



Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren

Resultaten van 2020

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 2020

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 en gesubsidieerd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoeksthema 'WOT voedselveiligheid, chemische contaminanten' (WOT-02-001-014).

Wageningen, juni 2021

WFSR-rapport 2021.008

L.L. Leenders, A. Gerssen, A.W.J.M. Nijrolde, L.A.P. Hoogenboom, M.J.J. Kotterman, S.P.J. van Leeuwen, 2021. *Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2020*. Wageningen, Wageningen Food Safety Research, WFSR-rapport 2021.008. 48 blz.; 6 fig.; 5 tab.; 18 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/10.18174/548144> of op <http://www.wur.nl/food-safety-research> (onder WFSR publicaties).

© 2021 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 2021.008

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): J.M. de Stoppelaar; A.D. van der Linden; Y.M. Huigen
- 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: J. Visser

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Aanpassing bemonstering van grote aalen 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 Owerking van geëxtraheerd vet 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 Opwerking extract	13
	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 totaal-TEQ	14
	3.1.2 Limietoverschrijding som-ndl-PCB's	16
	3.1.3 Situatie bij de monding Ketelmeer en Schokkerhaven	16
	3.1.4 Trends in gehalten in kleine aal	18
	3.1.5 Trends in gehalten in grote aal	19
	3.2 PFAS's in mengmonsters aal	22
	3.3 Zware metalen in mengmonsters aal	23
4	Conclusies	24
5	Aanbevelingen	25
	Literatuur	26
	Bijlage 1 Vangstlocaties 2020	28
	Bijlage 2 Gegevens van de aalmonsters	37
	Bijlage 3 Analyseresultaten voor vet, dioxines en PCB's in rode aal	38
	Bijlage 4 Maximumgehalten voor dioxines en PCB's	42
	Bijlage 5 Trends in TEQ-gehalten in grote aal 53-76 cm (tot 2016 >45 cm), uitgedrukt op vetbasis	44
	Bijlage 6 Resultaten PFAS's in mengmonsters aal 2020	46

Samenvatting

In 2020 is in het kader van het monitoringsprogramma "Contaminanten in vis uit Nederlandse binnenwateren" aal op 18 locaties bemonsterd. Hiervan lagen 10 locaties binnen het voor aalvisserij gesloten gebied en 8 locaties waar de aalvisserij is 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 vóór 2016 (>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 (totaal-TEQ) en som ndl-PCB's zijn Europese maximumgehalten (zogenaamde maximum levels, 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), IJsselmeer (Urkerbos) en Linge nabij Heukelum. 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 IJsselmeer bij Urk, IJsselmeer nabij Lelystad en Ramsgseul (Ramspolbrug). Voor de locatie IJsselmeer bij Urk is wederom een overschrijding van een beleidsregellimiet waargenomen. Voor de mengmonsters aal in de klasse 30-40 cm overschreed het mengmonster van de Lek de ML voor ndl-PCB's en dat van de Waal bij Tiel de beleidsregellimiet voor ndl-PCB's. Van de locaties die nu nog geopend zijn voor visserij, overschreden Schokkerhaven en het IJ (meertje nabij Spaarndam) één of meerdere limieten. Voor de locatie Schokkerhaven is ook twee jaar achtereen een overschrijding van de (beleidsregel)limieten waargenomen. Het huidige rapport geeft de gegevens van voorgaande jaren weer, aangevuld met de resultaten van 2020. 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 ook geanalyseerd op zware metalen (cadmium, lood, kwik en arseen) en perfluoralkylstoffen (PFAS's). Alle gehalten van cadmium, lood en kwik voldeden aan de geldende ML's (EC 1881/2006), voor arseen is geen ML vastgesteld. In aanvulling op de vorige jaarlijkse rapportage zijn resultaten van de meting van PFAS's opgenomen in dit rapport. Dit door de toegenomen aandacht voor deze stoffen in 2019 en 2020, en het recent beschikbaar komen van een risicobeoordeling door de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA). De gesommeerde gehalten van de meest voorkomende PFAS's variëren van circa 5 tot 40 ng/g product, waarbij PFOS de belangrijkste bijdrage leverde. Hoogste gehalten werden aangetroffen in aal uit het IJsselmeer en de Linge bij Heukelum. Voor deze stoffen is geen ML vastgesteld en kunnen de gemeten gehalten dus niet getoetst worden aan de ML.

1 Inleiding

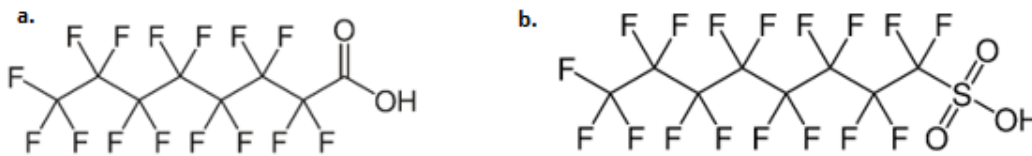
Aal uit vervuilde gebieden, doorgaans rivieren en kanalen in Nederland, bevat verhoogde gehalten aan contaminanten. Uit eerder onderzoek (Leenders et al., 2020, van Leeuwen et al., 2016/2018/2019, van Leeuwen et al., 2013, Kotterman et al., 2016) is gebleken dat aal op verschillende locaties niet voldoet aan de maximum gehalten (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 gezondheidskundige norm (Tolerable Weekly Intake of TWI) 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 januari 2015, 2017² en 2021, en tevens zijn enkele locaties weer geopend voor visserij. 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 in principe de volgende monsterlocaties: IJsselmeer (Medemblik), Hollands Diep, Maas (Eijsden), Rijn (Lobith), Waal (Tiel), Volkerak (Volkeraksluizen), Lek (Culemborg) en IJssel (Deventer). Vanwege lage aantallen aal op de locatie Maas (Eijsden) de laatste jaren is die locatie dit jaar niet bemonsterd. In het verleden werd voor dit doel op deze locaties aal van 30-40 cm gevangen. Daarnaast worden sinds 2016 ook specifiek grotere alen (53-76 cm) bemonsterd, omdat deze alen het grootste gewichtpercentage 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 rivierengebied ligt het gehalte tussen circa 70 en 120 pg totaal-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 53-76 cm, omdat die geheel uit vrouwtjes bestaat.

In dit rapport worden de resultaten van rode aal, gevangen in 2020, beschreven. Eerder is een deel van de dioxine- en PCB-resultaten, van de twee "open" locaties waar in 2019 een overschrijding van één of twee beleidsregellimieten was waargenomen, gerapporteerd (WFSR, 2020). Deze locaties (Schokkerhaven en het IJsselmeer bij Urk) zijn met voorrang onderzocht. Er zijn toen ook enkele aanvullende locaties in de omgeving van de monding van het Ketelmeer onderzocht, om daarmee een completer beeld te krijgen van de gehalten van dioxines en PCB's in aal. Deze resultaten zijn opnieuw in dit rapport opgenomen, zodat het alle resultaten van 2020 beschrijft. 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 2020 zijn daarom ook 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 perfluoroctaan zuur (PFOA, zie Figuur 1a) en perfluoroctaansulfonzuur (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. PFAS's zijn in 2019 en 2020 veelvuldig in het nieuws behandeld vanwege de contaminatie van grond en de gevolgen die dat had voor grondtransport in de bouwsector. PFOS en PFOA zijn Persistent Organic Pollutants (POPs)³, vanwege hun persistente, bioaccumulatieve en toxische eigenschappen. 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) en zijn gevonden in een breed scala aan vissen, schaal- en schelpdieren (Zafeiraki et al., 2019). De Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA) heeft in 2020 een nieuwe risicobeoordeling ('opinion') opgesteld waarin de risico's van PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS via inname uit voeding zijn beoordeeld (EFSA, 2020). De keuze voor deze 4 PFAS's (EFSA 4) is gedaan omdat deze het meest in humaan bloed voorkomen en ze waarschijnlijk een vergelijkbare toxische werking hebben. Samen zorgen ze voor de helft van de blootstelling van mensen. Op basis van effecten op het afweersysteem is door EFSA een TWI voor de som van deze 4 PFAS's afgeleid van 4,4 ng/kg lichaamsgewicht per week. EFSA acht het waarschijnlijk dat ook andere PFAS's effecten hebben op het afweersysteem maar kon deze niet meenemen in de TWI. Ook accumuleren niet alle PFAS's in de mens. De nieuwe TWI is veel lager dan de TWI's gepubliceerd in 2008 (PFOS 150 en PFOA 1500 ng/kg lichaamsgewicht per dag) en wordt door een groot deel van de Europese bevolking overschreden. Vis is de belangrijkste bron van PFAS's, met name bij mensen met een relatief hoge blootstelling door consumptie van vis(producten). Voor PFAS's zijn nog geen ML's vastgesteld in het kader van de EC 1881/2006. Het lijkt waarschijnlijk dat dit op korte termijn gebeurt op basis van de EFSA opinie uit 2020.

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 PFTTrDA accumuleren in aal.

³ <http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/AllPOPs/tabid/2509/Default.aspx>

Tabel 1 Meest beschreven PFAS's. Componenten met een * zijn de EFSA 4.

Afkorting	Component
Zuren	
PFBA	Perfluorobutaanzuur
PFPeA	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
Overig:	
GenX (HFPO-DA)	Perfluor-2-propoxypropanzuur

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 recentere studie door Wageningen Marine Research (WMR) (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 ontwikkeld 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 dat rapport zijn de vangsten van de beroepsvisser en de lengte- en gewichtssamenstelling van de vangst gebruikt (van Keeken et al., 2010, 2011). 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 voor totaal-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 beleidsregellimieten gesteld zijn voor het sluiten of openstellen van gebieden voor visserij. Deze limieten voor de sluiting of openstelling van 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 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 geconsumeerd⁴. In deze beleidsregel zijn een tweetal beleidsregellimieten gesteld. De eerste betreft een limiet voor totaal-TEQ van 8.8 pg/g product, de tweede een limiet voor de som van ndl-PCB's (ICES-6) van 250 ng/g, beiden in het monster grote aal. Voor de vergelijkbaarheid met de jaren waarin deze beleidsregellimieten nog niet golden, wordt in dit rapport getoetst aan de ML's vastgelegd in EC 1881/2006 (zoals in de jaren voor invoering), 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^{3,5}, 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. 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 TEQ/g product voor de totaal-TEQ of 300 ng/g product voor de som-ndl-PCB's uitkomt.

⁴ 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).

⁵ Verordening (EU) 2017/644 van de Commissie van 5 april 2017 tot vaststelling van bemonsterings- en analysemethoden voor de controle op het gehalte aan dioxinen en dioxineachtige en niet-dioxineachtige pcb's in bepaalde levensmiddelen en tot intrekking van Verordening (EU) nr. 589/2014.

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 juni tot eerste week juli 2020 (dit jaar wat later begonnen wegens COVID-maatregelen). 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 18 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 gewicht 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 Lek bij Culemborg en Waal bij Tiel werden 21 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 voor 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 IJssel bij Deventer, Hollands Diep, IJsselmeer bij Medemblik, Maas bij Maashees-Wanssum, Schokkerhaven, Ramsgeul (Ramspolbrug), het IJ (meertje nabij Spaarndam) en de Linge bij Heukelum 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 bij Eijsden in de afgelopen jaren is onderzocht of een nieuwe, meer stroomafwaarts gelegen locatie (Maashees-Wanssum) dienst kan doen als nieuwe trendlocatie. Echter de vangsten bij locatie Maashees-Wanssum waren nog lager (4 alen) dan op de oude onderzoekslocatie Eijsden, en daarom is het niet gelukt om hier een goed mengmonster samen te stellen. In 2021 wordt er dus weer gezocht naar een nieuwe locatie in de Maas die dienst kan doen als trendlocatie. Het geslacht van de individuele alen is vastgesteld in de 30-40 cm klasse. In deze monsters domineerde de vrouwelijke aal: in de 3 mengmonsters zijn respectievelijk slechts 1,3 en 5 mannelijke alen aanwezig, de rest van het mengmonster bestaat uit vrouwelijke alen (80-95%). Voor de monsters alen >53 cm geldt dat alen altijd vrouwelijk zijn.

2.3 Analyses van dioxines en PCB's

2.3.1 Vetextractie

De door WMR aangeleverde mengmonsters werden gehomogeniseerd met behulp van een ultraturrax. Uit het gemalen monster werd het vet geëxtraheerd en het percentage vet bepaald. Hiervoor werd 10 gram gemalen aal gemengd met 10 gram hydromatrix en overgebracht naar een ASE-monsterbuis.

Het monster werd achtereenvolgens 3 keer geëxtraheerd met 20 ml hexaan:aceton (1:1) bij 100°C en 1500 PSI. Het organische extract werd gefiltreerd over een trechter met Na₂SO₄ en opgevangen in een vooraf gewogen kolf. Het oplosmiddel (hexaan:aceton (1:1)) werd met een rotorvapor verdampt, waarna het geëxtraheerde vet gedurende 1 nacht bij 60°C werd gedroogd. Na drogen werd het geëxtraheerde vet gewogen en het vetpercentage (extraheerbaar vet) in aal kwantitatief bepaald.

