



# Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren

Resultaten van 2023

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 2023

L.L. Leenders<sup>1</sup>, L.A.P. Hoogenboom<sup>1</sup>, M.J.J. Kotterman<sup>2</sup>, J.C.W. Rijk<sup>1</sup>, S.P.J. van Leeuwen<sup>1</sup>

1 Wageningen Food Safety Research (WFSR)

2 Wageningen Marine Research (WMR)

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

Wageningen, mei 2024

---

WFSR-rapport 2024.005

---

Leenders, L.L., L.A.P. Hoogenboom, M.J.J. Kotterman, J.C.W. Rijk, S.P.J. van Leeuwen, 2024. *Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2023*. Wageningen, Wageningen Food Safety Research, WFSR-rapport 2024.005. 60 blz.; 9 fig.; 3 tab.; 16 ref.

Projectnummer: 122 720 7401

BAS-code: WOT-02-001-014

Projecttitel: Monitoring contaminanten in Nederlandse vis en visserijproducten

Projectleider: L.L. Leenders

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/658863> of op <http://www.wur.nl/food-safety-research> (onder WFSR publicaties).

© 2024 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](mailto:info.wfsr@wur.nl), [www.wur.nl/food-safety-research](http://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 2024.005

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. Viloría Alebesque; N.E. Emmerik
- Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA): Y.M. Huigen; B. Duijnhouwer; E.G. Biesta
- PO IJsselmeer/Vissersbond: R. van Beek
- 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. Meijlis; J.C.W. Rijk
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM): A. Bulder; J. van Klaveren
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO): K. Valk; N. Kamp
- NetVISwerk: J. Visser

---

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>9</b>
<b>2 Materiaal en methoden</b>	<b>12</b>
2.1 Bemonstering rode aal	12
2.2 Samenstelling monster	12
2.3 Analyses van dioxines en PCB's	12
2.3.1 Vetextractie	12
2.3.2 Opwerking van geëxtraheerd vet met de DexTech	13
2.3.3 Bepaling van dioxines en PCB's	13
2.4 Analyse van PFAS's	13
2.4.1 Extractie	13
2.4.2 Opwerking extract	14
2.4.3 Analyse van PFAS's	14
2.5 Analyse van zware metalen	14
2.5.1 Ontsluiting van zware metalen uit matrix	14
2.5.2 Analyse van cadmium, lood, arseen, kwik en nikkel	14
2.6 Kwaliteitsborging	14
<b>3 Resultaten</b>	<b>15</b>
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 Ramsdiep/Ramsgeul en monding Ketelmeer	17
3.1.4 Situatie Spaarne	19
3.1.5 Situatie Kuil en Poel meertjes en de Zaan	20
3.1.6 Situatie Braassemermeer	21
3.1.7 Trends in gehalten in grote aal	22
3.2 PFAS's in mengmonsters aal	25
3.2.1 Trends in gehalten grote aal	27
3.3 Zware metalen in mengmonsters aal	30
<b>4 Conclusies</b>	<b>31</b>
<b>5 Aanbevelingen</b>	<b>32</b>
<b>Literatuur</b>	<b>33</b>
<b>Bijlage 1 Aanpassen bemonstering van grote aalen en implementatie van de beleidsregel</b>	<b>34</b>
<b>Bijlage 2 Vangstlocaties 2023</b>	<b>35</b>
<b>Bijlage 3 Gegevens van de aalmonsters</b>	<b>46</b>
<b>Bijlage 4 Analyseresultaten voor vet, dioxines en PCB's in rode aal</b>	<b>47</b>
<b>Bijlage 5 Maximumgehalten voor dioxines en PCB's</b>	<b>51</b>
<b>Bijlage 6 Trends in TEQ-gehalten in grote aal 53-76 cm (tot 2016 &gt;45 cm), uitgedrukt op vetbasis</b>	<b>53</b>
<b>Bijlage 7 Resultaten PFAS's in mengmonsters aal 2023</b>	<b>56</b>

---

---

# Samenvatting

In 2023 is in het kader van het monitoringsprogramma "Contaminanten in vis uit Nederlandse binnenwateren" aal op 22 locaties bemonsterd. Hiervan lagen 9 locaties binnen het voor aalvisserij gesloten gebied, 3 locaties op de grens tussen open en gesloten gebied en waren er 10 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). Voor de aal in deze lengteklasse is gestreefd naar 15 alen per mengmonster. De streefaantallen zijn voor de meeste locaties (zo goed als) behaald. Op enkele locaties werden ondanks grote inspanning minder dan 15 alen gevangen in de gewenste lengteklassen (er is niet voor gekozen om met alen uit aangrenzende lengteklassen het totaal op 15 alen te krijgen). Daarom wordt er aangenomen dat het toch representatieve monsters betreft, voor dat moment. Van de gevangen rode alen zijn in 2023 mengmonsters samengesteld voor de lengteklasse 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 (Verordening (EU) 2023/915).

Van de 22 onderzochte monsters grote aal overschrijden 9 monsters één of meerdere ML's voor dioxine-TEQ, totaal-TEQ of ndl-PCB's. Aanvullend overschrijden mengmonsters aal van de locaties Maas bij Heijen, IJsselmeer (richting Lelystad, bocht halverwege), Spaarne (richting Haarlem tot aan Waarderbrug), Binnen Liede tussen brug A200 en brug R106 en de Zaan tussen de A8 en Wormerveer één of meerdere beleidsregellimieten.

Het gehalte totaal-TEQ in rode aal gevangen tussen Lelystad en de Ketelbrug (bocht halverwege), overschrijdt de beleidsregellimiet voor totaal-TEQ. Deze locatie ligt in het gebied dat opengesteld is voor aalvisserij. In het Spaarne gebied overschrijdt de aal vanuit het Spaarne, richting Haarlem tot aan de Waarderbrug, de beleidsregellimieten voor totaal-TEQ en totaal ndl-PCB's. Dit gebied is opengesteld voor visserij. Ook aal uit het Binnen Liede, wat verbonden is met het Spaarne via de Mooie Nel, overschrijdt de beleidsregellimieten voor totaal-TEQ en totaal ndl-PCB's.

Het huidige rapport geeft de gegevens van voorgaande jaren weer voor de trendlocaties, aangevuld met de resultaten van 2023. Op een enkele locatie is een verhoogd gehalte gevonden t.o.v. voorgaande jaren, 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 (Verordening (EU) 2023/915). Arseen werd ook aangetroffen, maar voor arseen is geen ML vastgesteld, en kunnen de gehalten niet aan een ML getoetst worden. De gesommeerde gehalten van de geanalyseerde PFAS's variëren van ongeveer 3 tot 47 µg/kg product, waarbij PFOS de belangrijkste bijdrage levert (45-75%). Hoogste gehalten werden aangetroffen in aal uit het Ramsdiep (van Ramspolbrug richting Westen), het IJsselmeer richting Lelystad (bocht halverwege) en in de Overijsselse Vecht. Alle gehalten van PFAS's voldeden aan de geldende ML's (Verordening (EU) 2023/915). Door de toegenomen aandacht voor PFAS's zijn sinds enkele jaren de gegevens van voorgaande jaren weergegeven voor de trendlocaties, aangevuld met de resultaten van 2023. Op een aantal locaties leek de afgelopen jaren een lichte afname aanwezig te zijn, echter stegen de gehalten op die locaties in 2023 weer iets. Over het algemeen bleven de concentraties redelijk constant.





---

# 1 Inleiding

Aal uit vervuilde gebieden, doorgaans rivieren en kanalen in Nederland, bevat verhoogde gehalten aan contaminanten. Uit eerder onderzoek (Leenders et al., 2020/2021/2022/2023, 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 gesteld<sup>1</sup>. 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 is 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)vangst in een aantal wateren per 2015, 2017 en 2021<sup>2</sup>. Tevens zijn enkele locaties door gedaalde gehalten weer geopend voor visserij. Daarvoor zijn beleidsregellimieten vastgesteld (zie Bijlage 1).

Het aal-monitoringsonderzoek, beschreven in deze rapportage, heeft tot doel om trends in de dioxine- en PCB-gehalten te volgen 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. Maas (Heijen) lijkt een redelijke vervangende locatie te zijn.

In het verleden werd op de trendlocaties alleen aal van 30-40 cm bemonsterd en soms groter dan 45 cm. Sinds 2016 worden grotere alen (53-76 cm) bemonsterd, omdat deze alen het grootste gewichtspercentage van de beroepsmatige vangst uitmaken (zie Bijlage 1). Op 3 locaties werd tot 2022 ook jaarlijks nog gekeken naar de klasse 30-40 cm. Het beeld van de resultaten van kleine aal (30-40 cm) blijft hetzelfde, de monsters zijn minder vet dan die van de grote aal, de gehalten zijn veelal lager en er is weinig extra informatie uit te halen. In 2023 is er dus besloten om kleine aal nog maar eens in de 5 jaar te bemonsteren en te monitoren, en meer te focussen op extra locaties voor grote aal.

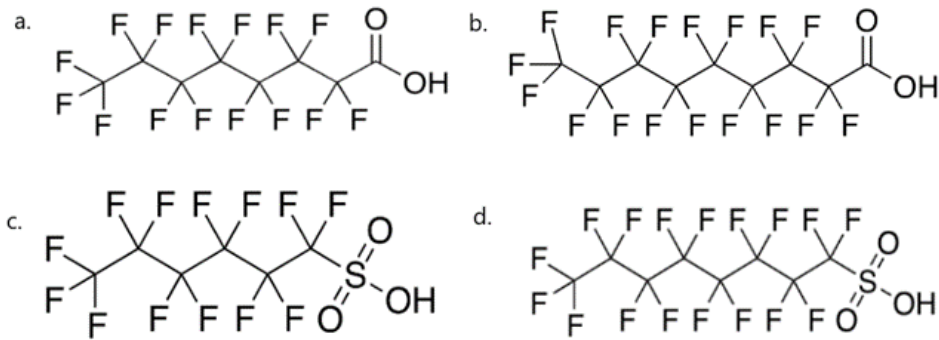
De normen voor deze contaminanten in vis worden uitgedrukt op versgewichtsbasis. In 2013 is een studie gedaan naar trends van dioxine- en PCB-gehalten in rode aal over de periode 2006-2012 (van Leeuwen et al., 2013). Daaruit kwam naar voren dat op vetbasis nauwelijks een afnemende trend waarneembaar 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, die grotendeels verklaard kunnen worden door schommelingen in het vetgehalte. Deze schommelingen komen voornamelijk voor in aal van 30-40 cm, en kunnen verklaard worden door de geslachtssamenstelling binnen een mengmonster: vrouwelijke alen tussen de 30-40 cm hebben over het algemeen een lager vetgehalte dan de mannelijke alen 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 niet in de klasse 53-76 cm, omdat die geheel uit vrouwtjes bestaat.

---

<sup>1</sup> Verordening (EU) nr. 2023/915 van de Commissie van 25 april 2023 betreffende maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen en tot intrekking van Verordening (EG) nr. 1881/2006.

<sup>2</sup> <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 perfluorooctazuur (PFOA) en perfluorooctaansulfonaat (PFOS), beiden weergegeven in Figuur 1. Een aantal andere PFAS's zijn weergegeven in Tabel 1; deze hebben een vergelijkbare functionele groep maar een verschillende koolstofketenlengte. Een aantal PFAS's zijn in ons voedsel aangetoond (Noorlander et al., 2011, RIVM 2023), inclusief een breed scala aan vissen, schaal- en schelpdieren (Zafeiraki et al., 2019). Deze studie onderschrijft dat PFAS's voorkomen in het zoetwatermilieu en deels accumuleren in aal. Met name PFOS, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTrDA en PFTeDA accumuleren in aal.



**Figuur 1** Chemische structuur van de EFSA-4 PFAS's: a. PFOA, b. PFNA, c. PFHxS en d. PFOS.

De EFSA heeft in 2020 een nieuwe TWI afgeleid van 4,4 ng/kg lg per week voor de som van PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS op basis van effecten op het immuunsysteem bij de mens. Voor andere PFAS's ontbraken data voor effecten op het immuunsysteem en andere effecten treden pas op bij veel hogere doseringen. EFSA berekende ook dat een groot deel van de Europese bevolking de veilig geachte inname overschrijdt. Daarbij is vis één van de belangrijkste bronnen. Daarom zijn door de EC en de lidstaten ML's voor de EFSA-4 PFAS's (PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS) in o.a. vis en schaal- en schelpdieren vastgesteld in het kader van Verordening (EU) 2023/915, die in werking zijn getreden op 1 januari 2023. Deze ML's (zie Tabel 1 voor de ML's geldende voor aal) houden rekening met de aangetroffen gehalten maar moeten uiteindelijk resulteren in een lagere blootstelling van de bevolking.

In dit rapport worden de resultaten van rode aal, gevangen in 2023, beschreven. Naast dioxines en PCB's en PFAS's zijn de monsters van de trendlocaties ook onderzocht op aanwezigheid van zware metalen als lood, kwik, nikkel, cadmium en arseen.

**Tabel 1**    *Overzicht van enkele bekende PFAS's. Componenten met een \* horen bij de EFSA-4 PFAS's.*

<b>Afkorting</b>	<b>Component</b>	<b>ML's geldend voor aal per 1 januari 2023 (µg/kg)</b>
Zuren:		
PFBA	Perfluorobutaanzuur	
PFPeA	Perfluoropentaanzuur	
PFHxA	Perfluorohexaanzuur	
PFHpA	Perfluoroheptaanzuur	
PFOA *	Perfluorooctaanzuur	8,0
PFNA *	Perfluorononaanzuur	8,0
PFDA	Perfluorodecaanzuur	
PFUnDA	Perfluoroundecaanzuur	
PFDoDA	Perfluorododecaanzuur	
PFTTrDA	Perfluorotridecaanzuur	
PFTeDA	Perfluorotetradecaanzuur	
Sulfonaten:		
PFBS	Perfluorobutaansulfonaat	
PFHxS *	Perfluorohexaansulfonaat	1,5
PFHpS	Perfluoroheptaansulfonaat	
PFOS *	Perfluorooctaansulfonaat	35
PFDS	perfluorodecaansulfonaat	
Overig:		
GenX (HFPO-DA)	Perfluor-2-propoxypropanzuur	
Som PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS (lb)		45

---

## 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 en PFAS's voor alle locaties, alsmede 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 2023. Alle locaties zijn met behulp van electrovisserij bemonsterd. De locaties van de monsternamen zijn weergegeven m.b.v. Google Maps in Bijlage 2.

### 2.2 Samenstelling monster

Er zijn 22 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 3 (aantallen, gemiddelde lengte en gewicht en geslachtsverhouding van de aal die verwerkt zijn in de mengmonsters).

Voor de aal (lengteklasse 53-76 cm) is conform de aanbevelingen in Kotterman (2016) gestreefd naar 15 alen. De streefaantallen zijn voor de meeste locaties (zo goed als) behaald. Op de locaties Maas bij Heijen, IJsselmeer (richting Lelystad), Overijsselse Vecht, het Spaarne en het Reevediep/Drontermeer werden 14 alen gevangen binnen de gewenste lengteklassen (zie Bijlage 3). Echter, het ging gepaard met een grote inspanning en nog langer doorvissen zou naar verwachting niet tot een groter aantal alen hebben geleid in de gewenste lengteklassen (er is niet voor gekozen om met alen uit aangrenzende lengteklassen het totaal op 15 alen te krijgen). Daarom wordt er aangenomen dat het toch een representatief monster betreft, voor dat moment. De Maas bij Heijen is wederom bemonsterd als mogelijke nieuwe trendlocatie, vanwege teruglopende vangsten op de locatie Maas bij Eijsden in de afgelopen jaren. De vangst dit jaar is met 14 alen ruim hoger dan de vangst bij Eijsden, dus het lijkt erop dat de Maas bij Heijen gebruikt zou kunnen worden als nieuwe trendlocatie. In de komende jaren zal deze locatie daarom wederom bemonsterd worden. Voor aal in de categorie 53-76 cm geldt dat de alen altijd vrouwelijk zijn, dus het geslacht is niet verder vastgesteld.

### 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 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 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 <sup>13</sup>C-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 drie zuiveringskolommen. Ten eerste gaat het vet door een zure-silicakolom met zilvernitraat, waar het vet geoxideerd en verwijderd wordt en waar onzuiverheden worden neergeslagen. Vervolgens wordt het eluaat over een aluminiumoxide-kolom geleid, 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 dl-PCB's en de ndl-PCB's (fractie 'A'). De koolkolom wordt vervolgens in een 'reversed' mode gespoeld om de dioxines en non-ortho gesubstitueerde dl-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 PCB's

Een aliquot van fractie 'A' en 'B' werd achtereenvolgens met gaschromatografie-hoge resolutie massaspectrometrie (GC/HRMS) geanalyseerd. De GC (Agilent 7890B of Thermo trace 1310) 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 <sup>13</sup>C-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. In overeenstemming met 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 met 95% zekerheid 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 <sup>13</sup>C-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 5 ml Ultra LC-MS grade water toegevoegd. 2 ml daarvan werd overgeschonken in een nieuwe kunststof buis van 50 ml en opnieuw gecentrifugeerd.

---

## 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 Ultra LC-MS grade 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 Ultra LC-MS grade water) en een injectiestandaardenmix ( $^{13}\text{C}_8$ -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 (Luna Omega 1.6 $\mu\text{m}$  PS  $\text{C}_{18}$  100A, 100 mm x 2,1 mm i.d.). De componenten werden gescheiden met een gradiënt van 2 mM ammoniumacetaat in Ultra LC-MS grade water en acetonitril. Eventuele PFAS's vanuit het LC-systeem werden vertraagd over een isolator kolom (Gemini 3  $\mu\text{m}$   $\text{C}_{18}$  110A, 50 mm x 3,0 mm i.d.) zodat ze niet tegelijk met de PFAS's vanuit de monsteroplossingen werden gedetecteerd. Voor detectie werd een SCIEX QTRAP7500 MS/MS gebruikt, waarbij zowel de natieve als  $^{13}\text{C}$ -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 zware metalen (cadmium, lood, arseen, kwik en nikkel) werden de mengmonsters aal bij kamertemperatuur gehomogeniseerd. Vervolgens werd 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  $^{111}\text{Cd}$ ,  $^{202}\text{Hg}$  en  $^{208}\text{Pb}$ . Arseen en nikkel werden gemeten in de KED (kinetic energy discrimination) modus waarbij gebruik gemaakt werd van helium als botsingsgas om interferenties op isotopen  $^{75}\text{As}$  en  $^{60}\text{Ni}$  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 (n)dl-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 2023. Voor dioxines en PCB's en PFAS's zijn ter vergelijking gegevens van eerdere jaren toegevoegd voor de trendlocaties.

