



Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren

Resultaten van 2021

L.L. Leenders, L.A.P. Hoogenboom, M.J.J. Kotterman, J.C.W. Rijk, S.P.J. van Leeuwen



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren

Resultaten van 2021

L.L. Leenders¹, L.A.P. Hoogenboom¹, M.J.J. Kotterman², J.C.W. Rijk¹, 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 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 2022

WFSR-rapport 2022.014

Leenders, L.L., L.A.P. Hoogenboom, M.J.J. Kotterman, J.C.W. Rijk, S.P.J. van Leeuwen, 2022. *Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2021*. Wageningen, Wageningen Food Safety Research, WFSR-rapport 2022.014. 52 blz.; 8 fig.; 3 tab.; 18 ref.

Projectnummer: 1227207401

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/10.18174/572057> of op <http://www.wur.nl/food-safety-research> (onder WFSR publicaties).

© 2022 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 2022.014

Verzendlijst:

- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV): G. Mahabir; F.G.E. van den Berg
- Ministerie voor Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS): A.I. Vilorio Alebesque, N.E. Emmerik
- Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit (NVWA): Y.M. Huigen; A.D. van der Linden; 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: L.A.P. Hoogenboom; L.L. Leenders; S.P.J. van Leeuwen; J.C.W. Rijk
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM): A. Bulder; J. van Klaveren
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO): L.C.M. Gorissen
- 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	12
2.3.1 Vetextractie	12
2.3.2 Opwerking van geëxtraheerd vet met de DexTech	12
2.3.3 Bepaling van dioxines en dl-PCB's	12
2.4 Analyse van PFAS's	13
2.4.1 Extractie	13
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, arseen, kwik en nikkel	13
2.6 Kwaliteitsborging	14
3 Resultaten	15
3.1 Dioxine- en PCB-gehalten in mengmonsters aal	15
3.1.1 Limietoverschrijding dioxine-TEQ en totaal-TEQ	17
3.1.2 Limietoverschrijding som-ndl-PCB's	17
3.1.3 Situatie monding Ketelmeer en Ramsdiep/Ramsgeul	17
3.1.4 Situatie Spaarne, IJmeertje en zijkanaal C	19
3.1.5 Trends in gehalten in kleine aal	19
3.1.6 Trends in gehalten in grote aal	20
3.2 PFAS's in mengmonsters aal	23
3.2.1 Trends in gehalten grote aal	25
3.3 Zware metalen in mengmonsters aal	27
4 Conclusies	28
5 Aanbevelingen	29
Literatuur	30
Bijlage 1 Vangstlocaties 2021	31
Bijlage 2 Gegevens van de aalmonsters	40
Bijlage 3 Analyseresultaten voor vet, dioxines en PCB's in rode aal	42
Bijlage 4 Maximumgehalten voor dioxines en PCB's	46
Bijlage 5 Trends in TEQ-gehalten in grote aal 53-76 cm (tot 2016 >45 cm), uitgedrukt op vetbasis	48
Bijlage 6 Resultaten PFAS's in mengmonsters aal 2021	50



Samenvatting

In 2021 is in het kader van het monitoringsprogramma "Contaminanten in vis uit Nederlandse binnenwateren" aal op 26 locaties bemonsterd. Hiervan lagen 11 locaties binnen het voor aalvisserij gesloten gebied en waren er 15 locaties waar de aalvisserij is toegestaan. Voor de bemonstering van grote alen wordt sinds 2016 rekening gehouden met het zwaartepunt van de beroepsmatige vangst, reden waarom 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 (drie trendlocaties elk jaar) en 53-76 cm. Deze monsters zijn geanalyseerd op de aanwezigheid van dioxines, dioxineachtige-PCB's (dl-PCB's) en niet-dioxineachtige PCB's (ndl-PCB's). Voor de 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).

Van de kleine aal (30-40 cm) overschrijdt alleen die van locatie Hollands Diep de ML voor ndl-PCB's. Van de 26 onderzochte monsters grote aal overschrijden 14 monsters één of meerdere ML's voor dioxine-TEQ, totaal-TEQ of ndl-PCB's. Aanvullend overschrijden mengmonsters aal van de locaties IJsselmeer voorbij de energiecentrale, Ramsdiep (helemaal aan het begin), Mercuriushaven, Westhaven en van Riebeeckhaven in Amsterdam en Zaanse Schans één of meerdere beleidsregellimieten.

Het gehalte totaal-TEQ in grote rode aal gevangen ten zuidwesten van de Ketelbrug, richting Lelystad overschrijdt dit jaar, i.t.t. 2020, nét niet de beleidsregellimiet. Het monster voorbij de energiecentrale overschrijdt deze nét wel. Voor de laatste locatie is dit de eerste keer dat deze overschrijding vastgesteld is volgens het geldende beleidsregelprotocol. Deze locatie ligt in het gebied dat opengesteld is voor aalvisserij. Ook de aal vanuit het Spaarne, ten noorden van de Mooie Nel overschrijdt de beleidsregellimiet maar ook de ML's. Ook dit gebied is opengesteld voor visserij. Het is niet duidelijk of de contaminatie zijn oorsprong vindt in het Spaarne, vanuit Haarlem, of in de Mooie Nel, vanuit de Buiten Liede. Ook aal uit het gebied bij de Zaanse Schans en de Kuil en Poelmeertjes overschrijden diverse limieten. Aal uit deze drie locaties is in 2021 voor het eerst onderzocht.

Het huidige rapport geeft de gegevens van voorgaande jaren weer, aangevuld met de resultaten van 2021. Op een enkele locatie is een verhoogd gehalte gevonden t.o.v. 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, nikkel en arseen) en perfluoralkylstoffen (PFAS's). Alle gehalten van cadmium, lood en kwik voldeden aan de geldende ML's (EC 1881/2006). Arseen werd ook aangetroffen, maar voor arseen is geen ML vastgesteld. Door de toegenomen aandacht voor PFAS's sinds 2019 zijn de resultaten van deze metingen ook in dit rapport opgenomen, en zijn dit jaar voor het eerst de gegevens van voorgaande jaren weergegeven, aangevuld met de resultaten van 2021. De gesommeerde gehalten van de meest voorkomende PFAS's variëren van circa 5 tot 47 ng/g product, waarbij PFOS de belangrijkste bijdrage leverde (35-100%). Hoogste gehalten werden aangetroffen in aal uit het Braasemermeer. Voor deze stoffen is nog geen ML vastgesteld en kunnen de gemeten gehalten dus niet getoetst worden aan de ML. Momenteel wordt in EU-verband wel gewerkt aan ML's.

1 Inleiding

Aal uit vervuilde gebieden, doorgaans rivieren en kanalen in Nederland, bevat verhoogde gehalten aan contaminanten. Uit eerder onderzoek (Leenders et al., 2020/2021, van Leeuwen et al., 2016/2018/2019, van Leeuwen et al., 2013) 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 gezondheidkundige 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 2015, 2017 en 2021². Tevens zijn enkele locaties door gedaalde gehalten 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 ondersteund wordt door de gemeten gehalten. Daarom wordt jaarlijks op een aantal locaties rode aal (nog niet geslachtsrijpe aal) gevangen, deels op 8 jaarlijks terugkerende 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: IJsselmeer (Medemblik), Hollands Diep, IJssel (Deventer), Lek (Culemborg), Maas (Eijsden), Rijn (Lobith), Waal (Tiel) en Volkerak (Volkeraksluizen). Vanwege de zeer lage dichtheid van aal op de locatie Maas (Eijsden) is gedurende de laatste jaren deze locatie niet bemonsterd en wordt er sinds enkele jaren gezocht naar een goede vervangende locatie.

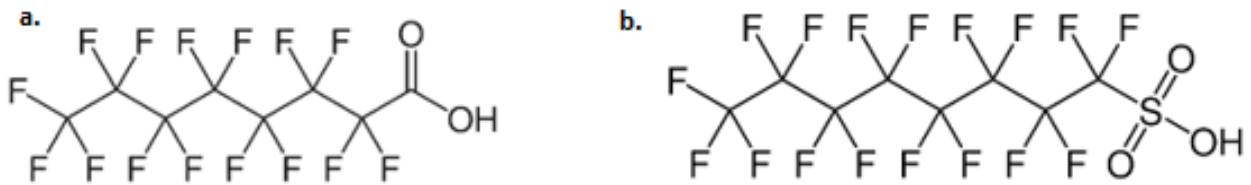
In het verleden werd op deze trendlocaties alleen aal van 30-40 cm gevangen en soms groter dan 45 cm. Sinds 2016 worden grotere aalen (53-76 cm) bemonsterd, omdat deze aalen het grootste gewichtspercentage van de beroepsmatige vangst uitmaken (zie 1.1). Op 3 locaties wordt ook nog gekeken naar de klasse 30-40 cm. De normen voor deze contaminanten in vis worden uitgedrukt op vers gewichtsbasis. 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 2021, beschreven. Naast dioxines en PCB's zijn de monsters ook onderzocht op aanwezigheid van zware metalen als lood, kwik, nikkel, cadmium en arseen, en op PFAS's.

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 perfluorooctaanzuur (PFOA, zie Figuur 1a) en perfluorooctaansulfonzuur (PFOS, zie Figuur 1b).

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>



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 andere koolstofketenlengte. PFAS's zijn uitermate stabiel: ze zijn bestand tegen hoge temperaturen en chemisch nagenoeg inert, en zijn water-, vet-, en vuilafstotend en oppervlaktespanning-verlagend. Hierdoor zijn deze stoffen breed toegepast; ze worden gebruikt bij oppervlaktebehandelingen van bijvoorbeeld tapijten, textiel en leer, maar ook als surfactant in blusschuim en in de mijnbouw en olie-industrie. Door deze vele toepassingen komen ze wijd verspreid voor in ons milieu, in de grond, de lucht, het oppervlaktewater en het zeewater. PFAS's zijn sinds 2019 veelvuldig in het nieuws gekomen, vanwege o.a. de mogelijke contaminatie van grond en de gevolgen die dat had voor grondtransport in de bouwsector. Binnen de grote groep van PFAS's zijn bepaalde stoffen als bv PFOS en PFOA geclassificeerd als 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 met name 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 2020 een nieuwe risicobeoordeling ('opinion') opgesteld waarin de risico's via inname uit voeding zijn beoordeeld (EFSA, 2020). Daarbij is een Tolerable Weekly Intake (TWI) opgesteld voor de som van PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS. De keuze voor deze 4 PFAS's (EFSA 4) is gedaan omdat deze werden aangetroffen in bloed van kinderen en werden geassocieerd met een afname van de immuunrespons. Volgens EFSA zorgen ze voor de helft van de blootstelling van mensen aan PFAS's, waarbij de andere helft vooral kwam door PFAS's die niet accumuleren in de mens, i.e. PFBA en PFBS. 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 tolerable daily intakes (TDI'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 geen ML's vastgesteld in het kader van EC 1881/2006, maar er zijn momenteel discussies gaande bij de EU en bij lidstaten, waarbij concept ML's besproken worden. Het is de verwachting dat ML's voor PFAS's gaan gelden vanaf 2023, maar de details hiervan zijn nog niet vastgesteld. In recente jaren zijn PFAS's gemeten in Nederlandse aal, zeevis en kweekvis, en de resultaten hiervan zijn gepubliceerd door Zafeiraki et al. (2019). Deze studie onderschrijft 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 Overzicht van enkele bekende 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 worden op alle locaties 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 de kans op hoge gehalten voor totaal-TEQ en som-nld-PCB's in grote alen groter 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 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, alsmede PFAS's. De mengmonsters van de trendlocaties zijn eveneens geanalyseerd op de aanwezigheid van vlamvertragers (polybroomdifenylethers (PBDE's) en hexabromocyclododecaan (HBCDD)) en zware metalen als nikkel, 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 2021. Alle locaties zijn met behulp van electrovisserij bemonsterd. De locaties van de monsternamen zijn weergegeven m.b.v. Google Maps in Bijlage 1.

2.2 Samenstelling monster

Er zijn 3 mengmonsters samengesteld in de klasse 30-40 cm en 26 mengmonsters van aal 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 locatie IJssel, Deventer werden maar 7 alen bemonsterd, dus 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 Maas bij Heijen, Lek bij Culemborg, IJsselmeer (voorbij energiecentrale), Ramsdiep (500-700 m van Schokkerhaven en helemaal aan het begin), Ramsgeul, Roggebotsluis (zuidkant), Kuil en Poelmeertjes (verbonden met de Zaan), Alkmaardermeer, Sneekermeer, Braasemermeer en Westhaven in Amsterdam 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 voor de bemonsterde locatie. Niettemin moeten bij lage aantallen aal de resultaten met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Vanwege teruglopende vangsten op de locatie Maas bij Eijsden in de afgelopen jaren is wederom onderzocht of een nieuwe, meer stroomafwaarts gelegen locatie (Heijen) dienst kan doen als nieuwe trendlocatie. De vangsten bij locatie Heijen waren hoger (13 alen) dan op de oude onderzoekslocatie Eijsden, dus Maas bij Heijen zou een geschikte locatie kunnen zijn om dienst te doen als trendlocatie. In de komende jaren zal blijken of Maas bij Heijen daadwerkelijk als nieuwe trendlocatie gebruikt kan worden. 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 2, 3 en 6 mannelijke alen gevangen, de rest van het mengmonster bestaat uit vrouwelijke alen (71-88%). Voor de monsters alen >53 cm geldt dat de alen altijd vrouwelijk zijn.

2.3 Analyses van dioxines en PCB's

2.3.1 Vetextractie

De door WMR aangeleverde mengmonsters werden gehomogeniseerd m.b.v. 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 Opwerking 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 aluminiumoxide-kolom, 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 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 gezuiverd 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 injectiestandaardenmix (¹³C₈-PFOA en ¹³C₈-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 C₁₈, 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 C₁₈, 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" en "Sciex QTRAP6500" MS/MS gebruikt, waarbij zowel de natieve als ¹³C-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 zware metalen analyses (cadmium, lood, arseen, kwik en nikkel) werden de mengmonsters aal bij kamertemperatuur gehomogeniseerd. Vervolgens werd 0.25 – 0.5 gram monster ontsloten door het met 3 ml salpeterzuur (70%) en 1 ml waterstofperoxide (30%) 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, arseen, kwik en nikkel

De bepaling van de gehalten cadmium, lood, arseen, kwik en nikkel werd uitgevoerd met behulp van een inductief gekoppelde plasma massaspectrometer (ICP-MS). De elementen die in de ontsloten monsters aanwezig waren, werden in het plasma geïoniseerd, waarna de verschillende isotopen gedetecteerd werden door de massaspectrometer. De elementgehalten werden gekwantificeerd tegen een kalibratiecurve met gebruik van rhodium en thallium als interne standaarden. De gehalten cadmium, kwik en lood werden bepaald in de standaard modus met behulp van de isotopen ¹¹¹Cd, ²⁰²Hg en ²⁰⁸Pb. Arseen en nikkel werden gemeten in de KED (kinetic energy discrimination) modus waarbij gebruik gemaakt werd van helium als botsingsgas om interferenties op isotopen ⁷⁵As en ⁶⁰Ni te verwijderen.

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 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 2021. 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 gehalten aan dioxines, dl-PCB's en ndl-PCB's in mengmonsters aal van de in 2021 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 zes 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.

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 grote aal aanvullend daarop ook hoger zijn dan de limieten in de beleidsregel³.