2.3.2 Owerking van geëxtraheerd vet met de DexTech

Aan het gemalen en gehomogeniseerde monster (voordat de vetextractie plaatsvindt) werd een bekende hoeveelheid van een mix van ¹³C-gelabelde interne standaarden toegevoegd. Na de vetextractie en het bepalen van het vetpercentage werd het vet opgelost in 15 ml hexaan. Vervolgens werd het monster gezuiverd door gebruik te maken van een 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 aluminiumoxidekolom, die wordt gebruikt om de interfererende componenten uit het eluaat te verwijderen. De laatste kolom 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 werden injectiestandaarden toegevoegd. Voor de analyse van mono-ortho gesubstitueerde en ndl-PCB's werd fractie 'A' geconcentreerd tot een eindvolume van 5 ml. Fractie 'B' (dioxines en non-ortho gesubstitueerde PCB's) werd 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' werd achtereenvolgens met gaschromatografie-hoge resolutie massaspectrometrie (GC/HRMS) geanalyseerd. De GC (Agilent H6890+) was voorzien van een 60 meter capillaire kolom (DB-5-MS, ID=0.25 mm). Voor de detectie werd een "Waters – Autospec Premier" of een "Thermo – DFS Magnetic Sector" HRMS gebruikt. De apparatuur was zodanig afgesteld dat de resolutie minimaal 10,000 eenheden was. Van zowel de natieve als de ¹³C-gelabelde congenen werden twee ionen gemeten en gekwantificeerd. Conform de wetgeving worden gehalten gerapporteerd als lowerbound (lb) en upperbound (ub). Bij lowerbound wordt het gehalte van niet-gedetectede dioxines of PCB's gelijkgesteld aan nul, bij upperbound wordt de detectiegrens (LOQ) aangehouden. Toetsen aan de ML's gebeurt aan de hand van de upperbound gehalten, maar bij aal zijn die vrijwel gelijk aan de lowerbound gehalten.

De uitkomst van analyses zijn onderhevig aan variaties voortvloeiend uit de analysemethodiek, 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- en totaal-TEQ en eveneens 10% 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 ML) voor dioxine-TEQ 3,8 pg/g product, voor totaal-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 werd 1 gram afgewogen in een kunststof buis van 50 ml waaraan een mix van ¹³C-isotoopgelabelde interne standaarden werd toegevoegd. Na toevoeging van 2 ml 200 mM natriumhydroxide voor alkalische digestie werden de componenten geëxtraheerd met 10 ml methanol. Na extractie werd er 100 µl mierenzuur toegevoegd. Na centrifugeren werd het supernatant overgeschonken in een schone kunststof buis en werd daaraan 25 ml Milli-Q water toegevoegd.

2.4.2 Opwerking extract

Het extract werd opgezuiverd met solid-phase extractie (SPE). De SPE cartridges (Strata-X-AW, Phenomenex) werden geconditioneerd met 8 ml methanol en 8 ml 0.04 M zoutzuur in Milli-Q water. Na toevoeging van het extract werd de SPE cartridge achtereenvolgens gewassen met 5 ml natriumacetaat buffer pH 4 en 3 ml 0.04 M zoutzuur in methanol. De PFAS's werden van de cartridge geëluëerd met 5 ml 2% ammoniumhydroxide in acetonitril. Na droogdampen van het eluaat onder een stikstofstroom werd het residu opgelost in acetonitril. Na toevoeging van de mobiele fase van de vloeistofchromatograaf (LC) (2 mM ammoniumacetaat in Milli-Q water) en een injectiestandaardmix ($^{13}\text{C}_8$ -PFOA en $^{13}\text{C}_8$ -PFOS) werd de oplossing overgebracht in een LC vial.

2.4.3 Analyse van PFAS's

De monsteroplossingen werden met LC-tandem massaspectrometrie (LC-MS/MS) geanalyseerd. De LC (Shimadzu) was 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 werden gescheiden met een gradiënt van 2 mM ammoniumacetaat in Milli-Q water en acetonitril. Eventuele PFAS's vanuit het LC systeem werden 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 werden gedetecteerd. Voor detectie werd een "Sciex QTRAP5500" MS/MS gebruikt, waarbij zowel de natieve als ^{13}C -gelabelde verbindingen met behulp van specifieke massaovergangen werden gedetecteerd.

2.5 Analyse van zware metalen

2.5.1 Ontsluiting van zware metalen uit matrix

Voor analyses van cadmium, lood, arseen en kwik werden de mengmonsters aal bij kamertemperatuur gehomogeniseerd. Vervolgens werd 1.5 gram monster ontsloten door het met 10 ml salpeterzuur (70%) in een afgesloten destructievaatje te verhitten in een magnetronoven. Na ontsluiting werden 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 werd gebruik gemaakt van een grafietoven- (GF) atomaire absorptiespectrometer (AAS). De atomaire absorptie van cadmium werd gemeten bij een golflengte van 228,8 nm, lood bij 283,3 nm en arseen bij 193,7 nm. De gehalten werden bepaald tegen een kalibratiecurve van standaardoplossingen met bekende concentraties.

2.5.3 Analyse van kwik

De kwikbepalingen werden uitgevoerd met behulp van koudedamp – atomaire fluorescentiespectrometrie met amalgaam bij een golflengte van 253,7 nm (Mercur). Het aanwezige kwik in de ontsloten monsters wordt daarbij gereduceerd met tin(II)chloride tot metallisch kwik, vrij gemaakt van de oplossing, in dampvorm door een gascuve geleid en met behulp van fluorescentiespectrometrie 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, zware metalen en PFAS's zijn geaccrediteerd (Raad van Accreditatie (RvA), L014) volgens ISO 17025. 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, andere POP's en zware metalen in voeding en diervoeders.

3 Resultaten

In deze rapportage worden uitsluitend nieuwe resultaten gerapporteerd welke betrekking hebben op het onderzoek naar dioxines en PCB's, PFAS's en zware metalen in rode aal van 2020. Voor dioxines en PCB's zijn ter vergelijking gegevens van eerdere jaren toegevoegd. Een gedeelte van het hier gepresenteerde onderzoek m.b.t. de locaties Schokkerhaven, het IJsselmeer bij Urk en de situatie rond de monding van het Ketelmeer, is reeds in 2020 aan het ministerie van LNV gerapporteerd. Het is voor de volledigheid hier opnieuw opgenomen.

3.1 Dioxine- en PCB-gehalten in mengmonsters aal

Tabel 2 toont de gehalten aan dioxines, dl-PCB's en ndl-PCB's in mengmonsters aal van de in 2020 bemonsterde locaties. Bijlage 3 toont de individuele gehalten van de verschillende dioxines en PCB's. TEQ-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 totaal-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. Bij deze beleidsregellimieten wordt geen meetonzekerheid toegepast omdat hier, vanuit het voorzorgsbeginsel, een ander uitgangspunt is gekozen, 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 totaal-TEQ/g product of 300 ng/g product voor de som-ndl-PCB's uitkomt. In praktijk resulteert dit 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 vóór 2016. In Tabel 2 is dat aangeduid met 53-76 cm, terwijl in de jaren vóór 2016 deze grotere klasse met >45 cm werd aangeduid en dus ook aal kleiner dan 53 cm of groter dan 76 cm kon bevatten.

3.1.1 Limietoverschrijding dioxine-TEQ en totaal-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 18 mengmonsters aal (53-76 cm) overschreden de monsters uit Lek (Culemborg), IJssel (Deventer), Hollands Diep, Volkerak (Volkeraksluizen), IJsselmeer (Ketelbrug), Waal (Tiel) en Noordzeekanaal (Velsen, nabij sluizen) de ML voor dioxines. De totaal-TEQ ML werd overschreden op 9 van de 18 locaties (zie Tabel 2), rekening houdend met de meetonzekerheid van 10% (zie Paragraaf 2.3). De hoogste gehalten werden gemeten in mengmonsters aal afkomstig van Lek (Culemborg) en Hollands Diep. Toepassing van de beleidsregellimiet (8,8 pg/g voor totaal-TEQ) resulteert in nog 4 additionele overschrijdingen. De overschrijdingen betreffen voornamelijk gebieden die gesloten zijn voor visserij, maar ook een aantal open gebieden.

Aal van de locaties Volkerak (Steenbergen), IJsselmeer bij Medemblik, IJsselmeer bij Urkerbos, Maas (Maashees-Wanssum) en Linge (Heukelum) voldeden aan de beleidsregellimiet voor totaal-TEQ en dus ook de ML's. De concentraties in aal uit het IJsselmeer zijn het hoogst bij de Ketelbrug. De concentraties in aal uit het Volkerak zijn het hoogst nabij de Volkeraksluizen en worden lager in Westelijke richting (Steenbergen).

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

WFSR nr.	WMR nr. 2020/	Vangstlocatie	Gesloten gebied?	Lengteklasse (cm)	Vetgehalte (%)	WHO2005-PCDD/F- TEQ (ub) (pg/g)	WHO2005-dl- PCB-TEQ (ub) (pg/g)	WHO2005-PCDD/F- PCB-TEQ (ub) (pg/g)	Totaal ndl-PCB's (ub) (ng/g)
200591397	0823	Lek, Culemborg	Ja	30-40	5,7	1,6	7,1	8,7	382
200592056	0719	IJsselmeer, Medemblik	Nee	30-40	7,1	0,5	1,4	1,8	27
200597270	0771	Waal, Tiel	Ja	30-40	6,0	1,1	5,6	6,7	262
200591396	0849	Lek, Culemborg	Ja	53-76	18,0	5,2	18,5	23,7	801
200591398	0875	IJssel, Deventer	Ja	53-76	20,0	4,1	18,0	22,1	546
200591399	0901	Hollands Diep	Ja	53-76	23,1	5,2	17,3	22,5	682
200591401	0953	Volkerak, Volkeraksluizen	Ja	53-76	17,6	4,4	8,6	13,0	364
200591402	0979	Rijn, Lobith	Ja	53-76	21,3	3,6	17,4	21,0	560
200591403	1053	IJsselmeer, Urk	Nee	53-76	19,9	2,1	7,7	9,8	211
200591404	1157	Volkerak, Steenberg	Nee	53-76	10,8	1,7	4,3	6,0	151
200592055	0745	IJsselmeer, Medemblik	Nee	53-76	23,9	1,3	3,7	5,1	63
200592057	1079	IJsselmeer, nabij Lelystad	Nee	53-76	23,2	2,5	6,6	9,1	192
200592058	1653	IJsselmeer, Ketelbrug	Ja	53-76	25,5	4,5	13,4	17,9	435
200592059	1694	IJsselmeer, Urkerbos	Nee	53-76	19,4	1,7	4,9	6,6	110
200597269	0797	Waal, Tiel	Ja	53-76	22,0	3,9	16,2	20,1	565
200597271	1027	Maas, Maashees-Wanssum	Ja	53-76	9,9	0,6	6,9	7,5	548
200597272	1105	Schokkerhaven	Nee	53-76	13,8	2,2	9,4	11,6	305
200597273	1131	Ramsgeul, Ramspolbrug	Nee	53-76	17,7	2,4	7,4	9,8	235
200597274	1183	IJ, meertje nabij Spaarndam	Ja	53-76	14,4	1,9	10,9	12,8	534
200597275	1235	Linge nabij Heukelum	Nee	53-76	18,3	1,2	6,2	7,4	221
200597276	1261	Noordzeekanaal, Velsen, nabij sluizen	Ja	53-76	17,6	4,5	6,2	10,7	266

3.1.2 Limietoverschrijding som-ndl-PCB's

De hoogste ndl-PCB-gehalten werden gemeten in Lek (Culemborg) en Hollands Diep. 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 in de meeste gevallen op dezelfde locaties overschreden als de dioxine-TEQ en totaal-TEQ (zie Tabel 2). Een opvallende uitzondering is de Maas bij Maashees-Wanssum waar een relatief hoog ndl-PCB-gehalte werd gemeten. 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 betreft de Waal (Tiel) (30-40 cm kleine aal), Schokkerhaven en Noordzeekanaal (Velsen, nabij sluizen).

3.1.3 Situatie bij de monding Ketelmeer en Schokkerhaven

De gehalten van dioxines en PCB's rond de monding van de IJssel zijn weergegeven in Figuur 2 en 3. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen dioxine-TEQ, totaal-TEQ en ndl-PCB's. De beleidsregellimieten bedragen 8,8 pg/g voor totaal-TEQ en 250 ng/g voor de ndl-PCB's. Voor de dioxine-TEQ geldt geen beleidsregellimiet, maar deze informatie is voor de volledigheid wel gegeven. In Figuur 2 en 3 worden resultaten vergeleken met alleen de beleidsregellimieten, omdat die het referentiekader vormen voor het openen of sluiten van gebieden door het ministerie van LNV.



Figuur 2 Gehalten voor dioxine-TEQ (pg/g product), totaal-TEQ (pg/g product) en ndl-PCB (ng/g product) in aal uit de monding van het Ketelmeer. De gehalten die de beleidsregellimiet overschrijden zijn onderstreept. De rode lijn geeft de oude grens aan die gold tot 31-12-2020. Per 1-1-2021 is het gesloten gebied uitgebreid tot en met de haven van Urk.

