



Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren

Resultaten van 2019

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



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren

Resultaten van 2019

L.L. Leenders¹, A. Gerssen¹, A.W.J.M. Nijrolde¹, L.A.P. Hoogenboom¹, M.J.J. Kotterman², S.P.J. van Leeuwen¹

1 Wageningen Food Safety Research (WFSR)

2 Wageningen Marine Research (WMR)

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Food Safety Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoeksthema 'WOT voedselveiligheid, chemische contaminanten' (WOT-02-001-014).

Wageningen, mei 2020

WFSR-rapport 2020.010

L.L. Leenders; A. Gerssen; A.W.J.M. Nijrolde; L.A.P. Hoogenboom; M.J.J. Kotterman; S.P.J. van Leeuwen, 2020. *Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2019*. Wageningen, Wageningen Food Safety Research, WFSR-rapport 2020.010. 46 blz.; 4 fig.; 3 tab.; 16 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/10.18174/521398> of op <http://www.wur.nl/food-safety-research> (onder WFSR publicaties).

© 2020 Wageningen Food Safety Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research. Hierna te noemen WFSR.

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

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

Postbus 230, 6700 AE Wageningen, T 0317 48 02 56, E info.wfsr@wur.nl, www.wur.nl/food-safety-research. WFSR is onderdeel van Wageningen University & Research.

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

WFSR-rapport 2020.010

Verzendlijst:

- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV); L. Gorissen; G. Mahabir
- Ministerie voor Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS): A.I. Vilorio Alebesque
- Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit (NVWA): 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.J.J. Kotterman
- Wageningen Food Safety Research: A. Gerssen; A.W.J.M. Nijrolde; L.A.P. Hoogenboom; L.L. Leenders; 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	9
2	Materiaal en methoden	11
	2.1 Bemonstering rode aal	11
	2.2 Samenstelling monster	11
	2.3 Analyses van dioxines en PCB's	11
	2.3.1 Vetextractie	11
	2.3.2 Opzuivering met de DexTech	12
	2.3.3 Bepaling van dioxines en (dl-)PCB's	12
	2.4 Analyse van PFAS's	12
	2.4.1 Extractie	12
	2.4.2 Opzuivering	12
	2.4.3 Analyse van PFAS's	13
	2.5 Analyse van zware metalen	13
	2.5.1 Ontsluiting van zware metalen uit matrix	13
	2.5.2 Analyse van cadmium, lood en arseen	13
	2.5.3 Analyse van kwik	13
	2.6 Kwaliteitsborging	13
3	Resultaten	14
	3.1 Dioxine- en PCB-gehalten in mengmonsters aal	14
	3.1.1 Limietoverschrijding dioxine-TEQ en som-TEQ	16
	3.1.2 Limietoverschrijding som-ndl-PCB's	16
	3.1.3 Trends in gehalten in kleine aal	16
	3.1.4 Trends in gehalten in grote aal	18
	3.2 PFAS's in mengmonsters aal	21
	3.3 Zware metalen in mengmonsters aal	22
4	Conclusies	23
5	Aanbevelingen	24
	Literatuur	25
	Bijlage 1 Vangstlocaties 2019	26
	Bijlage 2 Gegevens van de aalmonsters	35
	Bijlage 3 Analyseresultaten voor vet, dioxines en PCB's in rode aal	36
	Bijlage 4 Maximumgehalten voor dioxines en PCB's	40
	Bijlage 5 Trends in TEQ-gehalten in grote aal > 45 cm (vanaf 2016 53-76 cm), uitgedrukt op vetbasis	42
	Bijlage 6 Resultaten PFAS's in mengmonsters aal 2019	45

Samenvatting

In 2019 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 18 locaties bemonsterd. Hiervan lagen 14 locaties binnen het voor aalvisserij gesloten gebied en voor de overige 4 locaties is de aalvisserij toegestaan. Voor de bemonstering van grote alen wordt sinds 2016 rekening gehouden met het zwaartepunt van de beroepsmatige vangst, waarbij iets grotere aal is bemonsterd (53-76 cm) 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 (zogenaamde maximumlimieten, ML's) vastgesteld (EC 1881/2006). De mengmonsters grote aal (53-76 cm) voldeden op de volgende onderzochte locaties aan alle ML's: Volkerak (Steenbergen), IJsselmeer (Medemblik), Ramsgeul (Ramspolbrug) en het Vossemeer. De mengmonsters aal (53-76 cm) van de overige locaties overschreden één of meerdere ML's. Aanvullend is getoetst of de beleidsregellimieten (ingesteld in 2017) overschreden worden. Dat geldt voor aal (53-76 cm) van de locaties Ramsgeul (Ramspolbrug), Vossemeer en IJsselmeer (Urk). Voor de mengmonsters aal (30-40 cm) overschreed mengmonster van de Lek de ML voor ndl-PCB's en overschreden de IJssel (Deventer) en Hollands-Diep de beleidsregellimiet voor ndl-PCB's. Van de locaties die nu nog geopend zijn voor visserij overschreed Ramsdiep (Schrokkerhaven) en IJsselmeer (Urk) een of meerdere limieten. Het huidige rapport geeft de gegevens van voorgaande jaren weer, aangevuld met de resultaten van 2019. Op een enkele locatie is een verhoogd gehalte gevonden ten opzichte van voorgaande jaren, maar over het algemeen passen de gevonden gehalten in het beeld van de voorgaande jaren.

De mengmonsters aal zijn verder geanalyseerd op zware metalen en perfluoralkylstoffen (PFAS's). In dit rapport zijn de resultaten van de metalen cadmium, lood, kwik en arseen opgenomen. Alle gehalten voldeden aan de geldende ML's (EC 1881/2006). Voor arseen is geen ML vastgesteld. Aanvullend ten opzichte van de vorige jaarlijkse rapportage zijn resultaten van de meting van PFAS's opgenomen in dit rapport, mede naar aanleiding van een toegenomen aandacht voor deze stoffen in 2019, en het recent beschikbaar komen van een concept-opinie van de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA). De gesommeerde gehalten van de meest voorkomende PFAS's variëren van circa 4-42 ng/g product. Voor deze stoffen is geen ML vastgesteld en kan er niet op deze wijze getoetst worden.

1 Inleiding

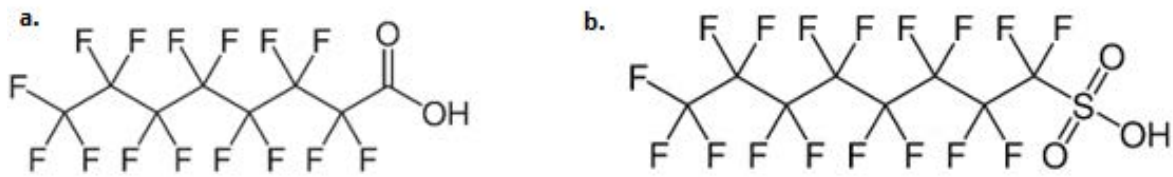
Aal uit vervuilde gebieden, doorgaans rivieren en kanalen in Nederland, bevat verhoogde gehalten aan contaminanten. Uit eerder onderzoek (van Leeuwen et al., 2016, van Leeuwen et al., 2013, Kotterman et al., 2016) is gebleken dat aal op verschillende locaties niet voldoet aan de maximum limieten (ML's) die in EU-verband voor dioxines en polychloorbifenylen (PCB's) zijn gesteld¹. Deze ML's 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 de 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 plaatsgevonden². Het aal-monitoringsonderzoek, beschreven in deze rapportage, heeft tot doel om trends in de dioxine- en PCB-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 (Volkeraksluizen), Lek (Culemborg) en IJssel (Wijhe, Deventer). 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 nauwelijks een afnemende trend waarneembaar is in de gehalten van dioxines en PCB's. Voor veel locaties in het riviereengebied ligt het gehalte tussen circa 70 en 120 pg som-TEQ/g vet. Op productbasis zijn er grotere schommelingen waargenomen, met name in 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.

In dit rapport worden de resultaten van rode aal, gevangen in 2019, beschreven. Naast dioxines en PCB's zijn alen onder andere gecontamineerd met zware metalen en per- en polyfluoralkylverbindingen (PFAS's). Dit werd duidelijk uit eerdere studies uit Nederland (Van der Lee, 2012, Zafeiraki et al., 2019). De monsters in 2019 zijn onderzocht op aanwezigheid van zware metalen als lood, kwik, cadmium en arseen, en op PFAS's.

¹ Verordening (EG) nr. 1881/2006 van de Commissie van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen

² <http://wetten.overheid.nl/BWBR0024539/2015-09-22#Bijlage15>

PFAS's betreffen een groep van stoffen van (volledig) gefluoreerde verbindingen. Er zijn duizenden verbindingen bekend, met uiteenlopende chemische structuren (ketenlengte, functionele groepen etc.) (Buck et al., 2011). De twee bekendste PFAS's zijn perfluorooctaan zuur (PFOA, zie Figuur 1a) en perfluorooctaansulfonzuur (PFOS, zie Figuur 1b).



Figuur 1 Chemische structuur van PFOA (a) en PFOS (b).

Een aantal andere PFAS's zijn weergegeven in Tabel 1; deze hebben een vergelijkbare functionele groep maar een verschillende koolstofketenlengte. PFAS's zijn uitermate stabiel: ze zijn bestand tegen hoge temperaturen en chemisch nagenoeg inert. PFAS's zijn water-, vet-, en vuilafstotend en oppervlaktespanning-verlagend. Hierdoor zijn deze stoffen breed toegepast; ze worden gebruikt bij oppervlakbehandelingen van bijvoorbeeld tapijten, textiel en leer, maar ook als surfactant in blusschuim en in de mijnbouw en olie-industrie. Door deze brede toepassingen komen ze wijd verspreid voor in ons milieu; in de grond, de lucht, het oppervlaktewater en het zeewater. Het onderwerp van de schadelijkheid van PFAS's is in 2019 veelvuldig in het nieuws behandeld vanwege de contaminatie van grond en de gevolgen die dat had voor grondtransport in de bouwsector. PFOS is een Persistent Organic Pollutant (POP), vanwege zijn persistente, bioaccumulatieve en toxische eigenschappen. PFOA is toxisch en persistent, maar is niet aangemerkt als POP vanwege beperkte bioaccumulatie. PFOS en PFOA hopen niet op in vetten, zoals dioxines en PCB's, maar binden aan eiwitten in het bloed en de lever. PFAS's komen in ons voedsel voor (Noorlander et al. 2011). De Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA) heeft in 2018 een nieuwe risicobeoordeling ('opinion') opgesteld waarin de risico's van PFOA en PFOS via inname uit voeding zijn beoordeeld. Daaruit zijn innamereferentiewaarden opgesteld van respectievelijk 13 en 6 ng/kg lichaamsgewicht per week. Dit is fors lager dan de in 2008 door EFSA gepubliceerde waarden (150 en 1500 ng/kg lichaamsgewicht per dag). Recent heeft de EFSA een concept-opinie opgesteld voor de som van PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS (EFSA, 2020). De innamereferentiewaarden hiervoor is 8 ng/kg lichaamsgewicht per week. Uit de concept-opinie blijkt dat, afhankelijk van het gekozen scenario, een deel van de bevolking een te hoge blootstelling heeft. Dit varieert van alleen zuigelingen en jonge kinderen, tot de gehele bevolking. Omdat het een concept-opinie betreft kan deze opinie mogelijk nog aangepast worden. Voor PFAS's zijn geen ML's vastgesteld in het kader van de EC 1881/2006. Het is echter niet uitgesloten dat dit op termijn toch gebeurt op basis van de recente EFSA-opinie. In recente jaren zijn deze stoffen gemeten in Nederlandse aal, zeevis en kweekvis, en de resultaten hiervan zijn voor het eerst gepubliceerd door Zafeiraki et al. (2019). Uit deze studie bleek dat PFAS's voorkomen in het zoetwatermilieu, en accumuleren in aal. Met name PFOS, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDODA en PFTrDA accumuleren in aal.

Tabel 1 Meest beschreven PFAS's.

Afkorting	Component
Zuren:	
PFBA	Perfluorobutaanzuur
PFPA	Perfluoropentaanzuur
PFHxA	Perfluorohexaanzuur
PFHpA	Perfluoroheptaanzuur
PFOA	Perfluorooctaanzuur
PFNA	Perfluorononaanzuur
PFDA	Perfluorodecaanzuur
PFUnDA	Perfluoroundecaanzuur
PFDoDA	Perfluorododecaanzuur
PFTTrDA	Perfluorotridecaanzuur
PFTeDA	Perfluorotetradecaanzuur
Sulfonaten:	
PFBS	Perfluorobutaansulfonaat
PFHxS	Perfluorohexaansulfonaat
PFHpS	Perfluoroheptaansulfonaat
PFOS	Perfluorooctaansulfonaat
PFDS	perfluorodecaansulfonaat

1.1 Aanpassing bemonstering van grote alen en implementatie van de beleidsregel

Sinds 2016 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 commerciële vangst uitmaken (van Keeken et al. 2010, 2011). Ook is op sommige locaties nauwelijks kleine aal te vangen. In een recente studie door Wageningen Marine Research (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 een gebied. Het rapport van Kotterman (2016) beschrijft een aanpassing van de vangst en verwerking van de mengmonsters op 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 (van Keeken et al., 2010, 2011) gebruikt. Aan de hand van die gegevens is in het monitoringsprogramma gekozen voor de vangst van grotere 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 ML's 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 worden vergeleken met de nu toegepaste bemonsteringsaanpak (Kotterman, 2016).

Door het ministerie van LNV 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 voorzorgsbeginnsel. Door middel van deze preventieve maatregel wordt beoogd te voorkomen dat aal of wolhandkrab die niet aan de ML's 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

geconsumeerd³. In deze beleidsregel zijn een tweetal beleidsregellimieten gesteld. De eerste betreft een limiet voor totaal-TEQ van 8.8 pg/g product in het monster grote aal. De tweede is een limiet 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 ML's voor voeding, vastgelegd in EC 1881/2006 (zoals in voorgaande jaren), en aanvullend aan de beleidsregellimieten. Bij toetsing aan de ML's (EC 1881/2006) wordt rekening gehouden met de meetonzekerheid van de betreffende methode, zoals voorgeschreven in de Europese regelgeving^{3,4}, op basis van het uitgangspunt dat een gemeten gehalte in een mengmonster aal pas de ML overschrijdt indien de overschrijding met 95% zekerheid vastgesteld kan worden (rekening houdend met de meetonzekerheid). Bij de toepassing van de beleidsregellimieten 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 product of 300 ng/g product voor de som-ndl-PCB's uitkomt.

³ 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).

⁴ Commission Regulation (EU) 2017/644.