WFSR nr.	WMR nr. 2021/	Vangstlocatie	Gesloten gebied?	Lengteklasse (cm)	Vetgehalte (%)	WHO2005-PCDD/F- TEQ (ub)	WHO2005-di- PCB-TEQ (ub)	WHO2005-PCDD/F- PCB-TEQ (ub)	Totaal ndi-PCB's (ub)
						(pg/g)	(pg/g)	(pg/g)	(ng/g)
200639685	1041	Hollands Diep	Ja	30-40	8,2	1,9	7,9	9,8	356
200639687	1093	Volkerak, Volkeraksluizen	Ja	30-40	4,5	0,8	3,0	3,8	132
200639689	2496	IJssel, Deventer	Ja	30-40	6,1	0,8	4,0	4,8	159
200639684	1015	Rijn, Lobith	Ja	53-76	24,2	5,0	21,6	26,6	700
200639686	1067	Hollands Diep	Ja	53-76	23,4	4,6	17,0	21,6	830
200639688	1119	Volkerak, Volkeraksluizen	Ja	53-76	17,3	3,9	8,8	12,7	333
200639690	1145	IJssel, Deventer	Ja	53-76	25,9	5,6	22,0	27,6	637
200639691	1171	IJsselmeer, Medemblik	Nee	53-76	20,8	0,8	2,8	3,6	50
200639692	1197	Maas, Heijen	Ja	53-76	21,8	1,0	11,3	12,4	780
200639693	1223	Waal, Tiel	Ja	53-76	23,5	5,3	18,3	23,6	661
200639694	1249	Lek, Culemborg	Ja	53-76	21,4	6,2	18,8	25,0	898
200639695	1759	IJsselmeer, richting Lelystad	Nee	53-76	26,1	2,4	6,3	8,7	168
200639696	1785	IJsselmeer, voorbij energiecentrale	Nee	53-76	30,8	2,5	6,5	9,0	168
200639697	1811	Ramsdiep, midden tussen Schokkerhaven en Ramspolbrug	Nee	53-76	24,3	2,9	12,5	15,4	384
200639698	1837	Ramsdiep, helemaal aan het begin	Nee	53-76	22,6	2,0	7,3	9,3	200
200639699	1863	Ramsgeul	Nee	53-76	11,3	1,2	4,7	5,9	154
200639700	1889	Spaarne, ter Noorden van de Mooie Nel	Nee	53-76	21,7	2,4	12,3	14,7	462
200639701	1915	Roggebotsluis, zuidkant	Nee	53-76	13,0	0,5	2,0	2,5	48
200639702	1987	Kuil en Poelmeertjes, verbonden met de Zaan	Nee	53-76	22,0	1,8	11,4	13,2	336
200639703	2013	IJsselmeer, Lemmer	Nee	53-76	20,5	0,9	3,3	4,2	79
200639704	2039	Volkerak, grens gesloten/open gebied	Grens	53-76	18,4	2,6	6,1	8,8	179
200639705	2065	Alkmaardermeer	Nee	53-76	20,6	0,8	3,0	3,8	57
200639706	2091	Sneekermeer	Nee	53-76	16,0	0,5	1,8	2,3	36
200639707	2117	Braasemermeer	Nee	53-76	18,0	1,8	6,3	8,0	175
200639708	2143	Chemours, Dordrecht	Ja	53-76	19,7	3,4	13,3	16,7	635
200639709	2368	Mercuriushaven, Amsterdam	Ja	53-76	13,2	4,0	6,6	10,6	401
200639710	2394	Westhaven, Amsterdam	Ja	53-76	12,6	4,5	5,6	10,1	270
200639711	2420	Van Riebeeckhaven, Amsterdam	Ja	53-76	12,6	5,1	7,0	12,0	293
200639712	2446	Zaanse Schans	Nee	53-76	22,5	2,2	8,2	10,4	252

ub = upperbound gehalten.

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 26 mengmonsters grote aal (53-76 cm) overschreden de monsters uit de Rijn (Lobith), Hollands Diep, Volkerak (Volkeraksluizen), IJssel (Deventer), Waal (Tiel), Lek (Culemborg) en Mercuriushaven, Westhaven en van Riebeeckhaven in Amsterdam de ML voor dioxines. De totaal-TEQ ML werd overschreden op 12 van de 26 locaties (zie Tabel 2), rekening houdend met de meetonzekerheid van 10% (zie Paragraaf 2.3). De hoogste gehalten werden gemeten in mengmonsters aal afkomstig uit de Rijn (Lobith), IJssel (Deventer) en Lek (Culemborg). Toepassing van de beleidsregellimiet resulteert in nog 5 additionele overschrijdingen. De overschrijdingen betreffen voornamelijk gebieden die gesloten zijn voor visserij, maar ook een aantal open gebieden zoals de locaties in het IJsselmeer (richting Lelystad en voorbij energiecentrale), Ramsdiep (beide locaties), Mooie Nel en Spaarne, Zaanse schans en de Kuil en Poelmeertjes.

Aal van de locaties IJsselmeer bij Medemblik, IJsselmeer richting Lelystad, Ramsgeul, zuidkant van de Roggebotsluis, IJsselmeer bij Lemmer, Volkerak (grens open/gesloten gebied), Alkmaardermeer, Sneekermeer en Braasemermeer voldeden aan de beleidsregellimiet voor totaal-TEQ en dus ook de ML's. De concentraties in aal uit het IJsselmeer zijn het hoogst voorbij de energiecentrale en worden lager in Noordelijke richting bij Medemblik en Lemmer. De concentraties in aal uit het Volkerak zijn het hoogst nabij de Volkeraksluizen en worden lager in Westelijke richting op de grens van het open en gesloten gebied.

In aal draagt de dioxine-TEQ meestal circa 20% bij aan de totaal-TEQ. In het Amsterdamse havengebied is dat anders; daar is de bijdrage veel hoger (38-45%) vanwege een historische dioxinevervuiling in het havengebied.

3.1.2 Limietoverschrijding som-ndl-PCB's

De hoogste ndl-PCB-gehalten werden gemeten bij aal uit de Lek (Culemborg) en het 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) werd in de meeste gevallen op dezelfde locaties overschreden als de dioxine-TEQ en totaal-TEQ (zie Tabel 2). Toepassing van de beleidsregelnorm (250 ng/g product voor som-ndl-PCB's) resulteert in 3 aanvullende overschrijdingen. Deze zijn grijs gemarkeerd in Tabel 2. Dit betreft de Westhaven en van Riebeeckhaven te Amsterdam, en de Zaanse Schans.

3.1.3 Situatie monding Ketelmeer en Ramsdiep/Ramsgeul



Figuur 2 Dioxine-TEQ, totaal-TEQ en ndl-PCB gehalten in aal in het Ramsdiep en de Ramsgeul. De gehalten die de beleidsregellimieten overschrijden zijn onderstreept.

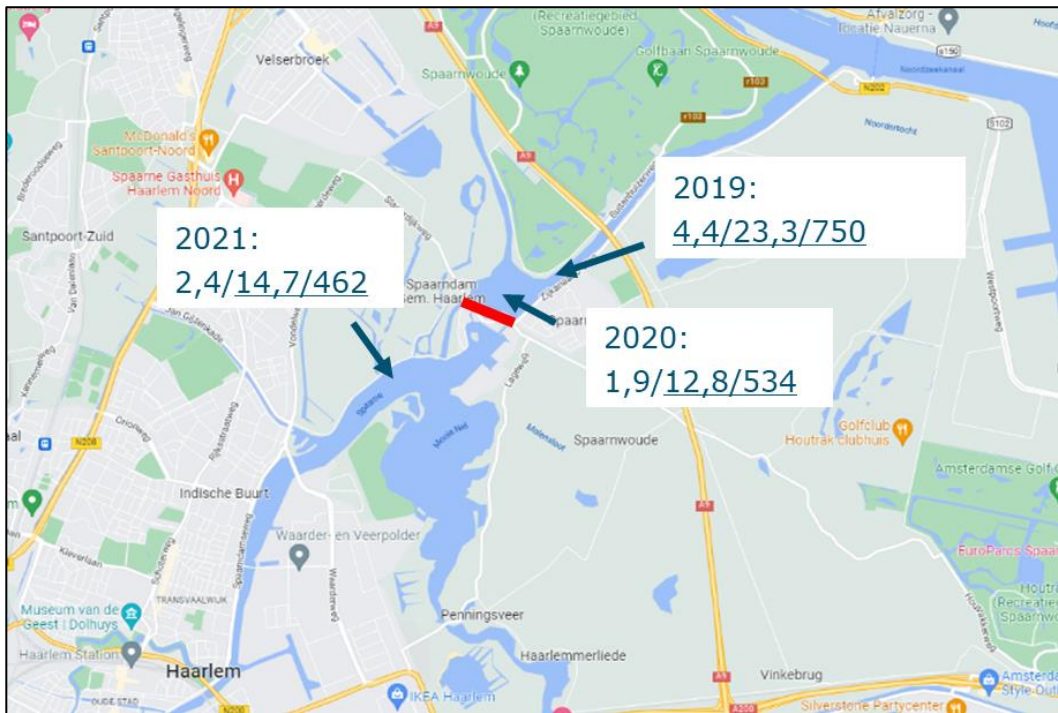
De locaties waar dit jaar gemeten is in het Ramsdiep zijn beide niet gesloten voor visserij. In het midden van het Ramsdiep, tussen de Schokkerhaven en de Ramspolbrug, zijn gehalten gemeten die ruim boven de limieten liggen. De gehalten zijn in dezelfde orde grootte als eerder gemeten in 2020 en 2019 in de Schokkerhaven (Leenders et al., 2021). Ook aan het begin van het Ramsdiep overschrijdt de totaal-TEQ de beleidsregellimiet. Het is aannemelijk dat ook in het tussenliggende gebied er sprake is van een overschrijding. Dat is echter nog niet vastgesteld. De gehalten in de Ramsgeul liggen wat lager dan eerder gemeten in 2020.



Figuur 3 Dioxine-TEQ, totaal-TEQ en ndl-PCB gehalten in aal bij de monding van het Ketelmeer richting Urk en Lelystad. De gehalten die de beleidsregellimieten overschrijden zijn onderstreept. Het gearceerde gedeelte is vanaf 2021 gesloten voor aalvisserij.

De gehalten aan beide zijden van de energiecentrale zijn erg vergelijkbaar. Ten oosten van de centrale is voor de tweede jaar op rij gemeten. In 2020 overschreed het totaal-TEQ gehalte de beleidsregelnorm (9,1 pg TEQ/g aal), nu blijft het hier net onder. Ten westen van de centrale overschrijdt het gehalte net wel de beleidsregelnorm.

3.1.4 Situatie Spaarne, IJmeertje en zijkanaal C



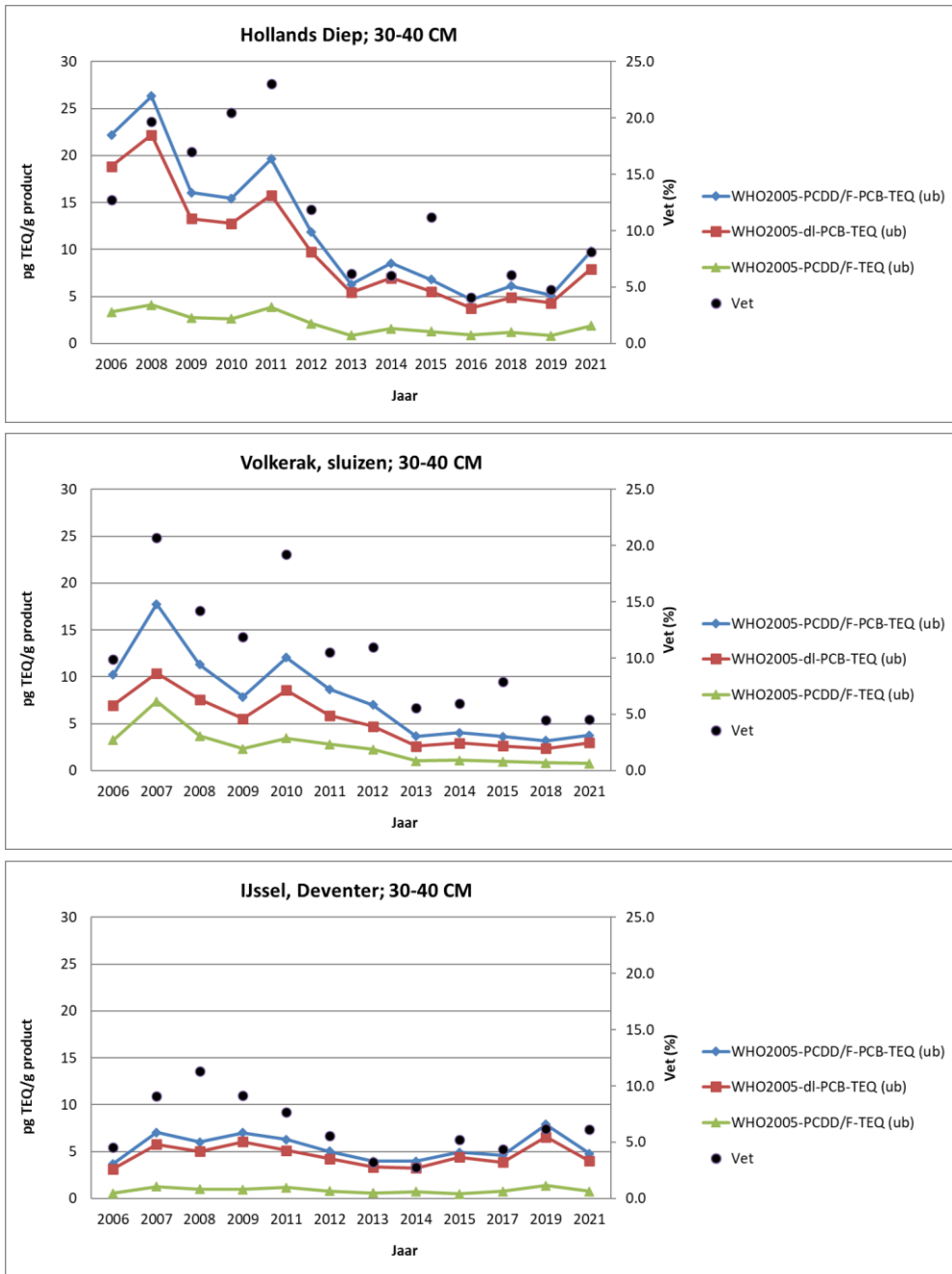
Figuur 4 Dioxine-TEQ, totaal-TEQ en ndl-PCB gehalten in aal bij het Spaarne, IJmeertje en Zijkanaal C, gemeten van 2019-2021. De gehalten die de beleidsregellimieten overschrijden zijn onderstreept. De rode lijn geeft de grens van het gesloten gebied aan (ten Noordoosten van deze lijn betreft gesloten gebied).

In de afgelopen jaren zijn diverse plaatsen bemonsterd in het Spaarnegebied. De data van 2019 en 2020 zijn in bovenstaande figuur weergegeven. In 2021 is bemonsterd in het Spaarne juist ten noorden van de Mooie Nel. Hier overschreden de gehalten ML's en beleidsregellimieten. Het is onduidelijk of deze vervuiling in het verleden aangevoerd is via het Spaarne vanuit Haarlem, of via het meer de Mooie Nel, de Buiten Liede en de ringvaart, óf via Zijkanaal C. Het advies is om in 2022 beide te onderzoeken.

