



Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren

Resultaten van 2024

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



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren

Resultaten van 2024

L.L. Leenders¹, M.J.J. Kotterman², S.P.J. van Leeuwen¹, J.C.W. Rijk¹

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, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoeksthema 'WOT voedselveiligheid, chemische contaminanten' (WOT-02-001-014).

Wageningen, mei 2025

WFSR-rapport 2025.001

Leenders, L.L.; M.J.J. Kotterman; S.P.J. van Leeuwen; J.C.W. Rijk, 2025. *Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2024*. Wageningen, Wageningen Food Safety Research, WFSR-rapport 2025.001. 60 blz.; 9 fig.; 3 tab.; 18 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/10.18174/692467> of op <http://www.wur.nl/food-safety-research> (onder WFSR publicaties).

© 2025 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 2025.001

Verzendlijst:

- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW): S. Biegel; L.G.M. Peters
- Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN): F.G.E. van den Berg; G. Mahabir; E.V. Mc Pherson
- Ministerie voor Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS): N.E. Emmerik; A.I. Vilorio Alebesque
- Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit (NVWA): G.F. van den Berg; E.G. Biesta; A. Bouwhuis; M.W.N. de Bruin; B. Duijnhouwer; Y.M. Huigen
- PO IJsselmeer/Vissersbond: R. van Beek
- Sportvisserij Nederland: J. Quak
- Rijkswaterstaat: C. Schmidt; I. van der Stap
- 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; P. de Ruijter
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM): P. Boon; A. Bulder; J. van Klaveren
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO): B. Holierhoek; N. Kamp; G.M. Smits; K. Valk
- NetVISwerk: J. Visser

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 Materiaal en methoden	12
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 Extractie van anorganisch arseen uit matrix	14
2.5.3 Analyse van cadmium, lood, arseen, kwik en nikkel	14
2.5.4 Analyse van anorganisch arseen	15
2.6 Kwaliteitsborging	15
3 Resultaten	16
3.1 Dioxine- en PCB-gehalten in mengmonsters aal	16
3.1.1 Limietoverschrijding dioxine-TEQ en totaal-TEQ	18
3.1.2 Limietoverschrijding som-ndl-PCB's	18
3.1.3 Situatie Ramsdiep/Schokkerhaven/IJsseloog en monding Ketelmeer	18
3.1.4 Situatie Spaarne	20
3.1.5 Situatie Braassemermeer	21
3.1.6 Situatie Noordzeekanaal buitenzijde	22
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	29
4 Conclusies	31
5 Aanbevelingen	32
Literatuur	33
Bijlage 1 Aanpassen bemonstering aal en implementatie van de beleidsregel	34
Bijlage 2 Vangstlocaties 2024	35
Bijlage 3 Gegevens van de aalmonsters	46
Bijlage 4 Analyseresultaten voor vet, dioxines en PCB's in rode aal	47
Bijlage 5 Maximumgehalten voor dioxines en PCB's	52
Bijlage 6 Trends TEQ-gehalten op vetbasis	54
Bijlage 7 Resultaten PFAS's in mengmonsters aal 2024	57

Samenvatting

In 2024 is in het kader van het monitoringsprogramma "Contaminanten in vis uit Nederlandse binnenwateren" aal op 24 locaties bemonsterd. Hiervan lagen 10 locaties binnen het voor aalvisserij gesloten gebied, 3 locaties op de grens tussen open en gesloten gebied en waren er 11 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 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 mengmonsters samengesteld. 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 24 onderzochte monsters grote aal overschrijden 11 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, Spaarne (richting Haarlem tot aan Waarderbrug) en de noordkant van het Volkerak één of meerdere beleidsregellimieten. Het gehalte totaal-TEQ in rode aal gevangen in het Spaarne, richting Haarlem tot aan de Waarderbrug overschrijdt de beleidsregellimiet voor totaal-TEQ en de ML voor totaal ndl-PCB's. Deze locatie ligt in het gebied dat opengesteld is voor aalvisserij. Ook aal gevangen in het Braassemmermeer, een locatie die opengesteld is voor aalvisserij, overschrijdt de ML voor totaal-TEQ. Het huidige rapport geeft de gegevens van voorgaande jaren weer voor de trendlocaties, aangevuld met de resultaten van 2024. 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 voldoen aan de geldende ML's (Verordening (EU) 2023/915). Arseen en nikkel werden ook aangetroffen, maar voor arseen en nikkel is geen ML vastgesteld, en dus kunnen de gehalten niet aan een ML getoetst worden. Anorganisch arseen werd niet aangetroffen in de monsters. De gesommeerde gehalten van de geanalyseerde PFAS's variëren van ongeveer 1 tot 61 µg/kg product, waarbij PFOS de belangrijkste bijdrage levert (40-80%). Hoogste gehalten werden aangetroffen in aal uit het Ramsdiep en het Twentekanaal. Alle gehalten van PFAS's voldeden aan de geldende ML's (Verordening (EU) 2023/915), rekening houdend met de meetonzekerheid van de methode. 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 2024. Op een aantal locaties leek de afgelopen jaren een lichte afname meetbaar, echter de gehalten stijgen op die locaties de laatste 2 jaren weer iets. Over het algemeen bleven de concentraties redelijk constant.

1 Inleiding

Aal afkomstig uit vervuilde gebieden, met name rivieren en kanalen in Nederland, bevat verhoogde gehalten aan contaminanten. Eerder onderzoek (Leenders et al., 2021/2022/2023/2024, van Leeuwen et al., 2013) heeft aangetoond dat aal op verschillende locaties de door de EU vastgestelde maximumgehalten (ML's) voor dioxines en polychloorbifenylen (PCB's) overschrijdt¹. Deze ML's zijn ingesteld om de blootstelling van consumenten te beperken tot een niveau onder de gezondheidkundige norm (Tolerable Weekly Intake, of TWI). Om die reden werd in april 2011 het gehele Nederlandse stroomgebied van de Rijn en de Maas gesloten voor de aalvangst. Vervolgens leidde aanvullend onderzoek tot verdere vangstbeperkingen in verschillende wateren in 2015, 2017 en 2021¹. Tegelijkertijd werden enkele locaties, waar de concentraties waren gedaald, weer opengesteld voor visserij. Voor het sluiten en openen van gebieden zijn beleidsregellimieten vastgesteld (zie Bijlage 1).

Het in deze rapportage beschreven aal-monitoringsonderzoek heeft als doel om trends in de gehalten van dioxines en PCB's te volgen en te beoordelen of het huidige vangstverbod gerechtvaardigd is op basis van de gemeten waarden. Jaarlijks worden rode alen (nog niet geslachtsrijpe aal) gevangen op verschillende locaties, waaronder acht trendlocaties, incidenteel terugkerende locaties en nieuwe locaties. De vaste trendlocaties zijn: 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 goede vervangende locatie te zijn.

In het verleden werd op de trendlocaties voornamelijk aal van 30-40 cm bemonsterd, met incidenteel exemplaren groter dan 45 cm. Sinds 2016 wordt echter ook grotere aal (53-76 cm) bemonsterd, omdat deze groep het grootste deel van de beroepsmatige vangst vertegenwoordigt (zie Bijlage 1). Tot 2022 werd op drie locaties nog jaarlijks de 30-40 cm klasse bemonsterd. Het beeld van de resultaten van kleine aal (30-40 cm) blijft echter 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.

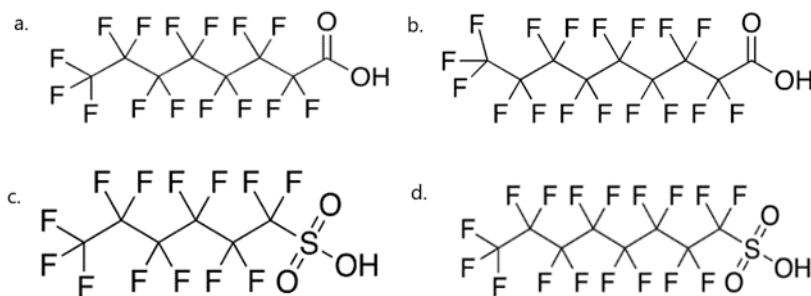
De normen voor contaminanten in vis worden uitgedrukt op versgewichtsbasis. Een studie uit 2013 (van Leeuwen et al., 2013) onderzocht trends in dioxine- en PCB-gehalten in rode aal over de periode 2006-2012. Hieruit bleek dat op vetbasis nauwelijks een afnemende trend van de gehalten aan dioxines en PCB's werd waargenomen. Voor veel locaties in het rivierengebied ligt het gehalte tussen circa 70 en 120 pg totaal-TEQ/g vet. Op productbasis zijn grotere schommelingen zichtbaar, die grotendeels verklaard kunnen worden door fluctuaties in het vetgehalte. Dit effect is vooral merkbaar bij aal van 30-40 cm en hangt samen met de geslachtssamenstelling van de onderzochte monsters: vrouwelijke alen in deze klasse hebben doorgaans een lager vetgehalte dan mannelijke alen in diezelfde lengteklasse. Dit beïnvloedt het totale vetgehalte van het mengmonster en daarmee ook de gemeten dioxine- en PCB-gehalten op productbasis. Dit effect speelt geen rol in de klasse 53-76 cm, aangezien deze volledig uit vrouwtjes bestaat.

PFAS's betreffen een groep van stoffen van (volledig) gefluoreerde verbindingen met uiteenlopende structuren, zoals variërende ketenlengtes en functionele groepen (Buck et al. 2011). Een aantal PFAS's zijn weergegeven in Tabel 1. Een groot aantal PFAS's komt in ons voedsel voor (Noorlander et al. 2011), waaronder in 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. In 2022 en 2023 werd er onderzoek gedaan naar zeegroenten, vis, schaal- en schelpdieren in de Westerschelde, vanwege de langdurige lozing van PFAS's door een fabriek in Antwerpen in de rivier de Schelde (van den Heuvel – Greve et al. 2022, WFSR 2024).

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

De EFSA heeft in 2020 een TWI afgeleid van 4,4 ng/kg lichaamsgewicht per week voor de som van PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS, gebaseerd op effecten op het immuunsysteem bij de mens (EFSA, 2020). Voor andere PFAS's ontbraken data voor effecten op het immuunsysteem, en andere effecten treden pas op bij veel hogere doseringen. De EFSA berekende bovendien dat een groot deel van de Europese bevolking de veilig geachte inname overschrijdt, waarbij vis één van de belangrijkste bronnen is.

Voor PFAS's zijn daarom door de EC en de lidstaten ML's voor de EFSA-4 PFAS's (PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS, zie Figuur 1) 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.



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

De EFSA heeft in 2024 een vernieuwde risicobeoordeling voor arseen in voedsel gedaan. Daaruit kwam naar voren dat een chronische inname van anorganisch arseen (iAs) via voeding en/of drinkwater gepaard kan gaan met een verhoogd risico op toxische effecten (EFSA, 2024). De risicobeoordeling van EFSA heeft geleid tot een verlaging van de veilig geachte inname van iAs, waardoor deze stof een bron van zorg voor de gezondheid is. EFSA kijkt op dit moment naar mogelijke risico's van andere vormen van arseen.

Dit rapport beschrijft de resultaten van onderzoek naar rode aal gevangen in 2024. 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, inclusief een speciatie van arseen om het gehalte aan anorganisch arseen te bepalen.

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

Afkorting	Component	ML's geldend voor aal sinds 1 januari 2023 (µg/kg)
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 (Ib)		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 2024. 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 24 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 behaald. Op de locaties Schokkerhaven, Lauwersmeer en Bergumermeer werden 13 of 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. Hetzelfde geldt voor de locaties Braassemermeer en het Twentekanaal, waar ook de gewenste 15 alen niet verkregen konden worden (6 resp. 4 alen).

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 15 alen wederom ruim hoger dan de vangst bij Eijsden, dus de Maas bij Heijen wordt de nieuwe trendlocatie. In de komende jaren zal deze locatie daarom 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 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 plaatsvond) werd een bekende hoeveelheid van een mix van ^{13}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 (Thermo trace 1310) was voorzien van een 60 meter capillaire kolom (DB-5-MS, ID=0,25 mm). Voor de detectie werd 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 ^{13}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-gedetecteerde 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 ^{13}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 μm PS 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 μm 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}C -gelabelde verbindingen met behulp van specifieke massaovergangen werden gedetecteerd. De huidige meetonzekerheden bedragen 9% voor PFOA, 10% voor PFNA, 12% voor PFHxS en 30% voor PFOS. De meetonzekerheid van de som is afhankelijk van de gevonden concentraties en de meetonzekerheid van elke individuele PFAS's, en is berekend in overeenstemming met de leidraad van het EURL (EURL POPs, 2024).

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 Greinerbuis van 50 mL en aangevuld met Milli-Q water.

2.5.2 Extractie van anorganisch arseen uit matrix

Voor de analyse van anorganisch arseen werd aan 0.5 gram mengmonster aal 10 mL extractie-oplossing (0.1 M salpeterzuur en 3% waterstofperoxide) toegevoegd, waarna het anorganisch arseen gedurende een uur bij 90°C in een schudwaterbad werd geëxtraheerd. Tijdens de extractie werd het in het monster aanwezige arseniet (As^{3+}) omgezet naar arsenaat (As^{5+}). De extracten werden voor analyse aangevuld tot 50 mL met 30 mM ammoniumcarbonaat in 2% v/v methanol-water.

2.5.3 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 germanium, rhodium en thallium als interne standaarden. De gehalten cadmium, kwik en lood werden bepaald in de standaard modus met behulp van de isotopen ^{111}Cd , ^{202}Hg en ^{208}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}As en ^{60}Ni te verwijderen. De huidige meetonzekerheden bedragen 21% voor nikkel, 20% voor arseen, 18% voor cadmium, 21% voor kwik en 24% voor lood.

2.5.4 Analyse van anorganisch arseen

De bepaling van het anorganische arseengehalte werd uitgevoerd met behulp van een hogedrukvlloeistofchromatograaf gekoppeld aan een inductief gekoppelde plasma massaspectrometer (HPLC-ICP-MS). Het anorganisch arseen werd van de andere (organische) arseenverbindingen gescheiden met anion uitwisselingschromatografie. Hiervoor werd gebruik gemaakt van een Hamilton PRP-X100 HPLC kolom en 30 mM ammoniumcarbonaat in 2% v/v methanol-water als mobiele fase, met een flow rate van 1.2 mL/min. Het anorganisch arseen werd vervolgens gedetecteerd met de ICP-MS op de massa van arseen (m/z 75). Door de omzetting van As^{3+} naar As^{5+} tijdens de extractie, werd het totale anorganisch arseengehalte (As^{3+} plus As^{5+}) als As^{5+} worden bepaald. De gehalten in de monsterextracten werden berekend tegen een externe kalibratiecurve. De huidige meetonzekerheid bedraagt 31% voor anorganisch arseen.

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 methodes 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 2024. 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 2024 bemonsterde locaties. Bijlage 4 toont de individuele gehalten van de verschillende dioxines en PCB's. TEQ-gehalten zijn berekend met de Toxische Equivalentie Factoren (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 drie 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.

