



Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren

Resultaten van 2022

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



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren

Resultaten van 2022

L.L. Leenders¹, L.A.P. Hoogenboom¹, M.J.J. Kotterman², J.C.W. Rijk¹, S.P.J. van Leeuwen¹

1 Wageningen Food Safety Research (WFSR)

2 Wageningen Marine Research (WMR)

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

Wageningen, mei 2023

WFSR-rapport 2023.007

Leenders, L.L., L.A.P. Hoogenboom, M.J.J. Kotterman, J.C.W. Rijk, S.P.J. van Leeuwen, 2023. *Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2022*. Wageningen, Wageningen Food Safety Research, WFSR-rapport 2023.007. 62 blz.; 9 fig.; 3 tab.; 19 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/10.18174/630688> of op <http://www.wur.nl/food-safety-research> (onder WFSR publicaties).

© 2023 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 2023.007

Verzendlijst:

- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV): G. Mahabir; F.G.E. van den Berg
- Ministerie voor Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS): A.I. Viloría Alebesque; N.E. Emmerik
- Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit (NVWA): Y.M. Huigen; A.D. van der Linden; E.G. Biesta
- PO IJsselmeer/Vissersbond: R. van Beek
- Sportvisserij Nederland: J. Quak
- RWS Waterdienst: 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. Meijlis; J.C.W. Rijk
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM): A. Bulder; J. van Klaveren
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO): L.C.M. Gorissen; N. Kamp
- NetVISwerk: J. Visser

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 Materiaal en methoden	11
2.1 Bemonstering rode aal	11
2.2 Samenstelling monster	11
2.3 Analyses van dioxines en PCB's	12
2.3.1 Vetextractie	12
2.3.2 Opwerking van geëxtraheerd vet met de DexTech	12
2.3.3 Bepaling van dioxines en dl-PCB's	12
2.4 Analyse van PFAS's	13
2.4.1 Extractie	13
2.4.2 Opwerking extract	13
2.4.3 Analyse van PFAS's	13
2.5 Analyse van zware metalen	13
2.5.1 Ontsluiting van zware metalen uit matrix	13
2.5.2 Analyse van cadmium, lood, arseen, kwik en nikkel	13
2.6 Kwaliteitsborging	14
3 Resultaten	15
3.1 Dioxine- en PCB-gehalten in mengmonsters aal	15
3.1.1 Limietoverschrijding dioxine-TEQ en totaal-TEQ	17
3.1.2 Limietoverschrijding som-ndl-PCB's	17
3.1.3 Situatie Ramsdiep/Ramsgeul en monding Ketelmeer	17
3.1.4 Situatie Spaarne	19
3.1.5 Situatie Kuil en Poel meertjes en de Zaan	20
3.1.6 Trends in gehalten in kleine aal	21
3.1.7 Trends in gehalten in grote aal	22
3.2 PFAS's in mengmonsters aal	25
3.2.1 Trends in gehalten grote aal	27
3.3 Zware metalen in mengmonsters aal	29
4 Conclusies	31
5 Aanbevelingen	32
Literatuur	33
Bijlage 1 Aanpassen bemonstering van grote aalen en implementatie van de beleidsregel	34
Bijlage 2 Vangstlocaties 2022	35
Bijlage 3 Gegevens van de aalmonsters	46
Bijlage 4 Analyseresultaten voor vet, dioxines en PCB's in rode aal	48
Bijlage 5 Maximumgehalten voor dioxines en PCB's	52
Bijlage 6 Trends in TEQ-gehalten in grote aal 53-76 cm (tot 2016 >45 cm), uitgedrukt op vetbasis	54
Bijlage 7 Resultaten PFAS's in mengmonsters aal 2022	57

Samenvatting

In 2022 is in het kader van het monitoringsprogramma "Contaminanten in vis uit Nederlandse binnenwateren" aal op 21 locaties bemonsterd. Hiervan lagen 7 locaties binnen het voor aalvisserij gesloten gebied en waren er 14 locaties waar de aalvisserij is toegestaan. Voor de bemonstering van grote aal wordt sinds 2016 rekening gehouden met het zwaartepunt van de beroepsmatige vangst, reden waarom iets grotere aal is bemonsterd (53-76 cm) dan vóór 2016 (>45 cm). Van de gevangen rode aal zijn mengmonsters samengesteld voor de lengteklassen 30-40 cm (drie trendlocaties elk jaar) en 53-76 cm. Deze monsters zijn geanalyseerd op de aanwezigheid van dioxines, dioxineachtige-PCB's (dl-PCB's) en niet-dioxineachtige PCB's (ndl-PCB's). Voor de som dioxines, som dioxines & dl-PCB's (totaal-TEQ) en som ndl-PCB's zijn Europese maximumgehalten (zogenaamde maximum levels, ML's) vastgesteld (EC 1881/2006).

De onderzochte kleine aal (30-40 cm) overschrijdt op geen enkele locatie de maximum- of beleidsregellimieten. Van de 21 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 Kuil en Poel meertjes verbonden met de Zaan, Braassemmermeer en IJsselmeer (tussen Lelystad en Ketelbrug) één of meerdere beleidsregellimieten.

Het gehalte totaal-TEQ in grote rode aal gevangen in het IJsselmeer (tussen Lelystad en de Ketelbrug), ten Oosten van de energiecentrale, overschrijdt de ML voor totaal-TEQ en de beleidsregellimiet voor totaal ndl-PCBs. Deze locatie ligt in het gebied dat opengesteld is voor aalvisserij. In het Spaarne gebied overschrijdt de aal vanuit het Spaarne, ten noorden van de Mooie Nel de ML's voor totaal-TEQ en totaal ndl-PCBs. Dit gebied is opengesteld voor visserij. Ook aal uit het Binnen Liede, wat verbonden is met het Spaarne via de Mooie Nel, overschrijdt de ML's voor totaal-TEQ en totaal ndl-PCBs. Aal gevangen in de Kuil en Poelmeertjes in de Zaan overschrijdt de beleidsregellimiet voor totaal-TEQ en totaal ndl-PCBs. Verder Noordwaarts in de Zaan nemen de gehalten af en worden de ML's of beleidsregellimieten niet meer overschreden.

Het huidige rapport geeft de gegevens van voorgaande jaren weer voor de trendlocaties, aangevuld met de resultaten van 2022. Op een enkele locatie is een verhoogd gehalte gevonden t.o.v. voorgaande jaren, over het algemeen passen de gevonden gehalten in het beeld van de voorgaande jaren.

De mengmonsters aal zijn ook geanalyseerd op zware metalen (cadmium, lood, kwik, nikkel en arseen) en perfluoralkylstoffen (PFAS's). Alle gehalten van cadmium, lood en kwik voldeden aan de geldende ML's (EC 1881/2006). Arseen werd ook aangetroffen, maar voor arseen is geen ML vastgesteld, en kunnen daarom niet aan een ML getoetst worden. Door de toegenomen aandacht voor PFAS's zijn sinds enkele jaren de resultaten van deze metingen ook in dit rapport opgenomen, en zijn dit jaar wederom de gegevens van voorgaande jaren weergegeven voor de trendlocaties, aangevuld met de resultaten van 2022. De gesommeerde gehalten van de meest voorkomende PFAS's variëren van ongeveer 2 tot 35 µg/kg product, waarbij PFOS de belangrijkste bijdrage leverde (35-100%). Hoogste gehalten werden aangetroffen in aal uit het IJsselmeer bij Medemblik en het Ramsdiep (ten oosten van de Ramspolbrug). Voor PFAS's zijn MLs vastgesteld die op 1 januari 2023 in werking gaan, deze zijn dus nog niet van toepassing op de gemeten gehalten in dit rapport.

1 Inleiding

Aal uit vervuilde gebieden, doorgaans rivieren en kanalen in Nederland, bevat verhoogde gehalten aan contaminanten. Uit eerder onderzoek (Leenders et al., 2020/2021/2022, van Leeuwen et al., 2016/2018/2019, van Leeuwen et al., 2013) is gebleken dat aal op verschillende locaties niet voldoet aan de maximum gehalten (ML's) die in EU-verband voor dioxines en polychloorbifenylen (PCB's) zijn gesteld¹. Deze ML's zijn gericht op een verlaging van de blootstelling van consumenten tot een niveau dat onder de gezondheidkundige norm (Tolerable Weekly Intake, of TWI) ligt. Om die reden is in april 2011 het gehele Nederlandse stroomgebied van de Rijn en de Maas gesloten voor de aalvangst. Aanvullend onderzoek heeft geleid tot een verdere beperking van (aal)vangst in een aantal wateren per 2015, 2017 en 2021². Tevens zijn enkele locaties door gedaalde gehalten weer geopend voor visserij. Daarvoor zijn beleidsregellimieten vastgesteld (zie Bijlage 1).

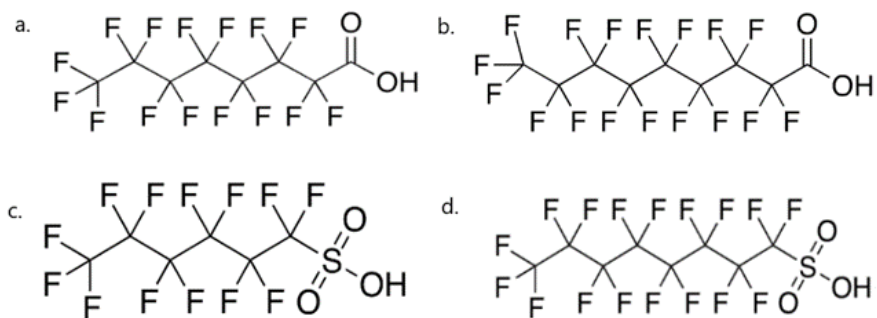
Het aal-monitoringsonderzoek, beschreven in deze rapportage, heeft tot doel om trends in de dioxine- en PCB-gehalten te detecteren en om te onderzoeken of het huidige vangstverbod ondersteund wordt door de gemeten gehalten. Daarom wordt jaarlijks op een aantal locaties rode aal (nog niet geslachtsrijpe aal) gevangen, deels op 8 jaarlijks terugkerende trendlocaties, deels op incidenteel terugkerende locaties en deels op nieuwe locaties. De jaarlijks terugkerende monsterlocaties, waarmee de trend in de gehalten wordt bepaald, betreffen in principe: IJsselmeer (Medemblik), Hollands Diep, IJssel (Deventer), Lek (Culemborg), Maas (Eijsden), Rijn (Lobith), Waal (Tiel) en Volkerak (Volkeraksluizen). Vanwege de zeer lage dichtheid van aal op de locatie Maas (Eijsden) is gedurende de laatste jaren deze locatie niet bemonsterd en wordt er sinds enkele jaren gezocht naar een goede vervangende locatie.

In het verleden werd op deze trendlocaties alleen aal van 30-40 cm gevangen en soms groter dan 45 cm. Sinds 2016 worden grotere alen (53-76 cm) bemonsterd, omdat deze alen het grootste gewichtspercentage van de beroepsmatige vangst uitmaken (zie Bijlage 1). Op 3 locaties wordt ook nog gekeken naar de klasse 30-40 cm. De normen voor deze contaminanten in vis worden uitgedrukt op vers gewichtsbasis. In 2013 is een studie gedaan naar trends van dioxine- en PCB-gehalten in rode aal over de periode 2006-2012 (van Leeuwen et al., 2013). Daaruit kwam naar voren dat op vetbasis nauwelijks een afnemende trend waarneembaar is in de gehalten van dioxines en PCB's. Voor veel locaties in het rivierengebied ligt het gehalte tussen circa 70 en 120 pg totaal-TEQ/g vet. Op productbasis zijn er grotere schommelingen waargenomen, met name in aal van 30-40 cm, die grotendeels verklaard kunnen worden door schommelingen in het vetgehalte. Die schommelingen worden op hun beurt weer verklaard door de geslachtssamenstelling binnen een mengmonster: vrouwelijke alen tussen de 30-40 cm hebben over het algemeen een lager vetgehalte dan de mannelijke alen in diezelfde lengteklasse. De verhouding tussen het aandeel mannen en vrouwen heeft daarom sterke invloed op het vetgehalte van het mengmonster en daarmee ook de gehalten van dioxines en PCB's op productbasis. Dit speelt met name een rol bij de monsters in de klasse 30-40 cm, maar niet in de klasse 53-76 cm, omdat die geheel uit vrouwtjes bestaat.

PFAS's betreffen een groep van stoffen van (volledig) gefluoreerde verbindingen. Er zijn duizenden verbindingen bekend, met uiteenlopende chemische structuren (ketenlengte, functionele groepen etc.) (Buck et al., 2011). De twee bekendste PFAS's zijn perfluorooctaanzuur (PFOA) en perfluorooctaansulfonaat (PFOS), beiden weergegeven in Figuur 1. Een aantal andere PFAS's zijn weergegeven in Tabel 1; deze hebben een vergelijkbare functionele groep maar een verschillende koolstofketenlengte. Een aantal PFAS's zijn in ons voedsel aangetoond (Noorlander et al., 2011), inclusief een breed scala aan vissen, schaal- en schelpdieren (Zafeiraki et al., 2019). Deze studie onderschrijft dat PFAS's voorkomen in het zoetwatermilieu en deels accumuleren in aal. Met name PFOS, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA en PFTTrDA accumuleren in aal.

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

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



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

De EFSA heeft in 2020 een nieuwe TWI afgeleid van 4,4 ng/kg lg per week voor de som van PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS op basis van effecten op het immuunsysteem bij de mens. Voor andere PFAS's ontbraken data voor effecten op het immuunsysteem en andere effecten treden pas op bij veel hogere doseringen. EFSA berekende ook dat een groot deel van de Europese bevolking de veilig geachte inname overschrijdt. Daarbij is vis één van de belangrijkste bronnen. Daarom zijn door de EC en de lidstaten ML's voor de EFSA-PFAS's (PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS) in o.a. vis en schaal- en schelpdieren vastgesteld in het kader van EC 1881/2006, 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 en moeten uiteindelijk resulteren in een lagere blootstelling van de bevolking.

In dit rapport worden de resultaten van rode aal, gevangen in 2022, beschreven. Naast dioxines en PCB's zijn de monsters ook onderzocht op aanwezigheid van zware metalen als lood, kwik, nikkel, cadmium en arseen, en op PFAS's.

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 per 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, PFAS's en zware metalen.

2.1 Bemonstering rode aal

De locaties voor de bemonsteringen zijn in overleg met het ministerie van LNV vastgesteld (zie Tabel 2). De bemonstering van rode aal is door WMR verzorgd in de periode juni tot eerste week juli 2022. 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 3 mengmonsters samengesteld in de klasse 30-40 cm en 21 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 lengteklasse 30-40 cm werd gestreefd naar 25 alen per mengmonster. Op de locatie Lek, Culemborg werden maar 12 alen gevangen, dus lager dan het streefaantal van 25 stuks. Echter, het ging gepaard met een grote inspanning en nog langer doorvissen zou naar verwachting niet tot een groter aantal alen hebben geleid. Desondanks wordt er aangenomen dat het toch een representatief monster betreft, voor dat moment. Op de locaties IJsselmeer, Medemblik en Waal, Tiel werden respectievelijk 24 en 20 alen gevangen, waarvan eveneens aangenomen wordt dat het een representatief monster betreft.

Voor de lengteklasse 53-76 cm is conform de aanbevelingen in Kotterman (2016) gestreefd naar 15 alen. De streefaantallen zijn voor de meeste locaties (zo goed als) behaald. Op de locaties Kuil en Poel meertjes, J. Brug/Bartelbrug en Eiland Bloemdaal in de Zaan, Ramsdiep (ten Oosten van Ramspolbrug), Braassemermeer, Maas bij Heijnen, IJsselmeer (tussen Lelystad en Ketelbrug) en de Reeuwijkse plassen werden minder dan 15 alen gevangen (zie Bijlage 3). Ook hier geldt dat dit gepaard ging met een grote inspanning, waardoor het aannemelijk is dat dit ook representatieve monsters zijn voor de bemonsterde locatie, voor dat moment. Niettemin moeten bij lage aantallen de resultaten met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Vanwege teruglopende vangsten op de locatie Maas bij Eijsden in de afgelopen jaren is wederom onderzocht of een nieuwe, meer stroomafwaarts gelegen locatie (Heijen) dienst kan doen als nieuwe trendlocatie. Waar de vangst op locatie Heijen vorig jaar nog groter was dan bij Eijsden (13 alen) valt de vangst dit jaar tegen met maar 6 alen. In de komende jaren zal blijken of Maas bij Heijen daadwerkelijk als nieuwe trendlocatie gebruikt kan worden. Het geslacht van de individuele alen is vastgesteld in de 30-40 cm klasse. In deze monsters domineerde de vrouwelijke aal: in de 3 mengmonsters zijn respectievelijk slechts 2, 1 en 1 mannelijke alen gevangen (de rest van het mengmonster bestaat uit 92-95% vrouwelijke alen). Voor de grotere alen (>53 cm) geldt dat de alen altijd vrouwelijk zijn.

2.3 Analyses van dioxines en PCB's

2.3.1 Vetextractie

De door WMR aangeleverde mengmonsters werden gehomogeniseerd m.b.v. een ultraturrax. Uit het gemalen monster werd het vet geëxtraheerd en het percentage vet bepaald. Hiervoor werd 10 gram gemalen aal gemengd met 10 gram hydromatrix en overgebracht naar een ASE-monsterbuis. Het monster werd achtereenvolgens 3 keer geëxtraheerd met 20 ml hexaan:aceton (1:1) bij 100°C en 1500 PSI. Het organische extract werd gefiltreerd over een trechter met Na₂SO₄ en opgevangen in een vooraf gewogen kolf. Het oplosmiddel (hexaan:aceton (1:1)) werd met een rotorvapor verdampt, waarna het geëxtraheerde vet gedurende 1 nacht bij 60°C werd gedroogd. Na drogen werd het geëxtraheerde vet gewogen en het vetpercentage (extraheerbaar vet) in aal kwantitatief bepaald.

2.3.2 Opwerking van geëxtraheerd vet met de DexTech

Aan het gemalen en gehomogeniseerde monster (voordat de vetextractie plaatsvindt) werd een bekende hoeveelheid van een mix van ¹³C-gelabelde interne standaarden toegevoegd. Na de vetextractie en het bepalen van het vetpercentage werd het vet opgelost in 15 ml hexaan. Vervolgens werd het monster gezuiverd door gebruik te maken van een DexTech systeem. Dit is een geautomatiseerd instrument dat gebruik maakt van 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 en ndl-PCB's (fractie 'A'). De koolkolom wordt vervolgens in een 'reversed' mode gespoeld om de dioxines en non-ortho gesubstitueerde PCB's in een tweede fractie op te vangen (fractie 'B'). Aan beide fracties werden injectiestandaarden toegevoegd. Voor de analyse van mono-ortho gesubstitueerde en ndl-PCB's werd fractie 'A' geconcentreerd tot een eindvolume van 5 ml. Fractie 'B' (dioxines en non-ortho gesubstitueerde PCB's) werd uiteindelijk geconcentreerd tot een eindvolume van 0,5 ml.

2.3.3 Bepaling van dioxines en dl-PCB's

Een aliquot van fractie 'A' en 'B' werd achtereenvolgens met gaschromatografie-hoge resolutie massaspectrometrie (GC/HRMS) geanalyseerd. De GC (Agilent 7890B of Thermo trace 1310) was voorzien van een 60 meter capillaire kolom (DB-5-MS, ID=0,25 mm). Voor de detectie werd een "Waters – Autospec Premier" of een "Thermo – DFS Magnetic Sector" HRMS gebruikt. De apparatuur was zodanig afgesteld dat de resolutie minimaal 10,000 eenheden was. Van zowel de natieve als de ¹³C-gelabelde congenen werden twee ionen gemeten en gekwantificeerd. Conform de wetgeving worden gehalten gerapporteerd als lowerbound (lb) en upperbound (ub). Bij lowerbound wordt het gehalte van niet-gedetectede dioxines of PCB's gelijkgesteld aan nul, bij upperbound wordt de detectiegrens (LOQ) aangehouden. Toetsen aan de ML's gebeurt aan de hand van de upperbound gehalten, maar bij aal zijn die vrijwel gelijk aan de lowerbound gehalten.

De uitkomst van analyses zijn onderhevig aan variaties voortvloeiend uit de analysemethodiek, ook wel meetonzekerheid genoemd. Deze meetonzekerheid is vastgesteld tijdens de validatie en wordt uitgedrukt als een concentratiegebied rondom het meetresultaat, waarvan met 95% zekerheid gezegd kan worden dat de meetwaarde zich in dat gebied bevindt. 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 ¹³C-isotoopgelabelde interne standaarden werd toegevoegd. Na toevoeging van 2 ml 200 mM natriumhydroxide voor alkalische digestie werden de componenten geëxtraheerd met 10 ml methanol. Na extractie werd er 100 µl mierenzuur toegevoegd. Na centrifugeren werd het supernatant overgeschonken in een schone kunststof buis en werd daaraan 25 ml Milli-Q water toegevoegd.