3.1.5 Trends in gehalten in kleine aal

In 2021 zijn op 3 locaties alen uit de lengteklasse 30-40 cm onderzocht. Deze monsters zijn afkomstig van de trendlocaties Hollands Diep, Volkerak (Volkeraksluizen) en IJssel (Deventer). De resultaten van deze locaties, aangevuld met resultaten van eerdere metingen zijn weergegeven in Figuur 5. 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 2017, 2018, 2019 en 2020 (van Leeuwen et al., 2018, van Leeuwen et al., 2019, Leenders et al., 2020, Leenders et al. 2021).

De gehalten laten een neergaande trend zien vanaf 2006 die uit lijkt te vlakken in de meer recente jaren. Die neergaande trend houdt waarschijnlijk verband met verandering van de 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. Locatie IJssel (Deventer) bevatte in 2019 een hoger gehalte dan de jaren ervoor maar dit lijkt inmiddels weer af te zwakken. 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.



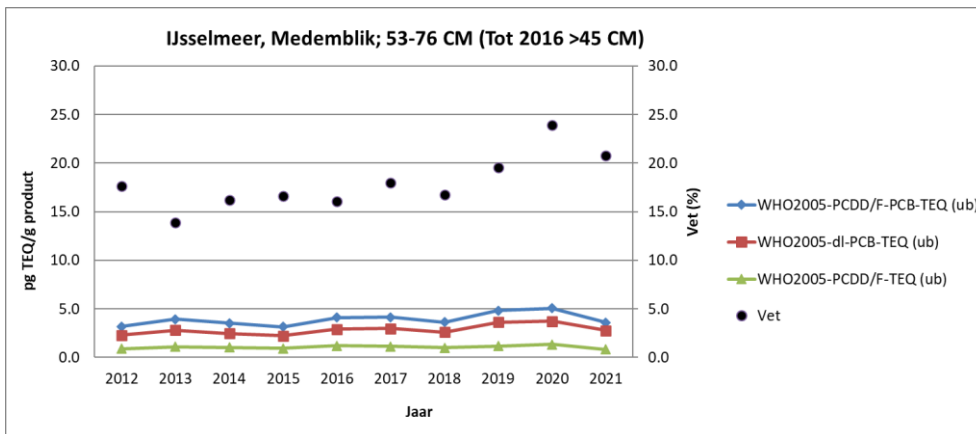
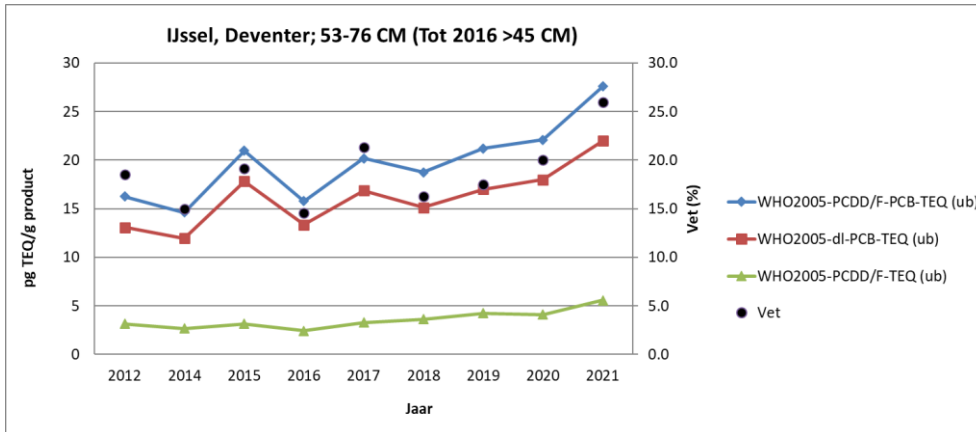
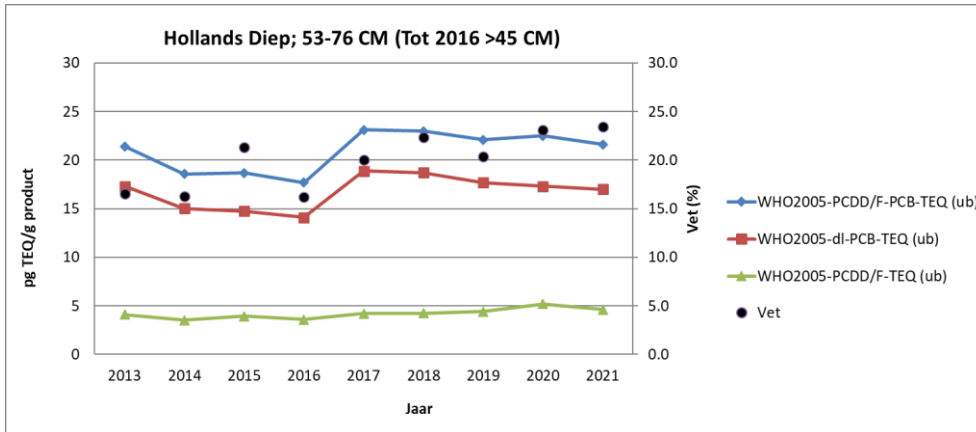
Figuur 5 Trends in gehalten aan dioxines, dl-PCB's, totaal-TEQ en vetgehalte op natgewicht in mengmonsters aal van 30-40 cm op de 3 trendlocaties die in 2021 zijn bemonsterd. Gehalten zijn voor alle jaren berekend op basis van de TEF's uit 2005. De gegevens zijn op productbasis en niet gecorrigeerd voor 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.

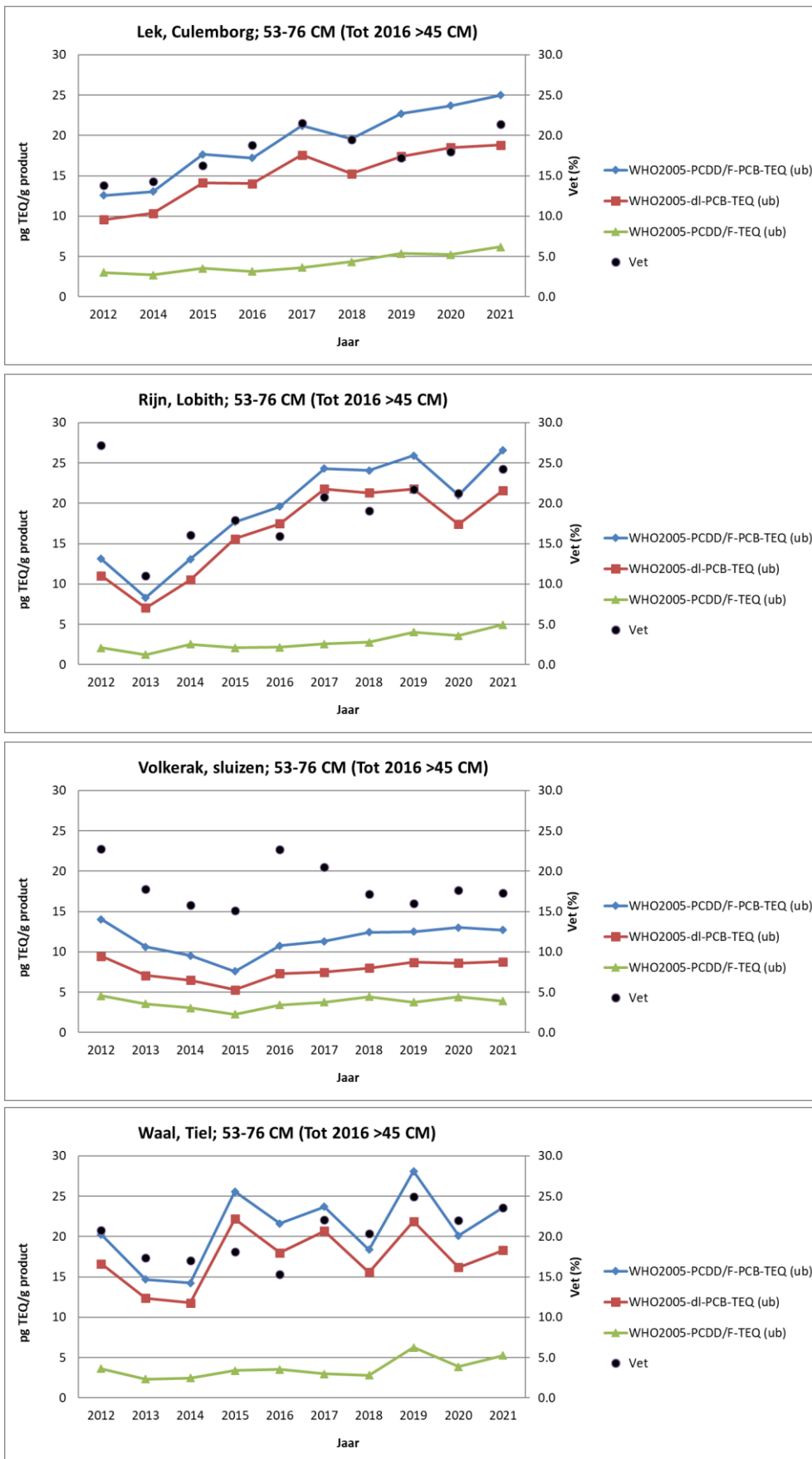
3.1.6 Trends in gehalten in grote aal

De resultaten van de grote aal (53-76 cm) afkomstig van de trendlocaties bemonsterd in 2021 zijn weergegeven in Figuur 6. In 2021 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 de afgelopen jaren (zie Paragraaf 2.2).

In tegenstelling tot de grafieken van de afgelopen jaren zijn dit jaar de gegevens 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), niet meer meegenomen. In dit onderzoek was éénmalig grotere aal betrokken, terwijl vanaf 2012 dit structureel wordt gedaan. Op alle locaties, op de Waal bij Tiel na, lagen de TEQ-gehalten

in 2006 hoger dan in latere jaren, hetgeen een neergaande trend kan suggereren. Het ontbreken van data van tussenliggende jaren (2007-2011) en het verloop na 2012 maakte het moeilijk om hierover harde conclusies te trekken. Om deze reden is gekozen vanaf nu de data uit 2006 niet meer mee te nemen in de trendgrafieken. Vanaf 2016 is de lengte aangepast van >45 cm naar 53-76 cm, zoals aangegeven in de titel van de grafieken.





Figuur 6 Trends op de 7 trendlocaties bemonsterd in 2021, 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.

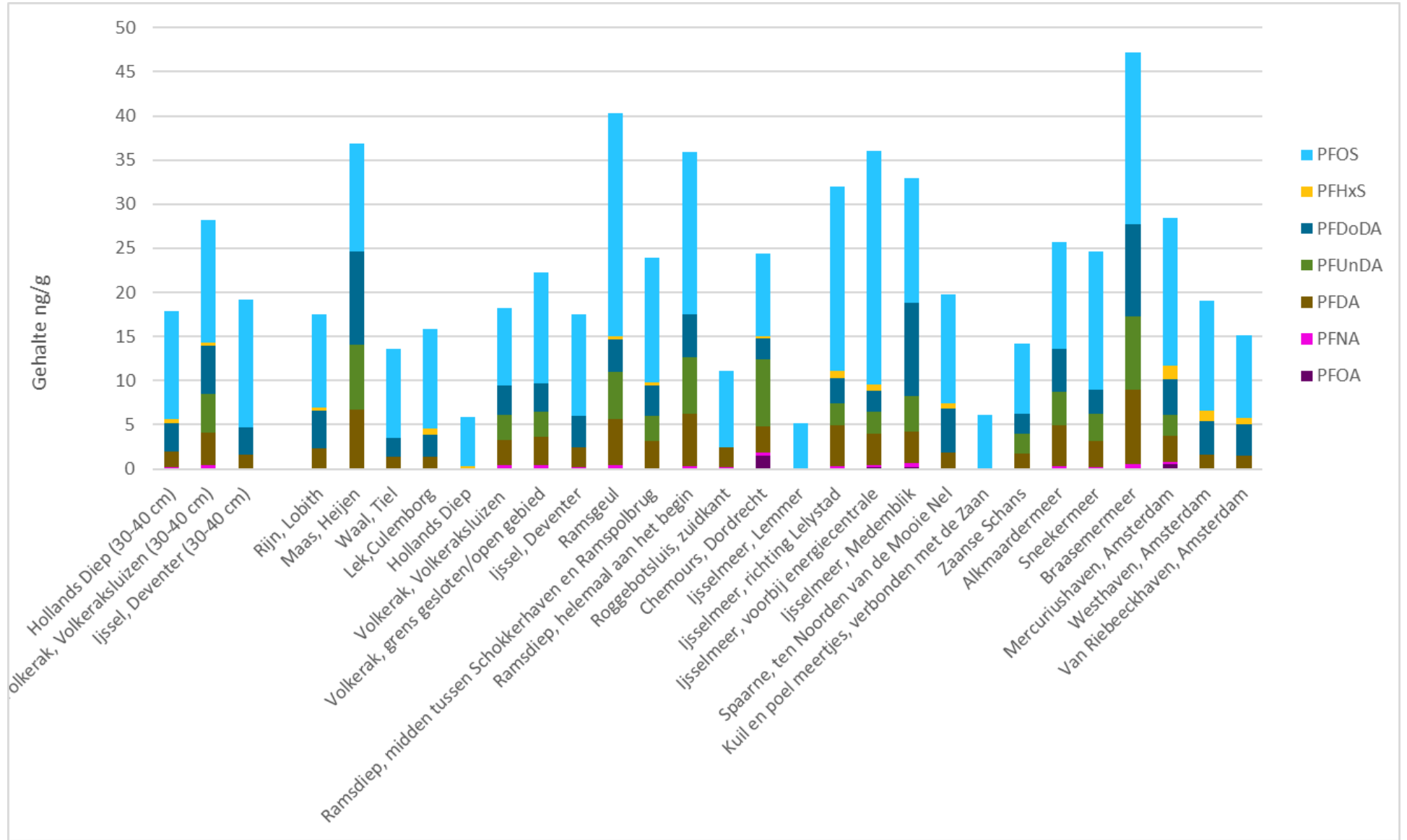
Op locaties IJssel (Deventer), Lek (Culemborg) en Rijn (Lobith) lijkt een stijgende lijn zichtbaar in de gehalten vanaf 2012, maar de laatste 3 jaar zwakt deze weer af voor met name locatie Lek (Culemborg). De resultaten van de ndl-PCB's volgen vergelijkbare trends als de resultaten van de TEQ-gehalten (data niet getoond).

In Figuur 6 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 2021: PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFHxS en PFOS. Hiervan zijn de PFOS-gehalten met 5 – 27 ng/g het hoogst (Figuur 7). De bijdrage van PFOS aan het totale PFAS-gehalte per mengmonster varieert van 35-100%, gevolgd door PFDoDA, PFUnDA en PFDA. De overige componenten zijn maar af en toe gedetecteerd in lage gehalten. Van de EFSA-4 verbindingen (PFHxS, PFOS, PFOA en PFNA) is met name PFOS gedetecteerd. De overige 3 componenten zijn niet, of in veel lagere gehalten aangetoond. Dat PFOS vaak domineert blijkt ook uit een andere studie: PFOS is de meest voorkomende PFAS in mariene vis, Noordzeekrab en aal (Zafeiraki et al., 2019). De kortere ketens (PFBA t/m PFHpA) accumuleren nauwelijks en zijn daarom ook niet in deze monsters aangetroffen. Dit geldt ook voor PFBS en PFHpS (zie Bijlage 6). Waar het monster uit de Rijn bij Lobith vorig jaar nog tegen verwachting in HFPO-DA ('GenX') bevatte is daar dit jaar niks van terug te vinden. Dit ging dus vermoedelijk om een eenmalige observatie.

