en 300 ng/g product voor ndl-PCB's). Bij de toetsing aan de maximumgehalten is rekening gehouden met een meetonzekerheid van 15% voor de dioxine-TEQ en som-TEQ, en 20% voor de som van de 6 ndl-PCB's. Gehalten boven de norm zijn rood gemarkeerd. In aanvulling daarop zijn ook de beleidsregelnormen toegepast, en die betreffen 8.8 pg TEQ per gram product voor de som van dioxines en dl-PCB's, en 250 ng/g product voor ndl-PCB's). Dit resulteert in een aantal additionele locaties waar de gehalten boven deze beleidsregelnormen liggen; deze zijn grijs gemarkeerd in Tabel 1.

In 2016 is een aanpassing doorgevoerd bij de bemonstering van de grotere aal, zodat het een betere afspiegeling is van de mogelijke commerciële vangst (zie paragraaf 1.1). Als gevolg hiervan is binnen de klasse >53 cm grotere aal bemonsterd dan in voorgaande jaren. In Tabel 1 is dat nu aangeduid met >53 cm, terwijl in voorgaande jaren deze langere klasse met >45 cm werd aangeduid.

Tabel 1 Resultaten van dioxines en PCB's in aal. Resultaten zijn rood gemarkeerd indien ze normoverschrijdend zijn op basis van EC1881/2006, rekening houdend met de meetonzekerheid. In grijs is aangegeven de monsters die aanvullend daarop ook hoger zijn dan de beslisgrenzen in de beleidsregel².

RIKILT nr.	WMR nr. 2018/	Vangstlocatie	Gesloten gebied?	Lengte klasse (cm)	Vetgehalte (%)	WHO2005- PCDD/F-TEQ (ub) (pg/g)	WHO2005-di- PCB-TEQ (ub) (pg/g)	WHO2005- PCDD/F-PCB- TEQ (ub) (pg/g)	Totaal ndl- PCB's (ub) (ng/g)
200518116	985	Hollands Diep	Ja	>53	22.3	4.2	18.7	23.0	914
200518117	958	Hollands Diep	Ja	30-40	6.1	1.2	4.9	6.1	274
200518118	1011	IJssel, Olst	Ja	>53	16.3	3.6	15.1	18.8	538
200518121	1089	Lek, Culemborg	Ja	>53	19.5	4.3	15.3	19.6	654
200518122	1115	Maas, Eijsden	Ja	>53	12.5	0.94	11.5	12.4	976
200518123	1141	Rijn, Lobith	Ja	>53	19.1	2.8	21.3	24.1	735
200518124	1167	Waal, Tiel	Ja	>53	20.3	2.8	15.6	18.4	561
200518125	1219	Volkerak, Volkeraksluizen	Ja	>53	17.2	4.4	8.0	12.5	312
200518126	1193	Volkerak, Volkeraksluizen	Ja	30-40	4.5	0.84	2.4	3.2	114
200518127	1245	Volkerak, Steenbergen	Nee	>53	18.6	1.9	5.1	7.1	164
200518128	1271	Twentekanaal, Goor	Nee	>53	16.5	1.0	4.6	5.6	118
200518129	1297	Lauwersmeer	Nee	>53	15.4	0.81	2.7	3.5	54.2
200518136	1505	Ketelmeer, IJsseloog	Ja	>53	20.2	4.0	17.4	21.3	830
200518130	1323	IJsselmeer, 500-1000 meter vanaf Ketelmeer	Ja	>53	21.7	4.0	10.5	14.5	399
200518131	1349	IJsselmeer, Enkhuizen	Nee	>53	16.1	2.1	4.5	6.6	78.2
200518132	1375	IJsselmeer, Lemmer	Nee	>53	19.7	1.0	2.7	3.6	54.7
200518133	1401	IJsselmeer, Makkum	Nee	>53	16.7	0.73	2.5	3.2	38.2
200518119	1063	IJsselmeer, Medemblik	Nee	>53	16.7	1.0	2.6	3.6	48.2
200518120	1037	IJsselmeer, Medemblik	Nee	30-40	5.5	0.86	1.2	2.0	27.0
200518134	1427	IJmeer, Durgerdam	Nee	>53	16.6	0.70	2.0	2.7	44.5
200518135	1453	Zoommeer	Nee	>53	16.7	1.6	3.1	4.6	75.3
200518137	1531	Zwarte meer	Nee	>53	16.4	0.94	3.1	4.0	82.1
200518138	1479	Ramsgeul, ten oosten van Ramspolbrug	Nee	52.4	11.3	1.9	5.7	7.6	191

3.2 Normoverschrijding dioxine-TEQ en som-TEQ

Van de 3 onderzochte mengmonsters aal in de klasse 30-40 cm overschreed geen enkel mengmonster de maximumgehalten (op basis van EC1881/2006) voor dioxines (3,5 pg TEQ/g product) of de norm voor de som van dioxines en dl-PCB's (10 pg TEQ/g product). Van de 20 mengmonsters grote aal (>53 cm) overschreden de monsters uit het Hollands Diep, de Lek en het Volkerak bij de Volkeraksluizen de maximumgehalten voor dioxines. Het som-TEQ maximumgehalte werd overschreden op 9 van de 20 locaties (zie Tabel 1), rekening houdend met aftrek van de meetonzekerheid van 15% (zie paragraaf 2.4). Toepassing van de beleidsregelnorm (8.8 pg/g voor som-TEQ) resulteert niet in aanvullende overschrijdingen. Het betrof hier steeds gesloten gebieden. De hoogste gehalten werden gemeten in mengmonsters van het Hollands Diep en de Rijn bij Lobith. Aal van de diverse locaties in het IJsselmeer voldeed aan de norm, behalve de aal die gevangen is in het gebied nabij (maar binnen) de 1000 meter grens van het Ketelmeer. De aal uit het Volkerak voldeed bij de locatie Steenberg en aan zowel de beleidsregelnorm voor som-TEQ als de maximumgehalten. De concentraties in aal uit het Volkerak zijn het hoogst nabij de Volkeraksluizen en worden lager in Westelijke richting (Steenbergen).