WFSR monster nr.	WMR nr. 2024/	Vangstlocatie	Gesloten gebied?	Lengteklasse (cm)	Vetgehalte (%)	WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub) (pg/g)	WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub) (pg/g)	WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub) (pg/g)	Totaal ndl-PCB's (ub) (ng/g)
200705406	0664	Rijn, Lobith	Ja	>53	22,0	3,0	13,9	16,9	469
200703403	0742	Maas, Heijen	Ja	>53	13,8	0,8	8,3	9,0	514
200705404	0612	Waal, Tiel	Ja	>53	26,2	2,7	11,2	13,9	393
200703205	0690	Lek, Culemborg	Ja	>53	17,6	4,1	15,7	19,7	917
200703402	0560	Hollands Diep	Ja	>53	18,7	2,6	11,4	13,9	530
200705403	0586	Volkerak, Volkeraksluizen	Ja	>53	16,3	3,4	8,6	12,0	424
200703406	0990	Volkerak, noordkant	Grens	>53	19,0	3,1	6,7	9,8	234
200703407	1016	Volkerak, zuidkant	Grens	>53	17,1	2,2	5,2	7,4	174
200705405	0638	IJssel, Deventer	Ja	>53	22,4	2,7	12,9	15,6	440
200703206	0716	IJsselmeer, Medemblik	Nee	>53	20,4	0,9	2,3	3,2	45
200706183	2084	IJsselmeer, Lelystad	Nee	>53	18,2	1,8	4,6	6,4	130
200706180	0782	IJsselmeer, richting Lelystad bij bocht halverwege	Nee	>53	18,8	2,2	5,9	8,1	185
200705407	0860	Ketelmeer - IJsseloog	Ja	>53	17,1	3,2	14,0	17,2	505
200703207	0834	Schokkerhaven	Ja	>53	17,3	2,6	10,9	13,5	347
200705408	0886	Ramsdiep	Grens	>53	19,6	1,6	5,8	7,5	187
200703730	0808	Overijsselse Vecht, thv Genne en Haerst	Nee	>53	12,3	0,5	3,6	4,1	106
200706182	1042	Noordzeekanaal buitenzijde	Ja	>53	18,7	2,1	4,5	6,5	119
200703405	0938	Binnen Liede, tussen brug A200 en brug R106	Nee	>53	15,1	1,2	5,9	7,1	224
200703404	0912	Spaarne, richting Haarlem tot aan Waarderbrug	Nee	>53	13,9	1,3	8,5	9,9	335
200703731	1068	Dokkumer Ee, thv Bartlehiem	Nee	>53	13,9	1,4	5,4	6,8	164
200705409	1826	Lauwersmeer	Nee	>53	9,1	0,3	1,3	1,6	38
200705410	1853	Bergumermeer	Nee	>53	12,2	0,7	2,1	2,8	48
200706181	0964	Braassemermeer	Nee	>53	24,2	3,1	8,8	11,9	250
200706225	1880	Twentekanaal	Nee	>53	16,1	1,5	6,3	7,8	223

ub = upperbound gehalten

3.1.1 Limietoverschrijding dioxine-TEQ en totaal-TEQ

Van de 24 mengmonsters grote aal (53-76 cm) overschreed het monster uit de Lek (Culemborg) de ML voor dioxines. De totaal-TEQ ML werd overschreden op 9 van de 24 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 Lek (Culemborg), de IJssel (Deventer), de Rijn (Lobith) en het Ketelmeer - IJsseloog. Toepassing van de beleidsregellimiet resulteert in nog drie additionele locaties met overschrijdingen van de totaal-TEQ (Maas (Heijen), Spaarne en Volkerak, noordkant)². De overschrijdingen van de beleidsregellimiet betreft 1 gebied gesloten voor visserij (Maas bij Heijen) en 2 gebieden open voor visserij, het Spaarne en de noordkant van het Volkerak (grensgebied). 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 rond 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 de noord- en zuidkant bij 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 Binnen Liede, Volkerak (zuidkant), Overijsselse Vecht, Dokkumer Ee, Ramsdiep, Lauwersmeer, Bergumermeer, IJsselmeer (bij Medemblik, richting Lelystad bij bocht halverwege en bij Lelystad), de buitenzijde van het Noordzeekanaal en het Twentekanaal 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 de Lek (Culemborg), het Hollands Diep, de Maas (Heijen) en het Ketelmeer - IJsseloog. 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 niet in aanvullende overschrijdingen.

3.1.3 Situatie Ramsdiep/Schokkerhaven/IJsseloog en monding Ketelmeer



Figuur 2 Dioxine-TEQ, totaal-TEQ en ndl-PCB gehalten in aal in het Ramsdiep, de Schokkerhaven en bij het IJsseloog (gehalten uit 2022 en 2023 ook getoond). De gehalten die de ML overschrijden zijn onderstreept. Het Ketelmeer is gesloten voor aalvisserij (aangegeven gebied tussen de rode strepen).

Om de juistheid van de grenzen van het gesloten gebied te controleren is er dit jaar een monster over het gehele Ramsdiep, in de Schokkerhaven en bij het IJsseloog doorgemeten. Net als in 2023 werden de ML's in het Ramsdiep niet overschreden (Figuur 2). De Schokkerhaven en het IJsseloog, in het gesloten gebied, bevat gehalten aan totaal-TEQ (13,5 resp. 17,2 pg TEQ/g aal) en totaal ndl-PCBs (347 resp. 505 ng/g aal) boven de ML's. In de Schokkerhaven was dit in 2023 ook het geval.

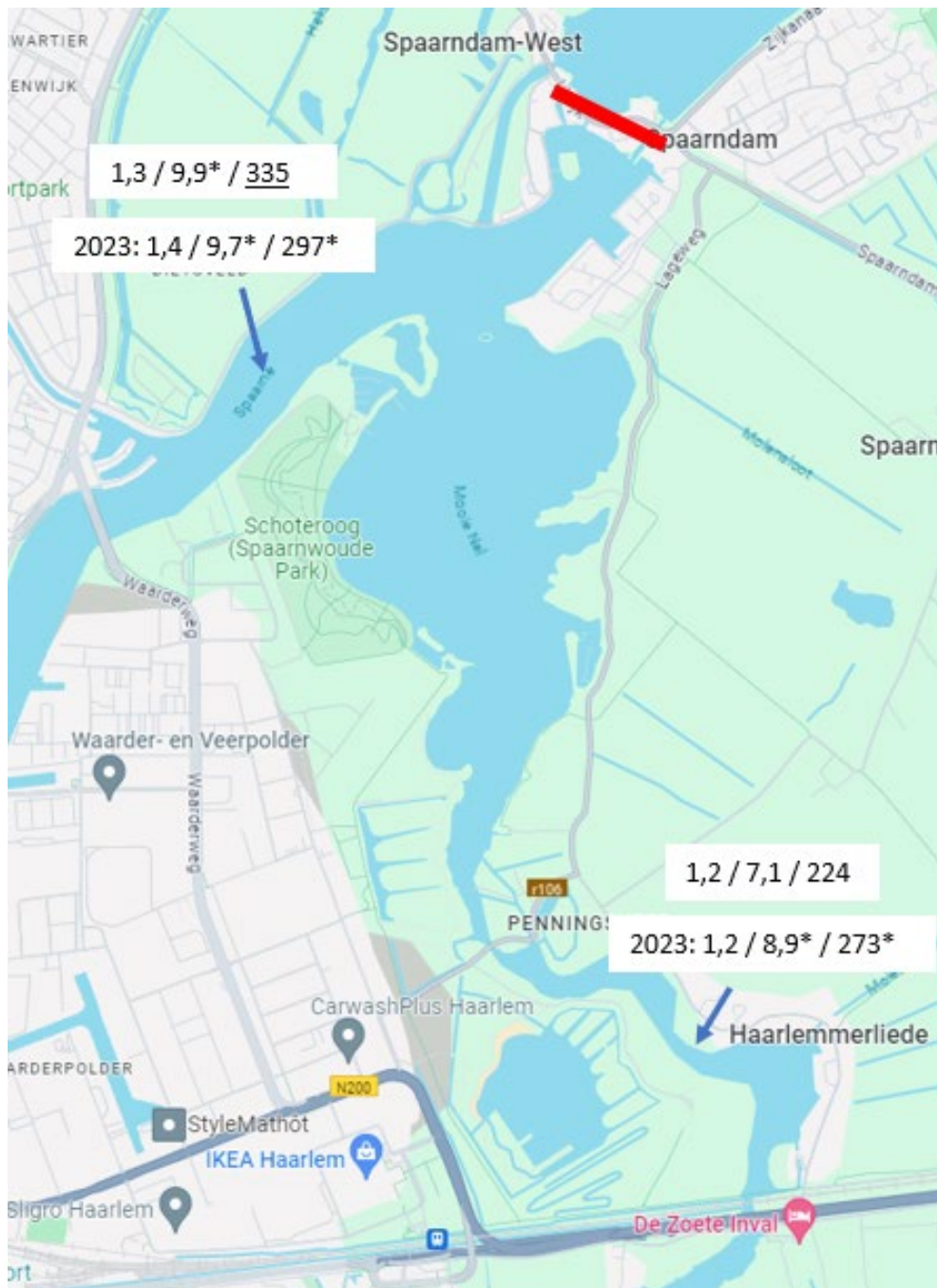
² Twee locaties hiervan (Maas, Heijen en Spaarne, richting Haarlem tot aan Waarderbrug) overschrijden wel de ndl-PCB ML's, zoals beschreven in Paragraaf 3.1.2.



Figuur 3 Dioxine-TEQ, totaal-TEQ en ndl-PCB gehalten in aal bij de monding van het Ketelmeer richting Urk en Lelystad (gehalten uit 2023 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.

Om de juistheid van de grens in het IJsselmeer (gearceerde gedeelte in Figuur 3) te controleren zijn er in 2024 twee locaties in het IJsselmeer nabij de monding van het Ketelmeer bemonsterd, tussen Lelystad en de Ketelbrug bij de bocht halverwege en bij de haven van Lelystad (Figuur 3). De gehalten op deze locaties overschrijden geen ML's of beleidsregellimieten. In 2023 (en 2020-2022, niet weergegeven in figuur) werd het IJsselmeer bij de bocht halverwege ook bemonsterd. In 2023 werd de beleidsregellimiet voor totaal-TEQ (10,0 pg TEQ/g aal) overschreden. In 2022 overschreed het totaal-TEQ gehalte de ML (11,4 pg TEQ/g aal) en het ndl-PCB gehalte de beleidsregellimiet (274 ng/g aal). 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). gehalten in het IJsselmeer zijn dus verhoogd, maar niet consequent boven de limieten. Deze schommelingen van de gehalten rondom de limieten kunnen verklaard worden door schommelingen in het vetgehalte en mogelijk ook door een wisseling in samenstelling van het aalmonster door de jaren heen.

3.1.4 Situatie Spaarne

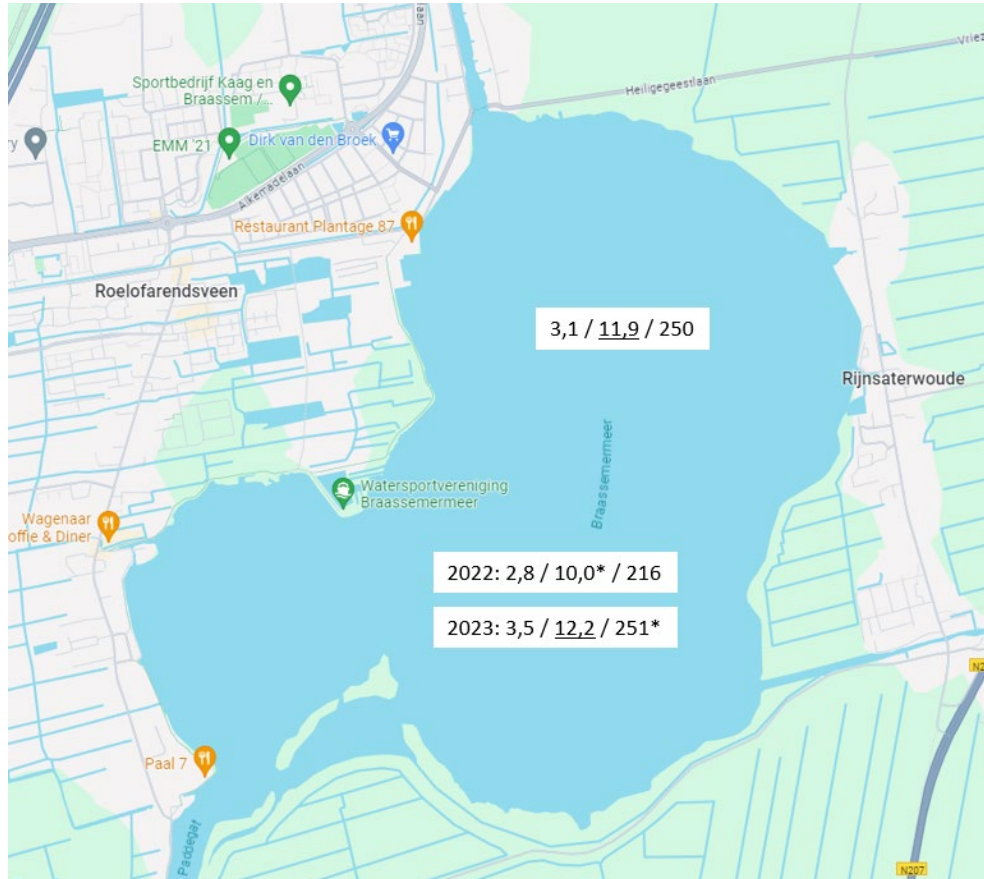


Figuur 4 Dioxine-TEQ, totaal-TEQ en ndl-PCB gehalten in aal bij het Spaarne en de Binnen Liede (gehalten uit 2023 ook getoond). De gehalten die de ML overschrijden zijn onderstreept, gehalten die de beleidsregellimieten overschrijden gemarkeerd met een *. De rode lijn geeft de grens van het gesloten gebied aan (ten Noordoosten van deze lijn).

In de afgelopen jaren zijn diverse plaatsen bemonsterd in het Spaarnegebied (Figuur 4). In 2021 en 2022 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 resp. 11,9 pg TEQ/g aal) en voor totaal ndl-PCB's (462 resp. 382 ng/g aal) overschreden. Ook in 2023 werden in het Spaarne beide beleidsregellimieten overschreden. In 2022 en 2023 zijn op deze locatie echter minder dan 15 aalen gevangen, dus de resultaten moeten met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. 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 en 2023 daarnaast een monster uit de Binnen Liede onderzocht. Ook hier werden in 2022 beide ML's overschreden (totaal-TEQ 12,6 pg TEQ/g aal, en totaal ndl-PCB's 405 ng/g

aal, niet weergegeven in de Figuur), en in 2023 beide beleidsregellimieten. In 2024 is er wederom bemonsterd in de Binnen Liede, tussen de brug van de A200 en de brug van de R106 (Figuur 4), dezelfde locatie als in 2023. In 2024 waren de gehalten op deze locatie lager dan de ML's en beleidsregellimieten. Daarnaast is in 2024 het Spaarne wederom bemonsterd richting Haarlem tot aan de Waarderbrug, hier werd de beleidsregellimiet voor totaal-TEQ (9,9 pg TEQ/g aal) en de ML voor totaal ndl-PCB's (335 ng/g aal) overschreden.

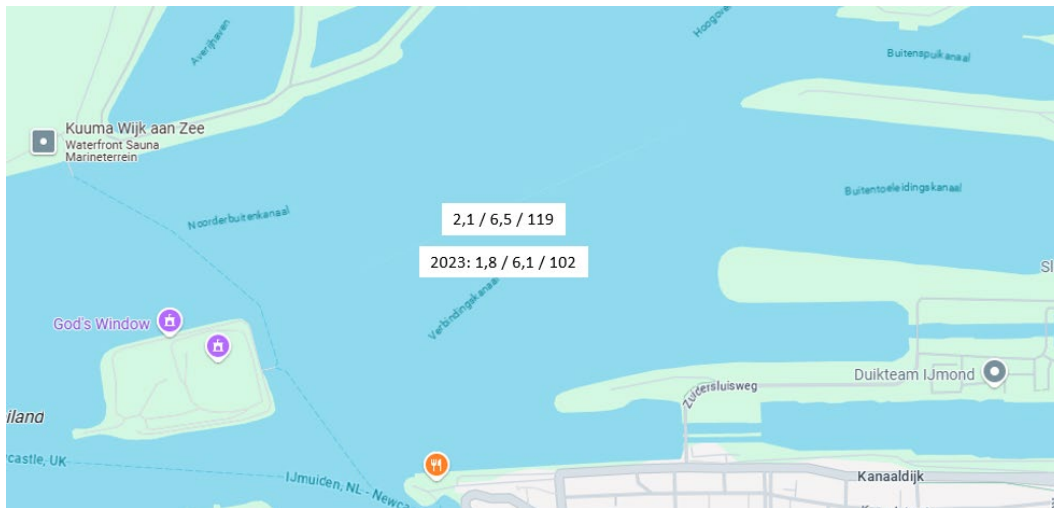
3.1.5 Situatie Braassemmermeer



Figuur 5 Dioxine-TEQ, totaal-TEQ en ndl-PCB gehalten in aal in het Braassemmermeer (gehalten uit 2022 en 2023 ook getoond). De gehalten die de ML overschrijden zijn onderstreept, gehalten die de beleidsregellimieten overschrijden zijn gemarkeerd met een *.

