



Contaminanten in Chinese wolhandkrab

Resultaten van 2021

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



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Contaminanten in Chinese wolhandkrab

Resultaten van 2021

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

1 Wageningen Food Safety Research (WFSR)

2 Wageningen Marine Research (WMR)

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

Wageningen, juli 2022

WFSR-rapport 2022.015

L.L. Leenders; L.A.P. Hoogenboom; M.J.J. Kotterman; J.C.W. Rijk; S.P.J. van Leeuwen, 2022. *Contaminanten in Chinese wolhandkrab; Resultaten van 2021*. Wageningen, Wageningen Food Safety Research, WFSR-rapport 2022.015. 26 blz.; 4 fig.; 3 tab.; 15 ref.

Projectnummer: 1227207401

BAS-code: WOT-02-001-014

Projecttitel: Monitoring contaminanten in Nederlandse vis en visserijproducten

Projectleider: S.P.J. van Leeuwen

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/572056> of op <http://www.wur.nl/food-safety-research> (onder WFSR publicaties).

© 2022 Wageningen Food Safety Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research. Hierna te noemen WFSR.

Het is de opdrachtgever toegestaan dit rapport integraal openbaar te maken en ter inzage te geven aan derden. Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het WFSR is het niet toegestaan:

- a. *dit door WFSR uitgebrachte rapport gedeeltelijk te publiceren of op andere wijze gedeeltelijk openbaar te maken;*
- b. *dit door WFSR uitgebrachte rapport, c.q. de naam van het rapport of WFSR, geheel of gedeeltelijk te doen gebruiken ten behoeve van het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin;*
- c. *de naam van WFSR te gebruiken in andere zin dan als auteur van dit rapport.*

Postbus 230, 6700 AE Wageningen, T 0317 48 02 56, E info.wfsr@wur.nl, www.wur.nl/food-safety-research. WFSR is onderdeel van Wageningen University & Research.

WFSR aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

WFSR-rapport 2022.015

Verzendlijst:

- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV): G. Mahabir; F.G.E. van den Berg
- Ministerie voor Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS): A.I. Vilorio Alebesque, N.E. Emmerik
- Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit (NVWA): Y.M. Huigen; A.D. van der Linden; J.M. de Stoppelaar
- PO IJsselmeer/Vissersbond: D.J. Berends
- Sportvisserij Nederland: J. Quak
- RWS Waterdienst: C. Schmidt; A. Houben
- Wageningen Marine Research: M.J.J. Kotterman
- Wageningen Food Safety Research: L.A.P. Hoogenboom; L.L. Leenders; S.P.J. van Leeuwen; J.C.W. Rijk
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM): A. Bulder; J. van Klaveren
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO): L.C.M. Gorissen
- NetVISwerk: J. Visser

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
2 Materiaal en methoden	10
2.1 Monsternamen en voorbereiding	10
2.2 Analyse van dioxines en PCB's	10
2.2.1 Vetextractie	10
2.2.2 Opwerking geëxtraheerd vet met de DexTech	10
2.2.3 Bepaling van dioxines en PCB's	11
2.3 Analyse van PFAS's	11
2.3.1 Extractie	11
2.3.2 Opwerking extract	11
2.3.3 Kwantificering van PFAS's	11
2.4 Analyse van zware metalen	11
2.4.1 Ontsluiting van zware metalen uit matrix	11
2.4.2 Analyse van cadmium, lood, arseen, kwik en nikkel	12
2.5 Kwaliteitszorg	12
3 Resultaten en discussie	13
3.1 Dioxines en PCB's	13
3.2 Trends voor dioxines en PCB's	13
3.3 PFAS's	15
3.4 Trends voor PFAS's	15
3.5 Zware metalen	17
4 Conclusies	18
5 Aanbevelingen	19
Literatuur	20
Bijlage 1 Biologische gegevens	21
Bijlage 2 Resultaten dioxines en PCB's op vetbasis	22
Bijlage 3 Analyseresultaten voor vet, dioxines en PCB's in wolhandkrab	24
Bijlage 4 Resultaten PFAS's in wolhandkrab 2021	25

Samenvatting

In 2021 zijn monsters Chinese wolhandkrab (*Eriocheir sinensis*; hierna wolhandkrab) onderzocht van de locaties Hollands Diep, Nieuwe Maas (Pernis) en Volkerak (Volkeraksluizen). Op deze locaties (de zogenaamd gesloten gebieden) is commerciële wolhandkrabvangst verboden. Van de locatie IJsselmeer (Kornwerderzand en Den Oever) kon geen monster verzameld worden omdat onvoldoende wolhandkrab gevangen werd als bijvangst. Evenmin kon er wolhandkrab verzameld worden van andere locaties in het IJsselmeer.

De contaminantgehalten in wolhandkrab zijn vergeleken met voorgaande jaren. Binnen deze studie is alleen bruin vlees uit het lichaam van de wolhandkrab onderzocht. Vlees uit poten en scharen is niet onderzocht omdat daarvan bekend is dat dioxine- en PCB-gehalten niet boven de maximum limiet (ML) uitstijgen (mede omdat dit vlees weinig vet bevat). Voor vlees uit het lichaam gelden geen ML's. Naast de dioxine- en polychloorbifenyyl (PCB)-gehalten zijn de gehalten aan zware metalen en per- en polyfluoralkylstoffen (PFAS's) onderzocht. Voor zware metalen in witvlees van krabben gelden ML's, maar niet voor het vlees uit het lijf. Voor PFAS's zijn nog geen ML's vastgesteld in het kader van EC 1881/2006, maar er zijn momenteel discussies gaande bij de EU en bij lidstaten, waarbij concept ML's besproken worden.

In de wolhandkrab die in 2021 is onderzocht varieerden de gehalten van 9,5 – 21,2 pg TEQ/g voor de dioxines, 12,8 – 28,7 pg TEQ/g voor de dl-PCB's, 22,4 – 49,9 pg TEQ/g voor de totaal-TEQ en 320 – 820 ng/g voor het totaal aan ndl-PCB's. De wolhandkrab gevangen op de locatie Nieuwe Maas (Pernis) was het sterkst gecontamineerd, die van locatie Hollands Diep had de laagste gehalten voor totaal-TEQ. De trendgrafieken van de dioxine-TEQ, PCB-TEQ en totaal-TEQ-gehalten voor de locaties Volkerak (Volkeraksluizen) en Nieuwe Maas (Pernis) zijn stabiel binnen een bandbreedte van 20-30% (op basis van 4 jaren), terwijl de gehalten in wolhandkrab van Hollands Diep wat lager zijn dan in voorgaande jaren.

De aanwezigheid van acht verschillende PFAS's is aangetoond. ΣPFAS-gehalten variëren van 10,4 – 12,3 ng/g product. PFOS domineert het profiel met een bijdrage aan de som van circa 50%. PFAS-gehalten in wolhandkrab van locatie Volkeraksluizen waren het hoogst en op locatie Maas (Pernis) het laagst, dit is vergelijkbaar met voorgaande jaren. Voor PFAS's zijn nog geen ML's vastgesteld.

Wat betreft de zware metalen in bruin vlees varieerden de gehalten als volgt: 0,21 – 0,54 mg/mg voor nikkel; 1,1 – 1,2 mg/kg voor arseen; 0,088 – 0,33 mg/kg voor cadmium; 0,020 – 0,024 mg/kg voor kwik en 0,029 – 0,093 mg/kg voor lood. De gehalten in wolhandkrab van de locatie Maas (Pernis) waren wat lager dan van de andere twee locaties. Ook hier geldt dat er alleen ML's zijn voor de appendages. In deze studie zijn die niet onderzocht.