### 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 2023 bemonsterde locaties. Bijlage 4 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 Verordening (EU) 2023/915 (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 ML's 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 (zie Bijlage 1). In praktijk resulteert dit in vijf locaties waar (een deel van) de gehalten lager dan de ML, maar hoger dan deze beleidsregellimieten zijn; 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 Bijlage 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 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 Verordening (EU) 2023/915, rekening houdend met de meetonzekerheid. In grijs is aangegeven welke monsters grote aal lager dan de ML maar hoger zijn dan de limieten in de beleidsregel<sup>3</sup>.

WFSR nr.	WMR nr. 2023/	Vangstlocatie	Gesloten gebied?	Lengteklasse (cm)	Vetgehalte (%)	WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub) (pg/g)	WHO2005-di-PCB-TEQ (ub) (pg/g)	WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub) (pg/g)	Totaal ndl-PCB's (ub) (ng/g)
200688104	1146	Hollands Diep	Ja	>53	16.2	3.8	15.4	19.2	740
200688105	1172	Volkerak, Volkeraksluizen	Ja	>53	21.0	5.1	11.1	16.2	507
200688106	1198	Waal, Tiel	Ja	>53	26.9	5.4	16.7	22.1	596
200688107	1224	IJssel, Deventer	Ja	>53	21.5	3.2	13.7	16.8	442
200688108	1250	Rijn, Lobith	Ja	>53	18.0	3.7	14.2	17.8	509
200688109	1276	Lek, Culemborg	Ja	>53	18.2	6.3	15.4	21.7	785
200688110	1302	IJsselmeer, Medemblik	Nee	>53	18.5	1.2	3.0	4.3	56
200688111	1328	Maas, Heijen	Ja	>53	16.9	0.9	9.1	10.0	609
200688112	1354	IJsselmeer, ri Lelystad, bocht halverwege	Nee	>53	24.9	2.8	7.1	10.0	199
200688113	1380	Overijsselse Vecht, monding ZM en stroomopwaarts	Nee	>53	14.4	0.7	4.5	5.2	120
200688114	1406	Schokkerhaven	Ja	>53	20.7	3.4	12.8	16.2	393
200688115	1432	Ramsdiep, van Ramspolbrug ri Westen	Grens	>53	19.7	1.7	6.7	8.4	207
200688116	1458	Spaarne, ri Haarlem tot aan Waarderbrug	Nee	>53	12.0	1.4	8.4	9.7	297
200688117	1510	Binnen Liede, tussen brug A200 en brug R106	Nee	>53	14.3	1.2	7.7	8.9	273
200688118	1536	Zaan, tussen A8 t/m Wormerveer	Nee	>53	18.4	1.5	6.6	8.1	205
200688119	1562	Braassemermeer	Nee	>53	16.3	3.5	8.7	12.2	251
200688120	1588	Westeinderplassen	Nee	>53	10.4	0.6	2.3	2.9	53
200688121	1614	Volkerak, Dintelsas kant	Grens	>53	15.7	2.4	5.7	8.1	171
200688122	1640	Volkerak, tegenover Dintelsas kant	Grens	>53	12.6	1.7	4.4	6.2	173
200688123	1787	Reeuwijkse plassen	Nee	>53	18.3	0.5	2.6	3.2	46
200688124	1813	Reevediep / Drontermeer	Nee	>53	15.6	0.6	2.0	2.6	55
200690393	2033	Noordzeekanaal buitenzijde	Ja	>53	21.6	1.8	4.3	6.1	102

ub = upperbound gehaltenes.



### 3.1.1 Limietoverschrijding dioxine-TEQ en totaal-TEQ

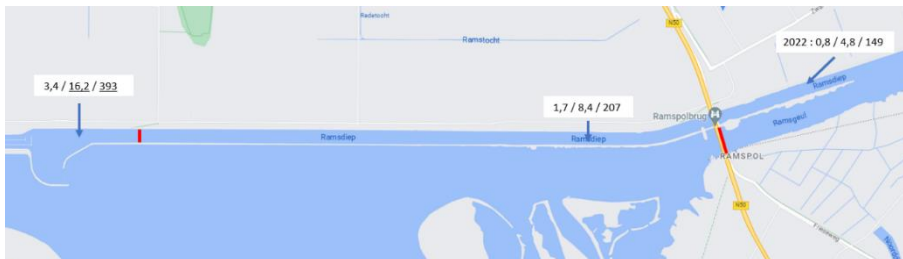
Van de 22 mengmonsters grote aal (53-76 cm) overschreden de monsters uit het Volkerak, de Waal (Tiel) en de Lek (Culemborg) de ML voor dioxines. De totaal-TEQ ML werd overschreden op 8 van de 22 locaties (zie Tabel 2), rekening houdend met de meetonzekerheid van 10% (zie Paragraaf 2.3). De hoogste gehalten werden gemeten in mengmonsters aal afkomstig uit het Hollands Diep, de Waal (Tiel) en de Lek (Culemborg). Toepassing van de beleidsregellimiet resulteert in nog vier additionele locaties met overschrijdingen (Maas (Heijen), IJsselmeer richting Lelystad (bocht halverwege), Spaarne en Binnen Liede). De overschrijdingen van de beleidsregellimiet betreffen voornamelijk gebieden die gesloten zijn voor visserij, maar ook een aantal open gebieden zoals de locatie in het IJsselmeer, het Braassemmeer, het Spaarne en de Binnen Liede. Op sommige locaties moeten de resultaten met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden vanwege een lager monsteraantal (zie Paragraaf 2.2). De concentraties in aal uit het IJsselmeer zijn het hoogst bij Lelystad en worden lager in Noordelijke richting bij Medemblik. In het Volkerak zijn de gehalten het hoogst rondom de sluizen en worden deze lager in Westelijke richting naar Dintelsas. In aal draagt de dioxine-TEQ meestal circa 20% bij aan de totaal-TEQ, maar dat kan wat variëren per locatie.

Aal van de locaties IJsselmeer bij Medemblik, Overijsselse Vecht, Ramsdiep (van Ramspolbrug richting Westen), de Zaan (tussen A8 en Wormerveer), de Westeinderplassen, Reeuwijkse plassen en het Reevediep/Drontermeer, het Volkerak (Dintelsas kant en er tegenover) en de buitenzijde van het Noordzeekanaal voldeden aan de beleidsregellimieten voor totaal-TEQ en ndl\_PCBs en dus ook de ML's.

### 3.1.2 Limietoverschrijding som-ndl-PCB's

De hoogste ndl-PCB-gehalten werden gemeten bij aal uit het Hollands Diep, de Lek (Culemborg), de Waal (Tiel) en de Maas (Heijen). De Europese limiet (Verordening (EU) 2023/915) 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 totaal-TEQ (zie Tabel 2). Toepassing van de beleidsregellimiet (250 ng/g product voor som-ndl-PCB's) resulteert in 3 aanvullende overschrijdingen. Deze zijn grijs gemarkeerd in Tabel 2. Dit betreft het Spaarne, de Binnen Liede en het Braassemmeer.

### 3.1.3 Situatie Ramsdiep/Ramsgeul en monding Ketelmeer



**Figuur 2** Dioxine-TEQ, totaal-TEQ en ndl-PCB gehalten in aal in het Ramsdiep en de Schokkerhaven (gehalten uit 2022 ook getoond). De gehalten die de ML overschrijden zijn onderstreept. Het Ketelmeer is gesloten voor aalvisserij (aangegeven gebied tussen de rode strepen).

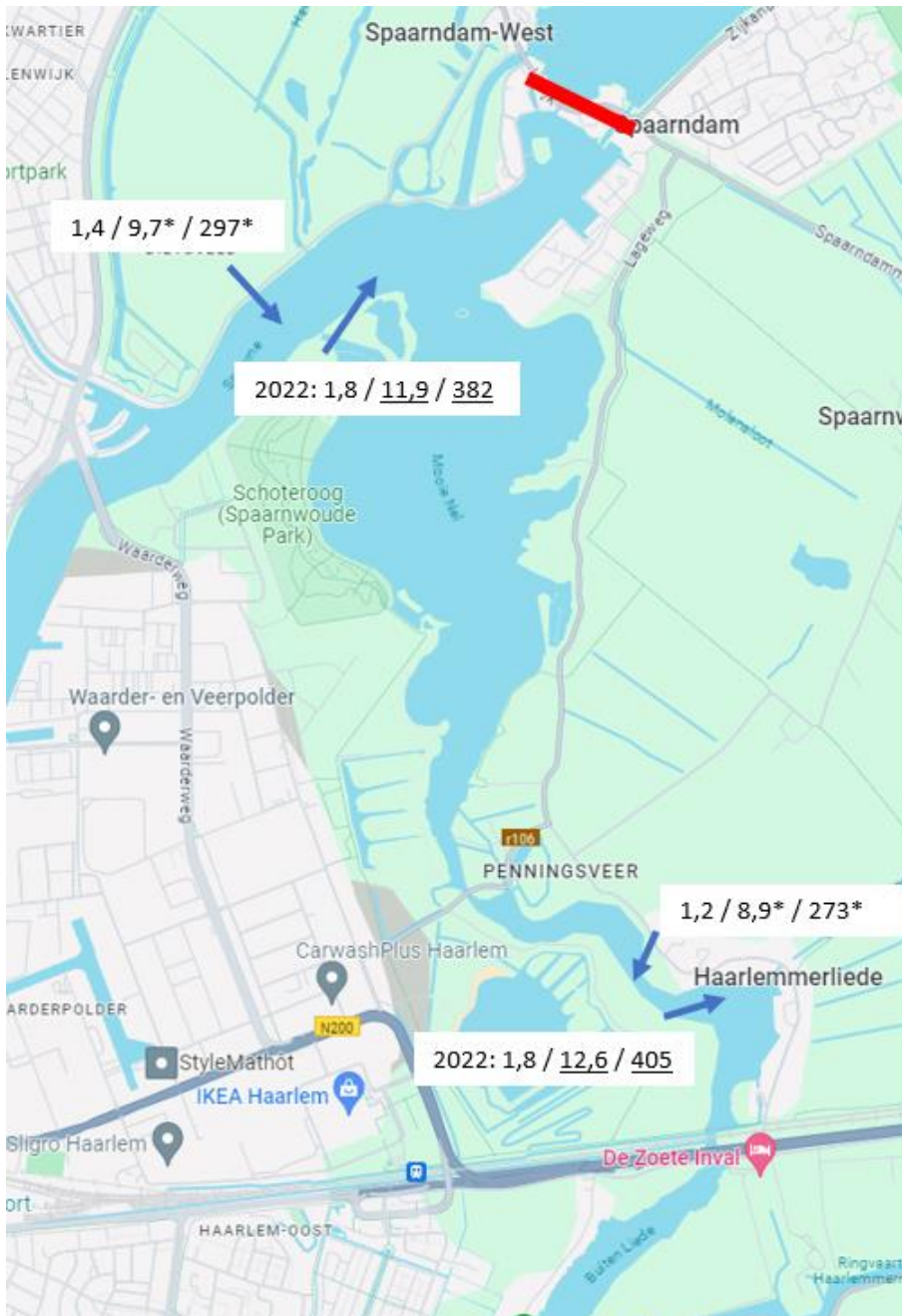
Dit jaar is er over het gehele Ramsdiep en in de Schokkerhaven gemeten om de juistheid van de grenzen te controleren. In 2021 is deze locatie ook bemonsterd (niet weergegeven in Figuur) en waar toen de totaal-TEQ (15,4 pg TEQ/g aal) en totaal ndl-PCBs (384 ng/g aal) nog de ML's overschreden is dit in 2023 niet het geval (Figuur 2). Het vetgehalte in het monster van 2021 was hoger (24,3%) dan in 2022 (10,0%) en 2023 (19,7%), wat hier een verklaring voor kan zijn. Mogelijk komt dit ook door een wisseling in samenstelling van het aalmonster door de jaren heen. De Schokkerhaven, in het gesloten gebied, bevat gehalten aan totaal-TEQ (16,2 pg TEQ/g aal) en totaal ndl-PCBs (393 ng/g aal) boven de ML's.



**Figuur 3** Dioxine-TEQ, totaal-TEQ en ndl-PCB gehalten in aal bij de monding van het Ketelmeer richting Urk en Lelystad (gehalten uit 2022 ook getoond). Gehalten die de ML overschrijden zijn onderstreept, gehalten die de beleidsregellimieten overschrijden gemarkeerd met een \*. Het gearceerde gedeelte is vanaf 2021 gesloten voor aalvisserij.

In 2023 is 1 locatie in het IJsselmeer nabij de monding van het Ketelmeer bemonsterd, tussen Lelystad en de Ketelbrug (bocht halverwege) (Figuur 3). Deze locatie overschrijdt de beleidsregellimiet voor totaal-TEQ (10,0 pg TEQ/g aal). In 2022 (en in 2021 en 2020, niet weergegeven in de figuur) werd op dezelfde locatie bemonsterd (ten oosten van de centrale). In 2022 overschreed het totaal-TEQ gehalte de ML en het ndl-PCB gehalte de beleidsregellimiet. In 2021 werd er geen overschrijding van de ML of beleidsregellimieten aangetroffen, in 2020 overschreed het totaal-TEQ gehalte de beleidsregellimiet (9,1 pg TEQ/g aal). Ook hier kunnen de schommelingen van de gehalten rondom de limieten verklaard worden door schommelingen in het vetgehalte en mogelijk ook door een wisseling in samenstelling van het aalmonster door de jaren heen. De monsteraantallen op deze locaties waren in 2021, 2022 en 2023 lager dan 15 (zie Paragraaf 2.2) dus de resultaten moeten met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden.

### 3.1.4 Situatie Spaarne

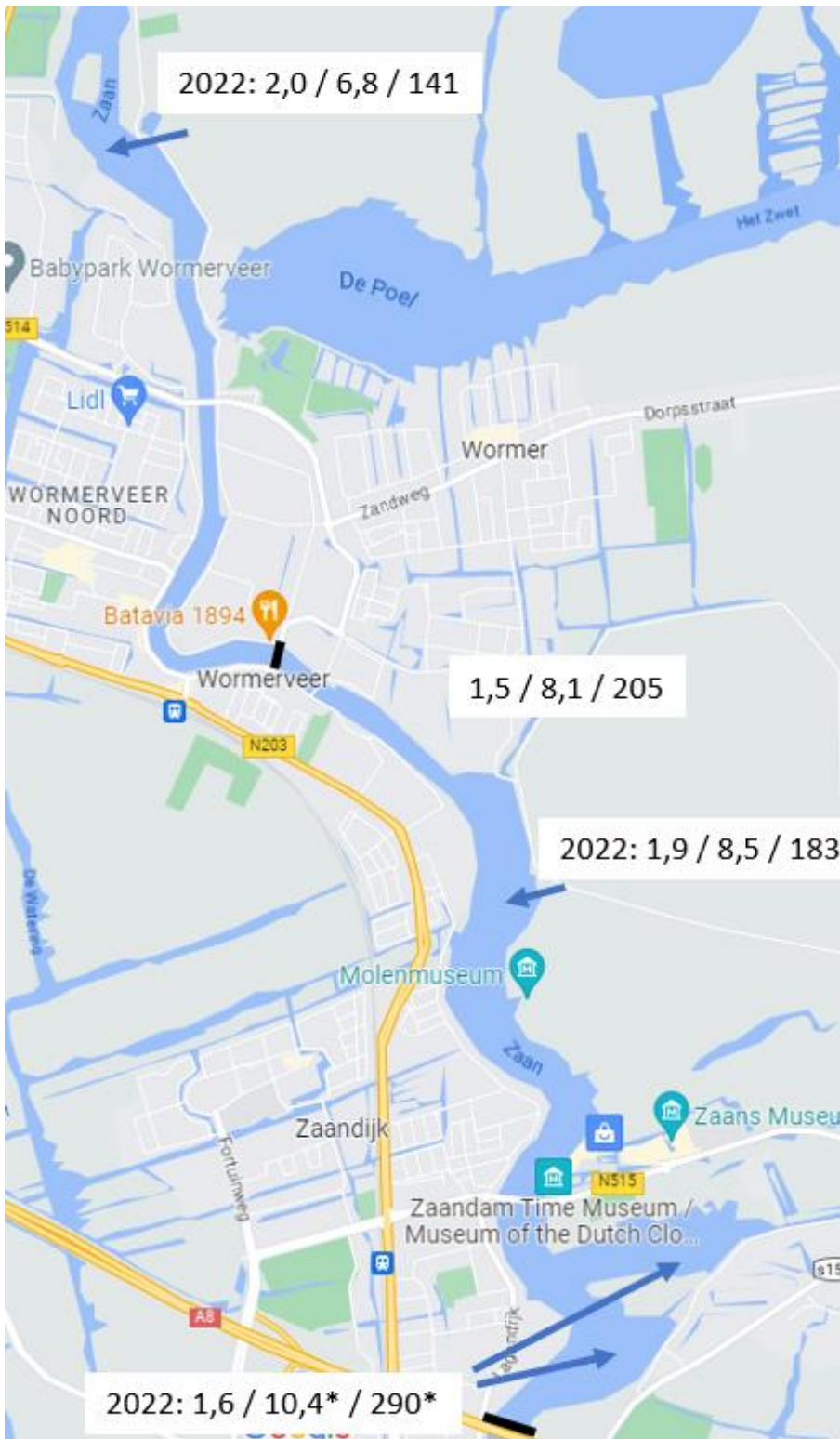


**Figuur 4** Dioxine-TEQ, totaal-TEQ en ndl-PCB gehalten in aal bij het Spaarne en de Binnen Liede (gehalten uit 2022 ook getoond). De gehalten die de ML overschrijden zijn onderstreept, gehalten die de beleidsregellimieten overschrijden gemarkeerd met een \*. De rode lijn geeft de grens van het gesloten gebied aan (ten Noordoosten van deze lijn).

In de afgelopen jaren zijn diverse plaatsen bemonsterd in het Spaarnegebied. In 2021 werd in het Spaarne ten Noorden van de Mooie Nel bemonsterd (niet weergegeven in de Figuur) en werd de ML voor totaal-TEQ (14,7 pg TEQ/g aal) en voor totaal ndl-PCB's (462 ng/g aal) overschreden. In 2022 werd deze locatie nogmaals bemonsterd en wederom werden dezelfde ML's overschreden. Omdat het onduidelijk was 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, is in 2022 een monster uit de Binnen Liede onderzocht. Ook hier werden beide ML's overschreden. De monsteraantallen in 2022 waren lager dan 15, waardoor er in 2023 wederom bemonsterd is in de Binnen Liede, tussen de brug van de A200 en de brug van de R106 (Figuur 4), waar voor totaal-TEQ en totaal ndl-PCB's de beleidsregellimiet werd overschreden. Daarnaast is het Spaarne bemonsterd richting Haarlem tot aan de Waarderbrug, en ook hier werden beide

beleidsregellimieten overschreden. In het Spaarne zijn echter minder dan 15 alen gevangen, dus de resultaten moeten met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden.