3.3 Normoverschrijding som-ndl-PCB's

De hoogste ndl-PCB-gehalten werden gemeten in Hollands Diep en Maas (Eijsden). De Europese norm (EC 1881/2006) voor de som van 6 ndl-PCB's (PCB's 28, 52, 101, 138, 153 en 180, 300 ng/g) wordt op dezelfde locaties overschreden als de dioxine-TEQ en som-TEQ (zie Tabel 1). Toepassing van de beleidsregelnorm (250 ng/g voor som-ndl-PCB's) resulteert in aanvullende overschrijdingen. Deze zijn grijs gemarkeerd in Tabel 1. Dit betreffen het Volkerak (Volkeraksluizen) en het Hollands Diep (kleine aal).

3.4 Trends in gehalten in kleine aal

In 2018 is een beperkt aantal monsters (3) uit de lengteklasse 30-40 cm onderzocht en allen betreffen trendlocaties Hollands Diep, IJsselmeer (Medemblik) en Volkerak (Volkeraksluizen). De resultaten van deze locaties, aangevuld met resultaten van eerdere metingen zijn weergegeven in Figuur 1. De overige trendlocaties zijn niet weergegeven omdat daar geen nieuwe meetgegevens van beschikbaar zijn. De meest up-to-date trendgrafieken van de overige trendlocaties zijn te vinden in het rapport dat de resultaten beschrijft van 2016 (van Leeuwen *et al.*, 2016).

De gehalten laten een neergaande trend zien vanaf 2006 die uitvlakt in de meer recente jaren. Die neergaande trend houdt waarschijnlijk verband met verandering van m/v geslachtsverhoudingen in het mengmonster (van Leeuwen *et al.*, 2013). Naar verwachting was in 2006 het aantal mannen met hoger vetpercentage in het mengmonster sterker vertegenwoordigd dan het aantal vrouwen, terwijl in recente jaren de vrouwen oververtegenwoordigd zijn in het monster (zie Bijlage 3) omdat het aandeel mannelijke aal op die locaties afgenomen is. Op vetbasis zijn de gehalten behoorlijk constant en variëren van ongeveer 80-160 pg/g som-TEQ. Op geen van de plaatsen is sprake van een duidelijk opgaande of neergaande trend op vetbasis. Hieruit kan afgeleid worden dat de contaminantgehalten in het leefmilieu op die locaties nauwelijks verandert.

Figuur 1 Trends in gehalten aan dioxines, dl-PCB's en vetgehalte op natgewicht in mengmonsters aal van 30-40 cm op de 3 trendlocaties die in 2018 zijn bemonsterd. Gehalten zijn voor alle jaren berekend op basis van de TEF's uit 2005. De gegevens zijn op productbasis en niet gecorrigeerd voor gemiddelde lengte van de aal, het vetpercentage of de geslachtsverhoudingen in de mengmonsters. Niet voor alle locaties zijn jaarlijks mengmonsters aal in deze lengteklasse verzameld.

3.5 Trends in gehalten in grote aal

De resultaten van de grote aal afkomstig van de trendlocaties zijn weergegeven in Figuur 2. In 2018 was het op de meeste trendlocaties mogelijk om een goed mengmonster grote aal te bemonsteren. In de grafieken zijn ook de gegevens opgenomen van de metingen die in 2006 in grotere aal zijn uitgevoerd (destijds aangeduid als groter dan 40 cm), afkomstig uit het rapport van Hoogenboom *et al.* (2007). In dit onderzoek was eenmalig grotere aal betrokken, terwijl vanaf 2012 dit structureel wordt gedaan. Hoewel er een onderbreking is van 5 jaar waarin er geen grote aal is geanalyseerd geeft dit toch enige informatie over het verloop van de gehalten sinds 2006. De TEQ-gehalten van 2006 zijn herberekend met de TEF waarden van 2005 (voor TEF's zie Bijlage 5).

Figuur 2. Trends op de 8 trendlocaties in gehalten aan dioxines, dl-PCB's en vetgehalte op natgewicht in mengmonsters grote aal > 45 cm. Gehalten zijn voor alle jaren berekend op basis van de TEF's uit 2005. De gegevens zijn op productbasis en niet gecorrigeerd voor gemiddelde lengte van de aal of het vetpercentage in de mengmonsters. Herberekende gehalten volgens Kotterman (2016) zijn in deze figuren niet opgenomen; het betreft oorspronkelijke gemeten gehalten. Niet voor alle locaties zijn elk jaar aalmonsters verzameld.

Op alle locaties lagen de TEQ-gehalten in 2006 hoger dan in latere jaren (zie Figuur 2), hetgeen een neergaande trend kan suggereren. Het ontbreken van data van tussenliggende jaren (2007-2011) en het verloop na 2012 maakt het moeilijk om hierover harde conclusies te trekken. Het gehalte in het monster van de Maas (Eijsden) was in 2016 nog maar de helft van de waarde van 2015, maar in 2017 hoger, en in 2018 weer wat lager. De resultaten van die locatie moeten met voorzichtigheid worden geïnterpreteerd vanwege het geringe aantal alen in dit mengmonster in recente jaren. Op locatie Rijn (Lobith) lijkt een stijgende lijn zichtbaar vanaf 2013. In 2013 was echter kleinere aal sterker vertegenwoordigd in het mengmonster en betrof de gemiddelde lengte 53 cm, terwijl dit in de overige jaren tussen de 58 en 65 cm varieerde. De resultaten van de ndl-PCB's volgen een vergelijkbare trend als de resultaten van de TEQ-gehalten (data niet getoond).