In 2024 is het gehele Braassemmermeer bemonsterd (Figuur 5). Deze locatie overschrijdt de maximumlimiet voor totaal-TEQ (11,9 pg TEQ/g aal). In 2022 en 2023 (en in 2021, niet weergegeven in de Figuur) werd het gehele Braassemmermeer ook bemonsterd. In 2022 overschreed het totaal-TEQ gehalte de beleidsregellimiet, in 2023 overschreden de gehalten op deze locatie de maximumlimiet voor totaal-TEQ en de beleidsregellimiet voor totaal ndl-PCB's. De monsteraantallen op deze locaties waren in 2022 en 2024 lager dan 15 (9 resp. 6 alen) (zie Paragraaf 2.2) dus de resultaten moeten met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. In 2023 werden wel de voorgeschreven 15 alen gevangen.

3.1.6 Situatie Noordzeekanaal buitenzijde

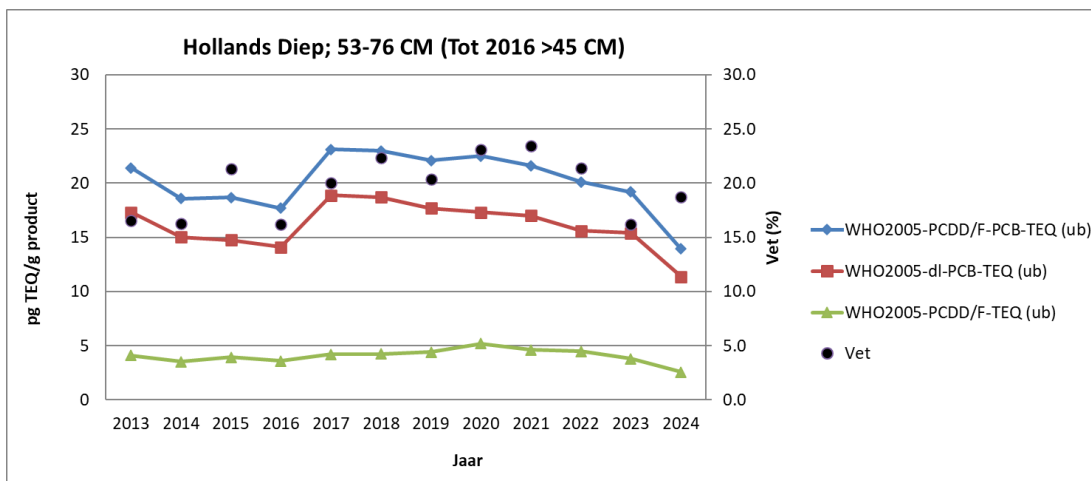


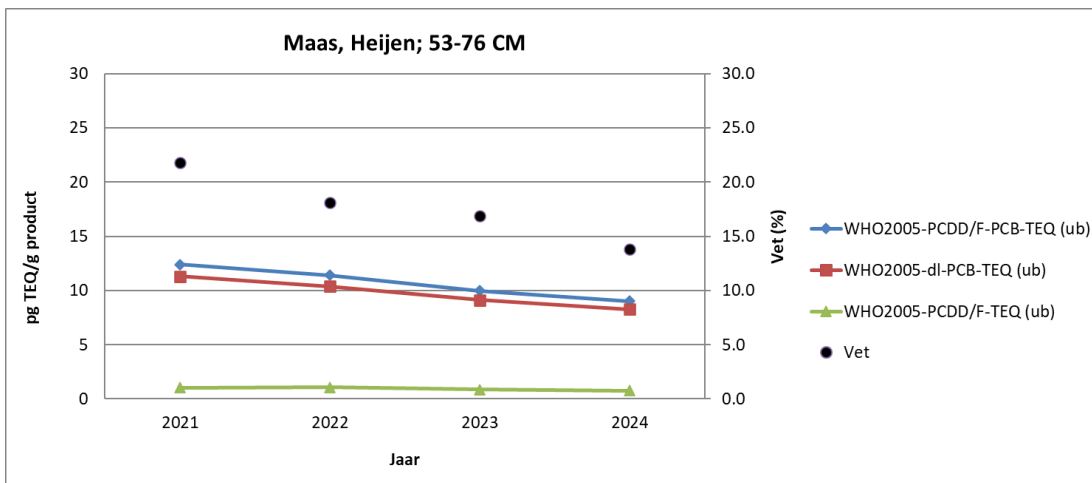
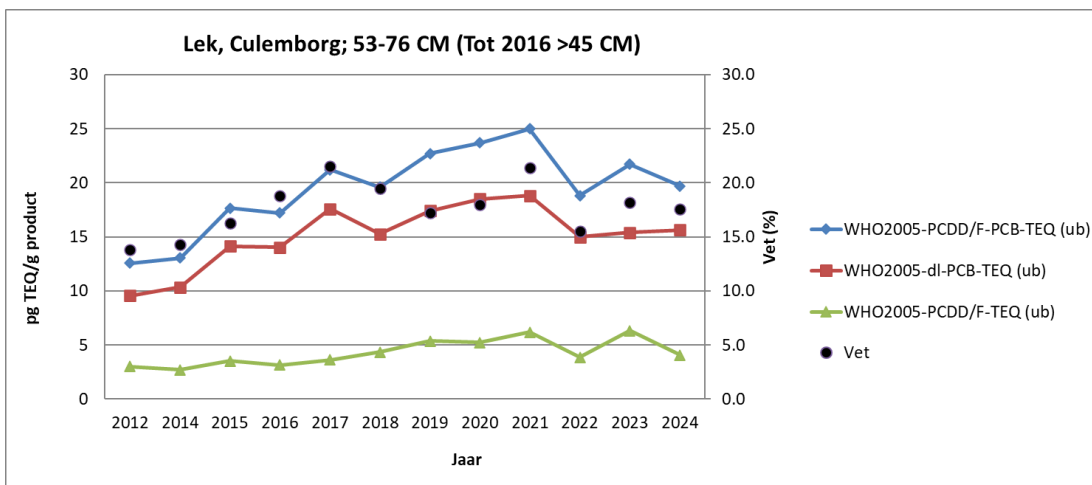
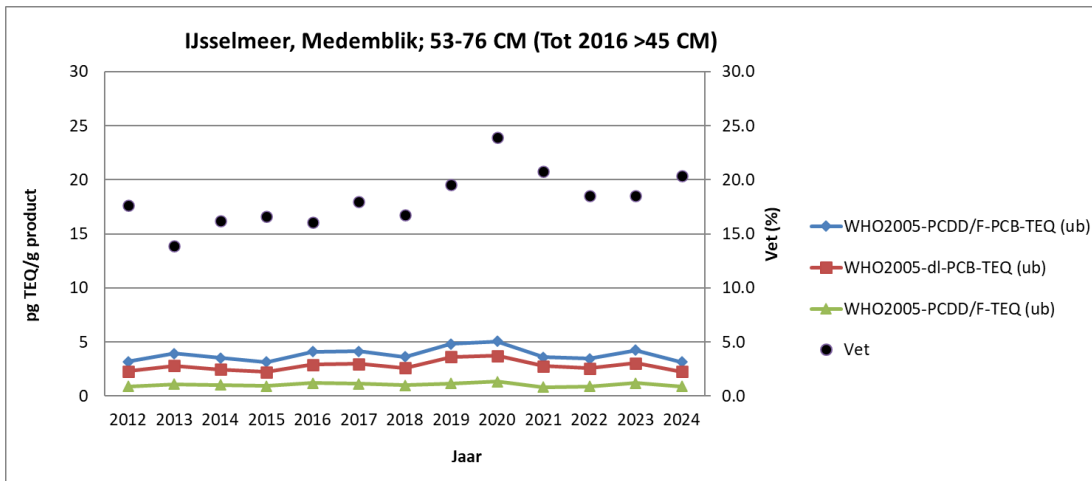
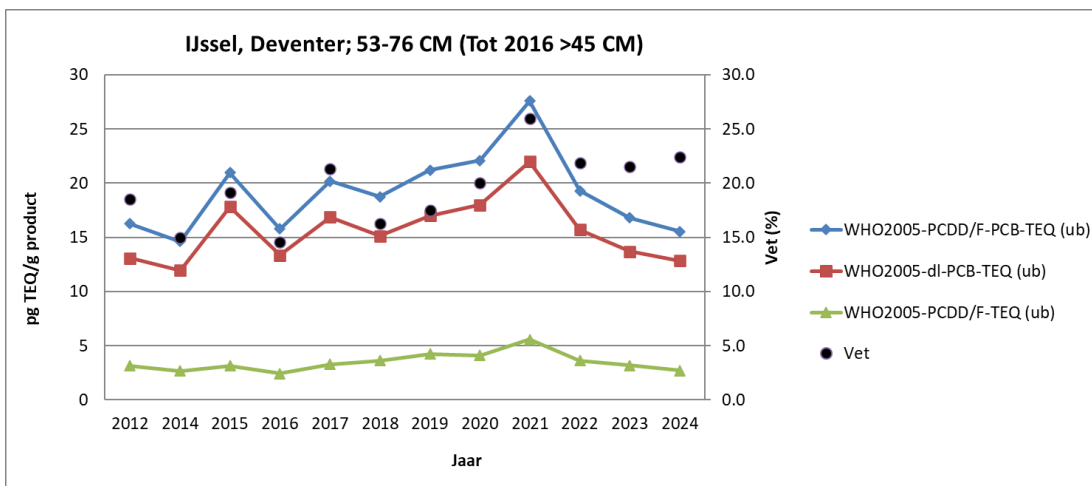
Figuur 6 Dioxine-TEQ, totaal-TEQ en ndl-PCB gehalten in aal in de buitenzijde van de sluisen in het Noordzeekanaal (gehalten uit 2023 ook getoond). De buitenzijde van de sluisen in het Noordzeekanaal is gesloten voor aalvisserij.

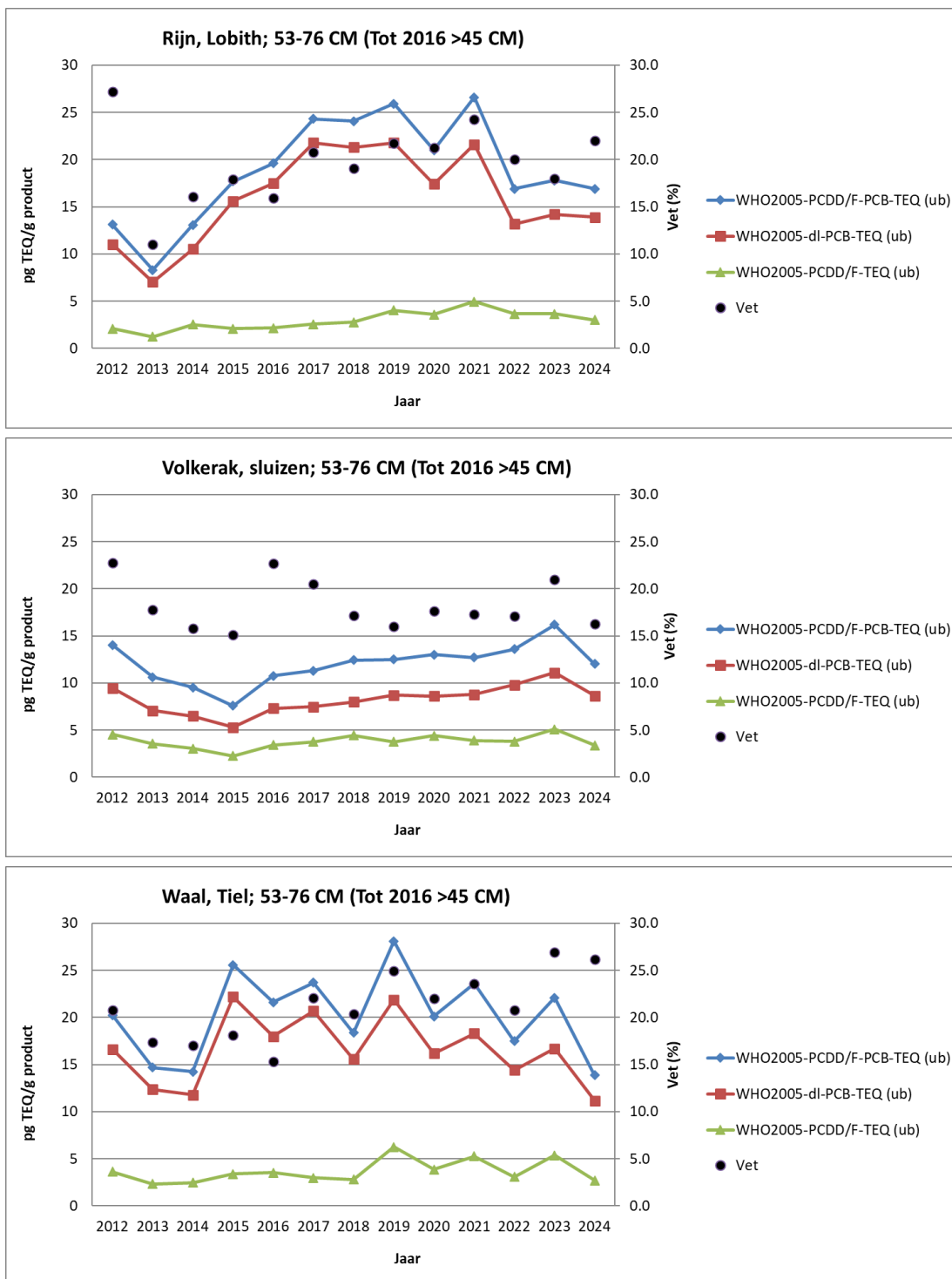
In 2024 is de buitenzijde van de sluisen bij IJmuiden in het Noordzeekanaal bemonsterd. Net als in 2023 werden de ML's en beleidsregellimieten op deze locatie niet overschreden (Figuur 6).

3.1.7 Trends in gehalten in grote aal

De resultaten van de grote aal (53-76 cm) afkomstig van de trendlocaties bemonsterd in 2024 zijn weergegeven in Figuur 7. In 2024 was het op alle trendlocaties mogelijk om een goed mengmonster grote aal te verkrijgen. De Maas bij Heijen wordt al 4 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 4 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 2024, 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 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) leek een stijgende lijn zichtbaar in de gehalten vanaf 2012, maar de laatste 3 jaar zwakt deze weer af met in 2024 voor alle 3 de locaties vergelijkbare resultaten met de gehalten uit 2022 en 2023. Op locatie Volkerak (Volkeraksluizen) leken de gehalten wat toe te nemen de afgelopen jaren maar in 2024 zijn deze weer een stuk gedaald. De resultaten van de ndl-PCB's volgen vergelijkbare trends als de resultaten van de TEQ-gehalten (data niet getoond).