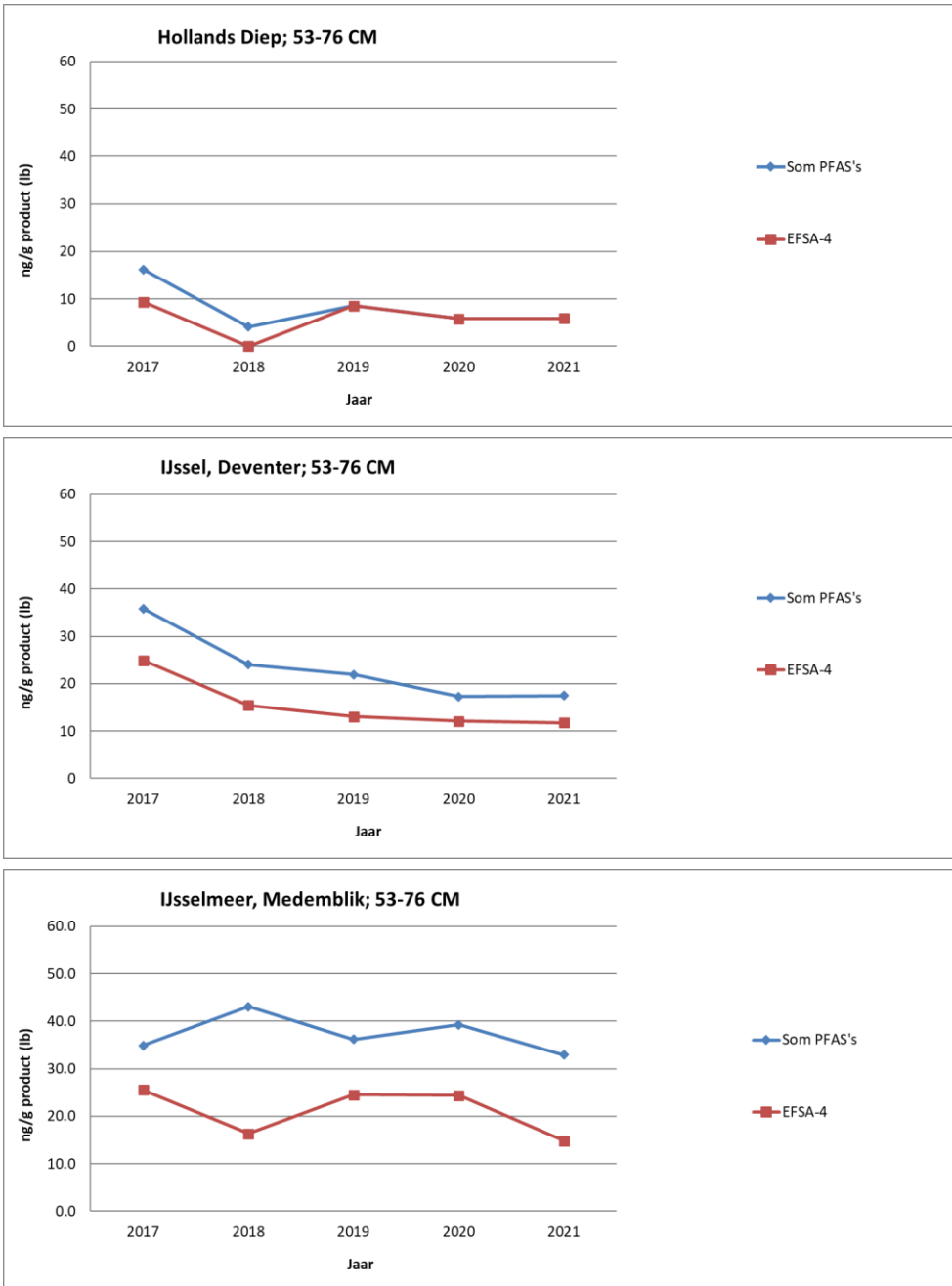
Van de 29 onderzochte locaties bevatte aal gevangen in het Braasemermeer de hoogste gehalten. Mogelijk is hier in de buurt sprake van een puntbron, al is daar geen informatie over. Ook aal van de locaties Ramsgeul en het begin van Ramsdiep en de Maas bij Heijen bevatte relatief hoge concentraties, evenals diverse locaties aan het IJsselmeer. Daarmee is het patroon anders dan voor de dioxines en PCB's met de hoogste gehalten in aal uit de grote rivieren. De Chemoursfabriek bij Sliedrecht is veelvuldig in het nieuws vanwege de vervuiling van de omgeving met PFAS's. In het aalmonster genomen nabij de fabriek is geen afwijkend PFAS-profiel zichtbaar (behoudens een iets verhoogd PFOA-gehalte); de gehalten vallen in de range van de andere locaties. Tevens moet opgemerkt worden dat op verschillende locaties de vangst van aal beperkt was (o.a. Ramsgeul, Ramsdiep, Roggebotsluis). Zulke beperkte vangsten leiden mogelijk tot sterkere variatie van de resultaten, al is daarover weinig bekend.

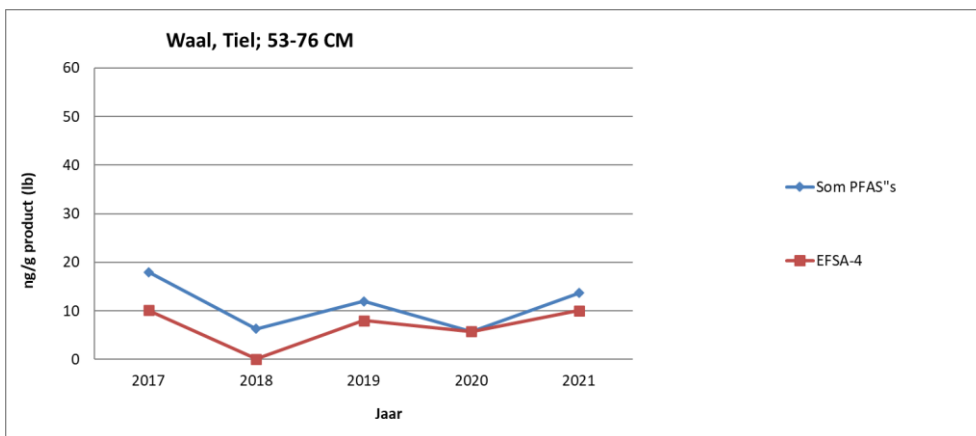
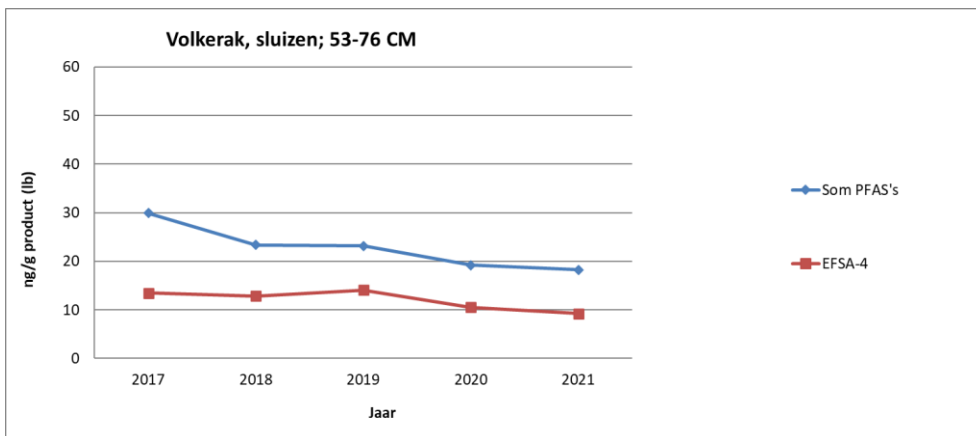
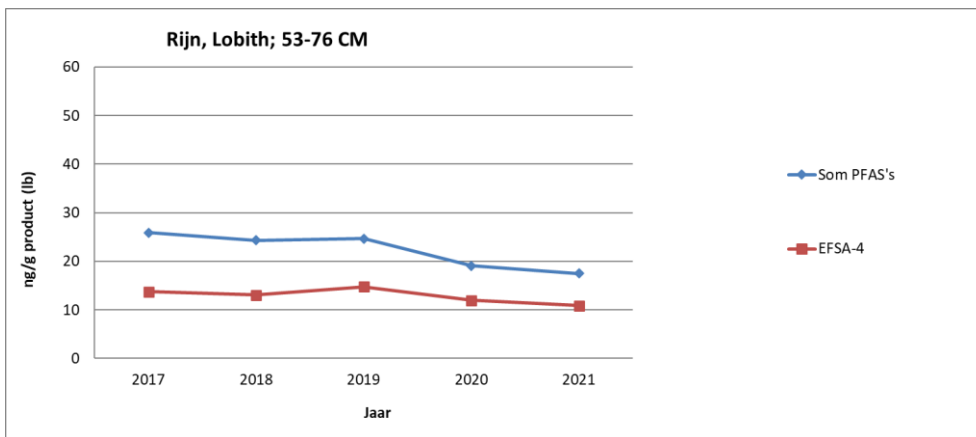
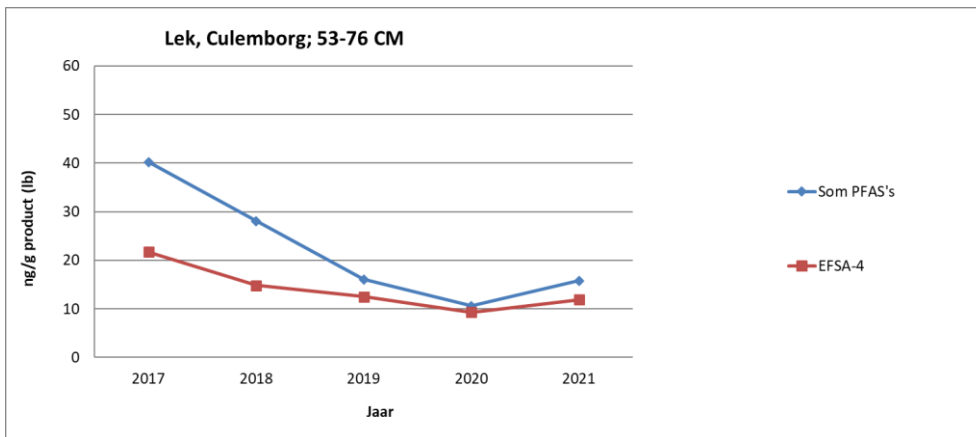


Figuur 7 PFAS-gehalten in mengmonsters aal bemonsterd in 2021. Links in de figuur staan 3 monsters in de lengteklasse 30-40 cm, de overige monsters betreffen grote aal.

3.2.1 Trends in gehalten grote aal

De resultaten van de grote aal (53-76 cm) afkomstig van de trendlocaties bemonsterd in 2021, aangevuld met resultaten van eerdere metingen zijn weergegeven in Figuur 8. In 2021 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 de afgelopen jaren (zie Paragraaf 2.2).





Figuur 8 Trends op de 7 trendlocaties bemonsterd in 2021, in gehalten aan som PFAS's en EFSA-4 in mengmonsters aal 53-76 cm. De gegevens zijn op productbasis en niet gecorrigeerd voor gemiddelde lengte van de alen of het vetpercentage in de mengmonsters. Noot: bij de gegevens van 2018 is het gehalte EFSA-4 bij Hollands Diep en Waal nul (0). Dit wordt veroorzaakt door het gegeven dat alle gemeten gehalten van de tot EFSA-4 behorende PFAS in die monsters <LOQ was.

Over het algemeen komen de PFAS-gehalten op de trendlocaties goed overeen met de waarnemingen van voorgaande jaren, maar de gehalten zijn lager dan de gemiddelden in het overzichtsartikel van Zafeiraki et al. (2019), waarbij diverse aalmonsters in de periode 2011-2016 geanalyseerd zijn. Mogelijk dat PFAS-gehalten langzaam dalen als gevolg van veranderingen in het milieu, wat terug te zien is de trendgrafieken van locaties Hollands Diep, IJssel (Deventer), Lek (Culemborg), Volkeraksluizen en de Rijn bij Lobith. Hierbij moet opgemerkt worden dat er behoorlijke variatie van jaar tot jaar kan optreden tussen monsters, waarvoor (nog) geen verklaring is.

3.3 Zware metalen in mengmonsters aal

De gehalten zware metalen in mengmonsters aal zijn weergegeven in Tabel 3. De kwikgehalten lopen weinig uiteen (0,12-0,23 mg/kg) op een lage uitzondering in kleine aal van locatie Volkeraksluizen na (0,09 mg/kg) en een hoge uitzondering op locatie Rijn, Lobith (0,27 mg/kg). Ook voor arseen liggen de gehalten dicht bij elkaar, op een hoger gehalte op locatie Hollands Diep na. Lood wordt nagenoeg niet aangetroffen in de monsters, op een laag gehalte op locaties Rijn bij Lobith (0,011 mg/kg) en IJsselmeer bij Medemblik (0,024 mg/kg) na. Nikkel en cadmium zijn in geen enkele van de monsters aangetroffen boven de kwantificeringslimiet van de toegepaste methode (0,05 resp. 0,0091 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. Bij vergelijking van grote en kleine aal uit de drie locaties Hollands Diep, Volkeraksluizen en IJssel bij Deventer 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 3 Gehalten van zware metalen in mengmonsters bemonsterd in 2021. Resultaten zijn uitgedrukt op productbasis. Monsters aangeduid met * betreffen kleine aal (30-40 cm).

WFSR nr.	WMR nr. 2021/	Vangstlocatie	Nikkel (mg/kg)	Arseen (mg/kg)	Cadmium (mg/kg)	Kwik (mg/kg)	Lood (mg/kg)
200639684	1015	Rijn, Lobith	<0,050	0,41	<0,0091	0,27	0,011
200639685	1041	Hollands Diep *	<0,050	0,21	<0,0091	0,13	<0,010
200639686	1067	Hollands Diep	<0,050	0,54	<0,0091	0,18	<0,010
200639687	1093	Volkerak, Volkeraksluizen *	<0,050	0,14	<0,0091	0,09	<0,010
200639688	1119	Volkerak, Volkeraksluizen	<0,050	0,31	<0,0091	0,12	<0,010
200639689	2496	IJssel, Deventer *	<0,050	0,20	<0,0091	0,12	<0,010
200639690	1145	IJssel, Deventer	<0,050	0,44	<0,0091	0,23	<0,010
200639691	1171	IJsselmeer, Medemblik	<0,050	0,26	<0,0091	0,14	0,024
200639692	1197	Maas, Heijen	<0,050	0,44	<0,0091	0,16	<0,010
200639693	1223	Waal, Tiel	<0,050	0,63	<0,0091	0,21	<0,010
200639694	1249	Lek, Culemborg	<0,050	0,49	<0,0091	0,32	<0,010

4 Conclusies

- In dit onderzoek zijn vooral mengmonsters aal van 53-76 cm onderzocht. Van de 26 onderzochte monsters overschrijden 14 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 voorbij de energiecentrale, Ramsdiep (helemaal aan het begin), Mercuriushaven, Westhaven en van Riebeeckhaven in Amsterdam en Zaanse Schans één of meerdere beleidsregellimieten.
- Van de kleine aal (30-40 cm) overschrijdt die van locatie Hollands Diep de ML voor ndl-PCB's.
- Het gehalte totaal-TEQ in grote rode aal gevangen ten zuidwesten van de Ketelbrug, richting Lelystad overschrijdt dit jaar, i.t.t. 2019, niet de beleidsregellimiet. Het monster voorbij de energiecentrale overschrijdt het wel. Dit is de eerste keer dat een overschrijding voor deze locatie vastgesteld is volgens het geldende beleidsregelprotocol. Deze locatie ligt in het gebied dat opengesteld is voor aalvisserij.
- Ook de aal vanuit het Spaarne, ten noorden van de Mooie Nel overschrijdt de beleidsregellimiet. Dit gebied is opengesteld voor visserij. Het is niet duidelijk of de contaminatie zijn oorsprong vindt in het Spaarne, vanuit Haarlem, of in de Mooie Nel, vanuit de Buiten Liede.
- De dioxine- en PCB-trendfiguren voor de 30-40 cm klasse laten voor Hollands Diep en Volkeraksluizen sinds 2006 een afname zien op productbasis met een afvlakking in de meer recente jaren (2013 – 2021). Concentraties op locatie IJssel, Deventer blijven redelijk constant. 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 in gehalten dioxines en PCB's. 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 zijn arseen en nikkel geanalyseerd en is arseen aangetroffen in deze monsters, maar hiervoor geldt geen ML.
- PFAS-gehalten in de onderzochte monsters variëren van circa 5 tot 47 ng/g product voor de som van de aangetroffen PFAS's. PFOS domineert het profiel. Hoogste gehalten zijn gemeten in aal uit het Braasemermeer. De PFAS-trendfiguren voor de grote aal (53-76 cm) laten voor Hollands Diep, IJssel (Deventer), Lek (Culemborg), Volkeraksluizen en de Rijn bij Lobith sinds 2017 een lichte afname zien op productbasis. Concentraties op locaties IJsselmeer (Medemblik) en Waal (Tiel) blijven redelijk constant.