2 Materiaal en methoden

De mengmonsters rode aal zijn geanalyseerd door Wageningen Food Safety Research (WFSR) op de aanwezigheid van dioxines, dl-PCB's en ndl-PCB's. De mengmonsters van de trendlocaties zijn eveneens geanalyseerd op de aanwezigheid van PFAS's, vlamvertragers (polybroomdifenylethers (PBDE's) en hexabromocyclododecaan (HBCDD)), en zware metalen als cadmium, lood, kwik en arseen. Dit rapport behandelt de resultaten van dioxines en PCB's, PFAS's en zware metalen.

2.1 Bemonstering rode aal

De locaties voor de bemonsteringen zijn in overleg met het ministerie van LNV vastgesteld (zie Tabel 2). De bemonstering van rode aal is door WMR verzorgd in de periode mei tot juli 2019. Alle locaties zijn met behulp van electrovisserij bemonsterd. De locaties van de monsternamen zijn weergegeven met behulp van Google Maps in Bijlage 1.

2.2 Samenstelling monster

Er zijn 3 mengmonsters samengesteld in de klasse 30-40 cm en 19 mengmonsters met een lengte van 53-76 cm. Van de gevangen aal zijn door WMR mengmonsters gemaakt. De biologische kenmerken van de aalmonsters zijn in detail weergegeven in Bijlage 2 (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 IJssel (Wijhe, Deventer) en Hollands Diep werden 13 respectievelijk 22 alen bemonsterd. Dit ligt 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 deze locaties. Er wordt aangenomen dat het toch een representatief monster betreft. Voor de lengteklasse 53-76 cm is conform de aanbevelingen in Kotterman (2016) gestreefd naar 15 alen. De streefaantallen zijn voor de meeste locaties behaald. Op de locaties Maas (Eijsden), Maas (Kessel), Ramsgeul (Ramspolbrug), Ramsdiep (Schokkerhaven) en IJsselmeer (Urk) werden minder dan 15 alen gevangen. Ook hier geldt dat dit gepaard ging met een grotere visserijinspanning, waardoor het aannemelijk is dat dit ook representatieve monsters zijn. Vanwege teruglopende vangsten op de locatie Maas (Eijsden) in de afgelopen jaren is onderzocht of een nieuwe, meer stroomafwaarts gelegen locatie (Kessel) dienst kan doen als nieuwe trendlocatie. Echter de vangsten bij locatie Kessel waren nog lager dan op de oude onderzoekslocatie Eijsden, en daarom is het niet gelukt om hier een goed mengmonster samen te stellen. In 2020 zal er dus weer een nieuwe locatie in de Maas dat dienst kan doen als trendlocatie gezocht moeten worden. Het geslacht van de individuele alen is vastgesteld in de 30-40 cm klasse. In deze monsters domineerde de vrouwelijke aal: in 2 mengmonsters is slechts 1 mannelijke aal aanwezig, het derde mengmonster bestaat volledig uit vrouwelijke alen. Voor de monsters alen >53cm geldt dat alen altijd vrouwelijk zijn.

2.3 Analyses van dioxines en PCB's

2.3.1 Vetextractie

De door WMR aangeleverde mengmonsters worden gehomogeniseerd met behulp van ultraturrax. Uit het gemalen monster wordt het vet geëxtraheerd en het percentage vet bepaald. Hiervoor wordt 10 gram gemalen aal gemengd met 10 gram hydromatrix en overgebracht naar een ASE-monsterbuis. Het monster wordt achtereenvolgens 3 keer geëxtraheerd met 20 ml hexaan:aceton (1:1) bij 100°C en 1500 PSI. Het extract wordt gefiltreerd over een trechter met Na₂SO₄ en opgevangen in een vooraf gewogen kolf. Het oplosmiddel (hexaan:aceton(1:1)) wordt met een rotorvapor verdampt, waarna

met geëxtraheerde vet gedurende 1 nacht bij 60°C wordt gedroogd. Na drogen wordt het geëxtraheerde vet gewogen en het vetpercentage (extraheerbaar vet) in aal kwantitatief bepaald.

2.3.2 Opzuivering met de DexTech

Aan het gemalen en gehomogeniseerde monster (voordat de vetextractie plaatsvindt) wordt een bekende hoeveelheid van een mix van ¹³C-isotoopgelabelde interne standaarden toegevoegd. Na de vetextractie en het bepalen van het vetpercentage wordt het vet opgelost in 15 ml hexaan. Vervolgens wordt het monster gezuiverd door gebruik te maken van het DexTech systeem. Dit is een geautomatiseerd instrument dat gebruik maakt van vier opzuiveringskolommen. Ten eerste gaat het vet door een zure-silicakolom, waar het vet geoxideerd en verwijderd wordt. Vervolgens wordt het eluaat over een gecombineerde silicakolom geleid, waar eventuele restanten vet verwijderd worden en het eluaat wordt geneutraliseerd. De derde kolom is een alumina-oxidekolom, die wordt gebruikt om de interfererende componenten uit het eluaat te verwijderen. De laatste kolom die gebruikt wordt, is een koolkolom. Het eluaat dat door de koolkolom elueert, bevat de mono-ortho gesubstitueerde en ndl-PCB's (fractie 'A'). De koolkolom wordt vervolgens in een 'reversed' mode gespoeld om de dioxines en non-ortho gesubstitueerde PCB's in een tweede fractie op te vangen (fractie 'B'). Aan beide fracties worden recoverystandaarden toegevoegd. Voor de analyse van mono-ortho gesubstitueerde en ndl-PCB's wordt fractie 'A' geconcentreerd tot een eindvolume van 5 ml. Fractie 'B' (dioxines en non-ortho gesubstitueerde PCB's) wordt uiteindelijk geconcentreerd tot een eindvolume van 0.5 ml.

2.3.3 Bepaling van dioxines en (dl-)PCB's

Een aliquot van fractie 'A' en 'B' wordt achtereenvolgens met gaschromatografie-hoge resolutie massaspectrometrie (GC/HRMS) geanalyseerd. De GC (Agilent H6890+) is voorzien van een 60 meter capillaire kolom (DB-5-MS, ID=0.25 mm). Voor de detectie wordt een 'Waters – Autospec Ultima' HRMS gebruikt. De apparatuur is zodanig afgesteld dat de resolutie minimaal 10,000 eenheden is. Van zowel de natieve als de ¹³C-gelabelde congenen worden twee ionen gemeten en gekwantificeerd. De uitkomst van analyses zijn onderhevig aan variaties voortvloeiend uit de analysemethodiek. Deze variatie wordt ook wel meetonzekerheid genoemd. Deze meetonzekerheid is vastgesteld tijdens de validatie 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 ML's voldoen. De huidige meetonzekerheden bedragen 10% voor de dioxine-, of som-TEQ en 10% voor de som van ndl-PCB's. Met aftrek van de meetonzekerheid wordt de afkeuringgrens (waarbij het gehalte in het monster hoger is dan de officiële ML) voor dioxine-TEQ 3.8 pg/g product, voor som-TEQ 11.1 pg/g product en voor som-ndl-PCB's 330 ng/g product.

2.4 Analyse van PFAS's

2.4.1 Extractie

Van het gemalen monster rode aal wordt 1 gram afgewogen in een kunststofbuis van 50 ml waaraan een mix van ¹³C-isotoopgelabelde interne standaarden wordt toegevoegd. Na toevoeging van 2 ml 200 mM natriumhydroxide voor alkalische digestie worden de componenten geëxtraheerd met 10 ml methanol. Na extractie wordt er 100 µl mierenzuur toegevoegd. Na centrifugeren wordt het supernatant overgeschonken in een schone kunststof buis en wordt daaraan 25 ml Milli-Q water toegevoegd.

2.4.2 Opzuivering

Het extract wordt opgezuiverd met solid-phase extractie (SPE). De SPE cartridges (Strata-X-AW, Phenomenex) worden geconditioneerd met 8 ml methanol en 8 ml 0.04 M zoutzuur in Milli-Q water. Na toevoeging van het extract wordt de SPE cartridge achtereenvolgens gewassen met 5 ml natriumacetaat buffer pH 4 en 3 ml 0.04 M zoutzuur in methanol. De PFAS's worden van de cartridge geëluëerd met 5 ml 2% ammoniumhydroxide in acetonitril. Na droogdampen van het eluaat onder een

stikstofstroom wordt het residu opgelost in acetonitril. Na toevoeging van de mobiele fase van de vloeistofchromatograaf (LC) (2mM ammoniumacetaat in Milli-Q water) en een injectiestandaardmix ($^{13}\text{C}_8$ -PFOA en $^{13}\text{C}_8$ -PFOS) wordt de oplossing overgebracht in een LC vial.

2.4.3 Analyse van PFAS's

De monsteroplossingen worden met LC-tandem massaspectrometrie (LC-MS/MS) geanalyseerd. De LC (Shimadzu) is voorzien van een reversed-phase kolom (Waters Acquity UPLC BEH C_{18} , 50 mm x 2.1 mm i.d., 1.7 μm deeltjes). De componenten worden gescheiden met een gradiënt van 2mM ammoniumacetaat in Milli-Q water en acetonitril. Eventuele PFASs vanuit het LC systeem worden vertraagd over een isolator kolom (Waters Symmetry C_{18} , 50 mm x 2.1 mm i.d., 5 μm deeltjes) zodat ze niet tegelijk met de PFAS's vanuit de monsteroplossingen worden gedetecteerd. Voor detectie wordt een 'Sciex QTRAP5500' MS/MS gebruikt, waarbij zowel de natieve als ^{13}C -gelabelde verbindingen met behulp van specifieke massaovergangen worden gedetecteerd.

2.5 Analyse van zware metalen

2.5.1 Ontsluiting van zware metalen uit matrix

Voor zware metalen analyses van cadmium, lood, arseen en kwik worden de mengmonsters aal bij kamertemperatuur gehomogeniseerd. Vervolgens wordt 1.5 gram monster ontsloten door het met 10 ml salpeterzuur (70%) in een afgesloten destructievaatje te verhitten in een magnetronoven. Na ontsluiting worden de monsters overgebracht in een maatkolf van 50 ml en aangevuld met Milli-Q water.

2.5.2 Analyse van cadmium, lood en arseen

Bij cadmium-, lood- en arseenmetingen wordt gebruik gemaakt van een grafietoven- (GF) atomaire absorptie spectrometer (AAS). De atomaire absorptie van cadmium wordt gemeten bij een golflengte van 228.8 nm, lood bij 283.3 nm en arseen bij 193.7 nm. De gehalten worden bepaald tegen een kalibratiecurve van standaardoplossingen met bekende concentraties.

2.5.3 Analyse van kwik

De kwikbepalingen worden uitgevoerd met behulp van koudedamp – atomaire fluorescentie spectrometrie met amalgaam bij een golflengte van 253.7 nm (Mercur). Het aanwezige kwik in de ontsloten monsters wordt gereduceerd met tin(II)chloride tot metallisch kwik, vrij gemaakt van de oplossing, in dampvorm door een gascvet geleid en met behulp van fluorescentie spectrometrie met amalgaam bij een golflengte van 253.7 nm gemeten en gekwantificeerd.

2.6 Kwaliteitsborging

WMR IJmuiden beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer 187378-2015-AQ-NLD-RvA). De methodes van WFSR voor de analyse van dioxines en (n)dl-PCB's, alsmede de methode voor zware metalen zijn geaccrediteerd (Raad van Accreditatie (RvA), L014) volgens ISO 17025. De methode voor PFAS's is in 2019 volledig gevalideerd en aangeboden aan de RvA voor accreditatie. De methodes worden geborgd door analyse van gecertificeerde referentiematerialen, deelname aan diverse ringonderzoeken en de analyse (in elke batch monsters) van blanco's, gebruik van interne standaarden en recovery experimenten. Daarnaast is WFSR het nationaal referentie laboratorium voor analyse van dioxines en PCB's, PFAS's en zware metalen in voeding en diervoeders.

3 Resultaten

In deze rapportage worden uitsluitend nieuwe resultaten gerapporteerd welke betrekking hebben op het onderzoek in rode aal van 2019. Voor dioxines en PCB's zijn ter vergelijking gegevens van eerdere jaren toegevoegd.

3.1 Dioxine- en PCB-gehalten in mengmonsters aal

Tabel 2 toont de gesommeerde gehalten aan dioxines, dl-PCB's en ndl-PCB's in mengmonsters aal van de in 2019 bemonsterde locaties. Bijlage 3 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 ML's conform EC 1881/2006 (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 10% voor de dioxine-TEQ en som-TEQ, en 10% voor de som van de 6 ndl-PCB's. Gehalten boven de ML's zijn rood gemarkeerd. In aanvulling daarop zijn ook de beleidsregellimieten 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 beleidsregellimieten liggen; deze zijn grijs gemarkeerd in de tabel.

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 53-76 cm over het algemeen grotere aal bemonsterd dan in voorgaande jaren. In Tabel 2 is dat aangeduid met 53-76 cm, terwijl in de jaren voor 2016 deze grotere klasse met >45 cm werd aangeduid.

Tabel 2 Resultaten van dioxines en PCB's in aal. Resultaten zijn rood gemarkeerd indien ze ML overschrijdend zijn op basis van EC 1881/2006, rekening houdend met de meetonzekerheid. In grijs is aangegeven de monsters die aanvullend daarop ook hoger zijn dan de gestelde limieten in de beleidsregel³.