In Figuur 2 lijken over het algemeen de vetgehalten en de dioxine-TEQ, PCB-TEQ en som-TEQ redelijk gekoppeld, wat betekent dat een hoger vetgehalte resulteert in een hoger TEQ gehalte op productbasis en vice versa. De TEQ-gehalten uitgedrukt op vetbasis vertonen ook fluctuatie, maar met een minder grotere factor dan op productbasis (Bijlage 6) dan de gehalten op productbasis.

3.6 Resultaten schubvis

Tabel 2 Resultaten van dioxines en PCB's in schubvis uit het IJsselmeer.

RIKILT nr.	WMR nr.	Soort	Vetgehalte	WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	Totaal ndl-PCB's (ub)
	2018/		(%)	(pg/g)	(pg/g)	(pg/g)	(ng/g)
200539018	2659	Blankvoorn	1.3	0.19	0.28	0.47	5.4
200539019	2685	Brasem	4.7	0.69	0.65	1.3	13.6
200539020	2711	Baars	0.9	0.08	0.11	0.19	1.8
200539021	2737	Snoekbaars	0.6	0.05	0.07	0.12	1.5

Bijlage 7 toont de individuele gehalten van de verschillende dioxines en PCB's. Gehalten zijn berekend met de TEF's uit 2005. De monsters schubvis zijn allen genomen in het IJsselmeer. Ze voldoen allen aan de Europese maximumgehalten voor zoetwatervis (EC 1881/2006) voor dioxines (3.5 pg/g TEQ), som-TEQ (6.5 pg/g TEQ) en som-ndl-PCB's (125 ng/g). Bij de toetsing aan de maximumgehalten is rekening gehouden met een meetonzekerheid van 15% voor de dioxine-TEQ en som-TEQ, en 20% voor de som van de 6 ndl-PCB's. De beleidsregelnormen gelden niet voor schubvis.

4 Conclusies

In dit onderzoek zijn vooral mengmonsters grote aal (>53 cm) onderzocht. Van de 20 onderzochte monsters overschreden 9 monsters het Europese maximumgehaltes voor som-TEQ en op één na ook die voor ndl-PCB's. Dit betreft de locaties Hollands-Diep, Lek (Culemborg), Maas (Eijsden), Rijn (Lobith), Waal (Tiel), Volkerak (Volkeraksluizen), IJssel (Olst), IJsselmeer (tot aan de 1000 meter grens vanaf het Ketelmeer) en het Ketelmeer (IJsseloog). Het monster van het Volkerak (Volkeraksluizen) overschreed niet de norm voor ndl-PCB's maar wel de beleidsregelnorm. Op 3 van deze locaties werd ook de norm voor dioxine-TEQ overschreden, hetgeen betekent dat met name de DL-PCB's verantwoordelijk zijn voor de som-TEQ-overschrijding.

Voor wat betreft de kleine aal zijn dit jaar mengmonsters van 3 locaties onderzocht, allen met gehalten onder de EU-norm maar waarbij die van het Hollands Diep niet voldeed aan de beleidsregelnormen voor ndl-PCB's.

De dioxine- en PCB-trendfiguren voor de 30-40 cm klasse laten een afname sinds 2006 zien op productbasis met een afvlakking in de meer recente jaren (2013 – 2018). Voor de grotere aal is dit veel minder duidelijk. Omdat de contaminantgehalten hetzelfde patroon volgen als de vetgehalten lijkt die afname in de kleinere aal vooral veroorzaakt te worden door het afnemende aandeel vette mannetjes in een mengmonster (t.o.v. de magerdere vrouwtjes) en minder door de veranderende gehalten dioxines en PCB's in het milieu.

De in 2016 voor het eerst toegepaste nieuwe bemonsteringaanpak voor grotere alen (>53 cm) draagt bij aan een meer representatieve weergave van de contaminantgehalten in de (potentiele) aalvangst van de beroepsvisser.

De dioxine-TEQ en som-TEQ gehalten in monsters schubvis uit het IJsselmeer waren ruimschoots lager dan de Europese maximumgehalten voor dioxines en som-TEQ.

5 Aanbevelingen

De resultaten van het onderzoek in 2018 naar dioxines en PCB's in rode aal uit de Nederlandse binnenwateren leiden tot de volgende aanbevelingen:

- Het voortzetten van de huidige aanpak voor bemonstering (Kotterman, 2016) van grote aal (>53 cm) op de diverse locaties.
- Het bemonsteren van kleine aal (30-40 cm) op de trendlocaties die in 2018 niet bemonsterd zijn, zodat de tijdreeksen van die lengteklasse geen langdurige onderbrekingen krijgen.
- Het heroverwegen van trendlocatie Maas (Eijsden) voor toekomstige monsternames gezien de beperkte aantallen alen die hier gevangen worden. Mogelijk dat een locatie stroomafwaarts op de Maas een beter gedefinieerd monster kan opleveren, wat beter de contaminatietrend in de Maas beschrijft.
- Het bemonsteren van schubvis in 2019 voortzetten op andere locaties om te monitoren of gehalten voldoen aan de Europese maximumgehalten.