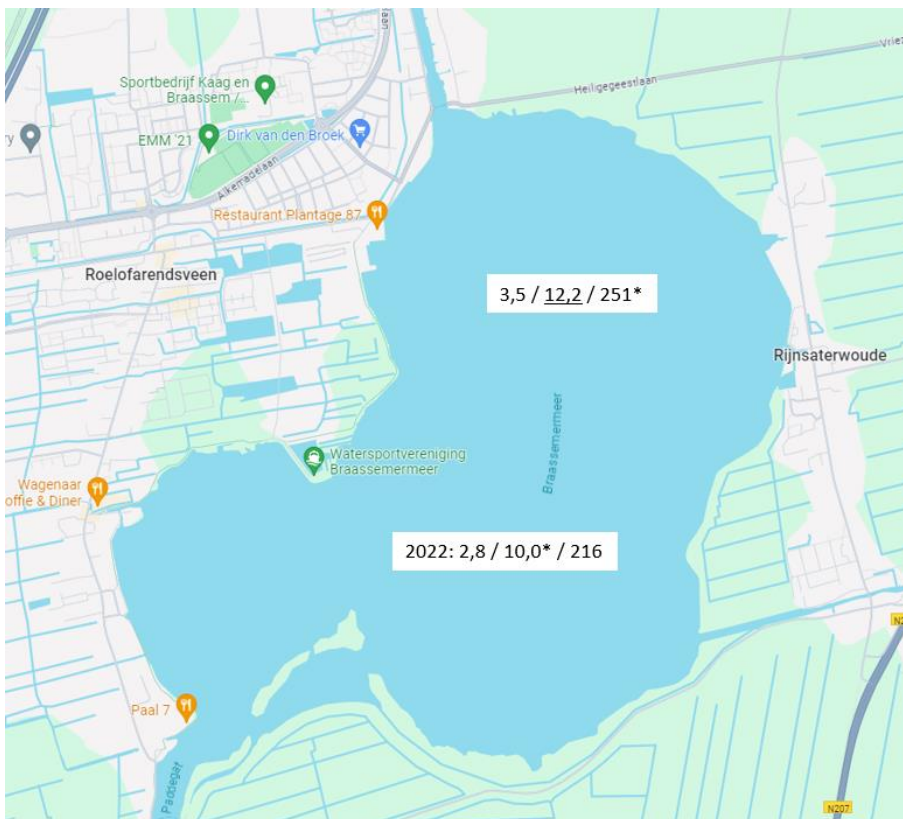
### 3.1.5 Situatie Kuil en Poel meertjes en de Zaan



**Figuur 5** Dioxine-TEQ, totaal-TEQ en ndl-PCB gehalten in aal bij de Kuil en Poel meertjes en diverse locaties in de Zaan (gehalten uit 2022 ook getoond). De gehalten die de beleidsregellimieten overschrijden zijn gemarkeerd met een \*. In 2023 is er bemonsterd over de gehele Zaan tussen de 2 dikgedrukte zwarte lijnen.

In 2022 werd er bemonsterd in de Kuil en Poel meertjes in de Zaan (evenals in 2021, niet weergegeven in de Figuur) en bij de Zaanse Schans (tussen de Julianabrug en de Bartelbrug, en verder noordwaarts bij Eiland Bloemdaal, zie Figuur 5). In de Kuil en Poel meertjes waren de gehalten lager dan in 2021 (in 2021: overschrijding totaal-TEQ (13,2 pg TEQ/g aal) en totaal ndl-PCBs (336 ng/g aal)), maar de beleidsregellimiet voor totaal-TEQ en totaal ndl-PCBs werd wel overschreden. Door lage monsteraantallen in 2021 en 2022 moeten de resultaten met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Waar in 2021 de beleidsregellimieten nog werden overschreden in de Zaanse Schans (totaal-TEQ 10,4 pg TEQ/g aal en totaal-ndl-PCBs 252 ng/g aal), voldeden de gehalten in de Zaanse Schans en bij Eiland Bloemdaal in 2022 allen aan de ML's en de beleidsregellimieten. In 2023 is er wederom bemonsterd in de Zaan, dit keer in het totale gebied tussen Wormerveer en de A8 (tussen 2 dikgedrukte zwarte lijnen, zie ook Bijlage 2). De gehalten voldoen allen aan de ML's en beleidsregellimieten. Het vetgehalte van dit monster in 2021 was hoger dan in 2022 en 2023 (22,5% vs. 14,1% resp 18,4%) wat een verklaring voor de hogere gehalten in 2021 kan zijn.

### 3.1.6 Situatie Braassemermeer

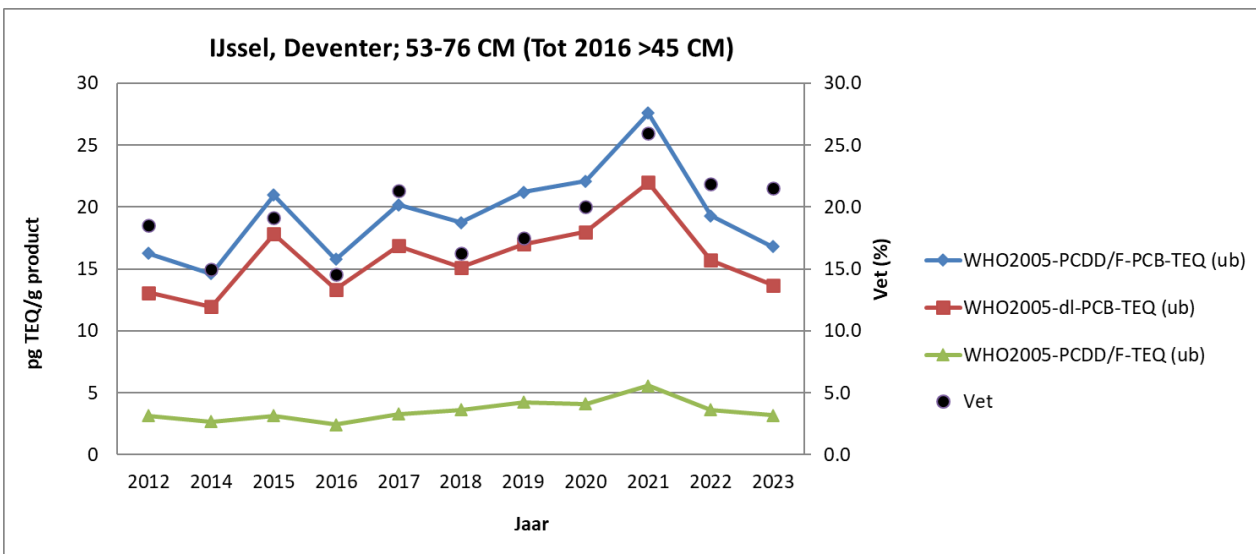
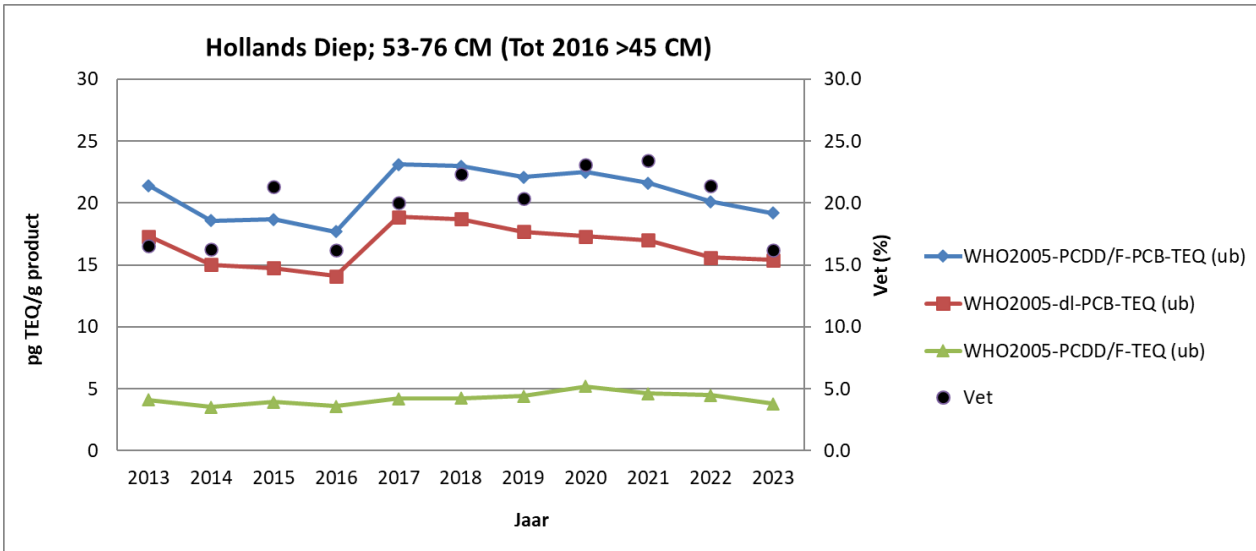


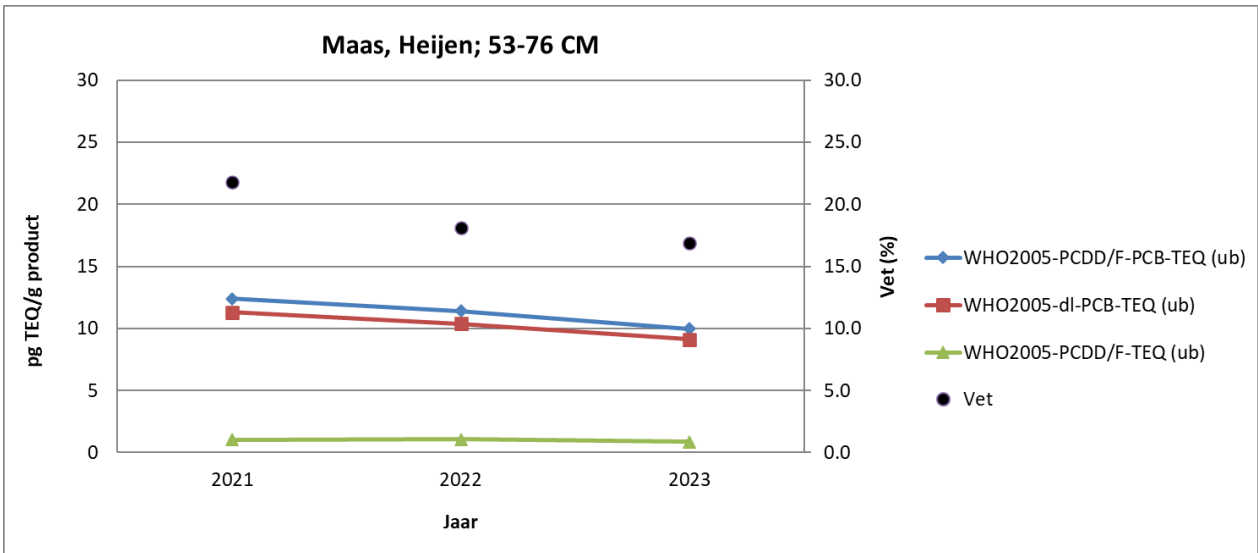
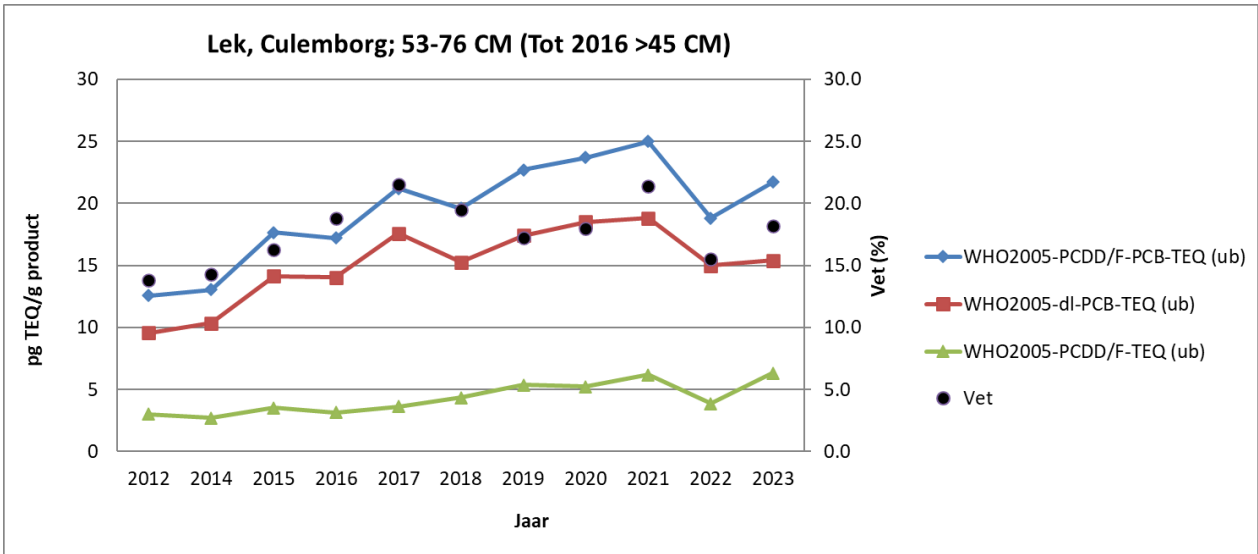
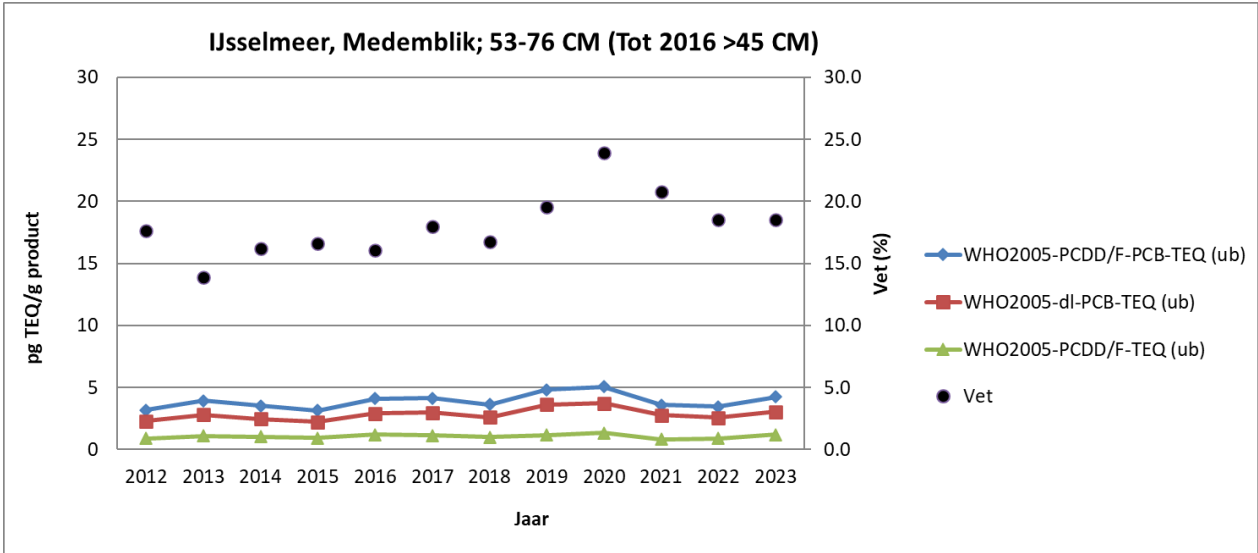
**Figuur 6** Dioxine-TEQ, totaal-TEQ en ndl-PCB gehalten in aal in het Braassemermeer (gehalten uit 2022 ook getoond). De gehalten die de ML overschrijden zijn onderstreept, gehalten die de beleidsregellimieten overschrijden zijn gemarkeerd met een \*.

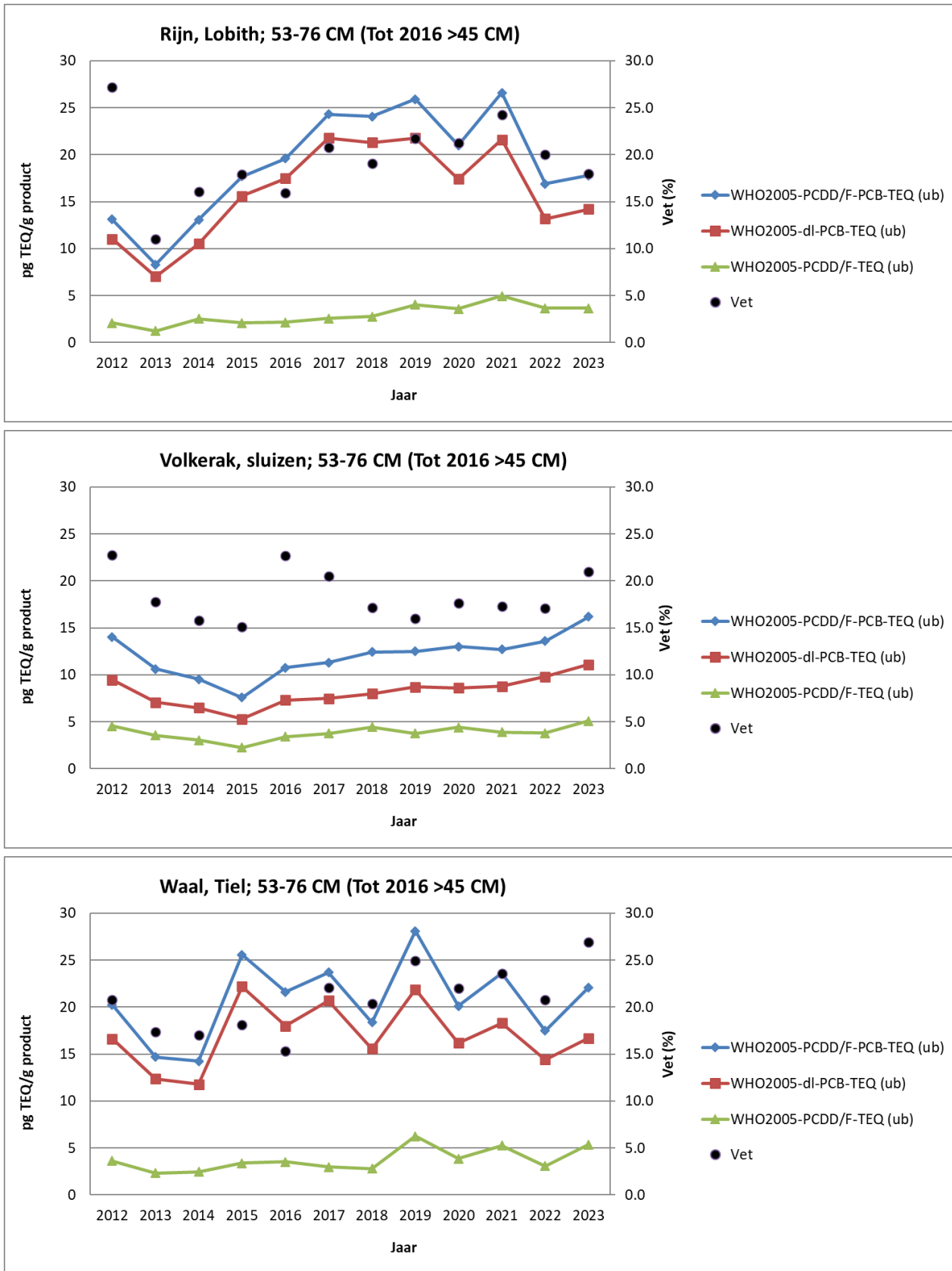
In 2023 is het gehele Braassemermeer bemonsterd (Figuur 6). Deze locatie overschrijdt de maximumlimiet voor totaal-TEQ (12,2 pg TEQ/g aal) en de beleidsregellimiet voor ndl-PCBs (251 ng/g aal). In 2022 (en in 2021, niet weergegeven in de figuur) werd het gehele Braassemermeer ook bemonsterd. In 2022 overschreed het totaal-TEQ gehalte de beleidsregellimiet, in 2021 werd er geen overschrijding van de ML of beleidsregellimieten aangetroffen. Deze schommelingen van de gehalten rondom de limieten verklaard worden door schommelingen in het vetgehalte en mogelijk ook door een wisseling in samenstelling van het aalmonster door de jaren heen. De monsteraantallen op deze locaties waren in 2021 en 2022 lager dan 15 (zie Paragraaf 2.2) dus de resultaten moeten met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden.