1 Inleiding

Chinese wolhandkrab (*Eriocheir sinensis*, hierna aangeduid als 'wolhandkrab') wordt in Nederland commercieel bevestigd. De vangst heeft een piekseizoen in de trektijd van dit organisme lopend van september tot en met december (Bakker en Zaalmlink 2012; Kotterman et al. 2012): de wolhandkrab trekt dan uit het hele achterland, inclusief de stroomgebieden van de rivieren Maas en Rijn, richting de zee om in de winter in zout water te paaien. De wolhandkrab die tijdens deze trek gevangen wordt kan dus afkomstig zijn van zeer verschillende locaties.

Wolhandkrab is o.a. gecontamineerd met dioxines, polychloorbifenylen (PCB's), perfluoralkylverbindingen (PFAS's) en zware metalen. Dit werd duidelijk uit eerdere studies uitgevoerd in het Verenigd Koninkrijk en Nederland (Clark et al. 2009; Hoogeboom et al. 2015; Brust et al. 2018; van Leeuwen et al. 2019; Leenders et al. 2020; Leenders et al. 2021). De contaminatie van het vlees uit de scharen en poten met dioxines en polychloorbifenylen (PCB's) is beperkt en dat vlees voldoet in alle gevallen aan de Europese maximum gehalten (maximum levels of ML's), ook in geval van wolhandkrab uit sterk gecontamineerde wateren. Reden hiervoor is onder andere het zeer lage vetgehalte in het vlees uit de poten en scharen. Het vlees uit het lijf (vaak aangeduid als het bruine vlees) bevat veel vet, met name de hepatopancreas. De lipofiele contaminanten hopen dan ook voornamelijk op in het vlees uit het lijf. Bij wolhandkrab wordt al het vlees uit appendages en uit het lijf geconsumeerd. Eerdere onderzoeken waren vooral gericht op dioxines en PCB's. Naast surveys naar gehalten in wolhandkrab van diverse locaties is ook onderzocht of gehalten gedurende het seizoen sterk variëren en of de grootte van de wolhandkrab invloed heeft (Kotterman et al. 2015).

Het stroomgebied van de grote rivieren is sinds 2011 gesloten voor visserij op aal en wolhandkrab. Voor wolhandkrab worden jaarlijks een aantal trendlocaties bemonsterd. Dit betreft het Hollands-Diep, de Nieuwe Maas bij Pernis (hierna "Maas"), de Volkeraksluizen en het IJsselmeer bij de sluizen van de afsluitdijk (Kornwerderzand). Aanvullend worden regelmatig andere locaties bemonsterd. De monsters van al deze locaties worden o.a. op dioxines en PCB's, PFAS's en zware metalen onderzocht. Zo kan de overheid de ontwikkeling van de gehalten op de diverse locaties monitoren. In de periode dat de wolhandkrab trekt om te paaien – in het najaar – kan hij goed gevangen worden en (mits toegestaan) aangeboden worden op de markt. Er is gekozen om als trendlocaties de belangrijkste uittrekgebieden te selecteren, zoals weergegeven in Figuur 1. Daarmee wordt ook het achterliggende stroomgebied afgedekt. In dit rapport wordt de monitoring van een aantal locaties, gemarkeerd in Figuur 1, beschreven. Een uitgebreide achtergrondbeschrijving van wolhandkrab, de contaminatie en de consumptie is te vinden in eerdere rapporten over dit onderwerp (Bakker en Zaalmlink 2012; Kotterman et al. 2015).

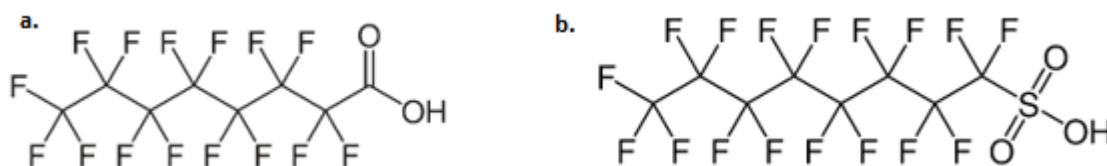


Figuur 1 Overzicht van bemonsteringslocaties voor monitoring van wolhandkrab. De blauw gemarkeerde wateren betreffen gebieden die sinds 2011 gesloten zijn voor visserij op aal en wolhandkrab. Sindsdien zijn aanvullende locaties gesloten voor visserij¹.

In 2019 heeft NVWA BuRO een risicobeoordeling uitgevoerd met betrekking tot de consumptie van wolhandkrab (NVWA BuRO, 2019). Hierin zijn een aantal risicoscenario's t.a.v. blootstelling aan dioxines en dl-PCB's beoordeeld. De conclusie luidde dat wanneer de door de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA) in 2018 afgeleide TWI van 2 pg TEQ per kg lichaamsgewicht per week gehanteerd wordt, er geen ruimte is voor consumptie van wolhandkrab, omdat de achtergrondblootstelling al hoger is dan de referentiewaarde. In dat geval zijn gezondheidseffecten als gevolg van consumptie van wolhandkrab (evenals andere hoger gecontamineerde voedingsmiddelen) niet uit te sluiten. Er zijn nationaal en internationaal geen ML's voor contaminanten in het vlees uit het lijf (bruine vlees) van wolhandkrabben. Er zijn wel ML's voor de gehalten in het vlees uit de appendages, maar eerdere studies lieten zien dat deze ML's niet overschreden worden in de wolhandkrab van de diverse locaties.

In dit rapport worden de resultaten van wolhandkrab, gevangen in 2021, beschreven. De monsters zijn onderzocht op dioxines, PCB's, PFAS's en zware metalen.

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 2.



Figuur 2 Chemische structuur van a. PFOA en b. PFOS.

Een aantal andere PFAS's zijn weergegeven in Tabel 1; deze hebben een vergelijkbare functionele groep maar een verschillende koolstofketenlengte. PFAS's zijn uitermate stabiel: ze zijn bestand tegen hoge temperaturen en chemisch nagenoeg inert, ze zijn water-, vet-, en vuilafstotend en oppervlaktespanning-verlagend. Hierdoor werden, en worden deze stoffen breed toegepast; bij oppervlaktebehandelingen van bijvoorbeeld

¹ <http://wetten.overheid.nl/BWBR0024539/2015-09-22#Opschrift>. Bijlage 15 en 16.

