



Contaminanten in Chinese wolhandkrab

Resultaten van 2016 en 2017

G.M.H. Brust, L.A.P. Hoogenboom, M.J.J. Kotterman, S.P.J. van Leeuwen



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Contaminanten in Chinese wolhandkrab

Resultaten van 2016 en 2017

G.M.H. Brust¹, L.A.P. Hoogenboom¹, M.J.J. Kotterman², S.P.J. van Leeuwen¹

1 RIKILT Wageningen University & Research

2 Wageningen Marine Research (WMR)

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

Wageningen, mei 2018

RIKILT-rapport 2018.004

Brust G.M.H., L.A.P. Hoogenboom, M.J.J. Kotterman, S.P.J. van Leeuwen, 2018. *Contaminanten in Chinese wolhandkrab; Resultaten van 2016 en 2017*. Wageningen, RIKILT Wageningen University & Research, RIKILT-rapport 2018.004. 24 blz.; 3 fig.; 3 tab.; 14 ref.

Projectnummer: 122.720.74.01

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/10.18174/446746> of op www.wur.nl/rikilt (onder RIKILT publicaties).

© 2018 RIKILT Wageningen University & Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research. Hierna te noemen RIKILT.

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

- a. *dit door RIKILT uitgebrachte rapport gedeeltelijk te publiceren of op andere wijze gedeeltelijk openbaar te maken;*
- b. *dit door RIKILT uitgebrachte rapport, c.q. de naam van het rapport of RIKILT, 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 RIKILT te gebruiken in andere zin dan als auteur van dit rapport.*

Postbus 230, 6700 AE Wageningen, T 0317 48 02 56, E info.rikilt@wur.nl, www.wur.nl/rikilt. RIKILT is onderdeel van Wageningen University & Research.

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

RIKILT-rapport 2018.004

Verzendlijst:

- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV); J.B.F. Vonk; H. Offringa; D.J. van der Stelt; G. Mahabir
- Ministerie voor Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS): A.I. Vilorio Alebesque
- Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit (NVWA): R. Theelen; G.A. Lam; J.M. de Stoppelaar, A. Opperhuizen
- PO IJsselmeer/Visserijbond: D.J. Berends
- Sportvisserij Nederland: J. Quak
- RWS Waterdienst: C. Schmidt; A. Houben
- Wageningen Marine Research: M.J.J. Kotterman
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM): A. Bulder; J. van Klaveren
- NetVISwerk: A. Heinen

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Materiaal en methoden	9
2.1	Monstername en voorbereiding	9
2.2	Analyse van dioxines en PCB's	9
2.2.1	Vetextractie	9
2.2.2	Opzuivering met de PowerPrep	9
2.2.3	Bepaling van dioxines en (dl-)PCB's	10
2.3	Analyse van PFAS's	10
2.3.1	Extractie	10
2.3.2	Opzuivering	10
2.3.3	Kwantificering van PFAS's	10
2.4	Analyse van zware metalen	10
2.4.1	Ontsluiting van zware metalen uit matrix	10
2.4.2	Cadmium, lood en arseen	11
2.4.3	Kwik	11
2.5	Kwaliteitszorg	11
3	Resultaten en discussie	12
3.1	Dioxines en PCB's	12
3.2	PFAS's	13
3.3	Zware metalen	13
4	Conclusies	15
	Literatuur	16
	Bijlage 1 Biologische gegevens	17
	Bijlage 2 Resultaten dioxines en PCB's op vetbasis	18
	Bijlage 3 Resultaten dioxines en PCB's in wolhandkrab	19
	Bijlage 4 Congeneerprofielen dioxines en PCB's	21
	Bijlage 5 Resultaten PFAS's in wolhandkrab 2017	23

Samenvatting

In 2016 en 2017 zijn monsters wolhandkrab onderzocht van de locaties Hollands Diep, Nieuwe Maas bij Pernis, Volkeraksluizen (Willemstad) en Volkerak Krammersluizen. In 2016 is tevens wolhandkrab onderzocht van de locatie West Haringvlietdam en in 2017 zijn de locaties Ketelmeer en Den Oever (IJsselmeer) bemonsterd. Van deze locaties is commerciële vangst van de wolhandkrab alleen toegestaan bij Den Oever, de overige locaties zijn gesloten voor wolhandkrabvangst. De contaminantgehalten in wolhandkrab van deze locaties wordt gemonitord en vergeleken met voorgaande jaren. Naast de dioxine- en polychloorbifenylnyl (PCB)-gehalten zijn de gehalten aan zware metalen onderzocht. Binnen deze studie is alleen vlees uit het lichaam onderzocht. Van vlees uit poten en scharen is bekend dat dioxine- en PCB-gehalten niet boven de maximum limiet (ML) uitstijgen. Voor vlees uit het lichaam gelden geen ML's.

De gehalten van dioxines en PCB's in de in 2016 onderzochte krabben variëren van 18-34 pg TEQ/g voor de dioxines, 12-48 pg TEQ/g voor de dl-PCB's, 36-82 pg TEQ/g voor de totaal-TEQ en 312-1328 ng/g voor het totaalgehalte aan ndl-PCB's. De hoogste gehalten werden gemeten in krab uit de Maas bij Pernis, de laagste in krab gevangen bij de Krammersluizen.

In de krab die in 2017 is onderzocht varieerden de gehalten van 13-37 pg TEQ/g voor de dioxines, 11-40 pg TEQ/g voor de dl-PCB's, 28-74 pg TEQ/g voor de totaal TEQ en 266-1088 ng/g voor het totaal aan ndl-PCB's. Wederom was de krab uit de Maas bij Pernis het meest vervuild. Over het algemeen waren de gehalten vergelijkbaar met voorgaande jaren. In krab uit het Ketelmeer werden in 2017 lagere gehalten gevonden dan in 2015, maar deze gehalten waren wel vergelijkbaar met de jaren daarvoor.

De wolhandkrabmonsters van 2017 zijn voor het eerst geanalyseerd op tien per- en polyfluoralkylverbindingen (PFAS). De aanwezigheid van vier PFAS is aangetoond, namelijk PFDA, PFUnA, PFDaA en PFOS. De PFOS gehalten waren het hoogst met 4.6-13.4 ng/g. WHK uit Den Oever bevatte de hoogste PFAS gehalten.

Wat betreft de zware metalen gehalten in wolhandkrab is er relatief weinig variatie met betrekking tot de verschillende locaties. De grootste spreiding wordt waargenomen in het cadmiumgehalte (0.11-0.38 mg/kg). Vergeleken met eerder gerapporteerde gehalten voor het Hollands Diep en de Nieuwe Maas (2012) zijn de cadmium- en arseengehalten nu iets hoger, terwijl de lood- en kwikgehalten gemiddeld genomen lager lijken te zijn.