WFSR nr.	WMR nr. 2019/	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)
200560126	0790	Rijn, Lobith	Ja	53-76	21.7	4.0	21.8	25.9	885
200560121	0634	IJssel, Deventer	Ja	53-76	17.5	4.3	17.0	21.2	618
200560133	1863	Ramsgeul, Ramspolbrug	Ja	53-76	16.1	2.4	8.3	10.7	328
200560134	1889	Ramsdiep, Schokkerhaven	Nee	53-76	18.6	3.3	12.6	15.9	448
200560136	1941	Vossemeer	Ja	53-76	13.3	2.9	6.9	9.8	243
200560137	1967	IJsselmeer, Urk	Nee	53-76	21.3	2.5	8.9	11.4	285
200560124	0738	IJsselmeer, Medemblik	Nee	53-76	19.5	1.2	3.6	4.8	74.8
200560123	0712	Lek, Culemborg	Ja	53-76	17.2	5.4	17.4	22.7	944
200560122	0660	Hollands Diep	Ja	53-76	20.3	4.4	17.7	22.1	941
200560128	0868	Waal, Tiel	Ja	53-76	24.9	6.3	21.9	28.1	823
200560127	0816	Volkerak, Volkeraksluizen	Ja	53-76	16.0	3.8	8.7	12.5	434
200560135	1915	Volkerak, Steenbergen	Nee	53-76	16.5	2.8	5.0	7.8	23.1
200560125	0764	Maas, Eijsden	Ja	53-76	16.0	1.1	18.2	19.3	1740
200560129	1785	Maas, Kessel	Ja	53-76	17.2	1.2	14.1	15.3	1260
200560130	2158	Maas, Kessel	Ja	53-76	27.3	1.4	16.7	18.1	1030
200560132	1837	Dordtse Biesbosch, Koekplaat	Ja	53-76	17.5	5.1	15.9	21.0	873
200560131	1811	Noordzeekanaal, Riebeeckhaven	Ja	53-76	18.4	10	9.6	20.0	524
200560138	1993	Zijkanaal C, grensgebied IJ	Ja	53-76	22.5	4.4	18.9	23.3	750
200560139	2019	IJ, Oranjesluizen	Ja	53-76	17.4	3.5	10.1	13.6	530
200560140	0608	IJssel, Deventer	Ja	30-40	6.2	1.4	6.6	7.9	276
200560141	1233	Hollands Diep	Ja	30-40	4.8	0.84	4.3	5.1	312
200560142	0686	Lek, Culemborg	Ja	30-40	5.5	1.3	5.5	6.8	389

3.1.1 Limietoverschrijding dioxine-TEQ en som-TEQ

Van de 3 onderzochte mengmonsters aal in de klasse 30-40 cm overschreed geen enkel mengmonster de ML (op basis van EC 1881/2006) voor dioxines (3.5 pg TEQ/g product) of de ML voor de som van dioxines en dl-PCB's (10 pg TEQ/g product). Van de 19 mengmonsters aal (53-76 cm) overschreden de monsters uit IJssel (Deventer), Hollands Diep, Lek (Culemborg), Rijn (Lobith), Waal (Tiel), Noordzeekanaal (Riebeeckhaven), Koekplaat en Zijkanaal C (grensgebied IJ) de ML voor dioxines. De som-TEQ ML werd overschreven op 15 van de 19 locaties (zie Tabel 2), rekening houdend met aftrek van de meetonzekerheid van 10% (zie Paragraaf 2.3). Toepassing van de beleidsregellimiet (8.8 pg/g voor som-TEQ) resulteert in nog 2 additionele overschrijdingen. De overschrijdingen betreffen voornamelijk gesloten gebieden, maar ook enkele gebieden die op dit moment geopend zijn. De hoogste gehalten werden gemeten in mengmonsters aal afkomstig van Rijn (Lobith) en Waal (Tiel). Aal van de locaties IJsselmeer (Medemblik) en Volkerak (Steenbergen) voldeden aan zowel de beleidsregellimiet voor som-TEQ als de ML's. De concentraties in aal uit het IJsselmeer zijn het hoogst bij Urk. De concentraties in aal uit het Volkerak zijn het hoogst nabij de Volkeraksluizen en worden lager in Westelijke richting (Steenbergen).

3.1.2 Limietoverschrijding som-ndl-PCB's

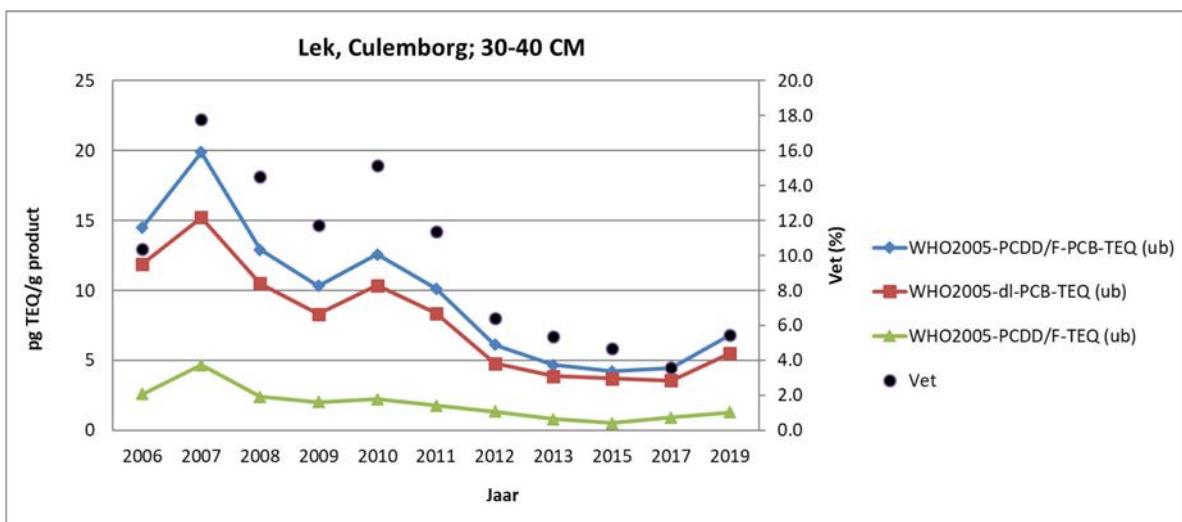
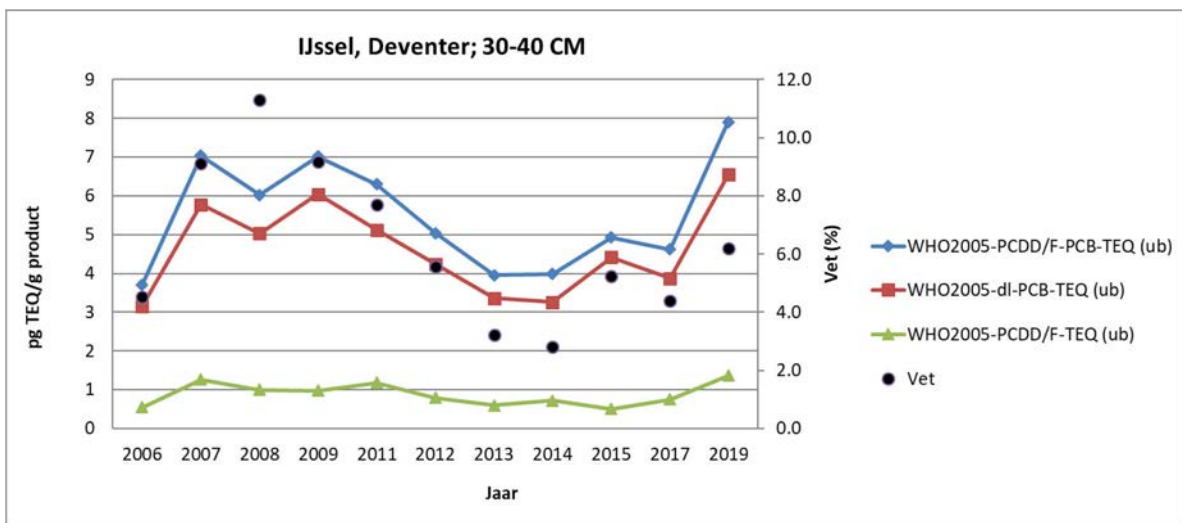
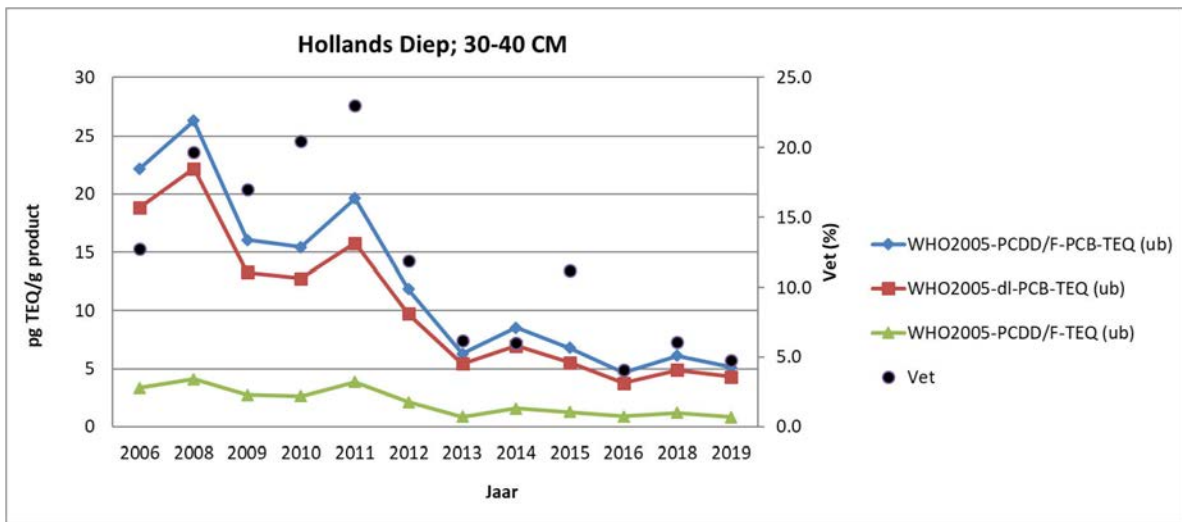
De hoogste ndl-PCB-gehalten werden gemeten in Maas (Eijsden) en Maas (Kessel). De Europese limiet (EC 1881/2006) voor de som van 6 ndl-PCB's (PCB's 28, 52, 101, 138, 153 en 180, 300 ng/g product) wordt op dezelfde locaties overschreden als de dioxine-TEQ en som-TEQ (zie Tabel 2). Toepassing van de beleidsregelnorm (250 ng/g product voor som-ndl-PCB's) resulteert in aanvullende overschrijdingen. Deze zijn grijs gemarkeerd in Tabel 2. Dit betreffen Ramsgeul (Ramspolbrug), IJsselmeer (Urk), IJssel (Deventer, kleine aal) en Hollands Diep (kleine aal).

3.1.3 Trends in gehalten in kleine aal

In 2019 is een beperkt aantal monsters (3) uit de lengteklasse 30-40 cm onderzocht. Deze monsters zijn afkomstig van de trendlocaties Hollands Diep, IJssel (Deventer) en Lek (Culemborg). De resultaten van deze locaties, aangevuld met resultaten van eerdere metingen zijn weergegeven in Figuur 2. De overige trendlocaties zijn niet weergegeven omdat daar geen nieuwe meetgegevens van beschikbaar zijn. De meest up-to-date trendgrafieken van deze overige trendlocaties zijn te vinden in de rapporten die de resultaten beschrijft van 2016, 2017 en 2018 (van Leeuwen et al., 2017, van Leeuwen et al., 2018, van Leeuwen et al., 2019).

De gehalten bij Hollands Diep en Lek (Culemborg) 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). In recente jaren zijn de vrouwen oververtegenwoordigd in het monster (zie Bijlage 2) omdat het aandeel mannelijke aal op die locaties afgenomen is. Het monster genomen in IJssel (Deventer) laat ook een neergaande trend zien vanaf 2006, die vanaf 2019 weer opgaand is. Het vetpercentage dit jaar is ook hoger dan andere jaren, wat voor een toename in de TEQ-gehalten kan zorgen. Of hier sprake is van een eenmalige verhoging of daadwerkelijk een opgaande trend moet uit toekomstig onderzoek blijken.

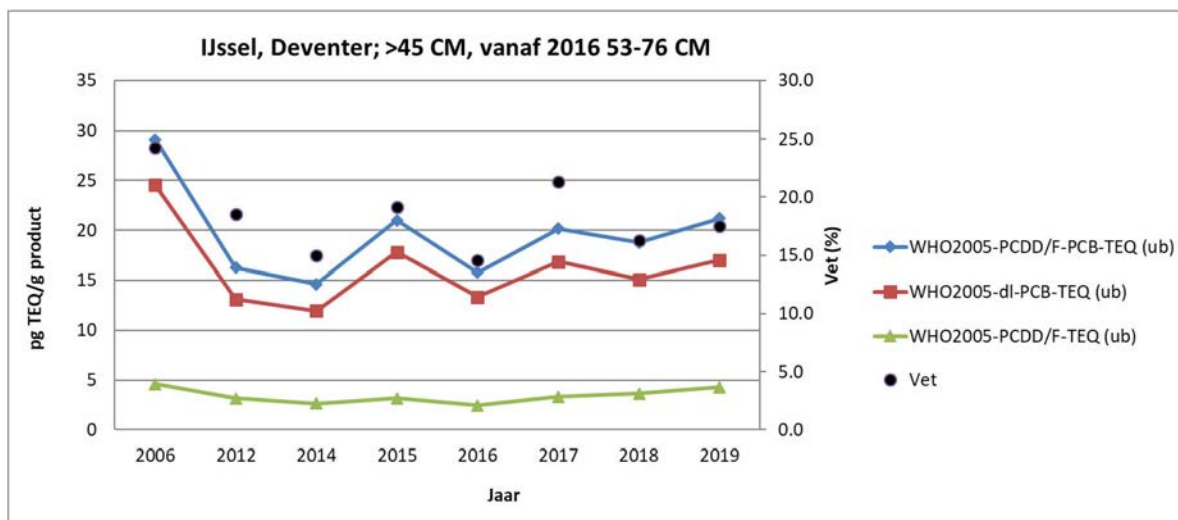
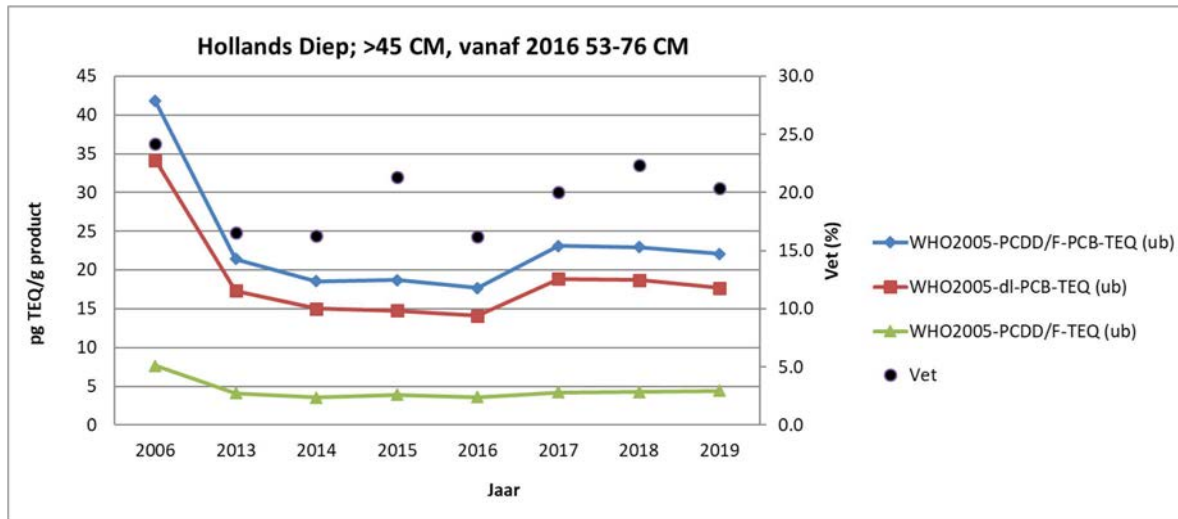
Op vetbasis zijn de gehalten behoorlijk constant en variëren van ongeveer 100-120 pg/g som-TEQ. Op geen van de locaties is er sprake van een duidelijk opgaande of neergaande trend wanneer de resultaten op vetbasis worden bepaald. Hieruit kan afgeleid worden dat de contaminantgehalten in het leefmilieu op die locaties nauwelijks veranderen.