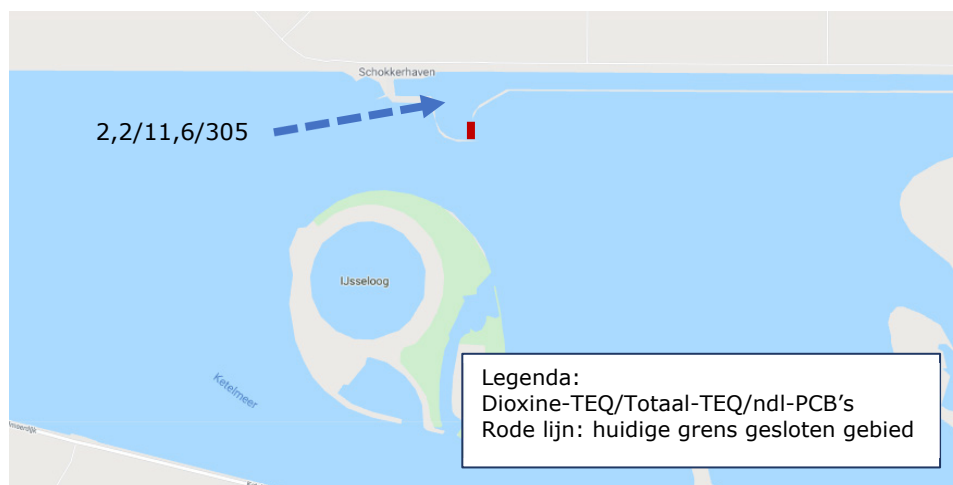
De resultaten in Figuur 2 tonen dat de gehalten totaal-TEQ en ndl-PCB's bij de Ketelbrug – dat ligt binnen het gesloten gebied- de beleidsregellimieten overschrijden. In het gebied dat open is voor visserij zijn de totaal-TEQ resultaten bij de haven van Urk hoger dan de beleidsregellimiet. Dit is voor het tweede jaar op rij (zie Tabel 3) dat bij deze locatie een beleidsregellimiet overschreden wordt. Ten

noorden van Urk, bij het Urkerbos, blijven de gehalten onder de limieten. Ten zuidwesten van de Ketelbrug, richting Lelystad (nabij de energiecentrale), is het totaal-TEQ gehalte hoger dan de beleidsregellimiet. Op deze locatie is pas voor de eerste keer aal conform het beleidsregelprotocol bemonsterd en gezien de overschrijding van de limiet wordt aanbevolen om deze locatie in 2021 opnieuw te bemonsteren. In 2012 is dit gebied uitgebreid onderzocht. Het beleidsregelprotocol was destijds niet vastgesteld, waardoor de monsternamen enigszins afweek van de huidige aanpak. De kleine afwijking van de gehalten t.o.v. 2012 kan dus komen door een andere samenstelling van het monster, evenals een afwijkende monsterlocatie. Dat laatste geldt specifiek voor de monsternamelocatie van 2012 (tussen Ketelbrug en Urk) terwijl die in 2019 en 2020 beide bij de haven van Urk lag. Niettemin zijn de gehalten uit 2012 in dezelfde orde grootte als die van 2019 en 2020.

Tabel 3 Resultaten van dioxines en PCB's in rode aal van 2012, 2019 en 2020 in de monding van het Ketelmeer en de locatie Medemblik. De gehalten uit 2019 en 2020, liggend in open gebied, die de beleidsregellimiet overschrijden zijn vet gedrukt. Resultaten 2019 afkomstig van Leenders et al. (2020). Resultaten 2012 afkomstig uit van Leeuwen et al. (2013).

Vangstlocatie	Jaar	Vet (%)	Dioxine-TEQ (pg/g product)	Totaal-TEQ (pg/g product)	Som ndl-PCB's (ng/g product)
Ketelbrug	2020	25	4,5	<u>17,9</u>	<u>435</u>
Ketelbrug*	2012	18	5,4	17,6	602
IJsselmeer, nabij Lelystad	2020	23	2,5	9,1	192
IJsselmeer, nabij Lelystad*	2012	25	3,9	12,6	311
IJsselmeer, Urk	2020	20	2,1	9,8	211
IJsselmeer, Urk	2019	21	2,5	11,4	285
IJsselmeer, tussen Ketelbrug en Urk*	2012	30	3,8	12,5	273
IJsselmeer, Urkerbos	2020	19	1,7	6,6	110
IJsselmeer Medemblik	2020	24	1,3	5,1	63
IJsselmeer Medemblik	2019	20	1,2	4,8	75

* De resultaten van 2012 zijn tot stand gekomen met een andere monstersamenstelling dan het beleidsregelprotocol. Derhalve zijn de resultaten ook niet getoetst aan de beleidsregellimieten.



Figuur 3 Dioxine-TEQ, totaal-TEQ en ndl-PCB gehalten in aal in de Schokkerhaven. De gehalten die de beleidsregellimieten overschrijden zijn onderstreept. Dit gebied was opengesteld voor aalvisserij tot 31-12-2020, maar is daarna gesloten voor aalvisserij.

De resultaten in Figuur 3 laten zien dat de gehalten totaal-TEQ en ndl-PCB's in aal in de Schokkerhaven beide beleidsregellimieten overschrijden. Dit is het tweede jaar op rij (zie Tabel 4) dat deze limieten overschreden zijn, en het betreffende gebied en een extra zone zijn daarom per 1-1-2021 gesloten. De gehalten in de aal zijn dit jaar wat lager t.o.v. 2019, wat verklaard kan worden door een lager vetgehalte. Op deze locatie is commerciële aalvisserij toegestaan (open gebied).

De resultaten beperken zich tot het gebied waar de aal gevangen is. Het is onduidelijk hoe het verloop van gehalten verderop (oostwaarts) in de Ramsgeul is. Daarom wordt aanbevolen om ook verderop te bemonsteren, om de per 1-1-2021 gestelde grens te controleren. Op het einde van het Ramsdiep, waar deze uitkomt in de Ramsgeul (Ramspolbrug), daar is ook een meting verricht, waarbij de totaal-TEQ de beleidsregellimiet overschreed.

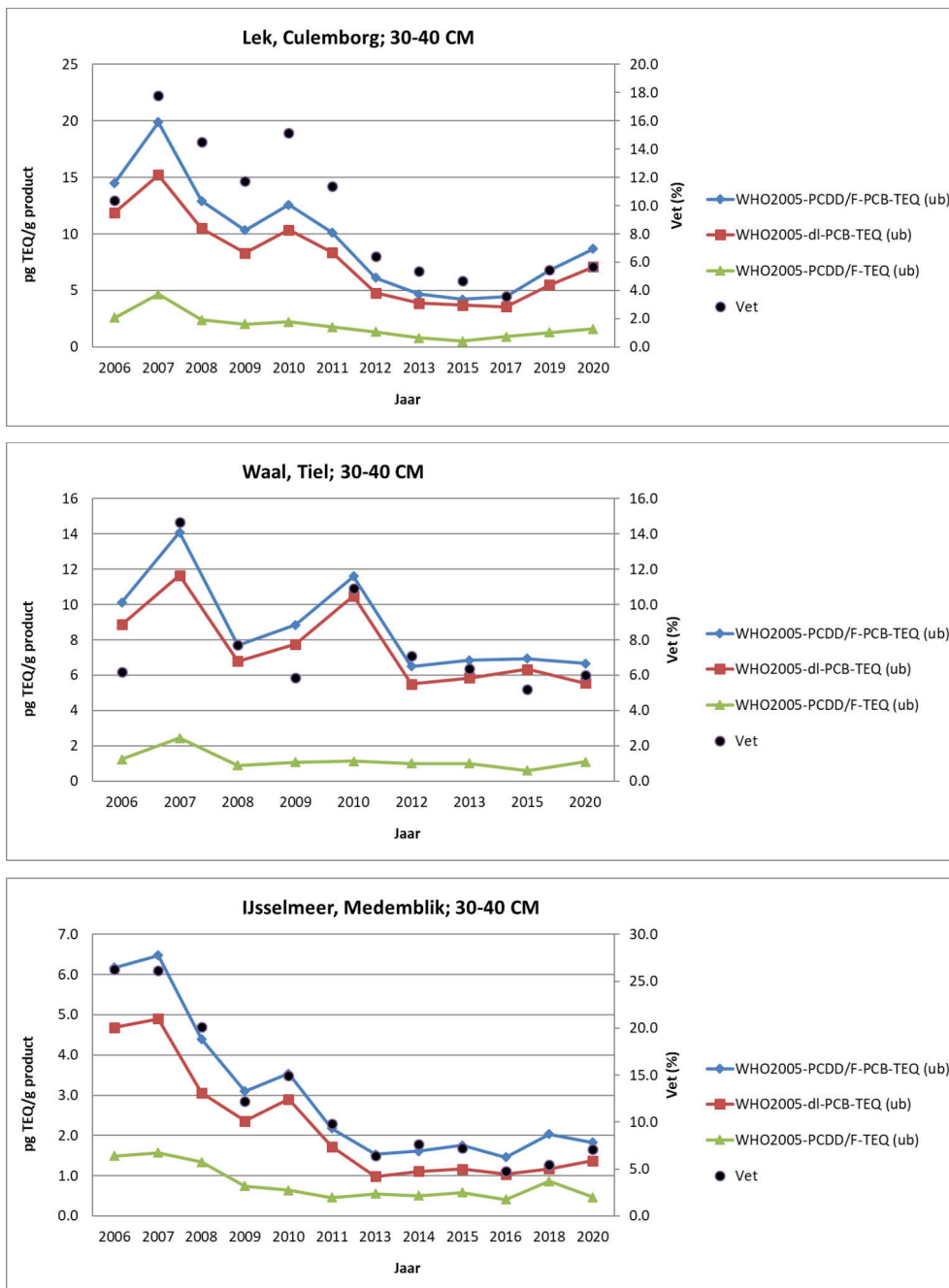
Tabel 4 Resultaten van dioxines en PCB's in rode aal van 2019 en 2020 in Schokkerhaven. De gehalten die de beleidsregellimiet overschrijden zijn vet gedrukt.

Vangstlocatie	Jaar	Vet (%)	Dioxine-TEQ (pg/g product)	Totaal-TEQ (pg/g product)	Som ndl-PCB's (ng/g product)
Schokkerhaven	2020	14	2,2	11,6	305
Schokkerhaven	2019	19	3,3	15,9	448

3.1.4 Trends in gehalten in kleine aal

In 2020 zijn op 3 locaties alen uit de lengteklasse 30-40 cm onderzocht. Deze monsters zijn afkomstig van de trendlocaties Lek (Culemborg), Waal (Tiel) en IJsselmeer (Medemblik). De resultaten van deze locaties, aangevuld met resultaten van eerdere metingen zijn weergegeven in Figuur 4. 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 beschrijven van 2016, 2017, 2018 en 2019 (van Leeuwen et al., 2016, van Leeuwen et al., 2018, van Leeuwen et al., 2019, Leenders et al., 2020).

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). In recente jaren zijn de vrouwelijke alen oververtegenwoordigd in het monster (zie Bijlage 2) omdat het aandeel mannelijke aal op die locaties afgenomen is. Op vetbasis zijn de gehalten behoorlijk constant. 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.

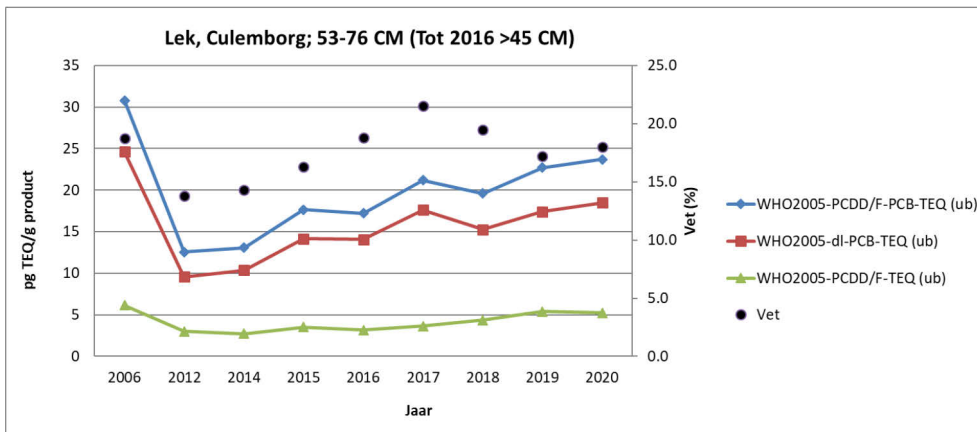
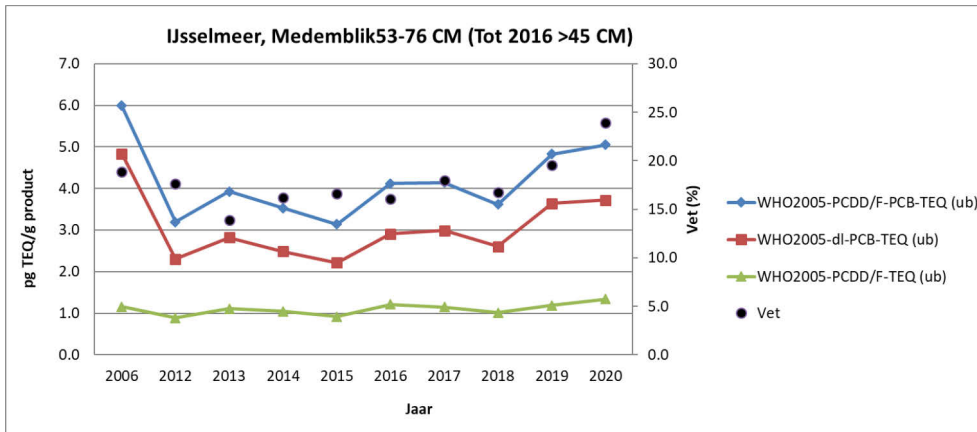
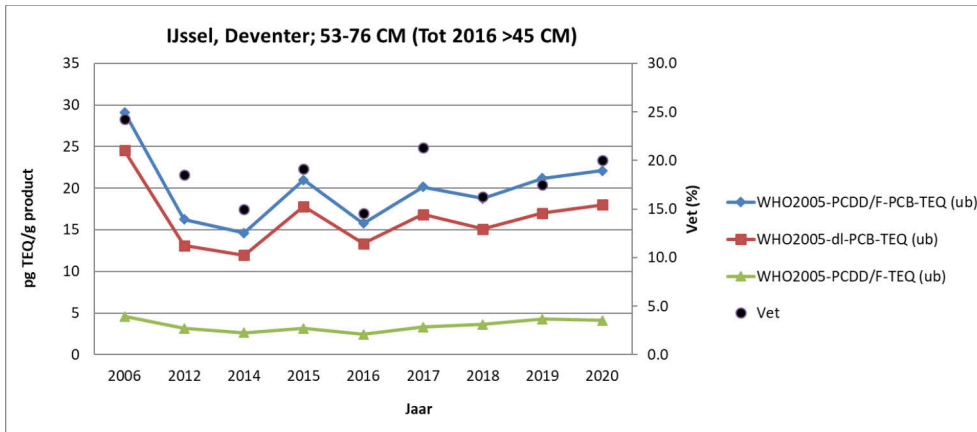
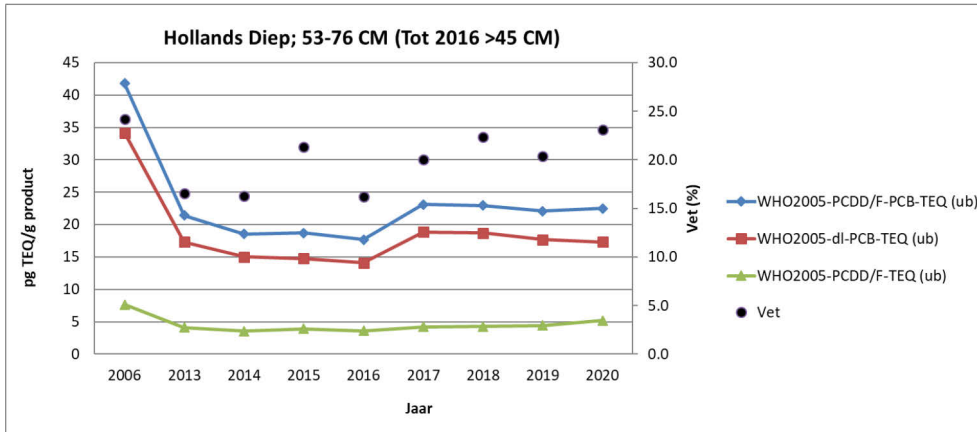