5 Aanbevelingen

- In 2022 enkele locaties in het IJsselmeer nabij de monding van het Ketelmeer (o.a. richting Lelystad) opnieuw bemonsteren om te onderzoeken of de beleidsregellimieten worden overschreden en om de juistheid van de huidige begrenzing te controleren.
- In 2022 het Ramsdiep (ten oosten van de Ramspolbrug, aan het begin) bemonsteren om de juistheid van de grenzen te controleren.
- De Maas bij Heijnen opnieuw bemonsteren en een besluit nemen of het een geschikte nieuwe trendlocatie is.
- Vanwege overschrijdingen in het Spaarne wordt aanbevolen om in 2022 deze locatie opnieuw te onderzoeken en de vervuiling in aanliggend wateren richting Haarlem (Spaarne) en richting Mooie Nel en Buiten Liede in kaart te brengen door ook hier te bemonsteren.
- Vanwege de geconstateerde overschrijdingen in de Kuil en Poelmeertjes, en nabij de Zaanse Schans wordt aanbevolen om deze locaties ook in 2022 opnieuw te onderzoeken, aangevuld met extra locaties om beter in kaart te krijgen tot waar aal gevangen wordt met gehalten boven de limieten.
- In het licht van de huidige discussie over PFAS's en mogelijke beleidsmatige consequenties wordt aanbevolen om de PFAS-monitoring in aalmonsters te continueren en de resultaten van voorgaande jaren net als dit jaar te presenteren in trendgrafieken.

Literatuur

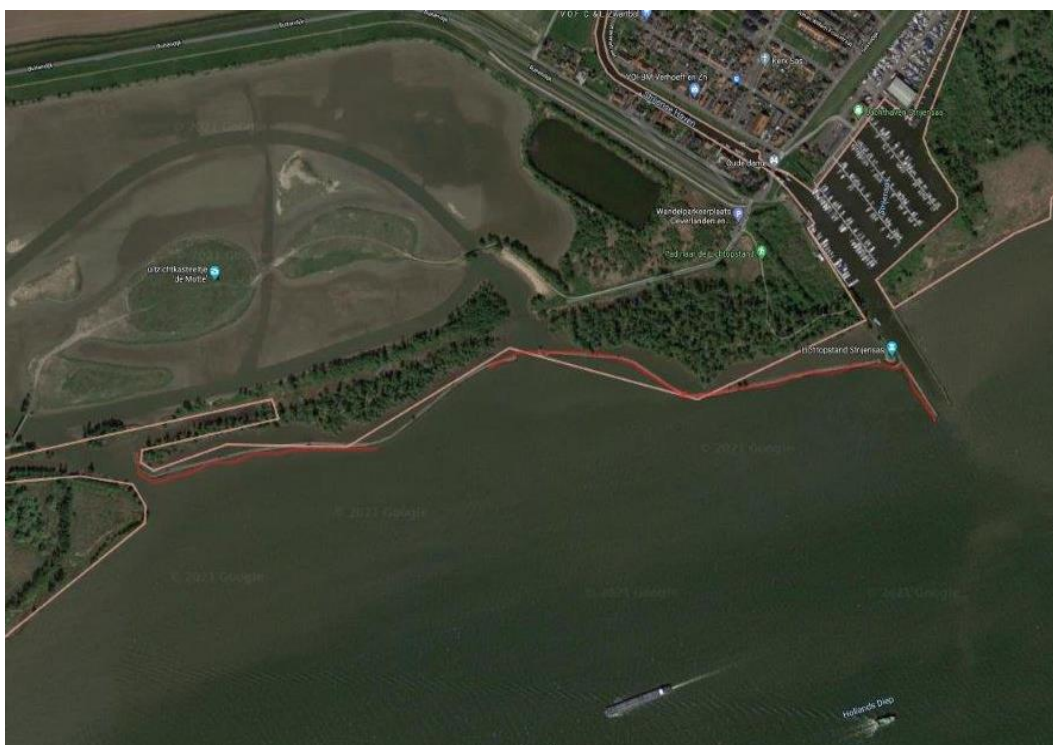
- Buck, R. C., J. Franklin, U. Berger, J. M. Conder, I. T. Cousins, P. de Voogt, A. A. Jensen, et al. 2011. Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: terminology, classification, and origins. *Integr Environ Assess Manag* 7 (4): 513-41. <http://dx.doi.org/10.1002/ieam.258>.
- 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.
- Leenders, L.L., Gerssen, A., Nijrolder, A.W.J.M, Hoogeboom, L.A.P., Kotterman, M.J.J. en Leeuwen, S.P.J. van (2021). "Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2020" WFSR-rapport 2021.008.
- 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.
- 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 2021

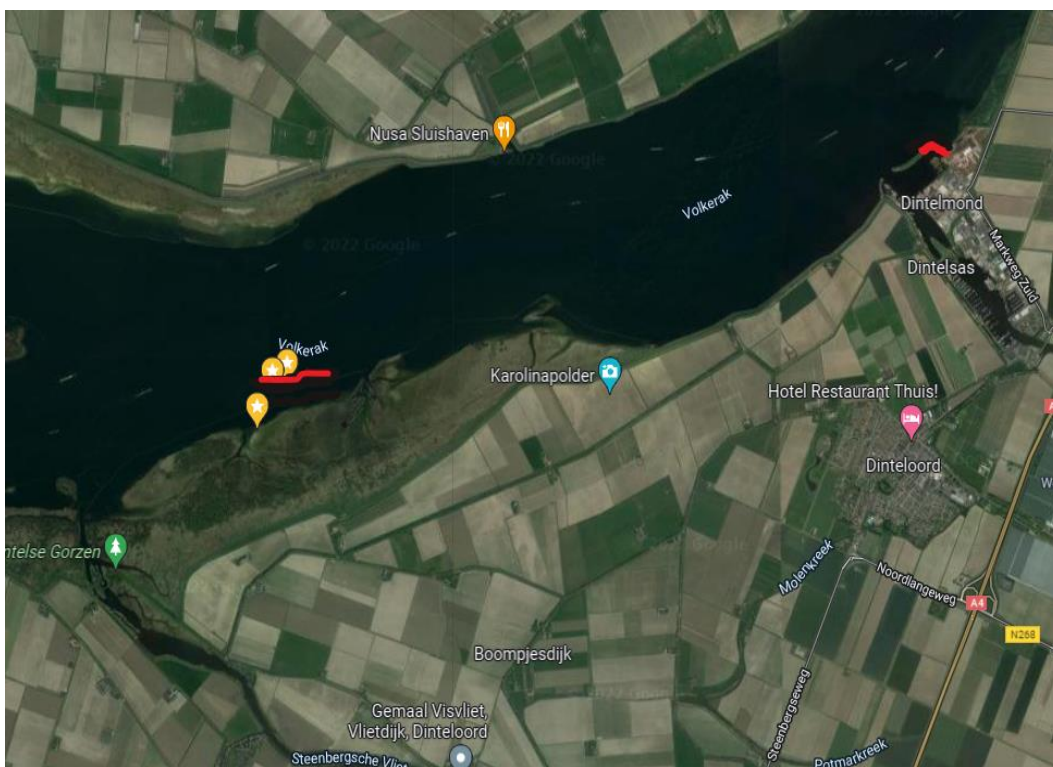
Rijn, Lobith



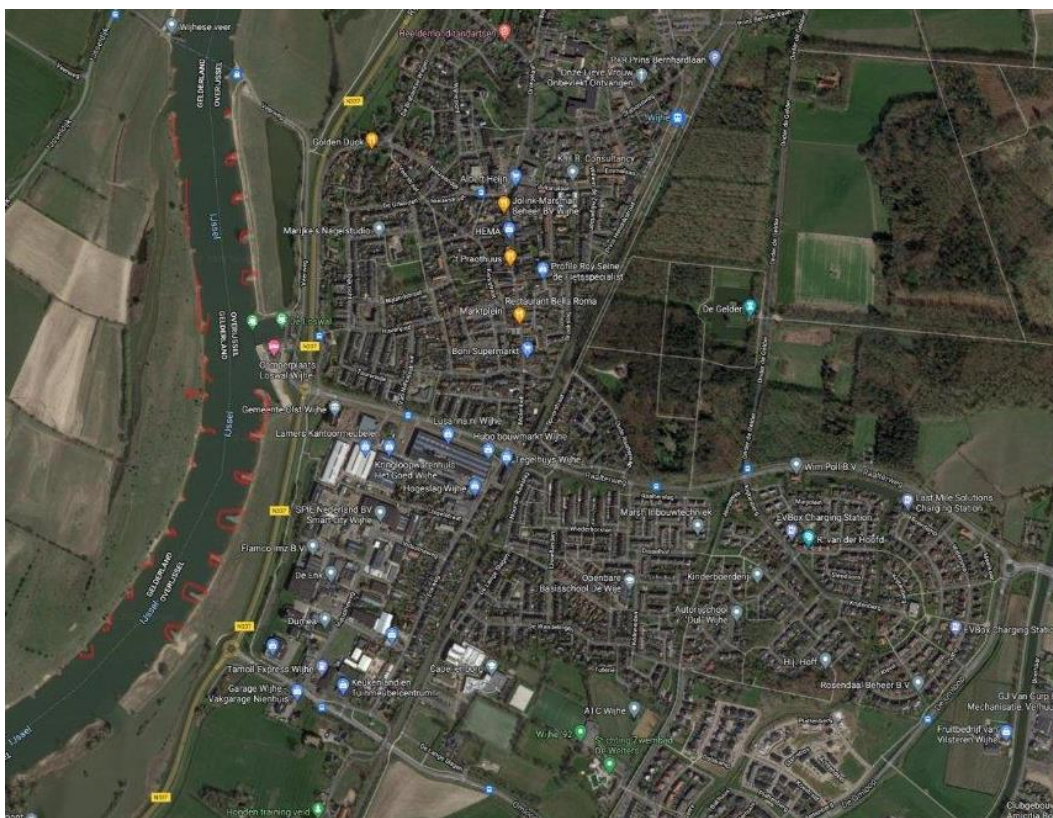
Hollands Diep



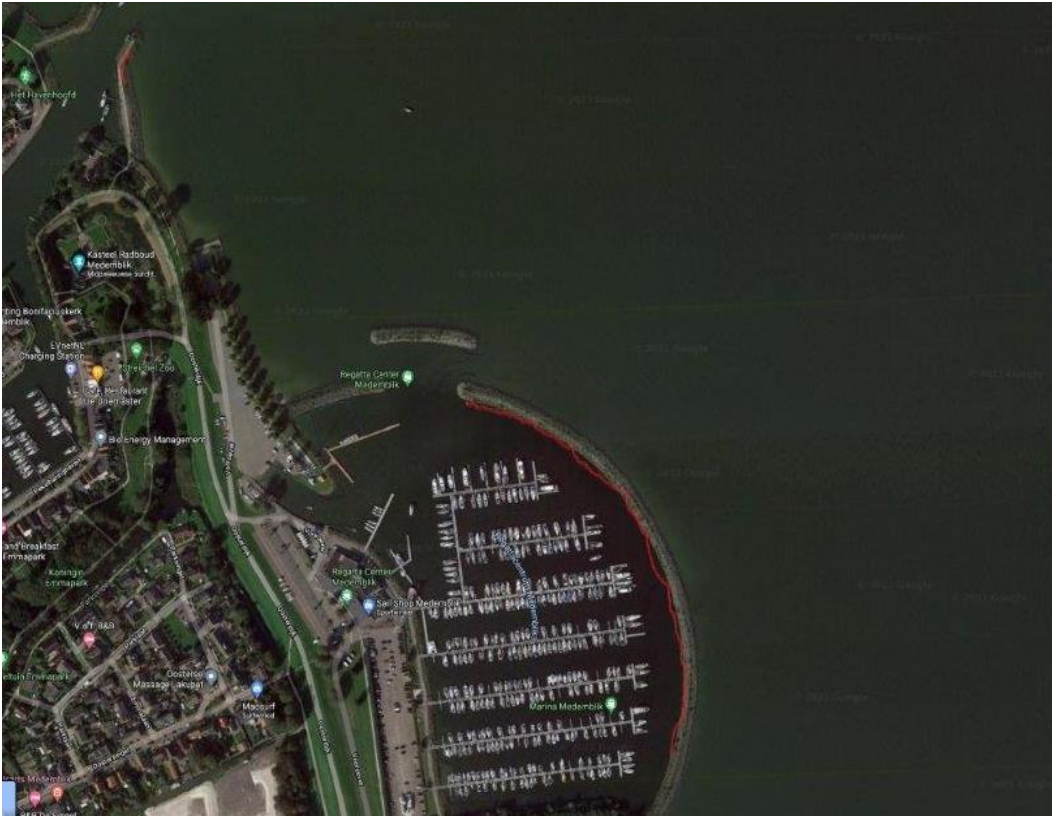
Volkerak, Volkeraksluizen en grens open/gesloten gebied