1 Inleiding

Chinese wolhandkrab (*Eriocheir sinensis*, hierna afgekort als WHK) wordt in Nederland commercieel bevestigd. De vangst van wolhandkrab heeft een piekseizoen in de trektijd (september t/m december) (Bakker and Zaalmink 2012; Kotterman *et al.* 2012). WHK trekt dan uit het hele achterland, inclusief de stroomgebieden van de rivieren Maas en Rijn, naar de zee om in de winter in zout water te paaieren. De WHK die tijdens deze trek gevangen wordt kan dus afkomstig zijn van zeer verschillende locaties. WHK is onder andere gecontamineerd met dioxines, PCB's en zware metalen. Dit werd duidelijk uit eerdere studies uit het Verenigd Koninkrijk en recente studies uit Nederland (Clark *et al.* 2009; Van der Lee *et al.* 2012; Kotterman *et al.* 2012; Van Leeuwen *et al.* 2013; Van Hattum *et al.* 2013; Kotterman *et al.* 2015; Hoogenboom *et al.* 2015). De contaminatie van het vlees uit de scharen en poten is beperkt en dat vlees voldoet in alle gevallen aan de maximum limieten, ook in geval van wolhandkrab uit sterk vervuilde wateren. Dit komt onder andere door het lage vetgehalte in het vlees uit de poten en scharen. Het vlees uit het lijf bevat veel vet, met name de hepatopancreas. De lipofiele contaminanten hopen dan ook voornamelijk op in het vlees uit het lijf. Eerdere onderzoeken waren meestal gericht op dioxines en PCB's. Naast surveys naar gehalten in krab van diverse locaties is ook onderzocht of gehalten gedurende het seizoen sterk variëren en of de grootte van de krab invloed heeft (Kotterman *et al.* 2015).

Het stroomgebied van de grote rivieren is momenteel gesloten voor vangst van aal en wolhandkrab. Voor WHK wordt jaarlijks een aantal trendlocaties bemonsterd. Dit betreft het Hollands-Diep, Maas bij Pernis en IJsselmeer bij Den Oever. Aanvullend worden andere locaties bemonsterd. Deze monsters worden o.a. op dioxines en PCB's onderzocht. Zo kan de overheid de ontwikkeling van de gehalten op de diverse locaties monitoren. De WHK trekt in het najaar naar zee om te paaieren. Dat is ook het moment dat hij goed gevangen kan worden en (mits toegestaan) aangeboden wordt op de markt. Er is gekozen om als trendlocaties de belangrijkste uittrekgebieden te selecteren (Figuur 1). Daarmee wordt ook het achterliggende stroomgebied afgedekt. Het voornemen is om van deze locaties jaarlijks de contaminanten in marktwaardige WHK te monitoren. Een uitgebreide achtergrondbeschrijving van WHK, de contaminatie van WHK en de consumptie van WHK is te vinden in eerdere rapporten over dit onderwerp (Van der Lee *et al.* 2012; Van Leeuwen *et al.* 2013; Kotterman *et al.* 2015; Bakker and Zaalmink 2012).

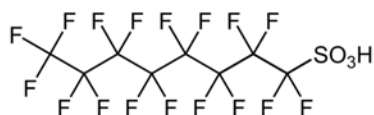


Figuur 1 Overzicht van bemonsteringslocaties voor monitoring van wolhandkrab. De blauw gemarkeerde wateren betreffen gebieden die sinds 2011 gesloten zijn voor de vangst van aal en wolhandkrab. Sindsdien zijn enkele aanvullende locaties gesloten en enkele vrijgegeven voor vangst¹.

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

In dit rapport worden de resultaten van WHK, gevangen in 2016 en 2017, beschreven. De dioxine- en PCB-gehalten van de monsters uit 2016 zijn eerder gepubliceerd in een briefrapport (Van Leeuwen 2017). Naast dioxines, PCB's en zware metalen zijn de monsters van 2017 voor het eerst onderzocht op de aanwezigheid van per- en polyfluoralkylverbindingen (PFAS).

Per- en polyfluoralkylverbindingen (PFAS's) betreffen een groep van stoffen van (volledig) gefluoreerde verbindingen. Er zijn honderden verbindingen bekend, met uiteenlopende chemische structuren (ketenlengte, functionele groepen etc.) (Buck *et al.* 2011). De twee bekendste PFAS's zijn perfluorooctaansulfonzuur (PFOS, Figuur 2) en perfluorooctaanzuur (PFOA). Andere redelijk bekende PFAS's (Tabel 1) hebben een vergelijkbare functionele groep maar een andere ketenlengte. PFAS's zijn uitermate stabiel: ze zijn bestand tegen hoge temperaturen en chemisch nagenoeg inert. PFAS's zijn water-, vet-, en vuilafstotend en oppervlaktespanning-verlagend. Hierdoor zijn deze stoffen breed toegepast, ze zijn gebruikt bij oppervlaktebehandelingen van bijvoorbeeld tapijten, textiel en leer, maar ook als surfactant in blusschuim en in de mijnbouw en olie-industrie. PFOS is een Persistent Organic Pollutant (POP), vanwege zijn persistente, bioaccumulatieve en toxische eigenschappen. PFOA is toxisch en persistent, maar is niet aangemerkt als POP, omdat het beperkt bioaccumulatief is. PFAS's komen in ons voedsel voor (Noorlander *et al.* 2011). PFOS en PFOA hopen niet op in vetten, zoals dioxines en PCB's, maar binden aan eiwitten in het bloed en de lever. Voor PFAS's zijn geen maximum limieten vastgesteld in het kader van de EC 1881/2006.



Figuur 2 Chemische structuur van PFOS.

Tabel 1 Meeste bekende PFAS's.

Afkorting	Component
PFBA	Perfluorbutaanzuur
PFPA	Perfluorpentaanzuur
PFHxA	Perfluorhexaanzuur
PFHpA	Perfluorheptaanzuur
PFOA	Perfluorooctaanzuur
PFNA	Perfluornonaanzuur
PFDA	Perfluordecaanzuur
PFUnA	Perfluorundecaanzuur
PFDoA	Perfluordodecaanzuur
PFTTrA	Perfluortridecaanzuur
PFTeDA	Perfluortetradecaanzuur
PFBS	Perfluorbutaansulfonaat
PFHxS	Perfluorhexaansulfonaat
PFHpS	Perfluorheptaansulfonaat
PFOS	Perfluorooctaansulfonzuur
PFDS	Perfluordecaansulfonaat

2 Materiaal en methoden

2.1 Monsternamen en voorbereiding

Voor dit onderzoek is gekozen voor zowel vangstlocaties binnen de voor wolhandkrabvangst gesloten gebieden als daarbuiten (fig. 1); In 2016 is bemonsterd bij de vangstlocaties Hollands Diep (nabij Moerdijkbrug), Maas Pernis, Volkeraksluizen (Willemstad), Volkerak Krammersluizen en West Haringvlietdam. Als zesde locatie stond het IJsselmeer bij Den Oever gepland, maar daar kon aanvankelijk geen volwaardig monster verzameld worden. Dat monster is in januari 2017 genomen. In het najaar van 2017 zijn monsters verzameld bij Hollands Diep, Maas Pernis, Volkeraksluizen, Krammersluizen en Ketelmeer. Dit betreffen allen de belangrijkste uittrekgebieden van wolhandkrabben, inclusief het achterliggende stroomgebied. Het voornemen is om op deze locaties jaarlijks de contaminanten in marktwaardige wolhandkrabben te monitoren. Per locatie zijn minimaal 30 wolhandkrabben gevangen en naar WMR (voorheen IMARES) vervoerd door medewerkers (indien aanwezig bij de visserij) of door een koerier. In alle gevallen betreffen de bemonsterde en geanalyseerde wolhandkrabben niet-verwaterde monsters. De aangeleverde monsters waren marktwaardig, d.w.z., de krab is ontvangen zoals die aan de afslag aangeboden zou zijn. Niet-marktwaardige krab, kleiner dan ongeveer 80 gram, werd uit de vangst verwijderd door de visser. De vangst is gekarakteriseerd bij aankomst op WMR; van alle krabben is het geslacht en gewicht genoteerd. De krabben zijn opgeslagen in een plastic zak bij -20°C tot verwerking.