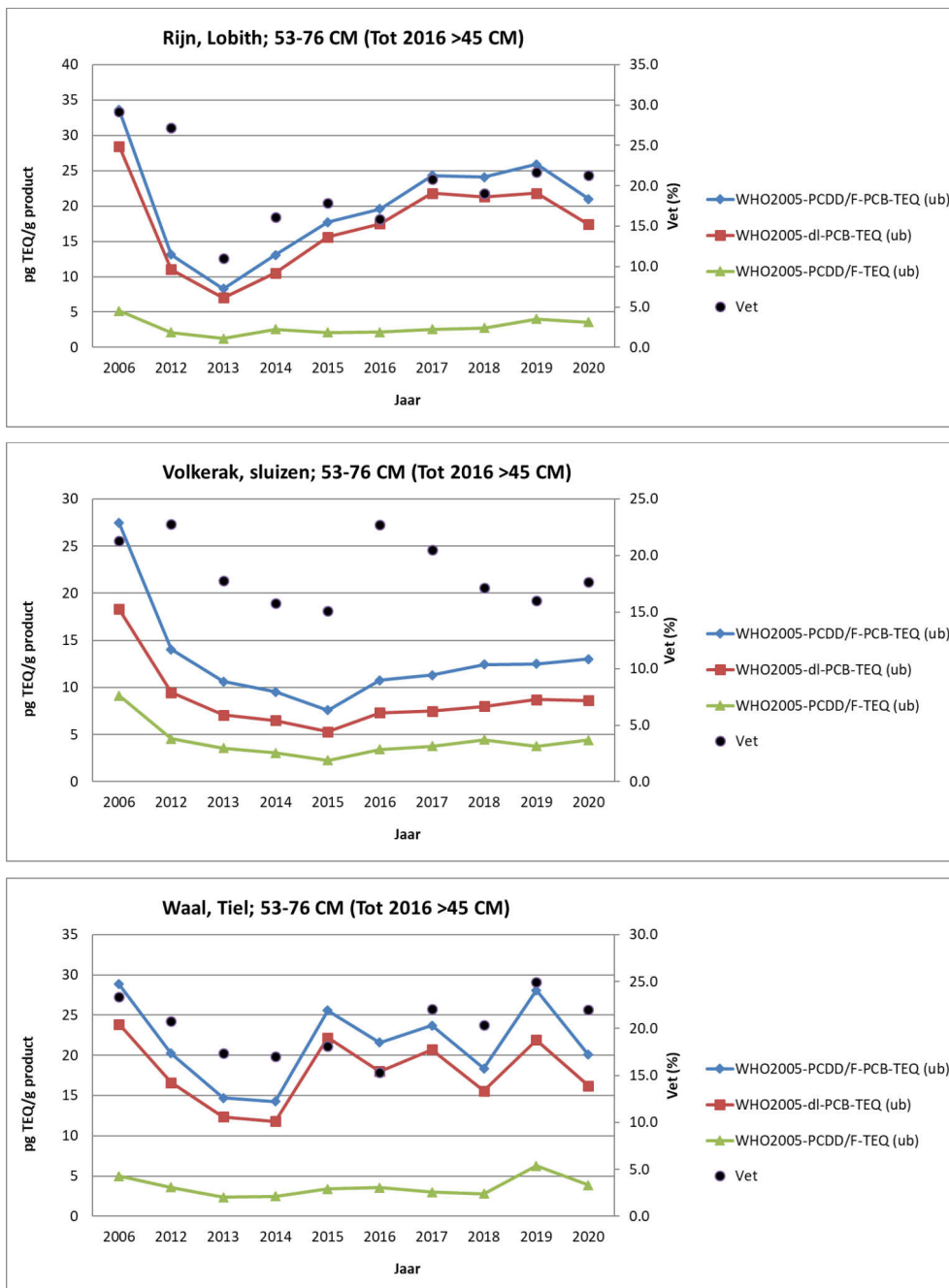
Figuur 4 Trends in gehalten aan dioxines, dl-PCB's, totaal-TEQ en vetgehalte op natgewicht in mengmonsters aal van 30-40 cm op de 3 trendlocaties die in 2020 zijn bemonsterd. Gehalten zijn voor alle jaren berekend op basis van de TEF's uit 2005. De gegevens zijn op productbasis en niet gecorrigeerd voor gemiddelde lengte van de aalen, het vetpercentage of de geslachtsverhoudingen in de mengmonsters. Niet voor alle locaties zijn jaarlijks mengmonsters aal in deze lengteklasse verzameld.

3.1.5 Trends in gehalten in grote aal

De resultaten van de grote aal (53-76 cm) afkomstig van de trendlocaties bemonsterd in 2020 zijn weergegeven in Figuur 5. In 2020 was het op de meeste trendlocaties mogelijk om een goed mengmonster grote aal te verkrijgen, de trendgrafiek van locatie Maas (Eijsden) ontbreekt in verband met de tegenvallende monsternamen die afgelopen (zie Paragraaf 2.2). 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 Hoogenboom et al. (2007). In dit onderzoek was éénmalig grotere aal betrokken, terwijl vanaf 2012 dit structureel wordt gedaan. Vanaf 2016 is de lengte aangepast van >45 cm 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 5 Trends op de 7 trendlocaties bemonsterd in 2020, in gehalten aan dioxines, dl-PCB's, totaal-TEQ en vetgehalte op natgewicht in mengmonsters aal 53-76 cm (tot 2016 >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 de figuren niet opgenomen; het betreft oorspronkelijke gemeten gehalten. Niet voor alle locaties zijn elk jaar aalmonsters verzameld.

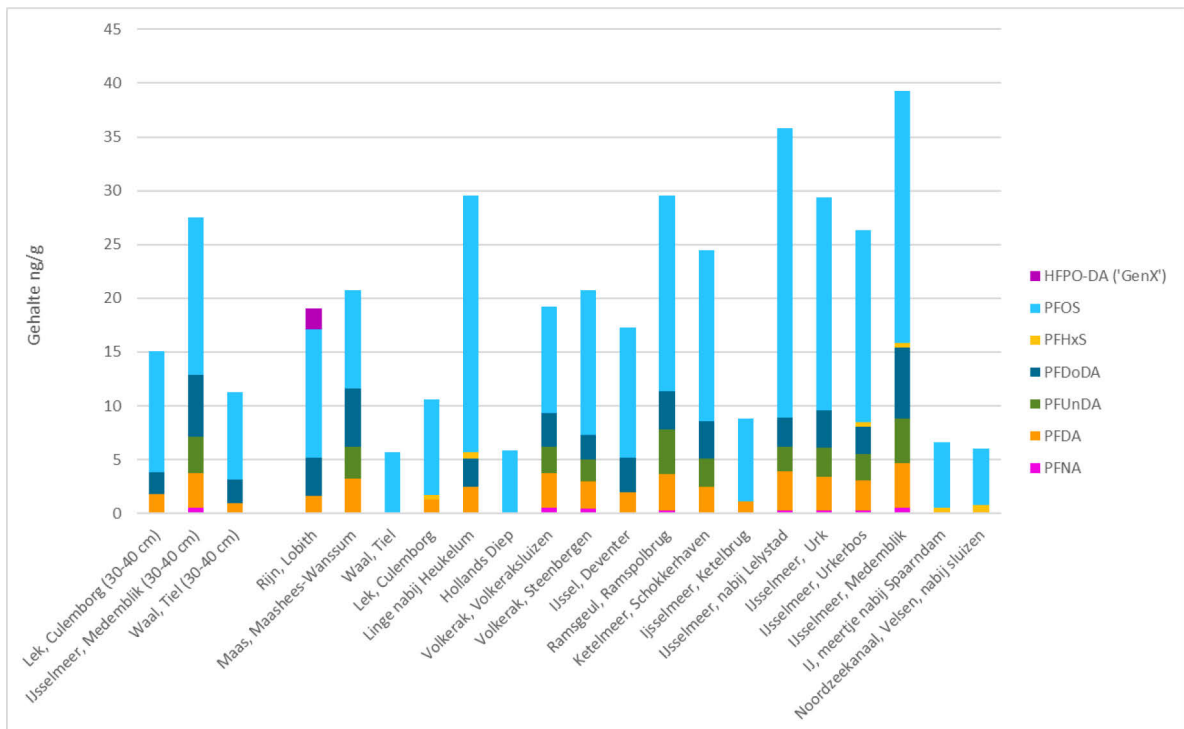
Op alle locaties, op de Waal bij Tiel na, lagen de TEQ-gehalten in 2006 hoger dan in latere jaren (zie Figuur 5), hetgeen een neergaande trend kan suggereren. Het ontbreken van data van tussenliggende jaren (2007-2011) en het verloop na 2012 maakt het moeilijk om hierover harde conclusies te trekken. Op locaties Lek (Culemborg) en Rijn (Lobith) leek een stijgende lijn zichtbaar in de gehalten vanaf 2013, maar de laatste 3 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 5 lijken over het algemeen de vetgehalten en de dioxine-TEQ, PCB-TEQ en totaal-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 in mindere mate 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 2020: PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFHxS en PFOS. Hiervan zijn de PFOS-gehalten met 5 – 27 ng/g het hoogst (Figuur 6). De bijdrage van PFOS aan het totale gehalte PFAS per mengmonster varieert van 35-100%, gevolgd door PFDoDA, PFUnDA en PFDA. De overige componenten zijn sporadisch gedetecteerd en meestal in lage gehalten. De kortere ketens (PFBA t/m PFOA) accumuleren nauwelijks, of zijn nauwelijks in het milieu aanwezig, en zijn daarom ook niet in deze monsters aangetroffen. Dit geldt ook voor PFBS, PFHpS, PFTrDA en PFTeDA (zie Bijlage 6). Eén monster (Rijn, Lobith) bevatte HFPO-DA ("GenX"). Hoewel deze stof wel aanwezig is in het Nederlandse rivierwater en vanuit Duitsland met de Rijn aangevoerd wordt (Gebbinck en van Leeuwen, 2020) staat hij niet bekend vanwege ophoping in vis. De metingen van 2021 moeten uitwijzen of dit een eenmalige observatie was, of dat er sprake is van ophoping in de aal. Dat PFOS vaak domineert blijkt ook uit een andere studie: PFOS is de meest voorkomende PFAS in mariene vis, Noordzeekrab en paling (Zafeiraki et al., 2019).

Van de 21 onderzochte locaties bevatte aal gevangen in het IJsselmeer bij Medemblik de hoogste gehalten. Ook aal van andere locaties in het IJsselmeer en Ketelmeer bevatte relatief hoge concentraties. Dit was ook het geval voor aal uit de Linge nabij Heukelum. Daarmee is het patroon anders dan voor de dioxines en PCB's die het hoogste zijn in aal uit de grote rivieren. Over het algemeen zijn de PFAS-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 (nog) geen verklaring is. Er zijn nog onvoldoende data voor een trendanalyse.



Figuur 6 PFAS-gehalten in mengmonsters aal bemonsterd in 2020. Links in de figuur staan 3 monsters in de lengteklasse 30-40 cm, de overige monsters betreffen grote aal.

3.3 Zware metalen in mengmonsters aal

De gehalten zware metalen in mengmonsters aal zijn weergegeven in Tabel 5. De kwikgehalten lopen weinig uiteen (0,11-0,29 mg/kg) op een lage uitzondering van locatie IJsselmeer bij Medemblik na (0,08 mg/kg). Voor arseen liggen de gehalten dicht bij elkaar, op een hoger gehalte op locaties IJsselmeer, Ketelbrug en Waal bij Tiel na. 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 aal afkomstig uit de Waal bij Tiel de een na hoogste concentratie is, zelfs hoger dan het gehalte in de 53-76 cm aal afkomstig van dezelfde locatie. Het is nog onduidelijk wat een verklaring hiervoor kan zijn. Bij vergelijking van grote en kleine aal uit de Lek bij Culemborg valt op dat de gehalten aan arseen en kwik hoger zijn in de grote aal dan in de kleine aal. Voor kwik is al lange tijd bekend dat grotere aal (en grotere vis in het algemeen) meer kwik bevat dan kleinere aal (Pieterse et al., 2004).