IJssel, Deventer



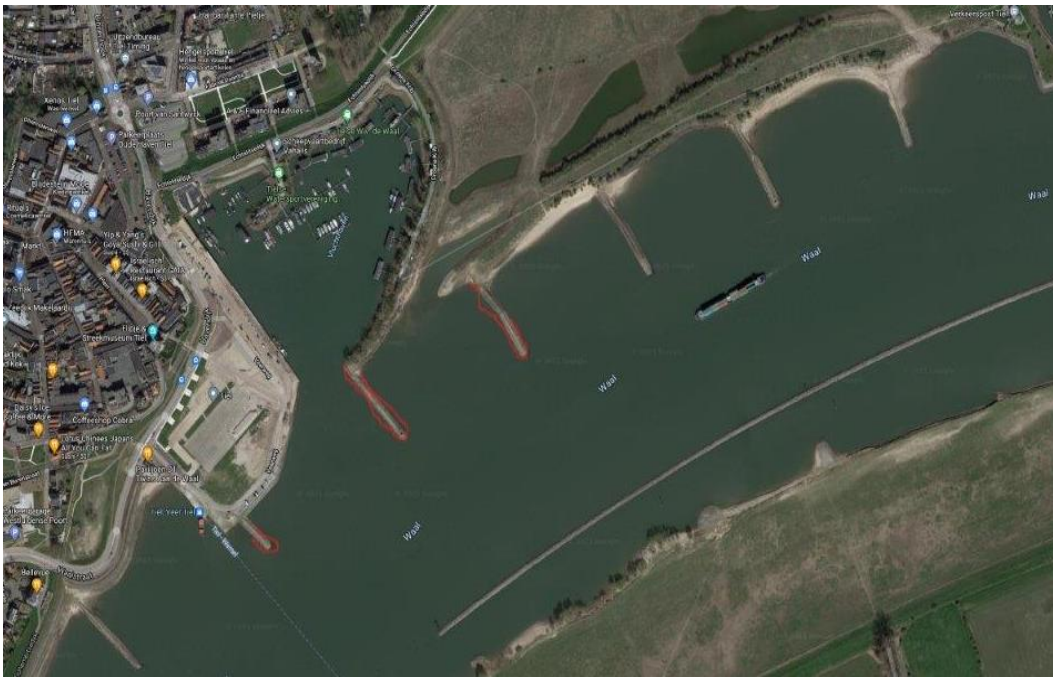
IJsselmeer, Medemblik



Maas, Heijen



Waal, Tiel



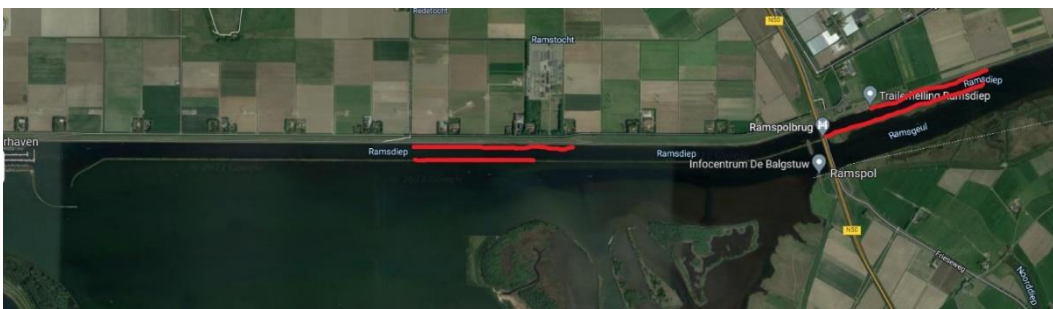
Lek, Culemborg



IJsselmeer, richting Lelystad en voorbij energiecentrale



Ramsdiep, midden tussen Schokkerhaven en Ramspolbrug, en Ramsgeul



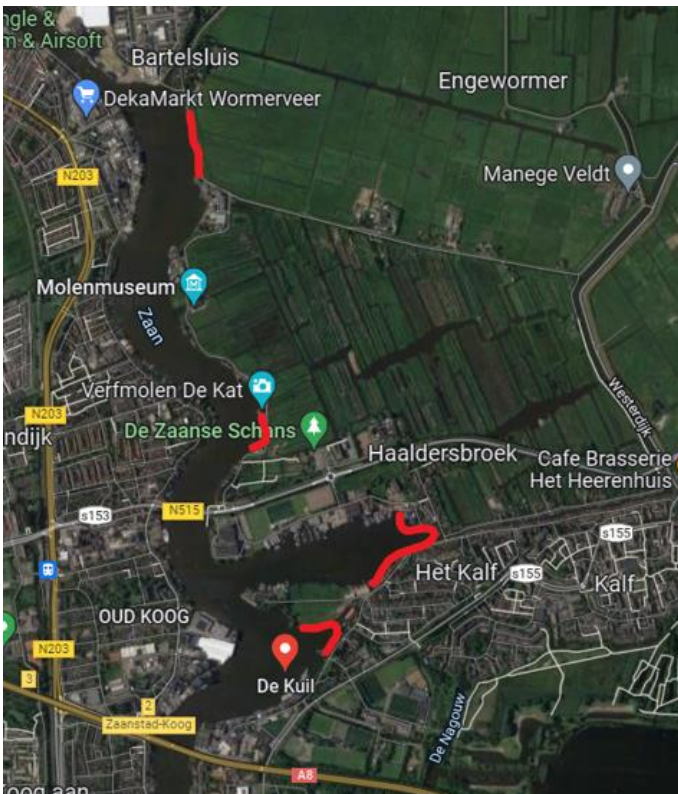
Spaarne, ter Noorden van de Mooie Nel



Roggebotsluis, zuidkant



Kuil en Poelmeertjes, verbonden met de Zaan, en Zaanse Schans



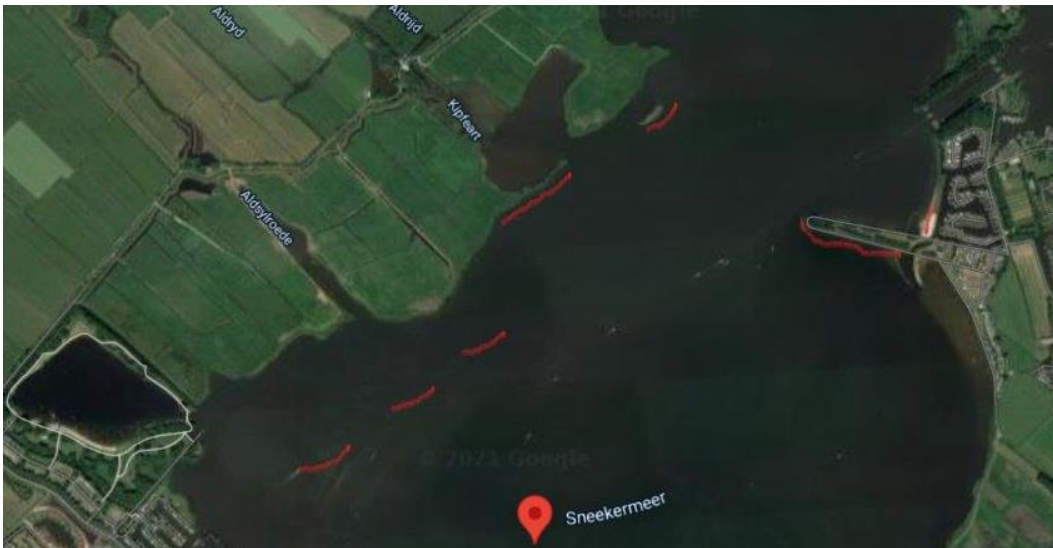
IJsselmeer, Lemmer



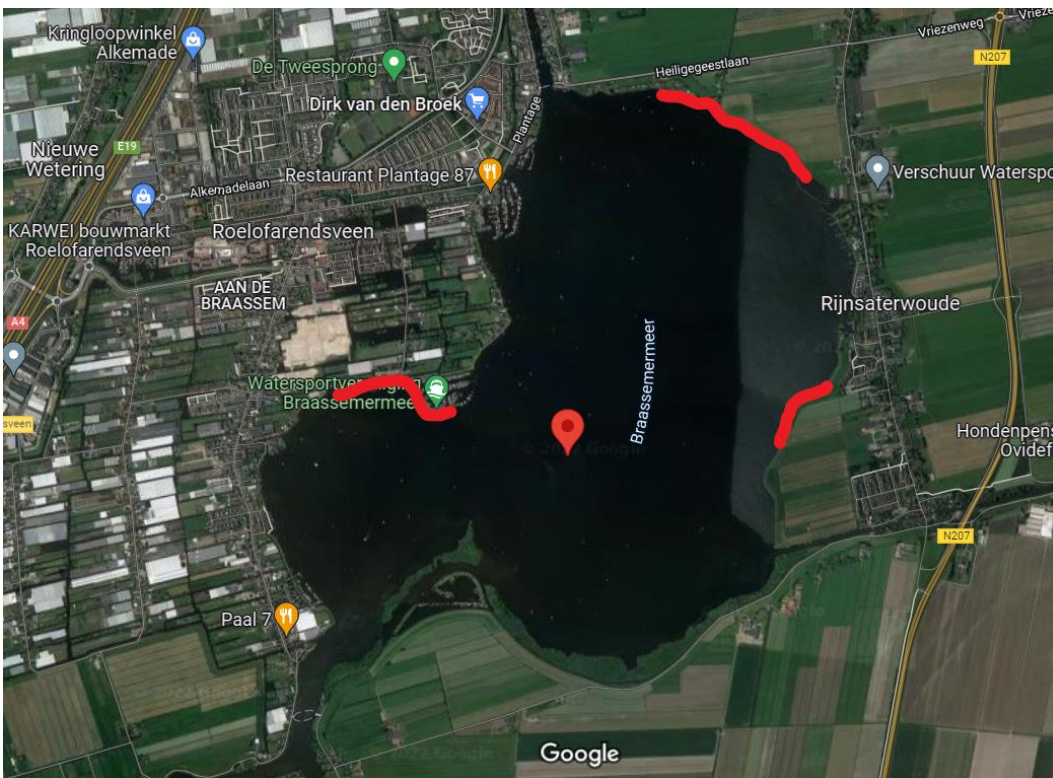
Alkmaardermeer



Sneekemeer



Braasemeer



Chemours, Dordrecht



Havens Amsterdam (1. Mercuriushaven, 2. van Riebeeckhaven, 3. Westhaven)



Bijlage 2 Gegevens van de aalmonsters

Tabel B1 Biologische gegevens van aalmonsters.

Klasse 30-40 cm													
WFSR nr.	WMR nr. 2021/	Vangstlocatie	Trendlocatie?	Gesloten gebied?	Totaal	Aantal man	vrouw	Gem.	Lengte (cm) Max.	Min.	Gem.	Max.	Min.
200639685	1041	Hollands Diep	Ja	Ja	25	3	22	35,0	39,8	30,2	80,6	122	47
200639687	1093	Volkerak, Volkeraksluizen	Ja	Ja	25	6	19	33,9	39,2	30,0	71,2	129	35
200639689	2496	IJssel, Deventer	Ja	Ja	7	2	5	36,4	39,8	30,1	84,1	110	41
Klasse 53-76 cm													
200639684	1015	Rijn, Lobith	Ja	Ja	15	0	15	62,4	74,4	53,8	494	1040	255
200639686	1067	Hollands Diep	Ja	Ja	16	0	16	59,2	75,8	53,5	423	1018	220
200639688	1119	Volkerak, Volkeraksluizen	Ja	Ja	18	0	18	61,2	74,8	53,1	495	811	236
200639690	1145	IJssel, Deventer	Ja	Ja	18	0	18	60,6	71,3	53,4	422	671	279
200639691	1171	IJsselmeer, Medemblik	Ja	Nee	16	0	16	60,5	72,0	53,7	453	774	246
200639692	1197	Maas, Heijen	Ja*	Ja	13	0	13	62,0	72,1	53,2	473	770	255
200639693	1223	Waal, Tiel	Ja	Ja	23	0	23	59,3	70,8	53,2	399	831	245
200639694	1249	Lek, Culemborg	Ja	Ja	14	0	14	62,4	73,0	55,8	475	787	315
200639695	1759	IJsselmeer, richting Lelystad	Nee	Nee	15	0	15	60,5	72,1	53,2	520	981	285
200639696	1785	IJsselmeer, voorbij energiecentrale	Nee	Nee	12	0	12	62,3	74,3	54,1	601	1255	321
200639697	1811	Ramsdiep, midden tussen Schokkerhaven en Ramspolbrug	Nee	Nee	9	0	9	65,2	74,1	53,1	592	966	295
200639698	1837	Ramsdiep, helemaal aan het begin	Nee	Nee	3	0	3	66,2	70,9	60,5	600	714	440
200639699	1863	Ramsgeul	Nee	Nee	3	0	3	55,5	56,2	54,3	344	381	291
200639700	1889	Spaarne, ter Noorden van de Mooie Nel	Nee	Nee	16	0	16	59,8	74,3	53,8	429	903	251
200639701	1915	Roggebotsluis, zuidkant	Nee	Nee	4	0	4	59,3	66,5	54,1	385	585	212
200639702	1987	Kuil en Poel meertjes, verbonden met Zaan	Nee	Nee	8	0	8	61,2	65,1	54,5	475	559	305
200639703	2013	IJsselmeer, Lemmer	Nee	Nee	17	0	17	61,2	73,6	53,1	491	839	295
200639704	2039	Volkerak, grens gesloten/open gebied	Nee	Grens	16	0	16	61,5	74,8	53,1	514	988	286
200639705	2065	Alkmaardermeer	Nee	Nee	13	0	13	61,2	75,8	53,1	469	1018	263

200639706	2091	Sneekermeer	Nee	Nee	14	0	14	61,2	75,7	55,3	469	960	288
200639707	2117	Braasemermeer	Nee	Nee	9	0	9	61,6	68,9	53,2	414	687	225
200639708	2143	Chemours, Dordrecht	Nee	Ja	15	0	15	59,6	71,8	53,1	473	873	286
200639709	2368	Mercuriushaven, Amsterdam	Nee	Ja	16	0	16	60,4	70,3	53,9	423	706	230
200639710	2394	Westhaven, Amsterdam	Nee	Ja	14	0	14	60,6	69,3	53,1	420	747	251
200639711	2420	Van Riebeeckhaven, Amsterdam	Nee	Ja	16	0	16	61,0	70,3	53,1	436	738	271
200639712	2446	Zaanse Schans	Nee	Nee	15	0	15	59,6	71,8	53,1	473	873	286

* Maas Heijen is een alternatieve trendlocatie voor Maas Eijsden.