Literatuur

- Hoogenboom, L.A.P., Kotterman, M.J.J., Hoek-van Nieuwenhuizen, M., van der Lee, M.K., Traag, W.A. (2007) 'Onderzoek naar dioxines, dioxine-achtige PCB's en indicator PCB's in paling uit Nederlandse binnenwateren' RIKILT rapport 2007.003.
- Keeken, O. A. van, Bierman S.M., Wiegerinck, J.A.M., Goudswaard, P.C (2010). 'Proefproject marktmonitoring aal 2009.' IJmuiden : IMARES, (Rapport C028/10).
- Keeken O.A. van, S. B., Wiegerinck H., Goudswaard K., Kuijs. E. (2011). 'Proefproject Marktmonitoring Aal Voortgang 2010.' IMARES rapport C053/11
- Kotterman M.J.J., Bierman S., van der Lee M.K., Hoogenboom L.A.P., Schobben J.H.M. (2011) 'Bepaling percentage aal onder de totaal-TEQ limiet in de voor aalvangst gesloten gebieden' IMARES rapport C119/11.
- Kotterman, M.J.J., ten Dam, G., Hoogenboom, L.A.P. en van Leeuwen, S.P.J. (2016) 'Dioxines, dioxineachtige- en niet dioxineachtige PCB's in rode aal uit Nederlandse binnenwateren 2015' IMARES rapport C016/16
- Kotterman, M.J.J. (2016) 'Aanpassing programma monitoring aal ter ondersteuning beleidskader open/gesloten gebieden' IMARES rapport C084/16.
- Lee, M.K. van der, Leeuwen, S.P.J. van, Nieuwenhuizen-Hoek, M. van, Kotterman, M.J.J., Hoogenboom, L.A.P. (2012) 'Contaminanten in schubvis : onderzoek naar dioxines, PCB's en zware metalen in schubvis' RIKILT-rapport 2012.011.
- van Leeuwen, S.P.J., Kotterman M.J.J., Hoek-van Nieuwenhuizen M., van der Lee M.K. en Hoogenboom, L.A.P. (2013) 'Dioxines en PCB's in rode aal uit Nederlandse binnenwateren – Resultaten tussen 2006 en 2012' RIKILT-rapport 2013.010.
- van Leeuwen, S.P.J., Kotterman M.J.J. en Hoogenboom, L.A.P. (2016) 'Dioxines, dioxineachtige- en niet dioxineachtige PCB's in rode aal uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2016' RIKILT-rapport 2016.016.

Bijlage 1 Vangstlocaties 2018

Hollands Diep

IJssel, Wijhe

Lek, Culemborg

Maas, Eijsden

Rijn, Lobith

Waal, Tiel

Volkerak, Sluizen

Volkerak, Steenberg

Twentekanaal Wiene-Goor

Lauwersmeer

IJsselmeer Ketelbrug 500-1000m

IJsselmeer, Enkhuizen

IJsselmeer, Lemmer

IJsselmeer, Makkum

IJsselmeer, Medemblik

IJmeer, Durgerdam

Zoommeer

Ketelmeer, IJsseloog

Zwarte meer oost

Ramsdiep-Ramsgeul

Bijlage 2 Gegevens van de schubvismonsters

Tabel B1 *Biologische gegevens van schubvis*

RIKILT nr.	WMR nr. 2018/	Soort	Vangstlocatie	Aantal			Lengte (cm)			Gewicht (g)		
				Totaal	Man	Vrouw	Gem.	Max.	Min.	Gem.	Max.	Min.
200539018	2659	Blankvoorn	IJsselmeer	16	0	16	31.1	38.3	26.8	486	778	301
200539019	2685	Brasem	IJsselmeer	6	0	6	54.4	62.8	48.9	2517	4056	1977
200539020	2711	Baars	IJsselmeer	12	0	12	39.0	44.4	34.8	1208	1899	755
200539021	2737	Snoekbaars	IJsselmeer	14	5	9	44.3	56.7	40.4	920	2027	676

Bijlage 3 Gegevens van de aalmonsters

Tabel B2 Biologische gegevens van aalmonsters

Klasse 30-40 cm													
RIKILT nr.	WMR nr. 2018/	Vangstlocatie	Trendlocatie?	Gesloten gebied?	Aantal			Lengte (cm)			Gewicht (g)		
					Totaal	Man	Vrouw	Gem.	Max.	Min.	Gem.	Max.	Min.
200518117	958	Hollands Diep	Ja	Ja	25	6	19	35.9	39.9	30.3	94	130	46
200518120	1037	IJsselmeer, Medemblik	Ja	Nee	23	3	20	35.5	40.0	30.0	82	122	37
200518126	1193	Volkerak, Volkeraksluizen	Ja	Ja	23	5	18	34.0	40.0	30.2	73	110	45
Klasse >45 cm													
200518116	985	Hollands Diep	Ja	Ja	14	0	14	60.0	71.9	54.1	499	862	340
200518118	1011	IJssel, Olst	Ja	Ja	15	0	15	60.0	71.8	53.0	417	618	240
200518121	1089	Lek, Culemborg	Ja	Ja	15	0	15	59.8	71.7	53.1	402	748	268
200518122	1115	Maas, Eijsden	Ja	Ja	9	0	9	59.1	74.8	53.1	457	1140	240
200518123	1141	Rijn, Lobith	Ja	Ja	15	0	15	60.6	72.8	53.1	445	793	261
200518124	1167	Waal, Tiel	Ja	Ja	15	0	15	59.6	71.3	53.1	455	847	286
200518125	1219	Volkerak, Volkeraksluizen	Ja	Ja	15	0	15	60.2	74.8	53.2	466	868	303
200518127	1245	Volkerak, Steenbergen	Nee	Nee	15	0	15	59.6	73.2	53.1	475	903	267
200518128	1271	Twentekanaal, Goor	Nee	Nee	9	0	9	59.7	74.8	53.1	500	1361	244
200518129	1297	Lauwersmeer	Nee	Nee	15	0	15	60.9	66.4	54.7	464	731	304
200518130	1323	IJsselmeer, 1000meter vanaf Ketelmeer	Nee	Ja	9	0	9	59.8	69.8	53.1	450	648	274
200518131	1349	IJsselmeer, Enkhuizen	Nee	Nee	15	0	15	60.0	74.4	53.1	466	946	244
200518132	1375	IJsselmeer, Lemmer	Nee	Nee	14	0	14	59.9	71.4	53.1	456	952	273
200518133	1401	IJsselmeer, Makkum	Nee	Nee	14	0	14	61.1	72.7	53.1	514	795	257
200518119	1063	IJsselmeer, Medemblik	Ja	Nee	15	0	15	60.1	72.8	53.8	458	851	268
200518134	1427	IJmeer, Durgerdam	Nee	Nee	14	0	14	59.9	71.4	53.1	427	756	215
200518135	1453	Zoommeer	Nee	Nee	13	0	13	59.0	69.3	53.1	447	786	268
200518138	1479	Ramsgeul, ten oosten van Ramspolbrug	Nee	Nee	15	0	15	52.4	59.2	45.2	281	406	180
200518136	1505	Ketelmeer, IJsseloog	Nee	Ja	15	0	15	60.2	74.8	53.0	485	851	280
200518137	1531	Zwarte meer	Nee	Nee	10	0	10	61.0	72.7	53.1	478	822	275