Tabel 5 Gehalten van zware metalen in mengmonsters bemonsterd in 2020. Resultaten zijn uitgedrukt op productbasis. Monsters aangeduid met * betreffen kleine aal (30-40 cm).

WFSR nr.	WMR nr. 2020/	Vangstlocatie	Cadmium (mg/kg)	Lood (mg/kg)	Arseen (mg/kg)	Kwik (mg/kg)
200591397	0823	Lek, Culemborg *	<0,005	<0,05	0,13	0,16
200592056	0719	IJsselmeer, Medemblik *	<0,005	<0,05	<0,10	0,08
200597270	0771	Waal, Tiel *	0,020	<0,05	0,17	0,12
200591396	0849	Lek, Culemborg	<0,005	<0,05	0,32	0,29
200591398	0875	IJssel, Deventer	<0,005	<0,05	0,28	0,22
200591399	0901	Hollands Diep	<0,005	<0,05	0,33	0,18
200591401	0953	Volkerak, Volkeraksluizen	0,008	<0,05	0,16	0,14
200591402	0979	Rijn, Lobith	<0,005	<0,05	0,28	0,20
200591403	1053	IJsselmeer, Urk	<0,005	<0,05	0,30	0,17
200591404	1157	Volkerak, Steenbergen	<0,005	<0,05	0,10	0,19
200592055	0745	IJsselmeer, Medemblik	0,007	<0,05	0,23	0,14
200592057	1079	IJsselmeer, nabij Lelystad	0,010	<0,05	0,30	0,15
200592058	1653	IJsselmeer, Ketelbrug	<0,005	<0,05	0,46	0,11
200592059	1694	IJsselmeer, Urkerbos	<0,005	<0,05	0,25	0,13
200597269	0797	Waal, Tiel	0,011	<0,05	0,50	0,15
200597271	1027	Maas, Maashees-Wanssum	0,027	<0,05	0,13	0,10
200597272	1105	Schokkerhaven	<0,005	<0,05	0,25	0,11
200597273	1131	Ramsgeul, Ramspolbrug	<0,005	<0,05	0,18	0,19
200597274	1183	IJ, meertje nabij Spaarndam	<0,005	<0,05	0,19	0,13
200597275	1235	Linge nabij Heukelum	<0,005	<0,05	0,19	0,11
200597276	1261	Noordzeekanaal, Velsen, nabij sluizen	<0,005	<0,05	0,37	0,25

4 Conclusies

- In dit onderzoek zijn vooral mengmonsters aal van 53-76 cm onderzocht. Van de 18 onderzochte monsters overschrijden 11 monsters één of meerdere ML's voor dioxine-TEQ, totaal-TEQ of ndl-PCB's;
- Aanvullend overschrijden mengmonsters aal (53-76 cm) van de locaties IJsselmeer bij Urk, IJsselmeer nabij Lelystad, Schokkerhaven, Ramsgemaal (Ramspolbrug) en Noordzeekanaal (Velsen, nabij sluizen) één of meerdere beleidsregellimieten;
- Van de kleine aal (30-40 cm) overschrijdt die van locatie Lek (Culemborg) de ML voor ndl-PCB's en die uit de IJssel (Deventer) en Waal (Tiel) de ndl-PCB beleidsregelnorm;
- Het gehalte totaal-TEQ in grote rode aal gevangen nabij de haven van Urk overschrijdt voor het tweede jaar op rij de beleidsregellimiet. Deze locatie ligt in het gebied dat opengesteld was voor aalvisserij, maar dat per 1-1-2021 gesloten is. Verder noordwaarts (Urkerbos) wordt geen limiet overschreden;
- Het gehalte totaal-TEQ in grote rode aal gevangen ten zuidwesten van de Ketelbrug, nabij de energiecentrale, overschrijdt de beleidsregellimiet. Dit is de eerste keer dat dit vastgesteld is volgens het geldende beleidsregelprotocol. Deze locatie ligt in het gebied dat opengesteld is voor aalvisserij;
- De gehalten totaal-TEQ en ndl-PCB's in grote rode aal gevangen in de Schokkerhaven overschrijden voor het tweede jaar op rij de beleidsregellimieten en voor totaal-TEQ ook de ML. Deze locatie ligt in het gebied dat opengesteld was voor aalvisserij, maar gesloten is per 1-1-2021;
- 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 – 2020). 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 grote aal (53-76 cm) is er geen sprake van een 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 de onderzochte monsters variëren van circa 5 tot 40 ng/g product voor de som van de meest voorkomende PFAS's. PFOS domineert het profiel met een bijdrage aan de som van 35-100%. Hoogste gehalten zijn gemeten in aal uit het IJsselmeer en uit de Linge bij Heukelum.

5 Aanbevelingen

- In 2021 enkele locaties in het IJsselmeer nabij de monding van het Ketelmeer (o.a. richting Lelystad) opnieuw bemonsteren om te onderzoeken of de beleidsregellimieten weer worden overschreden en om de juistheid van de huidige begrenzing te controleren.
- In 2021 het Ramsdiep (oostwaarts van de Schokkerhaven) bemonsteren om de juistheid van de grenzen te controleren.
- In het Zwarte Meer bemonsteren om de juistheid van de grenzen te controleren.
- Verder zoeken naar een geschikte locatie in de Maas die dienst kan doen als alternatieve trendlocatie voor de Maas bij Eijsden.
- Vanwege twee ML overschrijdingen in het IJ (meertje nabij Spaarndam) wordt aanbevolen om de vervuiling in aanliggend water (Het Spaarne) in kaart te brengen, om daarmee de juistheid van de grens te controleren.
- In het licht van de recent verschenen EFSA opinie over PFAS's en mogelijke beleidsmatige consequenties wordt aanbevolen om de PFAS-monitoring in aalmonsters te continueren en de resultaten van voorgaande jaren te presenteren in trendgrafieken zoals de huidige grafieken met dioxines en PCB's.

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) 2020. "Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food" *The EFSA journal* 18 (9) e06223.

Gebbink, W. A., & van Leeuwen, S. P. J., 2020. Environmental contamination and human exposure to PFASs near a fluorochemical production plant: Review of historic and current PFOA and GenX contamination in the Netherlands. *Environment International*, 137, [105583]. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105583>

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 marktmonstering aal 2009." IJmuiden : IMARES, (Rapport C028/10).

Keeken O.A. van, S. B., Wiegerinck H., Goudswaard K., Kuijs. E. (2011). "Proefproject Marktmonstering Aal Voortgang 2010." IMARES rapport C053/11.

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.

Leenders, L.L., Gerssen, A., Nijrolder, A.W.J.M, Hoogeboom, L.A.P., Kotterman, M.J.J. en Leeuwen, S.P.J. van (2020). "Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2019" WFSR-rapport 2020.010.

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.

Leeuwen, S.P.J. van, Kotterman M.J.J. en Hoogenboom, L.A.P. (2017) "Dioxines, dioxineachtige- en niet dioxineachtige PCB's in rode aal en schubvis uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2017" RIKILT-rapport 2018.001.

Leeuwen, S.P.J. van, Nijrolder, A.W.J.M., Hoogeboom L.A.P. en Kotterman M.J.J. (2019). "Dioxines, dioxineachtige- en niet dioxineachtige PCB's in rode aal en schubvis uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2018" RIKILT-rapport 2019.003.

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.

WFSR (2019) Briefrapport met betrekking tot rapportage van contaminantgehalten nabij Urk en Schokkerhaven (brief 2032624/WFSR)