Bij de verwerking is van elke krab het geslacht en totaal gewicht genoteerd. Al het vlees uit het lijf, zonder kieuwen, is verzameld en dit wordt aangeduid als het bruinvlees. Dit bevat in feite het bruine vlees plus ook een deel witvlees (spieren bij de pootaanhechtingen). Vijfentwintig krabben (twintig voor Den Oever) zijn gebruikt voor het bereiden van een mengmonster voor chemische analyse. Deze verkregen mengmonsters werden bevroren verzonden naar het RIKILT voor de analyse van PCDD/F's, dl-PCB's, ndl-PCB's, PFAS's en zware metalen.

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 monster werd het vet geëxtraheerd en het percentage vet bepaald. Hiervoor werd 10 gram gemalen WHK 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 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 40°C werd gedroogd. Na drogen werd het geëxtraheerde vet gewogen en het vetpercentage (extraheerbaar vet) in WHK kwantitatief bepaald.

2.2.2 Opzuivering met de PowerPrep

Aan het gemalen monster (voordat de vetextractie plaatsvond) werd een bekende hoeveelheid van een mix van ¹³C-isotoopgelabelde interne standaarden toegevoegd aan het monster. Na de vetextractie en het bepalen van het vetpercentage werd het vet opgelost in 30 ml hexaan. Vervolgens werd het monster gezuiverd door gebruik te maken van de PowerPrep. Deze PowerPrep 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 geneutraliseerd. De derde kolom is een alumina-oxidekolom, die wordt gebruikt om de

interfererende componenten uit het eluaat te verwijderen. De laatste kolom die wordt gebruikt 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 en de dioxines en non-ortho gesubstitueerde PCB's in een tweede fractie opgevangen (fractie "B"). Aan beide fracties werden recoverystandaarden toegevoegd. Voor de analyse van mono-ortho gesubstitueerde en ndl-PCB's wordt fractie "A" geconcentreerd tot een eindvolume van 5 ml. Fractie B (dioxines en non-ortho gesubstitueerde PCB's) wordt uiteindelijk geconcentreerd tot een eindvolume van 0,5 ml.

2.2.3 Bepaling van dioxines en (dl-)PCB's

Een aliquot van fractie "A" en "B" is achtereenvolgens met gaschromatografie-hoge resolutie massa spectrometrie (GC/HRMS) geanalyseerd. De GC (Agilent HP6890+) is voorzien van een 60 meter capillaire kolom (DB-5-MS, ID=0.25 mm). Voor detectie is een "Waters – Autospec Ultima" HRMS gebruikt. De apparatuur is zodanig afgesteld dat de resolutie minimaal 10.000 eenheden was. Van zowel de native als ¹³C-gelabelde congenen zijn twee ionen gemeten en gekwantificeerd.

2.3 Analyse van PFAS's

2.3.1 Extractie

Van het gemalen monster WHK 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 alkaline digestie werden de componenten geëxtraheerd met 10 ml acetonitril. Na centrifugeren werd het supernatant overgeschonken in een schone kunststof buis van 50 ml en werd daaraan 25 ml Milli-Q toegevoegd.

2.3.2 Opzuivering

Het extract werd opgezuiverd met solid-phase extractie (SPE). De SPE kolommetjes (Oasis WAX) werden geconditioneerd met methanol en water. Na toevoeging van het extract werd de SPE kolom achtereenvolgens gewassen met een natriumacetaat buffer pH 4 en methanol. De PFAS's werden van de kolom geëluëerd met 3 ml 2% ammoniumhydroxide in acetonitril. Na droogdampen van het eluaat onder een stikstofstroom werd het residu opgelost in acetonitril. Na toevoeging van het LC eluens (2 mM ammoniumacetaat in water) en een injectiestandaard, werd de oplossing overgebracht in een LC vial.

2.3.3 Kwantificering van PFAS's

De monsteroplossingen werden met vloeistofchromatografie-tandem massa spectrometrie (LC-MS/MS) geanalyseerd. De LC (Shimadzu) was voorzien van een reversed-phase kolom (Waters Acquity UPLC BEH C18, 50 mm × 2.1 mm i.d., 1.7 µm). De componenten werden gescheiden met een gradiënt van 2 mM ammoniumacetaat in water en acetonitril. Eventuele PFAS's vanuit het LC systeem werden vertraagd over een isolator kolom (Waters Symmetry C18, 50 mm × 2.1 mm i.d., 5 µm) zodat ze niet tegelijk met de PFAS's vanuit de monsteroplossingen werden gedetecteerd. Voor detectie is een Sciex Qtrap 6500 MS/MS gebruikt, waarbij zowel de native als ¹³C-gelabelde verbindingen met behulp van specifieke massaovergangen worden gedetecteerd.

2.4 Analyse van zware metalen

2.4.1 Ontsluiting van zware metalen uit matrix

Voor zware metalen analyses (cadmium, lood, arseen en kwik) zijn de monsters WHK bij kamertemperatuur gehomogeniseerd. Vervolgens is 1.5 gram monster ontsloten door het met 10 ml salpeterzuur (70%) in een afgesloten destructievaatje te verhitten in een magnetronoven. Na ontsluiting zijn de monsters overgebracht in een maatkolf van 50 ml en aangevuld met Milli-Q water.

2.4.2 Cadmium, lood en arseen

Bij cadmium-, lood- en arseenmetingen is gebruik gemaakt van een grafietoven- (GF) atomaire absorptie spectrometer (AAS). De atomaire absorptie van cadmium is gemeten bij een golflengte van 228,8 nm, lood bij 283,3 nm en arseen bij 193,7 nm. De gehalten zijn gemeten tegen een kalibratiecurve van standaardoplossingen met bekende concentraties.

2.4.3 Kwik

De kwikbepalingen zijn uitgevoerd met behulp van koudedamp – atomaire fluorescentie spectrometrie met amalgaam bij een golflengte van 253,7 nm (Mercur). Het aanwezige kwik in de ontsloten monsters is gereduceerd met tin(II)chloride tot metallisch kwik, vrij gemaakt van de oplossing, in dampvorm door een gascuvet geleid en met behulp van fluorescentie spectrometrie met amalgaam bij een golflengte van 253,7 nm gemeten en gekwantificeerd.

2.5 Kwaliteitszorg

De methodes voor vetextractie, opzuivering en analyse van dioxines, dl- en ndl-PCB's zijn geaccrediteerd volgens ISO 17025. Dit geldt ook voor de ontsluiting en meting van de zware metalen. De methode voor PFAS's is nog niet geaccrediteerd. De methodes worden geborgd door analyse van gecertificeerde referentiematerialen, deelname aan diverse ringstudies en de analyse (in elke batch monsters) van blanco's, gebruik van interne standaarden en recovery experimenten.