Bijlage 4 Analyseresultaten voor vet, dioxines en PCB's in rode aal

Tabel B3 *Individuele gehalten van de verschillende dioxines en PCB's in rode aal. Gehalten zijn berekend met de TEF's uit 2005.*

RIKILT nr	200518116	200518117	200518118	200518121	200518122	200518123
NR OPDRACHTGEVER	2018/0985	2018/0958	2018/1011	2018/1089	2018/1115	2018/1141
PRODUCT	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal
HERKOMST	Hollands Diep	Hollands Diep	IJssel, Olst	Lek, Culemborg	Maas, Eijsden	Rijn, Lobith
MAAT	>53 CM	30-40 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
VETGEHALTE (%)	22.3	6.1	16.3	19.5	12.5	19.1
Dioxinen (A-0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.343	0.142	0.251	0.252	<0.207	0.262
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.33	<0.135	<0.14	<0.125	<0.275	<0.29
2,3,4,7,8-PeCDF	2.36	0.689	2.53	2.34	1.34	2.46
1,2,3,4,7,8-HxCDF	2.29	0.818	1.31	1.93	0.26	1.04
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.688	0.233	0.483	0.642	<0.126	0.32
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.359	0.109	0.27	0.39	<0.154	0.29
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.417	<0.097	<0.139	<0.134	<0.197	<0.198
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.583	0.155	0.305	0.487	<0.115	0.237
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.265	<0.061	<0.106	<0.1	<0.108	<0.138
OCDF	<0.678	<0.128	<0.162	0.202	<0.238	<0.26
2,3,7,8-TCDD	2.54	0.675	2.02	2.79	0.132	1.25
1,2,3,7,8-PeCDD	0.443	0.143	0.54	0.431	<0.224	0.479
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.348	<0.099	<0.136	0.156	<0.228	<0.18
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.513	0.175	0.394	0.369	<0.238	0.362
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.351	<0.104	<0.136	<0.158	<0.256	<0.181
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.502	0.123	0.232	0.269	<0.164	0.321
OCDD	1.15	0.371	0.458	0.671	<0.327	0.462
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	4.12	1.18	3.60	4.30	0.560	2.70
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	4.25	1.21	3.64	4.34	0.937	2.77
dioxine-like-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	4.17	1.2	1.76	2.82	2.51	2.58
PCB 077	38.7	13.3	13.2	18.1	15.4	15.2
PCB 126	127	31.2	112	109	80.2	150
PCB 169	26.1	10.6	22.8	22.5	12.6	24.9
PCB 123	<974	<205	<494	<785	<605	<949
PCB 118	123000	32600	69400	80600	57300	116000
PCB 114	1200	287	755	922	907	1850
PCB 105	20200	5960	15500	16900	16600	31600
PCB 167	10500	3200	6060	6780	6600	9240
PCB 156	14400	4980	12200	13200	14600	20600
PCB 157	2550	956	2090	2340	1770	3440
PCB 189	1600	684	1400	1740	3460	1990
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	18.7	4.90	15.1	15.3	11.4	21.3
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	18.7	4.91	15.1	15.3	11.5	21.3
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	22.8	6.07	18.7	19.6	12.0	24.0
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	23.0	6.12	18.8	19.6	12.4	24.1
non dioxine like-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	8.41	2.29	4.55	6.46	8.9	5
PCB 052	58.4	15.7	34.6	45.1	35.4	38.7
PCB 101	103	22.3	62.7	69.9	55.7	85.6
PCB 153	438	130	231	278	396	308
PCB 138	194	62.2	128	152	177	192
PCB 180	112	41.3	76.8	103	303	106
Totaal ndl-PCB's (lb)	914	274	538	654	976	735
Totaal ndl-PCB's (ub)	914	274	538	654	976	735
lb met lower bound detectiegrenzen						
ub met upper bound detectiegrenzen						