### 3.1.7 Trends in gehalten in grote aal

De resultaten van de grote aal (53-76 cm) afkomstig van de trendlocaties bemonsterd in 2023 zijn weergegeven in Figuur 7. In 2023 was het op de meeste trendlocaties mogelijk om een goed mengmonster grote aal te verkrijgen. De Maas bij Heijen wordt al 3 jaar bemonsterd als mogelijke nieuwe trendlocatie om de trendlocatie Maas (Eijsden) te vervangen (zie Paragraaf 2.2). In Figuur 7 is een trendgrafiek van Maas (Heijen) opgenomen met de resultaten van de afgelopen 3 jaar. De komende jaren zal deze trendgrafiek aangevuld worden met meer datapunten. Tot 2016 werd grotere aal aangeduid als groter dan 45 cm. Vanaf 2016 is de lengte aangepast van >45 cm naar 53-76 cm, zoals aangegeven in de titel van de grafieken.







**Figuur 7** Trends op de 8 trendlocaties bemonsterd in 2023, in gehalten aan dioxines, dl-PCB's, totaal-TEQ en vet 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 alen 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) leek een stijgende lijn zichtbaar in de gehalten vanaf 2012, maar de laatste 3 jaar zwakt deze weer af met in 2023 voor alle 3 de locaties vergelijkbare resultaten met de gehalten uit 2022. Op locatie Volkerak (Volkeraksluizen) lijken de gehalten wat toe te nemen de afgelopen jaren. De resultaten van de ndl-PCB's volgen vergelijkbare trends als de resultaten van de TEQ-gehalten (data niet getoond).

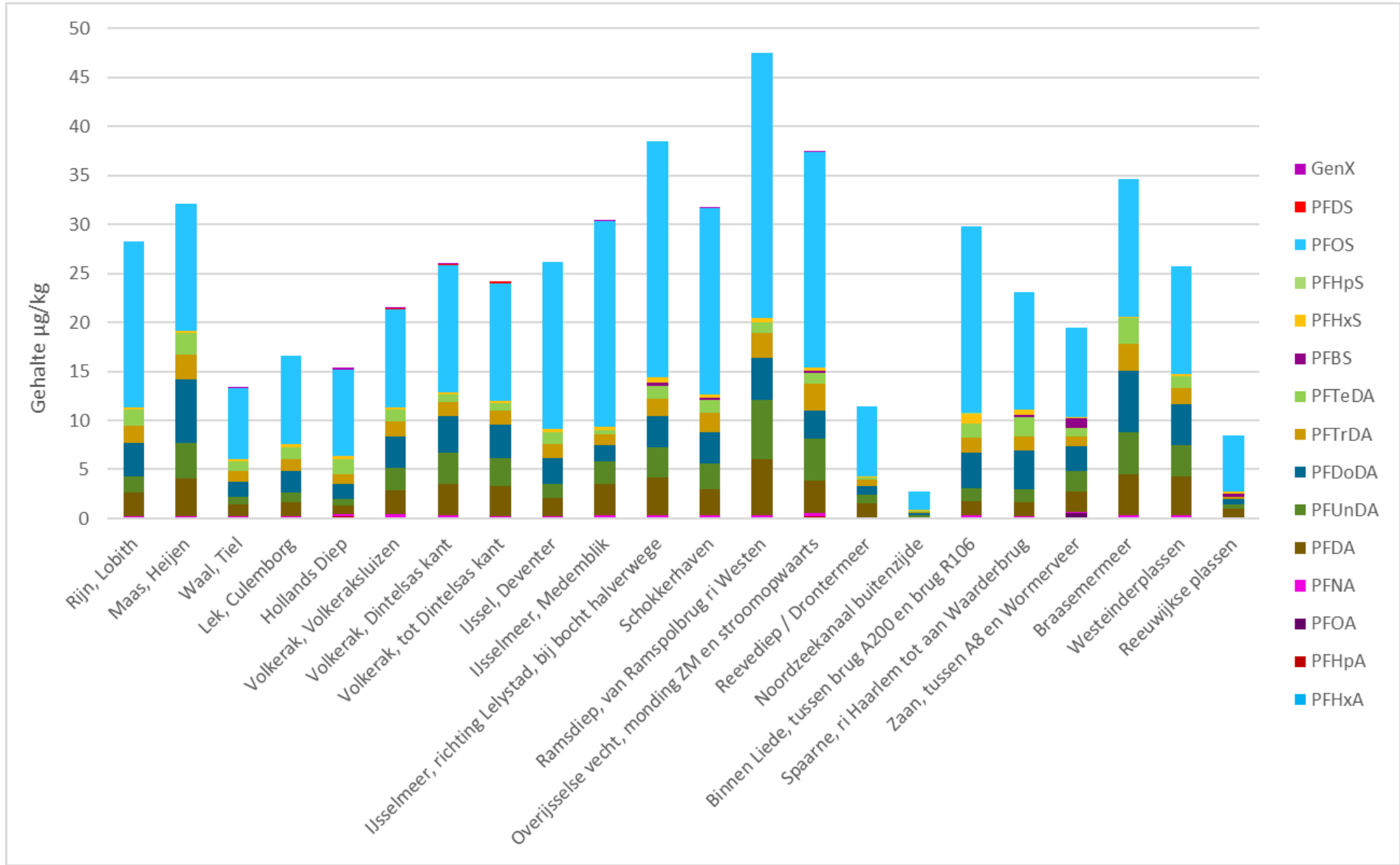
In Figuur 7 lijken over het algemeen de vetgehalten en de dioxine-TEQ, PCB-TEQ en totaal-TEQ redelijk gekoppeld, wat betekent dat een hoger vetgehalte resulteert in een hoger TEQ-gehalte op productbasis en vice versa. De TEQ-gehalten uitgedrukt op vetbasis (Bijlage 6) vertonen ook wat fluctuatie, maar in mindere mate dan de gehalten op productbasis.

## 3.2 PFAS's in mengmonsters aal

De volledige PFAS-resultaten staan in Bijlage 7. Alle geanalyseerde PFAS's zijn aangetoond in één of meerdere mengmonsters aal van 2023. De volgende PFAS's werden in alle monsters aangetoond: PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFHxS en PFOS. Daarnaast zijn in 2023 PFTrDA en PFTeDA voor het eerst geanalyseerd in de monsters en ook aangetoond. De overige componenten zijn maar af en toe gedetecteerd, in lagere gehalten. Van alle PFAS's zijn de PFOS-gehalten met 1,9 – 27 µg/kg het hoogst (Figuur 8). De bijdrage van PFOS aan het totale PFAS-gehalte per mengmonster varieert van ongeveer 45 tot 75%, gevolgd door PFDoDA, PFUnDA en PFDA. Van de EFSA-4 verbindingen (PFHxS, PFOS, PFOA en PFNA) is met name PFOS gedetecteerd. PFNA en PFHxS zijn in veel lagere gehalten aangetoond, PFOA in de meeste gevallen helemaal niet. Dat PFOS vaak domineert blijkt ook uit een eerdere studie: PFOS is de meest voorkomende PFAS in mariene vis, Noordzeekrab en aal (Zafeiraki et al., 2019). De kortere ketens (PFHxA, PFHpA, PFBS en PFHpS) zijn niet tot nauwelijks in deze monsters aangetroffen, mogelijk omdat zij veel minder accumuleren.

Van de 22 onderzochte locaties bevatte aal gevangen in het Ramsdiep de hoogste gehalten, wat vergelijkbaar is met voorgaande jaren. Ook de locaties in het IJsselmeer (bij Medemblik en richting Lelystad) bevatten veel PFAS's, wat vergelijkbaar is met locaties in het IJsselmeer uit de metingen van voorgaande jaren. Net als vorig jaar zijn de gehalten in het Braassemmeer ook erg hoog, wat het vermoeden van een onbekende puntbron uit de rapporten van 2021 en 2022 versterkt. Ook aal van de locaties Overijsselse Vecht en Schokkerhaven bevatte relatief hoge concentraties. Dit suggereert dat er een of meerdere bronnen zijn die het stroomgebied van de IJssel, Overijsselse Vecht naar IJsselmeer vervuilen. Daarmee is het patroon anders dan voor de dioxines en PCB's met de hoogste gehalten in aal uit de grote rivieren.

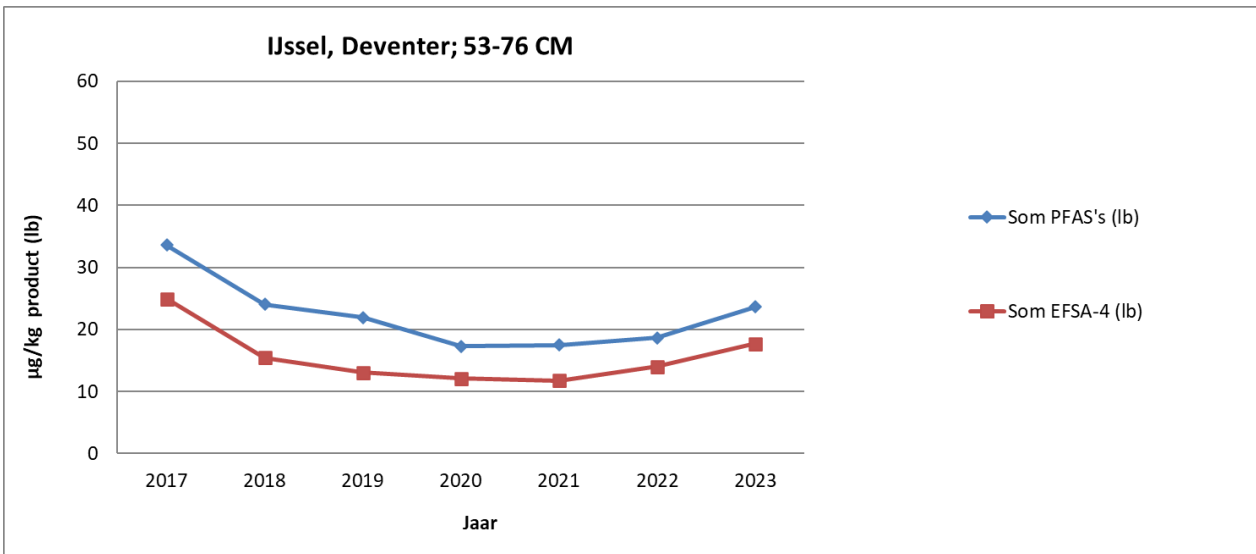
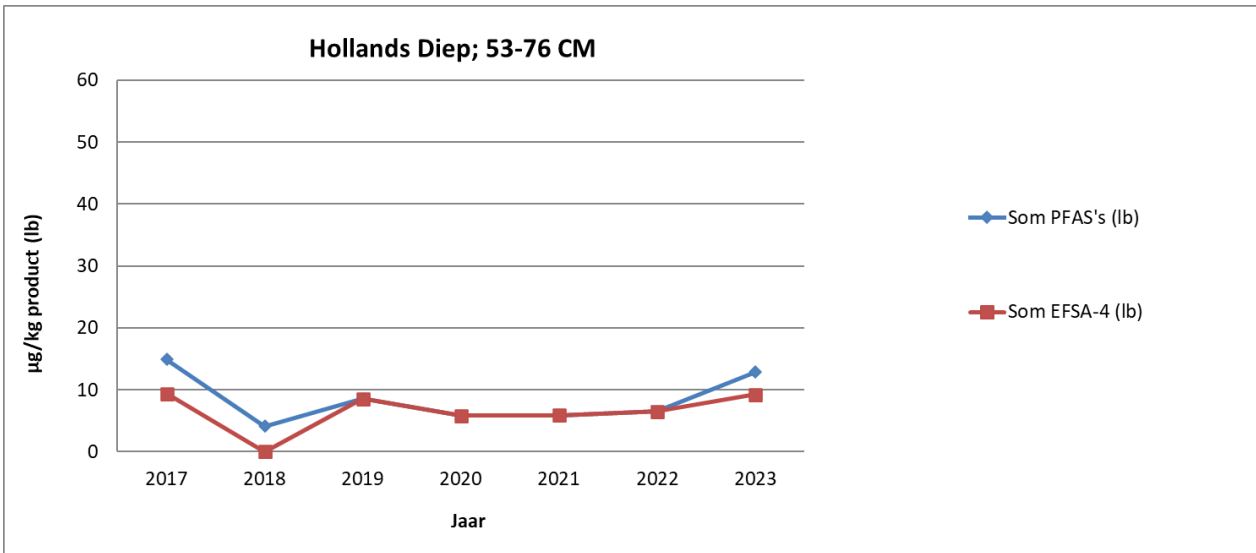
Per 1 januari 2023 zijn voor 4 PFAS's ML's van kracht geworden (Verordening (EU) 2023/915), waarbij aal valt in de categorie vis met de hoogste ML's, zijnde 35 µg/kg voor PFOS, 8,0 µg/kg voor PFNA en PFOA, 1,5 µg/kg voor PFHxS en 45 µg/kg voor de som (lb). Ondanks het feit dat één of meerdere van deze componenten in elk van de 22 monsters wordt aangetroffen, overschrijdt geen van de monsters deze ML's.

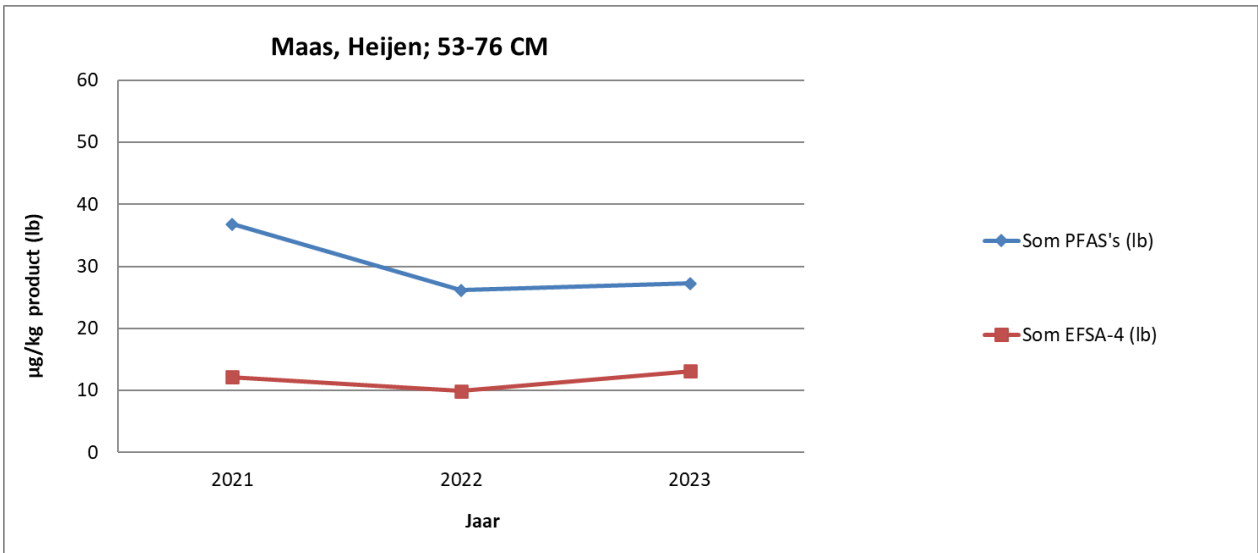
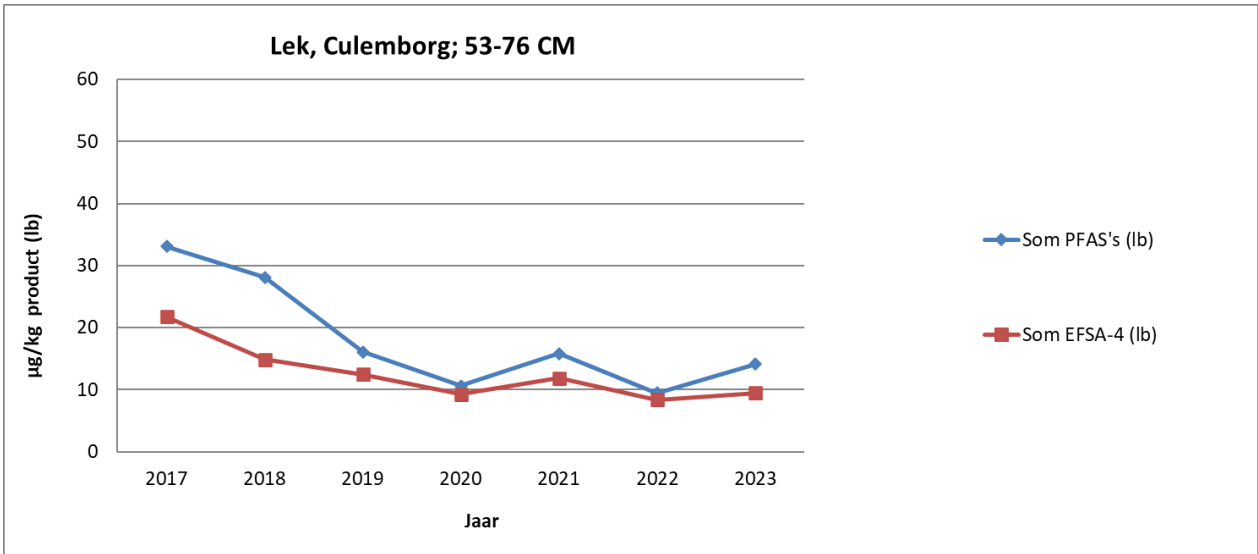
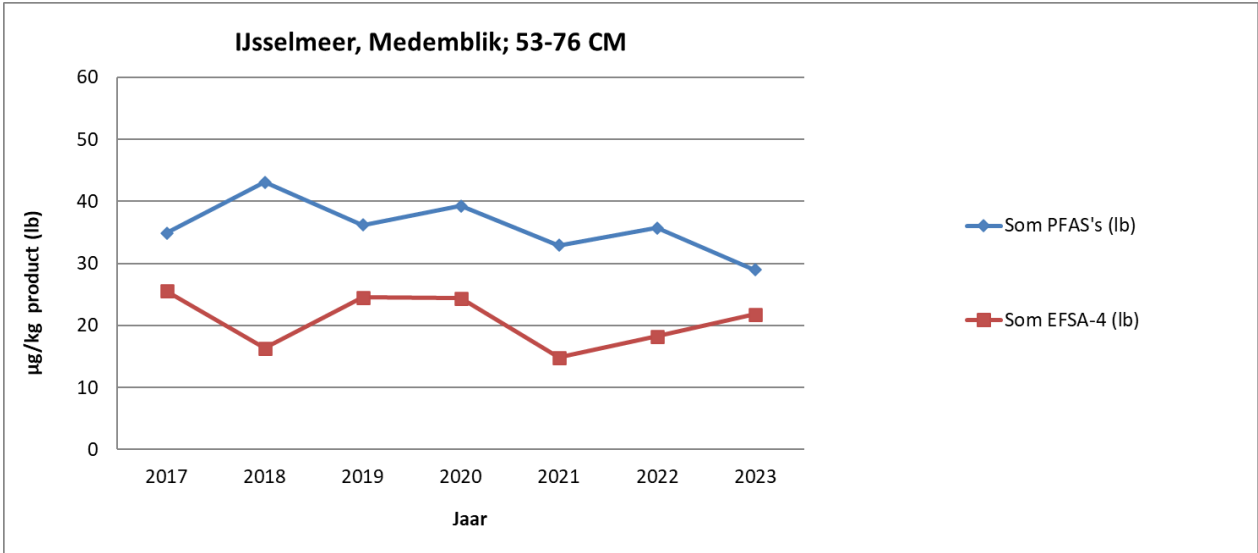