2.4.2 Opwerking extract

Het extract werd gezuiverd met solid-phase extractie (SPE). De SPE cartridges (Strata-X-AW, Phenomenex) werden geconditioneerd met 8 ml methanol en 8 ml 0,04 M zoutzuur in Milli-Q water. Na toevoeging van het extract werd de SPE cartridge achtereenvolgens gewassen met 5 ml natriumacetaat buffer pH 4 en 3 ml 0,04 M zoutzuur in methanol. De PFAS's werden van de cartridge geëluëerd met 5 ml 2% ammoniumhydroxide in acetonitril. Na droogdampen van het eluaat onder een stikstofstroom werd het residu opgelost in acetonitril. Na toevoeging van de mobiele fase van de vloeistofchromatograaf (LC) (2 mM ammoniumacetaat in Milli-Q water) en een injectiestandaardenmix (¹³C₈-PFOA en ¹³C₈-PFOS) werd de oplossing overgebracht in een LC vial.

2.4.3 Analyse van PFAS's

De monsteroplossingen werden met LC-tandem massaspectrometrie (LC-MS/MS) geanalyseerd. De LC (Waters) was voorzien van een reversed-phase kolom (Waters Acquity UPLC BEH C₁₈, 50 mm x 2,1 mm i.d., 1,7 µm deeltjes). De componenten werden gescheiden met een gradiënt van 2 mM ammoniumacetaat in Milli-Q water en acetonitril. Eventuele PFAS's vanuit het LC-systeem werden vertraagd over een isolator kolom (Waters Symmetry C₁₈, 50 mm x 2,1 mm i.d., 5 µm deeltjes) zodat ze niet tegelijk met de PFAS's vanuit de monsteroplossingen werden gedetecteerd. Voor detectie werd een "Sciex QTRAP6500" MS/MS gebruikt, waarbij zowel de natieve als ¹³C-gelabelde verbindingen met behulp van specifieke massaovergangen werden gedetecteerd.

2.5 Analyse van zware metalen

2.5.1 Ontsluiting van zware metalen uit matrix

Voor zware metalen analyses (cadmium, lood, arseen, kwik en nikkel) werden de mengmonsters aal bij kamertemperatuur gehomogeniseerd. Vervolgens werd 0,25 – 0,5 gram monster ontsloten door het met 3 ml salpeterzuur (70%) en 1 ml waterstofperoxide (30%) in een afgesloten destructievaatje te verhitten in een magnetronoven. Na ontsluiting werden de monsters overgebracht in een maatkolf van 50 ml en aangevuld met Milli-Q water.

2.5.2 Analyse van cadmium, lood, arseen, kwik en nikkel

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

2.6 Kwaliteitsborging

WMR IJmuiden beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer 187378-2015-AQ-NLD-RvA). De methodes van WFSR voor de analyse van dioxines en (n)dl-PCB's, alsmede de methode voor zware metalen en PFAS's zijn geaccrediteerd (Raad van Accreditatie (RvA), L014) volgens ISO 17025. De methodes worden geborgd door analyse van gecertificeerde referentiematerialen, deelname aan diverse ringonderzoeken en de analyse (in elke batch monsters) van blanco's, gebruik van interne standaarden en recovery experimenten. Daarnaast is WFSR het nationaal referentie laboratorium voor analyse van dioxines en (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 2022. 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 2022 bemonsterde locaties. Bijlage 4 toont de individuele gehalten van de verschillende dioxines en PCB's. TEQ-gehalten zijn berekend met de Toxische EquivalentieFactoren (TEF's) uit 2005. De gehalten zijn getoetst aan de momenteel geldende ML's conform EC 1881/2006 (3,5 pg TEQ per gram product voor alleen dioxines, 10 pg TEQ per gram product voor de som van dioxines en dl-PCB's en 300 ng/g product voor ndl-PCB's). Bij de toetsing aan de 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 de gehalten onder de ML maar boven deze beleidsregellimieten liggen; deze zijn grijs gemarkeerd in de tabel.

In 2016 is een aanpassing doorgevoerd bij de bemonstering van de grotere aal, zodat het een betere afspiegeling is van de mogelijke commerciële vangst (zie 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 53-76 cm, terwijl in de jaren vóór 2016 deze grotere klasse met >45 cm werd aangeduid en dus ook aal kleiner dan 53 cm of groter dan 76 cm kon bevatten.

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

WFSR nr.	WMR nr. 2022/	Vangstlocatie	Gesloten gebied?	Lengteklasse (cm)	Vetgehalte (%)	WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub) (pg/g)	WHO2005-di-PCB-TEQ (ub) (pg/g)	WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub) (pg/g)	Totaal ndl-PCB's (ub) (ng/g)
200664817	1162	IJsselmeer, Medemblik	Nee	30-40	4,1	0,3	0,8	1,1	22
200664819	1214	Waal, Tiel	Ja	30-40	8,2	1,0	5,9	6,9	208
200664821	1266	Lek, Culemborg	Ja	30-40	4,5	1,0	3,5	4,5	201
200664818	1188	IJsselmeer, Medemblik	Nee	53-76	18,5	0,9	2,6	3,5	43
200664820	1240	Waal, Tiel	Ja	53-76	20,8	3,1	14,4	17,5	420
200664822	1292	Lek, Culemborg	Ja	53-76	15,5	3,9	15,0	18,8	729
200664823	1344	Hollands Diep	Ja	53-76	21,4	4,5	15,6	20,1	602
200664824	1370	Volkerak, Volkeraksluizen	Ja	53-76	17,1	3,8	9,8	13,6	417
200664825	1396	IJssel, Deventer	Ja	53-76	21,9	3,6	15,7	19,3	463
200667804	1318	Rijn, Lobith	Ja	53-76	20,0	3,7	13,2	16,9	501
200667805	1422	Maas, Heijen	Ja	53-76	18,1	1,1	10,4	11,4	699
200664826	1500	Kuil en Poel meertjes, verbonden met de Zaan	Nee	53-76	18,0	1,6	8,9	10,4	290
200664827	1526	J. Brug/Bartelbrug, Zaan	Nee	53-76	14,1	1,9	6,6	8,5	183
200664830	2212	Eiland Bloemdaal, Zaan	Nee	53-76	16,4	2,0	4,8	6,8	141
200664828	2036	Zwarte water	Nee	53-76	20,0	0,8	4,7	5,6	130
200664829	2062	Ramsdiep, ten Oosten van Ramspolbrug (begin)	Nee	53-76	10,0	0,8	4,0	4,8	149
200667808	2010	IJsselmeer, tussen Lelystad (bocht halverwege) en Ketelbrug	Nee	53-76	21,8	3,1	8,3	11,4	274
200667806	1448	IJsselmeer, nabij Ketelbrug	Nee	53-76	18,8	2,7	9,0	11,7	358
200667807	1474	Binnen Liede	Nee	53-76	18,7	1,8	10,8	12,6	405
200667809	2088	Spaarne, ten Noorden van de Mooie Nel	Nee	53-76	20,8	1,8	10,0	11,9	382
200664831	2264	Braassemermeer	Nee	53-76	15,8	2,8	7,2	10,0	216
200667810	2238	De Dintel (Mark & Markkanaal)	Nee	53-76	17,1	0,9	5,6	6,4	244
200667811	2290	Reeuwijkse plassen	Nee	53-76	23,8	0,6	2,9	3,5	81
200667812	3374	Heegermeer	Nee	53-76	15,5	0,3	1,1	1,4	20

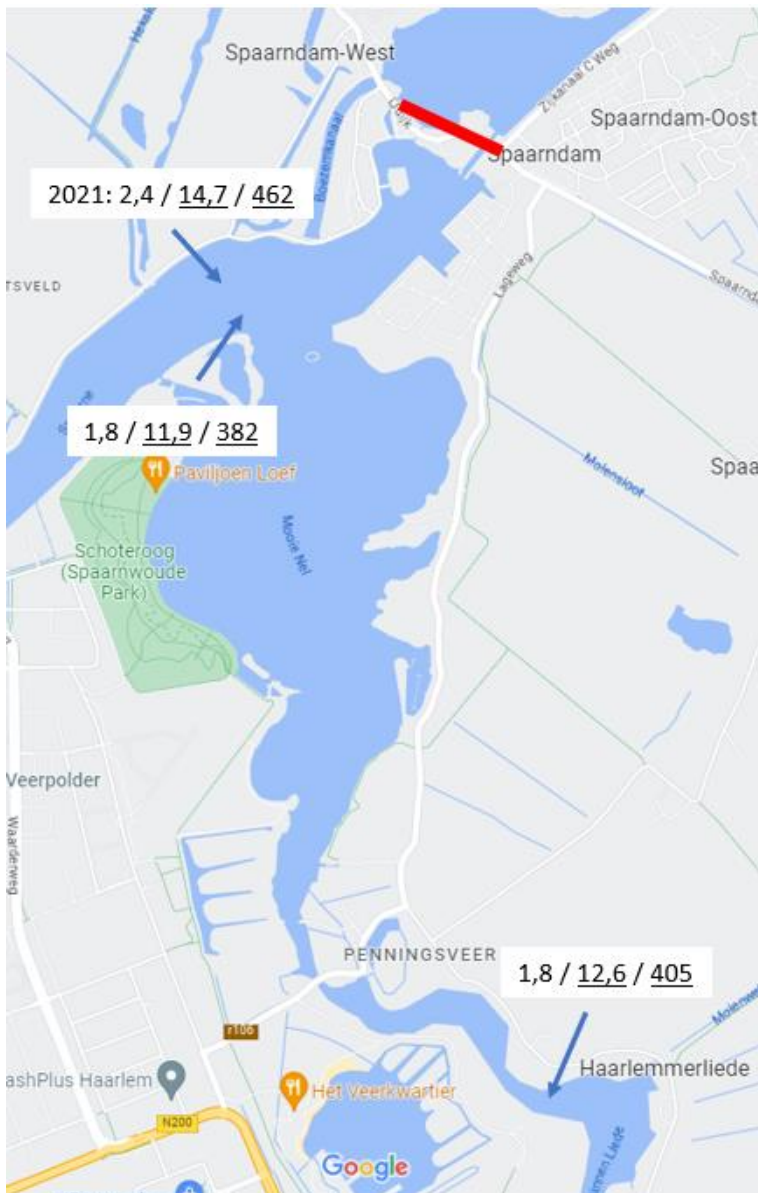
ub = upperbound gehaltenes.



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

In 2022 zijn 2 locaties in het IJsselmeer nabij de monding van het Ketelmeer bemonsterd, bij de Ketelbrug en tussen Lelystad en de Ketelbrug (bocht halverwege). De locatie nabij de Ketelbrug ligt in het gesloten gebied en overschrijdt de ML voor totaal-TEQ en totaal ndl-PCB's (Figuur 3). De locatie tussen Lelystad en de Ketelbrug (bocht halverwege) overschrijdt de ML voor totaal-TEQ en aanvullend de beleidsregellimiet voor Totaal ndl-PCB's. In 2021 (en in 2020, niet weergegeven in de figuur) werd op dezelfde locatie bemonsterd (ten oosten van de centrale). In 2021 werd er geen overschrijding van de ML of beleidsregellimieten aangetroffen, in 2020 overschreed het totaal-TEQ gehalte de beleidsregelnorm (9,1 pg TEQ/g aal).

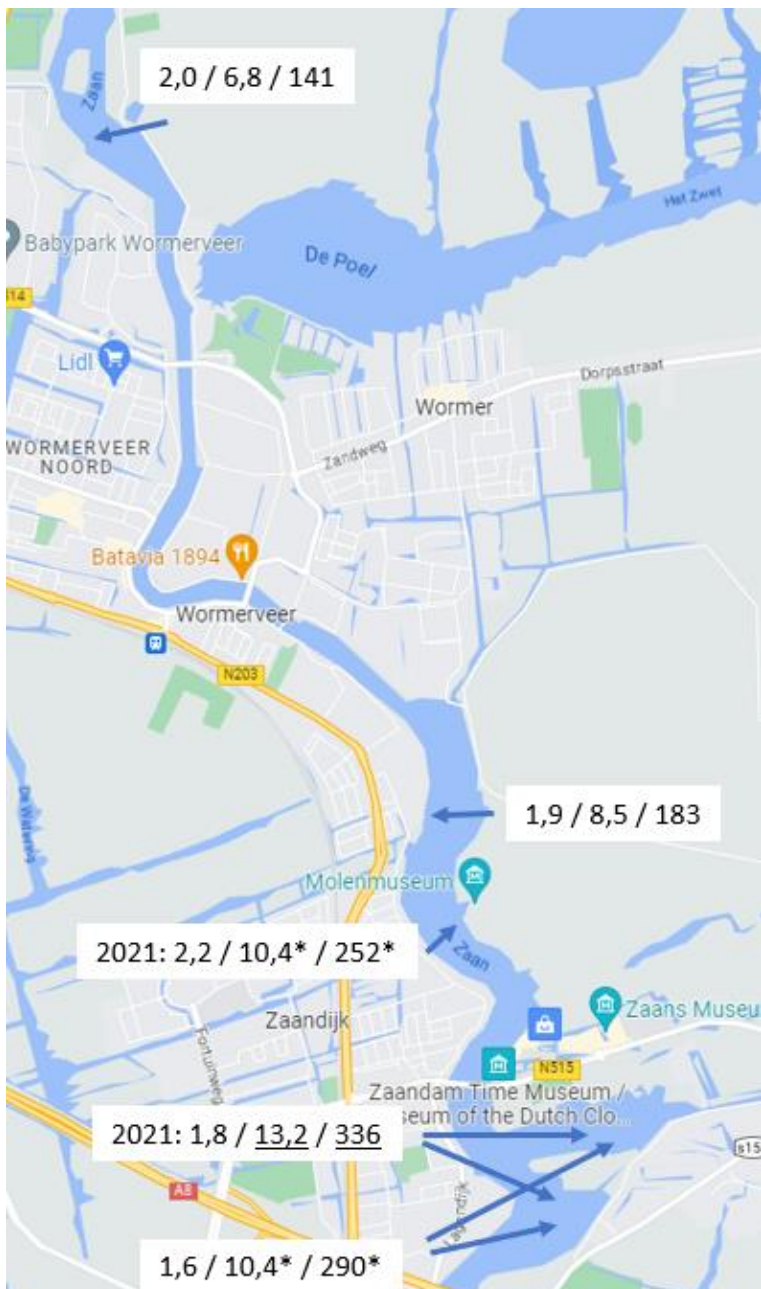
3.1.4 Situatie Spaarne



Figuur 4 Dioxine-TEQ, totaal-TEQ en ndl-PCB gehalten in aal bij het Spaarne en de Binnen Liede (gehalten uit 2021 ook getoond). De gehalten die de ML overschrijden zijn onderstreept. De rode lijn geeft de grens van het gesloten gebied aan (ten Noordoosten van deze lijn).

In de afgelopen jaren zijn diverse plaatsen bemonsterd in het Spaarnegebied. In 2021 werd in het Spaarne ten Noorden van de Mooie Nel bemonsterd (zie Figuur 4) en werd de ML voor totaal-TEQ en voor totaal ndl-PCBs overschreden. In 2022 is deze locatie nogmaals bemonsterd en wederom worden dezelfde ML's overschreden. Omdat het onduidelijk is 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 dit jaar een monster uit de Binnen Liede onderzocht. Ook hier worden beide ML's overschreden. Vanwege de lage aantallen gevangen aal moeten de resultaten van 2021 en 2022 met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden.

3.1.5 Situatie Kuil en Poel meertjes en de Zaan



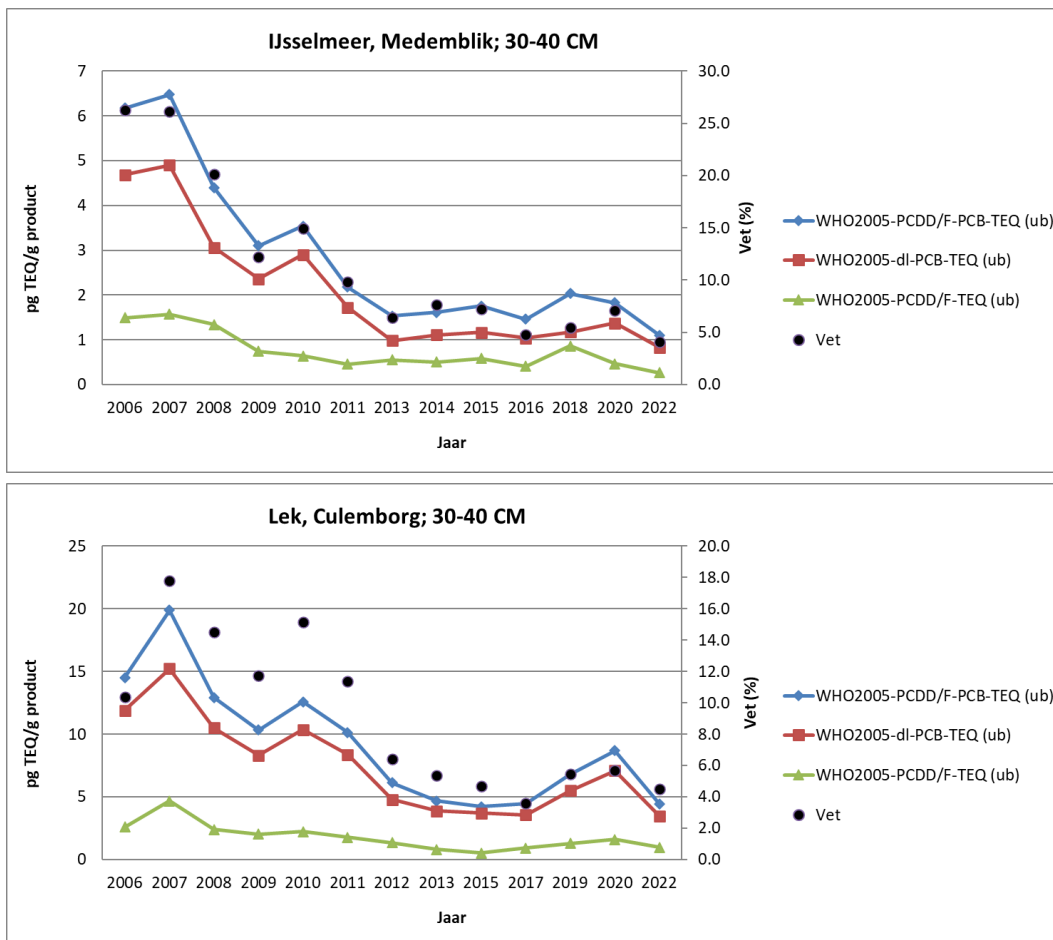
Figuur 5 Dioxine-TEQ, totaal-TEQ en ndl-PCB gehalten in aal bij de Kuil en Poel meertjes en diverse locaties in de Zaan (gehalten uit 2021 ook getoond). De gehalten die de ML overschrijden zijn onderstreept, gehalten die de beleidsregellimieten overschrijden gemarkeerd met een *.

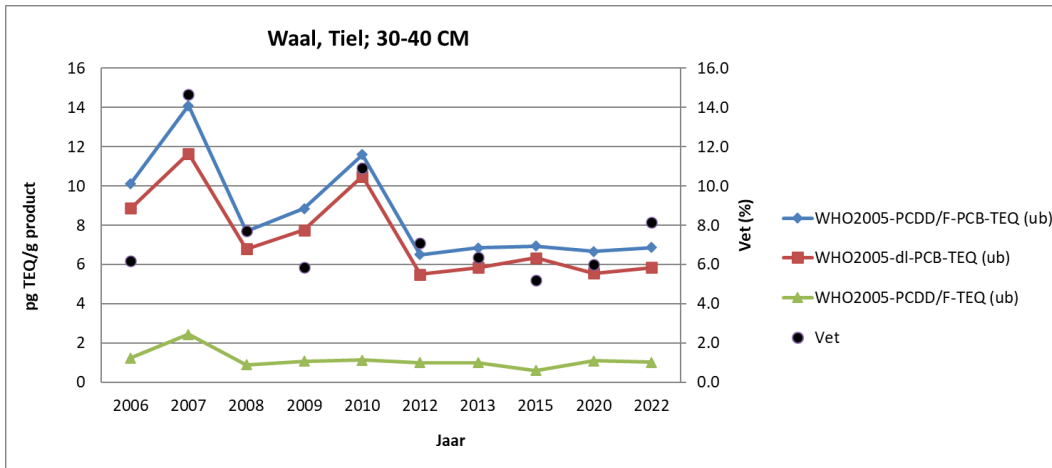
In 2021 werd er bemonsterd in de Kuil en Poel meertjes in de Zaan en bij de Zaanse Schans (zie Figuur 5). In de Kuil en Poel meertjes werden de ML voor totaal-TEQ en voor totaal ndl-PCBs overschreden, bij de Zaanse Schans de beleidsregellimiet voor totaal-TEQ en totaal ndl-PCBs. In 2022 is er wederom bemonsterd in de Kuil en Poel meertjes en de Zaanse Schans (tussen de Julianaburg en de Bartelbrug), alsmede bij Eiland Bloemdaal ten Noorden van deze locaties. In de Kuil en Poel meertjes zijn de gehalten lager dan vorig jaar maar wordt de beleidsregellimiet voor totaal-TEQ en totaal ndl-PCBs nog wel overschreden. De gehalten bij de Zaanse Schans en bij Eiland Bloemdaal voldoen allen aan de ML's en beleidsregellimieten. Vanwege de lage aantallen gevangen aal moeten de resultaten van 2022 met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden.

3.1.6 Trends in gehalten in kleine aal

In 2022 zijn op 3 locaties alen uit de lengteklasse 30-40 cm onderzocht. Deze monsters zijn afkomstig van de trendlocaties IJsselmeer (Medemblik), Lek (Culemborg) en Waal bij Tiel. De resultaten van deze locaties, aangevuld met resultaten van eerdere metingen zijn weergegeven in Figuur 6. De overige trendlocaties zijn niet weergegeven omdat daar geen nieuwe meetgegevens van beschikbaar zijn. De meest up-to-date trendgrafieken van deze overige trendlocaties zijn te vinden in de rapporten die de resultaten beschrijven van 2017 tot en met 2021 (van Leeuwen et al., 2018/2019, Leenders et al., 2020/2021/2022).