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	200639684	200639685	200639686	200639687	200639688	200639689	200639690
Opdrachtgevern	2021/1015	2021/1041	2021/1067	2021/1093	2021/1119	2021/2496	2021/1145
Product	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal
Herkomst	RIJN, LOBITH	HOLLANDS DIEP	HOLLANDS DIEP	VOLKERAK (VOLKERA	VOLKERAK (VOLK	IJSSEL, OLST - D	IJSSEL, OLST-DEV
Maat	>53 CM	30-40 CM	>53 CM	30-40 CM	>53 CM	30-40 CM	>53 CM
Vetgehalte (%)	24.2	8.2	23.4	4.5	17.3	6.1	25.9
Dioxins (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.201	0.088	0.190	0.066	0.171	0.074	0.212
1,2,3,7,8-PeCDF	0.272	0.08	0.141	<0.026	0.053	0.05	0.16
2,3,4,7,8-PeCDF	3.89	1.240	2.60	0.70	2.75	0.51	3.98
1,2,3,4,7,8-HxCDF	2.97	1.560	2.87	0.18	0.782	0.49	2.860
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.951	0.392	0.783	0.08	0.341	0.145	0.967
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.529	0.210	0.455	0.072	0.276	0.095	0.530
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.042	<0.033	<0.041	<0.031	<0.033	<0.028	0.04
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.737	0.260	0.763	0.089	0.305	0.060	0.459
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.047	0.03	0.062	<0.013	0.027	<0.016	0.07
OCDF	0.179	0.212	0.213	0.031	0.100	0.071	0.20
2,3,7,8-TCDD	2.45	1.01	2.86	0.438	2.44	0.384	2.99
1,2,3,7,8-PeCDD	0.75	0.216	0.45	0.059	0.42	0.128	0.815
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.254	0.079	0.19	0.021	0.108	0.032	0.288
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.699	0.332	0.598	0.113	0.38	0.14	0.661
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.177	0.055	0.112	<0.022	0.095	0.03	0.212
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.453	0.187	0.414	0.075	0.22	0.098	0.321
OCDD	0.7	0.444	0.745	0.162	0.324	0.25	0.675
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	4.94	1.88	4.62	0.76	3.91	0.77	5.59
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	4.97	1.88	4.63	0.77	3.92	0.77	5.59
Dioxine-like-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	2.31	0.90	2.590	0.80	1.080	0.64	2.760
PCB 077	17.1	8.8	19.5	15.6	15.8	5.5	18.4
PCB 126	162	55	119	21	65.8	28	170.0
PCB 169	31.8	15.4	24.5	5.9	13.7	9.0	32.2
PCB 123	<1600	<636	<1760	<177	<408	<254	<1510
PCB 118	98000	45000	102000	15900	40300	19600	86400
PCB 114	1190	409	909	115	291	200	1020
PCB 105	20700	7710	16500	2830	7020	4080	17700
PCB 167	8270	3880	9050	1580	3530	2200	7920
PCB 156	15600	6510	12300	2630	6080	3530	14300
PCB 157	2640	1190	2260	453	1100	627	2420
PCB 189	1830	972	1700	433	941	603	1740
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	21.60	7.91	17.00	2.99	8.78	4.01	22.00
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	21.60	7.93	17.00	2.99	8.79	4.02	22.00
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	26.50	9.79	21.60	3.75	12.70	4.78	27.50
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	26.60	9.81	21.60	3.76	12.70	4.79	27.60
Non-dioxine-like-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	5.53	2.10	7.85	0.74	2.85	0.83	5.98
PCB 052	43.9	24.7	66.5	7.1	24.1	8.2	46.6
PCB 101	92	39.5	113.0	9.1	30.8	12.0	78.2
PCB 153	299	158	366	63	150	71	270.0
PCB 138	164	79.7	169	29	70.8	40	148.0
PCB 180	95	52.1	108.0	23.4	54.4	27.5	88.3
Totaal ndl-PCB's (lb)	700	356	830	132	333	159	637
Totaal ndl-PCB's (ub)	700	356	830	132	333	159	637

* lb met lower bound detectiegrenzen.

** ub met upper bound detectiegrenzen.

WFSR nr	200639691	200639692	200639693	200639694	200639695	200639696	200639697
Opdrachtgevern	2021/1171	2021/1197	2021/1223	2021/1249	2021/1759	2021/1785	2021/1811
Product	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal
Herkomst	IJSSELMEER N	MAAS, HEIJEN	WAAL, TIEL	LEK, CULEMBORG	IJSSELMEER RI	IJSSELMEER, NET VC	RAMSDIEP, 500-70
Maat	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
Vetgehalte (%)	20.8	21.8	23.5	21.4	26.1	30.8	24.3
Dioxins (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.097	0.142	0.170	0.117	0.085	0.104	0.108
1,2,3,7,8-PeCDF	0.03	0.057	0.16	0.11	0.072	0.08	0.066
2,3,4,7,8-PeCDF	0.85	1.89	3.370	2.55	1.90	2.25	2.11
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.211	0.253	3.560	2.750	0.74	0.712	0.79
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.118	0.106	0.944	0.997	0.345	0.332	0.344
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.097	0.106	0.438	0.458	0.203	0.189	0.170
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.028	<0.032	<0.036	<0.104	<0.078	<0.073	<0.090
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.102	0.090	0.460	0.747	0.170	0.188	0.138
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.015	<0.021	0.06	<0.066	<0.027	<0.030	<0.041
OCDF	<0.020	<0.017	0.14	0.216	0.041	0.05	0.055
2,3,7,8-TCDD	0.35	0.156	3.03	4.46	1.43	1.39	1.72
1,2,3,7,8-PeCDD	0.141	0.222	0.596	0.415	0.236	0.253	0.351
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.037	0.049	0.259	0.268	0.103	0.101	0.148
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.124	0.226	0.61	0.552	0.25	0.255	0.389
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.031	<0.047	0.133	0.115	0.048	0.057	0.061
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.089	0.104	0.4	0.392	0.123	0.136	0.19
OCDD	0.15	0.202	0.588	0.82	0.268	0.317	0.551
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	0.82	1.04	5.26	6.18	2.42	2.50	2.91
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	0.82	1.04	5.26	6.19	2.43	2.51	2.92
Dioxine-like-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	0.363	1.170	1.960	1.930	1.160	0.849	0.84
PCB 077	5.48	14.6	14.80	12.9	11.2	8.8	6.2
PCB 126	22.9	84.0	134.0	131.0	50	52.6	98
PCB 169	4.58	12.90	26.20	30.1	9.9	9.46	18.7
PCB 123	<96.6	<732	<1280	<1750	<582	<438	<623
PCB 118	7350	48700	91500	109000	20800	21400	46100
PCB 114	<63.9	709	1060	828	<490	<183	406
PCB 105	1500	13000	18400	17800	3490	3620	8190
PCB 167	714	5360	7430	9170	1750	1840	3530
PCB 156	1160	12400	13300	15400	3150	3110	7640
PCB 157	203	1750	2370	2900	539	501	1380
PCB 189	158	2480	1650.0	2410	458	437	1050
WHO2005-di-PCB-TEQ (lb)	2.76	11.30	18.30	18.80	6.24	6.47	12.50
WHO2005-di-PCB-TEQ (ub)	2.77	11.30	18.30	18.80	6.27	6.49	12.50
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	3.58	12.40	23.50	25.00	8.65	8.97	15.40
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	3.58	12.40	23.60	25.00	8.69	9.00	15.40
Non-dioxine-like-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	0.64	3.76	6.07	8.29	2.17	2.58	3.42
PCB 052	1.42	22.90	52.7	73.80	10.1	9.76	23.4
PCB 101	3.38	48.70	92.10	101.0	16.4	17.60	43.8
PCB 153	24.30	326.0	277.0	391.0	74	74.5	166
PCB 138	12.40	157.00	150.00	194.0	38.6	38.6	91
PCB 180	8.06	222.00	82.80	130.0	26.0	25.4	56.8
Totaal ndl-PCB's (lb)	50	780	661	898	168	168	384
Totaal ndl-PCB's (ub)	50	780	661	898	168	168	384

* lb met lower bound detectiegrenzen.

** ub met upper bound detectiegrenzen.

WFSR nr	200639698	200639699	200639700	200639701	200639702	200639703	200639704
Opdrachtgevern	2021/1837	2021/1863	2021/1889	2021/1915	2021/1987	2021/2013	2021/2039
Product	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal
Herkomst	RAMSDIEP HELEMAAL /	RAMSGEUL	SPAARNE, TEN NOOR	ROGGEBOTSLUIS (;	KUIL EN POEL MEERT	IJSSELMEER, LEMMER-	GRENS GESLOTEN/OP
Maat	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
Vetgehalte (%)	22.6	11.3	21.7	13.0	22.0	20.5	18.4
Dioxins (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.158	0.044	0.090	0.038	0.287	0.049	0.167
1,2,3,7,8-PeCDF	0.10	<0.048	0.14	<0.034	<0.064	<0.038	<0.059
2,3,4,7,8-PeCDF	1.650	0.78	1.22	0.47	1.98	0.854	2.540
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.483	0.330	0.817	0.148	0.544	0.273	0.583
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.225	0.127	0.239	0.075	0.314	0.147	0.242
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.125	0.071	0.162	0.051	0.213	0.088	0.204
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.076	<0.043	<0.115	<0.037	<0.077	<0.051	<0.079
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.085	0.061	0.159	0.022	0.250	0.060	0.136
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.033	<0.027	<0.059	<0.017	<0.035	<0.019	<0.024
OCDF	0.038	0.03	0.038	<0.016	0.034	<0.023	0.054
2,3,7,8-TCDD	1.1	0.707	0.796	0.19	0.417	0.433	1.41
1,2,3,7,8-PeCDD	0.238	0.159	0.806	0.075	0.525	0.139	0.279
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.078	<0.043	<1.48	0.03	0.137	0.034	0.055
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.298	0.159	0.737	0.112	0.854	0.122	0.24
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.04	<0.022	0.145	0.023	0.119	0.03	0.07
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.178	0.058	0.505	0.046	0.438	0.069	0.114
OCDD	0.416	0.274	0.518	0.112	0.783	0.168	0.25
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	1.98	1.18	2.20	0.45	1.79	0.90	2.61
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	1.99	1.19	2.36	0.46	1.80	0.91	2.62
Dioxine-like-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	0.82	0.43	1.87	0.357	2.53	0.313	1.13
PCB 077	8.01	4.7	14.2	5.67	21.30	3.75	10.80
PCB 126	58.4	36.0	80.8	16.2	88.3	26.3	48.1
PCB 169	10.3	7.65	16.9	3.6	11.5	5.78	9.1
PCB 123	<455	<317	<1330	<159	<626	<247	<523
PCB 118	26000	20700	83300	6440	49100	10300	23500
PCB 114	239	<184	962	<154	532	<238	169
PCB 105	4890	3500	17100	1220	11700	1970	4490
PCB 167	2290	1610	6740	538	4460	878	1910
PCB 156	4130	3170	11900	978	6920	1600	3440
PCB 157	681	580	1900	<176	1210	252	666
PCB 189	545	414	1290	117	684	213	495
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	7.31	4.72	12.30	2.01	11.40	3.26	6.13
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	7.33	4.74	12.30	2.02	11.40	3.27	6.14
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	9.29	5.90	14.50	2.46	13.20	4.16	8.73
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	9.32	5.93	14.70	2.48	13.20	4.18	8.76
Non-dioxine-like-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	2.030	1.22	3.47	<0.486	6.9	<0.773	1.61
PCB 052	10.90	8.3	33.6	2.4	36.5	3.4	9.5
PCB 101	18.70	12.1	46.7	5.4	43.7	7.0	12.4
PCB 153	89.1	71	189	22	135	36	87
PCB 138	51.00	38.2	120.0	11	79	19.1	41.0
PCB 180	28.50	22.5	68.9	7	35.7	12.4	28.0
Totaal ndl-PCB's (lb)	200	154	462	48	336	78	179
Totaal ndl-PCB's (ub)	200	154	462	48	336	79	179

* lb met lower bound detectiegrenzen.

**ub met upper bound detectiegrenzen.

WFSR nr	200639705	200639706	200639707	200639708	200639709	200639710	200639711	200639712
Oprachtgevern	2021/2065	2021/2091	2021/2117	2021/2143	2021/2368	2021/2394	2021/2420	2021/2446
Product	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal
Herkomst	ALKMAARDERMEER	SNEEKERMEER	BRAASEMERMEER ECHT (CHEMOURS)	DAM MERCURIUSHAVEN TERDAM WESTHAVEN M VAN RIEBEEKHAVEN	ZAANESCHANS			
Maat	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
Vetgehalte (%)	20.6	16.0	18.0	19.7	13.2	12.6	12.6	22.5
Dioxins (A0565)								
2,3,7,8-TCDF	0.07	0.03	0.15	0.15	0.10	0.09	0.09	0.34
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.048	<0.038	<0.051	0.11	0.07	<0.074	<0.062	0.12
2,3,4,7,8-PeCDF	0.74	0.52	1.50	1.93	4.17	5.45	5.94	2.70
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.11	0.10	0.38	1.58	1.35	1.59	1.57	0.81
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.09	0.07	0.23	0.43	0.23	0.22	0.26	0.41
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.09	0.07	0.18	0.20	0.18	0.18	0.21	0.27
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.042	<0.035	<0.059	<0.111	<0.072	<0.065	<0.070	<0.083
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.03	0.03	0.14	0.21	0.36	0.13	0.15	0.30
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.021	<0.017	<0.025	<0.048	<0.031	<0.035	<0.035	<0.043
OCDF	<0.018	<0.017	0.04	0.10	0.02	<0.025	<0.027	0.04
2,3,7,8-TCDD	0.17	0.09	0.86	2.12	2.13	2.22	2.61	0.40
1,2,3,7,8-PeCDD	0.30	0.16	0.30	0.34	0.30	0.32	0.35	0.68
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.06	0.04	0.11	0.17	<0.303	0.24	0.27	0.18
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.21	0.15	0.33	0.30	0.57	0.61	0.67	1.14
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.05	0.04	0.10	0.06	0.08	0.07	0.09	0.16
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.10	0.08	0.16	0.21	0.31	0.21	0.32	0.51
OCDD	0.20	0.14	0.29	0.57	0.30	0.33	0.39	0.90
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	0.77	0.45	1.76	3.34	3.94	4.48	5.06	2.24
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	0.77	0.45	1.76	3.35	3.97	4.49	5.06	2.24
Dioxine-like-PCB's								
PCB 081	0.54	0.23	1.05	2.81	1.74	1.39	1.37	1.99
PCB 077	5.04	3.96	14.1	19.10	18.7	9.2	13.4	14.3
PCB 126	24.6	15.2	48	95.8	45.8	35.4	48.3	62.5
PCB 169	4.4	3.2	10.4	19.10	8.7	9.5	10.7	9.6
PCB 123	<191	<91.9	<543	<1430	<579	<598	<594	<649
PCB 118	9700	4460	26000	73100	40500	36800	38900	35600
PCB 114	117	52	152	761	536	514	508	397
PCB 105	2370	989	4120	13000	8960	9650	9920	7480
PCB 167	712	439	2090	5040	2740	3100	3160	3450
PCB 156	1420	913	3690	9490	4800	5630	5310	5610
PCB 157	247	131	695	1850	867	1070	1050	938
PCB 189	134	96	550	1190	495	639	598	673
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	3.04	1.83	6.26	13.30	6.61	5.55	6.94	8.17
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	3.04	1.84	6.27	13.30	6.63	5.57	6.96	8.19
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	3.80	2.28	8.01	16.60	10.50	10.00	12.00	10.40
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	3.81	2.29	8.03	16.70	10.60	10.10	12.00	10.40
Non-dioxine-like-PCB's								
PCB 028	1.09	0.31	1.4	23.90	50.70	10.00	13.00	4.65
PCB 052	3.3	1.2	6.7	109.0	138.0	33.9	46.2	22.8
PCB 101	5.2	2.8	12.4	90.8	31.9	16.5	24.5	27.2
PCB 153	26	17	86	229.0	99	114	115	106
PCB 138	14.7	9.2	40	119.0	50.2	56.9	58.6	58.0
PCB 180	7.2	5.2	29	63.1	31.4	38.4	35.8	32.9
Totaal ndl-PCB's (lb)	57	36	175	635	401	270	293	262
Totaal ndl-PCB's (ub)	57	36	175	635	401	270	293	252

* 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.