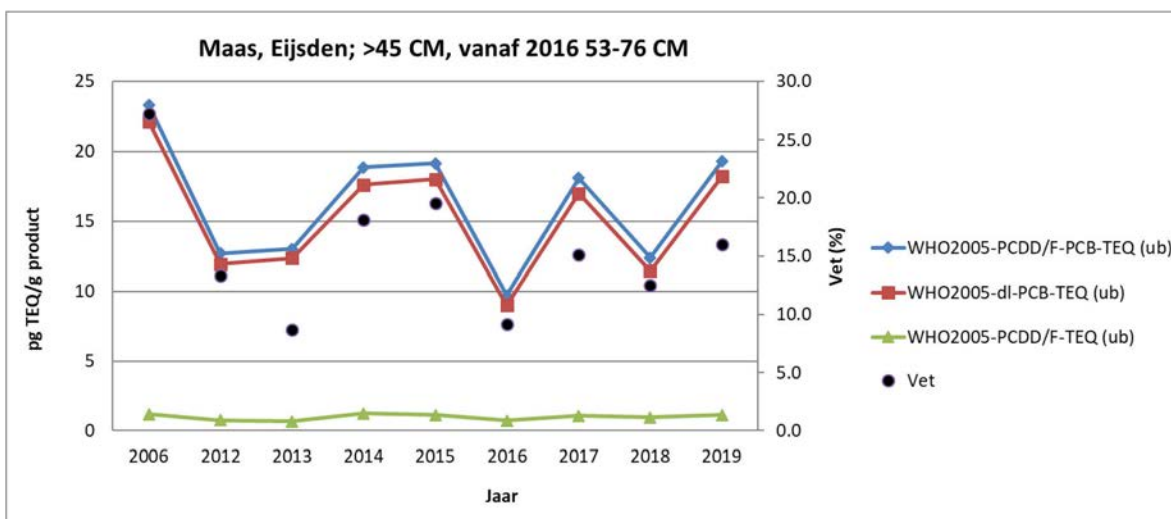
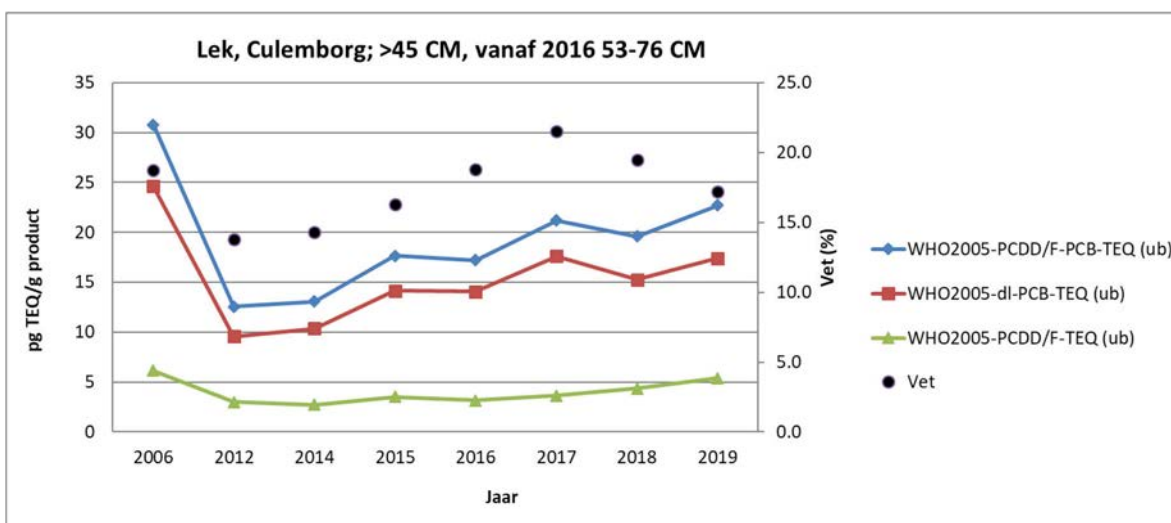
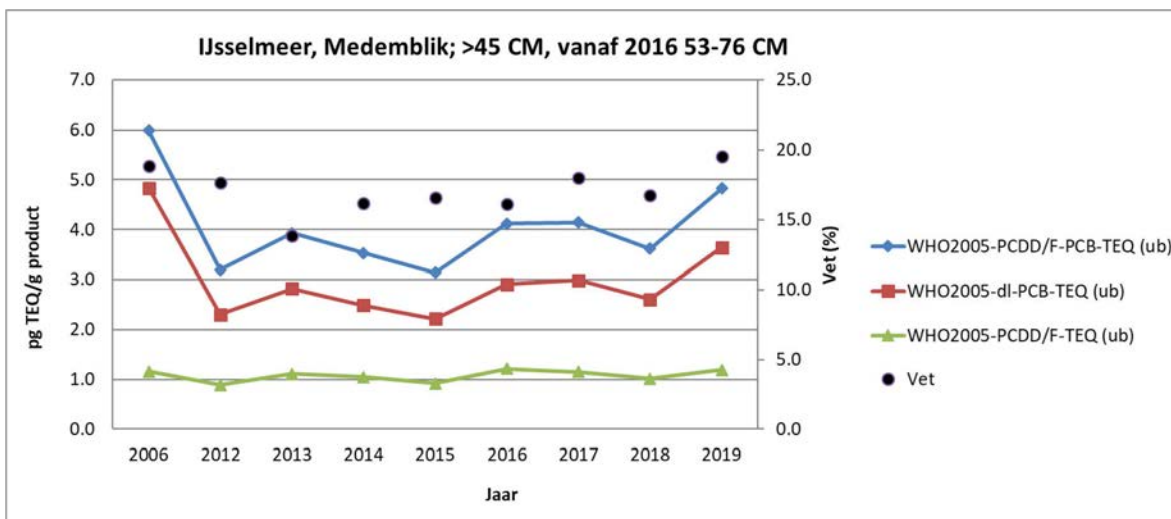


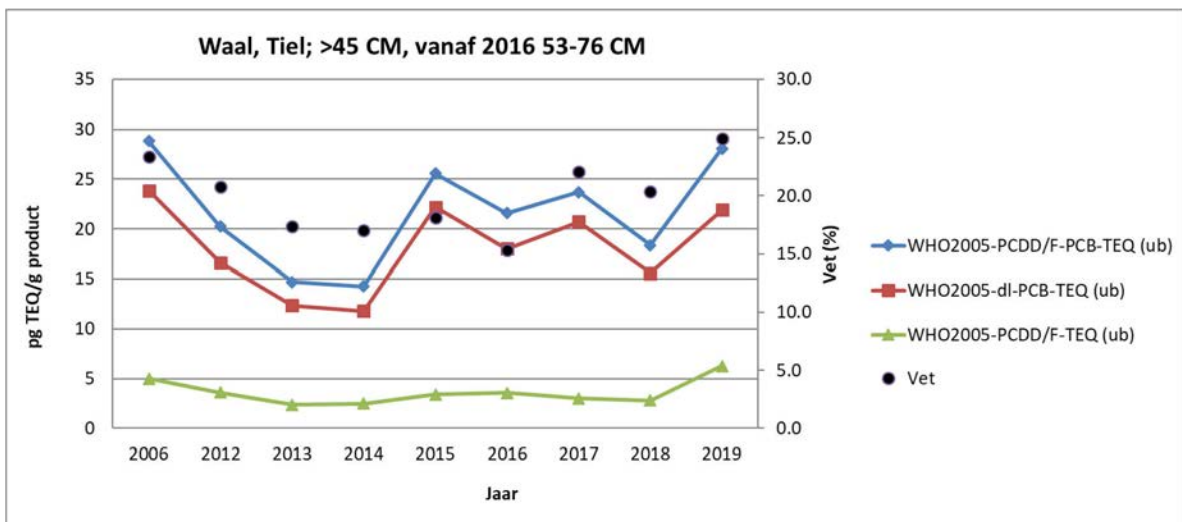
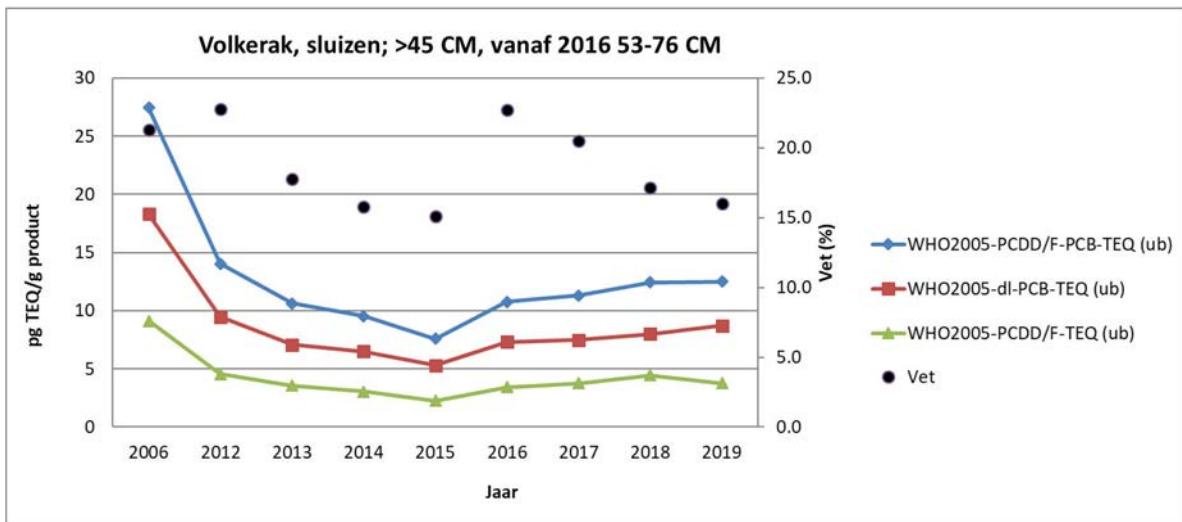
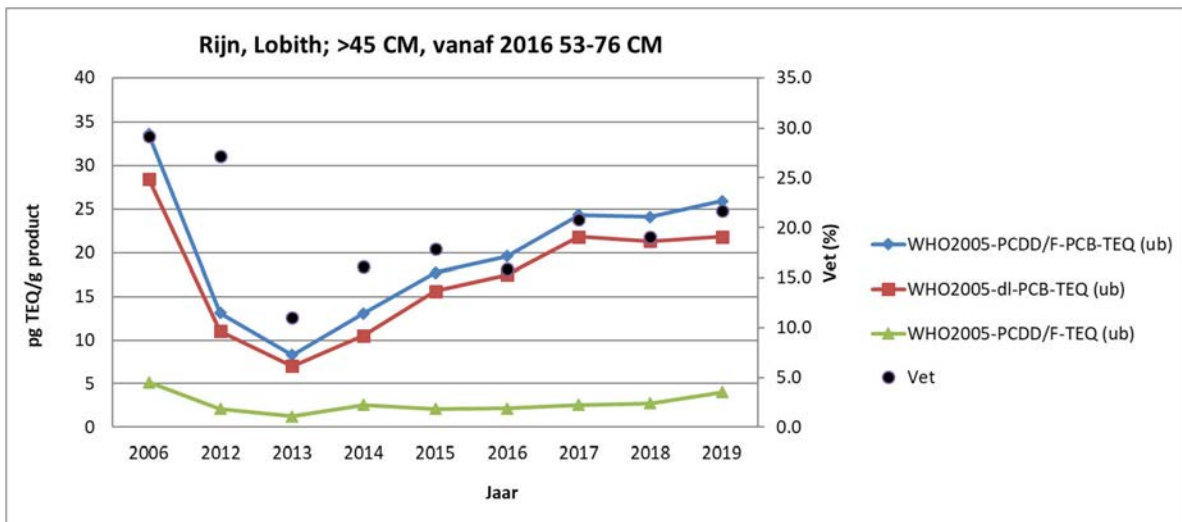
Figuur 2 Trends in gehalten aan dioxines, dl-PCB's en vetgehalte op natgewicht in mengmonsters aal van 30-40 cm op de 3 trendlocaties die in 2019 zijn bemonsterd. Gehalten zijn voor alle jaren berekend op basis van de TEF's uit 2005. De gegevens zijn op productbasis en niet gecorrigeerd voor gemiddelde lengte van de alen, het vetpercentage of de geslachtsverhoudingen in de mengmonsters. Niet voor alle locaties zijn jaarlijks mengmonsters aal in deze lengteklasse verzameld.

3.1.4 Trends in gehalten in grote aal

De resultaten van de grote aal afkomstig van de trendlocaties zijn weergegeven in Figuur 3. In 2019 was het op de meeste trendlocaties mogelijk om een goed mengmonster grote aal te verkrijgen. In de grafieken zijn ook de gegevens opgenomen van de metingen die in 2006 in grotere aal zijn uitgevoerd (destijds aangeduid als groter dan 45 cm), afkomstig uit het rapport van Hoogeboom et al. (2007). In dit onderzoek was éénmalig grotere aal betrokken, terwijl vanaf 2012 dit structureel wordt gedaan. Vanaf 2016 is de lengte aangepast naar 53-76 cm. Hoewel er een onderbreking is van 5 jaar waarin 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 4).