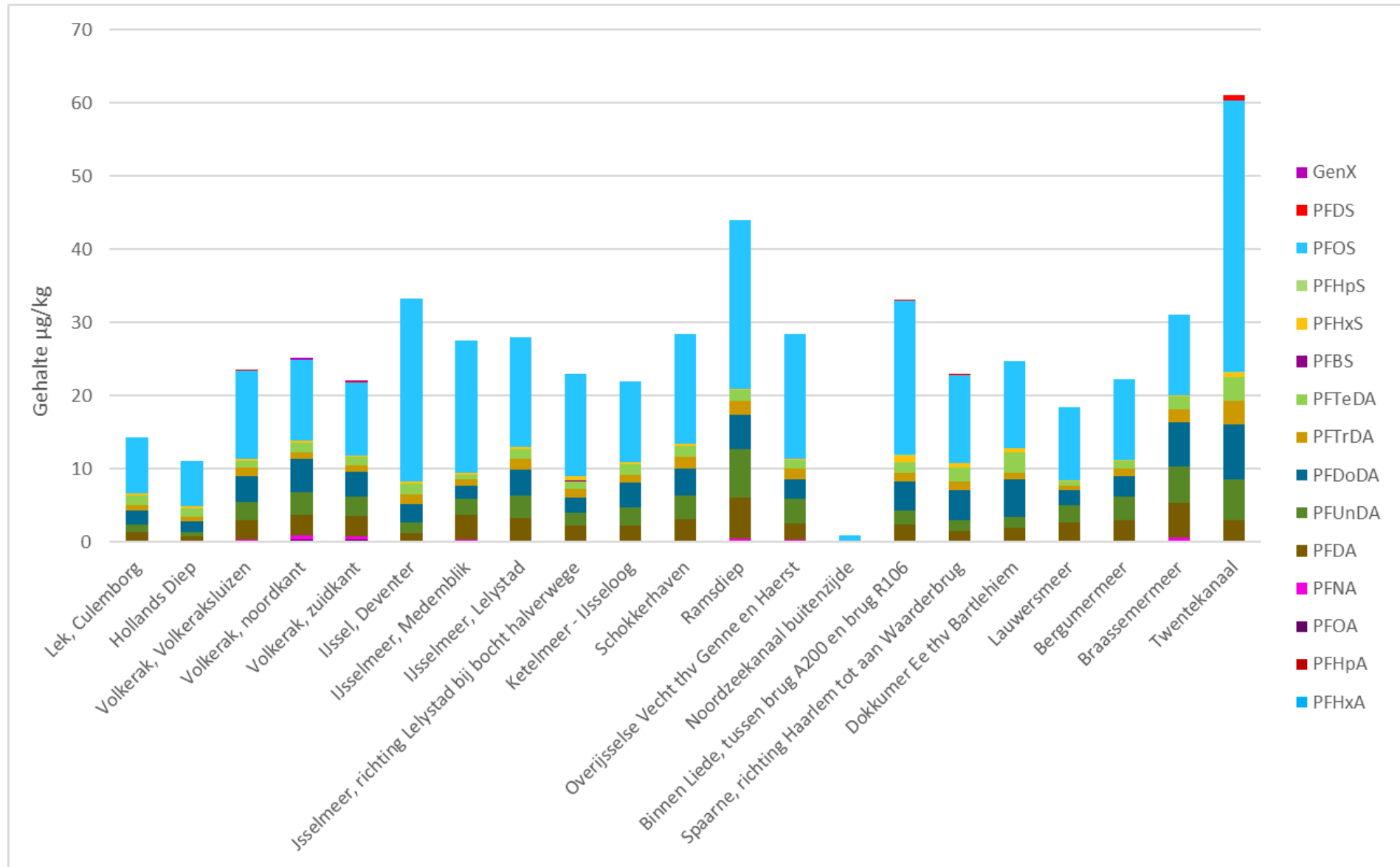
In Figuur 7 lijken over het algemeen de vetgehalten en de dioxine-TEQ, PCB-TEQ en totaal-TEQ redelijk gekoppeld, wat betekent dat een hoger vetgehalte resulteert in een hoger TEQ-gehalte op productbasis en vice versa. De TEQ-gehalten uitgedrukt op vetbasis (Bijlage 6) vertonen ook wat fluctuatie, maar 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 2024. De volgende PFAS's werden in alle monsters aangetoond: PFUnDA, PFDoDA, PFHxS en PFOS. In bijna alle monsters werden daarnaast ook PFNA, PFDA, PFTrDA en PFTeDA aangetoond. De overige componenten zijn maar af en toe gedetecteerd, in lagere gehalten. Van alle PFAS's zijn de PFOS-gehalten met 0,72 – 37 µg/kg het hoogst (Figuur 8). De bijdrage van PFOS aan het totale PFAS-gehalte per mengmonster varieert van ongeveer 40 tot 80%, 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 24 onderzochte locaties bevatte aal gevangen in het Twentekanaal de hoogste gehalten. Het Ramsdiep, de Binnen Liede en locaties in het IJsselmeer (bij Medemblik en rond Lelystad) bevatten ook veel PFAS's, wat vergelijkbaar is met metingen op die locaties van voorgaande jaren. Net als voorgaande jaren zijn de gehalten in het Braassemermeer hoog, wat het vermoeden van een onbekende puntbron, zoals geopperd in de rapporten van 2021-2023, versterkt. Ook aal van de locaties IJssel bij Deventer, 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 het IJsselmeer vervuilen. Daarmee is het patroon anders dan voor de dioxines en PCB's met de hoogste gehalten in aal uit de grote rivieren.

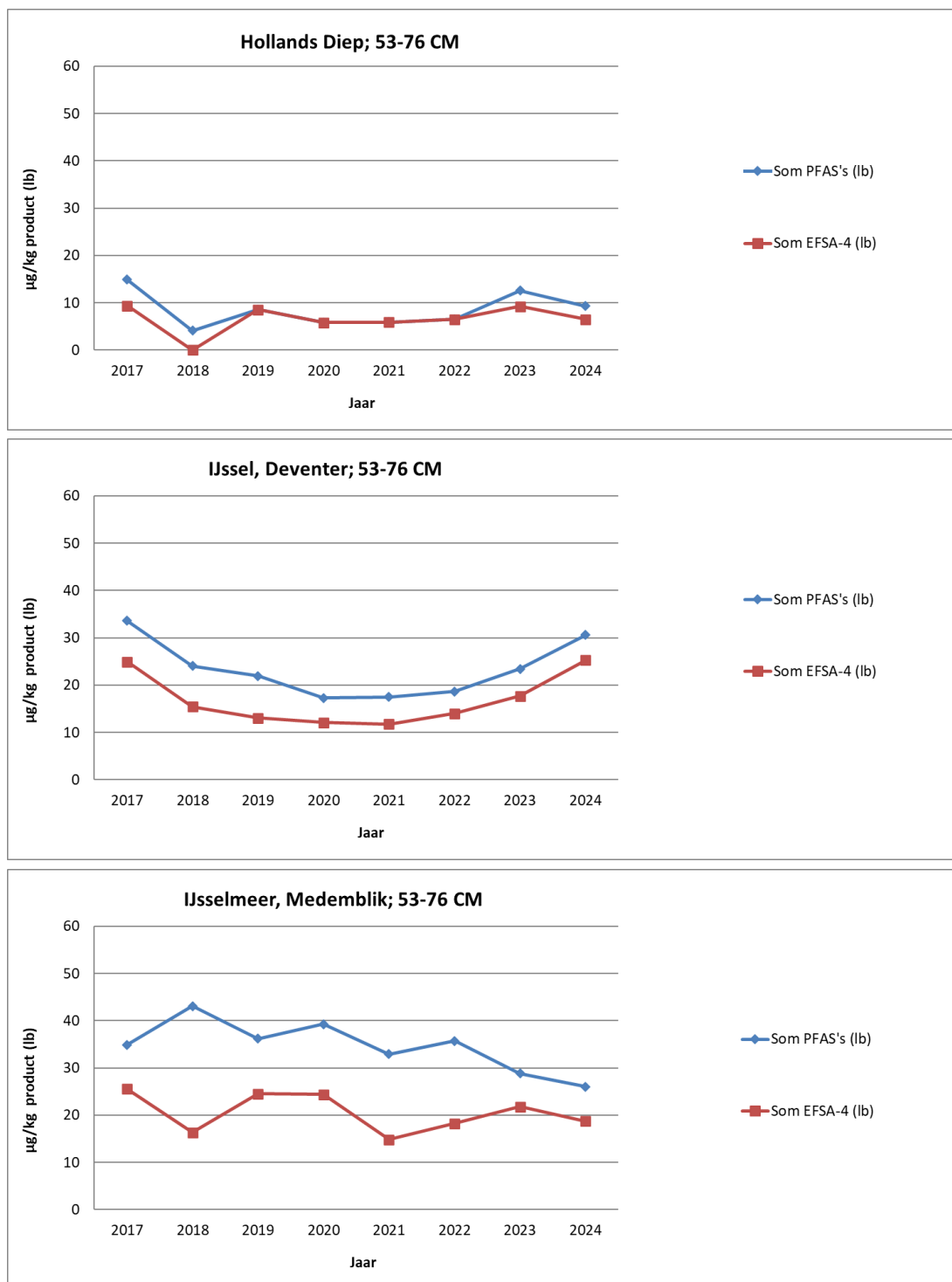
Per 1 januari 2023 zijn voor 4 PFAS's ML's van kracht geworden (Verordening (EU) 2023/915), waarbij aal valt in de categorie vis met de hoogste ML's, zijnde 35 µg/kg voor PFOS, 8,0 µg/kg voor PFNA en PFOA, 1,5 µg/kg voor PFHxS en 45 µg/kg voor de som (lb). Ondanks het feit dat één of meerdere van deze componenten in elk van de 24 monsters wordt aangetroffen, overschrijdt geen van de monsters deze ML's rekening houdend met de meetonzekerheden van de analyse (zie Paragraaf 2.4).

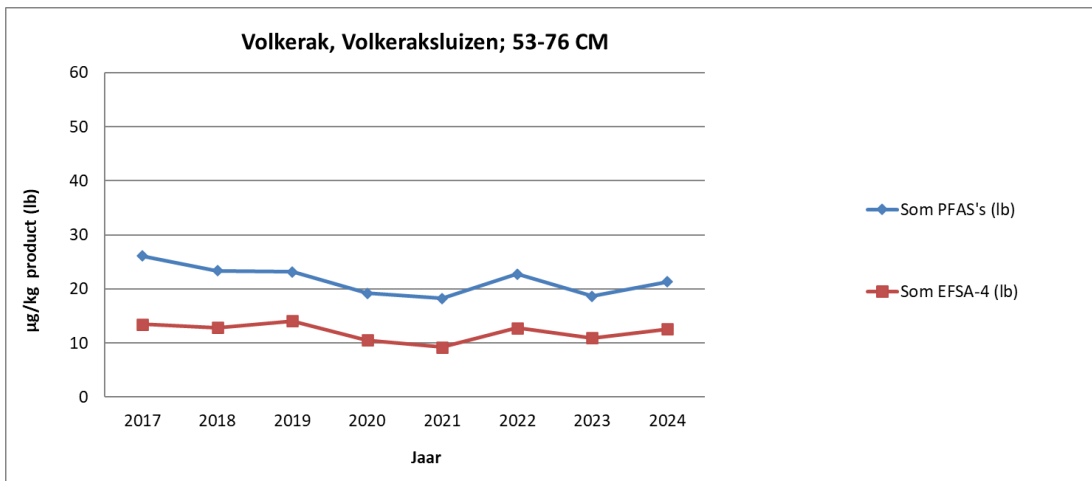
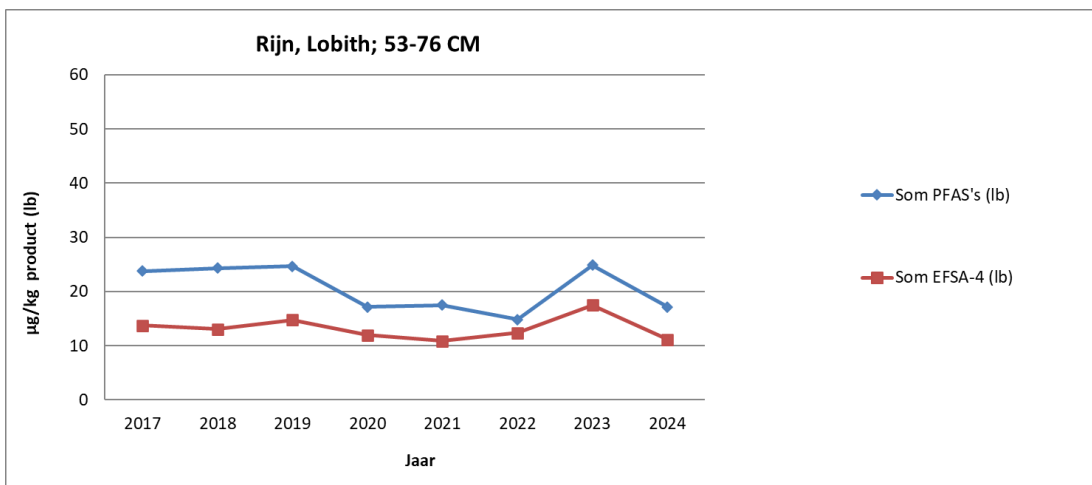
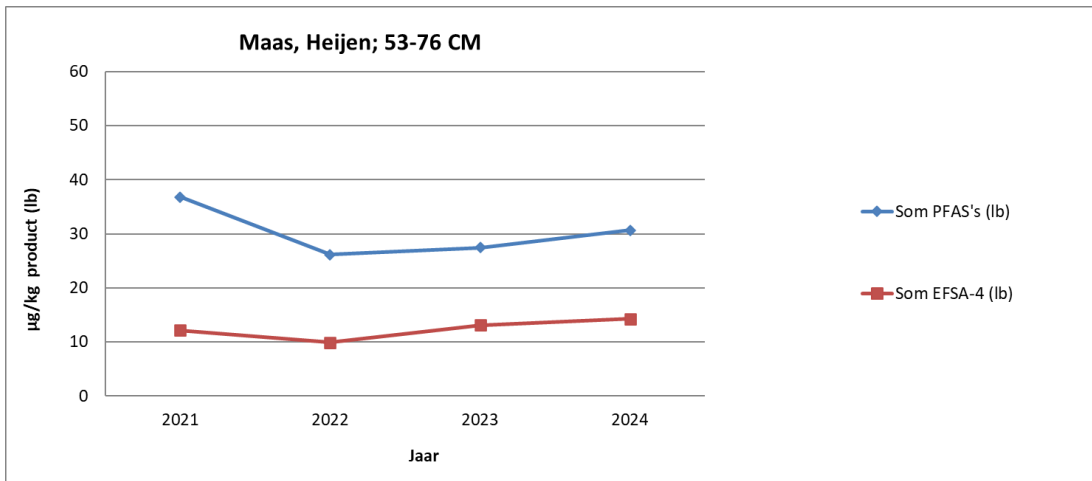
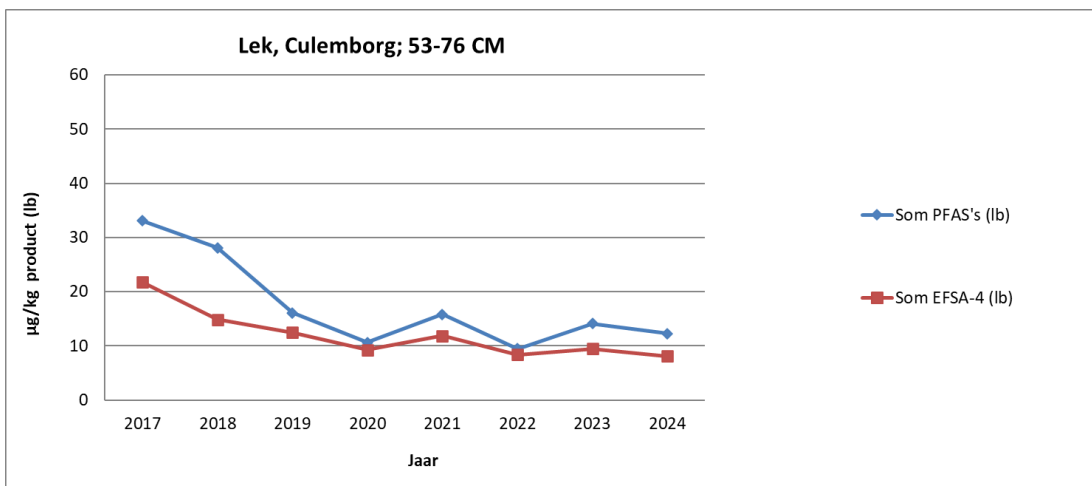


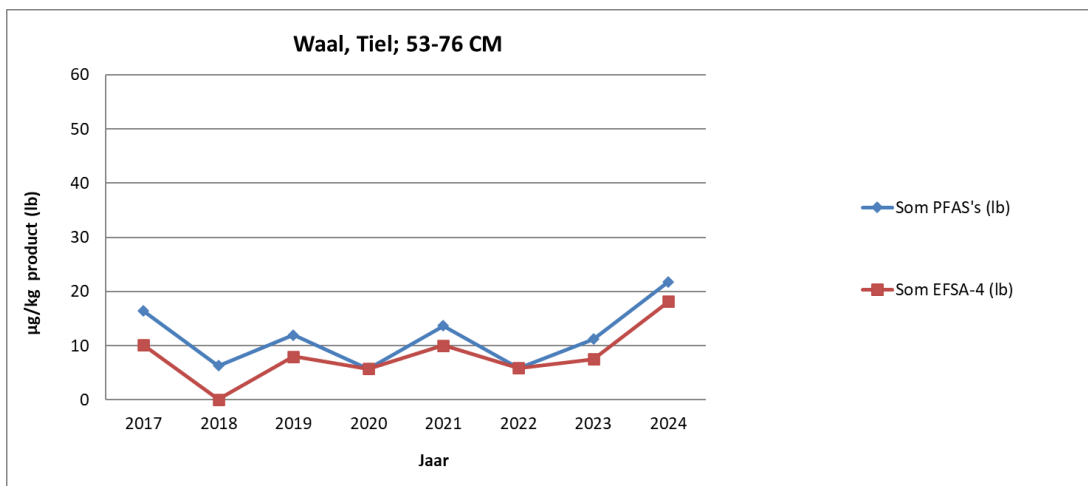
Figuur 8 PFAS-gehalten in mengmonsters aal bemonsterd in 2024. Alle monsters betreffen grote aal (53-76 cm). Resultaten zijn uitgedrukt op productbasis.