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 (bruinvlees). Vlees uit poten en scharen is niet onderzocht omdat uit eerder onderzoek bleek dat dit voldoet aan de geldende maximumlimieten voor totaal-TEQ en totaal-ndl-PCB's.

Tabel 2 Gehaltes van dioxines en PCB's in Chinese wolhandkrab bemonsterd in 2016 en 2017. Resultaten zijn uitgedrukt op productbasis.

RIKILT nr	WMR nr	Locatie	Vetgehalte (%)	PCDD/F-TEQ [ub]* pg TEQ/g	dl-PCB-TEQ [ub]* pg TEQ/g	Totaal TEQ pg TEQ/g	Totaal ndl-PCB's [ub] ng/g
200440975	2016/3305	Hollands Diep	21.0	18.6	28.0	46.6	874
200440976	2016/3406	Maas, Pernis	15.8	33.8	48.3	82.1	1328
200440978	2016/3638	Volkerak, Krammersluizen	16.2	23.8	12.4	36.2	312
200440979	2016/3739	Volkeraksluizen	16.4	22.1	15.2	37.3	441
200440977	2016/3537	West Haringvlietdam	9.7	20.8	19.6	40.4	718
200489946	2017/2544	Hollands Diep	19.9	23.1	28.0	51.1	956
200489950	2017/2649	Maas Pernis	13.1	37.0	36.5	73.6	1088
200489948	2017/2597	Volkerak, Krammersluizen	17.3	22.5	11.2	33.7	266
200489947	2017/2571	Volkeraksluizen	15.0	31.6	15.4	47.0	445
200489949	2017/2623	Ketelmeer	12.4	21.2	39.7	60.9	878
200489945	2017/2731	Den Oever	18.6	13.4	15.0	28.4	327

*WHO2005.

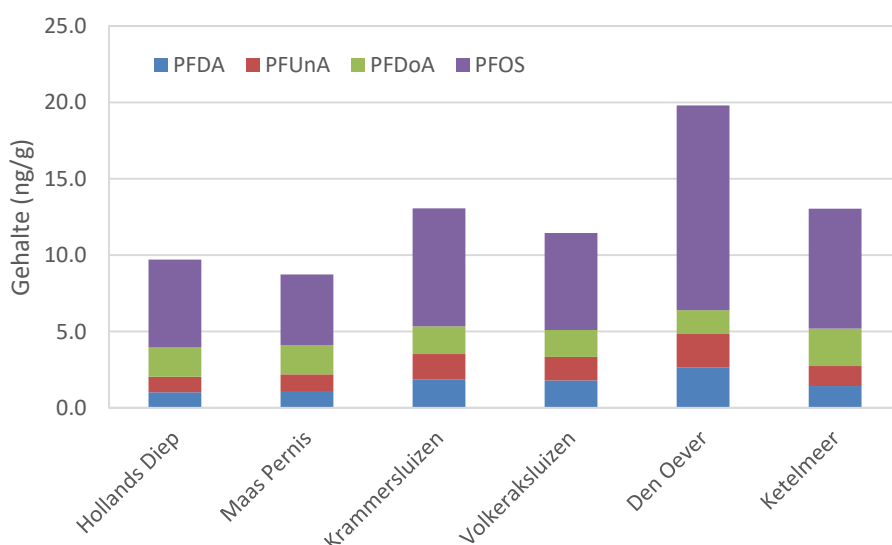
Zowel in 2016 als 2017 was de meest vervuilde krab op TEQ basis en totaal ndl-PCB gehalte afkomstig uit Maas-Pernis, gevolgd door Hollands Diep. Zowel het totaal-TEQ gehalte als de ndl-PCB's zijn voor Maas Pernis in 2017 lager dan in 2016, al liggen deze gehalten wel in dezelfde lijn als voorgaande jaren (Van Leeuwen *et al.* 2016; Van der Lee *et al.* 2012; Van Leeuwen *et al.* 2013). De gehalten in wolhandkrab variëren van jaar tot jaar, o.a. doordat de wolhandkrab gevangen wordt op het moment dat hij migreert. De krab kan daardoor afkomstig zijn van een andere locatie dan de vangstlocatie. In 2016 en 2017 is WHK bemonsterd bij twee locaties bij Volkerak: bij de Volkeraksluizen (Willemstad) en in het westen van het Volkerak bij de Krammersluizen. De verschillen tussen beide locaties zijn gering, al is het totaal-TEQ gehalte voor de locatie Volkeraksluizen in 2017 iets hoger als in 2016, wat voornamelijk wordt veroorzaakt door hogere dioxinegehalten. Voor beide locaties in het Volkerak draagt de dioxine-TEQ voor 60-70% bij aan het totaal-TEQ gehalte, in tegenstelling tot de overige locaties waar dit 35-50% is, en juist de dl-PCB-TEQ de grootste bijdrage levert. De hogere dioxine-TEQ voor WHK uit het Volkerak lijkt met name te verklaren door relatief hoge 2,3,4,7,8-PeCDF gehalten. Dit is ook te zien aan de congeneerprofielen die voor zowel de monsters van 2016 en 2017 zijn berekend voor de dioxines en PCB's (Bijlage 4). Voor de overige locaties zijn deze congeneerprofielen vergelijkbaar met de profielen in de monsters van 2015 (Van Leeuwen *et al.* 2016).

In 2015 werden in WHK uit het Ketelmeer aanzienlijk hogere gehalten gevonden dan in voorgaande jaren (Van Leeuwen *et al.* 2016). Deze gehalten zijn nu weer een stuk lager. Zo is het totaal-TEQ gehalte nu 60.9 pg TEQ/g product, waar dit in 2015 100 pg TEQ/g was. In de jaren 2010-2012 lag het

totaal-TEQ gehalte in WHK uit het Ketelmeer rond de 50 pg TEQ/g (Van Leeuwen *et al.* 2013). Ook de ndl-PCB gehaltes zijn lager dan in 2015 (totaal 878 ng/g in 2017 om 1692 ng/g in 2015). In 2015 was de krab uit het Ketelmeer groter (217 g) dan in 2017 (159 g), wat een verklaring kan zijn voor de schommeling in de dioxine- en PCB-gehaltes. Het is bekend dat dioxine- en PCB-gehaltes in grote krab gedurende het seizoen kunnen variëren (Kotterman *et al.* 2015). Voor locatie Den Oever zijn de gehaltes vergelijkbaar met 2015 (Van Leeuwen *et al.* 2016).

3.2 PFAS's

De volledige PFAS resultaten staan in Bijlage 5. Vier verschillende perfluorverbindingen zijn boven de 1 ng/g aangetoond in de WHK monsters van 2017: PFDA, PFUnA, PFDoA en PFOS. Hiervan zijn de PFOS gehaltes met 4.6 – 13.4 ng/g op alle locaties het hoogst (fig. 3). Van de zes onderzochte locaties bevat WHK gevangen bij den Oever de hoogste gehaltes aan PFAS's. PFOS is tevens de meest voorkomende perfluorverbinding in kabeljauwlevens (Hoek-van Nieuwenhuizen *et al.* 2012), baars en paling (Teunen *et al.* 2017).