tapijten, textiel en leer, maar ook als surfactant in blusschuim en in de mijnbouw en olie-industrie. Door deze brede toepassingen komen ze wijd verspreid voor in ons milieu; in de grond, de lucht, het oppervlaktewater en het zeewater. Het onderwerp PFAS's is sinds 2019 veelvuldig in het nieuws behandeld vanwege o.a. de mogelijke contaminatie van grond en de gevolgen die dat had voor grondtransport in de bouwsector. PFOS en PFOA zijn Persistent Organic Pollutants (POPs)² vanwege hun persistente, bioaccumulatieve en toxische eigenschappen. PFOS en PFOA hopen niet op in vetten, zoals dioxines en PCB's, maar binden aan eiwitten in het bloed en de lever. Een aantal PFAS's komt in ons voedsel voor (Noorlander et al. 2011), inclusief een breed scala aan vissen, schaal- en schelpdieren (Zafeiraki et al. 2019). Momenteel wordt er onderzoek gedaan naar zeegroenten, vis, schaal- en schelpdieren in de Westerschelde, vanwege de aanwezigheid van een PFAS-producerende fabriek in Antwerpen, die PFAS's geloosd heeft in de rivier de Schelde³. De EFSA heeft in 2020 een nieuwe risicobeoordeling ('opinion') opgesteld waarin de risico's van PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS via inname uit voeding zijn beoordeeld (EFSA, 2020). De keuze voor deze 4 PFAS's (EFSA 4) is gedaan omdat deze het meest in humaan bloed voorkomen en ze waarschijnlijk een vergelijkbare toxische werking hebben. Samen zorgen ze voor de helft van de blootstelling van mensen. De andere helft komt met name van PFBA en PFBS die niet accumuleren in de mens. Op basis van effecten op het immuunsysteem is een TWI afgeleid van 4,4 ng/kg lichaamsgewicht per week. Dit is fors lager dan de waardes gepubliceerd in 2008 (PFOA 1500 en PFOS 150 ng/kg lichaamsgewicht per dag). De nieuwe EFSA-opinie laat ook zien dat een groot deel van de Europese bevolking de veilig geachte inname overschrijdt. Daarbij is vis één van de belangrijkste bronnen. Voor PFAS's zijn nog geen ML's vastgesteld in het kader van EC 1881/2006, maar er zijn momenteel discussies gaande bij de EU en bij lidstaten, waarbij concept ML's besproken worden. Het is de verwachting dat ML's voor 4 PFAS's (PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS) in o.a. vis en schaal- en schelpdieren gaan gelden vanaf 2023, maar de details hiervan zijn nog niet vastgesteld.

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

Afkorting	Component
Zuren:	
PFBA	Perfluorobutaanzuur
PFPeA	Perfluoropentaanzuur
PFHxA	Perfluorohexaanzuur
PFHpA	Perfluoroheptaanzuur
PFOA*	Perfluorooctaanzuur
PFNA*	Perfluorononaanzuur
PFDA	Perfluorodecaanzuur
PFUnDA	Perfluoroundecaanzuur
PFDoDA	Perfluorododecaanzuur
PFTTrDA	Perfluorotridecaanzuur
PFTeDA	Perfluorotetradecaanzuur
Sulfonaten:	
PFBS	Perfluorobutaansulfonzuur
PFHxS*	Perfluorohexaansulfonzuur
PFHpS	Perfluoroheptaansulfonzuur
PFOS*	Perfluorooctaansulfonzuur
PFDS	perfluorodecaansulfonzuur
Overig:	
GenX (HFPO-DA)	Perfluor-2-propoxypropaanzuur

² <http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/AllPOPs/tabid/2509/Default.aspx>

³ <https://www.zeeland.nl/milieu/pfas/pfas-actueel>

2 Materiaal en methoden

2.1 Monstername en voorbereiding

Voor dit onderzoek is gekozen voor vangstlocaties binnen de voor de wolhandkrabvisserij gesloten gebieden (zie Figuur 1). In 2021 is bemonsterd bij de vangstlocaties Hollands-Diep, Maas (Pernis) en Volkerak (Volkeraksluizen). Voor de vangst werd gebruik gemaakt van beroepsvissers. In de gesloten gebieden vissen zij onder de vergunning van WMR, waarbij de locatie, vistuig en visserijdagen strak zijn geregeld. WMR is fysiek aanwezig bij elke leging van de fuiken. In geval van Pernis vist de visser onder eigen vergunning met staand wand op schubvis, maar de bijvangst van wolhandkrab wordt verzameld onder de vergunning van WMR. De locaties waar de wolhandkrab wordt verzameld, gedurende welke periode en voor hoe lang is daarom ook strak gereguleerd.

De vangstgegevens, inclusief biologische gegevens van de vangst zijn weergegeven in Bijlage 1. Als ondergrens werd een gewicht van 80 gram gehanteerd. Hoewel de grootte-range van de geselecteerde krab vergelijkbaar was voor de 3 locaties, zat er wel wat variatie in het gemiddelde, waarbij Hollands Diep het laagste gemiddelde had.

Naast bovenstaande locaties was monstername in het IJsselmeer gepland op een aantal additionele locaties, om daarmee een beter beeld te krijgen van de variatie van (gehalten in) wolhandkrab in het IJsselmeer. Na veel overleg met WMR was een visser bereid om wolhandkrab uit zijn fuiken nabij Urk en bij Lemmer te leveren. Deze visser heeft uiteindelijk geen wolhandkrab geleverd en ook aangegeven dat de vangst zo gering was dat er wellicht in 2022 niet eens gevist gaat worden.

2.2 Analyse van dioxines en PCB's

2.2.1 Vetextractie

De door WMR aangeleverde mengmonsters werden gehomogeniseerd met behulp van een ultraturrax. Uit het gemalen mengmonster werd het vet geëxtraheerd en het percentage vet bepaald. Hiervoor werd 10 gram gemalen wolhandkrab overgebracht in een 500 ml fles waar 15 ml verzadigde natriumchloride oplossing, 100 ml iso-propanol en 120 ml cyclohexaan aan toegevoegd werd. Na homogenisatie en het toevoegen van 130 ml water werden de monsters gecentrifugeerd. Het organische extract werd afgescheiden, gefiltreerd over een trechter met natriumsulfaat en opgevangen in een vooraf gewogen kolf. De extractie werd tweemaal herhaald met 120 ml cyclohexaan. De cyclohexaanfase werden na centrifugeren gefiltreerd bij de voorgaande cyclohexaanfase in de vooraf gewogen kolf gevoegd. Het oplosmiddel (hexaan) 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 wolhandkrab kwantitatief bepaald.

2.2.2 Opwerking geëxtraheerd vet met de DexTech

Aan het gemalen en gehomogeniseerde monster (voordat de vetextractie plaatsvond) werd een bekende hoeveelheid van een mix van ¹³C-gelabelde interne standaarden toegevoegd. Na de vetextractie en het bepalen van het vetpercentage werd het vet opgelost in 15 ml hexaan. Vervolgens werd het monster gezuiverd door gebruik te maken van een DexTech systeem. Dit is een geautomatiseerd instrument dat gebruik maakt van vier opzuiveringskolommen. Ten eerste gaat het vet door een zure-silicakolom, waar het vet geoxideerd en verwijderd wordt. Vervolgens wordt het eluaat over een gecombineerde silicakolom geleid, waar eventuele restanten vet verwijderd worden en het eluaat wordt geneutraliseerd. De derde kolom is een aluminiumoxide-kolom, die wordt gebruikt om de interfererende componenten uit het eluaat te verwijderen. De laatste kolom die gebruikt wordt, is een koolkolom. Het eluaat dat door de koolkolom elueert, bevat de

mono-ortho gesubstitueerde en ndl-PCB's (fractie 'A'). De koolkolom wordt vervolgens in een 'reversed' mode gespoeld om de dioxines en non-ortho gesubstitueerde PCB's in een tweede fractie op te vangen (fractie 'B'). Aan beide fracties werden injectiestandaarden toegevoegd. Voor de analyse van mono-ortho gesubstitueerde en ndl-PCB's werd fractie 'A' geconcentreerd tot een eindvolume van 5 ml. Fractie 'B' (dioxines en non-ortho gesubstitueerde PCB's) werd uiteindelijk geconcentreerd tot een eindvolume van 0.5 ml.