De gehalten laten een neergaande trend zien vanaf 2006 die uit lijkt te vlakken in de meer recente jaren. Die neergaande trend houdt waarschijnlijk verband met verandering van de m/v geslachtsverhoudingen in het mengmonster (van Leeuwen et al., 2013). In recente jaren zijn de vrouwelijke alen oververtegenwoordigd in het monster (zie Bijlage 3) omdat het aandeel van de veel vette mannelijke aal op die locaties afgenomen is. Locatie Lek (Culemborg) bevatte in 2019 en 2020 een hoger gehalte dan de jaren ervoor maar dit lijkt inmiddels weer af te zwakken. Op vetbasis zijn de gehalten behoorlijk constant. Op geen van de locaties is er sprake van een duidelijk opgaande of neergaande trend wanneer de resultaten op vetbasis worden bepaald. Hieruit kan afgeleid worden dat de contaminantgehalten in het leefmilieu op die locaties nauwelijks veranderen.

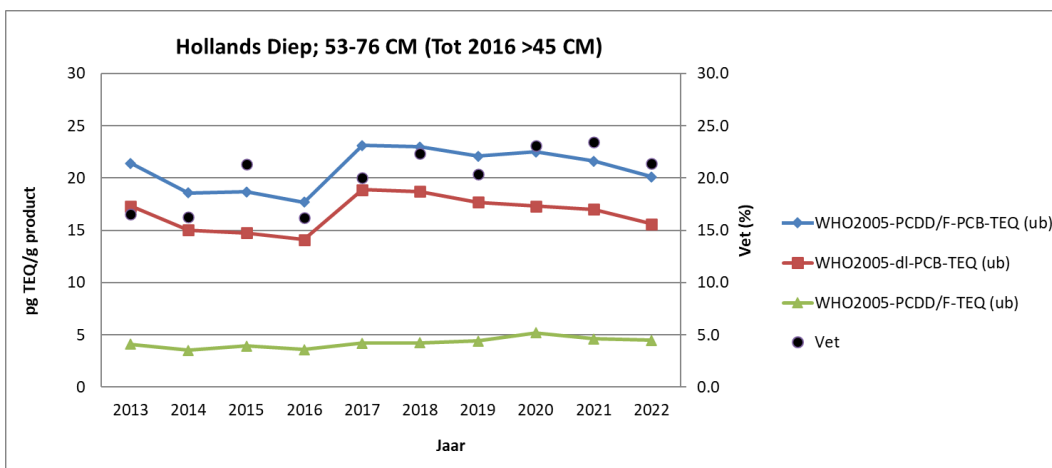


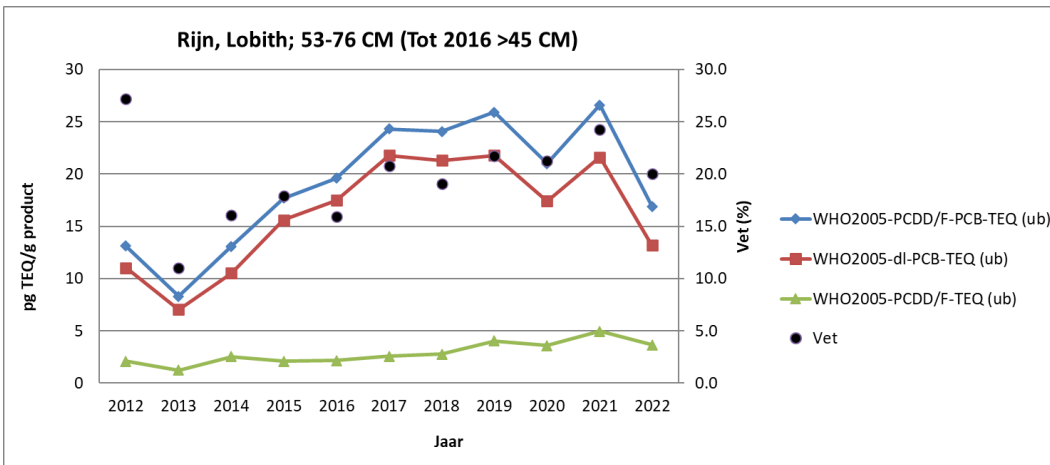
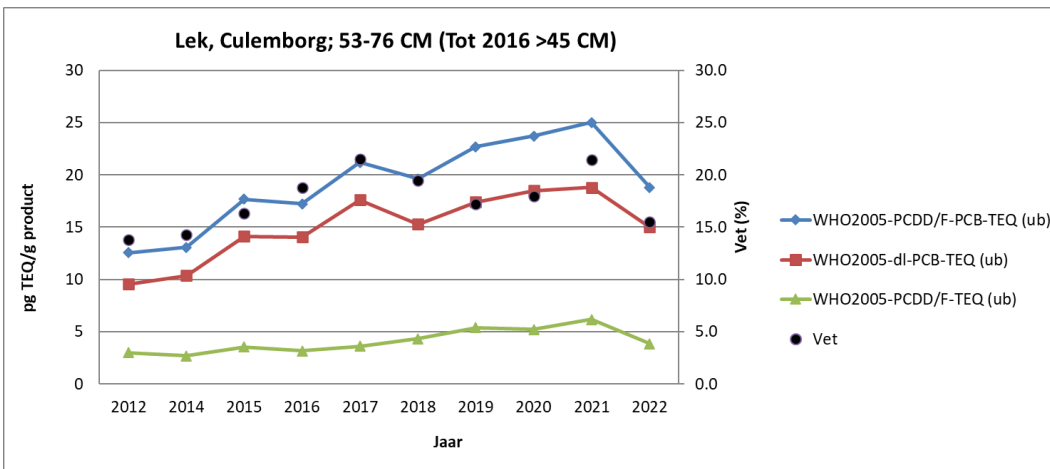
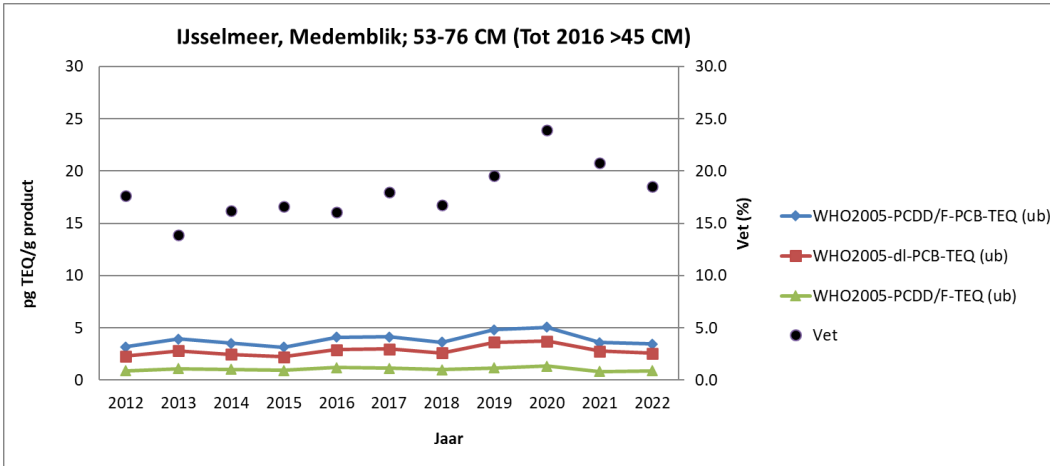
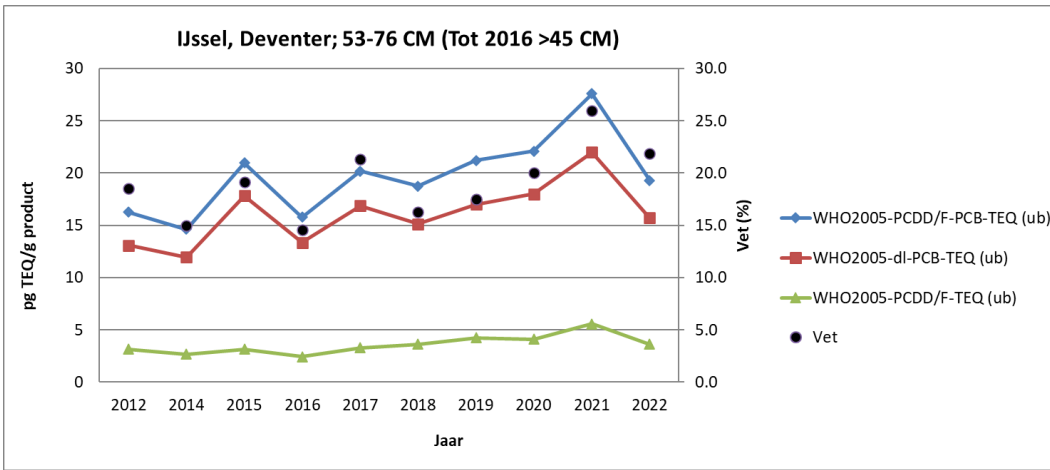


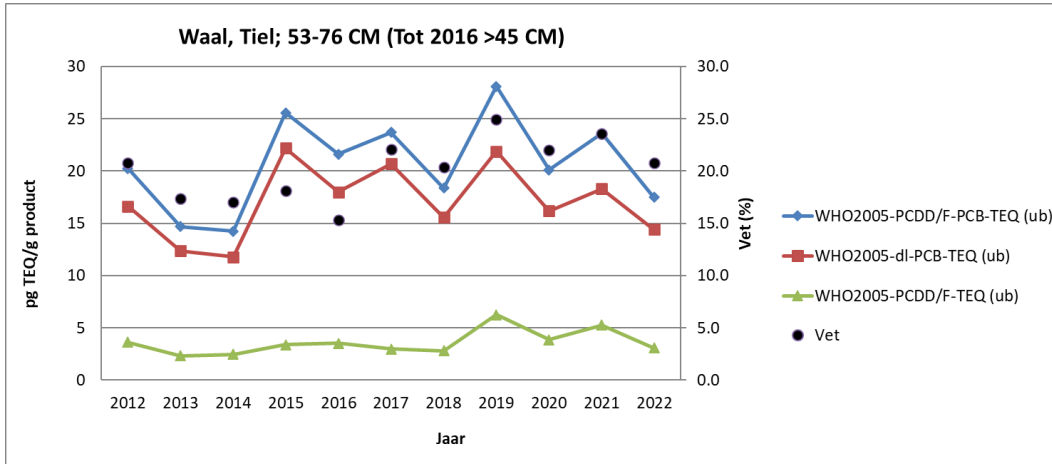
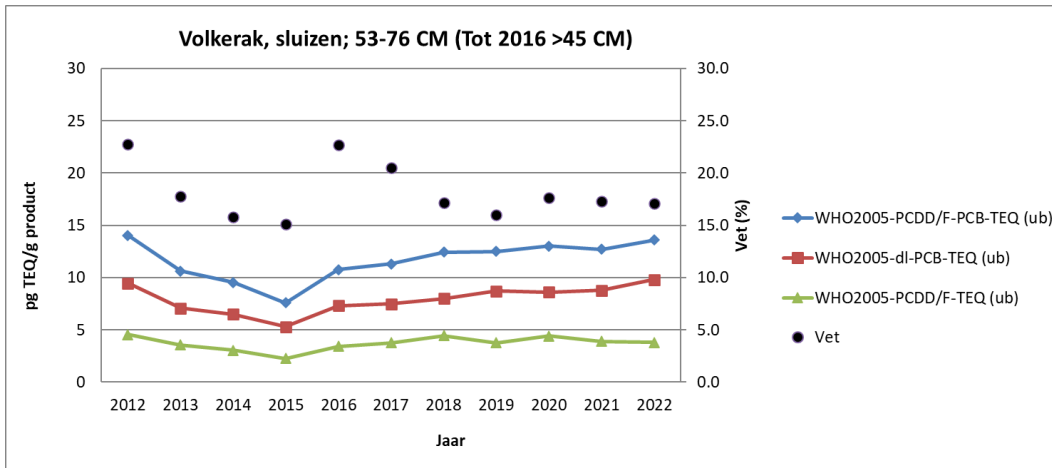
Figuur 6 Trends in gehalten aan dioxines, dl-PCB's, totaal-TEQ en vet op natgewicht in mengmonsters aal van 30-40 cm op de 3 trendlocaties die in 2022 zijn bemonsterd. Gehalten zijn voor alle jaren berekend op basis van de TEF's uit 2005. De gegevens zijn op productbasis en niet gecorrigeerd voor gemiddelde lengte van de aalen, het vetpercentage of de geslachtsverhoudingen in de mengmonsters. Niet voor alle locaties zijn jaarlijks mengmonsters aal in deze lengteklasse verzameld.

3.1.7 Trends in gehalten in grote aal

De resultaten van de grote aal (53-76 cm) afkomstig van de trendlocaties bemonsterd in 2022 zijn weergegeven in Figuur 7. In 2022 was het op de meeste trendlocaties mogelijk om een goed mengmonster grote aal te verkrijgen. De trendgrafiek van locatie Maas (Eijsden) ontbreekt in verband met de tegenvallende monsternamen de afgelopen jaren (zie Paragraaf 2.2). 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 7 trendlocaties bemonsterd in 2022, in gehalten aan dioxines, dl-PCB's, totaal-TEQ en vet op natgewicht in mengmonsters aal 53-76 cm (tot 2016 >45 cm). Gehalten zijn voor alle jaren berekend op basis van de TEF's uit 2005. De gegevens zijn op productbasis en niet gecorrigeerd voor gemiddelde lengte van de alen of het vetpercentage in de mengmonsters. Herberekende gehalten volgens Kotterman (2016) zijn in de figuren niet opgenomen; het betreft oorspronkelijke gemeten gehalten. Niet voor alle locaties zijn elk jaar aalmonsters verzameld.

Op locaties IJssel (Deventer), Lek (Culemborg) en Rijn (Lobith) leek een stijgende lijn zichtbaar in de gehalten vanaf 2012, maar de laatste 3 jaar zwakt deze weer af met in 2022 voor alle 3 de locaties lagere gehalten dan de afgelopen jaren. De resultaten van de ndl-PCB's volgen vergelijkbare trends als de resultaten van de TEQ-gehalten (data niet getoond).

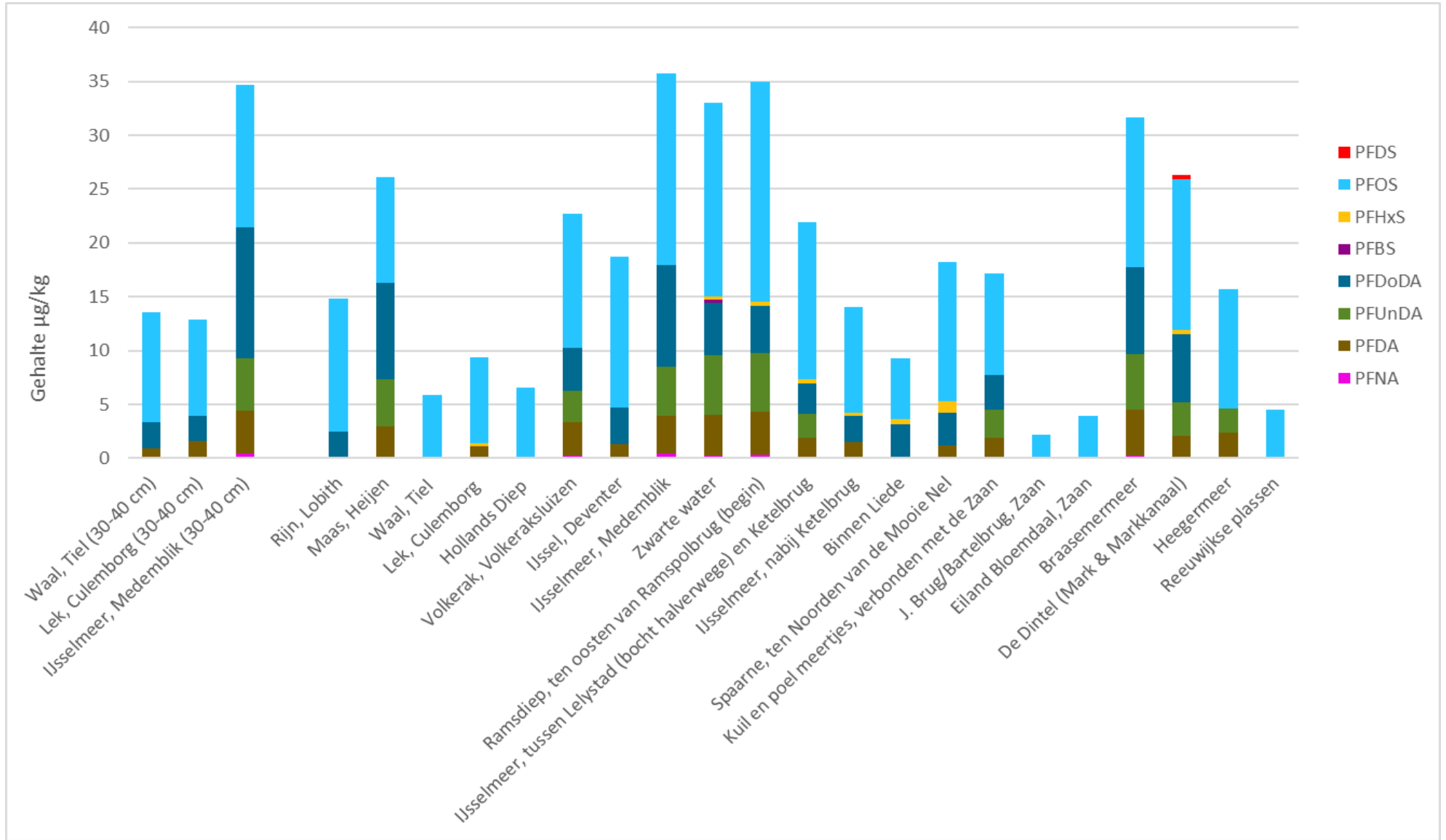
In Figuur 7 lijken over het algemeen de vetgehalten en de dioxine-TEQ, PCB-TEQ en totaal-TEQ redelijk gekoppeld, wat betekent dat een hoger vetgehalte resulteert in een hoger TEQ-gehalte op productbasis en vice versa. De TEQ-gehalten uitgedrukt op vetbasis (Bijlage 6) vertonen ook wat fluctuatie, maar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

3.2 PFAS's in mengmonsters aal

De volledige PFAS-resultaten staan in Bijlage 7. Diverse PFAS's zijn aangetoond in de mengmonsters aal van 2022: PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFBS, PFHxS, PFOS en PFDS. Hiervan zijn de PFOS-gehalten met 2,2 – 20 µg/kg het hoogst (Figuur 8). De bijdrage van PFOS aan het totale PFAS-gehalte per mengmonster varieert van 35-100%, gevolgd door PFDoDA, PFUnDA en PFDA. De overige componenten zijn maar af en toe gedetecteerd, in lagere gehalten. Van de EFSA-4 verbindingen (PFHxS, PFOS, PFOA en PFNA) is met name PFOS gedetecteerd. De overige 3 componenten zijn niet, of in veel lagere gehalten aangetoond. Dat PFOS vaak domineert blijkt ook uit een eerdere studie: PFOS is de meest voorkomende PFAS in mariene vis, Noordzeekrab en aal (Zafeiraki et al., 2019). De kortere ketens (PFBA t/m PFHpA) zijn niet in deze monsters aangetroffen, mogelijk omdat zij veel minder accumuleren. Dit geldt normaal gesproken ook voor PFBS en PFHpS, maar PFBS is in een hele lage concentratie in één van de monsters aangetroffen (zie Bijlage 7).

Van de 24 onderzochte locaties bevatte aal gevangen in het IJsselmeer bij Medemblik (zowel kleine als grote aal) de hoogste gehalten, wat vergelijkbaar is met locaties in het IJsselmeer uit voorgaande jaren. Net als vorig jaar zijn de gehalten in het Braassemermeer ook erg hoog, wat het vermoeden van een onbekende puntbron uit het rapport van 2021 versterkt. Ook aal van de locaties Ramsdiep en het Zwarte water bevatte relatief hoge concentraties. Daarmee is het patroon anders dan voor de dioxines en PCB's met de hoogste gehalten in aal uit de grote rivieren.