Figuur 3 PFAS gehaltes in Chinese wolhandkrab bemonsterd in 2017.

3.3 Zware metalen

De gehaltes zware metalen in het bruinvlees van de wolhandkrab die in 2016 en 2017 is verzameld, zijn weergegeven in Tabel 3. De arseen- en kwikgehaltes liepen weinig uiteen (As 1.1 – 1.8 mg/kg, Hg 0.021 – 0.035 mg/kg). De spreiding in de cadmiumgehaltes was iets groter (0.11 – 0.38 mg/kg). Van de bruinvleesmonsters WHK van 2016 en 2017 bevat alleen het monster uit 2016 van de locatie Hollands Diep een loodgehalte boven de bepaalbaarheidsgrens (LOQ). Van de vier locaties die zowel in 2016 als 2017 zijn bemonsterd lijkt er bij Hollands Diep een toename te zijn in het cadmium- en het arseengehalte. In 2011 zijn monsters WHK van deze locatie eveneens onderzocht op zware metalen en destijds waren de cadmium- en arseengehaltes lager met 0.12 mg/kg Cd en 0.99 mg/kg As (Van der Lee *et al.* 2012). Datzelfde lijkt waarneembaar voor het cadmiumgehalte in WHK van de locatie Maas Pernis. Gemiddeld genomen zijn de cadmium- en arseengehaltes in WHK hoger dan eerder gerapporteerde resultaten, terwijl de lood- en kwikgehaltes juist wat lager zijn (Van der Lee *et al.* 2012). Voor zware metalen in witvlees van WHK zijn normen (EG/1881/2006), maar niet voor bruinvlees.

Tabel 3 Resultaten zware metalen in bruinvlees WHK 2016 en 2017. Resultaten zijn uitgedrukt op productbasis.

RIKILT nr	WMR nr	Locatie	Cadmium (mg/kg)	Lood (mg/kg)	Arseen (mg/kg)	Kwik (mg/kg)
200440975	2016/3305	Hollands Diep	0.27	0.067	1.4	0.029
200440976	2016/3406	Maas Pernis	0.19	<0.050	1.1	0.025
200440978	2016/3638	Krammersluizen	0.19	<0.050	1.3	0.024
200440979	2016/3739	Volkeraksluizen	0.37	<0.050	1.3	0.023
200440977	2016/3537	West Haringvlietdam	0.21	<0.050	1.2	0.022
200489946	2017/2544	Hollands Diep	0.35	<0.050	1.8	0.022
200489950	2017/2649	Maas Pernis	0.32	<0.050	1.1	0.031
200489948	2017/2597	Krammersluizen	0.14	<0.050	1.5	0.021
200489947	2017/2571	Volkeraksluizen	0.27	<0.050	1.3	0.027
200489945	2017/2731	Den Oever	0.11	<0.050	1.3	0.035
200489949	2017/2623	Ketelmeer	0.38	<0.050	1.1	0.034

4 Conclusies

In 2016 en 2017 is de Chinese wolhandkrab afkomstig van verschillende locaties onderzocht op gehalten aan dioxines en PCB's, per- en polyfluoralkylverbindingen (PFAS's) en zware metalen. De dioxine- en PCB-gehalten in krab uit de Maas bij Pernis waren zowel in 2016 als in 2017 het hoogst, gevolgd door krab uit het Hollands Diep. De gemeten gehalten zijn tussen de 13-37 pg TEQ/g voor de dioxines, 11-48 pg TEQ/g voor de dl-PCB's, 28-82 pg TEQ/g voor de totaal-TEQ en 266-1328 ng/g voor het totaalgehalte aan ndl-PCB's.

Over het algemeen komen de gehalten overeen met voorgaande jaren. In krab uit het Ketelmeer lagen de gehalten in 2017 lager dan in 2015, maar wel in lijn met de jaren daarvoor. Deze piek in 2015 was mogelijk te relateren aan de grootte van de krab.

De monsters wolhandkrab uit 2017 zijn voor het eerst onderzocht op de aanwezigheid van PFAS's. Vier verschillende PFAS's zijn aangetoond, waarvan PFOS de voornaamste is (4.6 – 13.4 ng/g). gehalten in krab uit Den Oever waren het hoogst en in krab van de Maas bij Pernis het laagst.

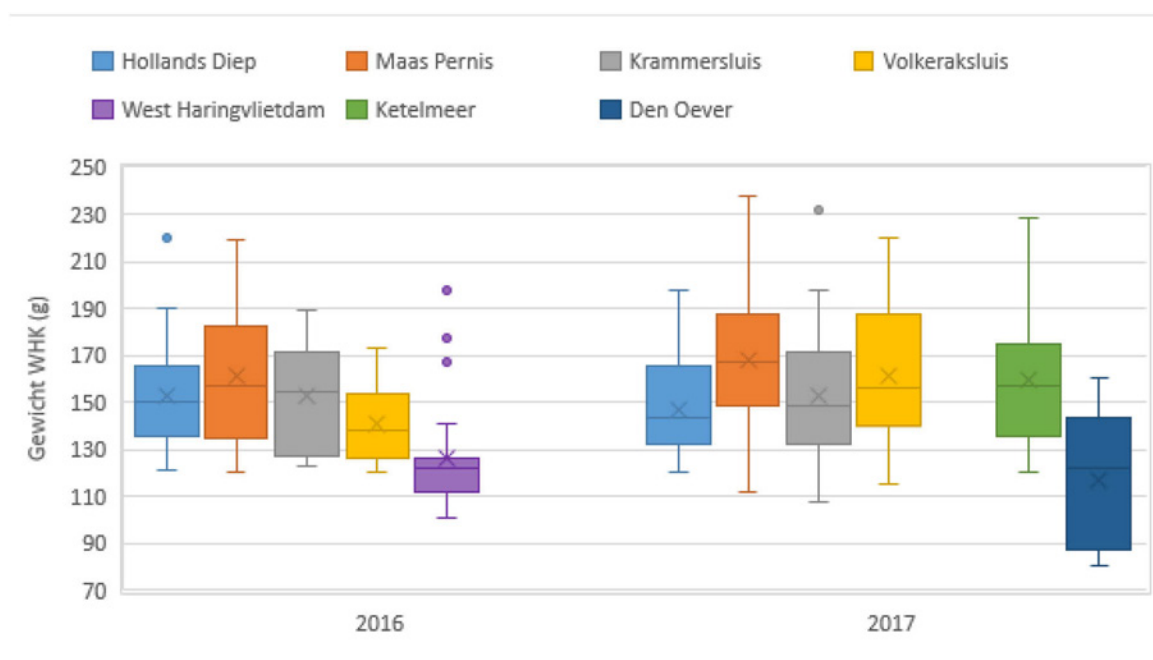
Naast organische contaminanten zijn de monsters onderzocht op de elementen arseen, cadmium, lood en kwik. Er is weinig variatie waargenomen in de arseen- en kwikgehalten over de verschillende locaties (As 1.1 – 1.8 mg/kg, Hg 0.021 – 0.035 mg/kg). Slechts één monster had een loodgehalte boven de bepaalbaarheidsgrens (Hollands Diep, 2016). De cadmiumgehalten varieerden van 0.11 – 0.38 mg/kg. Ten opzichte van de gehalten die in 2012 zijn gerapporteerd zijn de cadmium- en arseengehalten omhoog gegaan, terwijl de lood- en kwikgehalten lijken te zijn afgenomen.