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 2020

Lek, Culemborg



IJssel, Deventer



Hollands Diep



Volkerak, Volkeraksluizen



Rijn, Lobith



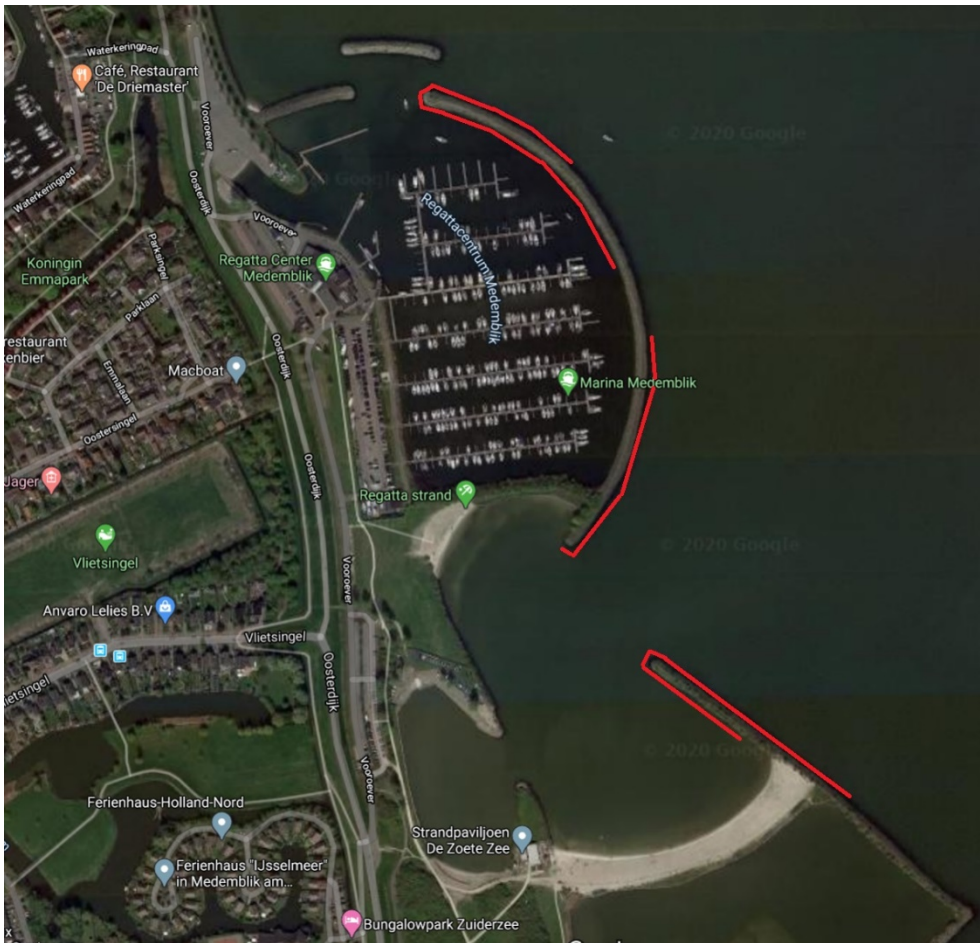
IJsselmeer, Urk



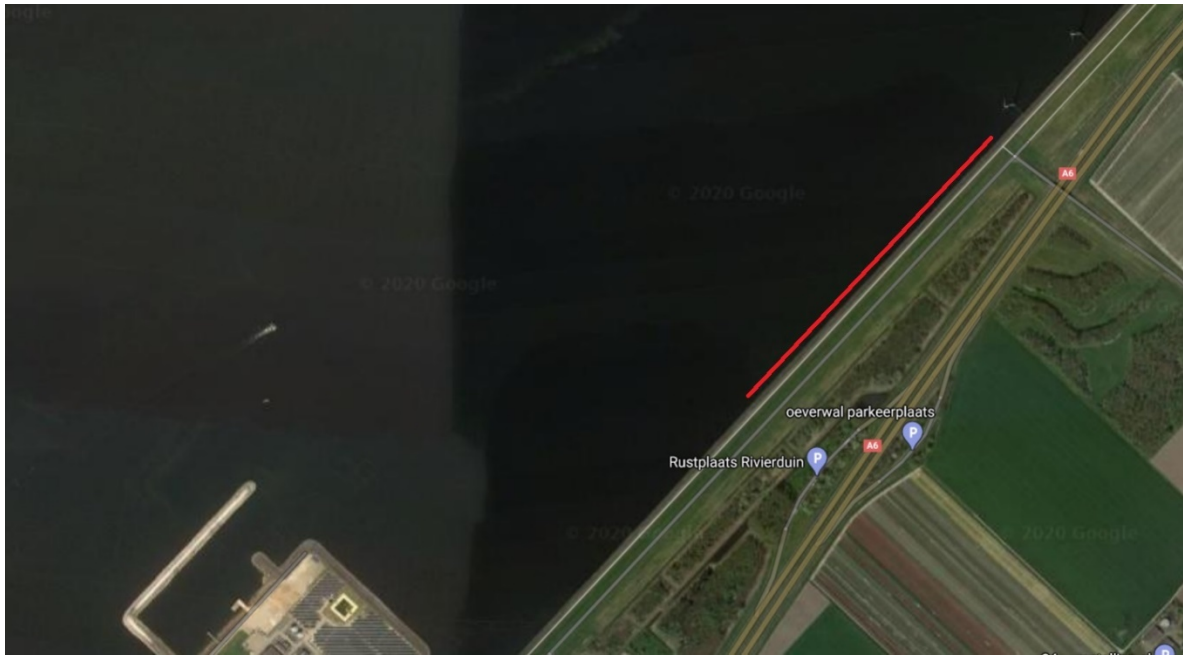
Volkerak, Steenbergen



IJsselmeer, Medemblik



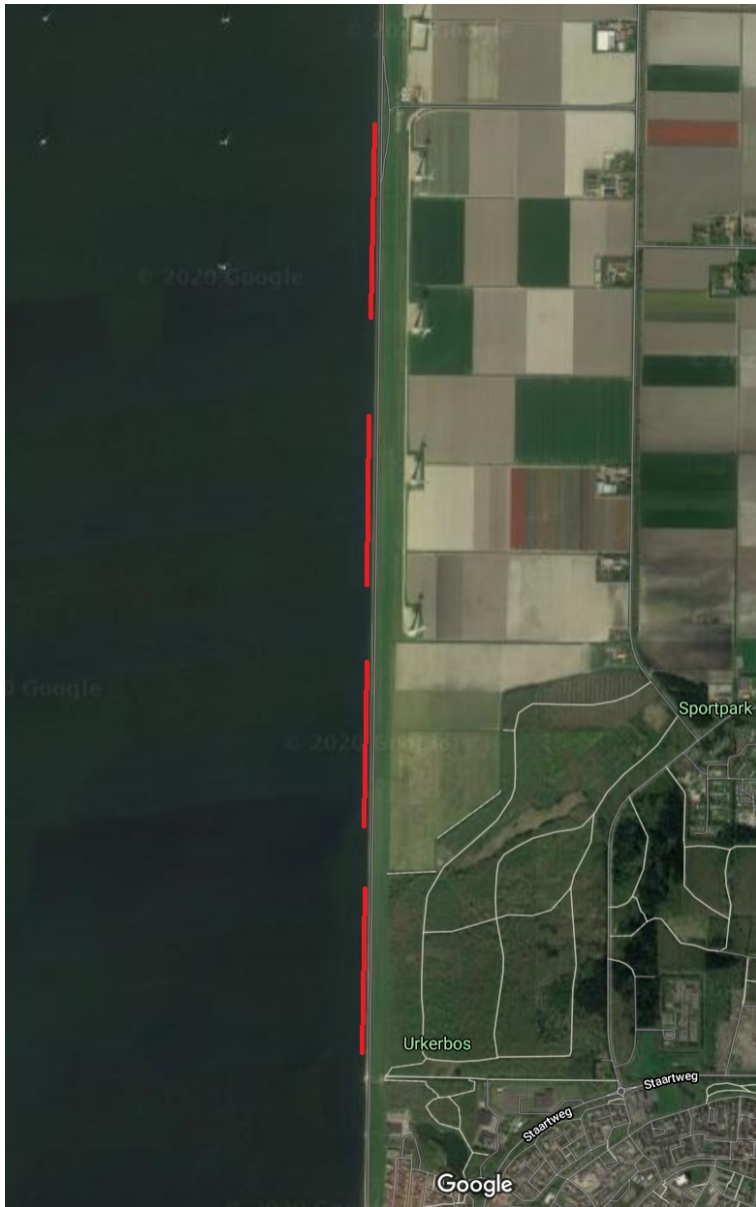
IJsselmeer, nabij Lelystad



IJsselmeer, Ketelbrug



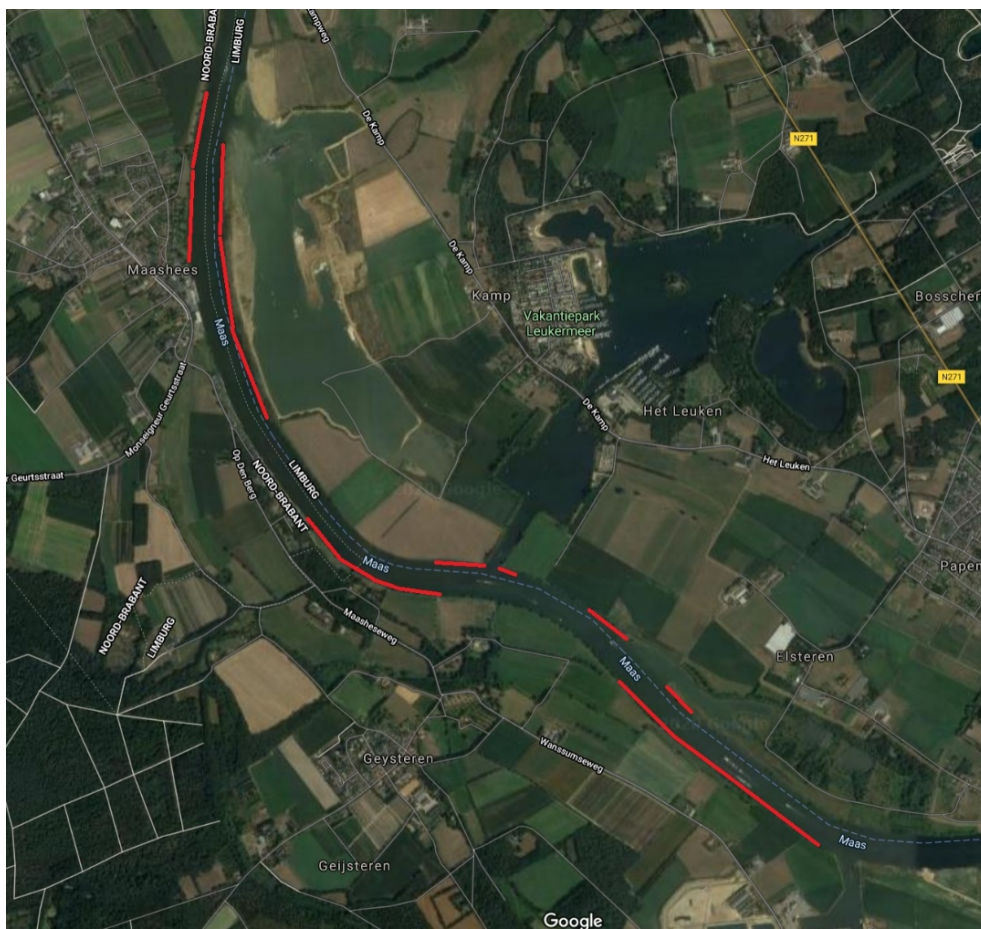
IJsselmeer, Urkerbos



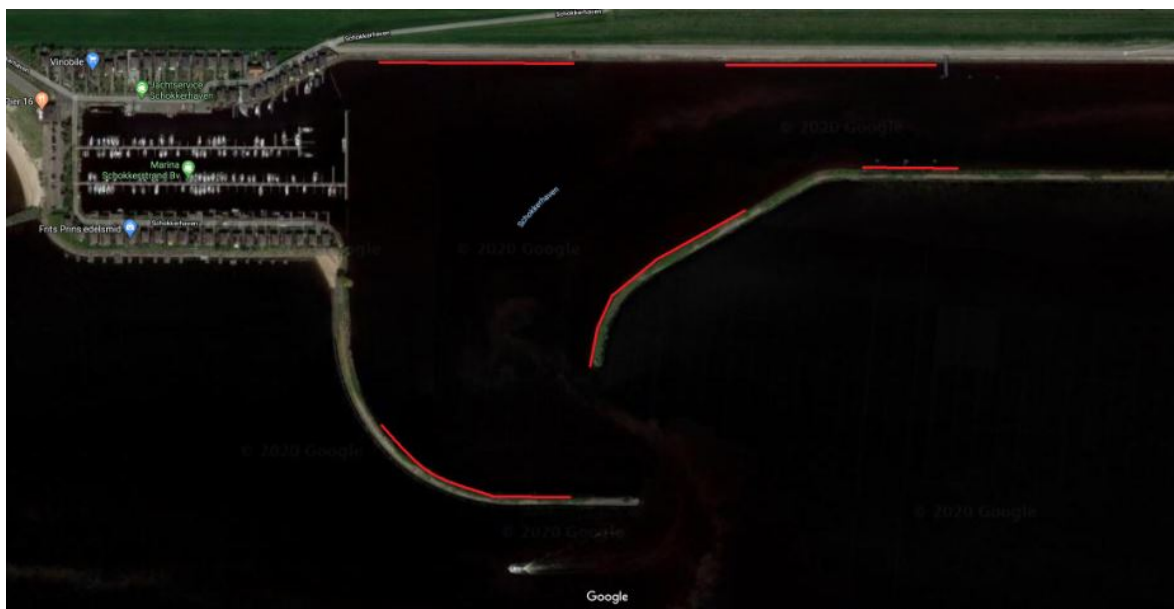
Waal, Tiel



Maas, Maashees-Wanssum



Schokkerhaven



Ramsgeul, Ramspolbrug



IJ, meertje nabij Spaarndam

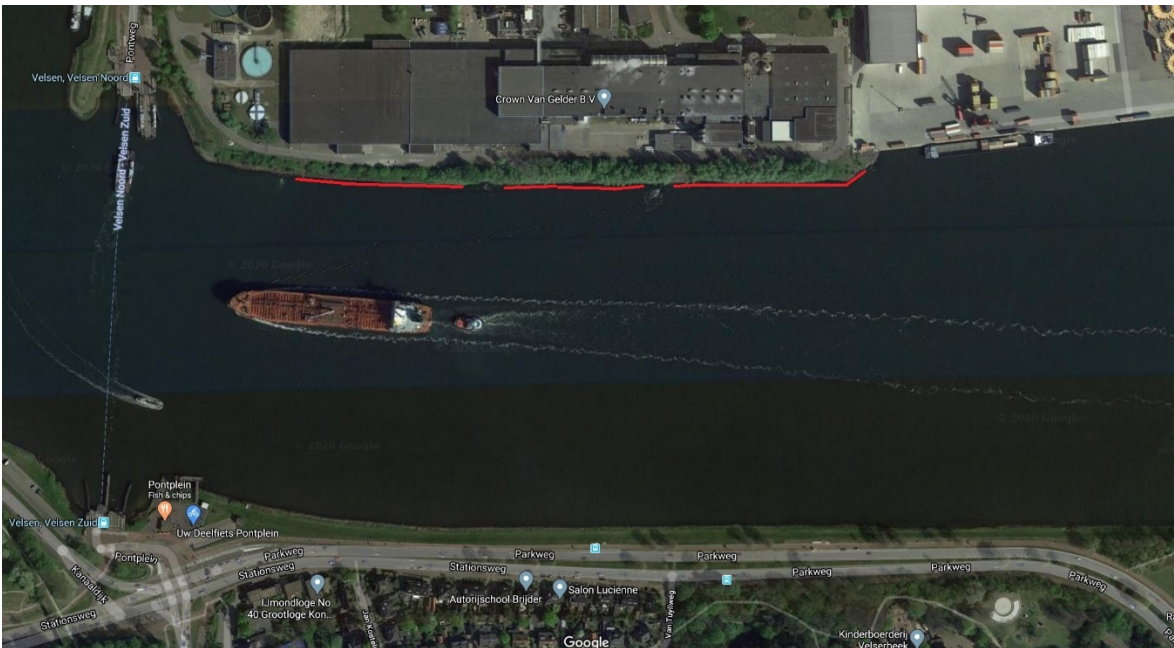


Linge bij Heukelum

Uitsluitend informatie, kan anderszins niet anderszins of anderszins



Noordzeekanaal, Velsen, nabij sluizen



Bijlage 2 Gegevens van de aalmonsters

Tabel B1 Biologische gegevens van aalmonsters.

WFSR nr.	WMR nr. 2020/	Vangstlocatie	Trendlocatie?	Gesloten gebied?	Totaal	Aantal man	vrouw	Gem.	Lengte (cm) Max.	Min.	Gem.	Gewicht (g) Max.	Min.
Klasse 30-40 cm													
200591397	0823	Lek, Culemborg	Ja	Ja	21	1	20	36,4	39,9	30,2	78,9	120	43,0
200592056	0719	IJsselmeer, Medemblik	Ja	Ja	25	5	20	36,1	39,9	31,3	88,5	150	43,0
200597270	0771	Waal, Tiel	Ja	Ja	21	3	18	35,7	39,8	30,9	79,3	108	53,0
Klasse 53-76 cm													
200591396	0849	Lek, Culemborg	Ja	Ja	16	0	16	59,8	72,6	53,1	439	834	222
200591398	0875	IJssel, Deventer	Ja	Ja	14	0	14	60,9	73,2	53,7	482	989	284
200591399	0901	Hollands Diep	Ja	Ja	14	0	14	60,0	71,2	53,7	482	908	286
200591401	0953	Volkerak, Volkeraksluizen	Ja	Ja	17	0	17	63,5	74,7	53,1	512	770	244
200591402	0979	Rijn, Lobith	Ja	Ja	16	0	16	62,4	73,5	54,1	479	893	305
200591403	1053	IJsselmeer, Urk	Nee	Nee	17	0	17	59,4	71,8	53,3	483	895	301
200591404	1157	Volkerak, Steenbergen	Nee	Nee	17	0	17	62,1	73,1	53,1	477	719	282
200592055	0745	IJsselmeer, Medemblik	Ja	Nee	14	0	14	61,0	71,7	53,1	513	828	301
200592057	1079	IJsselmeer, nabij Lelystad	Nee	Nee	16	0	16	60,1	72,2	53,0	468	923	274
200592058	1653	IJsselmeer, Ketelbrug	Nee	Ja	17	0	16	59,7	69,0	53,0	478	932	299
200592059	1694	IJsselmeer, Urkerbos	Nee	Nee	15	0	16	58,8	71,9	53,0	452	729	283
200597269	0797	Waal, Tiel	Ja	Ja	17	0	17	60,6	72,3	53,2	442	841	262
200597271	1027	Maas, Maashees-Wanssum	Nee	Ja	4	0	4	61,6	73,3	53,4	484	890	293
200597272	1105	Schokkerhaven	Nee	Nee	7	0	7	61,9	71,1	54,7	507	750	283
200597273	1131	Ramsgeul, Ramspolbrug	Nee	Ja	13	0	13	61,5	71,5	55,0	524	897	316
200597274	1183	IJ, meertje nabij Spaarndam	Nee	Nee	14	0	14	61,2	73,0	53,7	435	902	276
200597275	1235	Linge nabij Heukelum	Nee	Nee	8	0	8	58,9	70,2	53,1	405	666	282
200597276	1261	Noordzeekanaal, Velsen, nabij sluizen	Nee	Ja	16	0	16	60,0	75,3	53,0	425	686	215

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. TEQ-gehalten zijn berekend met de TEF's uit 2005.