RIKILT nr	200518124	200518125	200518126	200518127	200518128	200518129
NR OPDRACHTGEVER	2018/1167	2018/1219	2018/1193	2018/1245	2018/1271	2018/1297
PRODUCT	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal
HERKOMST	Waal, Tiel	Volkerak, Volkerak	Volkerak, Volkerak	Volkerak, Steenberg	Twentekanaal, Goor	Lauwersmeer
MAAT	>53 CM	>53 CM	30-40 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
VETGEHALTE (%)	20.3	17.2	4.5	18.6	16.5	15.4
Dioxinen (A-0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.305	0.242	0.14	0.25	0.198	0.139
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.27	<0.091	<0.122	0.131	0.135	<0.061
2,3,4,7,8-PeCDF	2.03	2.68	0.64	2.01	1.4	0.548
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1.62	0.718	0.124	0.338	0.207	0.153
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.466	0.352	<0.064	0.17	0.122	0.102
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<0.314	0.287	<0.074	0.165	0.0574	0.105
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.395	<0.105	<0.093	<0.098	<0.059	<0.039
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.289	0.281	<0.058	0.151	0.0703	0.101
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.138	<0.049	<0.072	<0.052	<0.051	<0.034
OCDF	<0.306	0.147	<0.114	0.159	<0.097	<0.093
2,3,7,8-TCDD	1.42	2.97	0.464	0.813	0.151	0.322
1,2,3,7,8-PeCDD	0.354	0.438	<0.102	0.345	0.352	0.221
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.212	0.11	<0.087	0.1	0.0969	0.0796
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.412	0.354	<0.09	0.309	0.331	0.27
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.227	0.102	<0.088	0.0963	<0.07	0.0662
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.334	0.241	<0.087	0.209	0.2	0.209
OCDD	0.656	0.525	0.169	0.366	0.415	0.344
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	2.67	4.43	0.682	1.91	1.03	0.802
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	2.79	4.45	0.840	1.92	1.04	0.808
dioxine-like-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	2.8	2.55	0.49	0.646	0.694	0.438
PCB 077	19.8	18.7	10.4	10.9	9	9.2
PCB 126	111	60.1	16.3	40.1	36.6	21.6
PCB 169	19.8	11.6	4.6	7.49	5.9	4.9
PCB 123	<788	<336	<182	<212	<163	<89.7
PCB 118	82100	37700	13000	19800	14400	7580
PCB 114	1330	<233	90	153	197	<90.1
PCB 105	20700	6170	2270	3930	3910	1690
PCB 167	7060	3280	1220	1750	1350	690
PCB 156	13400	5380	2120	3090	3040	1030
PCB 157	2300	909	352	557	494	209
PCB 189	1400	764	314	405	283	126
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	15.5	7.99	2.35	5.13	4.55	2.65
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	15.6	8.00	2.36	5.13	4.55	2.65
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	18.2	12.4	3.03	7.04	5.58	3.45
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	18.4	12.5	3.20	7.05	5.60	3.46
non dioxine like-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	5.01	3.55	0.951	1.35	1.33	0.501
PCB 052	38	22.3	6.52	6.87	7.72	1.6
PCB 101	68.2	30.2	8.55	11.8	11.7	3.97
PCB 153	235	140	52.9	79.3	50.7	26.9
PCB 138	140	67.4	25.4	38.6	29.6	14.7
PCB 180	74.9	48.1	19.6	26	17	6.51
Totaal ndl-PCB's (lb)	561	312	114	164	118	54.2
Totaal ndl-PCB's (ub)	561	312	114	164	118	54.2
lb met lower bound detectiegrenzen						
ub met upper bound detectiegrenzen						

RIKILT nr	200518130	200518131	200518132	200518133	200518119	200518120
NR OPDRACHTGEVER	2018/1323	2018/1349	2018/1375	2018/1401	2018/1063	2018/1037
PRODUCT	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal
HERKOMST	IJsselmeer, 1000 mtr vanaf Ketelmeer	IJsselmeer, Enkhuizen	IJsselmeer, Lemmer	IJsselmeer, Makkum	IJsselmeer Medemblik	IJsselmeer Medemblik
MAAT	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	30-40 CM
VETGEHALTE (%)	21.7	16.1	19.7	16.7	16.7	5.5
Dioxinen (A-0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.222	0.304	0.148	0.18	0.207	<0.204
1,2,3,7,8-PeCDF	0.226	<0.244	<0.101	<0.11	<0.199	<0.241
2,3,4,7,8-PeCDF	2.43	1.79	0.89	0.736	0.766	<0.236
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1.03	0.451	0.255	0.139	0.199	<0.392
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.455	<0.395	0.133	0.106	0.138	<0.4
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.253	<0.439	0.0984	0.0871	<0.121	<0.466
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.109	<0.555	<0.107	<0.085	<0.162	<0.609
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.24	<0.3	0.108	0.0649	<0.161	<0.351
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.078	<0.309	<0.065	<0.064	<0.174	<0.388
OCDF	0.145	<0.657	<0.144	<0.107	<0.225	<0.946
2,3,7,8-TCDD	2.54	0.931	0.408	0.262	0.402	<0.16
1,2,3,7,8-PeCDD	0.411	0.293	0.189	0.154	<0.227	<0.261
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.123	<0.456	<0.102	<0.073	<0.19	<0.489
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.359	<0.456	0.156	0.123	<0.207	<0.493
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.137	<0.443	<0.114	<0.082	<0.194	<0.463
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.207	<0.287	0.139	0.117	<0.148	<0.326
OCDD	0.443	<0.78	0.234	0.244	0.368	<1.1
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	3.92	1.84	0.946	0.702	0.686	0
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	3.96	2.13	0.982	0.730	1.01	0.862
dioxine-like-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	1.13	0.794	0.362	0.418	0.868	0.654
PCB 077	16.3	12.4	6.84	7.45	11.6	6.36
PCB 126	79.5	37.7	21.8	21.1	21.8	9.35
PCB 169	15.1	6.87	4.8	4.24	3.87	2.4
PCB 123	<318	<119	<86.2	<97.2	<87.5	<68.3
PCB 118	49100	11000	7260	4960	6820	3550
PCB 114	413	<124	<84.3	<94.1	<91	<70.2
PCB 105	8620	2150	1480	1120	1340	655
PCB 167	3620	906	653	493	622	404
PCB 156	7140	1610	1150	836	1030	559
PCB 157	1270	285	203	<151	172	<86.2
PCB 189	925	205	159	118	132	95.1
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	10.5	4.46	2.65	2.46	2.60	1.17
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	10.5	4.47	2.66	2.47	2.61	1.17
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	14.5	6.30	3.60	3.17	3.29	1.17
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	14.5	6.60	3.64	3.20	3.62	2.03
non dioxine like-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	4.09	1.49	0.609	<0.478	0.758	<0.509
PCB 052	28.4	3.53	2.03	1.13	1.46	0.725
PCB 101	49.1	6.66	4.1	2.08	3.75	1.25
PCB 153	174	36.9	25.4	18.2	23	12.9
PCB 138	87.6	18.1	13.4	10	11.9	6.72
PCB 180	56.1	11.5	9.17	6.27	7.33	4.9
Totaal ndl-PCB's (lb)	399	78.2	54.7	37.7	48.2	26.5
Totaal ndl-PCB's (ub)	399	78.2	54.7	38.2	48.2	27.0
lb met lower bound detectiegrenzen						
ub met upper bound detectiegrenzen						