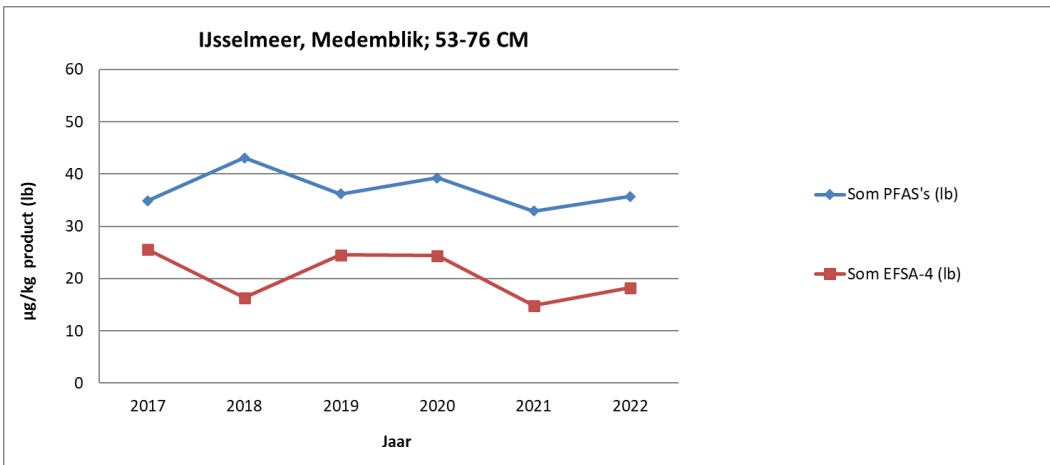
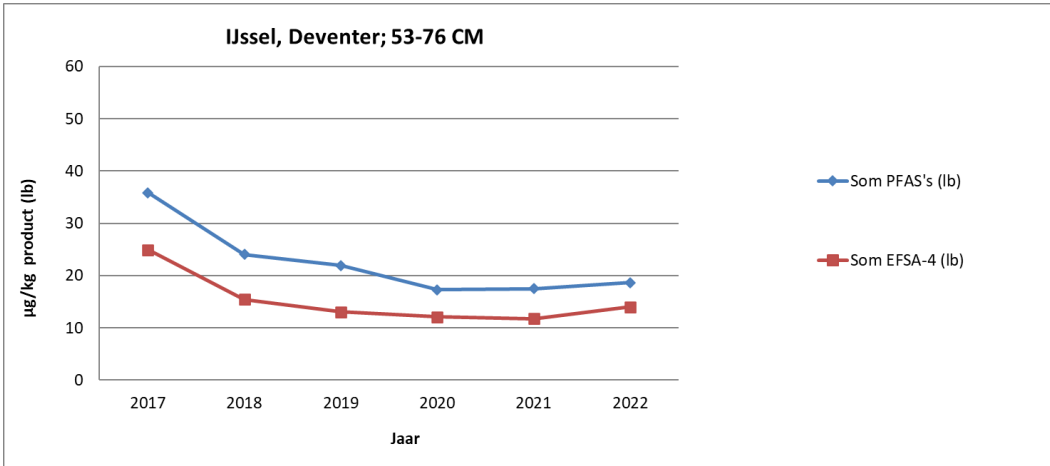
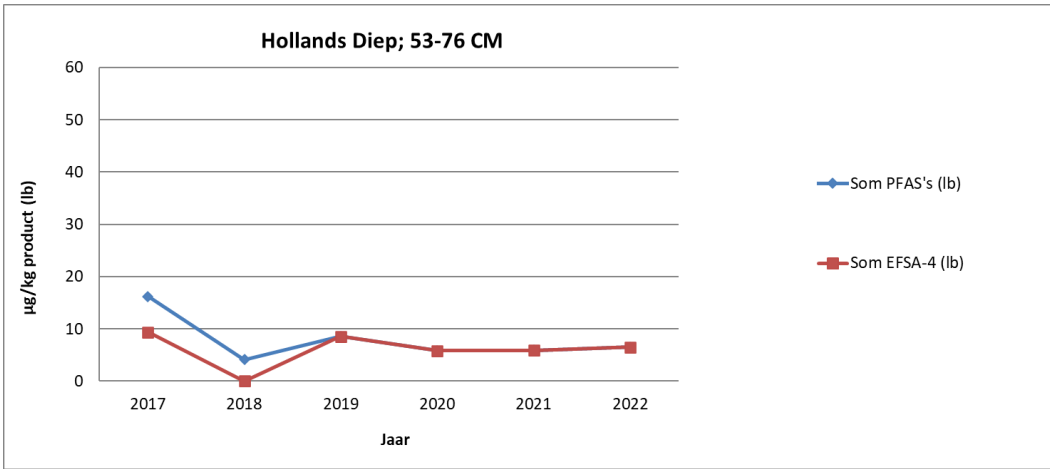
Per 1 januari 2023 zijn voor 4 PFAS's ML's van kracht geworden, waarbij aal valt in de categorie vis met de hoogste ML's, zijnde 35 µg/kg voor PFOS, 8,0 µg/kg voor PFNA en PFOA, 1,5 µg/kg voor PFHxS en 45 µg/kg voor de som (lb). Geen van de monsters zou de nieuwe ML's overschrijden.

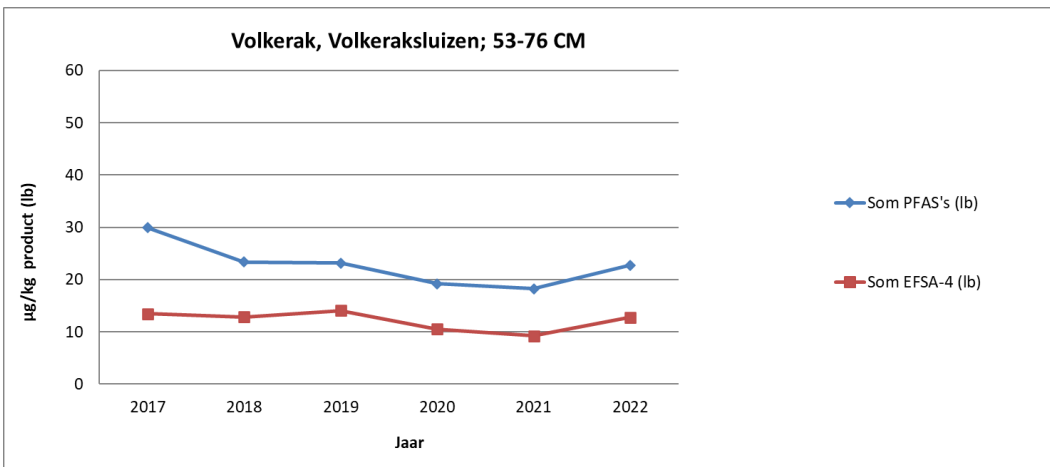
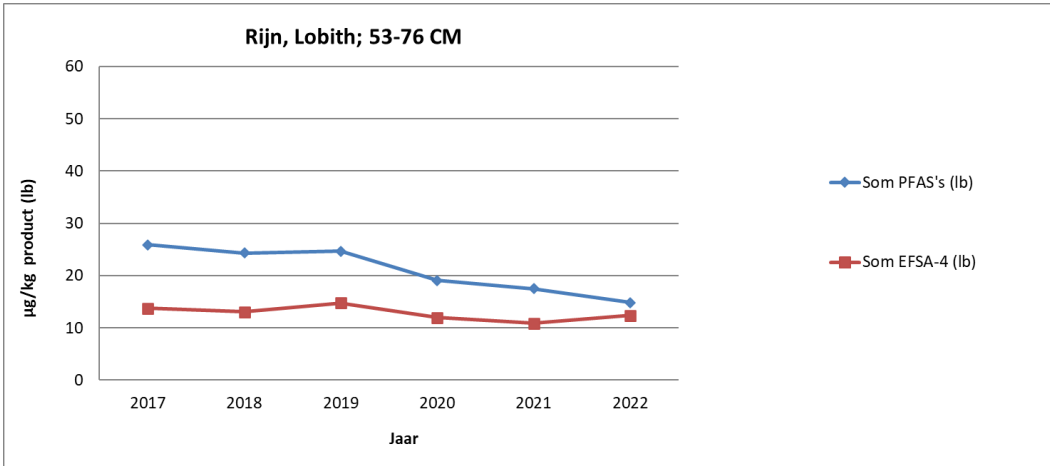
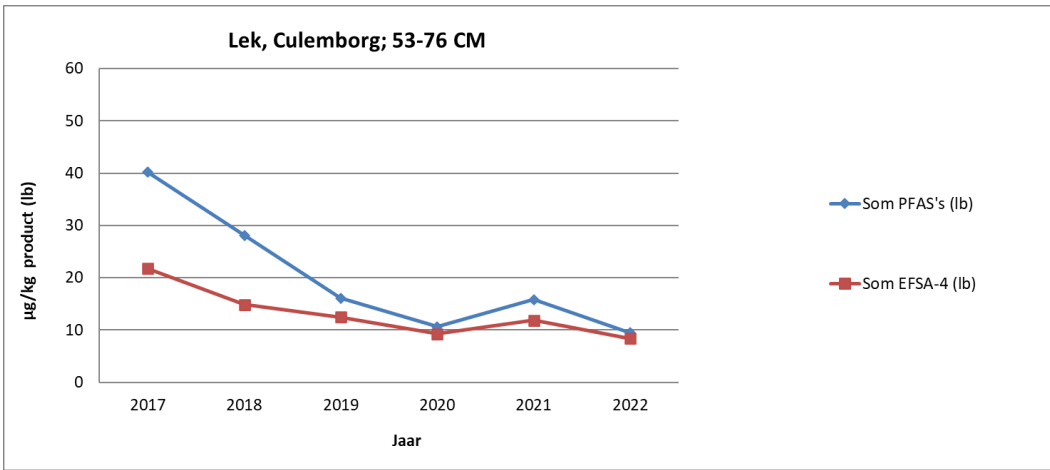


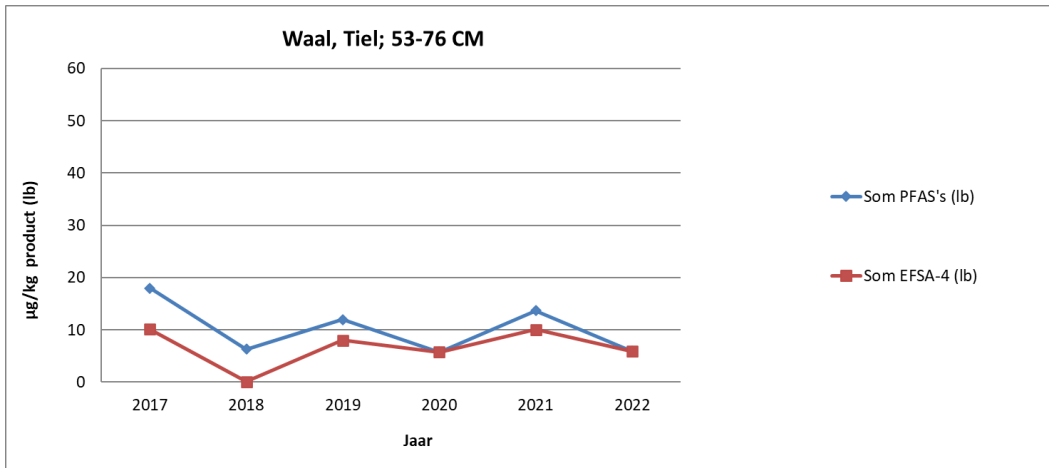
Figuur 8 PFAS-gehalten in mengmonsters aal bemonsterd in 2022. Links in de Figuur staan 3 monsters in de lengteklasse 30-40 cm, de overige monsters betreffen grote aal. Resultaten zijn uitgedrukt op productbasis.

3.2.1 Trends in gehalten grote aal

De resultaten van de grote aal (53-76 cm) afkomstig van de trendlocaties bemonsterd in 2022, aangevuld met resultaten van eerdere metingen zijn weergegeven in Figuur 9. In 2022 was het op de meeste trendlocaties mogelijk om een goed mengmonster grote aal te verkrijgen. De trendgrafiek van locatie Maas (Eijsden) ontbreekt in verband met de tegenvallende monsternamen de afgelopen jaren (zie Paragraaf 2.2).







Figuur 9 Trends op de 7 trendlocaties bemonsterd in 2022, 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 aal 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 overzichtartikel van Zafeiraki et al. (2019), waarbij diverse aalmonsters in de periode 2011-2016 geanalyseerd zijn. Mogelijk dat PFAS-gehalten langzaam dalen als gevolg van veranderingen in het milieu, wat terug te zien is in de trendgrafieken van locaties IJssel (Deventer), Lek (Culemborg) en de Rijn bij Lobith. Het som-PFAS gehalte en som EFSA-4 gehalten benaderen elkaar door de jaren heen op enkele locaties. Dit wijst er op dat het belang van PFOS in de som toeneemt, terwijl de contaminatie van andere PFAS's op die locaties afneemt. Hierbij moet opgemerkt worden dat er behoorlijke variatie van jaar tot jaar kan optreden tussen monsters, waarvoor (nog) geen verklaring is.

3.3 Zware metalen in mengmonsters aal

De gehalten zware metalen in mengmonsters aal zijn weergegeven in Tabel 3. De kwikgehalten lopen weinig uiteen (0,11-0,24 mg/kg) op een lage uitzondering in kleine aal van locatie IJsselmeer bij Medemblik na (0,08 mg/kg) en een hoge uitzondering op locatie Lek bij Culemborg (0,28 mg/kg). Voor arseen liggen de gehalten wat verder uit elkaar (0,15-0,57 mg/kg), en op locatie IJsselmeer, Medemblik, werd arseen in kleine aal niet aangetroffen boven de kwantificeringslimiet (0,11 mg/kg). Lood, nikkel en cadmium zijn in geen enkele van de monsters aangetroffen boven de kwantificeringslimiet van de toegepaste methode (0,020, 0,10 resp. 0,0018 mg/kg).

Bij vergelijking van grote en kleine aal uit de drie locaties IJsselmeer bij Medemblik, Waal bij Tiel en Lek bij Culemborg valt op dat de gehalten aan arseen en kwik hoger zijn in de grote aal dan in de kleine aal. Voor kwik is al lange tijd bekend dat grotere aal (en grotere vis in het algemeen) meer kwik bevat dan kleinere aal uit hetzelfde gebied (Pieterse et al., 2004). Voor zware metalen in rode aal gelden ML's (EC/1881/2006), voor kwik in aal een ML van 0,50 mg/kg, voor lood een ML van 0,3 mg/kg en voor cadmium een ML van 0,050 mg/kg. Voor arseen en nikkel zijn geen ML's vastgesteld. Geen van de ML's wordt overschreden.

Tabel 3 Gehalten van zware metalen in mengmonsters bemonsterd in 2022. Resultaten zijn uitgedrukt op productbasis. Monsters aangeduid met * betreffen kleine aal (30-40 cm).

WFSR nr.	WMR nr. 2022/	Vangstlocatie	Nikkel (mg/kg)	Arseen (mg/kg)	Cadmium (mg/kg)	Kwik (mg/kg)	Lood (mg/kg)
200664817	1162	IJsselmeer, Medemblik*	<0,10	<0,11	<0,018	0,08	<0,020
200664818	1188	IJsselmeer, Medemblik	<0,10	0,16	<0,018	0,11	<0,020
200664819	1214	Waal, Tiel*	<0,10	0,22	<0,018	0,13	<0,020
200664820	1240	Waal, Tiel	<0,10	0,57	<0,018	0,15	<0,020
200664821	1266	Lek, Culemborg*	<0,10	0,15	<0,018	0,17	<0,020
200664822	1292	Lek, Culemborg	<0,10	0,41	<0,018	0,28	<0,020
200664823	1344	Hollands Diep	<0,10	0,45	<0,018	0,16	<0,020
200664824	1370	Volkerak, Volkeraksluizen	<0,10	0,22	<0,018	0,18	<0,020
200664825	1396	IJssel, Deventer	<0,10	0,32	<0,018	0,23	<0,020
200667804	1318	Rijn, Lobith	<0,10	0,38	<0,018	0,24	<0,020
200667805	1422	Maas, Heijen	<0,10	0,30	<0,018	0,17	<0,020

4 Conclusies

- In dit onderzoek zijn 21 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 Kuil en Poelmeertjes verbonden met de Zaan, Braassemmermeer en IJsselmeer (tussen Lelystad en Ketelbrug) één of meerdere beleidsregellimieten. Op een aantal locaties viel het monsteraantal tegen, die resultaten moeten met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden.
- Van de mengmonsters kleine aal (30-40 cm) overschrijdt geen enkele locatie een ML.
- Het gehalte totaal-TEQ in grote rode aal gevangen tussen Lelystad en de Ketelbrug, ten oosten van de energiecentrale, overschrijdt de ML voor totaal-TEQ en de beleidsregellimiet voor totaal ndl-PCBs. Deze locatie ligt in het gebied dat opengesteld is voor aalvisserij.
- De aal vanuit het Spaarne, ten noorden van de Mooie Nel overschrijdt de ML's voor totaal-TEQ en totaal ndl-PCBs, net als in 2021. Dit gebied is opengesteld voor visserij. Ook aal uit het Binnen Liede, wat verbonden is met het Spaarne via de Mooie Nel, overschrijdt de ML's voor totaal-TEQ en totaal ndl-PCBs.
- Aal gevangen in de Kuil en Poelmeertjes in de Zaan overschrijdt de beleidsregellimiet voor totaal-TEQ en totaal ndl-PCBs. Verder Noordwaarts in de Zaan nemen de gehalten af en worden de ML's of beleidsregellimieten niet overschreden.
- De dioxine- en PCB-trendfiguren voor de 30-40 cm klasse laten voor alle drie de locaties sinds 2006 een afname zien op productbasis met een afvlakking in de periode 2013 – 2021. Omdat de contaminantgehalten hetzelfde patroon volgen als de vetgehalten lijkt die afname in de aal (30-40 cm) vooral veroorzaakt te worden door het afnemende aandeel vettere mannetjes in een mengmonster (t.o.v. de magerdere vrouwtjes) en minder door de veranderende gehalten dioxines en PCB's in het milieu.
- Voor de grote aal (53-76 cm) is er geen sprake van een duidelijke trend in gehalten dioxines en PCB's. Ook hier geldt dat de gehalten variëren met het vetgehalte. Uitgedrukt op vetbasis is de variatie klein, waaruit afgeleid kan worden dat het leefmilieu van de aal niet schoner wordt.
- De gehalten van zware metalen (kwik, cadmium en lood) liggen onder de ML's. Ook zijn arseen en nikkel geanalyseerd en is arseen aangetroffen in deze monsters, maar hiervoor geldt geen ML.
- PFAS-gehalten in de onderzochte monsters variëren van circa 2 tot 35 µg/kg product voor de som van de aangetroffen PFAS's. PFOS domineert het profiel. Hoogste gehalten zijn gemeten in aal uit het IJsselmeer bij Medemblik en het Ramsdiep (ten Oosten van de Ramspolbrug).
- De PFAS-trendfiguren voor de grote aal (53-76 cm) laten voor IJssel (Deventer), Lek (Culemborg) en de Rijn bij Lobith sinds 2017 een lichte afname zien. Concentraties op locaties Hollands Diep, IJsselmeer (Medemblik), Volkeraksluizen en Waal (Tiel) blijven redelijk constant.

5 Aanbevelingen

- De Maas bij Heijen opnieuw bemonsteren en een besluit nemen of het een geschikte nieuwe trendlocatie is.
- Spaarne, Mooie Nel en de Liede opnieuw bemonsteren, evenals locaties in de Zaan en Zuid-Oost IJsselmeer in verband met tegenvallende monsteraantallen in 2022.
- De aanvoerende wateren naar het Zwarte water en het Ramsdiep bemonsteren vanwege de daar relatief hoge PFAS's gehalten.
- Het beeld van de resultaten van kleine aal (30-40 cm) blijft hetzelfde, monsters zijn minder vet dan grote aal, gehalten zijn veelal lager en er is weinig extra informatie uit te halen. Aanbevolen wordt daarom 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 (>53 cm).
- In het licht van de huidige discussie over PFAS's en mogelijke beleidsmatige consequenties wordt aanbevolen om de PFAS's-monitoring in aalmonsters te continueren en de resultaten van voorgaande jaren net als dit jaar te presenteren in trendgrafieken.
- Eenmalig PFAS's in individuele alen van een mengmonster meten om daarmee vast te stellen of de variatie van PFAS's in individuele alen kleiner is dan in het verleden aangetroffen was voor dioxines en PCB's.