2.2.3 Bepaling van dioxines en PCB's

Een aliquot van fractie 'A' en 'B' werd achtereenvolgens met gaschromatografie-hoge resolutie massaspectrometrie (GC/HRMS) geanalyseerd. De GC (Agilent H6890+) was voorzien van een 60 meter capillaire kolom (DB-5-MS, ID=0.25 mm). Voor de detectie werd een "Waters – Autospec Premier" of een "Thermo – DFS Magnetic Sector" HRMS gebruikt. De apparatuur werd 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.

2.3 Analyse van PFAS's

2.3.1 Extractie

Van het gemalen monster wolhandkrab 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.

2.3.2 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 kolom 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 via een filter overgebracht in een LC-vial.

2.3.3 Kwantificering van PFAS's

De monsteroplossingen werden met LC-tandem massaspectrometrie (LC-MS/MS) geanalyseerd. De LC (Shimadzu) was voorzien van een reversed-phase kolom (Waters Acquity UPLC BEH C₁₈, 50 mm x 2.1 mm i.d., 1.7 µm deeltjes). De componenten werden gescheiden met een gradiënt van 2 mM ammoniumacetaat in Milli-Q water en acetonitril. Eventuele PFAS's vanuit het LC-systeem werden vertraagd over een isolatorkolom (Waters Symmetry C₁₈, 50 mm x 2.1 mm i.d., 5 µm deeltjes) zodat ze niet tegelijk met de PFAS's vanuit de monsteroplossingen werden gedetecteerd. Voor detectie werd een "Sciex QTRAP5500" MS/MS gebruikt, waarbij zowel de natieve als ¹³C-gelabelde verbindingen met behulp van specifieke massaovergangen werden gedetecteerd.

2.4 Analyse van zware metalen

2.4.1 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.

2.4.2 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.

2.5 Kwaliteitszorg

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 PFAS's en zware metalen 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, PCB's, PFAS's en andere POP's en zware metalen in voeding en diervoeders.

3 Resultaten en discussie

3.1 Dioxines en PCB's

De resultaten van de analyses staan vermeld in Tabel 2. Zie Bijlage 2 voor de resultaten op vetbasis en Bijlage 3 voor de uitgebreide analysegegevens. Het onderzoek is beperkt tot monsters vlees uit het lijf. Vlees uit poten en scharen is niet onderzocht omdat uit eerder onderzoek bleek dat dit vlees, ook bij zwaar gecontamineerde krabben, ruim voldoet aan de geldende maximum gehalten voor totaal-TEQ en totaal-ndl-PCB's.

Tabel 2 Gehalten van dioxines en PCB's in wolhandkrab (vlees uit het lijf) bemonsterd in 2021. Gehalten zijn uitgedrukt op productbasis. Alle locaties betreffen gesloten gebied.

WFSR nr.	WMR nr. 2021/	Vangstlocatie	Vet (%)	PCDD/F-TEQ (ub)* (pg/g)	dl-PCB-TEQ (ub)* (pg/g)	Totaal TEQ (pg/g)	Totaal ndl- PCB's (ub) (ng/g)
200651916	3332	Maas, Pernis	11,4	21,2	28,7	49,9	820
200651917	3230	Volkerak, Volkeraksluizen	14,0	19,7	12,8	32,4	320
200651918	3109	Hollands Diep	11,2	9,5	12,8	22,4	404

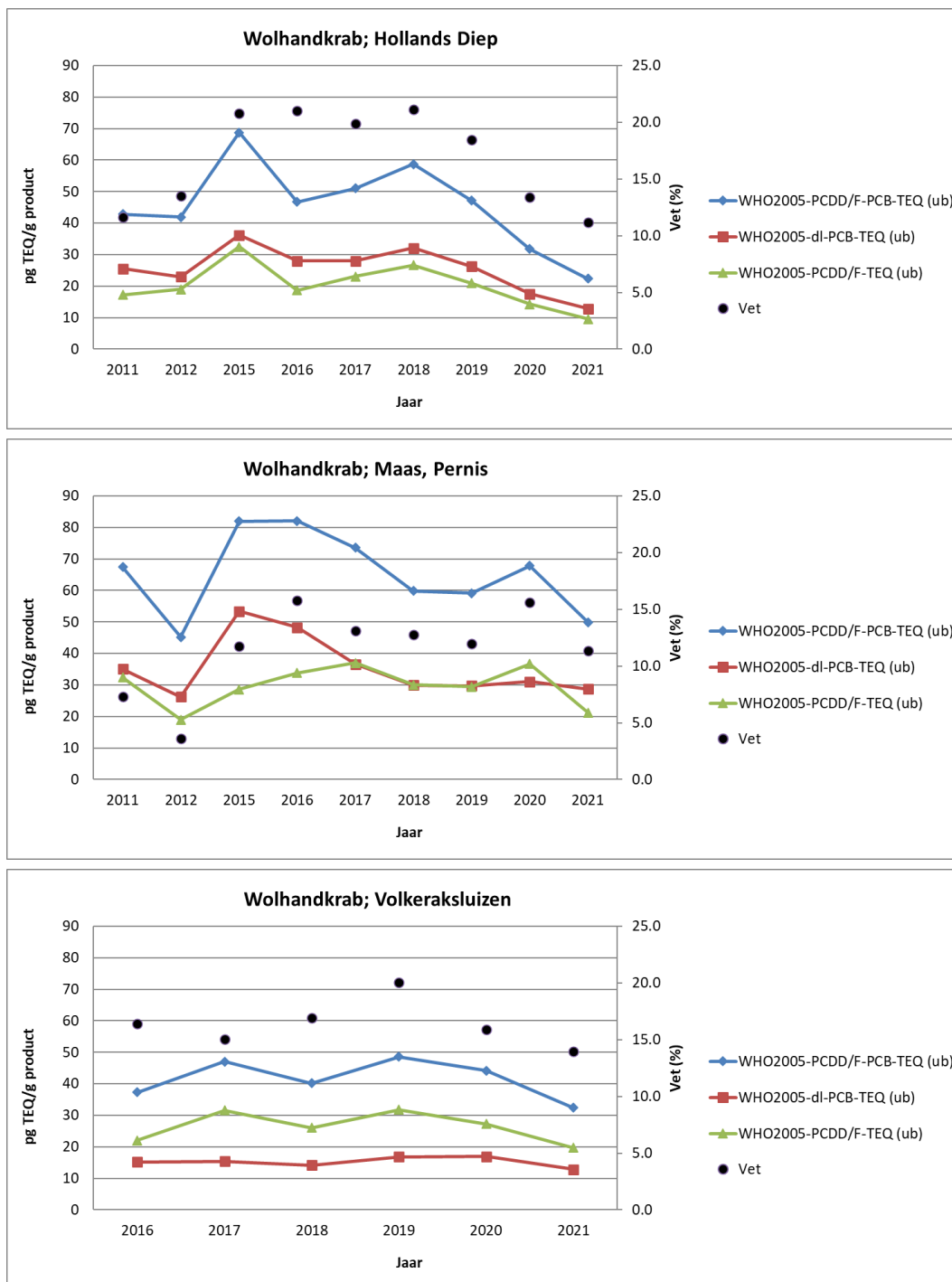
*gebaseerd op WHO2005-TEFs; upperbound (ub) gehalten

De meest gecontamineerde wolhandkrab was afkomstig uit de Maas bij Pernis. De gehalten liggen in dezelfde lijn als in voorgaande jaren (Brust et al. 2018; van Leeuwen et al. 2019; Leenders et al. 2020; Leenders et al. 2021). Niettemin variëren de gehalten van jaar tot jaar, onder anderen doordat de wolhandkrab gevangen wordt op het moment dat hij migreert. De wolhandkrab kan daardoor afkomstig zijn van een andere locatie dan in de voorgaande jaren.