3.2.1 Trends in gehalten grote aal

De resultaten van de grote aal (53-76 cm) afkomstig van de trendlocaties bemonsterd in 2024, aangevuld met resultaten van eerdere metingen zijn weergegeven in Figuur 9. In 2024 was het op alle trendlocaties mogelijk om een goed mengmonster grote aal te verkrijgen. In 2024 zijn wederom de stoffen PFTrDA en PFTeDA gemeten in deze monsters. Omdat deze stoffen niet in alle jaren gemeten zijn, zijn de resultaten van deze stoffen voor de vergelijkbaarheid tussen de jaren niet in de trendgrafieken opgenomen. De Maas bij Heijen wordt al 4 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 4 jaar. De komende jaren zal deze trendgrafiek aangevuld worden met meer datapunten.







Figuur 9 Trends op de 8 trendlocaties bemonsterd in 2024, 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 Lek (Culemborg) en de Rijn bij Lobith tot 2023. Waar de gehalten op de locatie IJssel (Deventer) tot 2022 leken te dalen is daar nu weer een stijging in de gehalten te zien. Deze stijging wordt voornamelijk veroorzaakt door PFOS, wat suggereert dat er ergens een lokale bron aanwezig zou kunnen zijn. Een stijging in gehalten is ook te zien op locatie Waal bij Tiel, wederom door een hoge stijging van het PFOS gehalte. Het som-PFAS gehalte en som EFSA-4 gehalte 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 locaties IJsselmeer bij Medemblik, Volkeraksluizen en Maas bij Heijen, waar er een groter verschil tussen de som PFAS's en som EFSA-4 zit. 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 (0,13-0,22 mg/kg) op een wat hogere uitzondering op locatie Lek bij Culemborg na (0,26 mg/kg). Voor arseen liggen de gehalten wat verder uit elkaar (0,19-0,49 mg/kg). Lood werd in geen enkele van de monsters aangetroffen boven de kwantificeringslimiet van de toegepaste methode (0,0095 mg/kg), behalve op locatie Lek bij Culemborg (0,0098 mg/kg). Nikkel en cadmium zijn op veel locaties ook niet aangetroffen boven de kwantificeringslimiet van de toegepaste methode (0,018 resp. 0,0032 mg/kg), op een paar uitzonderingen na waar kleine gehalten van deze metalen aangetroffen zijn.

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 0,30 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.

In 2024 is er bij de analyse op arseen ook een speciatie uitgevoerd op de aalmonsters om de gehalten aan anorganisch arseen (iAs) te bepalen. Dit omdat recentelijk onderzoek van EFSA heeft geleid tot een verlaging van de veilige inname van anorganisch arseen (EFSA, 2024). Anorganisch arseen werd in geen van de monsters aangetroffen boven de kwantificeringslimiet.

Tabel 3 Gehalten van (zware) metalen in mengmonsters bemonsterd in 2024. Resultaten zijn uitgedrukt op productbasis.

WFSR monsters nr.	WMR nr. 2024/	Vangstlocatie	Nikkel (mg/kg)	Arseen ³ (mg/kg)	Cadmium (mg/kg)	Kwik (mg/kg)	Lood (mg/kg)	Anorganisch Arseen (mg/kg)
200703205	0690	Lek, Culemborg	0,020	0,49	0,0053	0,26	0,0098	<0,020
200703206	0716	IJsselmeer, Medemblik	<0,018	0,19	<0,0032	0,14	<0,0095	<0,020
200703402	0560	Hollands Diep	0,053	0,38	<0,0032	0,14	<0,0095	<0,020
200703403	0742	Maas, Heijen	<0,018	0,25	<0,0032	0,13	<0,0095	<0,020
200705403	0586	Volkerak, Volkeraksluizen	<0,018	0,19	<0,0032	0,22	<0,0095	<0,020
200705404	0612	Waal, Tiel	0,058	0,48	0,0055	0,17	<0,0095	<0,020
200705405	0638	IJssel, Deventer	<0,018	0,29	0,0052	0,19	<0,0095	<0,020
200705406	0664	Rijn, Lobith	<0,018	0,39	0,0034	0,20	<0,0095	<0,020

³ Totaal-Arseen, bestaande uit organisch arseen (oAs) en anorganisch arseen (iAs).

4 Conclusies

- In dit onderzoek zijn 24 mengmonsters aal van 53-76 cm onderzocht. Van deze monsters overschrijden 11 monsters één of meerdere ML's voor dioxine-TEQ, totaal-TEQ of ndl-PCB's;
- Aanvullend overschrijden mengmonsters aal (53-76 cm) van de locaties Maas bij Heijen, het Spaarne en de noordkant van het Volkerak één of meerdere beleidsregellimieten. De Maas en het Volkerak betreffen reeds gesloten gebieden, het Spaarne is open voor visserij;
- Het gehalte totaal-TEQ in rode aal gevangen in het Spaarne, richting Haarlem tot aan de Waarderbrug overschrijdt de beleidsregellimiet voor totaal-TEQ en de ML voor totaal ndl-PCB's. In 2021 en 2022 waren er overschrijdingen van de ML's, in 2023 werden beide beleidsregellimieten overschreden. In 2022 en 2023 werden er echter minder dan 15 alen gevangen. Deze locatie ligt in het gebied dat opengesteld is voor aalvisserij;
- Ook aal gevangen in het Braassemmermeer overschrijdt de ML voor totaal-TEQ (op basis van mengmonster van 6 alen). In 2022 werd de beleidsregellimiet voor totaal-TEQ overschreden, in 2023 de ML voor totaal-TEQ en de beleidsregellimiet voor totaal ndl-PCB's. Ook deze locatie ligt in het gebied dat opengesteld is voor aalvisserij;
- Op de locatie Noordzeekanaal aan de buitenzijde van de sluizen zijn alle gemeten gehalten onder de norm voor het tweede jaar op rij. Dit gebied is momenteel gesloten voor aalvisserij;
- 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 1 tot 61 µg/kg product voor de som van de aangetroffen PFAS's. PFOS domineert het profiel. Hoogste gehalten zijn gemeten in aal uit het Ramsdiep en het Twentekanaal;
- PFAS-gehalten voor PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS en de som EFSA-4 voor alle monsters voldoen aan de huidige ML's, rekening houdend met de meetonzekerheden van de analyse;
- De PFAS-trendfiguren voor de grote aal (53-76 cm) laten de afgelopen jaren voor Lek (Culemborg) en in mindere mate de Rijn bij Lobith een lichte afname zien. Gehalten op de locaties IJssel (Deventer) en de Waal bij Tiel laten een lichte stijging in gehalten zien in 2024. Concentraties op locaties Hollands Diep, IJsselmeer (Medemblik) en Volkeraksluizen blijven redelijk constant;
- De gehalten van (zware) metalen (kwik, cadmium en lood) liggen onder de ML's. Ook zijn arseen en nikkel geanalyseerd en zijn arseen en nikkel aangetroffen in deze monsters, maar hiervoor geldt geen ML. Anorganisch arseen is niet aangetroffen in de monsters.

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;
- Op de locaties Spaarne en Braassemmermeer lukt het vaak niet om de benodigde 15 alen te vangen. Er wordt aanbevolen om te onderzoeken of met minder alen toch een verantwoorde uitspraak gedaan kan worden over de mate van lokale vervuiling;
- Het Twentekanaal opnieuw bemonsteren met minimaal 15 alen vanwege de hoge PFAS-gehalten. Daarnaast de aanvoerende wateren naar IJssel, Zwarte water en Ramsdiep verder te onderzoeken vanwege de daar relatief hoge PFAS-gehalten;
- Daarnaast wordt aanbevolen om de speciatie van arseen voort te zetten in 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 mogelijke risico's van 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.
- EURL for halogenated POPs in Feed and Food (EURL POPs) 2024. "Guidance document on analytical parameters for the determination of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in food and feed" version 2.0 of 10 September 2024. https://eurl-pops.eu/working-groups#_pfas
- Keeken, O. A. van, Bierman S.M., Wiegerinck, J.A.M., Goudswaard, P.C (2010). "Proefproject marktbemonstering aal 2009." IJmuiden: IMARES, (Rapport C028/10).
- Keeken O.A. van, S. B., Wiegerinck H., Goudswaard K., Kuijs. E. (2011). "Proefproject Marktbemonstering 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, Hoogetboom, 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.
- Leenders, L.L., Hoogenboom, L.A.P., Kotterman, M.J.J., Leeuwen, S.P.L. van en Rijk, J.W.C. (2024). "Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2023" WFSR-rapport 2024.005.
- 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>
- Wageningen Food Safety Research (WFSR) (2024), "Onderzoek naar de gehalten aan PFAS's in vis en visserijproducten uit de Westerschelde". WFSR-briefrapport 2407647. <https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/detail?id=2024D09543&did=2024D09543>
- 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 aal 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 LNVN 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 LNVN 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 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 (Verordening (EU) 2023/915) wordt rekening gehouden met de meetonzekerheid van de betreffende methode, zoals voorgeschreven in de Europese regelgeving^{4,5}, 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.

Bijlage 2 Vangstlocaties 2024

Bergumermeer



Braassemermeer



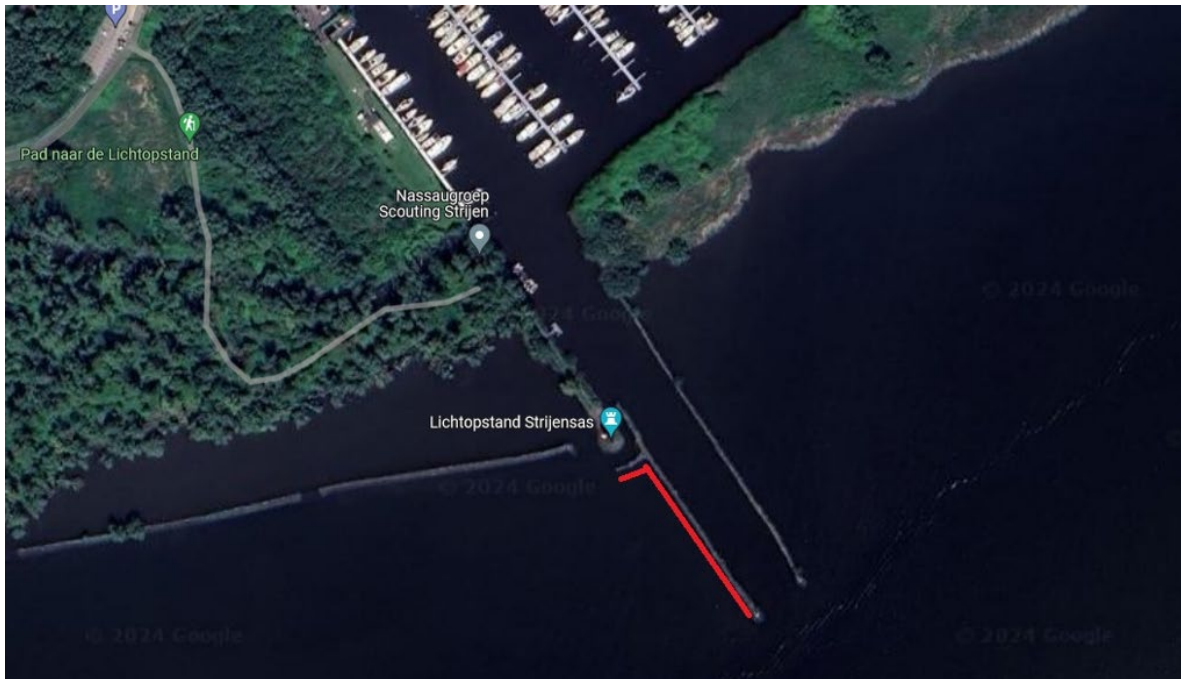
Binnen Liede, tussen brug A200 en brug R106