Literatuur

- Buck, R. C., J. Franklin, U. Berger, J. M. Conder, I. T. Cousins, P. de Voogt, A. A. Jensen, et al. 2011. Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: terminology, classification, and origins. *Integr Environ Assess Manag* 7 (4): 513-41. <http://dx.doi.org/10.1002/ieam.258>.
- European Food Safety Authority (EFSA) 2020. "Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food" *The EFSA journal* 18 (9) e06223.
- Gebbink, W. A., & van Leeuwen, S. P. J., 2020. Environmental contamination and human exposure to PFASs near a fluorochemical production plant: Review of historic and current PFOA and GenX contamination in the Netherlands. *Environment International*, 137, [105583]. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105583>.
- Hoogenboom, L.A.P., Kotterman, M.J.J., Hoek-van Nieuwenhuizen, M., Lee, M.K. van der, Traag, W.A. (2007). "Onderzoek naar dioxines, dioxine-achtige PCB's en indicator PCB's in paling uit Nederlandse binnenwateren" RIKILT rapport 2007.003.
- Keeken, O. A. van, Bierman S.M., Wiegerinck, J.A.M., Goudswaard, P.C (2010). "Proefproject marktmonsterring aal 2009." IJmuiden: IMARES, (Rapport C028/10).
- Keeken O.A. van, S. B., Wiegerinck H., Goudswaard K., Kuijs. E. (2011). "Proefproject Marktmonsterring Aal Voortgang 2010." IMARES rapport C053/11.
- Kotterman, M.J.J., Dam, G. ten, Hoogenboom, L.A.P. en Leeuwen, S.P.J. van (2016) "Dioxines, dioxineachtige- en niet dioxineachtige PCB's in rode aal uit Nederlandse binnenwateren 2015" IMARES rapport C016/16.
- Kotterman, M.J.J. (2016) "Aanpassing programma monitoring aal ter ondersteuning beleidskader open/gesloten gebieden" IMARES rapport C084/16.
- Leenders, L.L., Gerssen, A., Nijrolder, A.W.J.M, Hoogeboom, L.A.P., Kotterman, M.J.J. en Leeuwen, S.P.J. van (2020). "Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2019" WFSR-rapport 2020.010.
- Leenders, L.L., Gerssen, A., Nijrolder, A.W.J.M, Hoogeboom, L.A.P., Kotterman, M.J.J. en Leeuwen, S.P.J. van (2021). "Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2020" WFSR-rapport 2021.008.
- Leenders, L.L., Hoogenboom, L.A.P., Kotterman, M.J.J., Leeuwen, S.P.L. van en Rijk, J.W.C. (2022). "Contaminanten in rode aal uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2021" WFSR-rapport 2022.014.
- Leeuwen, S.P.J. van, Kotterman M.J.J., Hoek-van Nieuwenhuizen M., Lee M.K. van der en Hoogenboom, L.A.P. (2013) "Dioxines en PCB's in rode aal uit Nederlandse binnenwateren – Resultaten tussen 2006 en 2012" RIKILT-rapport 2013.010.
- Leeuwen, S.P.J. van, Kotterman M.J.J. en Hoogenboom, L.A.P. (2016) "Dioxines, dioxineachtige- en niet dioxineachtige PCB's in rode aal uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2016" RIKILT-rapport 2016.016.
- Leeuwen, S.P.J. van, Kotterman M.J.J. en Hoogenboom, L.A.P. (2017) "Dioxines, dioxineachtige- en niet dioxineachtige PCB's in rode aal en schubvis uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2017" RIKILT-rapport 2018.001.
- Leeuwen, S.P.J. van, Nijrolder, A.W.J.M., Hoogeboom L.A.P. en Kotterman M.J.J. (2019). "Dioxines, dioxineachtige- en niet dioxineachtige PCB's in rode aal en schubvis uit Nederlandse binnenwateren; Resultaten van 2018" RIKILT-rapport 2019.003.
- Noorlander, C.W., Leeuwen, S.P.J. van, Biesebeek, J.D. te, Mengelers, M.J.B., Zeilmaker, M. (2011) "Levels of perfluorinated compounds in food and dietary intake of PFOS and PFOA in the Netherlands" *J agricultural and food chemistry* 59 (13), 7496-7505.
- Pieters, H., Leeuwen, S.P.J. van en Boer, J. de (2004) "Verontreinigingen in aal en snoekbaars: monitorprogramma ten behoeve van de Nederlandse sportvisserij 2003" RIVO-rapport C063/04.
- Verordening (EG) 1881/2006 van de Commissie van 19 december 2019 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02006R1881-20230326>
- Zafeiraki, E., Gebbink, W.A., Hoogenboom, L.A.P., Kotterman, M. Kwadijk, C., Dassenakis, E., van Leeuwen, S.P.J. (2019) "Occurrence of perfluoroalkyl substances (PFASs) in a large number of wild and farmed aquatic animals collected in the Netherlands" *Chemosphere*, 232, 415-423.

Bijlage 1 Aanpassen bemonstering van grote alen en implementatie van de beleidsregel

Sinds 2016 worden op alle locaties grotere alen bemonsterd. De grotere aal is gekozen omdat op veel locaties de alen groter dan 40 cm een zeer belangrijk deel van de commerciële vangst uitmaken (van Keeken et al., 2010, 2011). Ook is op sommige locaties nauwelijks kleine aal te vangen. In een recentere studie door Wageningen Marine Research (WMR) (Kotterman, 2016) is bekeken op welke wijze de monsternamen van grotere alen verder verbeterd kan worden. Dit is met name van belang vanwege een door het ministerie van LNV ontwikkeld beleidskader, waarbij zorgvuldig moet worden afgewogen onder welke condities een gebied moet worden gesloten of kan worden geopend voor beroepsmatige visserij op aal en wolhandkrab. Een essentieel onderdeel hiervan is dat de monitoringsgegevens zo representatief mogelijk de contaminatie van de aal op een locatie beschrijven in relatie tot de potentiële vangst in zo'n gebied. Het rapport van Kotterman (2016) beschrijft een aanpassing van de vangst en verwerking van de mengmonsters om tot een hoge mate van representativiteit te komen. Tevens bevat dit rapport een uitgebreide toelichting van de uitgangspunten, aanpak en conclusies. In dat rapport zijn de vangsten van de beroepsvisser en de lengte- en gewichtssamenstelling van de vangst gebruikt (van Keeken et al., 2010, 2011). Aan de hand van die gegevens is in het monitoringsprogramma gekozen voor de vangst van grotere aal van 53 tot 76 cm. Deze vertegenwoordigt meer dan 50% van de massa van de beroepsvangsten. Ook is de kans op hoge gehalten voor totaal-TEQ en som-ndl-PCB's in grote alen groter dan in kleine alen (30-40 cm) waardoor het risico voor de overschrijding van de ML's beter kan worden ingeschat. Het nieuwe protocol is voor het eerst toegepast op het monitoringsprogramma aal in 2016. De resultaten van de bemonsterde grote alen in voorgaande jaren kunnen rekenkundig worden vergeleken met de nu toegepaste bemonsteringsaanpak (Kotterman, 2016).

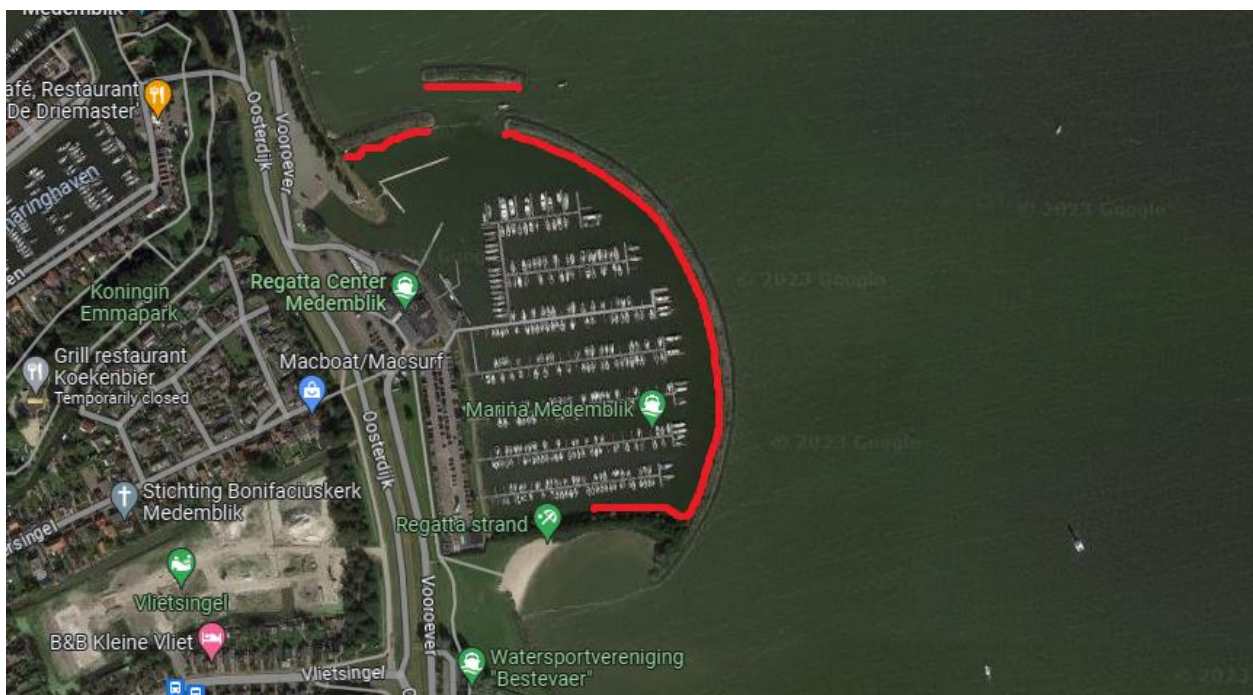
Door het ministerie van LNV is in 2017 een uniform afwegingskader ontwikkeld waarbij beleidsregellimieten gesteld zijn voor het sluiten of openstellen van gebieden voor visserij. Deze limieten voor de sluiting of openstelling van de visserij op aal (en wolhandkrab) betreffen een nationale maatregel die wordt ingegeven door het voorzorgsbeginsel. Door middel van deze preventieve maatregel wordt beoogd te voorkomen dat aal die niet aan de ML's uit Verordening (EG) nr. 1881/2006 voldoet (3,5 pg/g voor dioxine-TEQ, 10 pg/g voor totaal-TEQ en 300 ng/g voor de ndl-PCB's) in de handel wordt gebracht en geconsumeerd³. In deze beleidsregel zijn een tweetal beleidsregellimieten gesteld. De eerste betreft een limiet voor totaal-TEQ van 8.8 pg/g product, de tweede een limiet voor de som van ndl-PCB's (ICES-6) van 250 ng/g, beiden in het monster grote aal. Voor de vergelijkbaarheid met de jaren waarin deze beleidsregellimieten nog niet golden, wordt in dit rapport getoetst aan de ML's vastgelegd in EC 1881/2006 (zoals in de jaren voor invoering), en aanvullend aan de beleidsregellimieten. Bij toetsing aan de ML's (EC 1881/2006) wordt rekening gehouden met de meetonzekerheid van de betreffende methode, zoals voorgeschreven in de Europese regelgeving^{3,4}, op basis van het uitgangspunt dat een gemeten gehalte in een mengmonster aal pas de ML overschrijdt indien de overschrijding met 95% zekerheid vastgesteld kan worden. 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.

³ Beleidsregel van de Minister van Economische Zaken van 28 september 2017, nr. WJZ / 17055112, betreffende het sluiten en openen van gebieden voor de visserij op aal en wolhandkrab (Beleidsregel gesloten gebieden voor visserij op aal en wolhandkrab).

⁴ 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 2022

IJsselmeer, Medemblik



Waal, Tiel



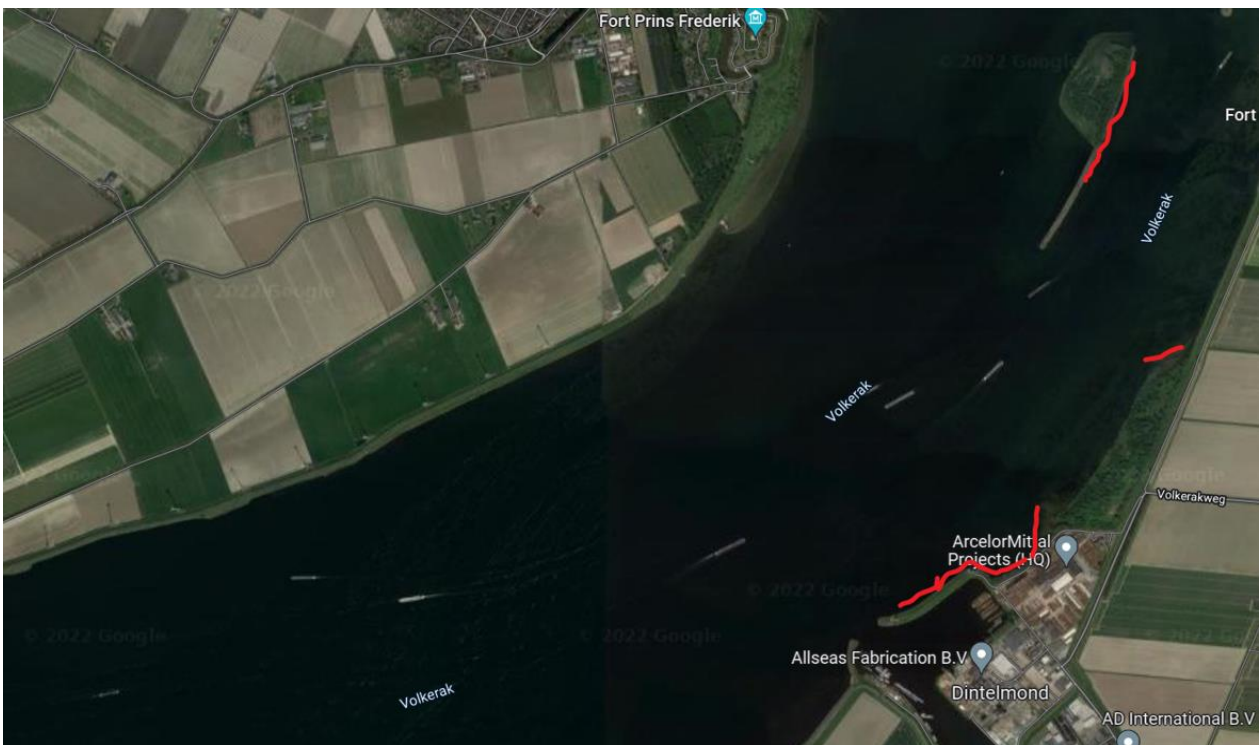
Lek, Culemborg



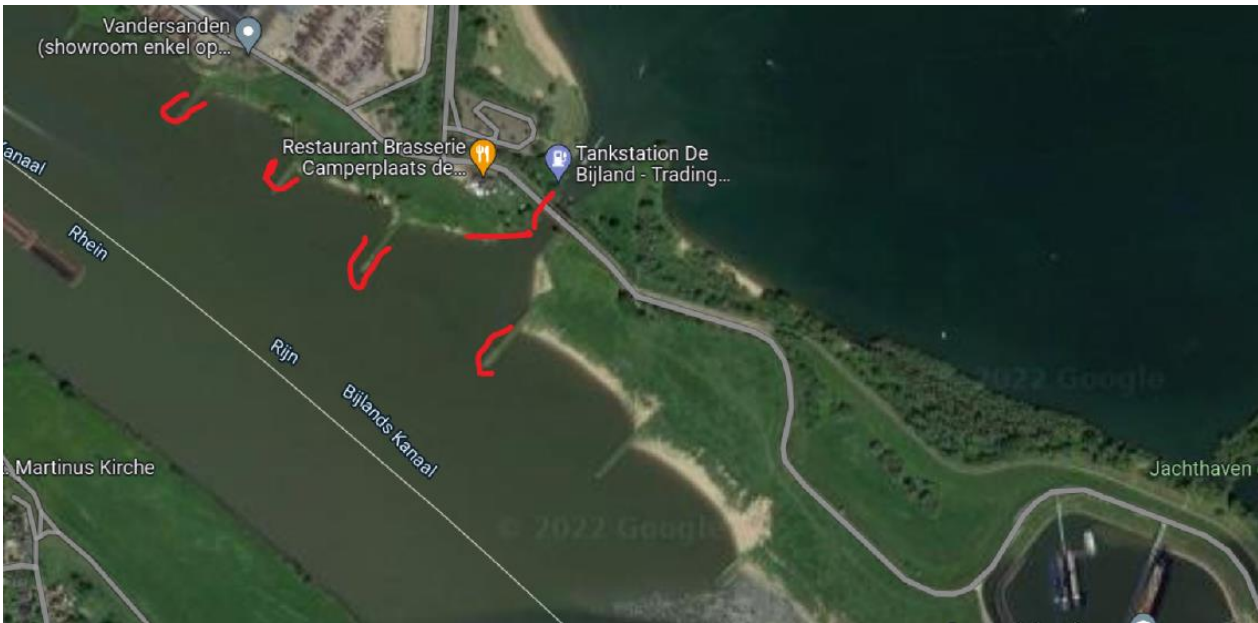
Hollands Diep



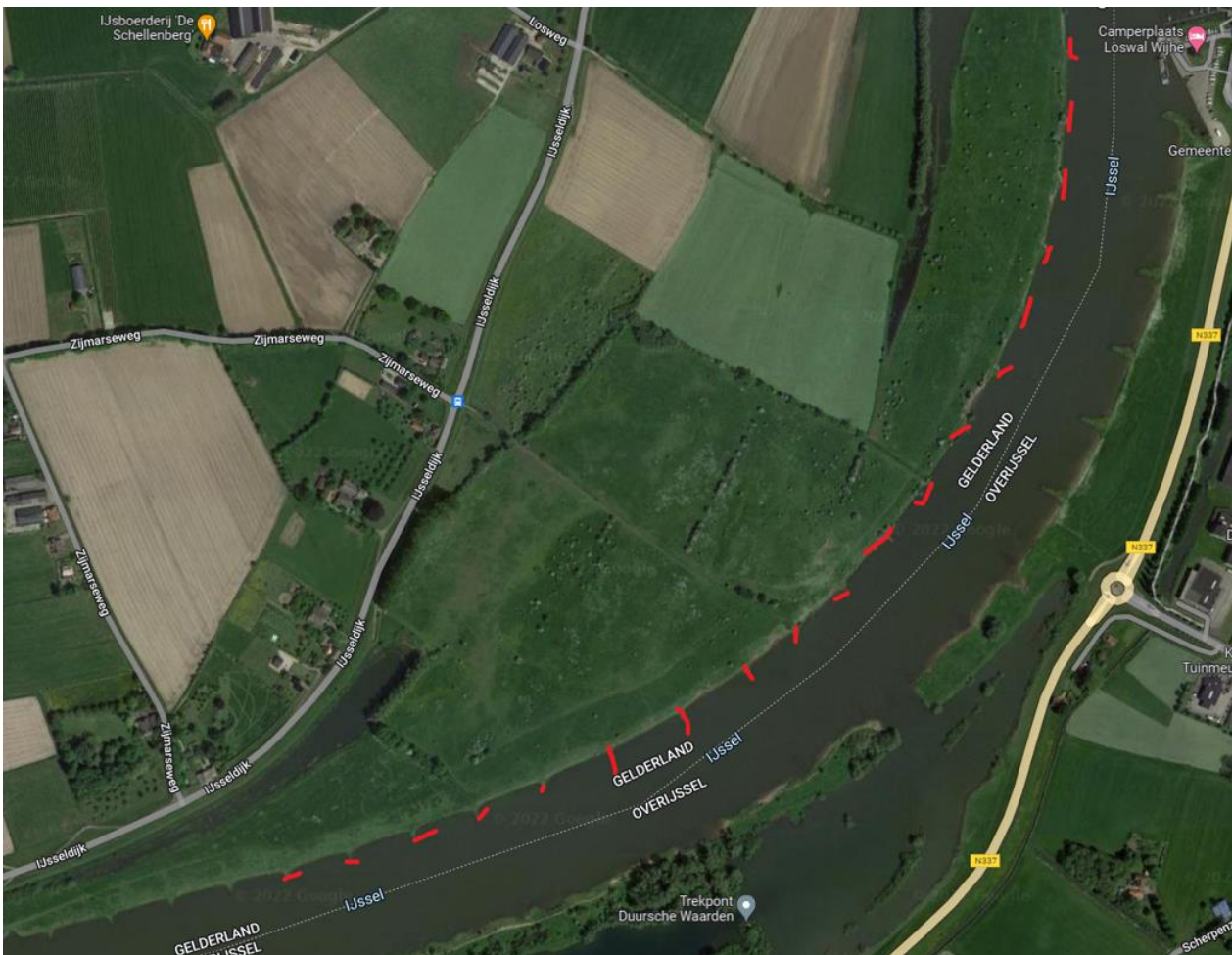
Volkerak, Volkeraksluizen



Rijn, Lobith



IJssel, Deventer

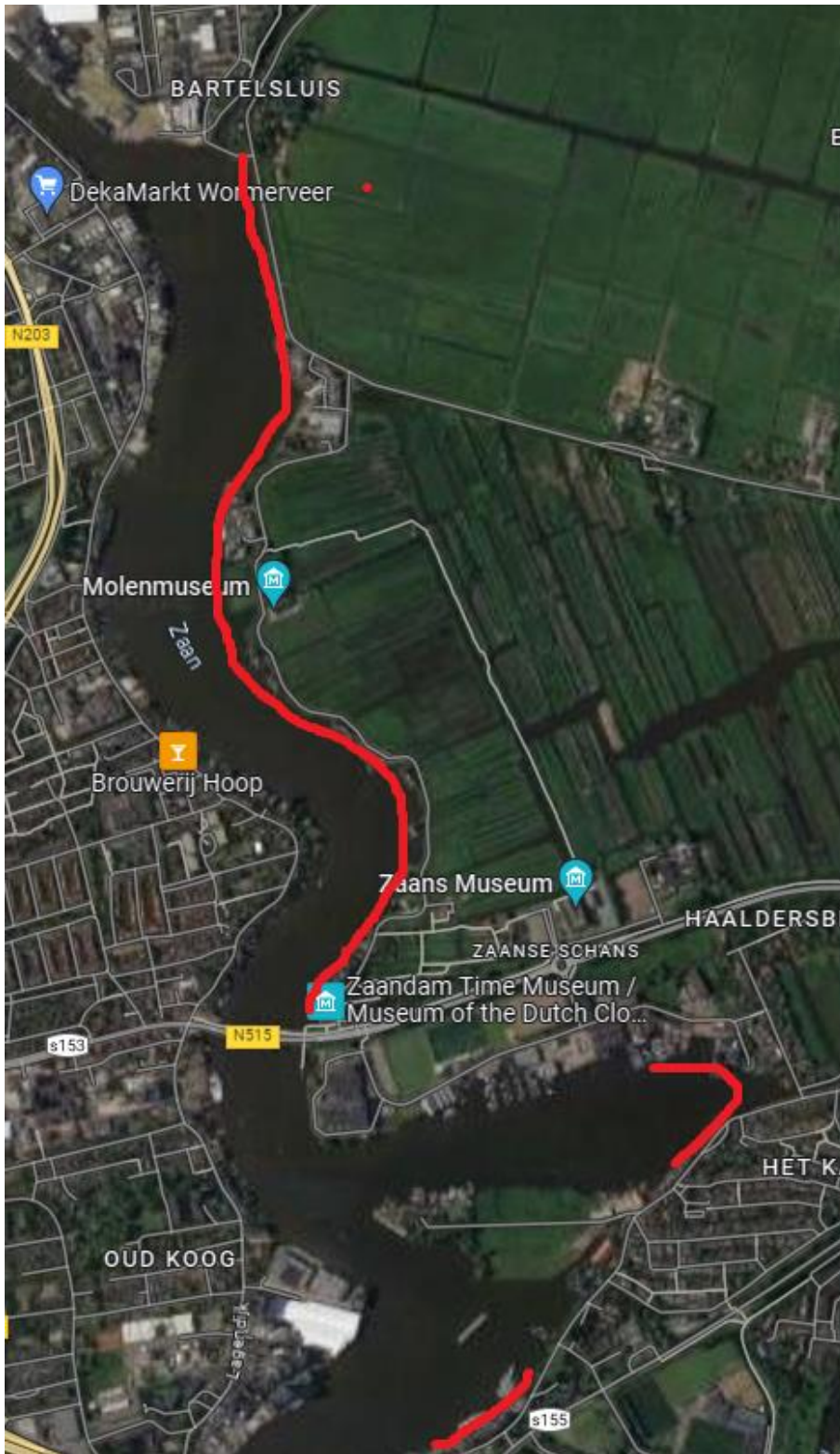


Zwarte water

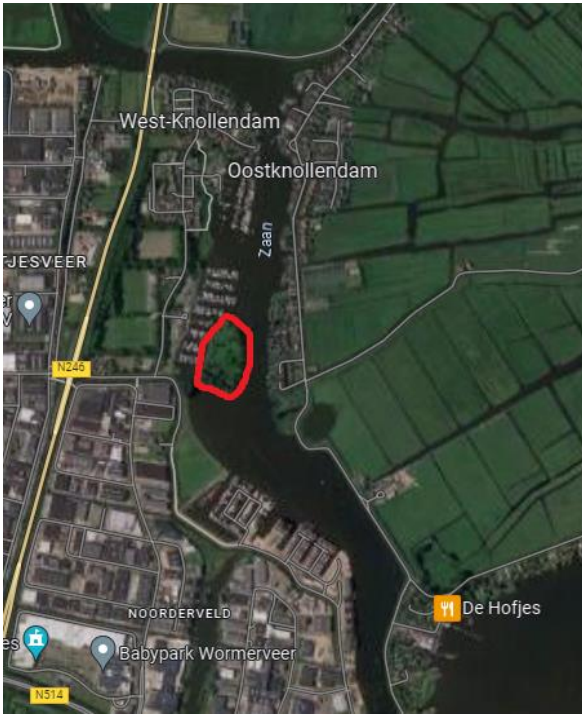


Ramsdiep, ten Oosten van de Ramspolbrug (begin)