RIKILT nr	200518134	200518135	200518136	200518137	200518138
NR OPDRACHTGEVER	2018/1427	2018/1453	2018/1505	2018/1531	2018/1479
PRODUCT	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal
HERKOMST	IJmeer, Durgerdam	Zoommeer	Ketelmeer, IJsseloog	Zwarte meer	Ramsgeul, ten oosten van Ramspolbrug
MAAT	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
VETGEHALTE (%)	16.6	16.7	20.2	16.4	11.3
Dioxinen (A-0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.172	0.254	0.344	0.238	0.227
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.093	<0.208	0.404	0.222	0.247
2,3,4,7,8-PeCDF	0.68	2.19	2.14	0.8	1.32
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.185	0.237	1.25	0.214	0.44
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.109	0.153	0.487	0.115	0.233
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.0945	0.155	0.346	0.0768	0.168
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.069	<0.088	<0.131	<0.096	<0.101
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.073	0.113	0.464	0.0685	0.197
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.063	<0.053	<0.095	<0.06	<0.066
OCDF	<0.1	<0.104	0.219	<0.106	<0.16
2,3,7,8-TCDD	0.237	0.555	2.55	0.342	1.05
1,2,3,7,8-PeCDD	0.159	0.227	0.413	0.231	0.268
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.088	0.0922	0.127	<0.089	<0.092
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.117	0.211	0.557	0.27	0.337
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.086	0.0895	<0.104	<0.089	<0.087
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.149	0.196	0.375	0.214	0.205
OCDD	0.279	0.487	0.664	0.426	0.474
WHO2005-PCDD/F-TEQ (Ib)	0.670	1.56	3.94	0.914	1.87
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	0.698	1.58	3.96	0.942	1.89
dioxine-like-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	0.452	0.538	1.94	0.778	0.866
PCB 077	7.36	9.64	30.9	12.2	11.8
PCB 126	16.4	24.9	118	24.5	43
PCB 169	2.88	4.65	23.6	5.07	9.06
PCB 123	<109	<61.8	<992	<220	<247
PCB 118	6100	9440	116000	10200	24200
PCB 114	<105	72.8	978	<225	<209
PCB 105	1310	2110	17900	2350	4630
PCB 167	453	870	10700	954	1840
PCB 156	978	1480	12600	1880	3860
PCB 157	162	281	2130	293	669
PCB 189	110	205	1110	203	442
WHO2005-dl-PCB-TEQ (Ib)	2.00	3.06	17.4	3.08	5.64
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	2.01	3.07	17.4	3.09	5.66
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (Ib)	2.67	4.63	21.3	3.99	7.51
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	2.70	4.64	21.3	4.04	7.55
non dioxine like-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	1.02	0.652	6.13	1.07	2.31
PCB 052	2.33	2.52	52.8	4.68	12.7
PCB 101	3.77	4.1	88.2	6.43	18.2
PCB 153	19.6	37.4	424	37.4	86.4
PCB 138	10.8	18.4	173	21.3	45.5
PCB 180	6.94	12.2	86.3	11.2	25.6
Totaal ndl-PCB's (Ib)	44.5	75.3	830	82.1	191
Totaal ndl-PCB's (ub)	44.5	75.3	830	82.1	191
Ib met lower bound detectiegrenzen					
ub met upper bound detectiegrenzen					

Bijlage 5 Maximumgehalten voor dioxines en PCB's

Vóór november 2006 werden rode alen binnen dit project alleen getoetst op een norm voor dioxines, welke conform de EU-maximumgehalten 4 pg TEQ/g product was. Per 4 november 2006 is er ook een norm voor de som van dioxines en dl-PCB's van kracht geworden. Deze additionele norm was gesteld op 12 pg TEQ/g aal. Naast deze laatste norm is ook de oorspronkelijke norm voor dioxines gehandhaafd. Bij deze maximumgehalten werd gebruik gemaakt van zogenaamde Toxiciteitsequivalentiefactoren (TEF's) die in 1998 werden vastgesteld onder voorzitterschap van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO). Met deze factoren worden de gehalten van de diverse dioxines en dl-PCB's, op basis van hun relatieve toxiciteit, omgerekend naar picogrammen dioxine-toxiciteit en uiteindelijk opgeteld tot een som-TEQ-gehalte. Op basis van voortschrijdend inzicht worden deze TEF's met enige regelmaat herzien, waarbij in de normstelling niet altijd per direct wordt overgestapt op de nieuwe TEF's. Zo zijn de TEF's in 2005 aangepast maar pas per 2012 ingevoerd in de normstelling. Beide sets van TEF-waarden zijn in onderstaande tabel opgenomen.