Dokkumer Ee, ter hoogte van Bartlehiem



Hollands Diep



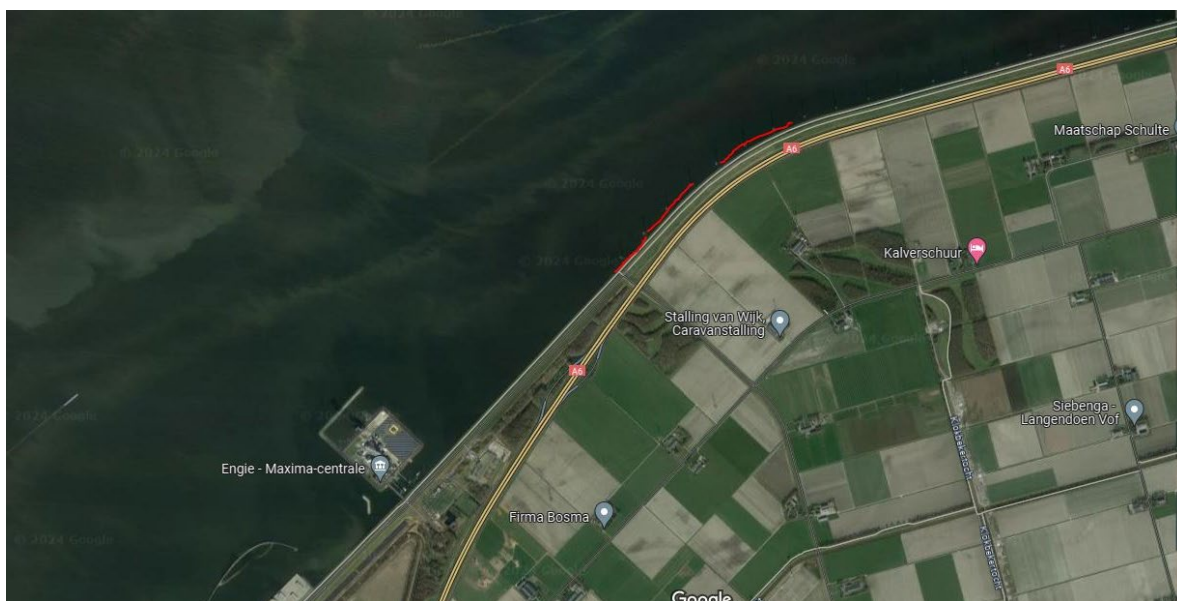
IJssel, Deventer



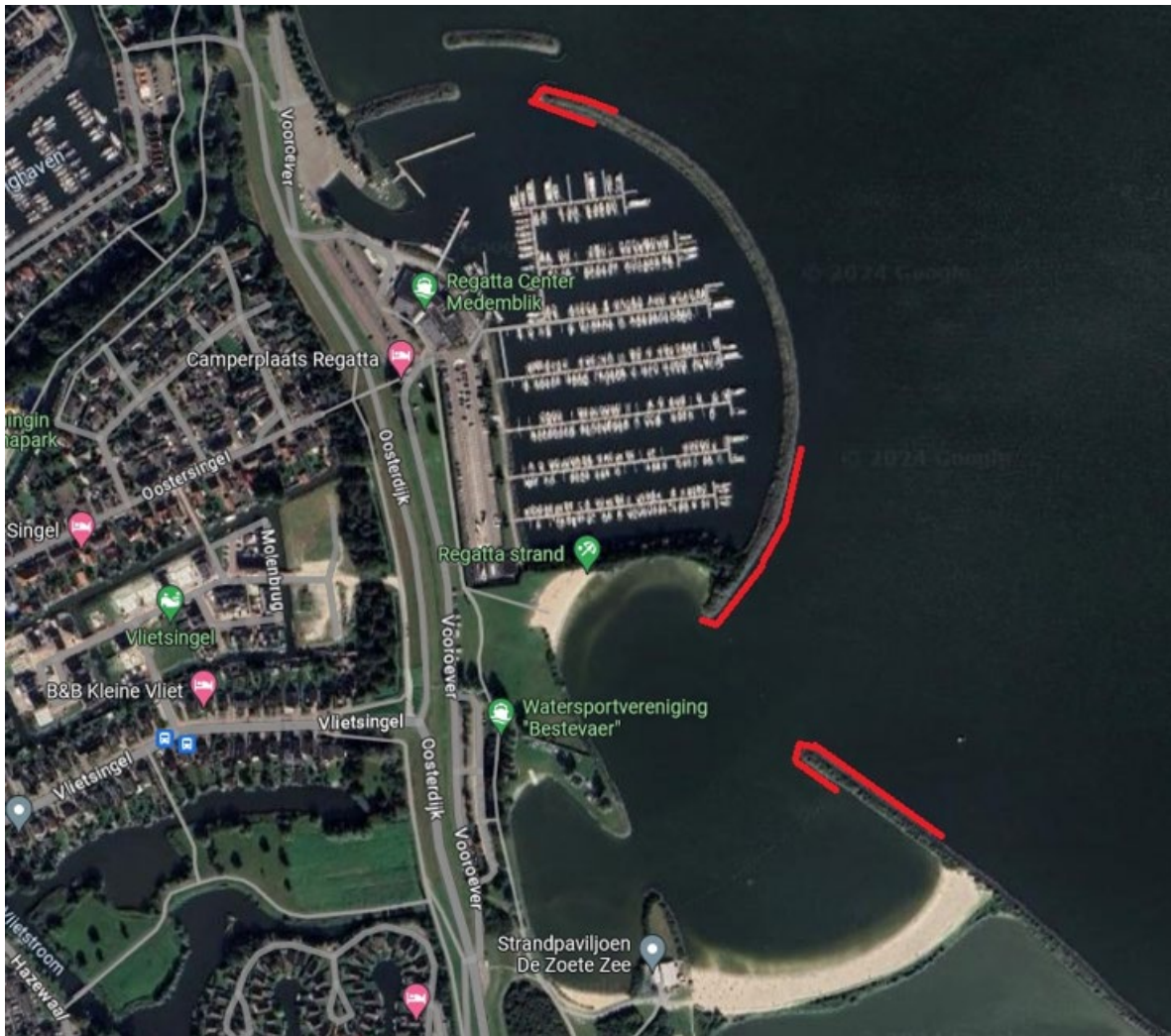
IJsselmeer, Lelystad



IJsselmeer, richting Lelystad bij bocht halverwege



IJsselmeer, Medemblik



Ketelmeer – IJsselooog



Lauwersmeer



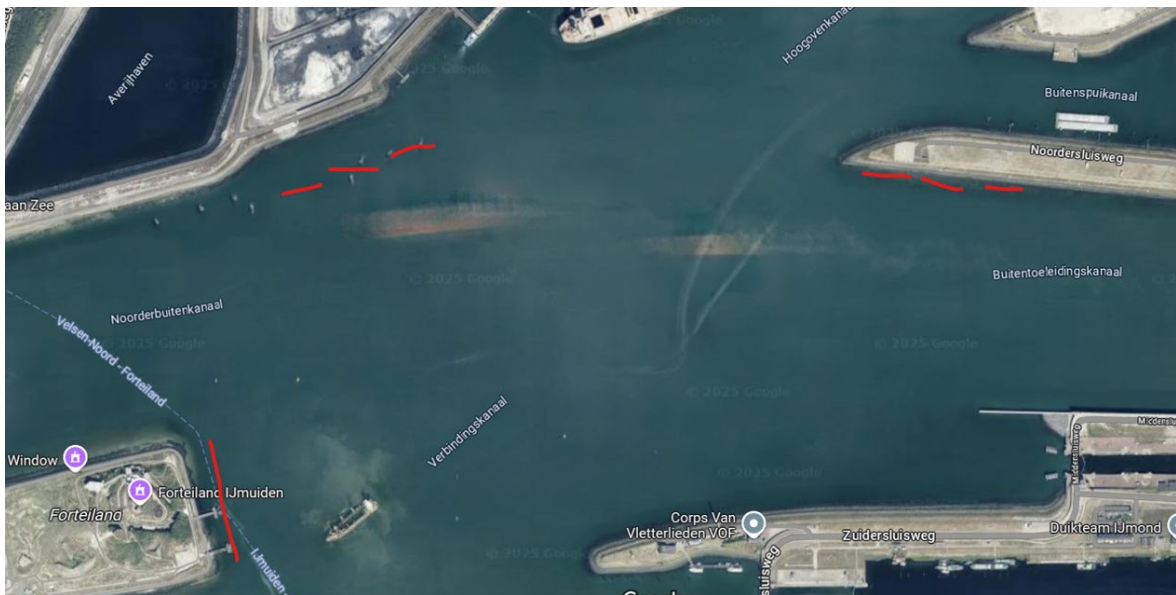
Lek, Culemborg



Maas, Heijen



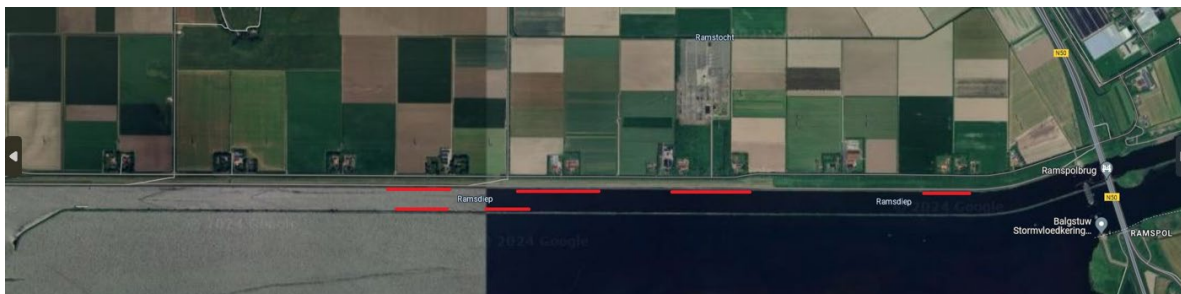
Noordzeekanaal buitenzijde (fuiken)



Overijsselse Vecht, ter hoogte van Genne en Haerst



Ramsdiep



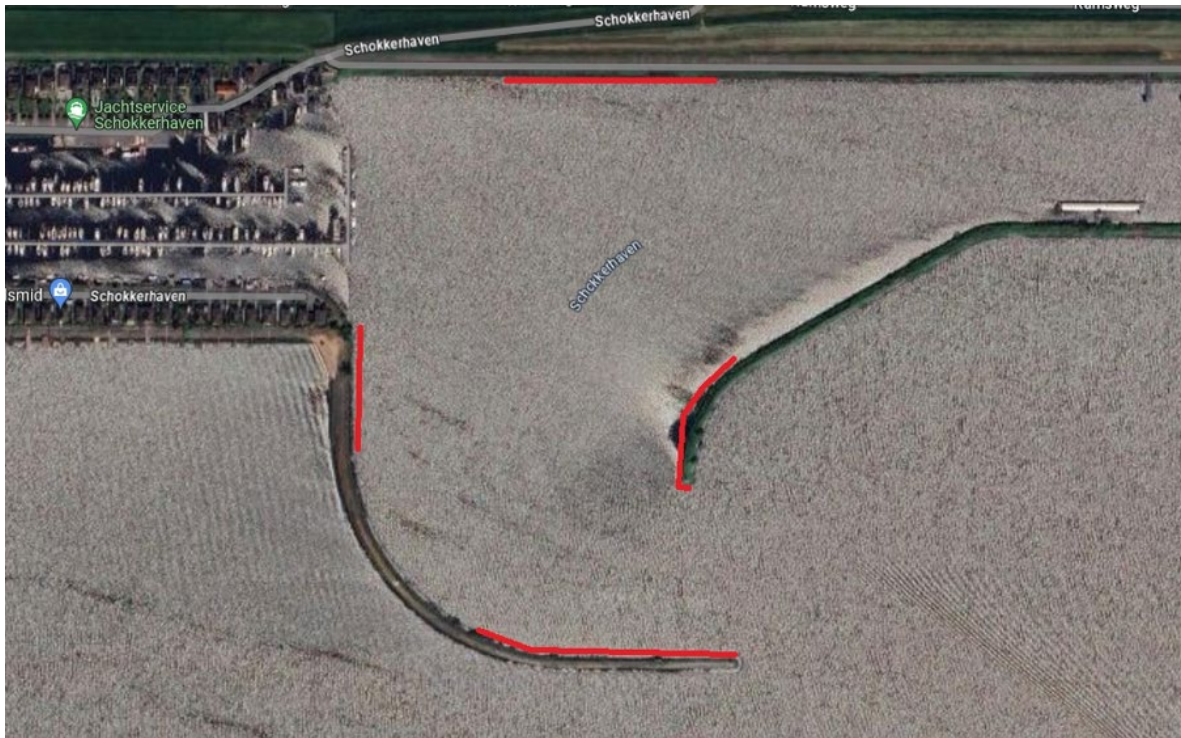
Rijn, Lobith



Spaarne, richting Haarlem tot aan Waarderbrug



Schokkerhaven



Twentekanaal



Volkerak, noordkant (groen), zuidkant (paars), Volkeraksluizen (rood)



Waal, Tiel



Bijlage 3 Gegevens van de aalmonsters

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

Klasse 53-76 cm													
WFSR nr.	WMR nr. 2024/	Vangstlocatie	Trendlocatie?	Gesloten gebied?	Aantal totaal	Aantal man	Aantal vrouw	Lengte (cm)			Gewicht (g)		
								Gem.	Max.	Min.	Gem.	Max.	Min.
200703205	0690	Lek, Culemborg	Ja	Ja	19	0	19	60,8	74,3	53,1	466	831	278
200703206	0716	IJsselmeer, Medemblik	Ja	Nee	15	0	15	59,7	74,3	53,1	460	853	253
200703207	0834	Schokkerhaven	Nee	Ja	14	0	14	59,7	71,8	53,1	428	876	257
200703402	0560	Hollands Diep	Ja	Ja	15	0	15	59,3	72,8	53,1	417	713	258
200703403	0742	Maas, Heijen	Ja*	Ja	15	0	15	59,3	72,2	53,0	425	786	283
200703404	0912	Spaarne, richting Haarlem tot aan Waarderbrug	Nee	Nee	18	0	18	58,8	66,3	53,1	400	560	187
200703405	0938	Binnen Liede, tussen brug A200 en brug R106	Nee	Nee	16	0	16	59,6	70,3	53,2	450	862	280
200703406	0990	Volkerak, noordkant	Nee	Grens	15	0	15	59,6	72,6	53,1	430	894	263
200703407	1016	Volkerak, zuidkant	Nee	Grens	16	0	16	60,4	73,2	53,2	485	885	270
200703730	0808	Overijsselse Vecht thv Genne en Haerst	Nee	Nee	16	0	16	59,9	67,8	53,2	405	604	260
200703731	1068	Dokkumer Ee thv Bartlehiem	Nee	Nee	17	0	17	59,6	75,7	53,7	414	837	255
200705403	0586	Volkerak, Volkeraksluizen	Ja	Ja	15	0	15	59,4	71,4	53,1	402	688	280
200705404	0612	Waal, Tiel	Ja	Ja	15	0	15	60,6	71,4	53,1	459	692	287
200705405	0638	IJssel, Deventer	Ja	Ja	15	0	15	59,7	73,0	53,1	437	711	298
200705406	0664	Rijn, Lobith	Ja	Ja	15	0	15	59,9	72,1	53,3	436	817	299
200705407	0860	Ketelmeer – IJsseloog	Nee	Ja	15	0	15	60,4	73,6	53,2	448	764	282
200705408	0886	Ramsdiep	Nee	Grens	18	0	18	60,6	74,2	53,7	450	873	268
200705409	1826	Lauwersmeer	Nee	Nee	14	0	14	59,6	74,3	53,1	454	802	278
200705410	1853	Bergumermeer	Nee	Nee	13	0	13	60,6	69,3	53,1	465	852	277
200706180	0782	IJsselmeer, richting Lelystad bij bocht halverwege	Nee	Nee	18	0	18	60,0	73,4	53,1	452	821	242
200706181	0964	Braassemermeer	Nee	Nee	6	0	6	66,2	73,1	61,2	610	988	431
200706182	1042	Noordzeekanaal buitenzijde	Nee	Ja	15	0	15	55,1	71,6	45,6	311	626	167
200706183	2084	IJsselmeer, Lelystad	Nee	Nee	15	0	15	59,4	73,2	53,1	421	918	250
200706225	1880	Twentekanaal	Nee	Nee	4	0	4	59,6	69,5	42,9	497	703	163

*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	200705410	200706181	200703405	200703731
Opdrachtgevern	2024/1853	2024/0964	2024/0938	2024/1068
Product	Aal	Aal	Aal	Aal
Maat	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
Herkomst	BERGUMMERMEER	BRAASSEMERMEER	BINNEN LIEDE	DOKKUMER EE THV, E
Vetgehalte (%)	12.2	24.2	15.1	13.9
Dioxins (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.078	0.196	0.118	0.113
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.04	<0.058	<0.051	<0.111
2,3,4,7,8-PeCDF	0.678	2.547	0.679	0.757
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.105	0.646	0.333	0.263
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0.084	0.409	0.157	<0.145
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.075	0.315	0.136	0.144
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.032	<0.046	<0.068	<0.066
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	<0.03	0.253	<0.162	0.117
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.019	<0.025	<0.031	<0.019
OCDF	<0.028	0.046	<0.022	<0.018
2,3,7,8-TCDD	0.132	1.568	0.434	0.209
1,2,3,7,8-PeCDD	0.279	0.531	0.416	0.759
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.035	0.116	<0.215	0.164
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.235	0.612	0.481	0.606
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.035	0.091	<0.081	0.079
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.063	0.391	0.268	<0.237
OCDD	0.183	0.425	0.336	0.419
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	0.668	3.108	1.178	1.333
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	0.684	3.115	1.218	1.360
Dioxine-like-PCB's				
PCB 081	0.141	0.589	0.638	0.325
PCB 077	1.367	5.137	4.365	0.353
PCB 126	16.890	67.490	38.234	40.197
PCB 169	3.693	14.617	7.436	9.960
PCB 123	<160.961	<614.32	1899.587	1395.840
PCB 118	5806.195	37056.814	41510.226	22690.203
PCB 114	<159.191	<341.373	485.812	<660.355
PCB 105	1291.855	5780.661	8768.220	4053.879
PCB 167	508.699	2679.857	2731.918	2624.108
PCB 156	1059.408	4738.005	5240.703	4178.518
PCB 157	148.575	830.461	928.452	576.255
PCB 189	102.791	646.753	465.542	411.939
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	2.068	8.740	5.908	5.397
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	2.077	8.769	5.908	5.416
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	2.735	11.848	7.086	6.730
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	2.761	11.884	7.126	6.776
Non-dioxine-like-PCB's				
PCB 028	0.377	2.141	1.404	1.338
PCB 052	1.670	10.306	21.866	8.768
PCB 101	3.997	19.419	22.515	18.238
PCB 153	21.928	118.036	99.724	88.112
PCB 138	<12.368	<65.929	53.917	27.844
PCB 180	7.421	34.053	24.782	19.959
Totaal ndl-PCB's (lb)	35.393	183.955	224.208	164.259
Totaal ndl-PCB's (ub)	47.760	249.883	224.208	164.259