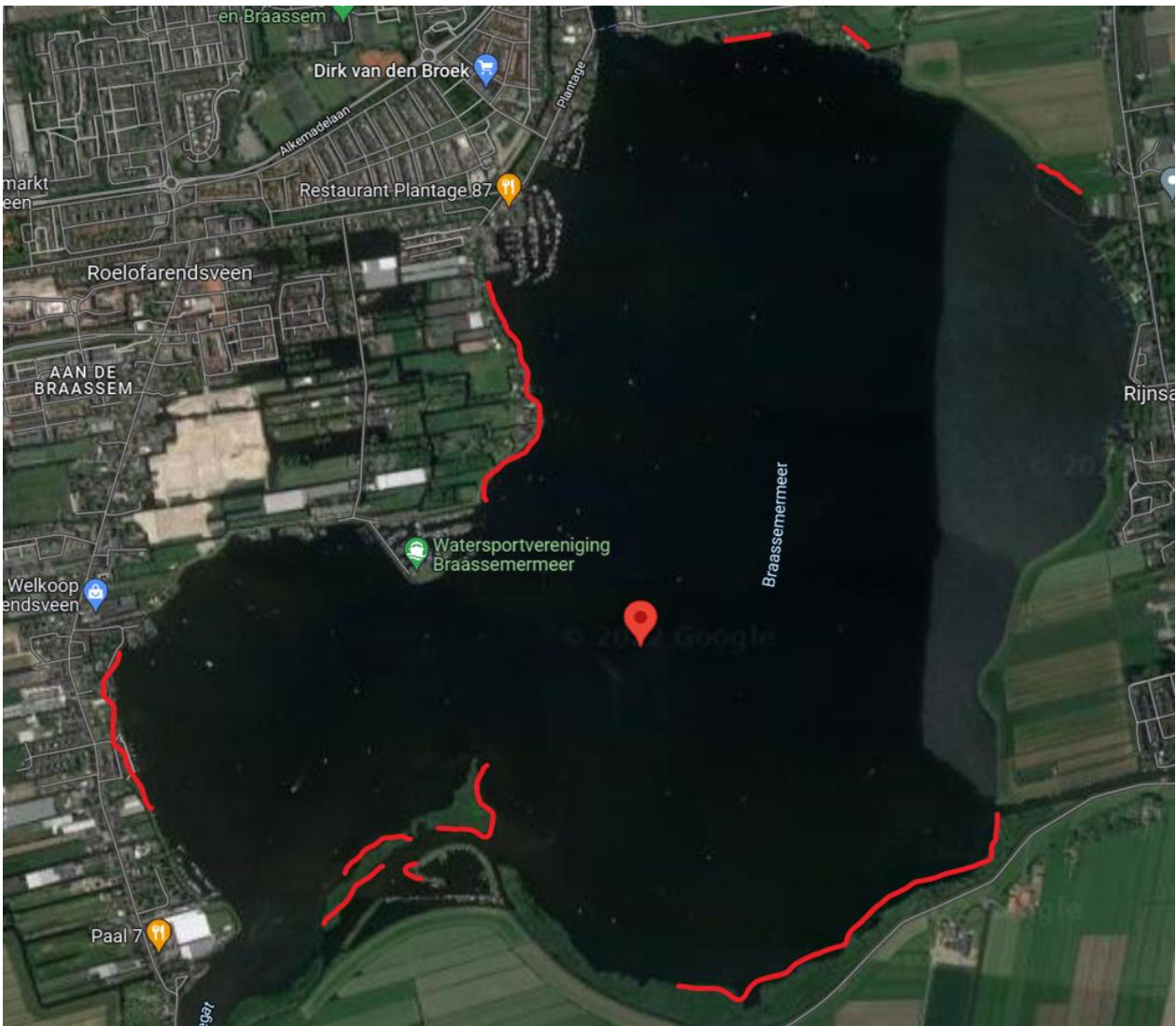


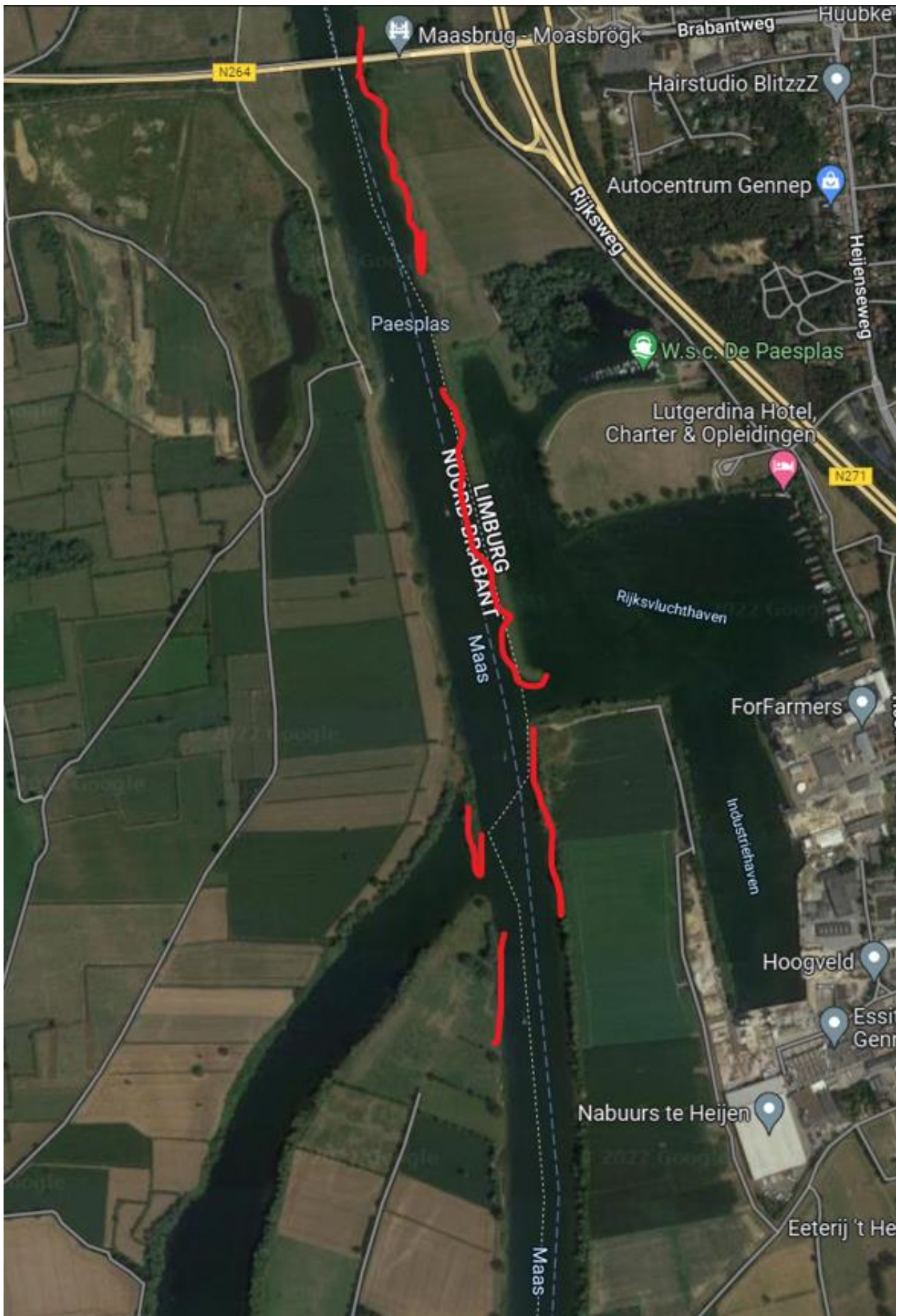


Zaan, Eiland Bloemdaal

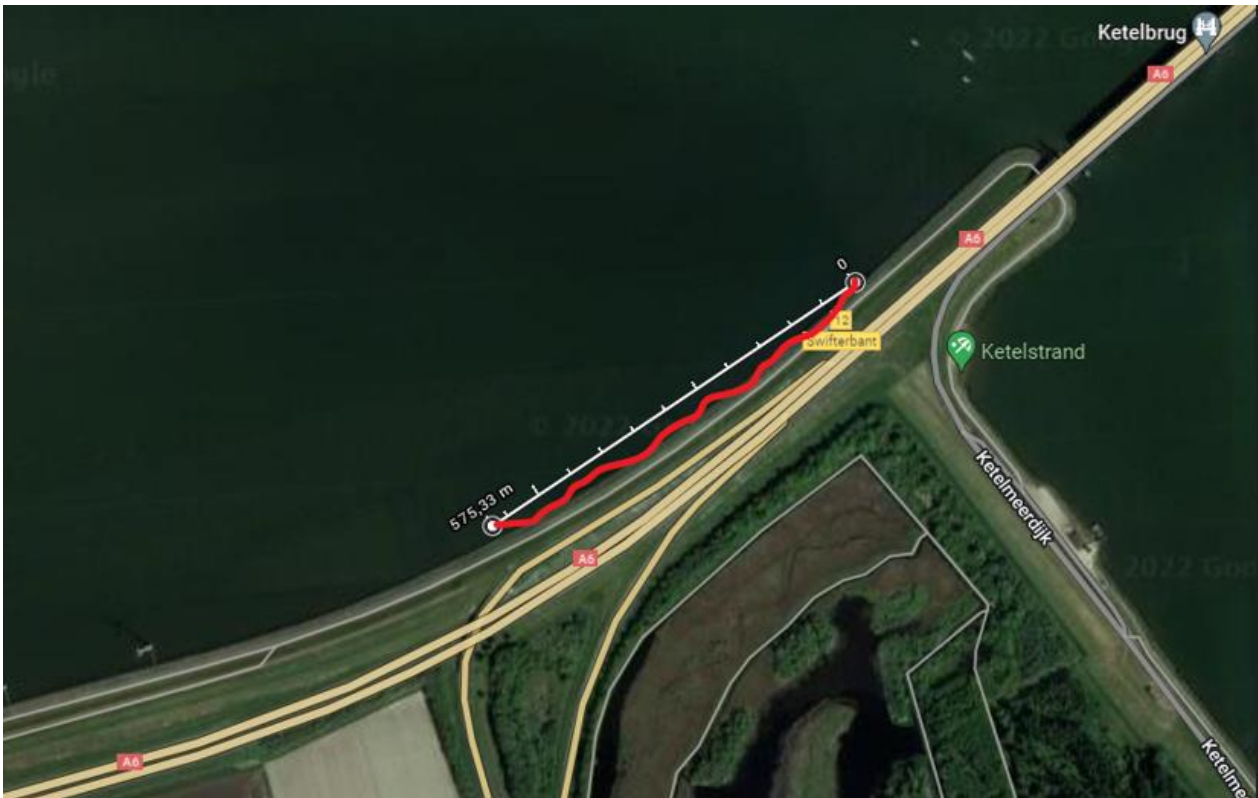


Braassemmeer

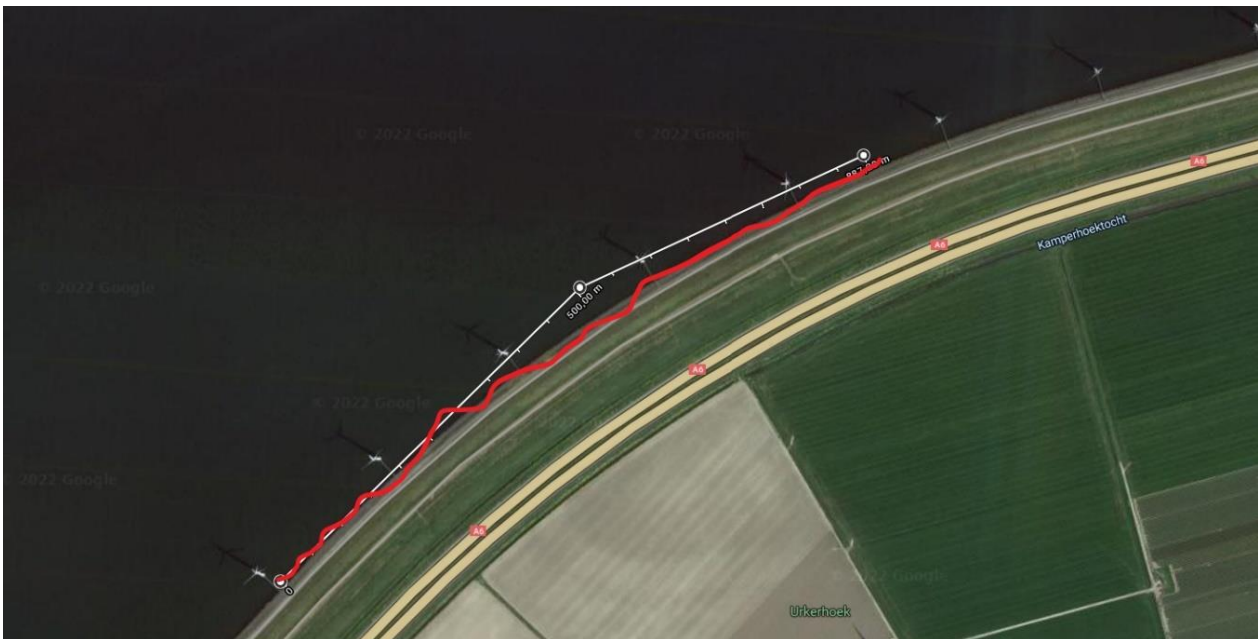




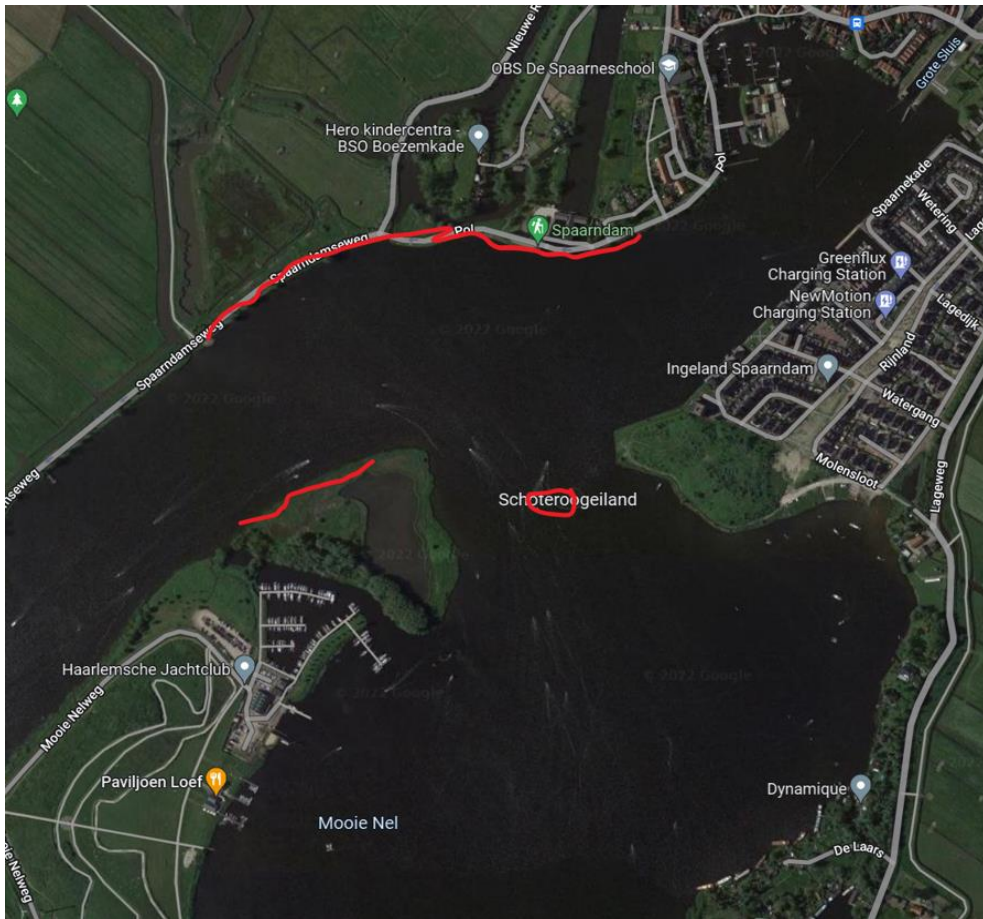
IJsselmeer, nabij Ketelbrug



IJsselmeer, tussen Lelystad (bocht halverwege) en Ketelbrug



Spaarne, ten Noorden van de Mooie Nel



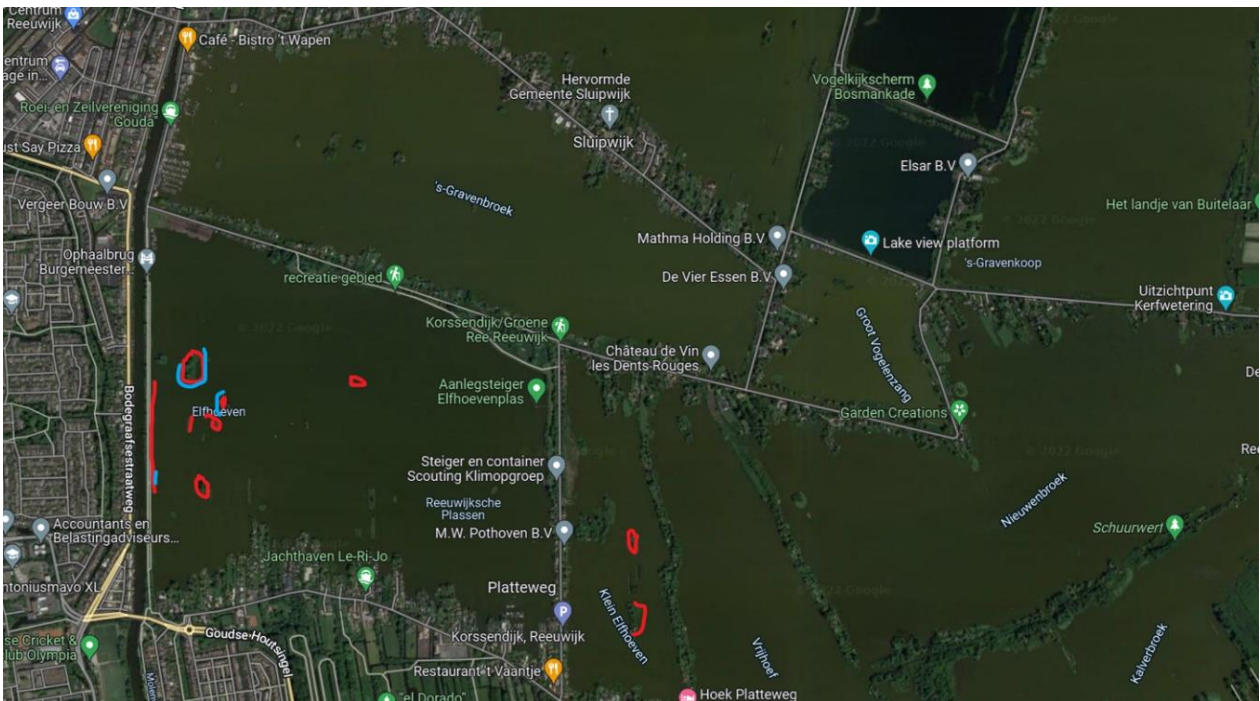
Binnen Liede



De Dintel (Mark & Markkanaal)



Reeuwijkse plassen



Heegermeer



Bijlage 3 Gegevens van de aalmonsters

Tabel B3a *Biologische gegevens van aalmonsters (30-40 cm).*

WFSR nr.	WMR nr. 2022/	Vangstlocatie	Trendlocatie?	Gesloten gebied?	Aantal totaal	Aantal man	Aantal Vrouw	Klasse 30-40 cm			Gewicht (g)		
								Lengte (cm) Gem.	Max.	Min.	Gem.	Max.	Min.
200664817	1162	IJsselmeer, Medemblik	Ja	Nee	24	2	22	36,2	39,9	30,1	86,8	138	43
200664819	1214	Waal, Tiel	Ja	Ja	20	1	19	36,8	39,6	31,4	91,2	124	52
200664821	1266	Lek, Culemborg	Ja	Ja	12	1	11	35,9	39,6	32,7	84,2	121	67

Tabel B3b Biologische gegevens van aalmonsters (53-76 cm).