3.2 Trends voor dioxines en PCB's

In dit rapport zijn, net als in voorgaande jaren, figuren gemaakt van de trends van vetgehalte, en gehalten van dioxines en PCB's. Daarmee is het mogelijk om de gehalten door de tijd heen te volgen en te evalueren. Het is bij de evaluatie van trends belangrijk om te realiseren dat wolhandkrab gevangen wordt op het moment van de trektijd; de wolhandkrab kan dus van diverse locaties stroomopwaarts komen. Dit in tegenstelling tot de rode aal, waarvan bekend is dat die op het moment van vangst voor het monitoringsprogramma, een lokale oorsprong heeft. Het gevolg hiervan is dat er bij wolhandkrab mogelijk meer variatie in de gehalten zit in de opeenvolgende jaren.

In Figuur 3 zijn de trends voor de in 2021 bemonsterde locaties weergegeven. In 2021 kon geen monster van de locatie IJsselmeer (sluizen van Den Oever of Kornwerderzand) verkregen worden. Daarom is van die locatie hieronder geen trendgrafiek weergegeven.



Figuur 3 Trends van gehalten dioxines, dl-PCB's, totaal-TEQ en vet in wolhandkrab vlees uit het lijf. De jaartallen zijn niet altijd aansluitend; soms omdat dat jaar niet bemonsterd is op die locatie, of omdat geen goed monster verkregen werd.

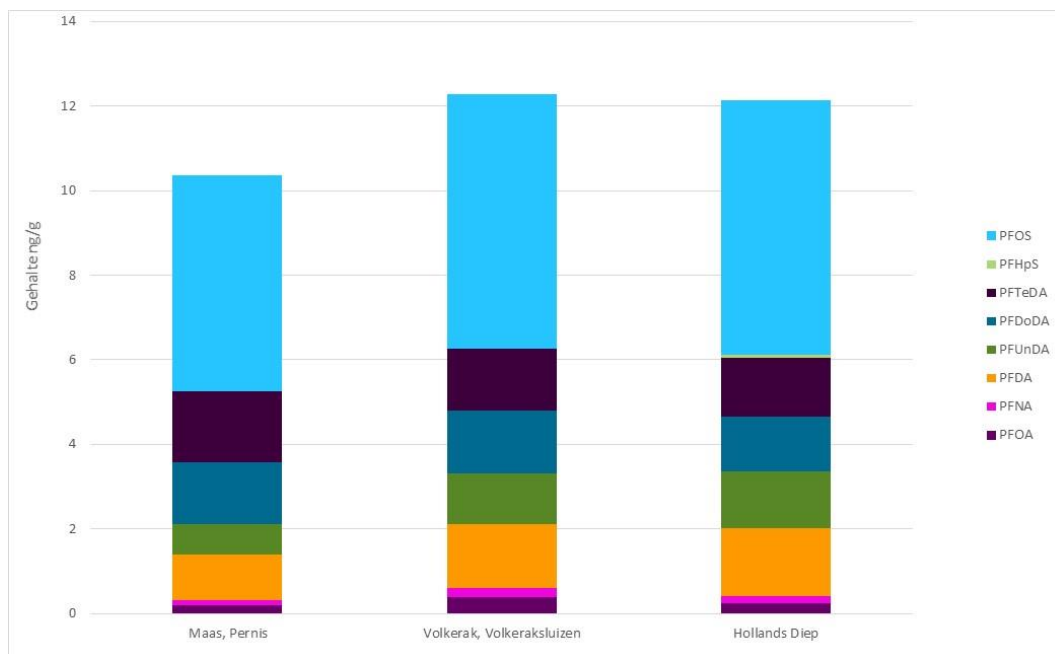
De trendgrafieken laten een variatie zien binnen een bandbreedte van circa 20-30% over de laatste jaren voor de locaties Volkeraksluizen en Maas bij Pernis. Dat geldt voor zowel de gehalten van dioxine-TEQ, dl-PCB-TEQ, totaal-TEQ, maar ook voor het vetgehalte en de bijdrage van dioxines of PCB's aan de totaal-TEQ. Bij het Hollands Diep is de variatie groter omdat de contaminantgehalten dit jaar, net als in 2020, substantieel lager zijn dan in voorgaande jaren. Ook het vetgehalte op die locatie is dit jaar lager. Het is niet duidelijk wat hiervan de oorzaak is.

De totaal-TEQ-gehalten in het Volkerak zijn net als in 2020 hoger dan het naastgelegen Hollands Diep, mogelijk omdat er door de Volkeraksluizen weinig uittrek is vanuit het Hollands Diep. Verder valt op dat op de locatie Hollands Diep de bijdrage van de dl-PCB's aan het totaal-TEQ-gehalte iets hoger is dan de dioxines,

terwijl op de locatie in het Volkerak, de dioxine-TEQ het totaal-TEQ-gehalte domineert. Dit suggereert wederom dat de populatie wolhandkrab in het Volkerak in bepaalde mate geïsoleerd is van die uit het Hollands Diep, mogelijk omdat die jaarlijks dezelfde migratieroute volgen. Op locatie Maas bij Pernis is voor het eerst in jaren de dioxine-TEQ weer wat lager dan de dl-PCB-TEQ, de voorgaande jaren waren deze nagenoeg gelijk. In Bijlage 2 zijn de trendgrafieken op vetbasis weergegeven. Op vetbasis verlopen de gehalten ongeveer als volgt: Maas (Pernis) > Hollands Diep ≈ Volkeraksluizen.

3.3 PFAS's

De volledige PFAS-resultaten van de metingen verricht in 2021 staan in Bijlage 4. Diverse PFAS's zijn aangetoond in de wolhandkrabmonsters van 2021: PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTeDA, PFHpS en PFOS. De PFOS-gehalten zijn met 5,1-6,0 ng/g op alle locaties het hoogst (Figuur 4). De bijdrage van PFOS aan het totaal is in alle drie de gevallen ongeveer 50%. Dat PFOS vaak domineert blijkt ook uit eerdere studies over wolhandkrab (Brust et al. 2018; van Leeuwen et al. 2019; Leenders et al. 2020; Leenders et al. 2021) en studies naar andere vis, schaal en schelpdieren (Zafeiraki et al. 2019). Van de drie onderzochte locaties bevat wolhandkrab gevangen in het Volkerak (Volkeraksluizen) en Hollands Diep de hoogste gehalten.



Figuur 4 PFAS-gehalten in wolhandkrab bemonsterd in 2021.