* lb met lower bound detectiegrenzen

** ub met upper bound detectiegrenzen

WFSR nr	200703402	200705405	200706183	200703206	200706180
Opdrachtgevern	2024/0560	2024/0638	2024/2084	2024/0716	2024/0782
Product	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal
Maat	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
Herkomst	HOLLANDS DIEP	IJSSEL, DEVENTER	IJSSELMEER, LELYSTAD	IJSSELMEER, MEDEMBLIK	IJSSELMEER, RICHTING LELYSTAD
Vetgehalte (%)	18.7	22.4	18.2	20.4	18.8
Dioxins (A0565)	pg/g	pg/g		pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.119	0.161	0.137	0.158	0.115
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.095	<0.074	<0.045	<0.049	<0.045
2,3,4,7,8-PeCDF	1.688	2.006	1.735	1.065	2.039
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1.624	1.591	0.511	0.265	0.824
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.508	0.540	0.201	0.141	0.394
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.260	0.236	0.148	0.096	0.179
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.105	<0.091	<0.044	<0.054	<0.047
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	<0.355	<0.215	0.144	<0.095	<0.147
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.047	<0.043	<0.02	<0.017	<0.024
OCDF	0.091	<0.122	<0.022	<0.023	0.062
2,3,7,8-TCDD	1.507	1.356	0.890	0.354	1.195
1,2,3,7,8-PeCDD	0.238	0.419	0.256	0.145	0.231
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.087	0.143	0.047	<0.026	0.064
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.254	0.277	0.178	0.055	0.256
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.084	0.092	0.039	0.018	0.062
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.202	<0.234	<0.107	0.092	0.157
OCDD	0.457	0.512	0.178	0.115	0.260
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	2.539	2.681	1.794	0.893	2.229
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	2.565	2.697	1.801	0.903	2.237
Dioxine-like-PCB's					
PCB 081	1.096	1.064	0.538	0.268	0.506
PCB 077	7.312	1.123	3.864	3.118	5.391
PCB 126	78.780	96.790	36.491	18.339	46.325
PCB 169	18.882	20.430	8.497	4.355	9.697
PCB 123	4439.546	<1494.841	<427.042	<322.363	<912.701
PCB 118	65710.671	55307.650	15913.635	5622.172	22418.854
PCB 114	<954.764	<775.109	<275.663	<351.421	<305.775
PCB 105	10479.844	11154.741	2769.041	1280.615	3522.939
PCB 167	5795.285	4463.202	1283.733	550.914	1455.928
PCB 156	7898.162	9318.146	2338.669	975.327	3309.845
PCB 157	1272.930	1629.307	368.266	<307.156	542.174
PCB 189	1159.685	1249.975	343.680	145.227	484.037
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	11.348	12.786	4.595	2.222	5.876
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	11.377	12.854	4.616	2.252	5.913
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	13.887	15.467	6.389	3.115	8.105
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	13.941	15.551	6.417	3.155	8.150
Non-dioxine-like-PCB's					
PCB 028	3.283	3.258	1.399	0.391	2.226
PCB 052	36.560	26.681	5.959	1.016	9.749
PCB 101	54.815	38.023	9.101	2.611	17.852
PCB 153	244.760	196.611	64.713	23.719	83.866
PCB 138	120.956	108.367	30.014	11.000	<44.318
PCB 180	69.529	67.249	18.543	6.723	26.549
Totaal ndl-PCB's (lb)	529.904	440.189	129.729	45.460	140.242
Totaal ndl-PCB's (ub)	529.904	440.189	129.729	45.460	184.560

* lb met lower bound detectiegrenzen

** ub met upper bound detectiegrenzen

WFSR nr	200705407	200705409	200703205	200703403	200706182
Opdrachtgevern	2024/0860	2024/1826	2024/0690	2024/0742	2024/1042
Product	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal
Maat	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
Herkomst	KETELMEER - IJSSELOOG	LAUWERSMEER	LEK, CULEMBORG	MAAS, HEIJEN	NOORDZEEKANAAL
Vetgehalte (%)	17.1	9.1	17.6	13.8	18.7
Dioxins (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	
2,3,7,8-TCDF	0.152	0.073	0.155	0.119	0.222
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.07	<0.042	<0.132	<0.054	<0.037
2,3,4,7,8-PeCDF	2.143	0.198	1.810	1.282	1.889
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1.413	0.072	1.874	0.225	0.309
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.555	<0.041	0.503	0.074	0.133
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.332	<0.045	0.400	0.085	<0.148
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.099	<0.045	<0.091	<0.063	<0.035
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.391	0.039	<0.532	<0.118	0.103
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.053	<0.015	<0.051	<0.025	0.023
OCDF	0.109	<0.024	0.157	<0.019	0.026
2,3,7,8-TCDD	1.845	<0.096	2.811	0.101	1.071
1,2,3,7,8-PeCDD	0.398	0.108	0.313	0.193	0.291
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.14	0.032	<0.166	<0.042	<0.067
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.290	0.148	0.507	0.166	0.284
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.088	0.032	0.081	<0.039	0.071
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.144	<0.074	0.268	0.127	0.147
OCDD	0.402	0.180	0.528	0.228	0.126
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	3.166	0.204	4.022	0.747	2.033
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	3.201	0.314	4.057	0.764	2.059
Dioxine-like-PCB's					
PCB 081	1.299	0.162	2.159	0.893	1.101
PCB 077	1.360	0.158	7.326	6.553	10.211
PCB 126	100.821	10.106	101.784	60.397	36.214
PCB 169	22.445	2.971	26.015	10.223	5.695
PCB 123	<2275.652	<335.767	10648.394	3235.358	<433.741
PCB 118	75829.192	4438.928	104816.669	35205.908	15495.827
PCB 114	<928.98	<295.216	<733.732	521.059	<283.625
PCB 105	11583.109	1047.109	14472.889	10105.824	2942.227
PCB 167	5277.120	464.812	8245.242	3841.640	1258.968
PCB 156	9097.715	923.084	13154.893	8542.229	1111.232
PCB 157	1781.878	<253.507	2482.588	1291.113	307.104
PCB 189	1383.513	<87.946	1853.836	1421.651	147.857
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	13.905	1.306	15.630	8.272	4.431
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	14.001	1.335	15.652	8.272	4.453
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	17.070	1.510	19.652	9.019	6.465
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	17.201	1.649	19.709	9.036	6.512
Non-dioxine-like-PCB's					
PCB 028	7.203	0.182	4.548	2.012	7.030
PCB 052	40.313	0.926	69.416	16.709	14.686
PCB 101	64.323	2.462	119.582	27.884	11.660
PCB 153	202.410	18.651	427.565	233.909	55.049
PCB 138	120.264	10.128	189.810	112.824	23.670
PCB 180	70.559	5.603	106.013	120.961	7.256
Totaal ndl-PCB's (lb)	505.073	37.952	916.935	514.299	119.351
Totaal ndl-PCB's (ub)	505.073	37.952	916.935	514.299	119.351

* lb met lower bound detectiegrenzen

** ub met upper bound detectiegrenzen

WFSR nr	200703730	200705408	200705406	200703207	200703404
Opdrachtgevern	2024/0808	2024/0886	2024/0664	2024/0834	2024/0912
Product	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal
Maat	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
Herkomst	OVERIJSSELSE VECHT,	RAMSDIEP	RIJN, LOBITH	SCHOKKERHAVEN	SPAARNE
Vetgehalte (%)	12.3	19.6	22.0	17.3	13.9
Dioxins (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.083	0.130	0.175	<0.109	0.127
1,2,3,7,8-PeCDF	0.303	<0.058	<0.196	<0.119	<0.074
2,3,4,7,8-PeCDF	0.519	1.283	2.189	1.953	0.743
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.135	0.485	1.590	0.890	0.436
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0.059	0.191	0.437	0.359	0.139
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<0.066	0.075	0.294	0.193	0.106
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.074	<0.078	<0.093	<0.097	<0.086
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	<0.034	<0.113	<0.203	<0.287	<0.206
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.035	<0.032	<0.051	<0.036	<0.033
OCDF	<0.026	<0.042	0.122	0.041	<0.036
2,3,7,8-TCDD	0.107	0.887	<1.488	1.475	0.497
1,2,3,7,8-PeCDD	0.190	0.222	0.562	0.292	0.432
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.041	0.044	0.130	<0.064	<0.467
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.187	0.229	0.356	0.387	0.433
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.029	<0.039	<0.063	0.050	0.081
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	<0.124	<0.171	0.217	0.164	0.320
OCDD	0.471	0.397	0.540	0.394	0.501
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	0.507	1.609	1.519	2.543	1.288
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	0.531	1.626	3.030	2.576	1.347
Dioxine-like-PCB's					
PCB 081	0.355	0.586	0.829	0.891	0.699
PCB 077	0.373	0.631	0.971	4.208	5.744
PCB 126	27.270	44.217	102.116	82.701	54.939
PCB 169	6.303	10.078	22.077	19.092	10.435
PCB 123	<392.328	<715.545	<1609.313	2558.408	2701.035
PCB 118	13173.469	25396.982	67586.607	45010.828	59211.113
PCB 114	<376.744	<499.481	745.513	<744.379	817.771
PCB 105	3077.481	3789.281	12304.949	7802.477	14799.443
PCB 167	1453.393	1813.411	4667.444	3683.987	4271.054
PCB 156	2575.424	3733.043	10441.686	6471.624	7575.515
PCB 157	381.312	670.914	1703.422	1220.064	1201.885
PCB 189	295.460	509.462	1460.317	872.035	759.165
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	3.545	5.802	13.842	10.872	8.548
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	3.568	5.838	13.890	10.895	8.548
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	4.052	7.411	15.361	13.415	9.836
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	4.099	7.464	16.920	13.471	9.895
Non-dioxine-like-PCB's					
PCB 028	1.012	2.119	3.616	5.424	1.942
PCB 052	4.247	11.542	29.632	24.967	22.356
PCB 101	7.827	18.684	52.855	40.502	35.804
PCB 153	51.281	87.863	199.288	167.769	142.775
PCB 138	27.341	42.474	114.673	64.520	89.640
PCB 180	14.267	24.359	68.771	43.709	42.792
Totaal ndl-PCB's (lb)	105.975	187.039	468.834	346.891	335.308
Totaal ndl-PCB's (ub)	105.975	187.039	468.834	346.891	335.308

* lb met lower bound detectiegrenzen

** ub met upper bound detectiegrenzen

WFSR nr	200706225	200703406	200705403	200703407	200705404
Opdrachtgevern	2024/1880	2024/0990	2024/0586	2024/1016	2024/0612
Product	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal
Maat	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
Herkomst	TWENTEKANAAL	VOLKERAK NOORDKANT	VOLKERAK, SLUIZEN	VOLKERAK ZUIDKANT	WAAL, TIEL
Vetgehalte (%)	16.1	19.0	16.3	17.1	26.2
Dioxins (A0565)		pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.257	0.106	0.119	0.132	0.164
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.107	<0.047	<0.059	<0.039	<0.109
2,3,4,7,8-PeCDF	1.869	2.191	2.106	1.740	1.852
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.726	0.511	0.596	0.425	1.903
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.299	0.205	0.299	0.175	0.513
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.146	0.226	0.214	0.170	0.289
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.04	<0.07	<0.075	<0.056	<0.091
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.088	<0.202	0.147	<0.136	0.375
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.031	<0.038	<0.03	<0.025	<0.041
OCDF	<0.022	<0.05	0.060	0.035	0.104
2,3,7,8-TCDD	0.169	1.977	2.295	1.270	1.426
1,2,3,7,8-PeCDD	0.515	0.349	0.280	<0.255	0.363
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.104	0.059	0.094	0.055	<0.075
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.594	<0.225	0.219	0.234	0.354
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.156	0.052	0.056	0.048	0.090
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.319	<0.103	0.177	0.149	0.263
OCDD	0.504	0.217	0.310	0.164	0.524
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	1.462	3.099	3.370	1.917	2.682
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	1.485	3.133	3.379	2.180	2.702
Dioxine-like-PCB's					
PCB 081	1.189	0.624	0.815	0.466	0.893
PCB 077	8.648	4.512	0.857	4.273	0.949
PCB 126	46.716	50.319	59.886	39.837	83.148
PCB 169	8.835	10.893	14.094	8.658	16.071
PCB 123	<638.252	1218.194	<1142.492	1387.985	<1568.373
PCB 118	28443.718	29258.235	51810.679	21242.660	53033.640
PCB 114	342.939	<566.732	<727.589	<472.842	<751.1
PCB 105	6603.851	5020.406	7542.251	3929.107	9855.223
PCB 167	2257.555	2359.728	3552.112	1787.939	3770.474
PCB 156	4800.885	4298.422	7120.687	3063.331	7646.429
PCB 157	825.729	765.077	1263.280	587.867	1423.450
PCB 189	507.682	684.778	1106.914	464.802	852.461
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	6.251	6.668	8.584	5.218	11.095
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	6.270	6.685	8.640	5.232	11.164
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	7.713	9.767	11.953	7.135	13.777
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	7.755	9.818	12.019	7.412	13.867
Non-dioxine-like-PCB's					
PCB 028	3.597	1.898	4.094	1.356	3.800
PCB 052	21.439	14.707	32.434	11.101	30.487
PCB 101	19.722	17.271	37.565	13.497	52.724
PCB 153	90.534	115.098	218.273	87.474	174.320
PCB 138	<58.904	46.951	69.939	33.360	87.888
PCB 180	28.319	38.361	61.622	27.624	43.523
Totaal ndl-PCB's (lb)	163.610	234.287	423.927	174.412	392.741
Totaal ndl-PCB's (ub)	222.514	234.287	423.927	174.412	392.741

* 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.

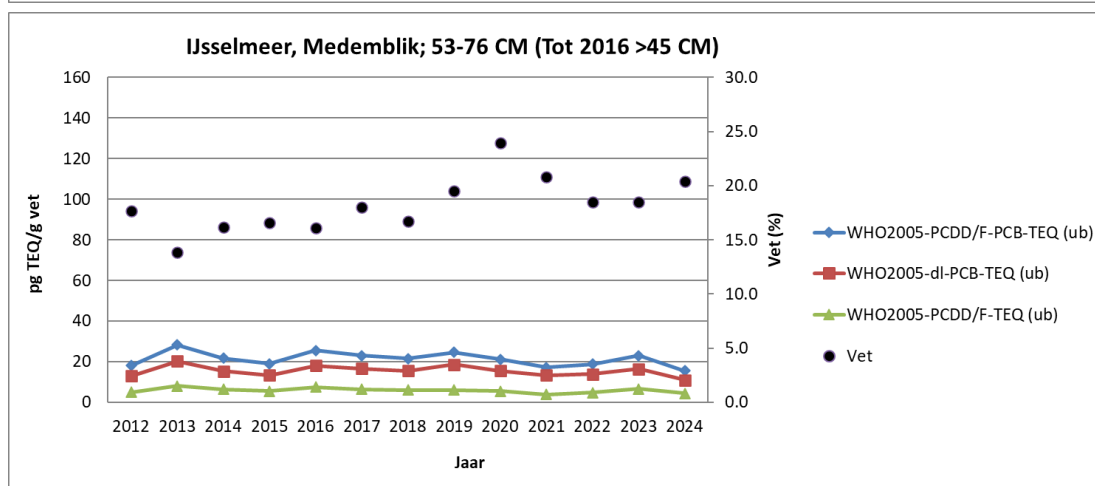
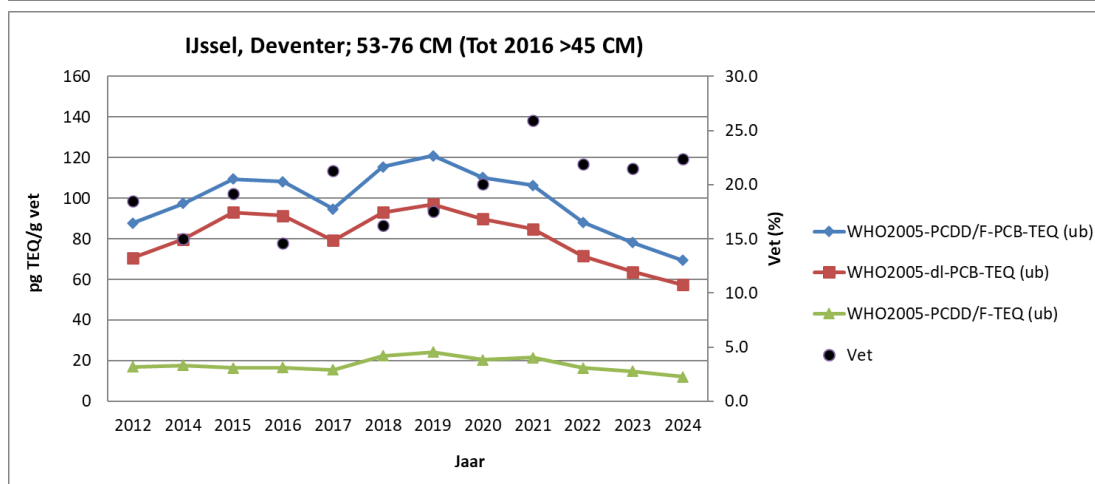
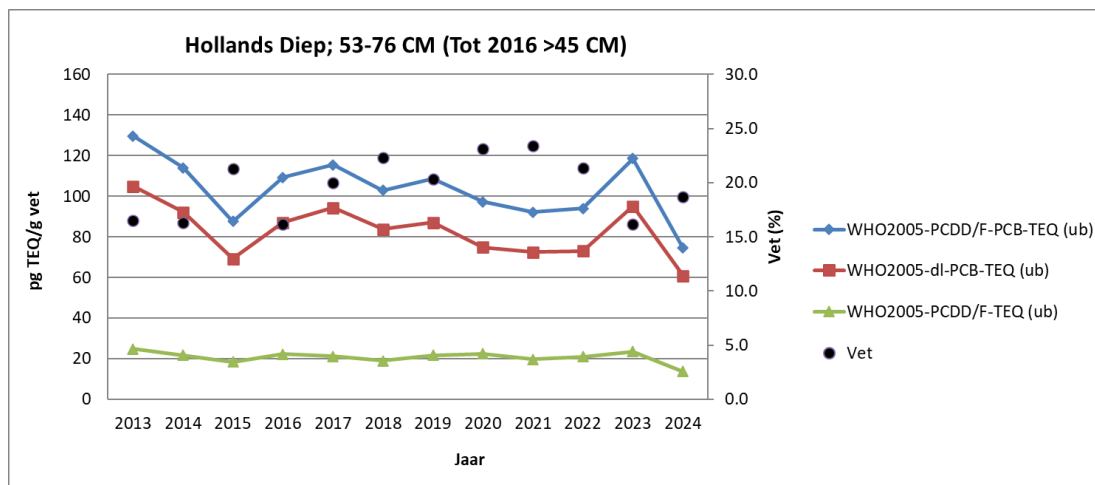
Naam/congeneer	WHO-TEF (1998)	WHO-TEF (2005)
2,3,7,8-TCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	0.03
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	0.3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01
OCDF	0.0001	0.0003
2,3,7,8-TCDD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