Literatuur

- Bakker, T., and W. Zaalmink. 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>.
- Clark, P. F., D. N. Mortimer, R. J. Law, J. M. Avers, B. A. Cohen, D. Wood, M. D. Rose, A. R. Fernandes, and P. S. Rainbow. 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>.
- Hoek-van Nieuwenhuizen, M., C. J. A. F. Kwadijk, M. K. van der Lee, and L. A. P. Hoogenboom. 2012. Monitoring perfluor- en organotinverbindingen in kabeljauw- en heeklever: 2003-2010. Wageningen: IMARES Wageningen UR.
- Hoogenboom, R. L. A. P., M. J. J. Kotterman, M. Hoek-van Nieuwenhuizen, M. K. van der Lee, W. C. Mennes, S. M. F. Jeurissen, and S. P. J. van Leeuwen. 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., P. de Vries, S. P. J. van Leeuwen, and L. A. P. Hoogenboom. 2015. Dioxines en PCB's in Chinese wolhandkrab; invloed van grootte en variatie door het seizoen.
- Kotterman, M. J. J., M. K. van der Lee, and S. Bierman. 2012. Schatting percentage schone wolhandkrab in de gesloten gebieden. IMARES.
- Noorlander, C. W., S. P. van Leeuwen, J. D. Te Biesebeek, M. J. Mengelers, and M. J. Zeilmaker. 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>.
- Teunen, L., C. Belpaire, F. Dardenne, R. Blust, and L. Bervoets. 2017. Veldstudie naar de monitoring van biota in het kader van de rapportage van de chemische toestand voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2016. Antwerpen: Universiteit Antwerpen (UA) in samenwerking met het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM).
- Van der Lee, M. K., S. P. J. van Leeuwen, M. J. J. Kotterman, and L. A. P. Hoogenboom. 2012. Contaminanten in Chinese wolhandkrab : onderzoek naar dioxines, PCB's en zware metalen in Chinese wolhandkrab.
- Van Hattum, B., P. Nijssen, and J. F. Focant. 2013. Dioxines en PCB's in Chinese wolhandkrab uit het Benedenrivierengebied. Instituut voor Milieuvraagstukken (IVM).
- Van Leeuwen, S. P. J. 2017. Briefrapport 1726917/RIK Wolhandkrabonderzoek 2016. Wageningen: RIKILT.
- Van Leeuwen, S. P. J., L. A. P. Hoogenboom, and M. J. J. Kotterman. 2016. Contaminanten in Chinese Wolhandkrab: resultaten van 2015. Wageningen: RIKILT Wageningen UR.
- Van Leeuwen, S. P. J., M. J. J. Kotterman, M. K. van der Lee, and L. A. P. Hoogenboom. 2013. Dioxines en PCB's in Chinese wolhandkrab.

Bijlage 1 Biologische gegevens

Locatie	Datum monsternamen	Aantal man	Aantal vrouw	Gewicht (g)		
<u>2016:</u>				Gemiddelde	Min	Max
Hollands Diep nabij Moerdijkbrug	7-12-2016	13	12	153	121	220
Maas Pernis	7-12-2016	24	1	161	120	219
Volkerak Krammersluis	8-12-2016	15	10	152	123	189
Volkeraksluis Willemstad	8-12-2016	15	10	140	120	173
West Haringvlietdam	8-12-2016	20	5	126	101	198
<u>2017:</u>						
Hollands Diep	15-11-2017	14	11	147	120	198
Maas Pernis	16-11-2017	24	1	168	112	238
Krammersluizen	16-11-2017	17	8	153	108	232
Volkeraksluizen	16-11-2017	19	6	161	115	220
Ketelmeer	21-11-2017	21	4	159	120	228
Den Oever	27-01-2017	17	3	117	80	160



Figuur B1 Verdeling totaalgewichten Chinese wolhandkrab bemonsterd in 2016 en 2017.