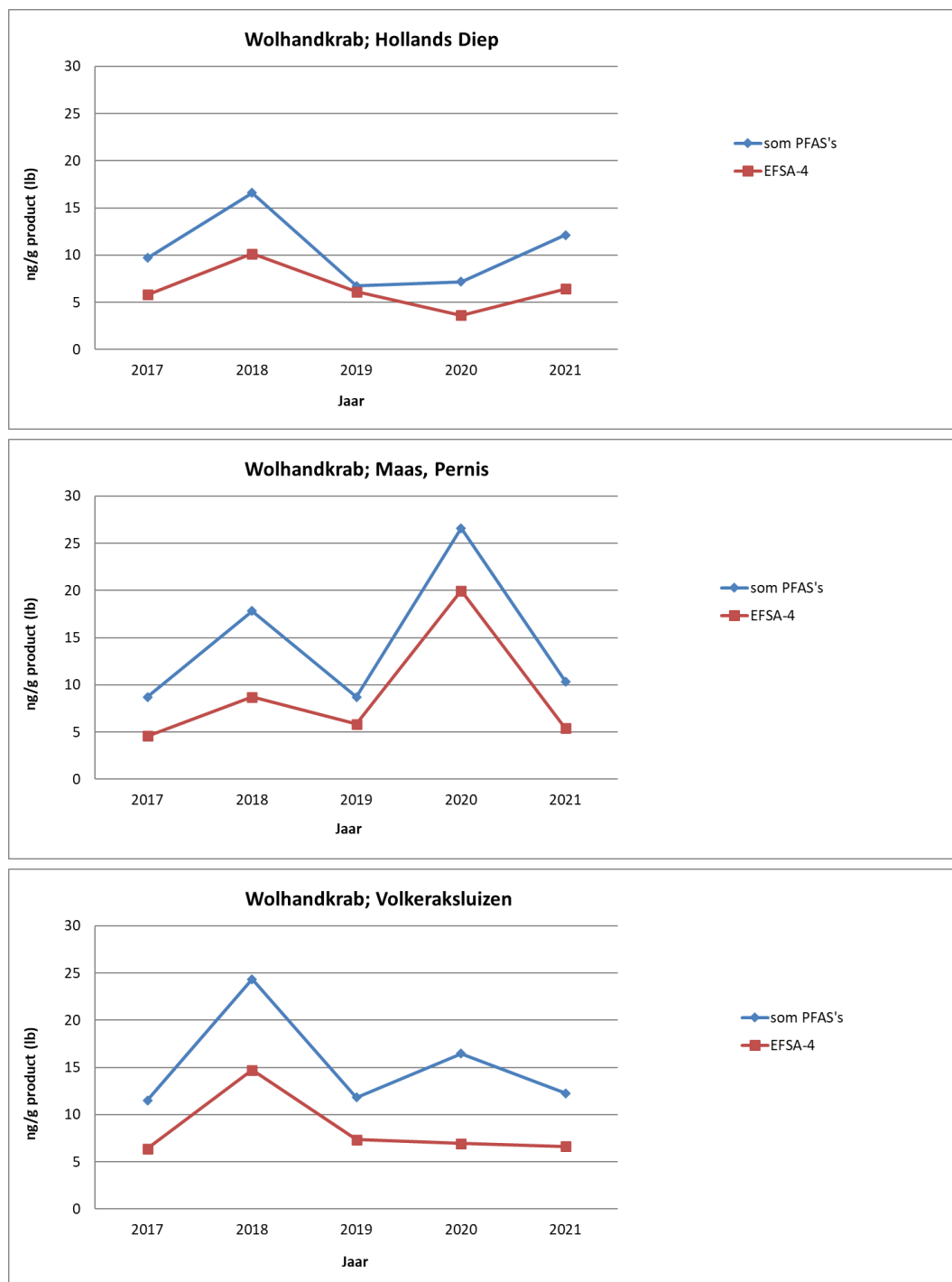
De EC werkt aan normen voor 4 PFAS's, te weten PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS. De gehalten van de eerste drie zijn veel lager dan die van PFOS of de andere componenten in Figuur 4. De gehalten van PFHxS waren allen <LOQ, en zijn daarom niet opgenomen in Figuur 4. PFOA en PFNA zijn wel aangetroffen op de drie locaties, echter in hele lage concentraties. Voor wolhandkrab lijkt de bijdrage van PFOS aan de blootstelling het meest relevant, terwijl voor andere voedingsmiddelen andere PFAS's ook een belangrijke bijdrage leveren (EFSA, 2020).

3.4 Trends voor PFAS's

In dit rapport zijn figuren gemaakt van de trends van gehalten van de som van alle PFAS's, alsmede de som van de EFSA-4 (PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS). Daarmee is het mogelijk om de gehalten door de tijd heen te volgen en te evalueren. Het is bij de evaluatie van trends belangrijk om te realiseren dat wolhandkrab gevangen wordt op het moment van de trektijd; de wolhandkrab kan dus van diverse locaties stroomopwaarts

komen. Dit in tegenstelling tot de rode aal, waarvan bekend is dat die op het moment van vangst voor het monitoringsprogramma, een lokale oorsprong heeft. Het gevolg hiervan is dat er bij wolhandkrab mogelijk meer variatie in de gehalten zit in de opeenvolgende jaren.

In Figuur 5 zijn de trends voor de in 2021 bemonsterde locaties weergegeven.



Figuur 5 Trends van gehalten PFOS en som-PFAS's in wolhandkrab vlees uit het lijf.

Met betrekking tot trends van gehalten in de tijd zijn de totaalgehalten in Figuur 5 vergelijkbaar met voorgaande jaren voor de locaties Hollands Diep en Volkeraksluizen. Waar de wolhandkrab van de locatie Maas (Pernis) vorig jaar nog fors hogere gehalten liet zien dan in voorgaande jaren, zijn de gehalten dit jaar weer in lijn met de jaren daarvoor.

3.5 Zware metalen

De gehalten zware metalen in het vlees uit het lijf van de wolhandkrab die in 2021 is verzameld, zijn weergegeven in Tabel 3. De arseengehalten vertoonden weinig variatie (1,1 – 1,2 mg/kg), evenals kwik (0,020 – 0,024 mg/kg). De variatie in nikkel, cadmium en lood is iets groter (zie Tabel 3). De locatie Maas bij Pernis wijkt af van de andere locaties met een iets lager nikkel-, cadmium- en loodgehalte. Voor zware metalen in witvlees van krabben gelden ML's (EG/1881/2006), maar niet voor het vlees uit het lijf.

Tabel 3 Gehalten zware metalen in wolhandkrab monsters vlees uit het lijf. Gehalten zijn uitgedrukt op productbasis.

WFSR nr.	WMR nr. 2021/	Vangstlocatie	Nikkel (mg/kg)	Arseen (mg/kg)	Cadmium (mg/kg)	Kwik (mg/kg)	Lood (mg/kg)
200651916	3332	Maas, Pernis	0,21	1,1	0,088	0,024	0,029
200651917	3230	Volkerak, Volkeraksluizen	0,54	1,2	0,15	0,020	0,039
200651918	3109	Hollands Diep	0,45	1,1	0,33	0,023	0,093

4 Conclusies

In 2021 is de wolhandkrab afkomstig van 3 locaties onderzocht (Volkerak (Volkeraksluizen), Maas bij Pernis en Hollands Diep) op gehalten aan dioxines en PCB's, PFAS's en zware metalen. Bemonstering van wolhandkrab in het IJsselmeer is niet gelukt, net als in voorgaande jaren.

De onderzochte monsters betroffen steeds het vlees uit het lijf. Uit dit onderzoek blijkt het volgende:

- de gehalten varieerden van 9,5 – 21,2 pg TEQ/g voor de dioxines, 12,8 – 28,7 pg TEQ/g voor de dl-PCB's, 22,4 – 49,9 pg TEQ/g voor de totaal-TEQ en 320 – 820 ng/g voor het totaal aan ndl-PCB's;
- de wolhandkrab afkomstig van locatie Maas (Pernis) is het sterkst gecontamineerd met dioxines en dl-PCB's, en die van locatie Hollands Diep het minst;
- de dioxine- en dl-PCB-trends in de wolhandkrab zijn redelijk stabiel over de laatste 4 jaren op de locaties Volkerak (Volkeraksluizen) en Maas (Pernis). De gehalten op de locatie Hollands Diep zijn lager dan voorgaande jaren;
- er zijn acht verschillende PFAS's aangetoond, Σ PFAS-gehalten variëren van 10,4 – 12,3 ng/g product. PFOS domineert het profiel met een bijdrage aan de som van circa 50%;
- PFAS-gehalten in wolhandkrab van locatie Volkeraksluizen waren het hoogst en op locatie Maas bij Pernis het laagst, dit is vergelijkbaar met voorgaande jaren;
- de gehalten van de metalen variëren als volgt: 0,21 – 0,54 mg/mg voor nikkel; 1,1 – 1,2 mg/kg voor arseen; 0,088 – 0,33 mg/kg voor cadmium; 0,020 – 0,024 mg/kg voor kwik en 0,029 – 0,093 mg/kg voor lood. De gehalten in wolhandkrab van de locatie Maas (Pernis) zijn wat lager dan van de andere twee locaties.