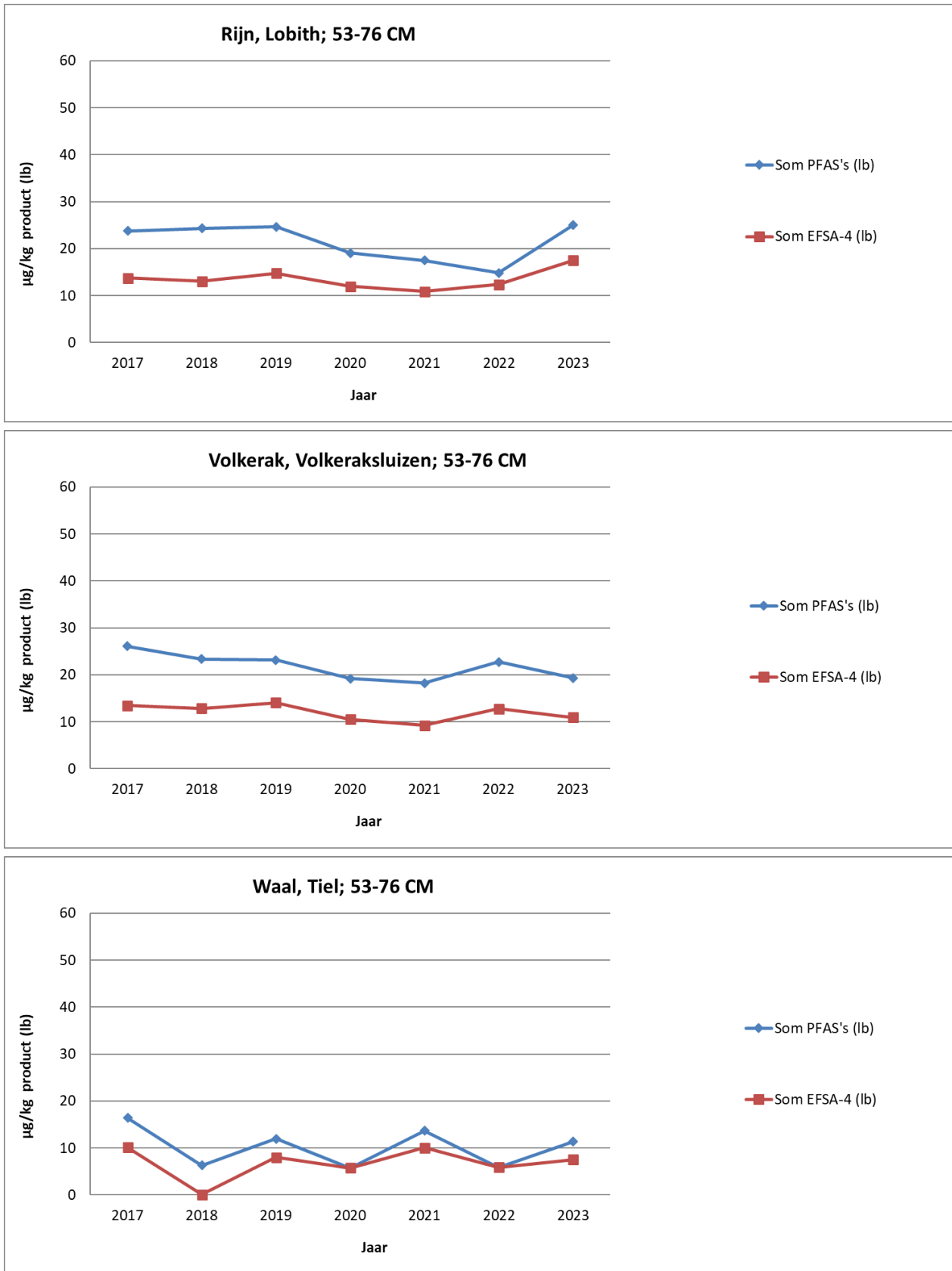
**Figuur 8** PFAS-gehalten in mengmonsters aal bemonsterd in 2023. Alle monsters betreffen grote aal (53-76 cm). Resultaten zijn uitgedrukt op productbasis.

### 3.2.1 Trends in gehalten grote aal

De resultaten van de grote aal (53-76 cm) afkomstig van de trendlocaties bemonsterd in 2023, aangevuld met resultaten van eerdere metingen zijn weergegeven in Figuur 9. In 2023 was het op de meeste trendlocaties mogelijk om een goed mengmonster grote aal te verkrijgen. In 2023 is voor het eerst ook de stoffen PFTTrDA en PFTTeDA gemeten in deze monsters. Voor de vergelijkbaarheid tussen de jaren zijn deze resultaten van deze stoffen niet in de trendgrafieken opgenomen. De Maas bij Heijen wordt al 3 jaar bemonsterd als mogelijke nieuwe trendlocatie om de trendlocatie Maas (Eijsden) te vervangen (zie Paragraaf 2.2). In Figuur 9 is een trendgrafiek van Maas (Heijen) opgenomen met de resultaten van de afgelopen 3 jaar. De komende jaren zal deze trendgrafiek aangevuld worden met meer datapunten.







**Figuur 9** Trends op de 8 trendlocaties bemonsterd in 2023, in gehalten aan som PFAS's en EFSA-4 PFAS's in mengmonsters aal 53-76 cm. De resultaten zijn uitgedrukt 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 PFAS's bij Hollands Diep en Waal nul (0). Dit wordt veroorzaakt door het gegeven dat alle gemeten gehalten van de tot EFSA-4 behorende PFAS's in die monsters <LOQ waren.

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 was in de trendgrafieken van locaties IJssel (Deventer), Lek (Culemborg) en de Rijn bij Lobith tot 2022. In 2023 lijken de gehalten op die locaties weer iets te zijn gestegen. Het som-PFAS gehalte en som EFSA-4 gehalten benaderen elkaar door de jaren heen op enkele locaties. Dit wijst er op dat het belang van PFOS in de som toeneemt, terwijl de contaminatie van andere PFAS's op die locaties afneemt. Dit geldt echter niet voor de locatie Maas bij Heijen, waar er een groter verschil tussen de som PFAS's en som EFSA-4 lijkt te zitten. Hierbij moet daarnaast ook 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 van de trendlocaties zijn weergegeven in Tabel 3. De kwikgehalten lopen weinig uiteen (0,14-0,22 mg/kg) op een hoge uitzondering op locatie Lek bij Culemborg na (0,33 mg/kg). Voor arseen liggen de gehalten wat verder uit elkaar (0,22-0,49 mg/kg). Lood, nikkel en cadmium zijn in geen enkele van de monsters aangetroffen boven de kwantificeringslimiet van de toegepaste methode (0,010, 0,050 resp. 0,0091 mg/kg).

Voor zware metalen in rode aal gelden ML's (Verordening (EU) 2023/915), voor kwik in aal een ML van 0,50 mg/kg, voor lood een ML van 0,3 mg/kg en voor cadmium een ML van 0,050 mg/kg. Voor arseen en nikkel zijn geen ML's vastgesteld. Geen van de ML's wordt overschreden.

**Tabel 3** Gehalten van zware metalen in mengmonsters bemonsterd in 2023. Resultaten zijn uitgedrukt op productbasis.

WFSR nr.	WMR nr. 2023/	Vangstlocatie	Nikkel (mg/kg)	Arseen (mg/kg)	Cadmium (mg/kg)	Kwik (mg/kg)	Lood (mg/kg)
200688104	1146	Hollands Diep	<0,050	0,49	<0,0091	0,20	<0,010
200688105	1172	Volkerak, Volkeraksluizen	<0,050	0,36	<0,0091	0,19	<0,010
200688106	1198	Waal, Tiel	<0,050	0,83	<0,0091	0,15	<0,010
200688107	1224	IJssel, Deventer	<0,050	0,42	<0,0091	0,22	<0,010
200688108	1250	Rijn, Lobith	<0,050	0,43	<0,0091	0,19	<0,010
200688109	1276	Lek, Culemborg	<0,050	0,49	<0,0091	0,33	<0,010
200688110	1302	IJsselmeer, Medemblik	<0,050	0,26	<0,0091	0,14	<0,010
200688111	1328	Maas, Heijen	<0,050	0,22	<0,0091	0,18	<0,010

---

## 4 Conclusies

- In dit onderzoek zijn 22 mengmonsters aal van 53-76 cm onderzocht. Van deze monsters overschrijden 9 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 Maas bij Heijen, IJsselmeer (richting Lelystad, bocht halverwege), Spaarne (richting Haarlem tot aan Waarderbrug), Binnen Liede tussen brug A200 en brug R106 en de Zaan tussen de A8 en Wormerveer één of meerdere beleidsregellimieten;
- Het gehalte totaal-TEQ in rode aal gevangen tussen Lelystad en de Ketelbrug (bocht halverwege), overschrijdt de beleidsregellimiet voor totaal-TEQ. Deze locatie ligt in het gebied dat opengesteld is voor aalvisserij;
- De aal vanuit het Spaarne, richting Haarlem tot aan de Waarderbrug, overschrijdt de beleidsregellimieten voor totaal-TEQ en totaal ndl-PCBs. In 2021 en 2022 waren er overschrijdingen van de ML's. Dit gebied is opengesteld voor visserij. Ook aal uit het Binnen Liede, wat verbonden is met het Spaarne via de Mooie Nel, overschrijdt de beleidsregellimieten voor totaal-TEQ en totaal ndl-PCBs;
- Voor de grote aal (53-76 cm) is er geen sprake van een duidelijke dalende of stijgende trend in tijd in gehalten dioxines en PCB's. Ook hier geldt dat de gehalten variëren met het vetgehalte. Uitgedrukt op vetbasis is de variatie nog kleiner. Hieruit kan worden afgeleid dat het leefmilieu van de aal niet schoner wordt;
- PFAS-gehalten in de onderzochte monsters variëren van circa 3 tot 47 µg/kg product voor de som van de aangetroffen PFAS's. PFOS domineert het profiel. Hoogste gehalten zijn gemeten in aal uit het Ramsdiep (van Ramspolbrug richting Westen), het IJsselmeer richting Lelystad (bocht halverwege) en in de Overijsselse Vecht;
- De PFAS-trendfiguren voor de grote aal (53-76 cm) laten de afgelopen jaren voor IJssel (Deventer), Lek (Culemborg) en de Rijn bij Lobith een lichte afname zien, maar in 2023 lijken de gehalten op die locaties weer iets te stijgen. Concentraties op locaties Hollands Diep, IJsselmeer (Medemblik), Volkeraksluizen en Waal (Tiel) blijven redelijk constant;
- 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.

---

## 5 Aanbevelingen

- Er wordt aanbevolen om de monitoring van contaminanten in aal van diverse locaties voort te zetten in het komende jaar, om daarmee een vinger aan de pols te houden m.b.t. de ontwikkeling van de gehalten op de verschillende locaties;
- De Maas bij Heijen als geschikte nieuwe trendlocatie voor bovenstroomse Maas aan te wijzen;
- De locaties IJsselmeer (bocht halverwege), Spaarne, Binnen Liede en Braassemermeer opnieuw bemonsteren met minimaal 15 alen vanwege de hoge dioxine- en PCB-gehalten;
- De aanvoerende wateren naar het Zwarte water en het Ramsdiep verder te onderzoeken vanwege de daar relatief hoge PFAS-gehalten;
- 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;
- Eenmalig PFAS's in individuele alen meten om daarmee vast te stellen of de variatie van PFAS's in individuele alen kleiner is dan in het verleden is aangetroffen voor dioxines en PCB's;
- Daarnaast wordt aanbevolen om arseen speciatie uit te gaan voeren op de aalmonsters omdat recentelijk onderzoek van EFSA heeft geleid tot een verlaging van de veilige inname van inorganisch arseen (iAs) (EFSA, 2024), en EFSA op dit moment kijkt naar andere vormen van arseen.



---

# 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) 2020. "Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food" *The EFSA journal* 18 (9) e06223.
- European Food Safety Authority (EFSA) 2024. "Update of the risk assessment of inorganic arsenic in food" *The EFSA journal* 2024;22 e8488.
- Keeken, O. A. van, Bierman S.M., Wiegerinck, J.A.M., Goudswaard, P.C (2010). "Proefproject marktmonsterring aal 2009." IJmuiden: IMARES, (Rapport C028/10).
- Keeken O.A. van, S. B., Wiegerinck H., Goudswaard K., Kuijs. E. (2011). "Proefproject Marktmonsterring 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.
- Leenders, L.L., Hoogenboom, L.A.P., Kotterman, M.J.J., Leeuwen, S.P.L. van en Rijk, J.W.C. (2022). "Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2021" WFSR-rapport 2022.014.
- Leenders, L.L., Hoogenboom, L.A.P., Kotterman, M.J.J., Leeuwen, S.P.L. van en Rijk, J.W.C. (2023). "Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2022" WFSR-rapport 2023.007.
- 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.
- 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.
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), 2023. "Risk assessment of exposure to PFAS through food and drinking water in the Netherlands" RIVM-report 2023-0011.
- Verordening (EU) 2023/915 van de Commissie van 25 april 2023 betreffende maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen en tot intrekking van Verordening (EG) nr. 1881/2006. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32023R0915>.
- 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    Aanpassen 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-ndl-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 (EU) nr. 2023/915 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 geconsumeerd<sup>3</sup>. 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 (Verordening (EU) 2023/915) wordt rekening gehouden met de meetonzekerheid van de betreffende methode, zoals voorgeschreven in de Europese regelgeving<sup>3,4</sup>, 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.

---

<sup>3</sup> 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).

<sup>4</sup> 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.