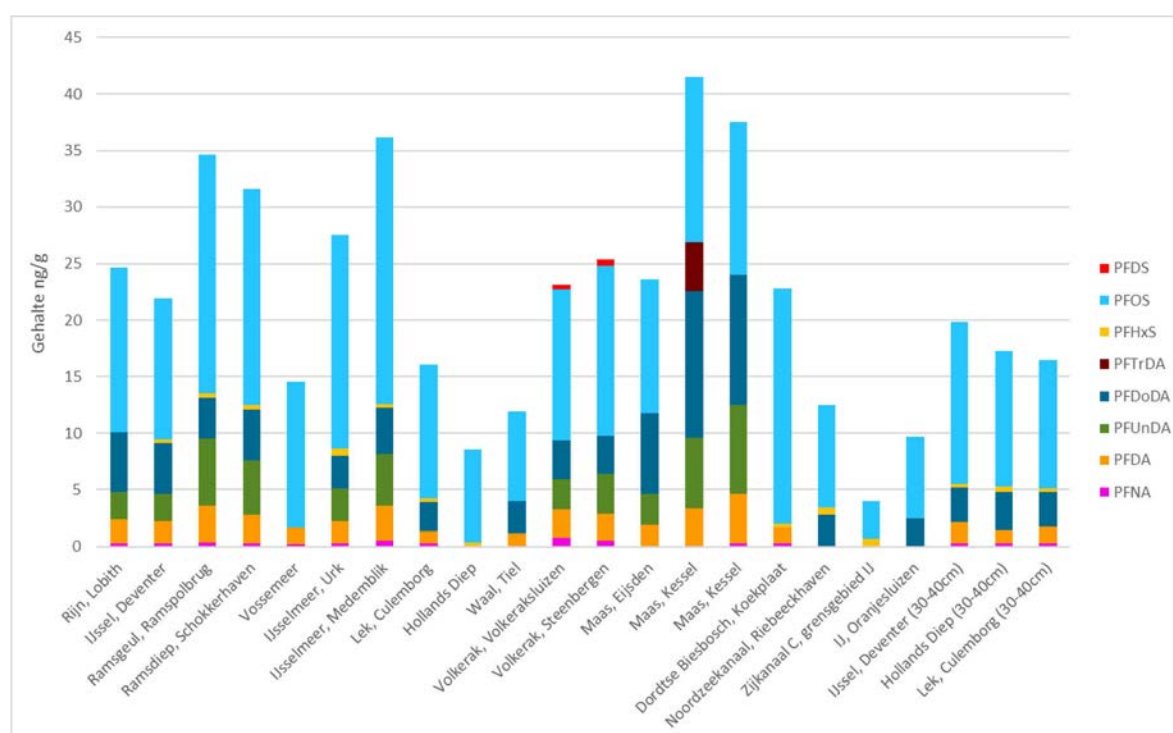
Figuur 3 Trends op de 8 trendlocaties in gehalten aan dioxines, dl-PCB's en vetgehalte op natgewicht in mengmonsters aal >45 cm (vanaf 2016 53-76 cm). Gehalten zijn voor alle jaren berekend op basis van de TEF's uit 2005. De gegevens zijn op productbasis en niet gecorrigeerd voor gemiddelde lengte van de aalen of het vetpercentage in de mengmonsters. Herberekende gehalten volgens Kotterman (2016) zijn in de figuren niet opgenomen; het betreft oorspronkelijke gemeten gehalten. Niet voor alle locaties zijn elk jaar aalmonsters verzameld.

Op alle locaties, op Waal (Tiel) na, lagen de TEQ-gehalten in 2006 hoger dan in latere jaren (zie Figuur 3), 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 afkomstig van Maas (Eijsden) was in 2016 nog maar de helft van de waarde uit 2015, en schommelt in de jaren daarna erg heen en weer. De resultaten van deze locatie moeten met voorzichtigheid worden geïnterpreteerd vanwege het geringe aantal alen in dit mengmonster in recente jaren. Op locatie Rijn (Lobith) leek een stijgende lijn zichtbaar in de gehalten vanaf 2013, maar de laatste 2 jaar zwakt deze weer af. De resultaten van de ndl-PCB's volgen vergelijkbare trends als de resultaten van de TEQ-gehalten (data niet getoond).

In Figuur 3 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 (Bijlage 5) vertonen ook fluctuatie, maar met een minder grote factor dan de gehalten op productbasis.

3.2 PFAS's in mengmonsters aal

De volledige PFAS resultaten staan in Bijlage 6. Diverse PFAS's zijn aangetoond in de mengmonsters aal van 2019: PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTTrDA, PFOS en PFDS. Hiervan zijn de PFOS gehalten met 3-25 ng/g product op alle locaties het hoogst (Figuur 4). De bijdrage van PFOS aan het totale gehalte PFAS per mengmonster varieert van 35-95%, gevolgd door PFDoDA, PFUnDA en PFDA. De overige zijn sporadisch gedetecteerd en meestal in lage gehalten. De kortere ketens (PFBA t/m PFOA) accumuleren nauwelijks en zijn in deze monsters niet aangetroffen, dit geldt ook voor PFBS, PFHpS, PFTeDA en Gen-X (HFPO-DA) (zie Bijlage 6). PFHxS en PFTTrDA zijn sporadisch aangetroffen. Derhalve zijn ze niet in de figuur opgenomen. Dat PFOS vaak domineert blijkt ook uit een andere studie: PFOS is de meest voorkomende perfluorverbinding in mariene vis, Noordzeekrab en paling (Zafeiraki et al., 2019). Van de 22 onderzochte locaties bevat aal gevangen bij Maas (Kessel) de hoogste gehalten. Over het algemeen zijn de gehalten lager dan de gemiddelden in het overzichtsartikel van Zafeiraki et al. (2019) waarbij diverse aalmonsters in de periode 2011-2016 geanalyseerd zijn. Hierbij moet opgemerkt worden dat er behoorlijke variatie van jaar tot jaar kan optreden tussen monsters, waarvoor de verklaring (nog) niet bekend is.



Figuur 4 PFAS's gehalten in mengmonsters aal bemonsterd in 2019.

3.3 Zware metalen in mengmonsters aal

De gehalten zware metalen in mengmonsters aal die in 2019 is gevangen, zijn weergegeven in Tabel 3. De kwikgehalten lopen weinig uiteen (0.11-0.28 mg/kg). Waal (Tiel) en Hollands Diep wijken af van de andere resultaten met een hoger gehalte voor arseen. Lood is in geen enkele van de monsters aangetroffen boven de kwantificeringslimiet van de toegepaste methode (0.05 mg/kg).

Voor zware metalen in rode aal gelden ML's (EC/1881/2006), maar geen van de monsters komt boven deze ML's uit. Opvallend is dat het gehalte cadmium in de 30-40 cm alen het hoogst is. Het is nog onduidelijk wat een verklaring hiervoor kan zijn. Bij vergelijking van grote en kleine aal uit het Hollands Diep valt op dat de gehalten aan arseen en kwik hoger zijn in de grote aal dan in de kleine aal. Voor kwik is al langer bekend dat grotere aal meer kwik bevat dan kleinere aal (Pieterse et al., 2004).

Tabel 3 Resultaten zware metalen in mengmonsters aal van de trendlocaties. Resultaten zijn uitgedrukt op productbasis. Monsters aangeduid met * betreffen kleine aal (30-40 cm).

WFSR nr.	WMR nr. 2019/	Vangstlocatie	Cadmium (mg/kg)	Lood (mg/kg)	Arseen (mg/kg)	Kwik (mg/kg)
200560121	0634	IJssel, Deventer	<0.005	<0.05	0.28	0.24
200560122	0660	Hollands Diep	<0.005	<0.05	0.37	0.23
200560123	0712	Lek, Culemborg	<0.005	<0.05	0.24	0.28
200560124	0738	IJsselmeer, Medemblik	<0.005	<0.05	0.17	0.17
200560125	0764	Maas, Eijsden	<0.005	<0.05	0.13	0.11
200560126	0790	Rijn, Lobith	<0.005	<0.05	0.24	0.21
200560127	0816	Volkerak, Volkeraksluizen	<0.005	<0.05	0.14	0.15
200560128	0868	Waal, Tiel	0.0060	<0.05	0.42	0.15
200560140	0608	IJssel, Deventer*	0.0061	<0.05	0.12	0.12
200560141	1233	Hollands Diep*	0.0079	<0.05	<0.1	0.14
200560142	0686	Lek, Culemborg*	0.0069	<0.05	<0.1	0.16

4 Conclusies

- In dit onderzoek zijn vooral mengmonsters aal (53-76 cm) onderzocht. Van de 19 onderzochte monsters overschrijden 15 monsters een of meerdere ML's voor dioxine-TEQ, som-TEQ of ndl-PCB's;
- Aanvullend overschrijden mengmonsters aal (53-76 cm) van de locaties Ramsgeul (Ramspolbrug), Vossemeer en IJsselmeer (Urk) één of meerdere beleidsregelnormen;
- Van de kleine aal (30-40 cm) overschrijdt locatie Lek (Culemborg) de ML voor ndl-PCB's en IJssel (Deventer) en Hollands-Diep de ndl-PCB beleidsregelnorm;
- Van de gebieden die open zijn voor visserij overschrijden Ramsdiep (Schrokkerhaven) en IJsselmeer (Urk) één of meerdere ML's. Van de gebieden die open zijn voor visserij overschrijdt aanvullend het IJsselmeer (Urk) de beleidsregellimieten;
- 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). Omdat de contaminantgehalten hetzelfde patroon volgen als de vetgehalten lijkt die afname in de aal (30-40 cm) 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;
- Voor de aal (53-76 cm) is er nauwelijks sprake van een duidelijke trend. Ook hier geldt dat de gehalten variëren met het vetgehalte. Uitgedrukt op vetbasis is de variatie klein, waaruit afgeleid kan worden dat het leefmilieu van de aal niet schoner wordt;
- De gehalten van zware metalen (kwik, cadmium en lood) liggen onder de ML's. Ook is arseen geanalyseerd en aangetroffen in deze monsters, maar hiervoor geldt geen ML.
- PFAS's gehalten in alle monsters varieert van circa 4 tot 42 ng/g product voor de som van de meest voorkomende PFAS's. PFOS domineert het profiel met een bijdrage aan de som van 35-95%.

5 Aanbevelingen

- In 2020 de locaties Ramsdiep (Schokkerhaven) en IJsselmeer (Urk) en Zijkanaal C opnieuw bemonsteren om te onderzoeken of de beleidsregellimieten weer worden overschreden.
- Het bemonsteren van aal (30-40 cm) op de trendlocaties die in 2019 niet bemonsterd zijn, zodat de tijdreeksen van deze lengteklasse geen langdurige onderbrekingen krijgen.
- Locatie Kessel vanwege de lage vangsten geen goed alternatief gebleken voor Maas, Eijsden. Er wordt daarom aanbevolen om naar een andere locatie te zoeken die dienst kan doen als toekomstige trendlocatie.
- Het bemonsteren van schubvis is in 2019 niet succesvol geweest (en derhalve niet opgenomen in dit rapport). Er wordt opnieuw aanbevolen om in 2020 schubvis te analyseren om te zien of de gehalten voldoen aan de Europese ML's.
- In het licht van de recent verschenen concept-EFSA opinie over PFAS's en mogelijke beleidsmatige consequenties wordt aanbevolen om de PFAS's monitoring in aalmonsters te continueren.

Literatuur

- Buck, R. C., J. Franklin, U. Berger, J. M. Conder, I. T. Cousins, P. de Voogt, A. A. Jensen, et al. 2011. Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: terminology, classification, and origins. *Integr Environ Assess Manag* 7 (4): 513-41. <http://dx.doi.org/10.1002/ieam.258>.
- European Food Safety Authority (EFSA) 2008. 'Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain' *The EFSA journal* 6 (7) 653.
- European Food Safety Authority (EFSA) 2018 'Risk to human health related to the presence of perfluorooctane sulfonic acid and perfluorooctanoic acid in food' *The EFSA journal* 16 (12) e05194
- European Food Safety Authority (EFSA) 2020 'Public consultation on the draft scientific opinion on the risks to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food' <http://www.efsa.europa.eu/en/consultations/call/public-consultation-draft-scientific-opinion-risks-human-health> (bezocht 18-03-2020).
- Hoogenboom, L.A.P., Kotterman, M.J.J., Hoek-van Nieuwenhuizen, M., Lee, M.K. van der, 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., Lee M.K. van der, 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., Dam, G. ten, Hoogenboom, L.A.P. en Leeuwen, S.P.J. van (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.
- Leeuwen, S.P.J. van, Kotterman M.J.J., Hoek-van Nieuwenhuizen M., Lee M.K. van der 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.
- Leeuwen, S.P.J. van, 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.
- Noorlander, C.W., Leeuwen, S.P.J. van, Biesebeek, J.D. te, Mengelers, M.J.B., Zeilmaker, M. (2011) 'Levels of perfluorinated compounds in food and dietary intake of PFOS and PFOA in the Netherlands' *J agricultural and food chemistry* 59 (13), 7496-7505.
- Pieters, H. Leeuwen, S.P.J. van en Boer, J. de (2004) 'Verontreinigingen in aal en snoekbaars: monitorprogramma ten behoeve van de Nederlandse sportvisserij 2003' RIVO-rapport C063/04.
- Zafeiraki, E., Gebbink, W.A., Hoogenboom, L.A.P., Kotterman, M. Kwadijk, C., Dassenakis, E., van Leeuwen, S.P.J. (2019) 'Occurrence of perfluoroalkyl substances (PFASs) in a large number of wild and farmed aquatic animals collected in the Netherlands' *Chemosphere*, 232, 415-423.