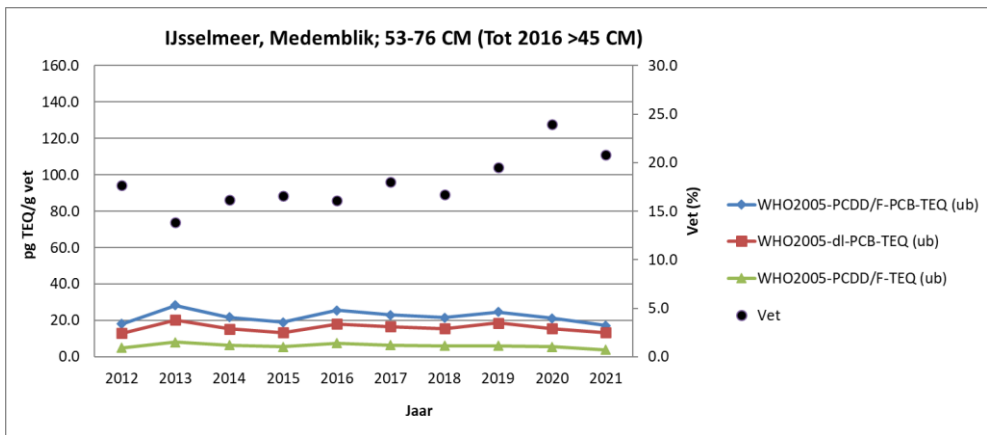
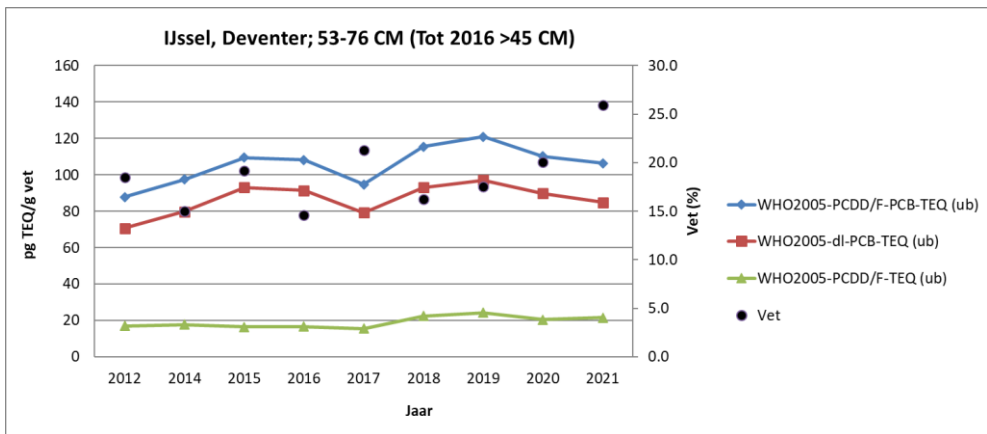
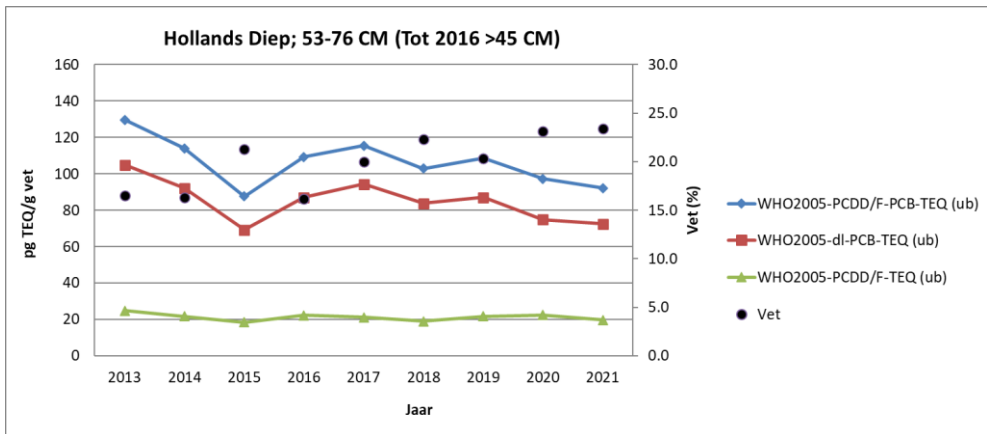
Tabel B3 TEF's van 1998 en 2005.

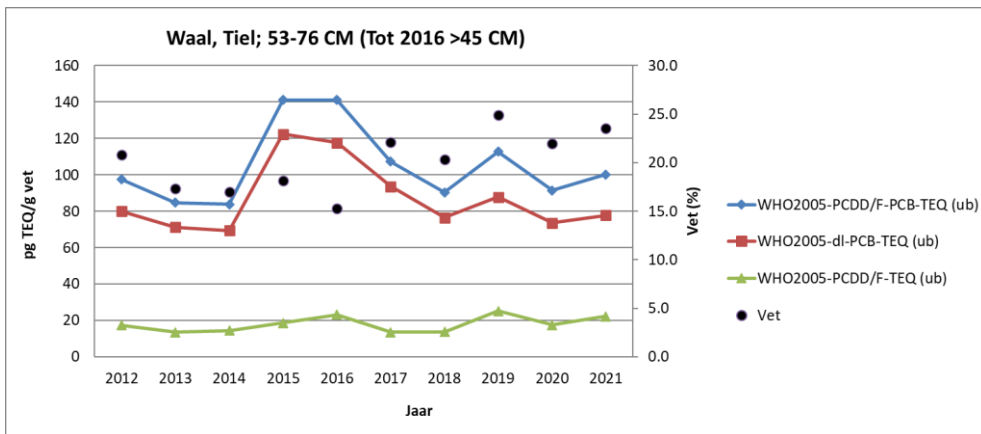
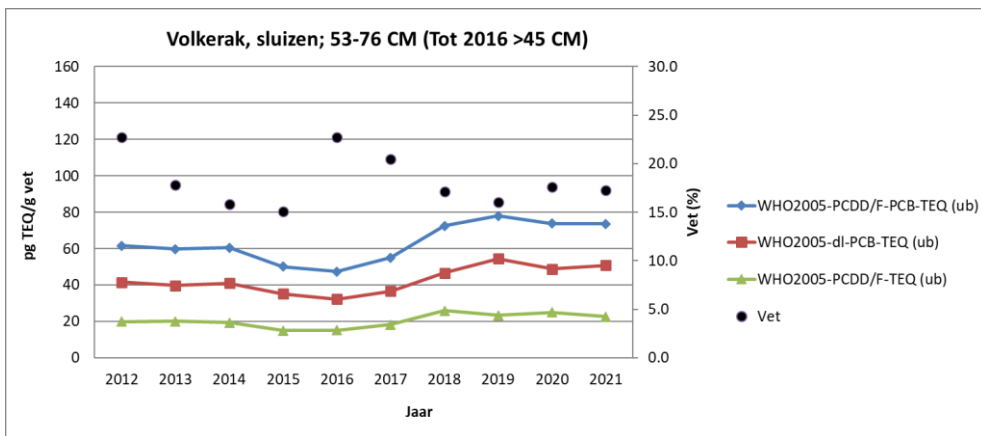
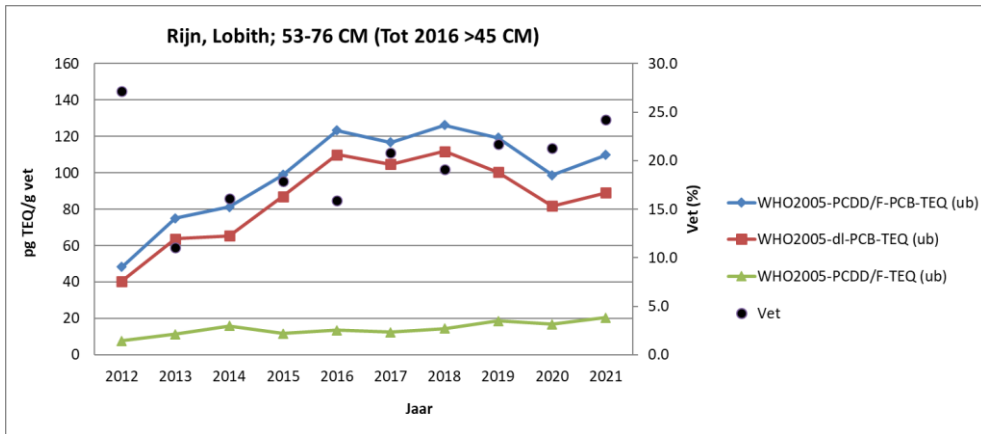
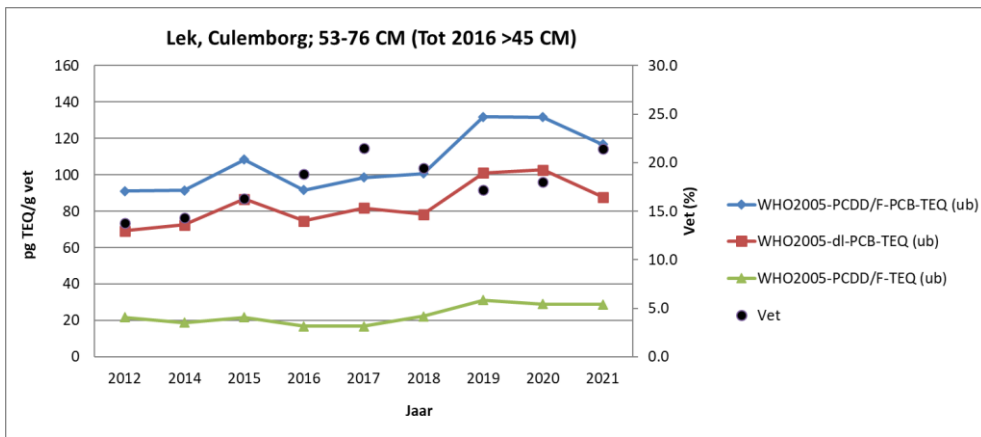
Naam/congeneer	WHO-TEF (1998)	WHO-TEF (2005)
2,3,7,8-TCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	0.03
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	0.3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01
OCDF	0.0001	0.0003
2,3,7,8-TCDD	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 grote aal 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 aal. 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 2021

Tabel B4 *Individuele gehalten van de verschillende PFAS's in mengmonsters aal bemonsterd in 2021. Gehalten zijn in ng/g product. Componenten met een * zijn EFSA 4.*

WFSR nr.	WMR nr. 2021/	Locatie	PFHxA	PFHpA	PFOA*	PFNA*	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFBS	PFHxS*	PFHpS	PFOS*	PFDS	HFPO-DA ('GenX')	Som EFSA 4 (ub)
200639685	1041	Hollands Diep (30-40 cm)	<0,80	<0,20	<0,20	0,24	1,8	<2,0	3,2	<0,50	0,42	<0,080	12,2	<0,40	<0,30	13,1
200639687	1093	Volkerak, Volkeraksluizen (30-40 cm)	<0,80	<0,20	<0,20	0,42	3,7	4,3	5,5	<0,50	0,31	<0,080	14,0	<0,40	<0,30	14,9
200639689	2496	IJssel, Deventer (30-40 cm)	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,6	<2,0	3,0	<0,50	<0,30	<0,080	14,5	<0,40	<0,30	15,2
200639684	1015	Rijn, Lobith	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	2,3	<2,0	4,4	<0,50	0,32	<0,080	10,5	<0,40	<0,30	11,3
200639686	1067	Hollands Diep	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	<0,90	<2,0	<2,0	<0,50	0,34	<0,080	5,6	<0,40	<0,30	6,9
200639688	1119	Volkerak, Volkeraksluizen	<0,80	<0,20	<0,20	0,38	2,9	2,8	3,3	<0,50	<0,30	<0,080	8,8	<0,40	<0,30	9,7
200639690	1145	IJssel, Deventer	<0,80	<0,20	<0,20	0,22	2,2	<2,0	3,6	<0,50	<0,30	<0,080	11,5	<0,40	<0,30	12,3
200639691	1171	IJsselmeer, Medemblik	<0,80	<0,20	0,21	0,43	3,6	4,1	10,5	<0,50	<0,30	<0,080	14,2	<0,40	<0,30	15,1
200639692	1197	Maas, Heijen	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	6,7	7,4	10,6	<0,50	<0,30	<0,080	12,2	<0,40	<0,30	12,8
200639693	1223	Waal, Tiel	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,4	<2,0	2,2	<0,50	<0,30	<0,080	10,1	<0,40	<0,30	10,8
200639694	1249	Lek, Culemborg	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,4	<2,0	2,6	<0,50	0,68	<0,080	11,2	<0,40	<0,30	12,3
200639695	1759	IJsselmeer, richting Lelystad	<0,80	<0,20	<0,20	0,32	4,7	2,4	2,8	<0,50	0,90	<0,080	20,9	<0,40	<0,30	22,3
200639696	1785	IJsselmeer, voorbij energiecentrale	<0,80	<0,20	0,20	0,26	3,5	2,4	2,4	<0,50	0,69	<0,080	26,5	<0,40	<0,30	27,6
200639697	1811	Ramsdiep, midden tussen Schokkerhaven en Ramspolbrug	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	3,1	2,9	3,4	<0,50	0,36	<0,080	14,1	<0,40	<0,30	14,9
200639698	1837	Ramsdiep, helemaal aan het begin	<0,80	<0,20	<0,20	0,36	5,9	6,4	4,9	<0,50	<0,30	<0,080	18,3	<0,40	<0,30	19,2
200639699	1863	Ramsgeul	<0,80	<0,20	<0,20	0,46	5,2	5,4	3,6	<0,50	0,39	<0,080	25,3	<0,40	<0,30	26,4
200639700	1889	Spaarne, ten Noorden van de Mooie Nel	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,8	<2,0	5,1	<0,50	0,51	<0,080	12,4	<0,40	<0,30	13,3
200639701	1915	Roggebotsluis. Zuidkant	<0,80	<0,20	<0,20	0,24	2,1	<2,0	<2,0	<0,50	<0,30	<0,080	8,7	<0,40	<0,30	9,5
200639702	1987	Kuil en Poelmeertjes, verbonden met de Zaan	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	<0,90	<2,0	<2,0	<0,50	<0,30	<0,080	6,1	<0,40	<0,30	6,8
200639703	2013	IJsselmeer, Lemmer	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	<0,90	<2,0	<2,0	<0,50	<0,30	<0,080	5,2	<0,40	<0,30	5,9

WFSR nr.	WMR nr. 2021/	Locatie	PFHxA	PFHpA	PFOA*	PFNA*	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFBS	PFHxS*	PFHpS	PFOS*	PFDS	HFPO-DA (‘GenX’)	Som EFSA 4 (ub)
200639704	2039	Volkerak, grens open/gesloten gebied	<0,80	<0,20	<0,20	0,42	3,2	2,9	3,2	<0,50	<0,30	<0,080	12,6	<0,40	<0,30	13,5
200639705	2065	Alkmaardermeer	<0,80	<0,20	<0,20	0,30	4,6	3,8	4,8	<0,50	<0,30	<0,080	12,1	<0,40	<0,30	12,9
200639706	2091	Sneekemeer	<0,80	<0,20	<0,20	0,23	2,9	3,1	2,7	<0,50	<0,30	<0,080	15,6	<0,40	<0,30	16,3
200639707	2117	Braasemeer	<0,80	<0,20	<0,20	0,58	8,4	8,4	10,5	<0,50	<0,30	<0,080	19,4	<0,40	<0,30	20,4
200639708	2143	Chemours, Dordrecht	<0,80	<0,20	1,5	0,37	2,9	7,6	2,3	<0,50	0,31	<0,080	9,3	<0,40	<0,30	11,5
200639709	2368	Mercuriushaven, Amsterdam	<0,80	<0,20	0,49	0,27	3,0	2,3	4,0	<0,50	1,6	<0,080	16,7	<0,40	<0,30	19,0
200639710	2394	Westhaven, Amsterdam	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,6	<2,0	3,9	<0,50	1,1	<0,080	12,5	<0,40	<0,30	14,0
200639711	2420	Van Riebeeckhaven, Amsterdam	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,5	<2,0	3,6	<0,50	0,67	<0,080	9,3	<0,40	<0,30	10,4
200639712	2446	Zaanse Schans	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,7	2,2	2,3	<0,50	<0,30	<0,080	8,0	<0,40	<0,30	8,7

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

WFSR-rapport 2022.014



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, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 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
wur.nl/food-safety-research

WFSR-rapport 2022.014

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, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 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.