WFSR nr.	WMR nr. 2022/	Vangstlocatie	Trendlocatie?	Gesloten gebied?	Aantal totaal	Aantal man	Aantal Vrouw	Gem.	Klasse 53-76 cm			Gewicht (g)		
									Lengte (cm)		Gem.	Max.	Min.	
									Max.	Min.				
200664818	1188	IJsselmeer, Medemblik	Ja	Nee	19	0	19	61,8	73,4	53,1	492	875	298	
200664820	1240	Waal, Tiel	Ja	Ja	16	0	16	59,2	72,8	53,1	418	737	283	
200664822	1292	Lek, Culemborg	Ja	Ja	15	0	15	60,4	73,1	53,1	435	786	285	
200664823	1344	Hollands Diep	Ja	Ja	15	0	15	58,7	69,8	53,1	459	1008	294	
200664824	1370	Volkerak, Volkeraksluizen	Ja	Ja	18	0	18	61,0	73,4	53,2	465	829	271	
200664825	1396	IJssel, Deventer	Ja	Ja	19	0	19	61,1	74,2	53,2	465	793	259	
200664826	1500	Kuil en poel meertjes, verbonden met de Zaan	Nee	Nee	2	0	2	60,3	66,8	53,8	522	667	376	
200664827	1526	J. Brug/Bartelbrug, Zaan	Nee	Nee	4	0	4	56,1	60,5	53,1	403	472	336	
200664828	2036	Zwarte water	Nee	Nee	10	0	10	59,6	68,4	53,8	399	608	239	
200664829	2062	Ramsdiep, ten Oosten van Ramspolbrug (begin)	Nee	Nee	5	0	5	60,0	67,0	54,1	459	660	320	
200664830	2212	Eiland Bloemdaal, Zaan	Nee	Nee	3	0	3	60,1	63,8	54,8	484	604	364	
200664831	2264	Braassemermeer	Nee	Nee	9	0	9	61,8	75,9	53,3	503	1025	259	
200667804	1318	Rijn, Lobith	Ja	Ja	17	0	17	60,0	71,8	53,1	472	1054	297	
200667805	1422	Maas, Heijen	Ja*	Ja	6	0	6	68,2	75,5	60,0	677	925	379	
200667806	1448	IJsselmeer, nabij Ketelbrug	Nee	Nee	13	0	13	60,3	71,4	53,1	487	785	308	
200667807	1474	Binnen Liede	Nee	Nee	13	0	13	57,0	61,2	53,2	335	459	259	
200667808	2010	IJsselmeer, tussen Lelystad (bocht halverwege) en Ketelbrug	Nee	Nee	8	0	8	58,6	71,8	53,1	443	863	264	
200667809	2088	Spaarne, ten Noorden van de Mooie Nel	Nee	Nee	14	0	14	60,2	71,8	53,1	441	708	260	
200667810	2238	De Dintel (Mark & Markkanaal)	Nee	Nee	16	0	16	61,4	72,4	53,1	492	865	260	
200667811	2290	Reeuwijkse plassen	Nee	Nee	6	0	6	61,0	75,8	54,9	507	1124	314	
200667812	3374	Heegermeer	Nee	Nee	13	0	13	60,6	71,3	53,6	520	931	309	

*Maas Heijen is een alternatieve trendlocatie voor Maas Eijsden.

Bijlage 4 Analyseresultaten voor vet, dioxines en PCB's in rode aal

WFSR nr	200664817	200664818	200664819	200664820	200664821	200664822	200664823
Opdrachtgevern	2022/1162	2022/1188	2022/1214	2022/1240	2022/1266	2022/1292	2022/1344
Product	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal
Herkomst	IJSSELMEER, MEDEMBLIK	IJSSELMEER, MEDE	WAAL, TIEL	WAAL, TIEL	LEK, CULEMBORG	LEK, CULEMBO	HOLLANDS DIEP
Maat	30-40 CM	>53 CM	30-40 CM	>53 CM	30-40 CM	>53 CM	>53 CM
Vetgehalte (%)	4.1	18.5	8.2	20.8	4.5	15.5	21.4
Dioxins (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.073	0.141	0.131	0.256	0.114	0.129	0.281
1,2,3,7,8-PeCDF	0.048	<0.051	0.285	0.59	0.338	0.96	0.76
2,3,4,7,8-PeCDF	0.24	0.851	0.74	2.25	0.46	1.77	3.03
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.09	0.217	0.67	2.00	0.532	1.68	2.770
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0.044	0.118	0.187	0.57	0.139	0.484	0.821
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<0.046	0.097	0.088	0.332	<0.155	0.353	0.372
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.054	<0.065	<0.071	<0.100	<0.158	<0.114	<0.116
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.043	0.076	0.070	0.234	0.082	0.425	0.266
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.023	<0.024	<0.027	<0.045	<0.046	<0.058	<0.055
OCDF	<0.028	<0.034	0.064	0.144	0.063	0.128	0.17
2,3,7,8-TCDD	0.091	0.357	0.426	1.58	<0.504	2.62	2.58
1,2,3,7,8-PeCDD	<0.055	0.184	0.204	0.406	<0.178	0.313	0.441
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.024	0.034	0.066	0.255	<0.071	0.291	0.203
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.035	0.122	0.255	0.492	0.117	0.447	0.519
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.046	<0.054	<0.107	<0.138	<0.043	<0.148	<0.140
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	<0.077	<0.078	<0.113	<0.395	<0.208	0.322	0.37
OCDD	0.205	0.266	0.344	0.793	0.366	0.644	0.681
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	0.19	0.87	1.00	3.07	0.24	3.84	4.46
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	0.26	0.88	1.02	3.09	0.97	3.86	4.49
Dioxine-like-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	0.12	0.50	0.818	2.33	0.554	2.82	2.350
PCB 077	1.5	4.7	9.0	22.9	4.0	7.7	18.5
PCB 126	6	22	43	114	21.6	106	117.0
PCB 169	2.3	3.9	11.4	20.5	9.1	23.4	24.5
PCB 123	<136	<179	<429	<394	<313	<1240	<852
PCB 118	2520	6090	24400	53000	23200	88000	73900
PCB 114	<114	<146	<372	517	<284	675	593
PCB 105	420	1200	5410	11100	3580	12300	11800
PCB 167	<378	502	2680	4540	2310	6340	6360
PCB 156	430	854	4440	7820	3770	11000	9490
PCB 157	<339	<328	807	1510	776	2130	1800
PCB 189	<91.9	<131	636	1020	601	1680	1280
WHO2005-di-PCB-TEQ (lb)	0.80	2.56	5.82	14.40	3.46	14.90	15.60
WHO2005-di-PCB-TEQ (ub)	0.83	2.58	5.85	14.40	3.48	15.00	15.60
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	0.99	3.43	6.82	17.40	3.70	18.80	20.00
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	1.10	3.47	6.86	17.50	4.45	18.80	20.10
Non-dioxine-like-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	<1.71	<1.45	<1.43	4.12	<1.61	4.36	5.76
PCB 052	<1.42	<1.53	11.9	33.4	9.1	48.6	43.8
PCB 101	<1.77	3.0	18.5	51.3	12.3	89.6	67.8
PCB 153	9	21	95	182	97	335	271.0
PCB 138	5	10.2	50	97	46.9	149	131.0
PCB 180	3	6.2	31.1	52.8	33.6	102.0	83.0
Totaal ndl-PCB's (lb)	17	40	206	420	199	729	602
Totaal ndl-PCB's (ub)	22	43	208	420	201	729	602

* lb met lower bound detectiegrenzen.

** ub met upper bound detectiegrenzen.

WFSR nr	200664824	200664825	200664826	200664827	200664828	200664829	200664830
Opdrachtgevern	2022/1370	2022/1396	2022/1500	2022/1526	2022-2036	2022/2062	2022/2212
Product	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal
Herkomst	VOLKERAK, V	IJSSEL, DEVENTER	KUIL EN POELMEI	ZAAN J. BRUG/BART	ZWARTE WAT	RAMSDIEP, TEN OOS	ZAAN EILAND BLOEMD
Maat	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
Vetgehalte (%)	17.1	21.9	18.0	14.1	20.0	10.0	16.4
Dioxins (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.161	0.183	0.225	0.483	0.106	0.104	0.801
1,2,3,7,8-PeCDF	0.49	0.652	0.55	0.53	0.438	0.44	0.646
2,3,4,7,8-PeCDF	2.41	2.73	1.500	2.22	0.76	0.65	2.89
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.658	2.220	0.441	0.596	0.19	0.300	1.25
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.286	0.714	0.180	0.286	<0.102	<0.117	0.447
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.265	0.334	0.146	0.221	<0.109	<0.119	0.236
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.099	<0.151	<0.118	<0.145	<0.103	<0.124	<0.169
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.190	0.225	<0.142	<0.183	<0.112	<0.097	<0.161
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.035	<0.057	<0.045	<0.055	<0.050	<0.042	<0.053
OCDF	0.056	0.16	<0.033	0.053	<0.030	<0.039	<0.034
2,3,7,8-TCDD	2.50	1.71	0.368	0.35	<0.233	0.296	0.326
1,2,3,7,8-PeCDD	0.35	0.601	0.524	0.521	0.266	<0.233	0.38
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.14	<0.312	0.114	0.139	<0.067	<0.054	0.107
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.345	0.51	0.608	1	0.257	0.165	0.806
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.099	0.19	<0.109	<0.102	<0.094	<0.061	0.078
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.219	0.311	0.354	0.565	0.279	<0.165	0.653
OCDD	0.366	0.605	0.587	1.32	0.712	0.477	1.24
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	3.78	3.57	1.53	1.83	0.57	0.56	1.97
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	3.80	3.62	1.56	1.85	0.85	0.84	1.99
Dioxine-like-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	1.160	1.390	1.000	2.040	0.389	0.488	1.80
PCB 077	8.41	10.9	6.63	14.0	3.3	2.8	13.6
PCB 126	71.7	122.0	65.5	52.8	37	28.8	35
PCB 169	15.90	25.10	10.00	7.5	7.6	8.64	5.4
PCB 123	<466	<454	<526	<262	<264	<290	<348
PCB 118	48900	59100	42800	23600	15500	18800	26400
PCB 114	291	612	607	278	<242	<267	365
PCB 105	8480	12300	10500	4950	3710	3530	6170
PCB 167	3820	5450	3400	2710	1520	1710	1700
PCB 156	7220	9870	7080	3890	3130	3230	3270
PCB 157	1390	1890	1190	671	490	575	668
PCB 189	1140	1290	623.0	439	359	393	228
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	9.78	15.70	8.84	6.61	4.69	3.98	4.82
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	9.80	15.70	8.86	6.62	4.71	4.00	4.83
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	13.60	19.30	10.40	8.44	5.26	4.54	6.79
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	13.60	19.30	10.40	8.47	5.56	4.84	6.82
Non-dioxine-like-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	2.87	4.01	2.97	3.17	<1.40	<1.38	2.78
PCB 052	25.50	28.80	25.8	20.00	8.4	5.78	17.8
PCB 101	27.20	47.00	31.30	24.1	13.2	9.35	19.9
PCB 153	202.00	198.0	121.0	69.7	55	70.0	54
PCB 138	88.10	116.00	73.60	43.8	32.8	39.6	34
PCB 180	71.10	68.90	35.30	22.1	18.8	22.4	12.7
Totaal ndl-PCB's (lb)	417	463	290	183	128	147	141
Totaal ndl-PCB's (ub)	417	463	290	183	130	149	141

* lb met lower bound detectiegrenzen.

**ub met upper bound detectiegrenzen.

WFSR nr	200664831	200667804	200667805	200667806	200667807	200667808	200667809
Opdrachtgevern	2022/2264	2022/1318	2022/1422	2022/1448	2022/1474	2022/2010	2022/2088
Product	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal	Aal
Herkomst	BRAASEMERMEER	RIJN, LOBITH	MAAS, HEIJEN	IJSSELMEER, NABIJ KET	BINNEN LIEDE	IJSSELMEER, TUSSEN	NE/NOORDEN MO
Maat	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM	>53 CM
Vetgehalte (%)	15.8	20.0	18.1	18.8	18.7	21.8	20.8
Dioxins (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	0.150	0.401	0.217	0.212	0.142	0.178	<0.124
1,2,3,7,8-PeCDF	0.32	0.21	<0.154	<0.124	<0.178	<0.145	<0.186
2,3,4,7,8-PeCDF	2.130	2.31	1.63	1.96	0.88	2.520	0.856
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.585	1.870	0.296	0.846	0.620	0.955	0.581
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.316	0.579	<0.083	0.362	0.174	0.365	0.157
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.166	0.320	0.117	0.238	<0.161	0.310	0.165
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.165	<0.263	<0.139	<0.153	<0.218	<0.194	<0.181
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	<0.161	0.589	<0.098	<0.204	<0.303	<0.265	<0.191
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.059	<0.099	<0.072	<0.080	<0.170	<0.089	<0.111
OCDF	<0.040	0.10	<0.056	0.122	<0.086	0.09	<0.072
2,3,7,8-TCDD	1.48	1.99	0.125	1.6	0.576	1.72	0.592
1,2,3,7,8-PeCDD	0.434	0.526	<0.315	<0.269	0.608	0.375	0.659
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.073	<0.286	<0.079	<0.121	1.16	<0.082	<0.722
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.524	0.474	0.178	<0.242	0.647	0.213	0.67
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.074	<0.179	<0.103	<0.107	<0.372	<0.102	<0.380
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.336	0.28	<0.151	0.151	<0.444	0.102	0.334
OCDD	0.471	0.465	<0.344	0.396	0.599	0.379	0.558
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	2.74	3.59	0.70	2.36	1.72	3.05	1.67
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	2.77	3.66	1.06	2.70	1.81	3.10	1.82
Dioxine-like-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	0.80	3.47	1.42	1.170	1.51	1.030	1.00
PCB 077	6.33	27.2	11.0	10.20	10.70	6.54	6.39
PCB 126	55.4	98.0	76.7	66.9	72.3	63.9	63.9
PCB 169	11.4	17.80	10.9	12.9	14.2	12.40	11.2
PCB 123	<461	<2430	<963	<1270	<1430	<848	<1260
PCB 118	30400	62800	45300	42300	70400	33900	74900
PCB 114	<295	716	716	356	1030	265	919
PCB 105	4740	11400	12200	7020	14700	5720	15100
PCB 167	2270	5230	4580	3540	5640	2830	5460
PCB 156	4540	9680	11200	6500	9850	5280	9820
PCB 157	750	1720	1660	1210	1630	954	1870
PCB 189	577	1350	2170	967	1020	743	819
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	7.18	13.10	10.30	8.93	10.80	8.26	10.00
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	7.21	13.20	10.40	8.97	10.80	8.28	10.00
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	9.92	16.70	11.00	11.30	12.50	11.30	11.70
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	9.98	16.90	11.40	11.70	12.60	11.40	11.90
Non-dioxine-like-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	2.160	4.83	3.84	3.20	2.3	2.53	2.31
PCB 052	11.70	34.3	24.3	23.6	29.5	15.0	43.2
PCB 101	21.40	52.2	49.6	41.4	52.3	27.6	34.1
PCB 153	100.0	224	291	157	164	123	159
PCB 138	49.00	114.0	138.0	77	99	62.6	97.3
PCB 180	31.90	71.2	192.0	55	58.0	43.0	46.3
Totaal ndl-PCB's (lb)	216	501	699	358	405	274	382
Totaal ndl-PCB's (ub)	216	501	699	358	405	274	382

* lb met lower bound detectiegrenzen.

**ub met upper bound detectiegrenzen.

WFSR nr	200667810	200667811	200667812
Opdrachtgevern	2022/2238	2022/2290	2022/3374
Product	Aal	Aal	Aal
Herkomst (MARK & MARKKANAAL)	REEUWIJKSE Plassen	REEUWIJKSE Plassen	HEEGERMEER
Maat	>53 CM	>53 CM	>53 CM
Vetgehalte (%)	17.1	23.8	15.5
Dioxins (A0565)			
2,3,7,8-TCDF	0.10	0.09	0.14
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.143	<0.070	<0.067
2,3,4,7,8-PeCDF	0.82	0.39	0.31
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.15	0.13	<0.056
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.13	0.09	<0.073
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<0.092	0.06	<0.069
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.097	<0.055	<0.051
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	<0.121	<0.067	<0.037
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.063	<0.039	<0.038
OCDF	0.15	<0.138	<0.049
2,3,7,8-TCDD	0.19	0.18	0.06
1,2,3,7,8-PeCDD	<0.327	0.20	<0.115
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.063	0.10	<0.035
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.22	0.33	0.15
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.075	<0.057	<0.040
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	<0.118	<0.110	<0.064
OCDD	0.54	0.34	0.12
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	0.50	0.58	0.18
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	0.87	0.59	0.33
Dioxine-like-PCB's			
PCB 081	0.67	0.35	0.14
PCB 077	3.48	3.11	1.3
PCB 126	40.8	23.3	9
PCB 169	6.9	4.3	2.1
PCB 123	<440	<178	<48.7
PCB 118	27500	9660	2600
PCB 114	328	127	<43.7
PCB 105	6010	1870	646
PCB 167	2050	1120	245
PCB 156	5040	1820	510
PCB 157	762	291	78
PCB 189	609	274	56
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	5.56	2.92	1.05
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	5.57	2.92	1.05
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	6.06	3.49	1.23
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	6.44	3.51	1.38
Non-dioxine-like-PCB's			
PCB 028	1.77	1.02	<0.212
PCB 052	9.2	2.4	0.6
PCB 101	20.7	3.4	1.3
PCB 153	112	39	9
PCB 138	56.9	19.9	5
PCB 180	43.4	15.3	3
Totaal ndl-PCB's (lb)	244	81	20
Totaal ndl-PCB's (ub)	244	81	20

* lb met lower bound detectiegrenzen.

**ub met upper bound detectiegrenzen.

Bijlage 5 Maximumgehalten voor dioxines en 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.