Bijlage 2 Resultaten dioxines en PCB's op vetbasis

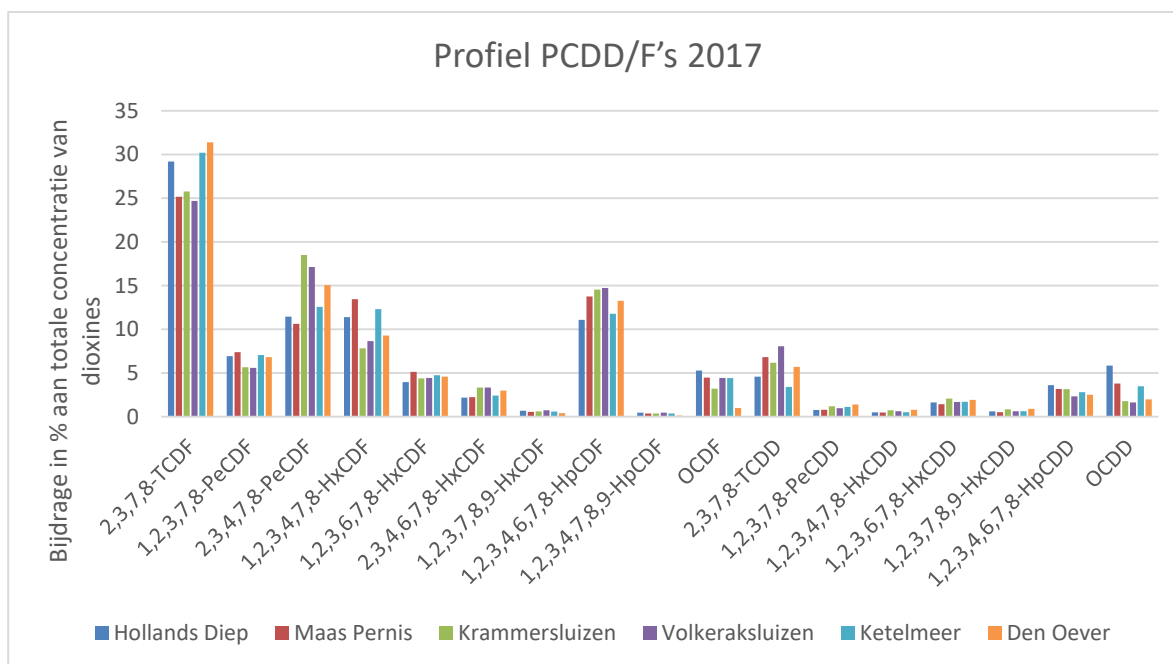
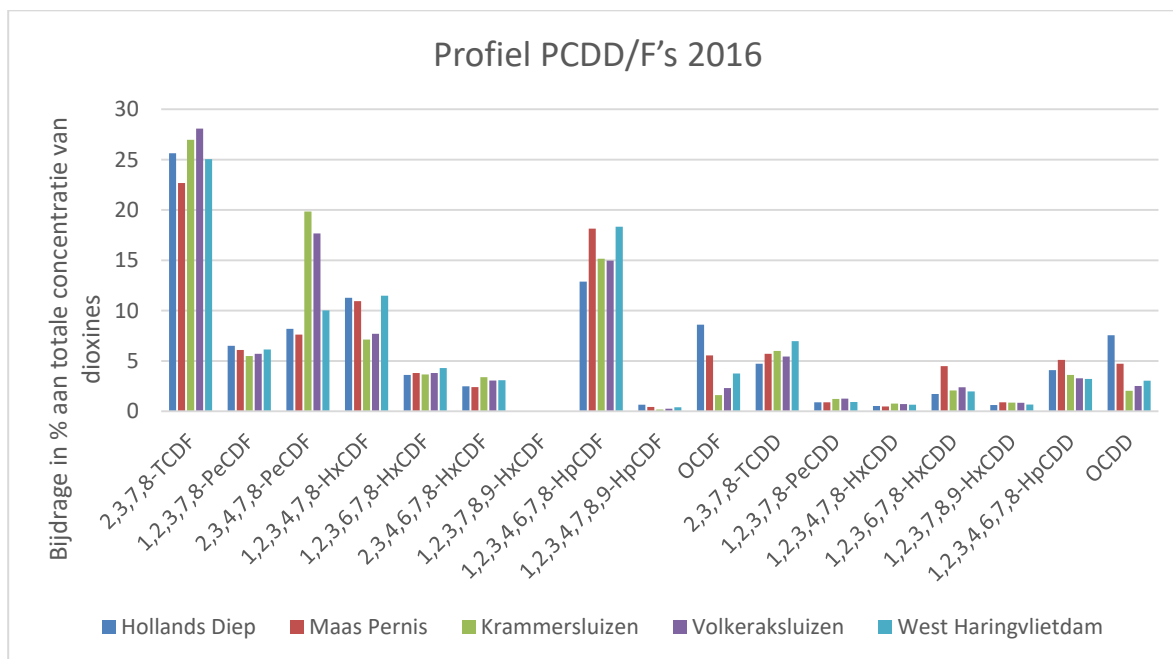
RIKILT nr	WMR nr	Locatie	Vetgehalte (%)	PCDD/F-TEQ [ub]* pg TEQ/g vet	dl-PCB-TEQ [ub]* pg TEQ/g vet	Totaal TEQ pg TEQ/g vet	Totaal ndl-PCB's [ub] ng/g vet
200440975	2016/3305	Hollands Diep	21.0	88.6	133	222	4162
200440976	2016/3406	Maas, Pernis	15.8	214	306	520	8405
200440978	2016/3638	Volkerak, Krammersluizen	16.2	147	76.5	223	1926
200440979	2016/3739	Volkeraksluizen	16.4	135	92.7	227	2689
200440977	2016/3537	West Haringvlietdam	9.7	214	202	416	7402
200489946	2017/2544	Hollands Diep	19.9	116	141	257	4806
200489950	2017/2649	Maas Pernis	13.1	283	279	562	8310
200489948	2017/2597	Volkerak, Krammersluizen	17.3	130	64.4	194	1534
200489947	2017/2571	Volkeraksluizen	15.0	210	103	313	2959
200489949	2017/2623	Ketelmeer	12.4	172	321	493	7106
200489945	2017/2731	Den Oever	18.6	72.0	80.9	153	1763

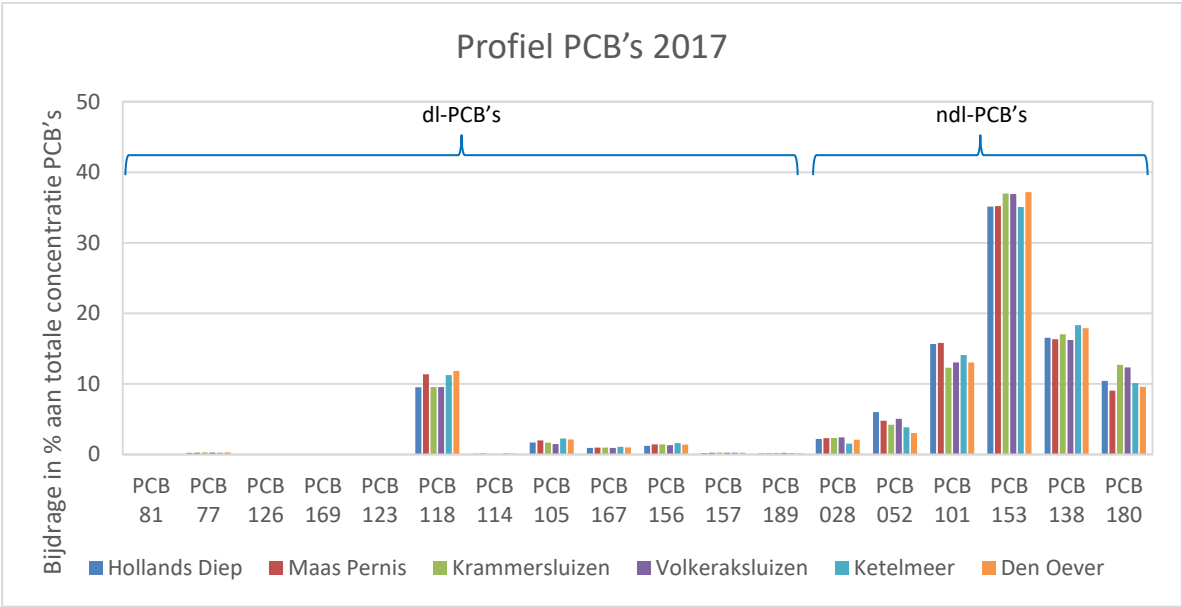
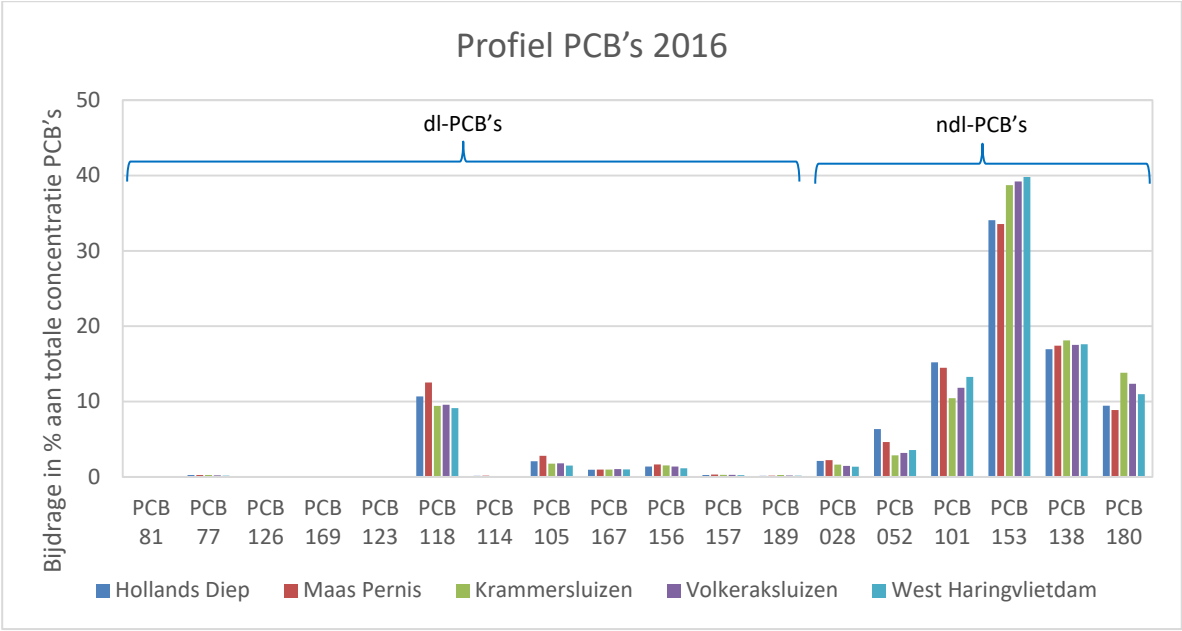
Bijlage 3 Resultaten dioxines en PCB's in wolhandkrab