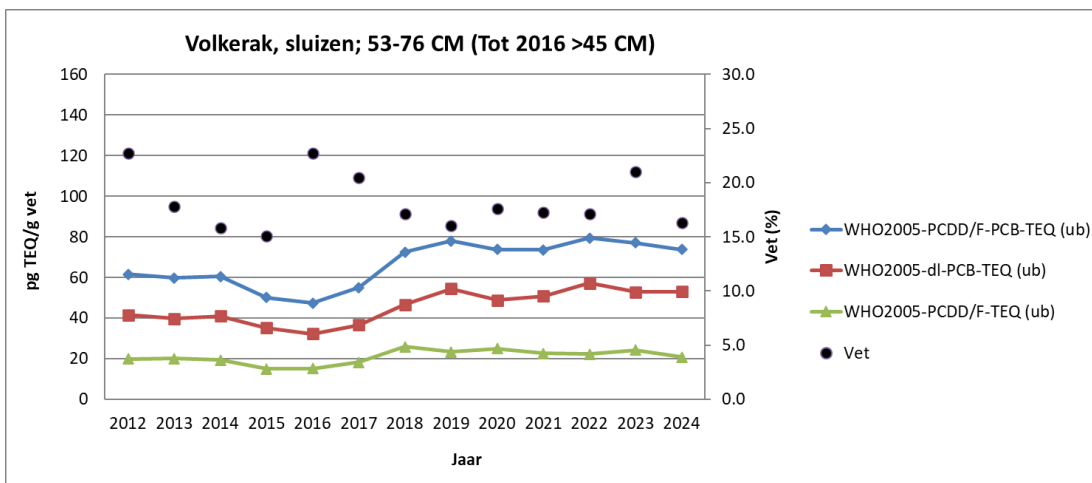
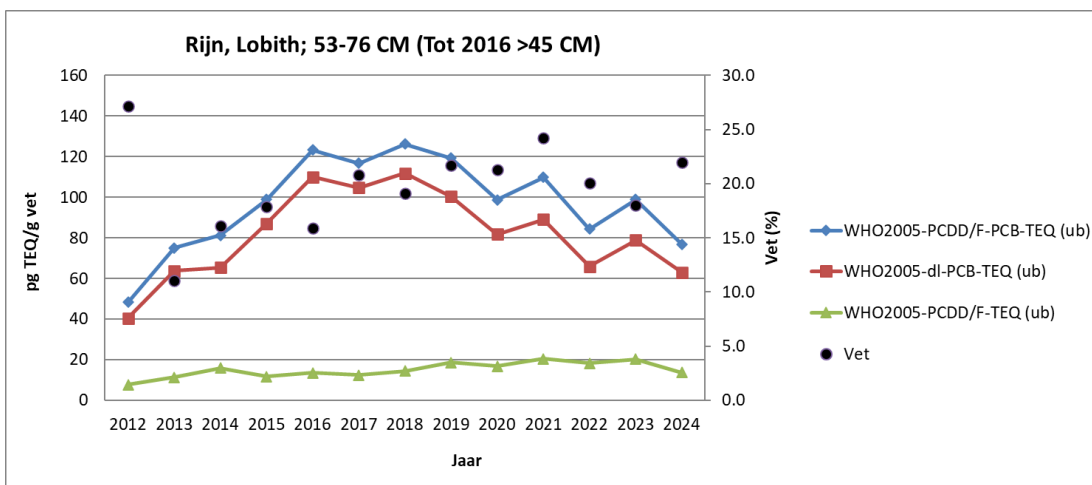
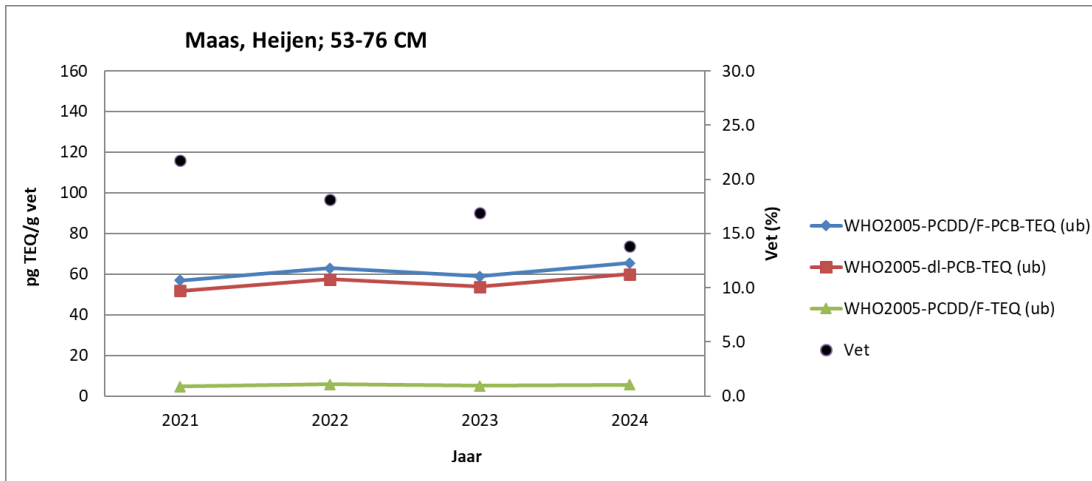
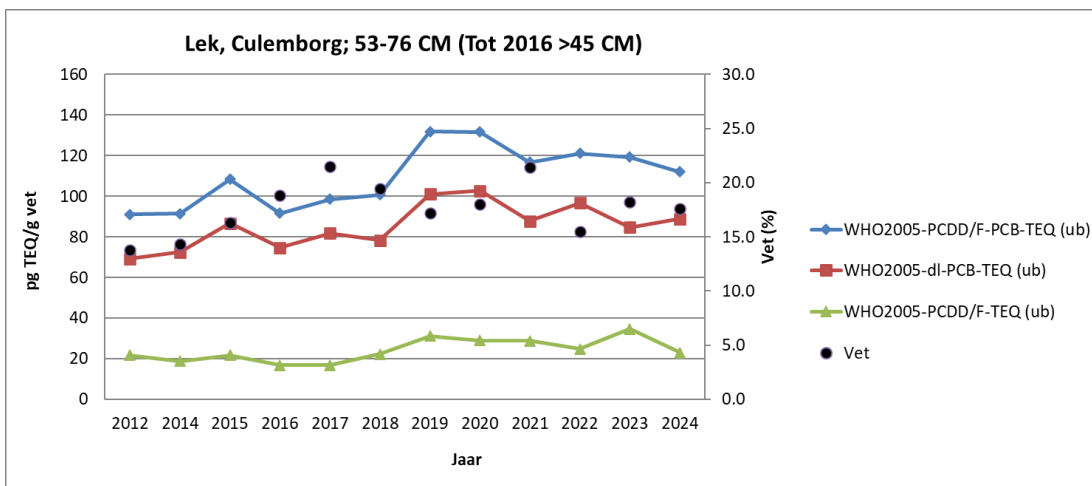
Tegelijkertijd zijn in 2012 ook de bestaande Europese maximumgehalten voor dioxines en dl-PCB's aangepast. Rekening houdend met de TEF-waarden uit 2005 zijn de nieuwe maximumgehalten voor aal als volgt: voor dioxines 3,5 pg TEQ per gram product en voor de som dioxines en dl-PCB's 10 pg TEQ per gram product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

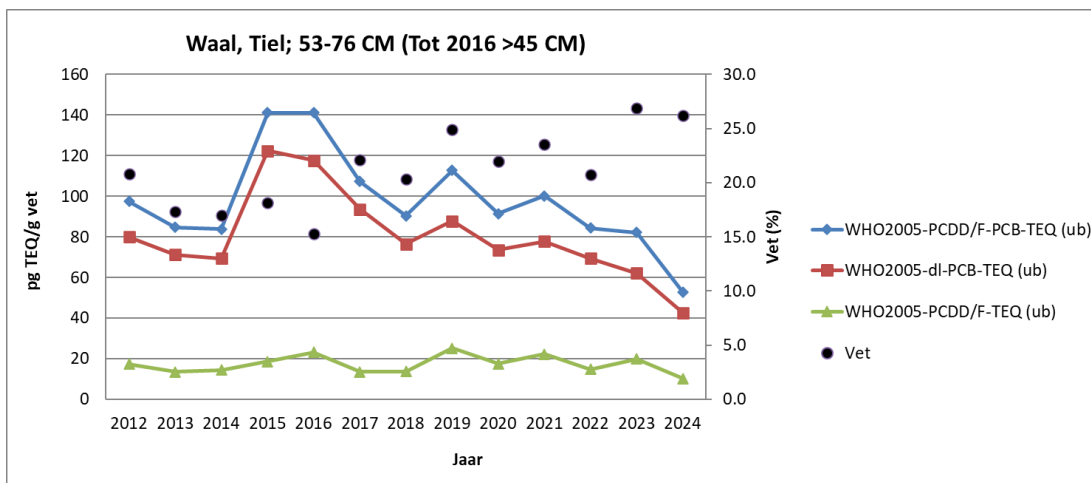
In 2022 zijn de TEF's opnieuw herzien maar het is nog niet duidelijk wanneer deze worden ingevoerd in de wetgeving, waarbij mogelijk ook de ML's zullen veranderen.

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 TEQ-gehalten 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 alen. 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 2024

Tabel B4 *Individuele gehalten van de verschillende PFAS's in mengmonsters aal bemonsterd in 2024 (53-76 cm). Resultaten zijn uitgedrukt in µg/kg product. Componenten met een * zijn EFSA-4 PFAS's.*

WFSR nr.	WMR nr. 2024/	Locatie	PFHxA	PFHpA	PFOA*	PFNA*	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFTTrDA	PFTeDA	PFBS	PFHxS*	PFHpS	PFOS*	PFDS	HFPO-DA ('GenX')	Som EFSA-4 (lb)
200703205	0690	Lek, Culemborg	<0,20	<0,10	<0,15	0,11	1,3	0,99	1,9	0,74	1,3	<0,069	0,27	<0,063	7,7	<0,063	<0,13	8,1
200703206	0716	IJsselmeer, Medemblik	<0,20	<0,10	<0,15	0,37	3,3	2,2	1,8	0,91	0,53	<0,069	0,35	<0,063	18	<0,063	<0,27	19
200703207	0834	Schokkerhaven	<0,20	<0,10	<0,15	0,20	2,9	3,2	3,8	1,5	1,5	<0,069	0,33	<0,063	15	<0,063	<0,28	16
200703402	0560	Hollands Diep	<0,20	<0,10	<0,15	<0,10	0,72	0,64	1,4	0,63	1,2	<0,069	0,24	<0,063	6,3	<0,063	<0,13	6,5
200703403	0742	Maas, Heijen	<0,20	<0,10	<0,15	0,12	4,6	4,4	7,3	1,7	2,3	<0,069	0,14	<0,063	14	0,091	<0,13	14
200703404	0912	Spaarne, richting Haarlem tot aan Waarderbrug	<0,20	<0,10	<0,15	0,12	1,4	1,4	4,2	1,1	1,9	<0,069	0,66	<0,063	12	0,090	<0,13	13
200703405	0938	Binnen Liede, tussen brug A200 en brug R106	<0,20	<0,10	<0,15	0,22	2,2	1,8	4,1	1,1	1,5	<0,069	0,93	0,066	21	0,13	<0,13	22
200703406	0990	Volkerak, noordkant	<0,20	0,12	0,23	0,49	2,9	3,1	4,5	0,95	1,3	<0,069	0,23	<0,063	11	0,11	0,25	12
200703407	1016	Volkerak, zuidkant	<0,20	<0,10	0,26	0,47	2,8	2,7	3,4	0,86	1,1	<0,069	0,23	<0,063	10	0,15	0,13	11
200703730	0808	Overijsselse Vecht thv Genne en Haerst	<0,45	<0,10	<0,15	0,27	2,3	3,4	2,6	1,5	1,1	<0,069	0,24	<0,063	17	<0,16	<0,34	18
200703731	1068	Dokkummer Ee thv Bartlehiem	<0,20	<0,10	<0,15	0,14	1,8	1,4	5,2	0,87	2,8	<0,069	0,56	<0,063	12	<0,19	<0,26	13
200705403	0586	Volkerak, Volkeraksluizen	<0,20	<0,13	<0,25	0,33	2,6	2,5	3,5	1,2	1,0	<0,13	0,23	<0,063	12	0,16	<0,20	13
200705404	0612	Waal, Tiel	<0,20	<0,13	<0,25	<0,20	0,99	0,81	1,8	1,1	1,5	<0,13	0,17	<0,063	18	<0,13	<0,20	18
200705405	0638	IJssel, Deventer	<0,20	<0,13	<0,25	<0,20	1,2	1,4	2,6	1,3	1,4	<0,13	0,29	0,081	25	<0,13	<0,20	25
200705406	0664	Rijn, Lobith	<0,20	<0,13	<0,25	<0,20	1,6	1,4	3,0	1,3	1,8	<0,13	0,15	<0,063	11	<0,13	<0,20	11
200705407	0860	Ketelmeer – IJsseloog	<0,20	<0,13	<0,25	<0,20	2,2	2,6	3,3	1,1	1,4	<0,13	0,32	<0,063	11	<0,13	<0,20	11
200705408	0886	Ramsdiep	<0,20	<0,13	<0,25	0,42	5,7	6,6	4,6	2,0	1,4	<0,13	0,23	<0,063	23	<0,13	<0,20	24
200705409	1826	Lauwersmeer	<0,20	<0,13	<0,25	<0,20	2,6	2,5	2,0	0,54	0,59	<0,13	0,17	<0,063	10	<0,13	<0,20	10
200705410	1853	Bergumermeer	<0,20	<0,13	<0,25	<0,20	2,9	3,3	2,8	1,1	1,0	<0,13	0,13	<0,063	11	<0,13	<0,20	11
200706180	0782	IJsselmeer, richting Lelystad bij bocht halverwege	<0,20	<0,13	<0,25	<0,20	2,2	1,8	2,1	1,1	1,1	0,14	0,54	<0,063	14	<0,13	<0,20	15
200706181	0964	Braassemermeer	<0,20	<0,13	<0,25	0,66	4,7	4,9	6,1	1,7	1,8	<0,13	0,15	<0,063	11	<0,13	<0,20	12
200706182	1042	Noordzeekanaal buitenzijde	<0,20	<0,13	<0,25	<0,20	<0,13	0,077	0,10	<0,13	<0,063	<0,13	0,064	<0,063	0,72	<0,13	<0,20	0,78
200706183	2084	IJsselmeer, Lelystad	<0,20	<0,13	<0,25	0,21	3,1	3,0	3,6	1,4	1,3	<0,13	0,37	<0,063	15	<0,13	<0,20	16
200706225	1880	Twentekanaal	<0,20	<0,13	<0,25	<0,20	3,0	5,5	7,6	3,2	3,2	<0,13	0,66	0,17	37	0,67	<0,20	38

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

WFSR-rapport 2025.001



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, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 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

WFSR-rapport 2025.001

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, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 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.