Tabel B4 TEF-factoren van 1998 en 2005

Naam/congeneer	WHO-TEF (1998)	WHO-TEF (2005)
2,3,7,8-TCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	0.03
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	0.3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01
OCDF	0.0001	0.0003
2,3,7,8-TCDD	1	1
1,2,3,7,8-PeCDD	1	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	0.01
OCDD	0.0001	0.0003
PCB 81	0.0001	0.0003
PCB 77	0.0001	0.0001
PCB 126	0.1	0.1
PCB 169	0.01	0.03
PCB 123	0.0001	0.00003
PCB 118	0.0001	0.00003
PCB 114	0.0005	0.00003
PCB 105	0.0001	0.00003
PCB 167	0.00001	0.00003
PCB 156	0.0005	0.00003
PCB 157	0.0005	0.00003
PCB 189	0.0001	0.00003

Tegelijkertijd zijn in 2012 ook de bestaande Europese maximumgehalten voor dioxines en dl-PCB's aangepast. Rekening houdend met de TEF-waarden uit 2005 zijn de nieuwe maximumgehalten voor aal als volgt: voor dioxines 3.5 pg TEQ per gram product en voor de som dioxines en dl-PCB's 10 pg TEQ per gram product (EU-Verordening 1881/2006).

Een derde norm die van belang is voor aal is die voor de ndl-PCB's, voorheen bekend als indicator-PCB's. De EU heeft deze maximumgehalten, die per land verschilden, per 2012 geharmoniseerd. Voor wilde aal is een norm van 300 ng/g vis vastgesteld voor de som van PCB's 28, 52, 101, 138, 153 en 180. PCB 118, die in de Nederlandse wetgeving als indicator-PCB werd beschouwd, is hierin niet opgenomen omdat deze al tot de dl-PCB's behoort en als zodanig al in de norm voor dioxines en dl-PCB's is opgenomen. Een overzichtstabel met de historische en huidige maximumgehalten voor dioxines en PCB's in aal is weergegeven in van Leeuwen *et al.* (2013)

Bijlage 6 Trends in TEQ-gehalten in grote aal > 45 cm, uitgedrukt op vetbasis

Figuur B1 Trends op de 8 trendlocaties in gehalten aan dioxines, dl-PCB's op vetgewicht en het vetgehalte in mengmonsters grote aal > 45 cm. Gehalten zijn voor alle jaren berekend op basis van de TEF's uit 2005. De gegevens zijn op vetbasis en niet gecorrigeerd voor gemiddelde lengte van de alen. Herberekenende gehalten volgens Kotterman (2016) zijn in deze figuren niet opgenomen; het betreft oorspronkelijke gemeten gehalten. Niet voor alle locaties zijn elk jaar aalmonsters verzameld.

Bijlage 7 Analyseresultaten voor vet, dioxines en PCB's in schubvis

Tabel B5 *Individuele gehalten van de verschillende dioxines en PCB's in schubvis. Gehalten zijn berekend met de TEF's uit 2005.*

RIKILT nr	200539018	200539019	200539020	200539021
NR OPDRACHTGEVER	2018/2659	2018/2685	2018/2711	2018/2737
PRODUCT	Blankvoorn	Brasem	Baars	Snoekbaars
VETGEHALTE (%)	1.3	4.7	0.9	0.6
Dioxinen (A-0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.463	1.48	0.123	0.114
1,2,3,7,8-PeCDF	0.058	0.225	0.025	0.019
2,3,4,7,8-PeCDF	0.128	0.494	0.072	0.03
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.024	0.218	<0.012	0.006
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.014	0.122	0.006	0.004
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.012	0.069	0.005	<0.004
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.006	<0.007	<0.005	<0.004
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.014	0.118	<0.006	0.002
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.004	0.007	<0.003	<0.002
OCDF	<0.008	0.011	<0.006	<0.006
2,3,7,8-TCDD	0.075	0.266	0.034	0.024
1,2,3,7,8-PeCDD	0.016	0.062	<0.010	<0.007
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.012	0.047	<0.005	<0.004
1,2,3,6,7,8-HxCDD	<0.012	0.094	0.006	<0.004
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.011	0.016	<0.005	<0.004
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	<0.015	0.111	0.008	0.005
OCDD	0.04	0.09	0.033	0.021
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	0.183	0.690	0.070	0.046
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	0.187	0.690	0.083	0.055
dioxine-like-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	
PCB 081	0.504	1.76	0.139	0.131
PCB 077	19	49.7	4.59	4.03
PCB 126	2.45	5.45	0.922	0.597
PCB 169	0.305	1.15	0.132	0.074
PCB 123	<35.9	<83.1	<12.5	4.6
PCB 118	514	1380	190	143
PCB 114	4.35	14.6	2.16	<1.82
PCB 105	107	265	43.6	32.3
PCB 167	61.5	156	17.9	12.6
PCB 156	87.6	220	31.1	19.7
PCB 157	16.8	34.9	5.25	3.6
PCB 189	14.2	42.5	4.82	2.66
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	0.280	0.648	0.106	0.069
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	0.281	0.651	0.106	0.069
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	0.464	1.34	0.176	0.115
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	0.469	1.34	0.189	0.124
non dioxine like-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	
PCB 028	0.128	0.646	0.042	0.048
PCB 052	0.342	0.844	0.07	0.091
PCB 101	0.909	2.02	0.241	0.255
PCB 153	2.14	5.11	0.73	0.549
PCB 138	1.13	2.95	0.433	0.332
PCB 180	0.756	2.01	0.272	0.182
Totaal ndl-PCB's (lb)	5.41	13.6	1.79	1.46
Totaal ndl-PCB's (ub)	5.41	13.6	1.79	1.46
lb met lower bound detectiegrenzen				
ub met upper bound detectiegrenzen				

RIKILT Wageningen University & Research
Postbus 230
6700 AE Wageningen
T 0317 48 02 56
www.wur.nl/rikilt

RIKILT-rapport 2019.003

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research 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 University & Research
Postbus 230
6700 AE Wageningen
T 0317 48 02 56
www.wur.nl/rikilt

RIKILT-rapport 2019.003

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research 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.