WFSR nr	200591396	200591397	200591398	200591399	200591401	200591402
WMR nr	2020/0849	2020/0823	2020/0875	2020/0901	2020/0953	2020/0979
Product	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal
Herkomst	Lek, Culemborg	Lek, Culemborg	IJssel, Deventer	Hollands Diep	Volkerak, Volkerakstuizen	Rijn, Lobith
Maat	>53 CM	30-40 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
Vetgehalte (%)	18.0	5.7	20.0	23.1	17.6	21.3
Dioxins (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.169	<0.143	0.160	0.328	0.184	0.192
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.154	<0.160	0.089	<0.208	<0.182	<0.107
2,3,4,7,8-PeCDF	2.25	0.695	2.58	2.79	2.53	2.47
1,2,3,4,7,8-HxCDF	2.08	0.846	1.96	3.410	0.887	1.91
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.698	0.287	0.675	1.020	0.403	0.623
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.419	0.155	0.378	0.446	0.345	0.345
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.101	<0.084	<0.064	<0.121	<0.092	<0.073
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.562	0.239	0.329	0.574	0.296	0.339
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.076	<0.098	<0.084	0.101	0.101	<0.094
OCDF	0.163	<0.153	0.161	0.208	0.143	0.140
2,3,7,8-TCDD	3.70	1.03	2.34	3.22	2.97	1.89
1,2,3,7,8-PeCDD	0.400	0.163	0.576	0.514	0.412	0.547
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.164	<0.142	0.186	0.155	<0.149	0.189
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.484	0.242	0.438	0.612	0.364	0.432
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.134	<0.097	0.134	0.172	0.131	0.146
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.387	0.170	0.243	0.422	0.272	0.370
OCDD	0.727	0.468	0.552	0.943	0.475	0.579
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	5.18	1.56	4.09	5.20	4.38	3.57
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	5.22	1.61	4.10	5.21	4.41	3.58
Dioxine-like-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	<1.38	<0.368	1.14	1.89	0.612	1.09
PCB 077	27.2	5.76	26.7	55.1	14.1	24.3
PCB 126	131	45.3	139	125	62.5	128
PCB 169	26.5	13.3	24.2	24.2	12.6	23.0
PCB 123	<6340	<2380	<3460	<4990	<2640	<4230
PCB 118	104000	48600	71700	90400	44100	87300
PCB 114	908	352	736	817	258	871
PCB 105	16300	7360	14400	15200	6770	17100
PCB 167	8090	3920	5800	7090	3400	6940
PCB 156	14100	6760	11500	11300	6340	12500
PCB 157	2660	1220	2000	1970	1090	2080
PCB 189	1930	976	1400	1450	962	1330
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	18.3	7.01	17.9	17.1	8.52	17.3
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	18.5	7.08	18.0	17.3	8.60	17.4
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	23.5	8.57	21.9	22.3	12.9	20.9
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	23.7	8.69	22.1	22.5	13.0	21.0
Non-dioxine-like-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	6.03	2.05	4.66	8.06	3.04	4.88
PCB 052	63.1	28.9	40.8	56.6	30.7	40.8
PCB 101	105	44.0	74.0	82.3	37.6	62.0
PCB 153	344	170	227	300	161	245
PCB 138	170	82.8	125	144	74.6	132
PCB 180	113	54.7	74.5	91.3	56.8	75.7
Totaal ndl-PCB's (lb)	801	382	546	682	364	560
Totaal ndl-PCB's (ub)	801	382	546	682	364	560

WFSR nr	200591403	200591404	200592055	200592056	200592057
WMR nr	2020/1053	2020/1157	2020/0745	2020/0719	2020/1079
Product	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal
Herkomst	IJsselmeer, Urk	Volkerak, Steenbergen	IJsselmeer, Medemblik	IJsselmeer, Medemblik	IJsselmeer, nabij Lelystad
Maat	>53 CM	>53 CM	>53 CM	30-40 CM	>53 CM
Vetgehalte (%)	19.9	10.8	23.9	7.1	23.2
Dioxins (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.138	0.068	0.184	0.096	0.134
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.095	<0.076	0.062	<0.063	<0.116
2,3,4,7,8-PeCDF	1.74	1.39	1.31	0.457	2.11
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.655	0.340	0.358	0.156	0.80
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.291	0.167	0.207	0.083	0.396
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.185	0.158	0.138	0.080	0.288
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.053	<0.040	<0.030	<0.046	0.086
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.148	0.148	0.122	0.069	0.229
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.067	<0.057	<0.050	<0.053	0.107
OCDF	<0.095	<0.068	<0.083	<0.093	0.141
2,3,7,8-TCDD	1.15	1.00	0.592	0.173	1.30
1,2,3,7,8-PeCDD	0.285	0.167	0.227	0.090	0.329
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.086	0.059	<0.061	<0.062	0.157
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.219	0.190	0.171	0.069	0.312
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.077	0.062	0.060	0.045	0.140
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.169	0.157	0.116	0.076	0.243
OCDD	0.323	0.249	0.175	0.134	0.394
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	2.13	1.69	1.33	0.454	2.50
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	2.13	1.70	1.34	0.467	2.50
Dioxine-like-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	0.750	0.196	0.578	0.192	0.451
PCB 077	24.2	4.85	17.8	3.57	10.0
PCB 126	61.3	32.5	31.4	11.0	52.4
PCB 169	10.8	6.54	5.69	3.04	10.4
PCB 123	<1080	<619	<395	<98.3	<1110
PCB 118	27000	19400	8870	3870	23900
PCB 114	200	115	<79.6	<53.6	<249
PCB 105	4690	3420	1610	703	4110
PCB 167	2040	1620	713	371	1880
PCB 156	4180	2760	1310	601	3700
PCB 157	736	487	227	<106	653
PCB 189	553	365	190	79	496
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	7.64	4.29	3.70	1.36	6.59
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	7.67	4.31	3.72	1.37	6.63
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	9.76	5.98	5.03	1.81	9.09
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	9.80	6.00	5.05	1.83	9.14
Non-dioxine-like-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	2.08	1.02	1.07	<0.745	1.84
PCB 052	11.7	8.5	2.53	<0.759	9.55
PCB 101	21.0	11.1	4.78	1.14	17.2
PCB 153	95.0	72.5	30.0	13.2	88.6
PCB 138	48.8	34.9	15.1	6.87	44.7
PCB 180	32.1	23.3	9.7	4.51	30.2
Totaal ndl-PCB's (lb)	211	151	63.1	25.7	192
Totaal ndl-PCB's (ub)	211	151	63.1	27.2	192

WFSR nr	200592058	200592059	200597269	200597270	200597271
WMR nr	2020/1653	2020/1694	2020/0797	2020/0771	2020/1027
Product	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal
Herkomst	IJsselmeer, Ketelbrug	IJsselmeer, Urkerbos	Waal, Tiel	Waal, Tiel	Maas, Maashees-Wansum
Maat	>53 CM	>53 CM	>53 CM	30-40 CM	>53 CM
Vetgehalte (%)	25.5	19.4	22.0	6.0	9.9
Dioxins (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.246	0.195	0.206	0.096	0.175
1,2,3,7,8-PeCDF	0.201	<0.102	0.083	<0.053	<0.070
2,3,4,7,8-PeCDF	2.81	1.53	2.54	0.657	1.05
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1.36	0.532	2.810	0.897	0.193
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.554	0.255	0.816	0.259	0.085
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.328	0.191	0.355	0.140	0.088
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.103	<0.048	<0.075	<0.049	<0.033
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.284	0.156	<0.238	<0.143	<0.044
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.117	<0.060	0.061	<0.037	<0.026
OCDF	0.160	<0.095	0.143	0.097	<0.036
2,3,7,8-TCDD	2.89	0.797	2.11	0.582	0.084
1,2,3,7,8-PeCDD	0.422	0.280	0.483	0.142	0.123
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.173	0.086	0.184	<0.054	<0.053
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.389	0.224	0.503	0.214	0.149
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.131	0.097	0.113	0.056	<0.036
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.277	0.171	0.349	0.173	0.105
OCDD	0.736	0.302	0.718	0.575	0.233
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	4.48	1.70	3.86	1.09	0.592
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	4.50	1.71	3.87	1.10	0.607
Dioxine-like-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	0.764	0.788	2.45	1.11	1.25
PCB 077	19.8	19.6	29.2	8.00	17.2
PCB 126	106	40.2	121	36.2	48.8
PCB 169	16.9	7.01	21.9	11.1	8.95
PCB 123	<2690	<523	<900	<277	<558
PCB 118	52200	14500	75900	35500	31800
PCB 114	413	<126	903	382	483
PCB 105	8790	2440	15200	7140	8690
PCB 167	4310	1190	6580	3090	3830
PCB 156	7700	2190	11500	5470	8610
PCB 157	1390	386	2030	976	1200
PCB 189	1090	301	1370	730	1770
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	13.4	4.87	16.2	5.55	6.85
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	13.4	4.89	16.2	5.56	6.86
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	17.8	6.56	20.1	6.64	7.44
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	17.9	6.59	20.1	6.66	7.47
Non-dioxine-like-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	5.70	1.18	5.58	1.66	2.44
PCB 052	33.2	4.84	44.5	17.2	15.5
PCB 101	56.3	9.27	73.5	23.8	35.7
PCB 153	185	50.5	236	117.0	225
PCB 138	91.0	26.5	131	62.6	109
PCB 180	64.2	17.5	74.0	39.8	161
Totaal ndl-PCB's (lb)	435	110	565	262	548
Totaal ndl-PCB's (ub)	435	110	565	262	548

WFSR nr	200597272	200597273	200597274	200597275	200597276
WMR nr	2020/1105	2020/1131	2020/1183	2020/1235	2020/1261
Product	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal	Rode aal
Herkomst	Ketelmeer, Schokkerhaven	Ramsgeul, Ramspolbrug	IJ meertje nabij Spaarndam	Linge	Noordzeekanaal, Velsen, nabij sluizen
Maat	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
Vetgehalte (%)	13.8	17.7	14.4	18.3	17.6
Dioxins (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.160	0.228	<0.152	0.096	0.148
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.083	0.172	<0.065	<0.059	<0.080
2,3,4,7,8-PeCDF	1.61	1.67	1.38	0.825	4.66
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.583	0.676	0.925	0.253	1.25
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.290	0.408	0.271	0.171	0.296
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.167	0.281	0.194	0.100	0.300
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.044	0.158	<0.076	<0.041	<0.056
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	<0.079	<0.211	<0.097	<0.048	<0.051
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.037	0.149	<0.062	<0.031	<0.050
OCDF	0.062	0.151	0.089	<0.046	0.063
2,3,7,8-TCDD	1.35	1.25	0.649	0.579	1.890
1,2,3,7,8-PeCDD	0.221	0.419	0.494	0.251	0.582
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.104	0.25	<0.618	0.07	0.19
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.338	0.43	1.010	0.235	3.300
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.044	0.194	0.16	<0.048	0.404
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.171	0.309	0.585	0.124	0.281
OCDD	0.444	0.699	1.280	0.366	0.345
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	2.22	2.44	1.82	1.17	4.46
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	2.23	2.44	1.91	1.18	4.47
Dioxine-like-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	1.03	0.910	1.51	0.872	1.21
PCB 077	18.9	8.96	8.89	8.73	8.58
PCB 126	72.3	56.4	66.6	44.1	42.0
PCB 169	13.2	11.2	18.8	9.91	10.4
PCB 123	<995	<397	<729	<284	<944
PCB 118	39100	32300	77500	33500	36500
PCB 114	357	278	989	341	439
PCB 105	7090	5720	17500	7100	8770
PCB 167	2710	2280	8050	2570	3270
PCB 156	5960	4670	14400	5280	5260
PCB 157	1080	791	2330	865	821
PCB 189	716	572	1410	522	593
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	9.34	7.38	10.9	6.21	6.18
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	9.37	7.39	10.9	6.22	6.21
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	11.6	9.82	12.7	7.38	10.6
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	11.6	9.83	12.8	7.40	10.7
Non-dioxine-like-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	3.11	1.93	4.59	1.97	15.3
PCB 052	22.1	13.7	32.6	11.5	38.2
PCB 101	38.7	22.5	28.1	21.7	18.1
PCB 153	130	105	240	100	105
PCB 138	70.1	58.3	144	55.7	55.8
PCB 180	40.8	33.7	83.5	30.3	33.2
Totaal ndl-PCB's (lb)	305	235	534	221	266
Totaal ndl-PCB's (ub)	305	235	534	221	266

* lb met lower bound detectiegrenzen

** ub met upper bound detectiegrenzen

Bijlage 4 Maximumgehalten voor dioxinesen 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 totaal-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 bij de herziening van de normen. Beide sets van TEF-waarden zijn in onderstaande tabel opgenomen. De nieuwe TEF's uit 2005 leidden in het geval van aal tot lagere TEQ-gehalten, met name door de lagere TEF's voor de mono-ortho PCB's.