Bijlage 1 Vangstlocaties 2019

Hollands Diep



IJssel, Wijhe (Deventer)



Lek, Culemborg



Maas, Eijsden



Rijn, Lobith



Waal, Tiel



Volkerak, Volkeraksluizen



Volkerak, Steenbergen



IJsselmeer, Medemblik



Maas, Kessel



Noordzeekanaal, Riebeeckhaven



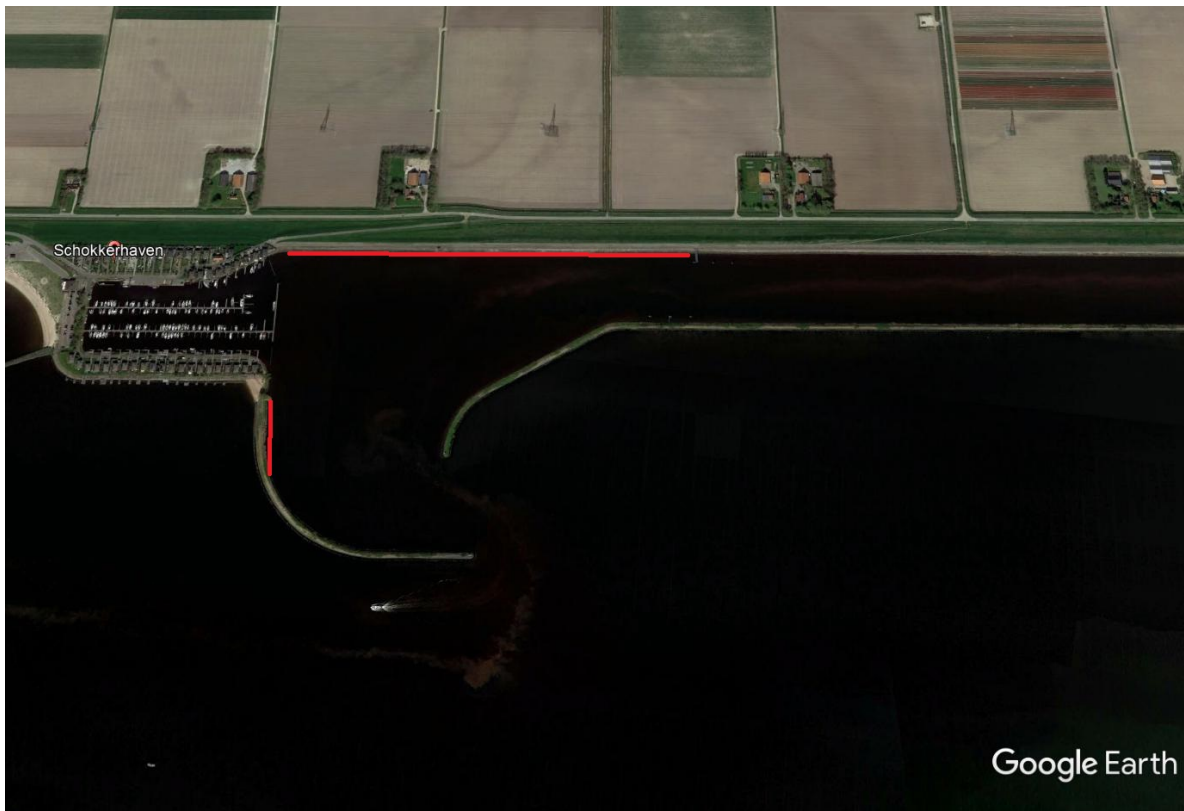
Dordtse Biesbosch, Koekplaat



Ramsgeul, West van Ramspolbrug



Ramsdiep, Schokkerhaven



Vossemeer



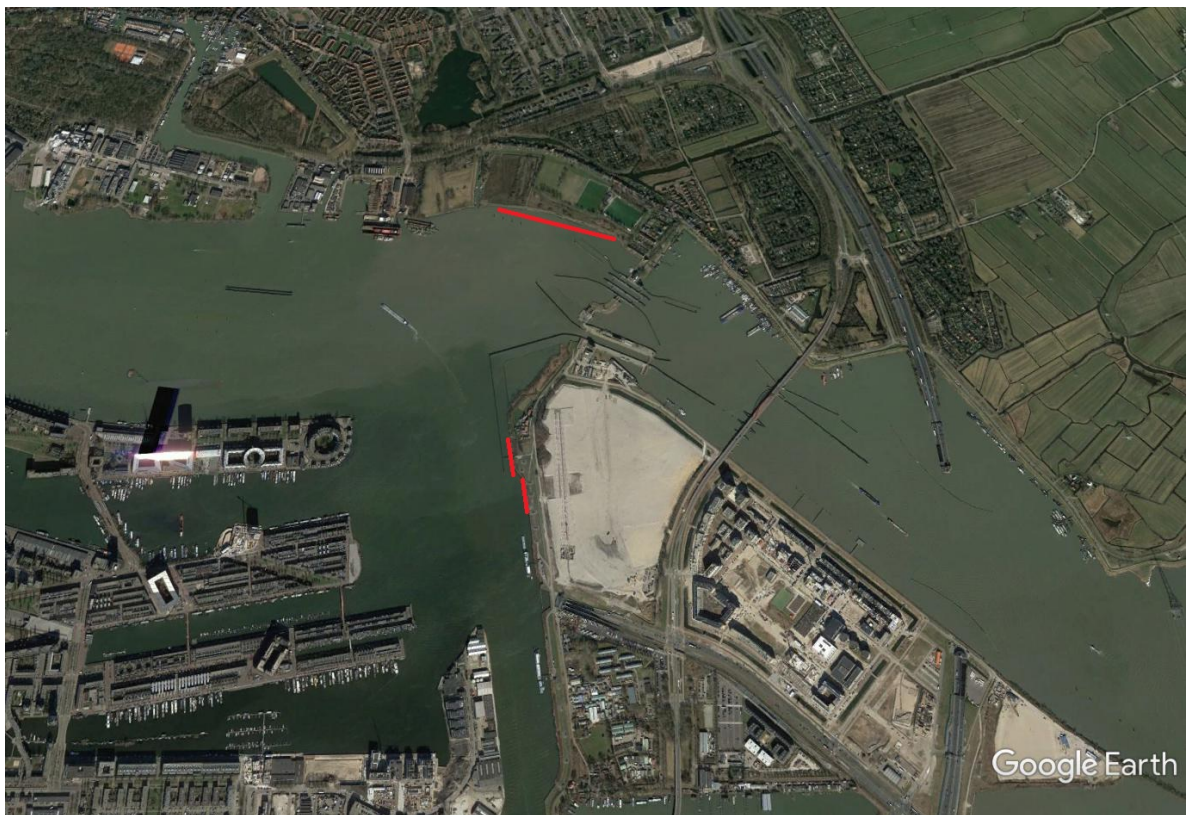
IJsselmeer, Urk



Zijkanaal C, grensgebied IJ



IJ, kant Oranjesluizen



Bijlage 2 Gegevens van de aalmonsters

Tabel B1 Biologische gegevens van aalmonsters.

WFSR nr.	WMR nr. 2019/	Vangstlocatie	Trendlocatie?	Gesloten gebied?	Totaal	Aantal		Lengte (cm)			Gewicht (g)		
						man	vrouw	Gem.	Max.	Min.	Gem.	Max.	Min.
Klasse 30-40 cm													
200560140	0608	IJssel, Deventer	Ja	Ja	13	0	13	36.7	40.7	30.7	96	140	53
200560141	1233	Hollands Diep	Ja	Ja	22	1	21	35.5	40.1	30.1	86	118	45
200560142	0686	Lek, Culemborg	Ja	Ja	25	1	24	35.8	40.6	30.0	79	117	43
Klasse 53-76 cm													
200560121	0634	IJssel, Deventer	Ja	Ja	17	0	17	59.9	73.0	53.1	439	841	250
200560122	0660	Hollands Diep	Ja	Ja	17	0	17	60.9	72.2	53.1	461	717	253
200560123	0712	Lek, Culemborg	Ja	Ja	19	0	19	59.8	70.6	53.4	395	727	230
200560124	0738	IJsselmeer, Medemblik	Ja	Nee	17	0	17	59.1	72.5	53.0	434	848	231
200560125	0764	Maas, Eijsden	Ja	Ja	6	0	6	67.8	74.5	59.2	778	1221	413
200560126	0790	Rijn, Lobith	Ja	Ja	16	0	16	63.1	74.1	53.5	514	903	270
200560127	0816	Volkerak, Volkeraksluizen	Ja	Ja	17	0	17	60.2	73.4	53.2	530	848	346
200560128	0868	Waal, Tiel	Ja	Ja	19	0	19	61.9	70.6	53.0	496	741	304
200560129	1785	Maas, Kessel	Nee	Ja	3	0	3	63.1	71.8	53.4	534	746	289
200560130	2158	Maas, Kessel	Nee	Ja	1	0	1	88.0	88.0	88.0	1553	1553	1553
200560131	1811	NZ Kanaal, Riebeeckhaven	Nee	Ja	16	0	16	59.6	70.5	53.0	384	708	225
200560132	1837	Koekplaat	Nee	Ja	18	0	18	60.1	73.0	53.8	464	858	269
200560133	1863	Ramsgeul, Ramspolbrug	Nee	Ja	12	0	12	59.7	73.0	53.8	437	817	247
200560134	1889	Ramsdiep, Schokkerhaven	Nee	Nee	11	0	11	59.1	69.1	53.1	414	630	265
200560135	1915	Volkerak, Steenbergen	Nee	Nee	16	0	16	61.2	75.0	53.1	449	734	241
200560136	1941	Vossemeer	Nee	Ja	17	0	17	61.4	74.7	53.0	463	878	254
200560137	1967	IJsselmeer, Urk	Nee	Nee	14	0	14	59.9	71.1	53.7	482	1000	312
200560138	1993	Zijkanaal C, grensgebied IJ	Nee	Ja	16	0	16	60.2	72.9	53.0	421	858	282
200560139	2019	IJ, Oranjesluizen	Nee	Ja	15	0	15	58.5	74.1	53.0	359	660	235

Bijlage 3 Analyseresultaten voor vet, dioxines en PCB's in rode aal

Tabel B2 *Individuele gehalten van de verschillende dioxines en PCB's in rode aal. Gehalten zijn berekend met de TEF's uit 2005.*

WFSR nr	200560121	200560122	200560123	200560124	200560125	200560126
WMR nr	2019/0634	2019/0660	2019/0712	2019/0738	2019/0764	2019/0790
Product	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal
Herkomst	IJssel, Wijhe	Hollands Diep	Lek, Culemborg	IJsselmeer, Medemblik	Maas, Eijsden	Rijn, Lobith
Maat	>53 cm	>53 cm	>53 cm	>53 cm	>53 cm	>53 cm
Vetgehalte (%)	17.5	20.3	17.2	19.5	16.0	21.7
Dioxines (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.184	0.185	0.170	0.184	0.314	0.272
1,2,3,7,8-PeCDF	0.096	<0.110	<0.088	<0.075	0.071	<0.119
2,3,4,7,8-PeCDF	2.47	2.35	2.05	1.22	1.92	2.63
1,2,3,4,7,8-HxCDF	2.11	2.84	1.86	0.255	0.256	2.09
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.676	0.806	0.601	0.149	0.130	0.657
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.391	0.451	0.399	0.116	0.145	0.378
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.053	<0.086	<0.062	<0.042	<0.040	<0.078
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.630	0.813	0.857	<0.131	<0.111	0.627
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.067	<0.083	0.075	<0.037	<0.031	0.058
OCDF	<0.143	0.220	0.182	<0.081	<0.076	<0.133
2,3,7,8-TCDD	2.52	2.69	3.94	0.543	0.170	2.23
1,2,3,7,8-PeCDD	0.569	0.500	<0.424	<0.176	0.255	0.573
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.177	<0.072	<0.187	<0.056	<0.065	<0.105
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.496	0.525	0.502	0.166	0.242	<0.614
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.134	<0.141	0.102	<0.064	<0.084	<0.186
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	<0.282	0.415	<0.391	0.106	0.125	0.347
OCDD	0.504	0.785	0.745	0.176	0.251	0.539
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb) *	4.24	4.39	4.93	1.00	1.11	3.94
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub) **	4.26	4.42	5.38	1.19	1.13	4.04
dl-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	1.32	1.04	0.951	0.693	1.89	1.50
PCB 077	21.3	18.2	20.9	12.5	21.6	21.0
PCB 126	124	119	117	30.3	123	152
PCB 169	25.5	25.4	26.1	6.1	18.7	28.3
PCB 123	<2100	<3160	<2420	<163	<4020	<1970
PCB 118	82600	116000	110000	9430	95900	124000
PCB 114	894	979	937	<79.7	1540	1650
PCB 105	17000	18900	19200	1750	26500	27600
PCB 167	7120	10000	8610	841	11600	10900
PCB 156	13400	14400	16100	1460	28000	21300
PCB 157	2310	2510	2840	260	3130	3430
PCB 189	1520	1730	2140	199	6410	2260
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb) *	16.9	17.6	17.3	3.63	18.1	21.8
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub) **	17.0	17.7	17.4	3.64	18.2	21.8
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb) *	21.2	22.0	22.2	4.63	19.2	25.73
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub) **	21.2	22.1	22.7	4.83	19.3	25.90
ndl-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	7.73	8.79	11.2	1.06	8.21	7.33
PCB 052	50.2	69.9	88.9	2.1	52.1	51.2
PCB 101	69.7	114	124	4.7	<146	102
PCB 153	268	428	388	36.2	693	382
PCB 138	134	197	198	18.4	300	214
PCB 180	88.2	123	134	12.3	540	128
Totaal ndl-PCB's (lb) *	618	941	944	74.8	1590	885
Totaal ndl-PCB's (ub) **	618	941	944	74.8	1740	885

WFSR nr	200560127	200560128	200560129	200560130	200560131	200560132
WMR nr	2019/0816	2019/0868	2019/1785	2019/2158	2019/1811	2019/1837
Product	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal
Herkomst	Volkerak, Volkeraksluizen	Waal, Tiel	Maas, Kessel	Maas, Kessel	Noordzeekanaal, Riebeeckhaven	Koekplaat
Maat	>53 cm	>53 cm	>53 cm	>53 cm	>53 cm	>53 cm
Vetgehalte (%)	16.0	24.9	17.2	27.3	18.4	17.5
Dioxines (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.175	0.240	0.259	0.206	0.208	0.303
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.087	<0.126	<0.185	<0.226	<0.100	<0.131
2,3,4,7,8-PeCDF	2.26	3.61	2.09	2.41	13.1	2.05
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.679	4.70	0.254	0.348	4.92	1.84
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0.275	1.18	0.119	0.153	0.394	0.527
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.277	0.491	0.116	0.144	0.234	0.322
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.066	<0.089	<0.053	<0.069	<0.077	<0.093
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.337	0.802	<0.030	<0.025	0.281	0.506
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.033	<0.092	<0.033	<0.028	<0.031	0.044
OCDF	<0.077	0.199	<0.108	<0.092	<0.085	0.170
2,3,7,8-TCDD	2.50	3.64	<0.162	0.160	5.22	3.80
1,2,3,7,8-PeCDD	0.363	0.758	0.291	0.353	0.533	0.281
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.105	<0.236	<0.088	<0.075	0.464	0.145
1,2,3,6,7,8-HxCDD	<0.339	0.513	0.227	0.292	0.967	0.355
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.065	0.159	<0.103	<0.077	0.137	<0.131
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.191	0.339	0.139	0.164	0.428	0.260
OCDD	0.366	0.643	<0.300	0.281	0.491	0.506
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb) *	3.67	6.22	1.02	1.35	10.4	5.05
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub) **	3.75	6.26	1.21	1.38	10.4	5.08
dl-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	0.776	1.75	1.53	2.30	1.43	1.39
PCB 077	15.5	32.1	22.0	18.0	18.7	27.0
PCB 126	61.8	161	99.8	125	63.7	108
PCB 169	13.1	28.6	16.6	17.4	16.0	21.8
PCB 123	<1220	<3050	<2720	<1440	<1510	<2970
PCB 118	48500	106000	65500	70600	58100	107000
PCB 114	305	1260	960	898	560	723
PCB 105	7880	21900	17900	20600	13100	14400
PCB 167	4130	9270	7820	7260	5640	8370
PCB 156	7240	16900	19000	16200	8630	11400
PCB 157	1220	2810	2430	2330	1630	2100
PCB 189	998	1890	3940	3010	899	1400
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb) *	8.68	21.8	14.0	16.7	9.51	15.8
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub) **	8.72	21.9	14.1	16.7	9.55	15.9
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb) *	12.3	28.0	15.0	18.0	19.9	20.9
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub) **	12.5	28.1	15.3	18.1	20.0	21.0
ndl-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	3.65	10.6	6.30	7.96	28.9	8.34
PCB 052	33.2	79.1	40.9	41.8	85.4	80.1
PCB 101	44.8	110	<87.3	71.5	43.0	121
PCB 153	195	331	516	422	203	399
PCB 138	90.2	185	233	221	103	172
PCB 180	67.3	107	373	267	60.8	92.1
Totaal ndl-PCB's (lb) *	434	823	1170	1030	524	873
Totaal ndl-PCB's (ub) **	434	823	1260	1030	524	873