5 Aanbevelingen

- Er wordt aanbevolen om de monitoring van contaminanten in wolhandkrab 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.
- Er is weinig bekend over de spreiding van PFAS-gehalten in individuele wolhandkrab. Daarom wordt aanbevolen om PFAS's in individuele wolhandkrabben te gaan meten, en hierin wellicht ook een scheiding tussen wit en bruin vlees te maken.

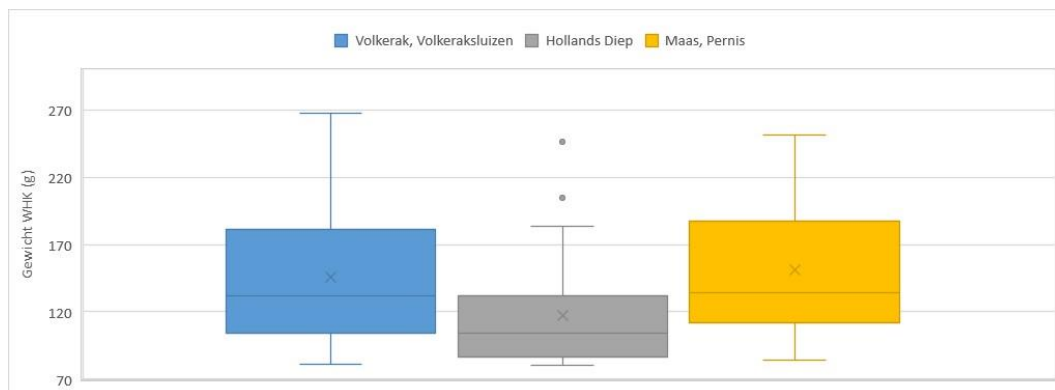
Literatuur

- Bakker, T., Zaalmink, W. (2012). De Wolhandkrab: een Hollandse exoot. Een marktverkenning. Landbouw Economisch Instituut (LEI).
- 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>.
- Brust, G.M.H., Hoogeboom, L.A.P., Kotterman, M.J.J., Leeuwen, S.P.J. van (2018). "Contaminanten in Chinese wolhandkrab: Resultaten van 2016 en 2017." RIKILT-rapport 2018.004.
- Clark, P. F., Aaverns, J.M., Cohen, B.A., Fernandes, R., Law, R.J., Rainbow, P.S., Rose, M.D., Wood, D. (2009). "Dioxin and PCB Contamination in Chinese Mitten Crabs: Human Consumption as a Control Mechanism for an Invasive Species." *Environmental Science & Technology* 43 (5): 1624-1629. <http://dx.doi.org/10.1021/es802935a>.
- European Food Safety Authority (EFSA) 2008. "Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain" *The EFSA journal* 6 (7) 653.
- European Food Safety Authority (EFSA) 2020. "Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food" *The EFSA journal* 18 (9) e06223.
- Hoogenboom, L.A.P., Hoek-van Nieuwenhuizen, M., Jeurissen, S.M.F., Kotterman, M.J.J., Lee, M.K. van der, Leeuwen, S.P.J. van, Mennes, W.C. (2015). "Dioxins, PCBs and heavy metals in Chinese mitten crabs from Dutch rivers and lakes." *Chemosphere* 123: 1-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.10.055>.
- Kotterman, M.J.J., Bierman, S., Lee, M.K. van der (2012). "Schatting percentage schone wolhandkrab in de gesloten gebieden." WMR-rapport C043/12.
- Kotterman, M.J.J., Hoogeboom, L.A.P., Leeuwen, S.P.J. van, Vries, P. de (2015). "Dioxines en PCB's in Chinese wolhandkrab; invloed van grootte en variatie door het seizoen." WMR-rapport C057/15.
- 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 2021.009.
- Leeuwen, S.P.J. van, Hoogenboom, L.A.P., Kotterman, M.J.J., Nijrolder, A.W.J.M. (2019). "Contaminanten in Chinese wolhandkrab; Resultaten van 2018." WFSR-rapport 2019.004.
- Noorlander, C.W., Biesebeek, J.D. te, Leeuwen, S.P.J. van, Mengelers, M.J., Zeilmaker, M.J. (2011). "Levels of perfluorinated compounds in food and dietary intake of PFOS and PFOA in the Netherlands." *J Agric Food Chem* 59 (13): 7496-505. <http://dx.doi.org/10.1021/jf104943p>.
- NVWA BuRO (2019). Advies over de risico's van consumptie van vlees van het lijf (bruinvlees) van de Chinese wolhandkrab (*Eriocheir sinensis*) voor de Nederlandse consument, Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit, Bureau voor Risicobeoordeling, Utrecht, Documentnummer TRCNVWA/2019/3583.
- 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 Biologische gegevens

Tabel B1 Biologische gegevens van wolhandkrabmonsters in 2021.

Locatie	Datum monstername	Aantal man	Aantal vrouw	Gewicht (g)		
				Gemiddelde	Min	Max
Volkerak, Volkeraksluizen	22-11-2021	22	3	146	81	268
Hollands Diep	05-11-2021	15	10	118	80	247
Maas, Pernis	29-11-2021	24	1	151	84	252