# Bijlage 2 Vangstlocaties 2023

## Braassemmermeer



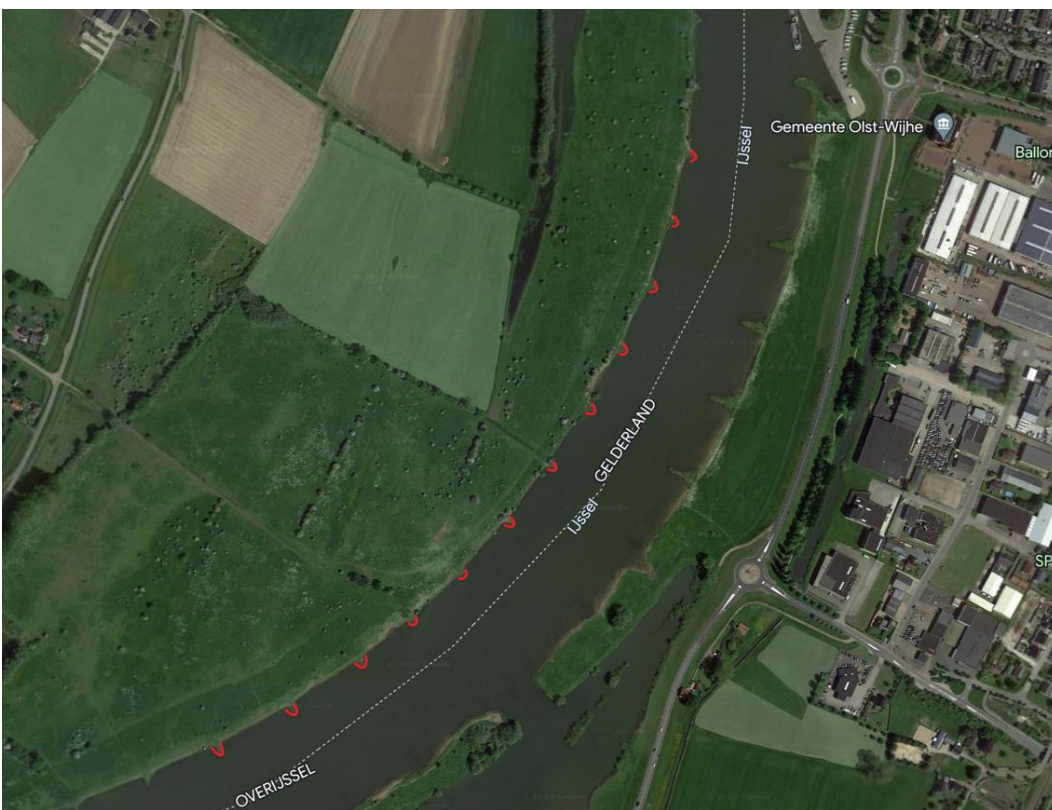
## Binnen Liede, tussen brug A200 en brug R106



Hollands Diep



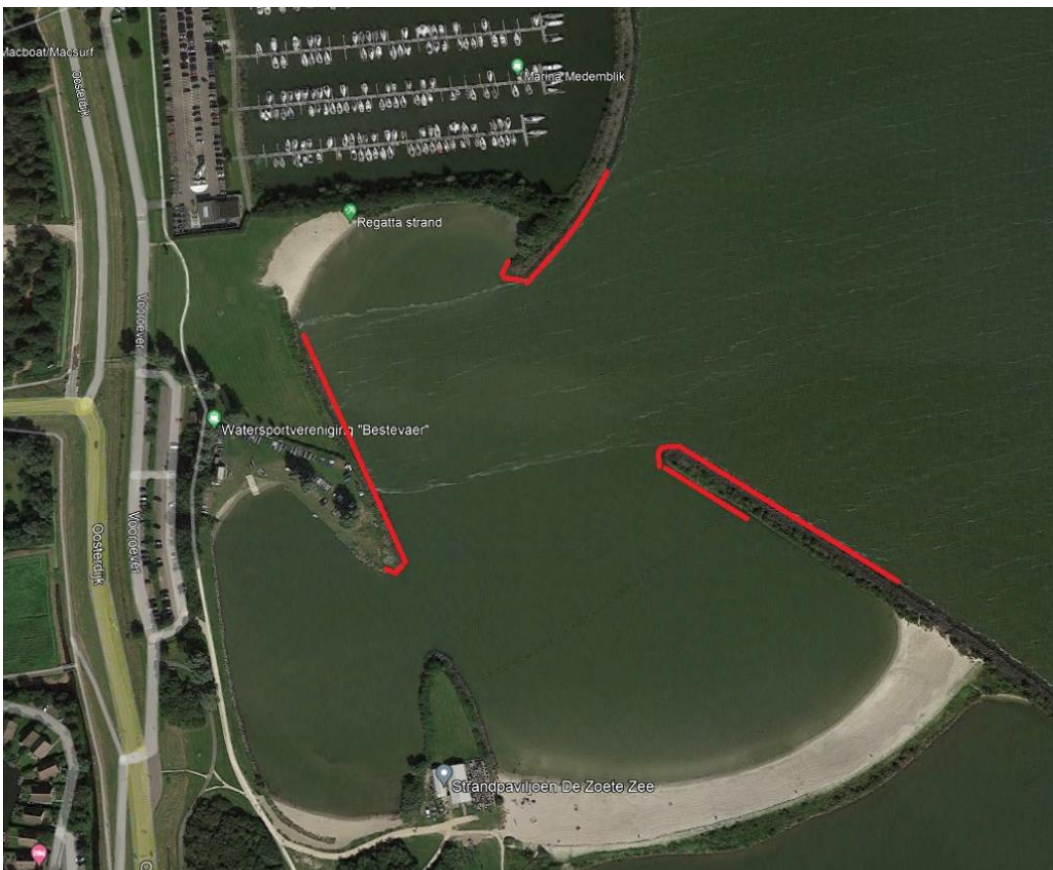
IJssel, Deventer



IJsselmeer, richting Lelystad, bocht halverwege



IJsselmeer, Medemblik



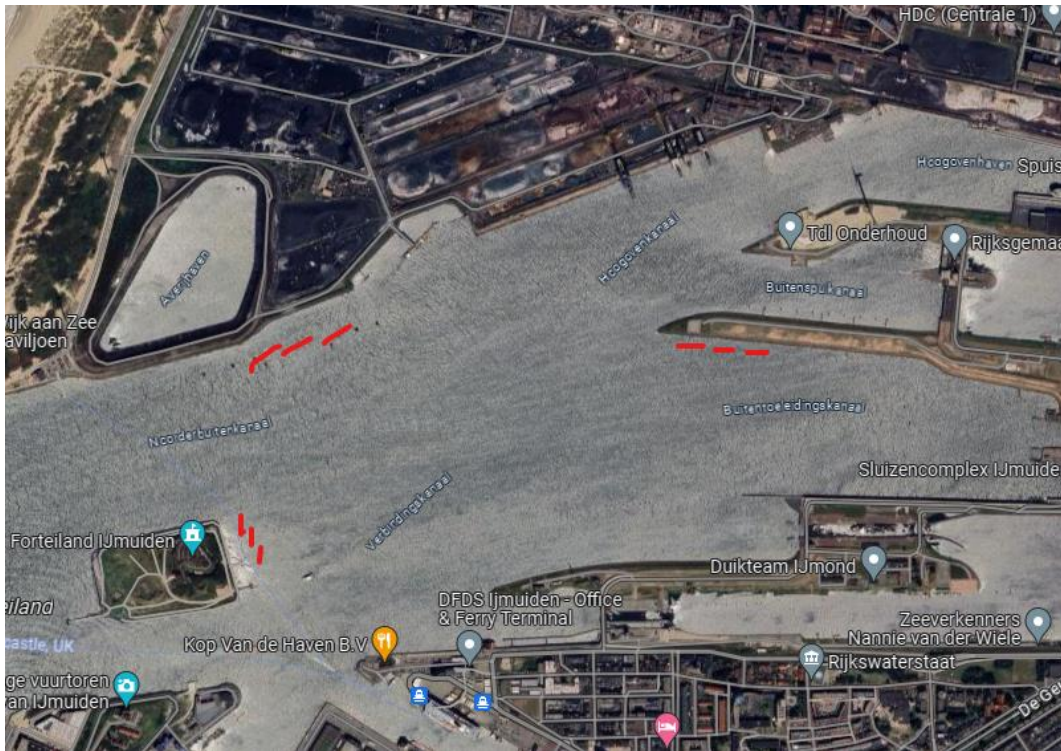
Lek, Culemborg



Maas, Heijen



Noordzeekanaal buitenzijde



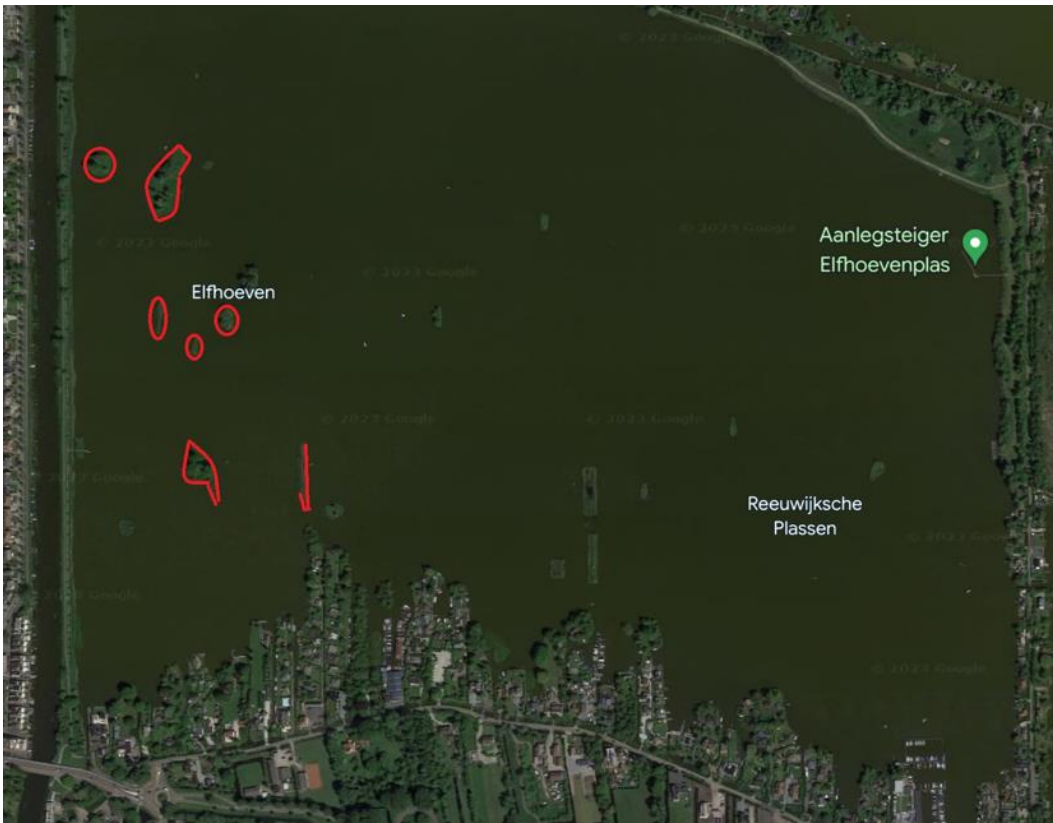
Overijsselse Vecht, monding ZM en stroomopwaarts



### Ramsdiep, van Ramspolbrug ri Westen



### Reeuwijkse plassen



### Reevediep / Drontermeer

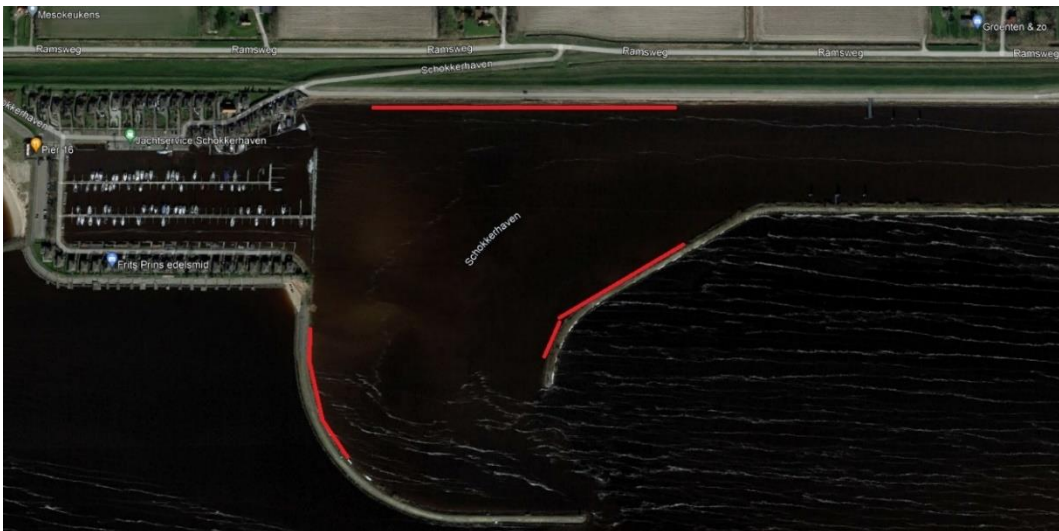




## Rijn, Lobith



## Schokkerhaven



Spaarne, richting Haarlem tot aan Waarderbrug



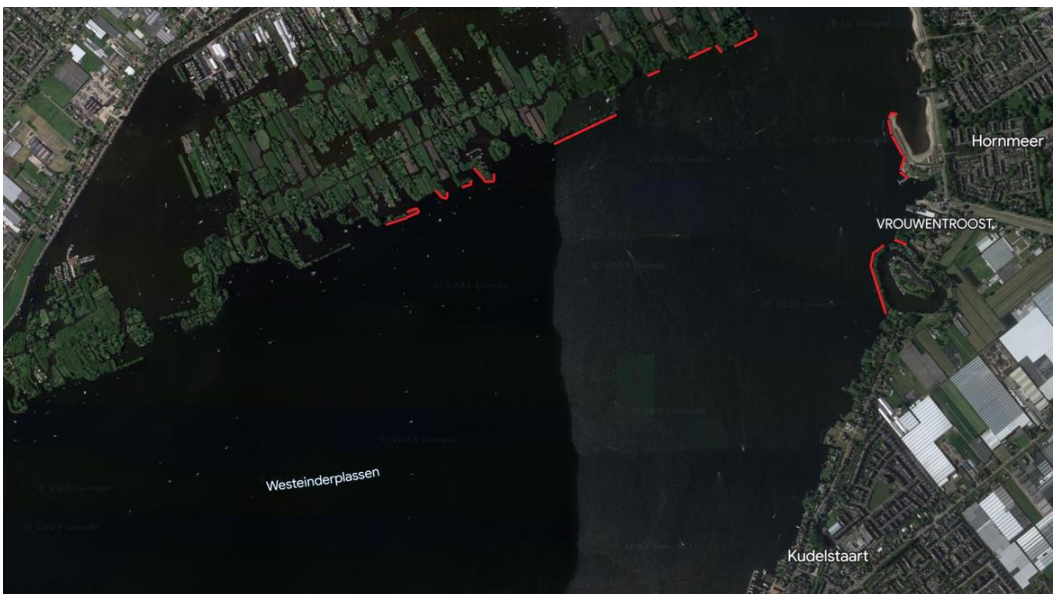
Volkerak, Dintelsas kant (geel), tegenover Dintelsas kant (blauw), Volkeraksluizen (rood)



Waal, Tiel



Westeinderplassen





Zaan, tussen A8 en Wormerveer



## Bijlage 3 Gegevens van de aalmonsters

**Tabel B1** Biologische gegevens van aalmonsters (53-76 cm).

WFSR nr.	WMR nr. 2023/	Vangstlocatie	Trendlocatie?	Gesloten gebied?	Aantal totaal	Aantal man	Aantal Vrouw	Klasse 53-76 cm					
								Gem.	Lengte (cm) Max.	Min.	Gem.	Gewicht (g) Max.	Min.
200688104	1146	Hollands Diep	Ja	Ja	16	0	16	60.1	71.6	53.1	472	821	305
200688105	1172	Volkerak, Volkeraksluizen	Ja	Ja	15	0	15	60.3	72.9	53.1	464	857	302
200688106	1198	Waal, Tiel	Ja	Ja	15	0	15	60.4	73.2	53.2	432	761	248
200688107	1224	IJssel, Deventer	Ja	Ja	17	0	17	60.4	71.2	53.2	442	812	264
200688108	1250	Rijn, Lobith	Ja	Ja	15	0	15	60.5	73.2	53.2	448	826	273
200688109	1276	Lek, Culemborg	Ja	Ja	19	0	19	60.8	72.8	53.5	439	763	282
200688110	1302	IJsselmeer, Medemblik	Ja	Nee	15	0	15	60.9	74.3	54.5	496	1092	323
200688111	1328	Maas, Heijen	Ja*	Ja	14	0	14	60.6	72.9	53.1	469	863	220
200688112	1354	IJsselmeer, ri Lelystad, bocht halverwege	Nee	Nee	14	0	14	59.6	72.8	53.1	460	972	305
200688113	1380	Overijsselse Vecht, monding ZM en stroomopwaarts	Nee	Nee	14	0	14	61.2	74.3	53.1	448	844	243
200688114	1406	Schokkerhaven	Nee	Ja	15	0	15	60.0	71.6	53.1	459	804	259
200688115	1432	Ramsdiep, van Ramspolbrug ri Westen	Nee	Grens	15	0	15	60.0	73.5	53.1	451	914	265
200688116	1458	Spaarne, ri Haarlem tot aan Waarderbrug	Nee	Nee	14	0	14	58.4	66.3	53.1	394	524	253
200688117	1510	Binnen Liede, tussen brug A200 en brug R106	Nee	Nee	15	0	15	60.3	74.7	53.2	476	917	284
200688118	1536	Zaan, tussen A8 t/m Wormerveer	Nee	Nee	18	0	18	61.2	72.2	54.1	493	882	288
200688119	1562	Braassemermeer	Nee	Nee	15	0	15	59.8	71.8	53.1	438	795	269
200688120	1588	Westeinderplassen	Nee	Nee	15	0	15	60.1	71.2	53.1	422	683	265
200688121	1614	Volkerak, Dintelsas kant	Nee	Grens	16	0	16	60.4	74.6	53.0	485	982	282
200688122	1640	Volkerak, tegenover Dintelsas kant	Nee	Grens	15	0	15	60.6	73.9	53.2	505	994	332
200688123	1787	Reeuwijkse plassen	Nee	Nee	15	0	15	59.9	71.8	54.5	432	747	272
200688124	1813	Reevediep / Drontermeer	Nee	Nee	14	0	14	60.4	71.6	53.1	460	864	272
200690393	2033	Noordzeekanaal buitenzijde	Nee	Ja	18	0	18	59.7	67.2	53.2	378	540	253

\*Maas Heijen is een alternatieve trendlocatie voor Maas Eijsden.

# Bijlage 4 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	200688104	200688105	200688106	200688107
Opdrachtgevern	2023/1146	2023/1172	2023/1198	2023/1224
Product	Aal	Aal	Aal	Aal
Herkomst	HOLLANDS DIEP	VOLKERAK, VOLKERAKS	WAAL, TIEL	IJSSEL, DEVENTER
Maat	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
Vetgehalte (%)	16.2	21.0	26.9	21.5
Dioxins (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.245	0.228	0.276	0.234
1,2,3,7,8-PeCDF	0.429	0.37	0.526	0.37
2,3,4,7,8-PeCDF	2.40	2.890	3.15	2.33
1,2,3,4,7,8-HxCDF	2.10	0.977	2.99	1.61
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.623	0.435	0.829	0.55
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.351	0.365	0.413	0.269
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.063	<0.029	0.03	<0.032
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.430	0.360	0.418	0.238
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.067	0.04	0.057	0.041
OCDF	0.200	0.108	0.149	0.094
2,3,7,8-TCDD	2.21	3.53	3.28	1.76
1,2,3,7,8-PeCDD	0.447	0.427	0.557	0.389
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.13	0.122	0.242	0.123
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.458	0.422	0.635	0.386
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.111	0.105	0.14	0.096
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.378	0.352	0.457	0.281
OCDD	0.753	0.36	0.692	0.496
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	3.80	5.11	5.37	3.19
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	3.81	5.11	5.37	3.19
Dioxine-like-PCB's				
PCB 081	1.29	1.21	1.790	1.10
PCB 077	12.7	10.0	15.0	9.1
PCB 126	108	81	125	105
PCB 169	22.8	16.9	23.2	19.9
PCB 123	<975	<961	<1220	<912
PCB 118	91900	56600	79300	55400
PCB 114	690	343	802	571
PCB 105	14500	9400	14900	10900
PCB 167	7390	4620	5970	5020
PCB 156	11600	8840	11400	9590
PCB 157	2110	1680	2100	1740
PCB 189	1500	1350	1380	1360
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	15.40	11.10	16.70	13.60
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	15.40	11.10	16.70	13.70
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	19.20	16.20	22.00	16.80
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	19.20	16.20	22.10	16.80
Non-dioxine-like-PCB's				
PCB 028	7.30	5.13	11.30	5.60
PCB 052	54.7	42.5	62.2	31.8
PCB 101	95	58.3	84.1	49.4
PCB 153	329	218	245	184
PCB 138	153	105.0	127	109
PCB 180	102	77.8	66.8	62.8
Totaal ndl-PCB's (lb)	740	507	596	442
Totaal ndl-PCB's (ub)	740	507	596	442

\* lb met lower bound detectiegrenzen.