WFSR nr	200560133	200560134	200560135	200560136	200560137
WMR nr	2019/1863	2019/1889	2019/1915	2019/1941	2019/1967
Product	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal
Herkomst	Ramsgeul, Ramspolbrug	Ramsdiep, Schokkerhaven	Volkerak, Steenbergen	Vossemeer	IJsselmeer, Urk
Maat	>53 cm	>53 cm	>53 cm	>53 cm	>53 cm
Vetgehalte (%)	16.1	18.6	16.5	13.3	21.3
Dioxines (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.190	0.262	0.160	0.188	0.212
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.118	<0.149	<0.102	<0.140	<0.116
2,3,4,7,8-PeCDF	1.34	2.04	2.32	1.22	1.87
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.653	0.811	0.558	0.557	0.694
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.258	0.331	0.244	0.321	0.306
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.169	0.156	0.230	0.176	0.149
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.065	<0.097	<0.058	<0.064	<0.079
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.172	0.124	0.210	0.229	0.168
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.065	<0.055	<0.055	<0.035	<0.048
OCDF	<0.115	<0.102	<0.101	<0.131	<0.091
2,3,7,8-TCDD	1.53	2.06	1.60	2.04	1.45
1,2,3,7,8-PeCDD	0.267	0.375	0.290	0.259	0.332
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.085	0.094	0.091	<0.102	0.114
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.309	0.410	0.288	0.280	0.301
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.088	<0.110	0.073	<0.114	<0.070
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.202	0.210	0.181	0.145	0.146
OCDD	0.448	0.366	0.298	0.246	0.308
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb) *	2.37	3.26	2.75	2.82	2.52
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub) **	2.39	3.28	2.76	2.85	2.54
dl-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	0.682	1.18	0.676	0.890	0.616
PCB 077	13.7	19.6	15.9	15.4	10.6
PCB 126	60.6	97.3	45.9	52.8	69.3
PCB 169	12.8	17.4	8.78	10.7	13.4
PCB 123	<560	<980	36	<689	<375
PCB 118	43200	53700	2980	32000	34800
PCB 114	376	482	18	253	263
PCB 105	7380	9730	507	4660	5900
PCB 167	3100	4290	231	2140	2740
PCB 156	5910	8000	389	3530	5410
PCB 157	1010	1350	68	641	874
PCB 189	677	933	54	455	630
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb) *	8.30	12.6	4.98	6.91	8.85
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub) **	8.31	12.6	4.98	6.93	8.86
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb) *	10.7	15.9	7.74	9.73	11.4
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub) **	10.7	15.9	7.75	9.79	11.4
ndl-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	3.66	5.39	0.197	5.91	2.76
PCB 052	21.3	33.7	1.36	23.6	14.2
PCB 101	35.0	58.4	2.02	32.0	28.5
PCB 153	147	193	10.7	106	130
PCB 138	78.2	100	5.30	47.2	66.3
PCB 180	43.3	57.8	3.52	28.1	42.9
Totaal ndl-PCB's (lb) *	328	448	23.1	243	285
Totaal ndl-PCB's (ub) **	328	448	23.1	243	285

WFSR nr	200560138	200560139	200560140	200560141	200560142
WMR nr	2019/1993	2019/2019	2019/0608	2019/1233	2019/0686
Product	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal
Herkomst	Zijkanaal C, grensgebied IJ	IJ, Oranjesluizen	IJssel, Wijhe	Hollands Diep	Lek, Culemborg
Maat	>53 cm	>53 cm	30-40 cm	30-40 cm	30-40 cm
Vetgehalte (%)	22.5	17.4	6.2	4.8	5.5
Dioxines (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.232	0.267	0.137	0.090	0.073
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.134	<0.116	<0.133	<0.054	0.061
2,3,4,7,8-PeCDF	3.82	2.35	0.638	0.415	0.442
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1.75	0.939	0.947	0.777	0.560
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.466	0.415	0.293	0.189	0.182
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.280	0.248	0.181	0.097	0.128
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.200	<0.121	<0.098	<0.049	<0.039
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.402	0.443	0.225	0.137	0.163
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.072	<0.071	<0.057	0.032	0.028
OCDF	<0.119	<0.141	<0.115	0.124	0.081
2,3,7,8-TCDD	1.70	2.13	0.759	0.448	0.887
1,2,3,7,8-PeCDD	0.957	0.363	0.202	0.117	0.142
1,2,3,4,7,8-HxCDD	1.01	0.179	<0.092	<0.051	0.054
1,2,3,6,7,8-HxCDD	1.46	0.664	0.214	0.170	0.195
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.217	<0.106	<0.091	0.051	0.036
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.703	0.379	0.177	0.109	0.128
OCDD	0.544	0.449	0.300	0.337	0.350
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb) *	4.36	3.48	1.33	0.830	1.29
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub) **	4.38	3.50	1.37	0.841	1.29
dl-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	2.03	1.02	0.552	0.444	0.358
PCB 077	17.1	19.7	14.6	11.0	9.62
PCB 126	136	68.2	45.8	23.9	31.7
PCB 169	25.7	15.8	13.3	9.53	11.7
PCB 123	<1430	<1210	<522	<744	<894
PCB 118	95400	63400	34600	36500	45300
PCB 114	1240	509	286	<290	290
PCB 105	20700	10300	6090	5740	6670
PCB 167	10300	5490	3360	3700	4000
PCB 156	17600	9250	5640	5470	6630
PCB 157	2670	1550	945	931	1080
PCB 189	1770	1000	748	722	973
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb) *	18.9	10.0	6.53	4.27	5.47
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub) **	18.9	10.1	6.55	4.30	5.50
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb) *	23.2	13.5	7.86	5.10	6.76
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub) **	23.3	13.6	7.91	5.14	6.79
ndl-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	15.40	15.4	1.59	1.47	2.32
PCB 052	55.0	50.8	24.1	16.7	33.9
PCB 101	65.0	46.5	26.8	20.7	40.9
PCB 153	320	231	121	153	170
PCB 138	185	116	61.1	70.7	83.8
PCB 180	110	70.7	41.9	49.6	58.4
Totaal ndl-PCB's (lb) *	750	530	276	312	389
Totaal ndl-PCB's (ub) **	750	530	276	312	389

* lb met lower bound detectiegrenzen

** ub met upper bound detectiegrenzen

Bijlage 4 Maximumgehalten voor dioxines en PCB's

Vóór November 2016 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 Toxiciteits-equivalentiefactoren (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 in 2012 ingevoerd in de normstelling.

Beide sets van TEF-waarden zijn in onderstaande tabel opgenomen.

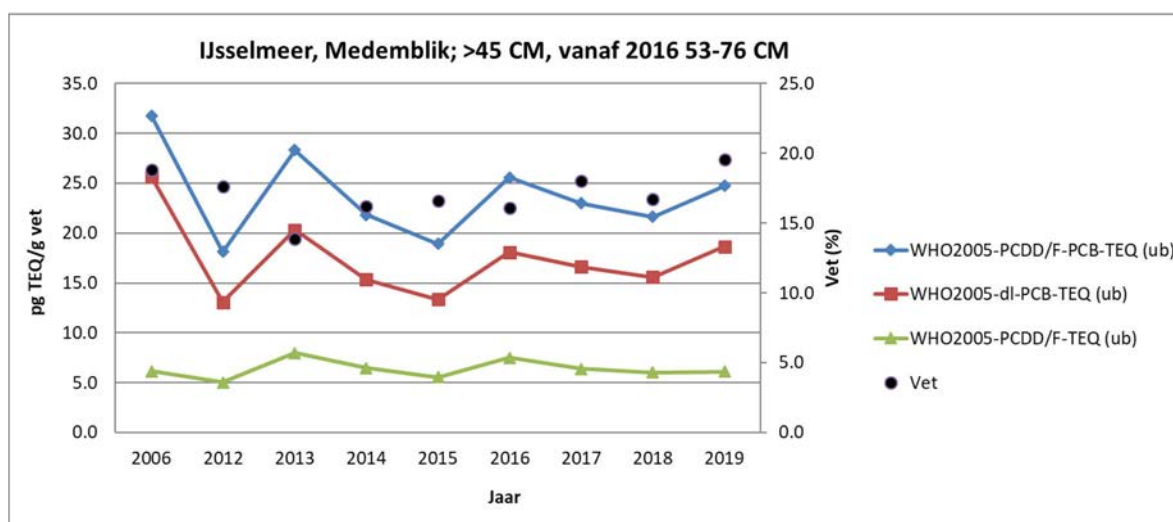
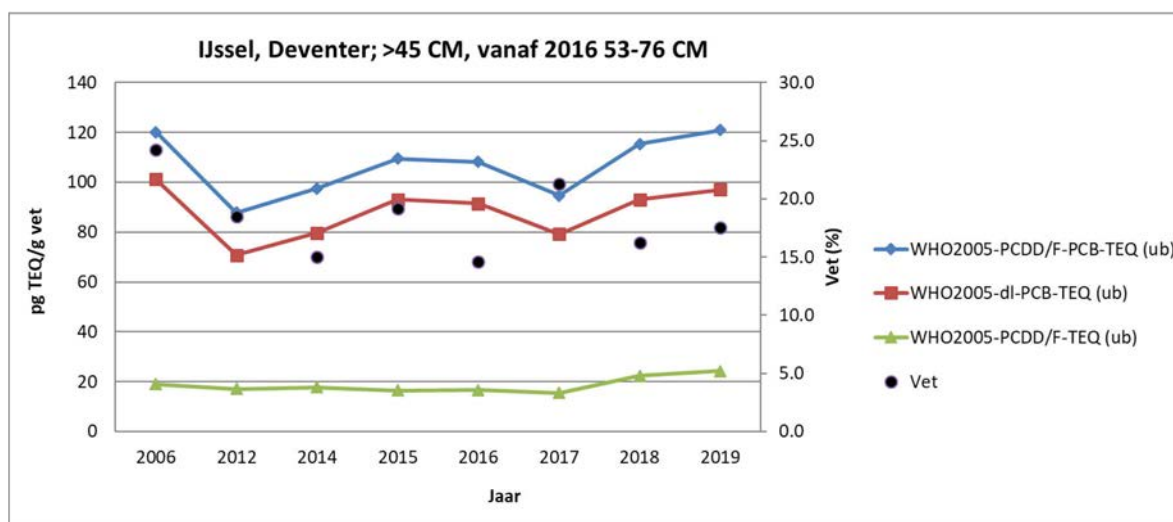
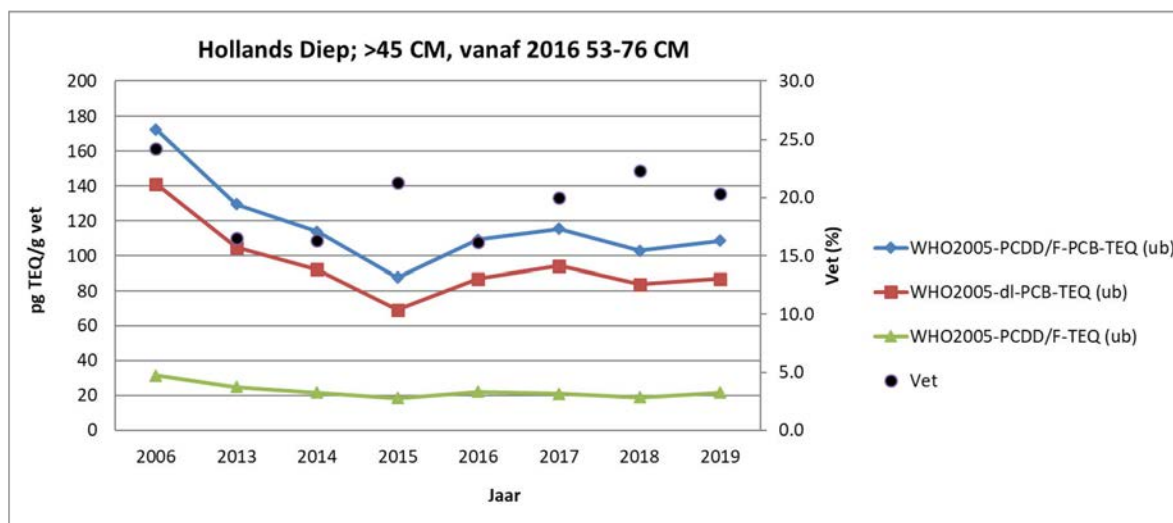
Tabel B3 TEF-factoren van 1998 en 2005.