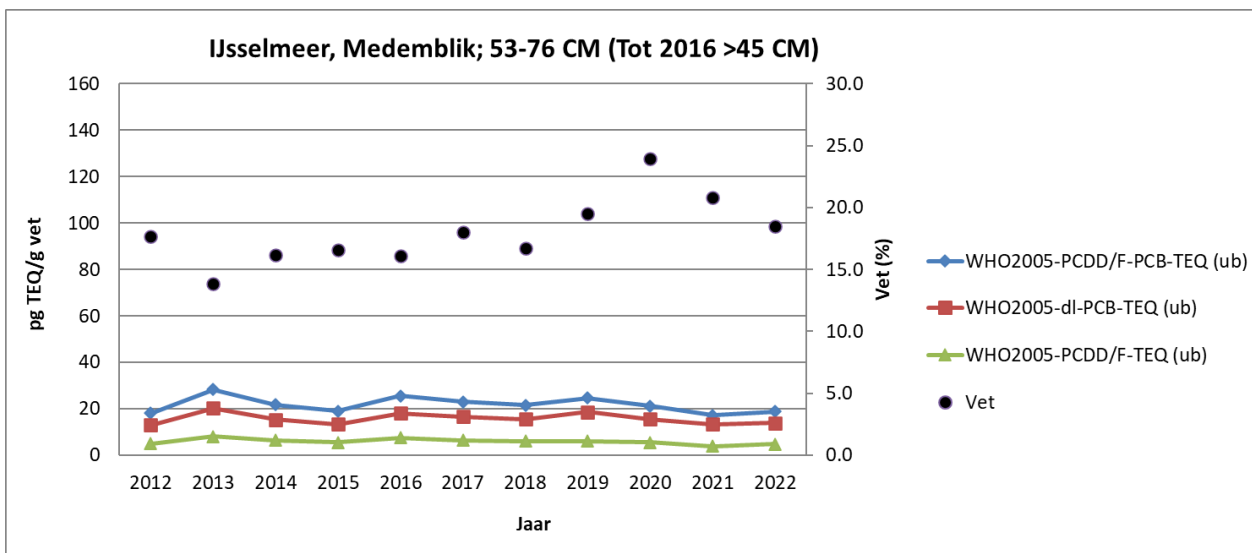
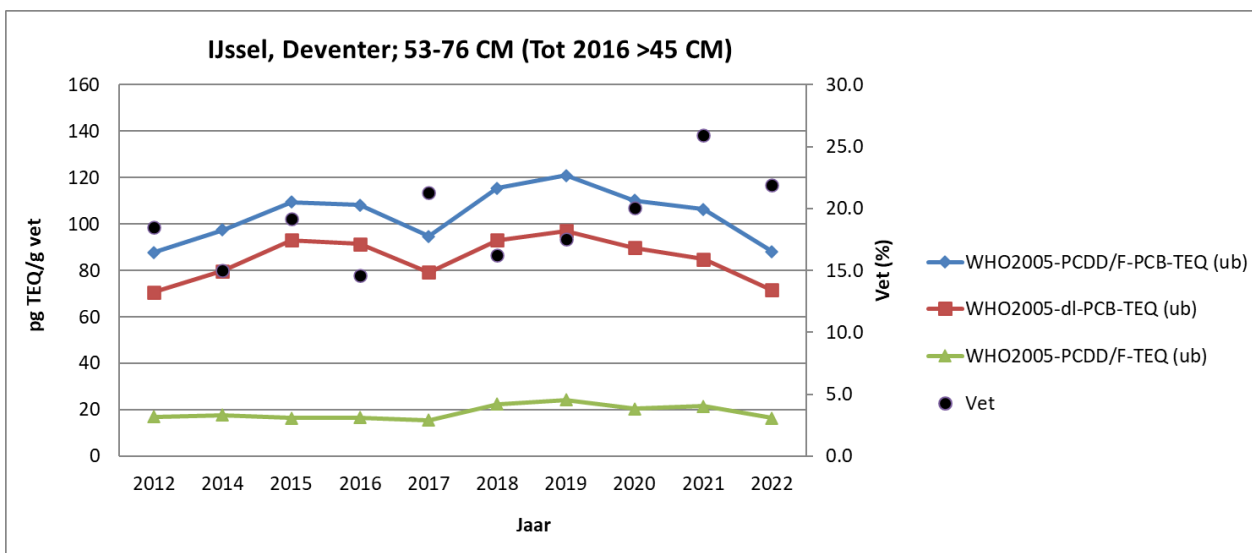
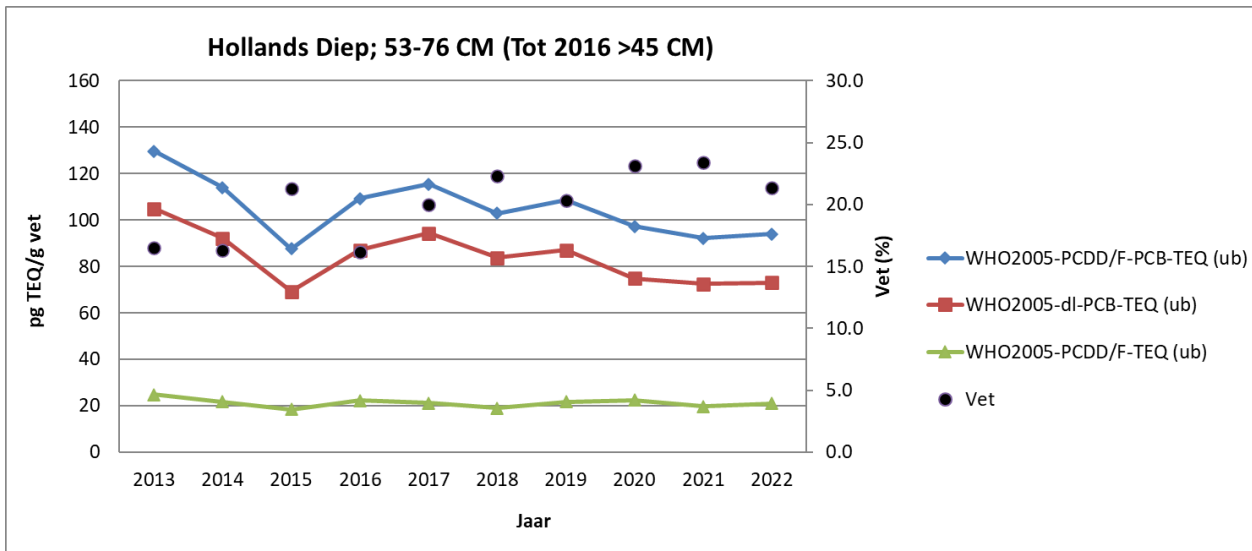
Tabel B5 TEF's van 1998 en 2005.

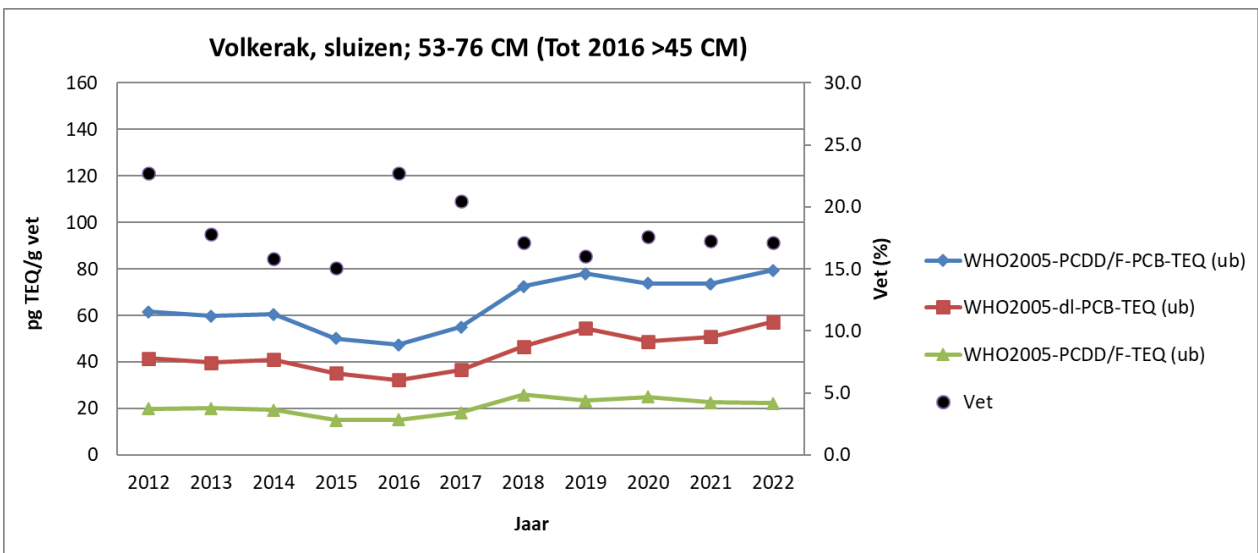
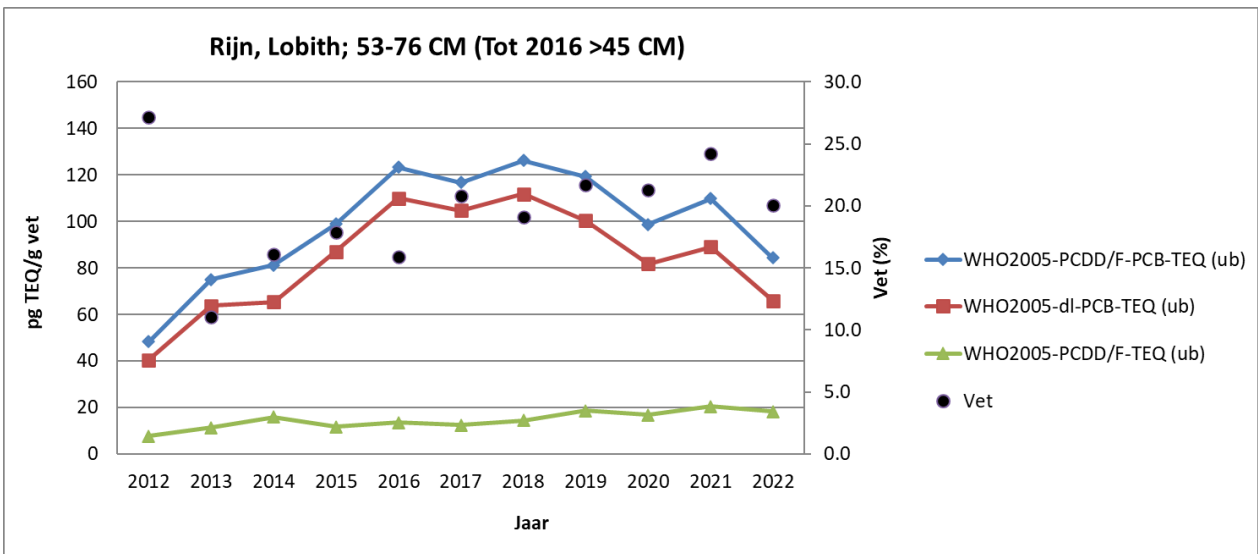
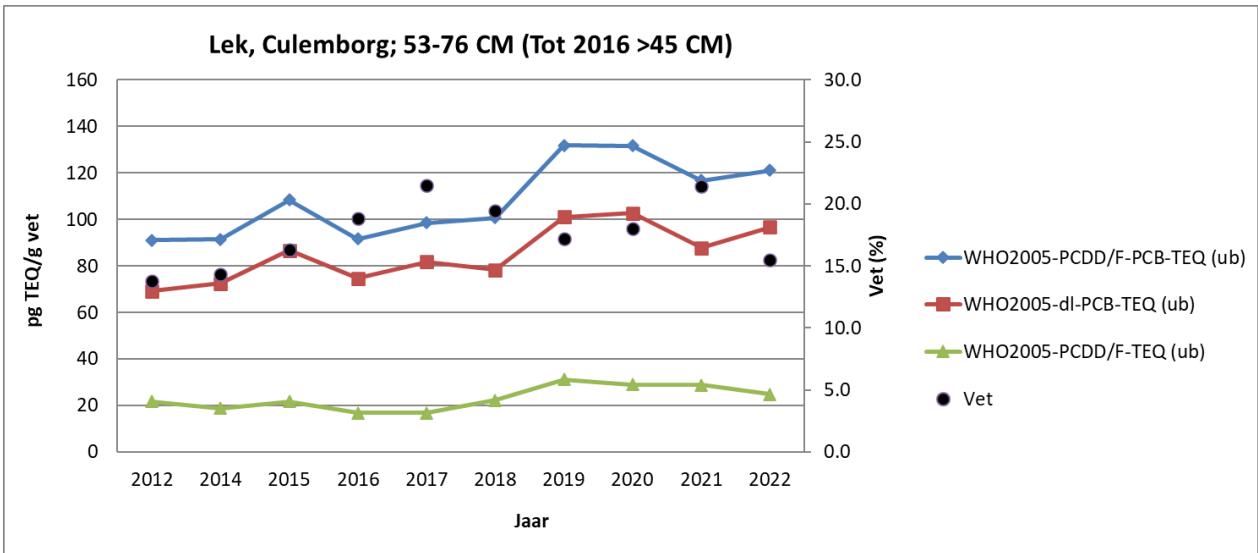
Naam/congeneer	WHO-TEF (1998)	WHO-TEF (2005)
2,3,7,8-TCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	0.03
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	0.3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01
OCDF	0.0001	0.0003
2,3,7,8-TCDD	1	1
1,2,3,7,8-PeCDD	1	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	0.01
OCDD	0.0001	0.0003
PCB 81	0.0001	0.0003
PCB 77	0.0001	0.0001
PCB 126	0.1	0.1
PCB 169	0.01	0.03
PCB 123	0.0001	0.00003
PCB 118	0.0001	0.00003
PCB 114	0.0005	0.00003
PCB 105	0.0001	0.00003
PCB 167	0.00001	0.00003
PCB 156	0.0005	0.00003
PCB 157	0.0005	0.00003
PCB 189	0.0001	0.00003

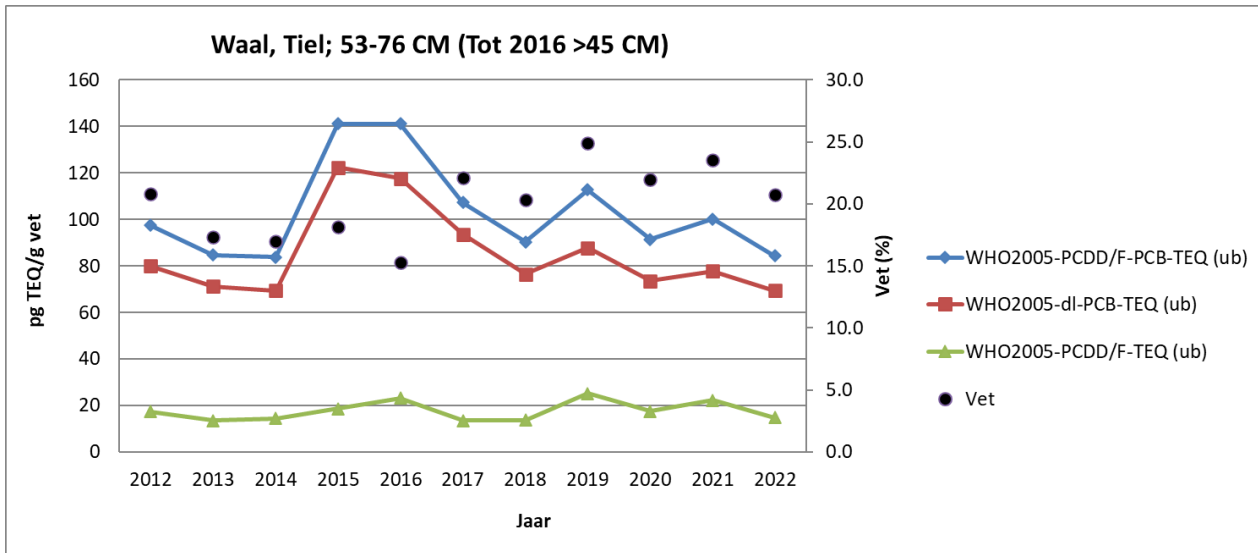
Tegelijkertijd zijn in 2012 ook de bestaande Europese maximumgehalten voor dioxines en dl-PCB's aangepast. Rekening houdend met de TEF-waarden uit 2005 zijn de nieuwe maximumgehalten voor aal als volgt: voor dioxines 3,5 pg TEQ per gram product en voor de som dioxines en dl-PCB's 10 pg TEQ per gram product (EU-Verordening 1881/2006).

Een derde norm die van belang is voor aal is die voor de ndl-PCB's, voorheen bekend als de indicator-PCB's. De EU heeft deze maximumgehalten, die per land verschilden, in 2012 geharmoniseerd. Voor wilde aal is een norm van 300 ng/g vis vastgesteld voor de som van PCB's 28, 52, 101, 138, 153 en 180. PCB 118, die in de Nederlandse wetgeving als indicator-PCB werd beschouwd, is hierin niet opgenomen omdat deze al tot de dl-PCB's behoort en als zodanig al in de norm voor dioxines en dl-PCB's is opgenomen. Een overzichtstabel met de historische en huidige maximumgehalten voor dioxines en PCB's in aal is weergegeven in van Leeuwen et al. (2013).

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







Figuur B6 Trends op de 7 trendlocaties van gehalten aan dioxines, dl-PCB's en totaal-TEQ op vetgewicht en het vetgehalte in mengmonsters grote aal 53-76 cm. Gehalten zijn voor alle jaren berekend op basis van de TEF's uit 2005. De gegevens zijn op vetbasis en niet gecorrigeerd voor gemiddelde lengte van de aal. Herberekende gehalten volgens Kotterman (2006) zijn in deze figuren niet opgenomen: het betreft oorspronkelijke gemeten gehalten. Niet voor alle locaties zijn elk jaar aalmonsters verzameld.

Bijlage 7 Resultaten PFAS's in mengmonsters aal 2022

Tabel B7a *Individuele gehalten van de verschillende PFAS's in mengmonsters aal bemonsterd in 2022 (30-40 cm). Resultaten zijn uitgedrukt in µg/kg product. Componenten met een * zijn EFSA-4 PFAS's.*

WFSR nr.	WMR nr. 2022/	Locatie	PFHxA	PFHpA	PFOA*	PFNA*	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFBS	PFHxS*	PFHpS	PFOS*	PFDS	HFPO-DA (`GenX')	Som EFSA 4 (lb)
200664817	1162	IJsselmeer, Medemblik (30-40 cm)	<0,80	<0,20	<0,20	0,40	4,0	4,9	12	<0,20	<0,30	<0,080	13	<0,40	<0,30	14
200664819	1214	Waal, Tiel (30-40 cm)	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	0,92	<2,0	2,4	<0,20	<0,30	<0,080	10	<0,40	<0,30	10
200664821	1266	Lek, Culemborg (30-40 cm)	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,6	<2,0	2,3	<0,20	<0,30	<0,080	9,0	<0,40	<0,30	9,0

Tabel B7b Individuele gehalten van de verschillende PFAS's in mengmonsters aal bemonsterd in 2022 (53-76 cm). Resultaten zijn uitgedrukt in µg/kg product. Componenten met een * zijn EFSA-4 PFAS's.

WFSR nr.	WMR nr. 2022/	Locatie	PFHxA	PFHpA	PFOA*	PFNA*	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFBS	PFHxS*	PFHpS	PFOS*	PFDS	HFPO-DA ('GenX')	Som EFSA 4 (lb)
200664818	1188	IJsselmeer, Medemblik	<0,80	<0,20	<0,20	0,48	3,5	4,6	9,4	<0,20	<0,30	<0,080	18	<0,40	<0,30	18
200664820	1240	Waal, Tiel	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	<0,90	<2,0	<2,0	<0,20	<0,30	<0,080	5,9	<0,40	<0,30	5,9
200664822	1292	Lek, Culemborg	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,1	<2,0	<2,0	<0,20	0,35	<0,080	8,0	<0,40	<0,30	8,4
200664823	1344	Hollands Diep	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	<0,90	<2,0	<2,0	<0,20	<0,30	<0,080	6,5	<0,40	<0,30	6,5
200664824	1370	Volkerak, Volkeraksluizen	<0,80	<0,20	<0,20	0,27	3,1	2,8	4,0	<0,20	<0,30	<0,080	13	<0,40	<0,30	13
200664825	1396	IJssel, Deventer	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,4	<2,0	3,3	<0,20	<0,30	<0,080	14	<0,40	<0,30	14
200664826	1500	Kuil en poel meertjes, verbonden met de Zaan	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,9	2,6	3,2	<0,20	<0,30	<0,080	9,4	<0,40	<0,30	9,4
200664827	1526	J. Brug/Bartelbrug, Zaan	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	<0,90	<2,0	<2,0	<0,20	<0,30	<0,080	2,2	<0,40	<0,30	2,2
200664828	2036	Zwarte water	<0,80	<0,20	<0,20	0,25	3,8	5,5	4,8	0,24	0,34	<0,080	18	<0,40	<0,30	19
200664829	2062	Ramsdiep, ten oosten van Ramspolbrug (begin)	<0,80	<0,20	<0,20	0,35	4,0	5,4	4,4	<0,20	0,33	<0,080	20	<0,40	<0,30	21
200664830	2212	Eiland Bloemdaal, Zaan	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	<0,90	<2,0	<2,0	<0,20	<0,30	<0,080	4,0	<0,40	<0,30	4,0
200664831	2264	Braassemermeer	<0,80	<0,20	<0,20	0,29	4,3	5,1	8,1	<0,20	<0,30	<0,080	14	<0,40	<0,30	14
200667804	1318	Rijn. Lobith	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	<0,90	<2,0	2,5	<0,20	<0,30	<0,080	12	<0,40	<0,30	12
200667805	1422	Maas, Heijen	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	2,9	4,4	8,9	<0,20	<0,30	<0,080	9,9	<0,40	<0,30	9,9
200667806	1448	IJsselmeer, nabij Ketelbrug	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,5	<2,0	2,5	<0,20	0,30	<0,080	9,8	<0,40	<0,30	10
200667807	1474	Binnen Liede	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	<0,90	<2,0	3,2	<0,20	0,46	<0,080	5,6	<0,40	<0,30	6,1
200667808	2010	IJsselmeer, tussen Lelystad (bocht halverwege) en Ketelbrug	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,9	2,2	2,8	<0,20	0,41	<0,080	15	<0,40	<0,30	15
200667809	2088	Spaarne, ten Noorden van de Mooie Nel	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	1,2	<2,0	3,1	<0,20	1,1	<0,080	13	<0,40	<0,30	14
200667810	2238	De Dintel (Mark & Markkanaal)	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	2,1	3,1	6,4	<0,20	0,39	<0,080	14	<0,40	<0,30	14
200667811	2290	Reeuwijkse plassen	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	<0,90	<2,0	<2,0	<0,20	<0,30	<0,080	4,5	<0,40	<0,30	4,5
200667812	3374	Heegermeer	<0,80	<0,20	<0,20	<0,20	2,4	2,3	<2,0	<0,20	<0,30	<0,080	11	<0,40	<0,30	11



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

WFSR-rapport 2023.007



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten 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 2023.007

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten 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.