\*\* ub met upper bound detectiegrenzen.

WFSR nr	200688108	200688109	200688110	200688111	200688112	200688113
Opdrachtgevern	2023/1250	2023/1276	2023/1302	2023/1328	2023/1354	2023/1380
Product	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal
Herkomst	RIJN, LOBITH	LEK, CULEMBO	IJSSELMEER, MEDEMBL	MAAS, HEIJEN	IJSSELMEER, RICH	OVERIJSELSE VE
Maat	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
Vetgehalte (%)	18.0	18.2	18.5	16.9	24.9	14.4
<b>Dioxins (A0565)</b>	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.221	0.203	0.220	0.213	0.221	0.201
1,2,3,7,8-PeCDF	0.383	0.61	0.10	0.42	0.202	0.29
2,3,4,7,8-PeCDF	2.41	2.39	1.39	1.68	2.63	0.798
1,2,3,4,7,8-HxCDF	2.000	1.96	0.336	0.217	0.865	0.125
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.651	0.696	0.178	0.100	0.384	0.068
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.315	0.440	0.145	0.089	0.243	0.048
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.030	<0.028	<0.025	<0.047	<0.028	<0.025
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.327	0.608	0.074	0.039	0.219	0.284
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.043	0.056	<0.019	<0.037	<0.025	<0.020
OCDF	0.111	0.152	0.03	<0.038	0.06	<0.023
2,3,7,8-TCDD	2.06	4.69	0.449	0.11	1.53	0.133
1,2,3,7,8-PeCDD	0.449	0.453	0.232	0.129	0.267	0.194
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.202	0.191	<0.045	0.042	0.087	0.032
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.395	0.533	0.131	0.184	0.281	0.236
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.112	0.102	0.031	<0.051	0.074	<0.035
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.237	0.451	<0.223	0.123	0.226	0.229
OCDD	0.462	0.71	0.139	0.301	0.317	0.581
<b>WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)</b>	<b>3.64</b>	<b>6.31</b>	<b>1.21</b>	<b>0.84</b>	<b>2.82</b>	<b>0.65</b>
<b>WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)</b>	<b>3.65</b>	<b>6.31</b>	<b>1.22</b>	<b>0.85</b>	<b>2.82</b>	<b>0.66</b>
<b>Dioxine-like-PCB's</b>						
PCB 081	1.310	1.95	0.421	0.955	0.620	0.440
PCB 077	9.3	9.4	4.6	8.38	4.7	3.17
PCB 126	106.0	107	25.3	66.7	56.5	35.8
PCB 169	21.3	24.5	5.6	11.10	11.30	7.41
PCB 123	<792	<1700	<125	<485	<583	<222
PCB 118	64900	92000	7410	40000	25800	14100
PCB 114	624	592	<77.1	526	158	172
PCB 105	12800	13500	1450	11600	4010	3460
PCB 167	4960	6710	706	3810	1960	1750
PCB 156	10600	12900	1300	10100	3940	3000
PCB 157	1880	2450	226	1560	750	516
PCB 189	1330	1980	181	1850	544	295.0
<b>WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)</b>	<b>14.20</b>	<b>15.40</b>	<b>3.04</b>	<b>9.09</b>	<b>7.11</b>	<b>4.50</b>
<b>WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)</b>	<b>14.20</b>	<b>15.40</b>	<b>3.04</b>	<b>9.11</b>	<b>7.13</b>	<b>4.51</b>
<b>WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)</b>	<b>17.80</b>	<b>21.70</b>	<b>4.24</b>	<b>9.93</b>	<b>9.93</b>	<b>5.16</b>
<b>WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)</b>	<b>17.80</b>	<b>21.70</b>	<b>4.26</b>	<b>9.96</b>	<b>9.95</b>	<b>5.17</b>
<b>Non-dioxine-like-PCB's</b>						
PCB 028	5.76	9.83	0.62	3.33	2.96	0.96
PCB 052	39.4	75.0	1.3	17.30	12.00	5.1
PCB 101	65.7	114.0	3.7	43.00	21.80	8.77
PCB 153	210	321	26.5	258.00	84.8	56.6
PCB 138	122.0	160	15.1	131.00	47.40	33.00
PCB 180	66.2	106.0	9.0	157.00	30.60	16.00
<b>Totaal ndl-PCB's (lb)</b>	<b>509</b>	<b>785</b>	<b>56</b>	<b>609</b>	<b>199</b>	<b>120</b>
<b>Totaal ndl-PCB's (ub)</b>	<b>509</b>	<b>785</b>	<b>56</b>	<b>609</b>	<b>199</b>	<b>120</b>

\* lb met lower bound detectiegrenzen.

\*\* ub met upper bound detectiegrenzen.



WFSR nr	200688114	200688115	200688116	200688117	200688118	200688119
Opdrachtgevern	2023/1406	2023/1432	2023/1458	2023/1510	2023/1536	2023/1562
Product	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal
Herkomst	SCHOKKERHAVEN	RAMSDIEP, VAN RAN	SPAARNE, RI HAARLE	BINNENLIEDE, TUSSE	ZAAN (TUSSEN A8 TV	BRAASEMERMEER
Maat	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
Vetgehalte (%)	20.7	19.7	12.0	14.3	18.4	16.3
<b>Dioxins (A0565)</b>	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.233	0.179	0.168	0.213	0.322	0.248
1,2,3,7,8-PeCDF	0.40	0.236	0.30	0.187	0.28	0.31
2,3,4,7,8-PeCDF	2.38	1.39	0.81	0.81	1.730	2.69
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1.050	0.45	0.433	0.36	0.445	0.645
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.430	0.203	0.135	0.210	0.241	0.415
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.268	0.110	0.093	0.170	0.184	0.245
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.048	<0.038	<0.048	<0.039	<0.045	<0.035
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.208	0.075	0.103	0.145	0.198	0.213
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.035	<0.030	<0.031	<0.028	<0.032	<0.033
OCDF	0.058	0.032	0.02	0.036	0.028	0.05
2,3,7,8-TCDD	2.04	0.931	0.481	0.355	0.328	1.97
1,2,3,7,8-PeCDD	0.396	0.256	0.457	0.39	0.446	0.475
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.113	0.068	<0.460	0.25	0.137	0.171
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.424	0.217	0.467	0.544	0.737	0.485
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.069	<0.027	0.08	0.107	0.122	0.088
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.187	0.136	0.291	0.242	0.442	0.226
OCDD	0.483	0.441	0.378	0.335	0.72	0.431
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	3.42	1.73	1.33	1.18	1.53	3.49
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	3.43	1.74	1.38	1.19	1.53	3.50
<b>Dioxine-like-PCB's</b>						
PCB 081	1.270	0.620	0.846	0.75	1.27	0.69
PCB 077	7.3	5.0	6.8	6.9	7.94	6.8
PCB 126	99.4	52	54.9	43	50.2	67.2
PCB 169	19.5	10.9	9.74	7.5	7.0	13.50
PCB 123	<878	<442	<1200	<1430	<756	<616
PCB 118	50200	26200	56800	73600	29100	37500
PCB 114	499	256	802	971	364	261
PCB 105	8780	4760	12800	14000	6330	5520
PCB 167	4010	2070	3940	4780	2470	2470
PCB 156	7480	4220	7870	10100	4600	4910
PCB 157	1380	740	1390	2030	722	918
PCB 189	996	592	813	574	451	679
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	12.70	6.65	8.31	7.69	6.56	8.69
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	12.80	6.66	8.35	7.73	6.58	8.71
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	16.10	8.38	9.64	8.87	8.08	12.20
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	16.20	8.40	9.73	8.92	8.11	12.20
<b>Non-dioxine-like-PCB's</b>						
PCB 028	5.32	2.29	2.08	1.61	3.660	3.01
PCB 052	29.00	11.6	17.80	41.0	20.20	13.4
PCB 101	48.7	18.7	30.90	25.3	25.30	24.6
PCB 153	169.0	94	124.0	108	84.4	120
PCB 138	88.5	50.1	77.7	69	47.00	53.7
PCB 180	52.1	30.6	44.6	27.6	24.20	35.9
Totaal ndl-PCB's (lb)	393	207	297	273	205	251
Totaal ndl-PCB's (ub)	393	207	297	273	205	251

\* lb met lower bound detectiegrenzen.

\*\* ub met upper bound detectiegrenzen.

WFSR nr	200688120	200688121	200688122	200688123	200688124	200690393
Opdrachtgevern	2023/1588	2023/1614	2023/1640	2023/1787	2023/1813	2023/2033
Product	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal
Herkomst	WESTEINDERPL	VOLKERAK, DIN	VOLKERAK, DIN	REEUWIJKSE PL	DIEP / DRONTEF	(ZOUTE KANT)
Maat	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
Vetgehalte (%)	10.4	15.7	12.6	18.3	15.6	21.6
<b>Dioxins (A0565)</b>	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	
2,3,7,8-TCDF	0.129	0.210	0.196	0.156	0.146	0.36
1,2,3,7,8-PeCDF	0.12	0.125	0.14	0.06	0.04	0.08
2,3,4,7,8-PeCDF	0.54	2.00	1.42	0.427	0.566	1.93
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.140	0.440	0.347	0.107	0.176	0.40
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.122	0.224	0.173	0.116	0.108	0.18
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.106	0.194	0.186	0.090	0.075	0.17
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.030	<0.028	<0.056	<0.030	<0.032	<0.031
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.094	0.147	0.094	0.058	0.040	0.12
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.025	<0.022	<0.030	<0.021	<0.019	<0.024
OCDF	<0.023	0.058	0.029	<0.020	0.021	0.04
2,3,7,8-TCDD	0.14	1.4	0.992	0.147	0.198	0.90
1,2,3,7,8-PeCDD	0.155	0.254	0.197	0.156	0.109	0.20
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.057	0.074	0.054	0.073	0.031	0.09
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.337	0.237	0.191	0.266	0.15	0.29
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.067	0.078	<0.032	<0.028	<0.018	0.04
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.273	0.144	0.118	0.113	0.07	0.15
OCDD	0.453	0.236	0.233	0.174	0.123	0.32
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	<b>0.56</b>	<b>2.40</b>	<b>1.74</b>	<b>0.52</b>	<b>0.55</b>	<b>1.84</b>
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	<b>0.56</b>	<b>2.40</b>	<b>1.74</b>	<b>0.52</b>	<b>0.55</b>	<b>1.84</b>
<b>Dioxine-like-PCB's</b>						
PCB 081	0.19	0.636	0.55	0.498	0.23	1.17
PCB 077	2.2	6.99	6.28	4.46	1.99	11.30
PCB 126	16.9	45.1	32.6	22.6	15.8	34.5
PCB 169	3.5	8.3	6.8	3.44	3.7	5.9
PCB 123	<229	<577	<452	<155	<144	<269
PCB 118	11000	21900	21400	5590	7020	15100
PCB 114	188	173	157	<104	<87.3	154
PCB 105	3150	3870	3780	1210	1400	3120
PCB 167	740	1860	1830	670	567	1130
PCB 156	1560	3200	3300	996	1160	1230
PCB 157	300	605	638	147	210	329
PCB 189	135	479	507	148	163	165
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	<b>2.31</b>	<b>5.72</b>	<b>4.42</b>	<b>2.63</b>	<b>2.00</b>	<b>4.26</b>
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	<b>2.32</b>	<b>5.74</b>	<b>4.43</b>	<b>2.63</b>	<b>2.01</b>	<b>4.27</b>
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	<b>2.87</b>	<b>8.12</b>	<b>6.15</b>	<b>3.14</b>	<b>2.55</b>	<b>6.10</b>
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	<b>2.88</b>	<b>8.14</b>	<b>6.18</b>	<b>3.16</b>	<b>2.56</b>	<b>6.11</b>
<b>Non-dioxine-like-PCB's</b>						
PCB 028	<0.550	2.04	1.6	1.28	0.55	5.22
PCB 052	2.7	12.1	10.0	2.6	2.1	11.2
PCB 101	5.5	13.3	11.7	4.4	4.8	10.0
PCB 153	24	81	82	19	26	48
PCB 138	13.4	37	38	10.8	13.0	20.4
PCB 180	7.4	26	29.3	7.5	8.2	7.5
Totaal ndl-PCB's (lb)	<b>53</b>	<b>171</b>	<b>173</b>	<b>46</b>	<b>55</b>	<b>102</b>
Totaal ndl-PCB's (ub)	<b>53</b>	<b>171</b>	<b>173</b>	<b>46</b>	<b>55</b>	<b>102</b>

\* lb met lower bound detectiegrenzen.

\*\* ub met upper bound detectiegrenzen.

# Bijlage 5 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

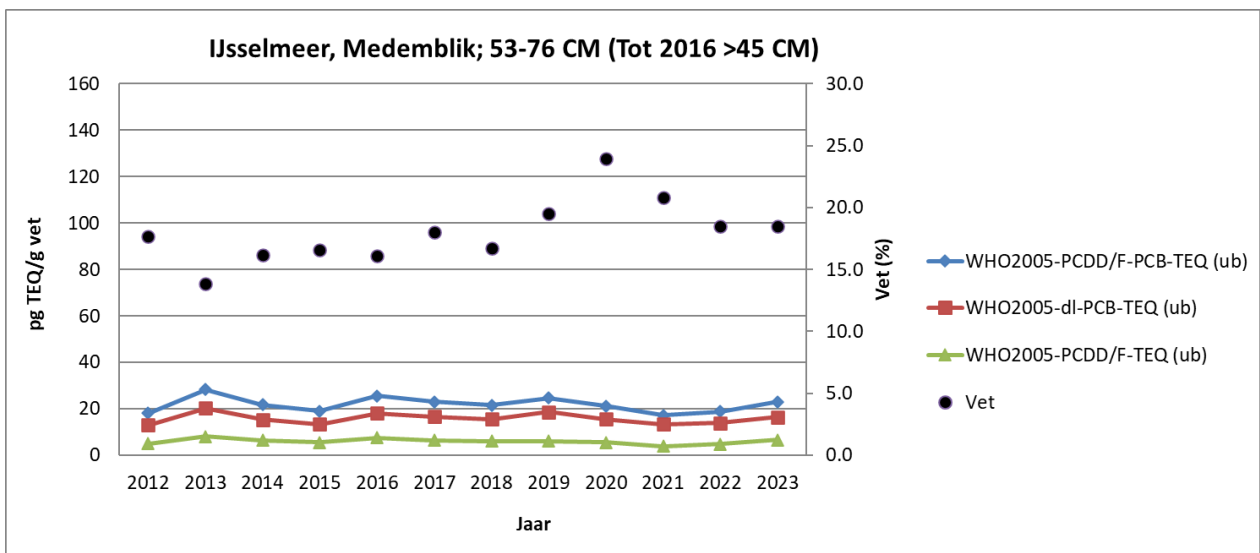
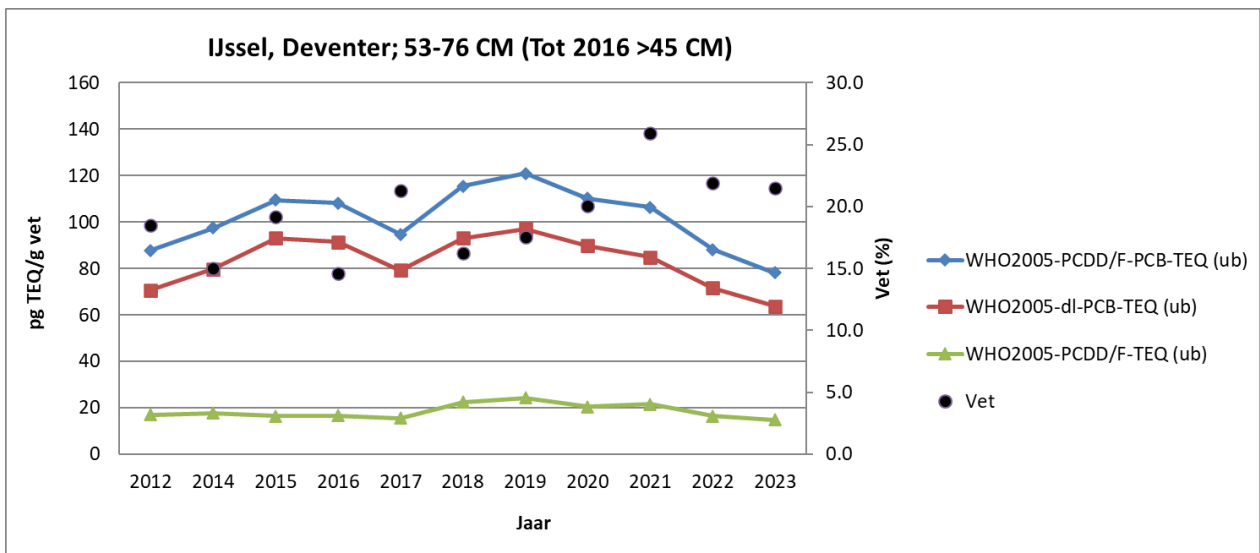
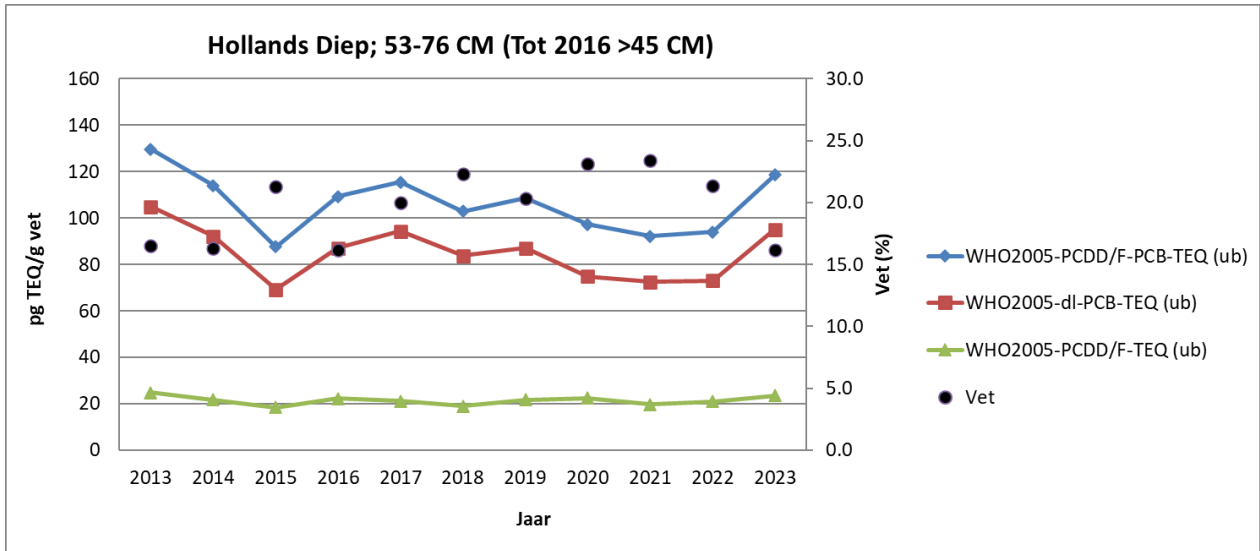
---