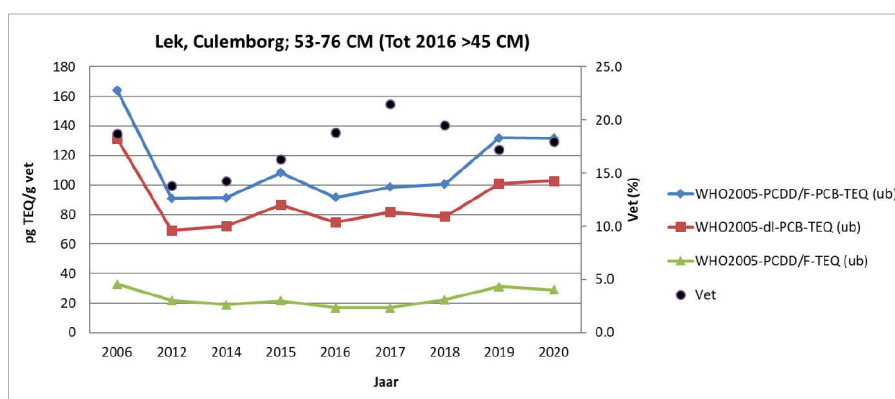
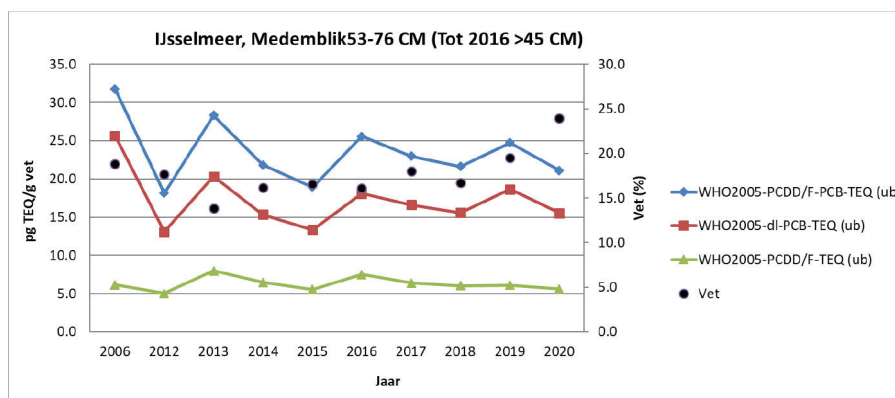
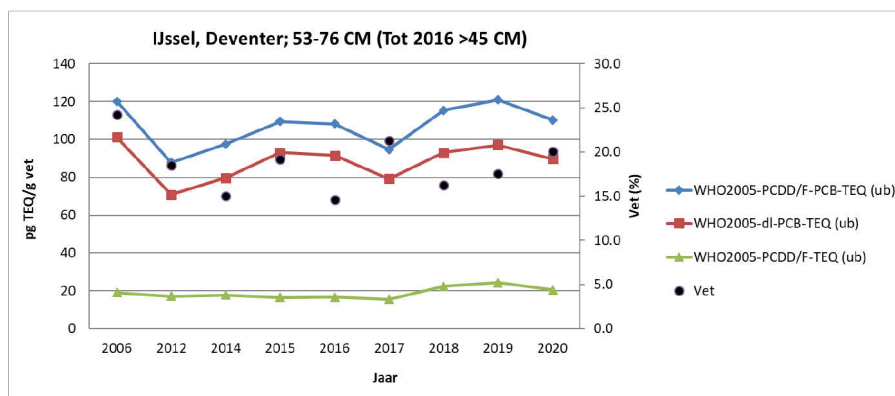
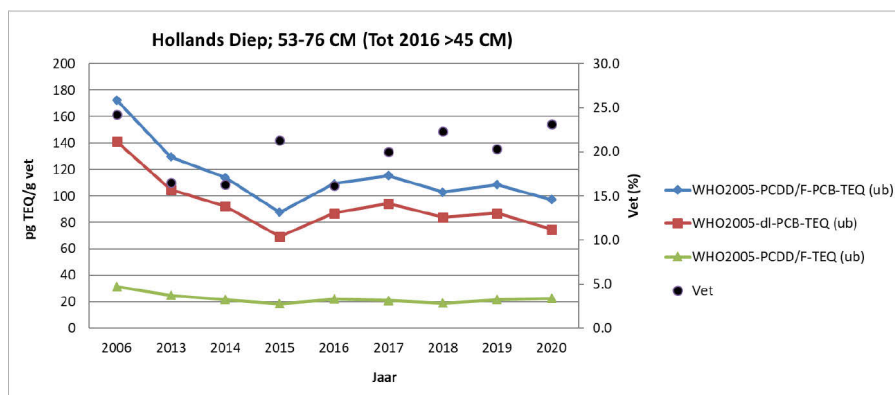
Tabel B3 TEF's van 1998 en 2005.

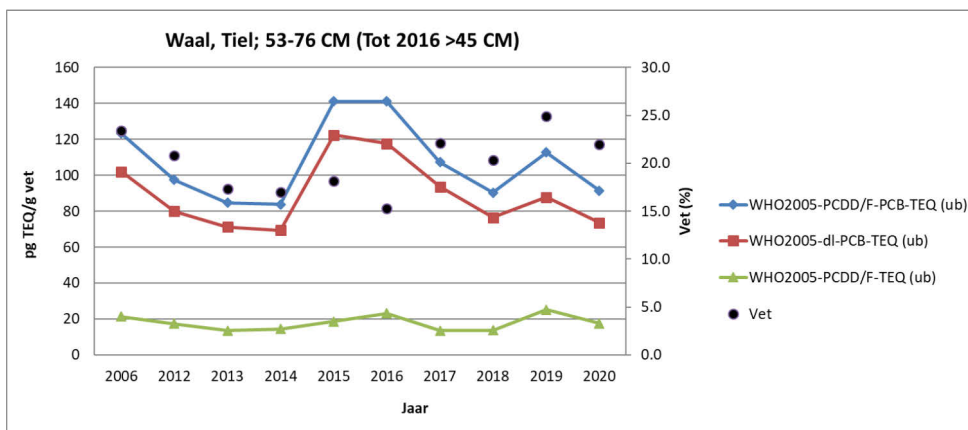
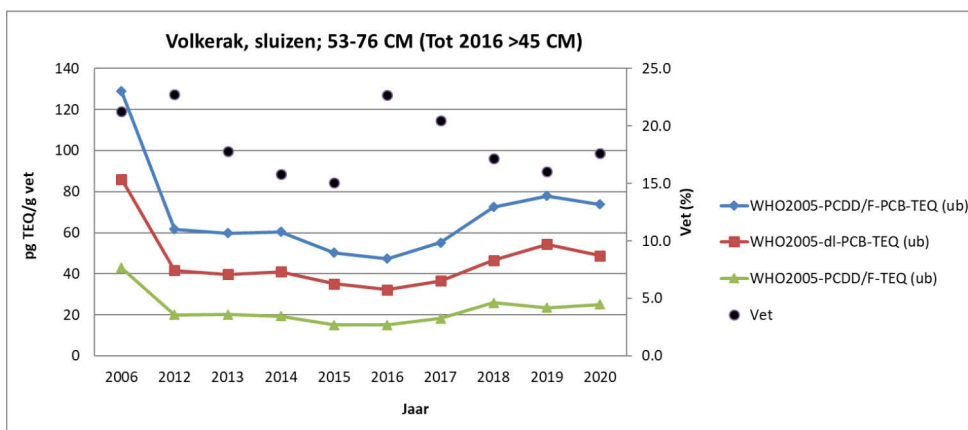
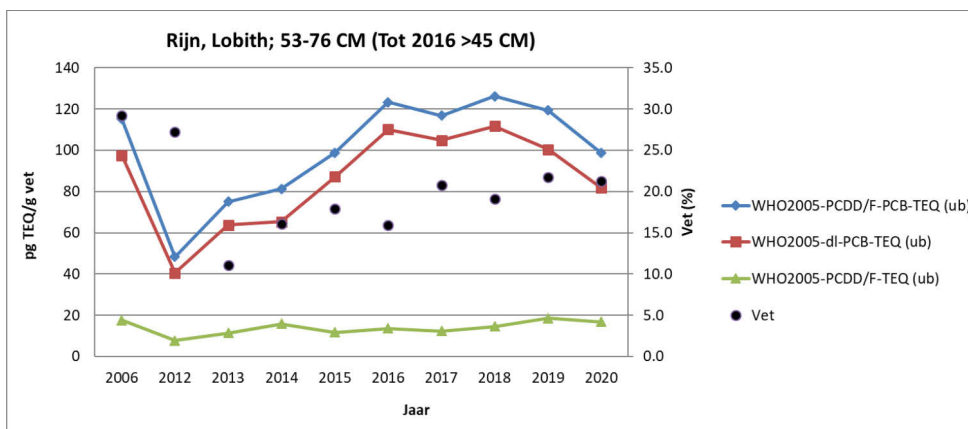
Naam/congeneer	WHO-TEF (1998)	WHO-TEF (2005)
2,3,7,8-TCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	0.03
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	0.3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01
OCDF	0.0001	0.0003
2,3,7,8-TCDD	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 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 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 5 Trends in TEQ-gehalten in groteaal 53-76 cm (tot 2016 >45 cm), uitgedrukt op vetbasis





Figuur B1 Trends op de 7 trendlocaties van gehalten aan dioxines, dl-PCB's en totaal-TEQ 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 2020

Tabel B4 Individuele gehalten van de verschillende PFAS's in mengmonsters aal bemonsterd in 2020. Gehalten zijn in ng/g product. Componenten met een * zijn EFSA 4.

WFSR nr. 2020/	WMR nr.	Locatie	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA*	PFNA*	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFTTrDA	PFTeDA	PFBS	PFHxS*	PFHpS	PFOS*	PFDS	HFPO-DA (*GenX')
200591397	0823	Lek, Culemborg (30-40 cm)	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,8	<2,0	2,0	<4,0	<6,0	<0,20	<0,30	<0,080	11,3	<0,40	<0,30
200592056	0719	IJsselmeer, Medemblik (30-40 cm)	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	0,57	3,2	3,4	5,8	<4,0	<6,0	<0,20	<0,30	<0,080	14,6	<0,40	<0,30
200597270	0771	Waal, Tiel (30-40 cm)	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,0	<2,0	2,2	<4,0	<6,0	<0,20	<0,30	<0,080	8,1	<0,40	<0,30
200591396	0849	Lek, Culemborg	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,3	<2,0	<2,0	<4,0	<6,0	<0,20	0,37	<0,080	8,9	<0,40	<0,30
200591398	0875	IJssel, Deventer	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	2,0	<2,0	3,2	<4,0	<6,0	<0,20	<0,30	<0,080	12,1	<0,40	<0,30
200591399	0901	Hollands Diep	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	<0,9	<2,0	<2,0	<4,0	<6,0	<0,20	<0,30	<0,080	5,8	<0,40	<0,30
200591401	0953	Volkerak, Volkeraksluizen	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	0,57	3,2	2,5	3,1	<4,0	<6,0	<0,20	<0,30	<0,080	9,9	<0,40	<0,30
200591402	0979	Rijn, Lobith	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,7	<2,0	3,5	<4,0	<6,0	<0,20	<0,30	<0,080	12,0	<0,40	1,93
200591403	1053	IJsselmeer, Urk	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	0,28	3,1	2,8	3,4	<4,0	<6,0	<0,50	<0,30	<0,080	19,8	<0,40	<0,30
200591404	1157	Volkerak, Steenberg	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	0,42	2,6	2,0	2,3	<4,0	<6,0	<0,20	<0,30	<0,080	13,5	<0,40	<0,30
200592055	0745	IJsselmeer, Medemblik	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	0,54	4,1	4,2	6,6	<4,0	<6,0	<0,20	0,41	<0,080	23,4	<0,40	<0,30
200592057	1079	IJsselmeer, nabij Lelystad	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	0,25	3,7	2,3	2,7	<4,0	<6,0	<0,50	<0,30	<0,080	26,9	<0,40	<0,30
200592058	1653	IJsselmeer, Ketelbrug	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,1	<2,0	<2,0	<4,0	<6,0	<0,20	<0,30	<0,080	7,7	<0,40	<0,30
200592059	1694	IJsselmeer, Urkerbos	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	0,29	2,8	2,4	2,5	<4,0	<6,0	<0,20	0,46	<0,080	17,9	<0,40	<0,30
200597269	0797	Waal, Tiel	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	<0,9	<2,0	<2,0	<4,0	<6,0	<0,20	<0,30	<0,080	5,7	<0,40	<0,30
200597271	1027	Maas, Maashees-Wanssum	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	3,2	2,9	5,4	<4,0	<6,0	<0,20	<0,30	<0,080	9,2	<0,40	<0,30
200597272	1105	Schokkerhaven	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	2,5	2,5	3,5	<4,0	<6,0	<0,20	<0,30	<0,080	15,8	<0,40	<0,30
200597273	1131	Ramsgeul, Ramspolbrug	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	0,25	3,4	4,1	3,5	<4,0	<6,0	<0,20	<0,30	<0,080	18,2	<0,40	<0,30
200597274	1183	IJ, meertje nabij Spaarndam	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	<0,9	<2,0	<2,0	<4,0	<6,0	<0,20	0,51	<0,080	6,1	<0,40	<0,30
200597275	1235	Linge nabij Heukelum	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	2,5	<2,0	2,7	<4,0	<6,0	<0,20	0,62	<0,080	23,8	<0,40	<0,30
200597276	1261	Noordzeekanaal, Velsen, nabij sluizen	<9,0	<5,0	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	<0,9	<2,0	<2,0	<4,0	<6,0	<0,20	0,77	<0,080	5,3	<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 2021.008

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, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 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 2021.008

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, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 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.