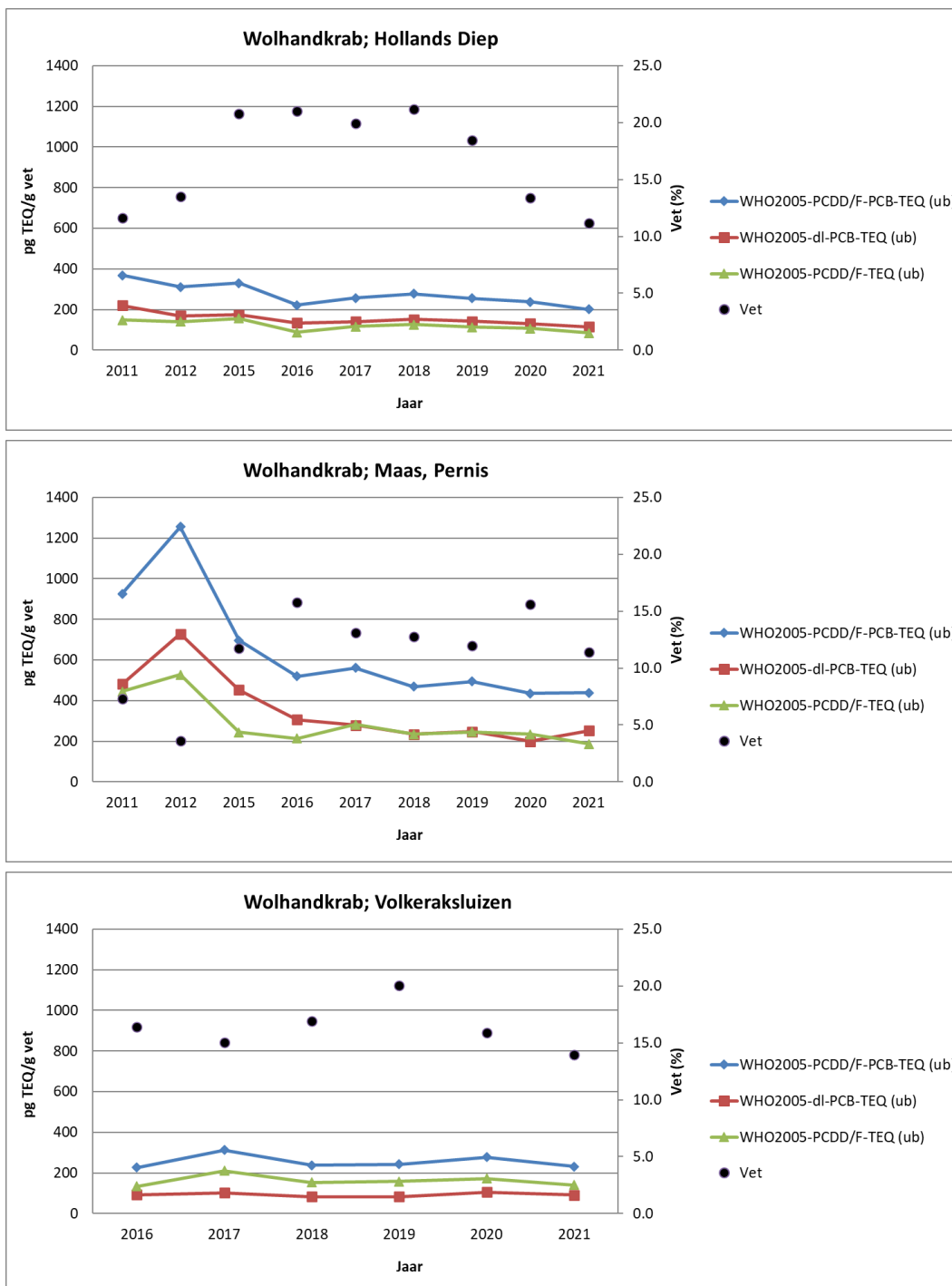
Figuur B1 Verdeling totaalgewichten wolhandkrab bemonsterd in 2021.

Bijlage 2 Resultaten dioxines en PCB's op vetbasis

Tabel B2 Gehalten van dioxines en PCB's in wolhandkrab (vlees uit het lijf) bemonsterd in 2021. Resultaten zijn uitgedrukt op vetbasis.

WFSR nr.	WMR nr. 2021/	Vangstlocatie	Vet (%)	PCDD/F-TEQ (ub)* (pg/g)	dl-PCB-TEQ (ub)* (pg/g)	Totaal TEQ (pg/g)	Totaal ndl- PCB's (ub) (ng/g)
200651916	3332	Maas, Pernis	11,4	186	252	439	7212
200651917	3230	Volkerak, Volkeraksluizen	14,0	141	92	232	2292
200651918	3109	Hollands Diep	11,2	86	115	201	3623

*gebaseerd op WHO2005-TEF's; upperbound (ub) gehalten



Figuur B2 Trends van gehalten dioxines, PCB's, totaal-TEQ en vet in wolhandkrab vlees uit het lijf op vetbasis. De jaartallen zijn niet altijd aansluitend; soms omdat dat jaar niet bemonsterd is op die locatie, of omdat geen goed monster verkregen werd.

Bijlage 3 Analyseresultaten voor vet, dioxines en PCB's in wolhandkrab

Tabel B3 *Individuele gehalten van de verschillende dioxines en PCB's in wolhandkrab (vlees uit het lijf) bemonsterd in 2021. Resultaten zijn uitgedrukt op productbasis.*

WFSR nr	200651916	200651917	200651918
Opdrachtgevern	2021/3332	2021/3230	2021/3109
Product	Wolhandkrab	Wolhandkrab	Wolhandkrab
Herkomst	Maas, Pernis	Volkeraksluizen	Hollands Diep
Vetgehalte (%)	11.4	14.0	11.2
Dioxins (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	36.7	31.1	23.1
1,2,3,7,8-PeCDF	10.0	6.41	5.73
2,3,4,7,8-PeCDF	13.2	15.8	7.8
1,2,3,4,7,8-HxCDF	15.4	8.5	7.7
1,2,3,6,7,8-HxCDF	6.52	4.47	3.05
2,3,4,6,7,8-HxCDF	3.38	3.38	1.88
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.790	0.665	0.543
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	22.0	15.5	11.4
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.56	0.54	0.44
OCDF	6.0	5.43	5.1
2,3,7,8-TCDD	8.54	8.2	2.2
1,2,3,7,8-PeCDD	1.43	1.16	0.68
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.715	0.679	0.41
1,2,3,6,7,8-HxCDD	2.42	1.98	2.37
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.800	0.709	0.53
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	4.78	2.70	4.61
OCDD	5.9	3.31	6.33
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	21.2	19.7	9.5
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	21.2	19.7	9.5
Dioxine-like-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	54.0	26.9	33.4
PCB 077	2030	975	1010
PCB 126	217	106	105
PCB 169	26.2	13.2	11.4
PCB 123	<1390	<507	<843
PCB 118	140000	38300	40100
PCB 114	1440	289	468
PCB 105	26500	6390	7990
PCB 167	10500	3610	4460
PCB 156	15800	5270	6110
PCB 157	3170	1020	1080
PCB 189	1370	814	849
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	28.7	12.8	12.8
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	28.7	12.8	12.8
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	49.8	32.4	22.3
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	49.9	32.4	22.4
Non-dioxine-like-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	25.8	8.43	7.5
PCB 052	81.9	20.6	21.9
PCB 101	147	45.3	57.9
PCB 153	331	139	174
PCB 138	156	60.0	79.0
PCB 180	78	46.6	64.1
Totaal ndl-PCB's (lb)	820	320	404
Totaal ndl-PCB's (ub)	820	320	404

*lb met lower bound detectiegrenzen.

**ub met upperbound detectiegrenzen.

Bijlage 4 Resultaten PFAS's in wolhandkrab 2021

Tabel B4 *Individuele gehalten van de verschillende PFAS's in wolhandkrab (vlees uit het lijf) bemonsterd in 2021. Gehalten zijn in ng/g product. Componenten met * zijn EFSA 4. Gehaltes lager dan LOQ van de methode worden aangeduid als <LOQ.*

WFSR nr.	WMR nr.	Locatie	PFPA	PFHpA	PFOA*	PFNA*	PFDA	PFUnDA	PFDODA	PFTeDA	PFHxS*	PFHpS	PFOS*	PFDS
	2021/													
200651916	3332	Maas, Pernis	<4,0	<0,15	0,20	0,11	1,1	0,72	1,5	1,7	<0,20	<0,040	5,1	<0,10
200651917	3230	Volkerak, Volkeraksluizen	<4,0	<0,15	0,39	0,22	1,5	1,2	1,5	1,5	<0,20	<0,040	6,0	<0,10
200651918	3109	Hollands Diep	<4,0	<0,15	0,25	0,17	1,6	1,3	1,3	1,4	<0,20	0,080	6,0	<0,10

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

WFSR-rapport 2022.015



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



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

WFSR-rapport 2022.015

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