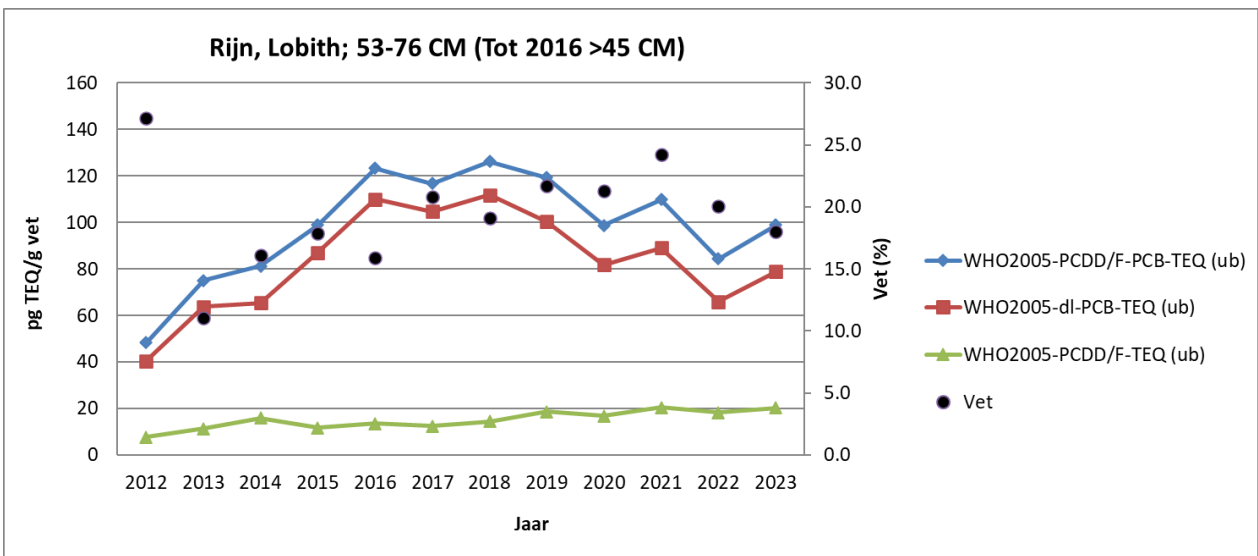
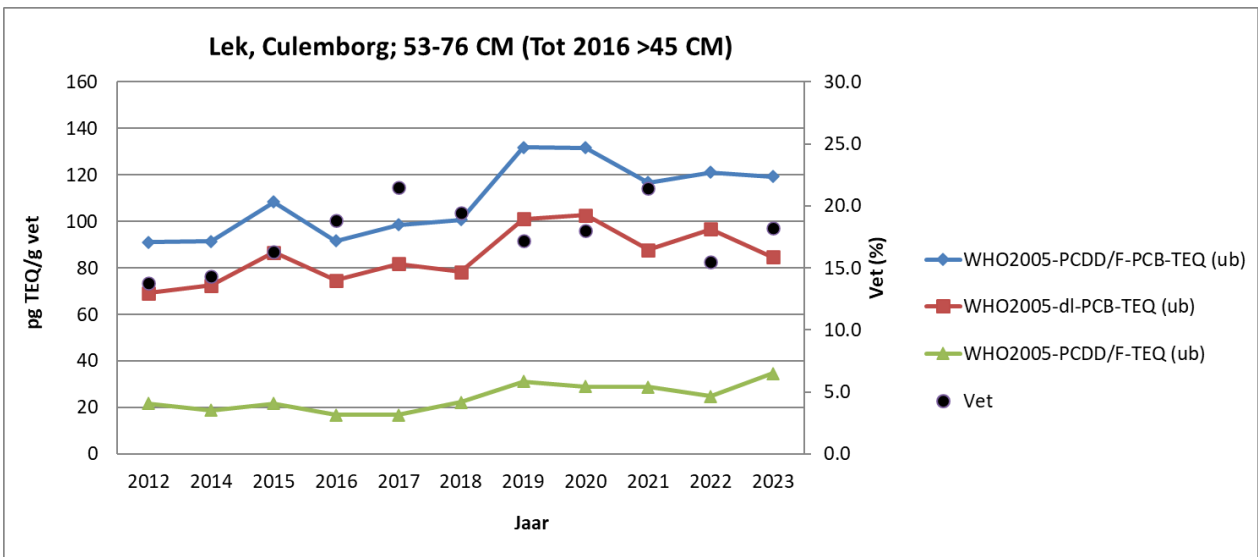
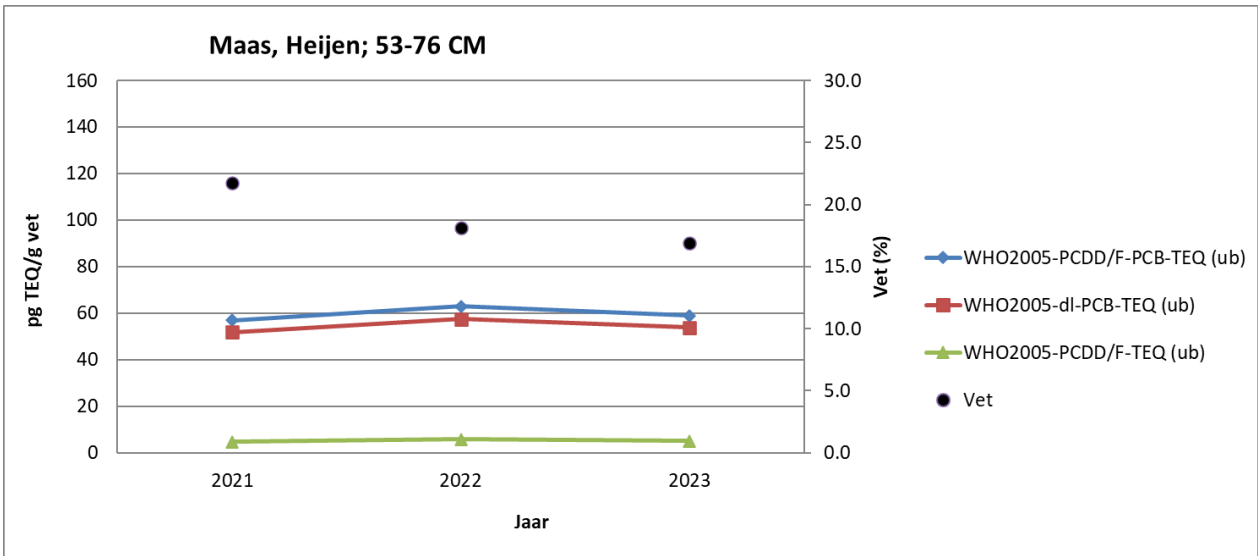
Tegelijkertijd zijn in 2012 ook de bestaande Europese maximumgehalten voor dioxines en dl-PCB's aangepast. Rekening houdend met de TEF-waarden uit 2005 zijn de nieuwe maximumgehalten voor aal als volgt: voor dioxines 3,5 pg TEQ per gram product en voor de som dioxines en dl-PCB's 10 pg TEQ per gram product (Verordening (EU) 2023/915).

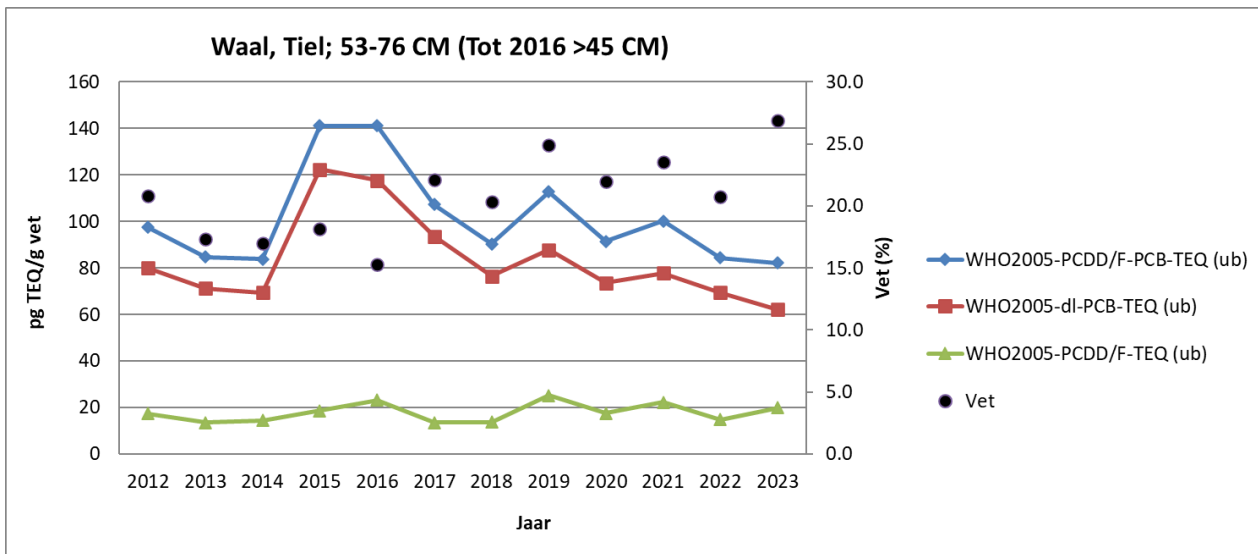
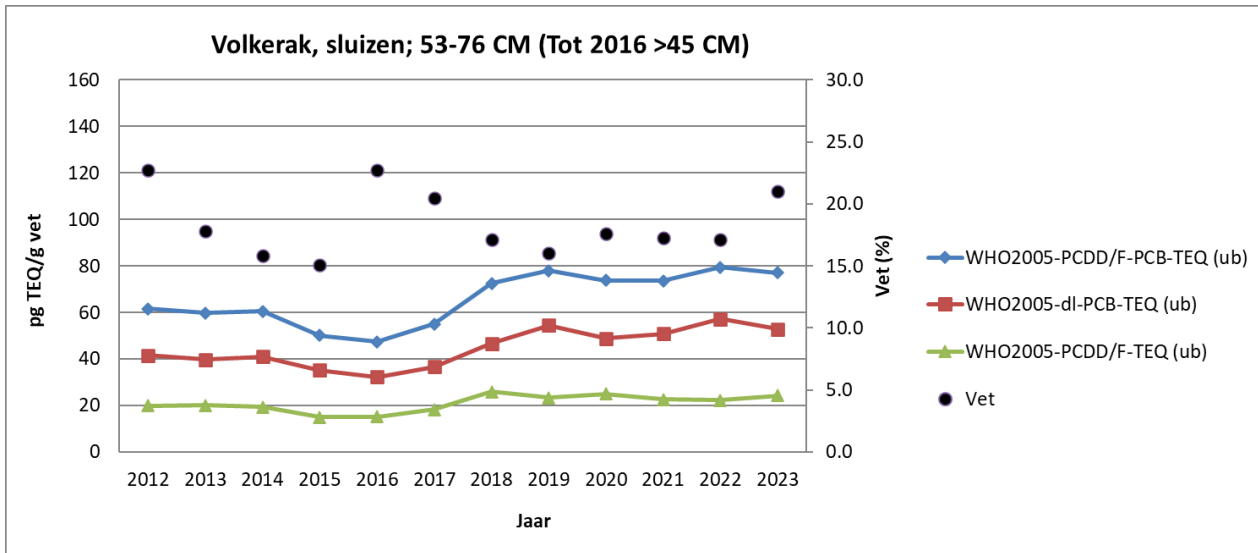
In 2022 zijn de TEF's opnieuw herzien maar het is nog niet duidelijk wanneer deze worden ingevoerd in de wetgeving, waarbij mogelijk ook de ML's zullen veranderen.

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 6 Trends in TEQ-gehalten in grote aal 53-76 cm (tot 2016 >45 cm), uitgedrukt op vetbasis







**Figuur B1** Trends op de 8 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 7 Resultaten PFAS's in mengmonsters aal 2023

**Tabel B4** *Individuele gehalten van de verschillende PFAS's in mengmonsters aal bemonsterd in 2023 (53-76 cm). Resultaten zijn uitgedrukt in µg/kg product. Componenten met een \* zijn EFSA-4 PFAS's.*

WFSR nr.	WMR nr. 2023/	Locatie	PFHxA	PFHpA	PFOA*	PFNA*	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFTTrDA	PFTeDA	PFBS	PFHxS*	PFHpS	PFOS*	PFDS	HFPO-DA ('GenX')	Som EFSA-4 (lb)
200688104	1146	Hollands Diep	0.16	0.11	<0.50	0.14	0.88	0.69	1.5	1.0	1.6	<2.8	0.33	<0.065	8.8	<0.13	0.22	9.3
200688105	1172	Volkerak, Volkeraksluizen	0.081	0.069	<0.50	0.26	2.4	2.3	3.2	1.6	1.2	<2.1	0.21	<0.065	10	0.13	0.14	10
200688106	1198	Waal, Tiel	0.098	<0.065	<0.50	0.16	1.2	0.71	1.6	1.1	1.0	<0.46	0.22	<0.065	7.2	<0.13	0.12	7.6
200688107	1224	IJssel, Deventer	0.069	<0.065	<0.50	0.16	1.9	1.4	2.6	1.5	1.2	<2.2	0.30	<0.065	17	<0.13	<0.065	17
200688108	1250	Rijn, Lobith	<0.065	<0.065	<0.50	0.17	2.5	1.6	3.4	1.8	1.6	<2.4	0.23	<0.065	17	<0.13	<0.065	17
200688109	1276	Lek, Culemborg	0.089	<0.065	<0.50	0.12	1.4	1.0	2.2	1.2	1.3	<0.39	0.31	<0.065	9.0	<0.13	<0.065	9.4
200688110	1302	IJsselmeer, Medemblik	<0.065	<0.065	<0.50	0.37	3.2	2.3	1.6	1.1	0.43	<0.92	0.37	<0.065	21	<0.13	0.073	22
200688111	1328	Maas, Heijen	0.090	<0.065	<0.50	0.13	3.9	3.6	6.5	2.5	2.2	<0.13	0.19	<0.065	13	<0.13	<0.066	13
200688112	1354	IJsselmeer, ri Lelystad, bocht halverwege	<0.065	<0.065	<0.50	0.30	3.9	3.0	3.2	1.8	1.3	0.3	0.65	<0.065	24	<0.13	<0.096	25
200688113	1380	Overijsselse Vecht, monding ZM en stroomopwaarts	0.16	0.072	<0.50	0.26	3.4	4.2	2.9	2.8	1.0	0.26	0.30	<0.065	22	<0.13	0.13	23
200688114	1406	Schokkerhaven	0.10	<0.065	<0.50	0.22	2.7	2.6	3.2	1.9	1.4	0.15	0.38	<0.065	19	<0.13	0.11	20
200688115	1432	Ramsdiep, van Ramspolbrug ri Westen	0.073	<0.065	<0.50	0.30	5.7	6.0	4.3	2.5	1.1	<0.78	0.46	0.072	27	<0.13	<0.065	28
200688116	1458	Spaarne, ri Haarlem tot aan Waarderbrug	0.079	<0.065	<0.50	0.10	1.5	1.3	3.9	1.5	1.9	0.25	0.53	<0.065	12	<0.13	<0.065	13
200688117	1510	Binnen Liede, tussen brug A200 en brug R106	0.11	<0.065	<0.50	0.17	1.5	1.3	3.6	1.6	1.4	<0.20	1.0	0.068	19	<0.13	<0.065	20
200688118	1536	Zaan, tussen A8 t/m Wormerveer	<0.065	<0.065	0.54	0.14	2.1	2.0	2.6	1.0	0.83	0.97	0.14	<0.065	9.1	<0.13	<0.065	9.9
200688119	1562	Braassemermeer	<0.065	<0.065	<0.50	0.34	4.2	4.3	6.2	2.8	2.6	<1.4	0.17	<0.065	14	<0.13	<0.065	15
200688120	1588	Westeinderplassen	<0.065	<0.065	<0.50	0.36	3.9	3.2	4.2	1.6	1.3	<0.40	0.21	<0.065	11	<0.13	<0.065	12
200688121	1614	Volkerak, Dintelsas kant	<0.065	<0.065	<0.50	0.32	3.2	3.2	3.7	1.4	0.82	<9.5	0.21	<0.065	13	0.13	0.068	14
200688122	1640	Volkerak, tegenover Dintelsas kant	<0.065	<0.065	<0.50	0.27	3.0	2.9	3.4	1.4	0.82	<1.5	0.23	<0.065	12	0.15	<0.065	13
200688123	1787	Reeuwijkse plassen	<0.065	<0.065	<0.50	0.15	0.82	0.47	0.55	0.26	<0.25	0.33	0.16	<0.065	5.7	<0.13	<0.065	6.0
200688124	1813	Reevediep / Drontermeer	<0.065	<0.065	<0.50	0.14	1.4	0.90	0.89	0.61	0.29	<0.13	0.071	<0.065	7.1	<0.13	<0.065	7.3
200690393	2033	Noordzeekanaal buitenzijde	<0.025	<0.10	<0.20	<0.20	0.16	0.16	0.21	0.085	0.11	<0.025	0.16	<0.025	1.9	n.t.b.	<0.10	2.1





---

Wageningen Food Safety Research  
Postbus 230  
6700 AE Wageningen  
T 0317 48 02 56  
[wur.nl/food-safety-research](http://wur.nl/food-safety-research)

WFSR-rapport 2024.005



---

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, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers 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](http://wur.nl/food-safety-research)

WFSR-rapport 2024.005

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, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers 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.