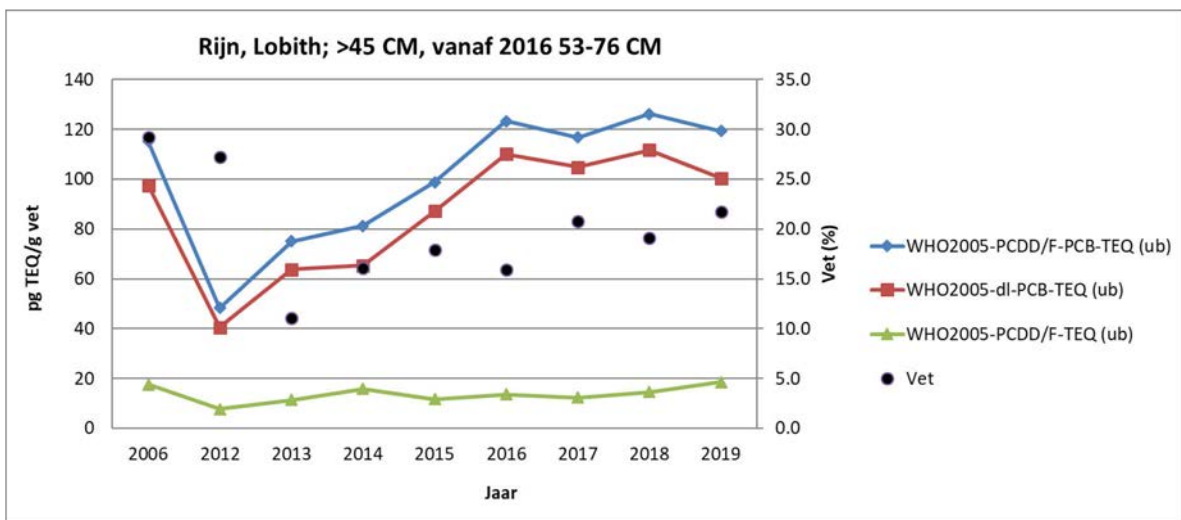
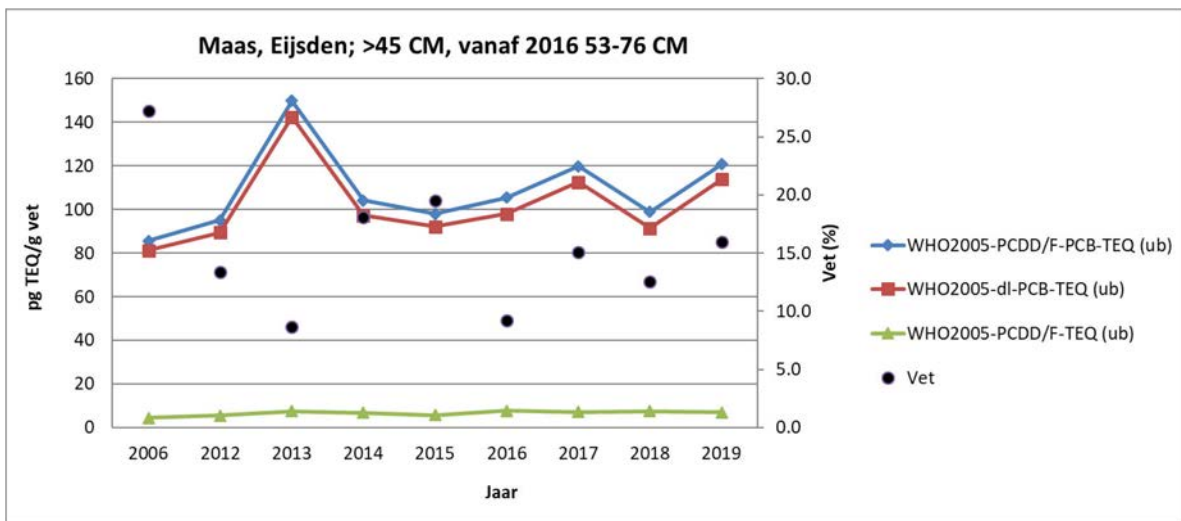
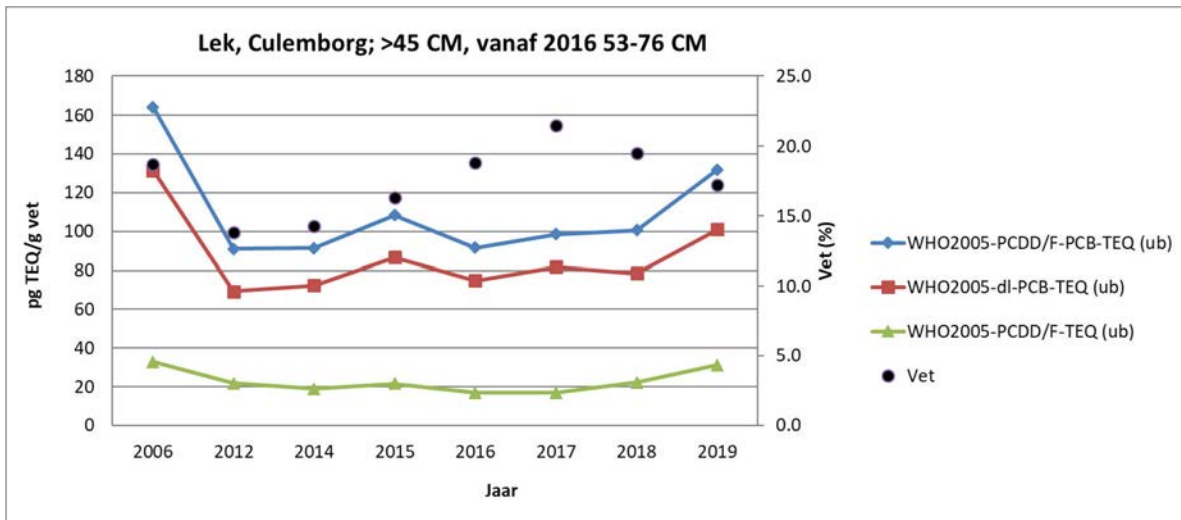
Naam/congeneer	WHO-TEF (1998)	WHO-TEF (2005)
2,3,7,8-TCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	0.03
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	0.3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01
OCDF	0.0001	0.0003
2,3,7,8-TCDD	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

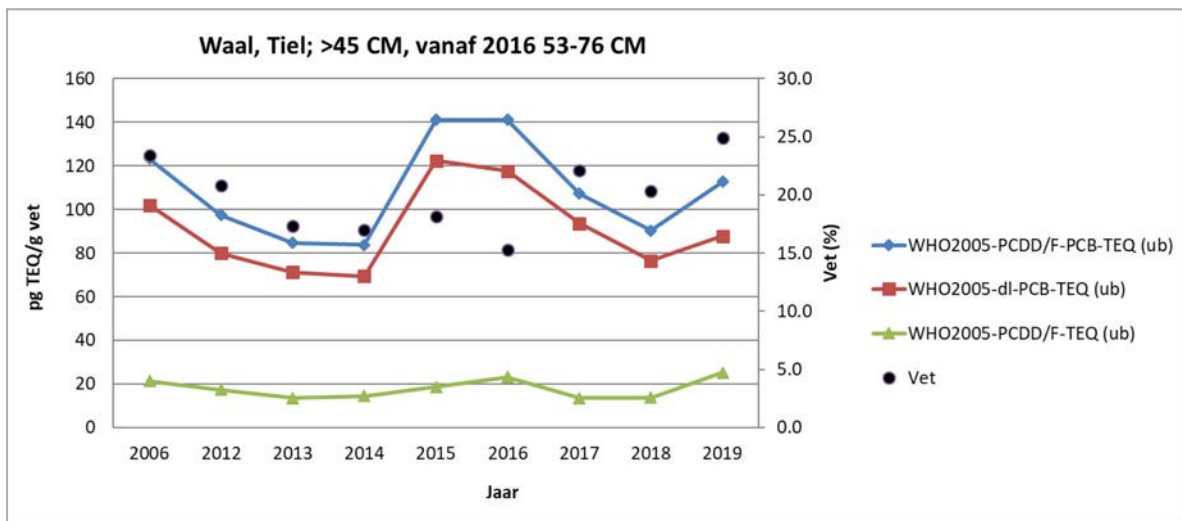
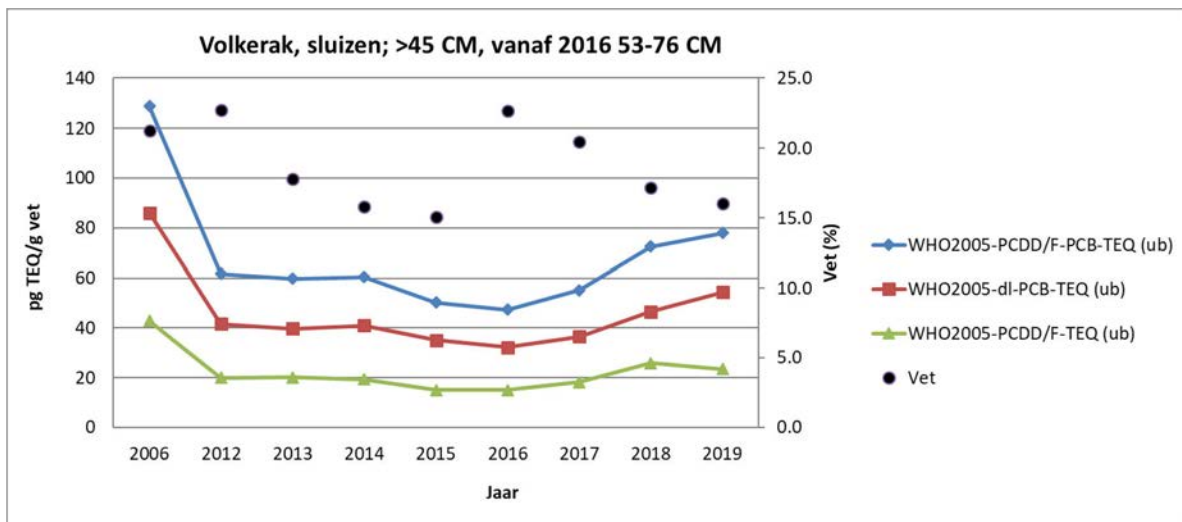
Tegelijkertijd zijn in 2012 ook de bestaande Europese maximumgehalten voor dioxines en dl-PCB's aangepast. Rekening houdend met de TEF-waarden uit 200 zijn de nieuwe maximumgehalten voor aal als volgt: voor dioxines 3.5 pg TEQ per gram product en voor de som dioxines en dl-PCB's 10 pg TEQ per gram product (EU-Verordening 1881/2006).

Een derde norm die van belang is voor aal is die voor de ndl-PCB's, voorheen bekend als de indicator-PCB's. De EU heeft deze maximumgehalten, die per land verschilden, in 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 wordt 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 5 Trends in TEQ-gehalten in grote aal > 45 cm (vanaf 2016 53-76 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 53-76 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 aalen. Herberekende gehalten volgens Kotterman (2006) zijn in deze figuren niet opgenomen: het betreft oorspronkelijke gemeten gehalten. Niet voor alle locaties zijn elk jaar aalmonsters verzameld.

Bijlage 6 Resultaten PFAS's in mengmonsters aal 2019

Tabel B4 Individuele gehalten van de verschillende PFAS's in mengmonsters aal bemonsterd in 2019. Gehalten zijn in ng/g product.

WFSR nr.	WMR nr.2019/	Locatie	PFBA	PFPA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFTrDA	PFTeDA	PFBS	PFHxS	PFHpS	PFOS	PFDS	GenX (HFPO-DA)
200560121	0634	IJssel, Deventer	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	0.27	1.9	2.4	4.5	<4.0	<6.0	<1.0	0.33	<0.080	12	<0.40	<0.30
200560122	0660	Hollands Diep	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	<0.20	<0.80	<2.0	<2.0	<4.0	<6.0	<1.0	0.38	<0.080	8.2	<0.40	<0.30
200560123	0712	Lek, Culemborg	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	0.30	1.0	<2.0	2.6	<4.0	<6.0	<1.0	0.32	<0.080	12	<0.40	<0.30
200560124	0738	IJsselmeer, Medemblik	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	0.54	3.1	4.6	4.1	<4.0	<6.0	<1.0	0.35	<0.080	24	<0.40	<0.30
200560125	0764	Maas, Eijsden	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	<0.20	1.9	2.7	7.2	<4.0	<6.0	<1.0	<0.30	<0.080	12	<0.40	<0.30
200560126	0790	Rijn, Lobith	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	0.26	2.1	2.4	5.3	<4.0	<6.0	<1.0	<0.30	<0.080	15	<0.40	<0.30
200560127	0816	Volkerak, Volkeraksluizen	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	0.76	2.5	2.7	3.5	<4.0	<6.0	<1.0	<0.30	<0.080	13	0.43	<0.30
200560128	0868	Waal, Tiel	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	<0.20	1.1	<2.0	2.8	<4.0	<6.0	<1.0	<0.30	<0.080	8.0	<0.40	<0.30
200560129	1785	Maas, Kessel	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	<0.20	3.3	6.3	13	4.3	<6.0	<1.0	<0.30	<0.080	15	<0.40	<0.30
200560130	2158	Maas, Kessel	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	0.25	4.4	7.9	12	<4.0	<6.0	<1.0	<0.30	<0.080	14	<0.40	<0.30
200560131	1811	Noordzeekanaal, Riebeeckhaven	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	<0.20	<0.80	<2.0	2.8	<4.0	<6.0	<1.0	0.66	<0.080	9.1	<0.40	<0.30
200560132	1837	Koekplaat	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	0.26	1.4	<2.0	<2.0	<4.0	<6.0	<1.0	0.30	<0.080	21	<0.40	<0.30
200560133	1863	Ramsgeul, Ramspolbrug	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	0.33	3.3	6.0	3.6	<4.0	<6.0	<1.0	0.38	<0.080	21	<0.40	<0.30
200560134	1889	Ramsdiep, Schokkerhaven	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	0.29	2.5	4.8	4.5	<4.0	<6.0	<1.0	0.40	<0.080	19	<0.40	<0.30
200560135	1915	Volkerak, Steenbergen	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	0.51	2.3	3.5	3.4	<4.0	<6.0	<1.0	<0.30	<0.080	15	0.52	<0.30
200560136	1941	Vossemeer	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	0.23	1.4	<2.0	<2.0	<4.0	<6.0	<1.0	<0.30	<0.080	13	<0.40	<0.30
200560137	1967	IJsselmeer, Urk	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	0.25	2.0	2.9	2.9	<4.0	<6.0	<1.0	0.64	<0.080	19	<0.40	<0.30
200560138	1993	Zijkanaal C, grensgebied IJ	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	<0.20	<0.80	<2.0	<2.0	<4.0	<6.0	<1.0	0.67	<0.080	3.3	<0.40	<0.30
200560139	2019	IJ, Oranjesluizen	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	<0.20	<0.80	<2.0	2.5	<4.0	<6.0	<1.0	<0.30	<0.080	7.2	<0.40	<0.30
200560140	0608	IJssel, Deventer	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	0.32	1.8	<2.0	3.1	<4.0	<6.0	<1.0	0.33	<0.080	14	<0.40	<0.30
200560141	1233	Hollands Diep	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	0.31	1.1	<2.0	3.4	<4.0	<6.0	<1.0	0.46	<0.080	12	<0.40	<0.30
200560142	0686	Lek, Culemborg	<9.0	<5.0	<1.0	<0.20	<0.20	0.30	1.5	<2.0	3.0	<4.0	<6.0	<1.0	0.38	<0.080	11	<0.40	<0.30

Wageningen Food Safety Research
Postbus 230
6700 AE Wageningen
T 0317 48 02 56
www.wur.nl/food-safety-research

WFSR-rapport 2020.010

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 12.000 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



Wageningen Food Safety Research
Postbus 230
6700 AE Wageningen
T 0317 48 02 56
www.wur.nl/food-safety-research

WFSR-rapport 2020.010

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 12.000 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.