Gehaltes dioxine en dioxine-achtige PCB's in pg/g product, totaal gehaltes in pg TEQ/g product, niet dioxine-achtige PCB's in ng/g product					
RIKILT nr	200440975	200440976	200440977	200440978	200440979
WMR nr.	2016/3305	2016/3406	2016/3537	2016/3638	2016/3739
Herkomst	Hollands Diep nabij Moerdijkbrug	Maas Pernis	West Haringvlietdam	Volkerak Krammersluis	Volkerak Willemstad
Product	Wolhandkrab	Wolhandkrab	Wolhandkrab	Wolhandkrab	Wolhandkrab
Vetgehalte (%)	21	15.8	9.7	16.2	16.4
Dioxinen	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	36.6	55.1	32.5	35.6	36.4
1,2,3,7,8-PeCDF	9.29	14.8	7.98	7.25	7.41
2,3,4,7,8-PeCDF	11.7	18.5	13	26.2	22.9
1,2,3,4,7,8-HxCDF	16.1	26.6	14.9	9.41	9.98
1,2,3,6,7,8-HxCDF	5.15	9.25	5.58	4.84	4.94
2,3,4,6,7,8-HxCDF	3.56	5.85	4.01	4.47	3.96
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.115	<0.206	<0.124	<0.123	<0.104
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	18.4	44.1	23.8	20	19.4
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.928	1.07	0.518	0.234	0.338
OCDF	12.3	13.5	4.88	2.12	2.99
2,3,7,8-TCDD	6.76	13.9	9.04	7.92	7.06
1,2,3,7,8-PeCDD	1.28	2.17	1.21	1.63	1.64
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.75	1.19	0.846	1.01	0.927
1,2,3,6,7,8-HxCDD	2.46	10.9	2.56	2.74	3.09
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.888	2.17	0.869	1.14	1.09
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	5.84	12.4	4.17	4.78	4.25
OCDD	10.8	11.5	3.95	2.69	3.26
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	18.6	33.8	20.8	23.8	22.1
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	18.6	33.8	20.8	23.8	22.1
non-ortho-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 81	70.4	111	36.5	23.3	28.4
PCB 77	2530	3900	1390	868	1070
PCB 126	221	373	154	103	123
PCB 169	24.9	44.8	23.7	15.8	18.2
WHO2005-NO-PCB-TEQ (lb)	23.1	39.1	16.3	10.9	13
WHO2005-NO-PCB-TEQ (ub)	23.1	39.1	16.3	10.9	13
mono-ortho-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 123	<1680	<2940	<1290	<271	<631
PCB 118	111000	205000	75700	34300	49300
PCB 114	1400	2570	633	<271	<430
PCB 105	21600	45700	12500	6350	9250
PCB 167	9790	16000	8230	3530	5260
PCB 156	14300	27000	9490	5500	7050
PCB 157	2530	4880	1910	990	1330
PCB 189	1440	2510	1360	862	978
WHO2005-MO-PCB-TEQ (lb)	4.86	9.11	3.29	1.55	2.2
WHO2005-MO-PCB-TEQ (ub)	4.91	9.2	3.33	1.56	2.23
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	28	48.2	19.6	12.4	15.2
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	28	48.3	19.6	12.4	15.2
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	46.6	81.9	40.4	36.2	37.2
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	46.7	82	40.4	36.2	37.3
ndl-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	21.9	36.5	11.2	5.96	7.55
PCB 052	66	75.5	29.5	10.4	16.4
PCB 101	158	237	110	38	60.9
PCB 153	354	549	330	141	202
PCB 138	176	285	146	66	90.2
PCB 180	98.2	145	91	50.3	63.6
Totaal ndl-PCB's (lb)	874	1328	718	312	441
Totaal ndl-PCB's (ub)	874	1328	718	312	441

Gehaltes dioxine en dioxine-achtige PCB's in pg/g product, totaal gehaltes in pg TEQ/g product, niet dioxine-achtige PCB's in ng/g product						
RIKILT nr	200489945	200489946	200489947	200489948	200489949	200489950
WMR nr.	2017/2731	2017/2544	2017/2571	2017/2597	2017/2623	2017/2649
Herkomst	Den Oever	Hollands Diep	Volkeraksluizen	Krammersluizen	Ketelmeer	Maas Pernis
Product	Wolhandkrab	Wolhandkrab	Wolhandkrab	Wolhandkrab	Wolhandkrab	Wolhandkrab
Vetgehalte (%)	18.6	19.9	15.0	17.3	12.4	13.1
Dioxinen (A-0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	24.4	47.7	41.1	32.6	45.9	58.0
1,2,3,7,8-PeCDF	5.29	11.3	9.29	7.15	10.70	17.00
2,3,4,7,8-PeCDF	11.7	18.7	28.5	23.4	19.1	24.5
1,2,3,4,7,8-HxCDF	7.2	18.6	14.4	9.88	18.70	31.00
1,2,3,6,7,8-HxCDF	3.56	6.45	7.38	5.52	7.21	11.80
2,3,4,6,7,8-HxCDF	2.32	3.54	5.55	4.20	3.67	5.13
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.32	1.10	1.21	0.75	0.87	1.24
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	10.3	18.1	24.5	18.4	17.9	31.7
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.092	0.74	0.746	0.466	0.552	0.819
OCDF	0.8	8.6	7.37	4.04	6.70	10.30
2,3,7,8-TCDD	4.43	7.5	13.40	7.80	5.18	15.70
1,2,3,7,8-PeCDD	1.08	1.25	1.62	1.49	1.69	1.79
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.608	0.81	1.040	0.91	0.762	1.080
1,2,3,6,7,8-HxCDD	1.49	2.7	2.80	2.61	2.57	3.28
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.694	0.97	1.020	1.05	0.94	1.18
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	1.94	5.9	3.86	3.98	4.26	7.28
OCDD	1.5	9.5	2.69	2.23	5.29	8.72
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb)	13.4	23.1	31.6	22.5	21.2	37.0
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub)	13.4	23.1	31.6	22.5	21.2	37.0
non-ortho-PCB's						
PCB 81	31.1	65	31.1	23.9	78.7	76.7
PCB 77	1160	2480	1330	878	2560	3260
PCB 126	123	223	126	94	327	287
PCB 169	19.3	25.4	18.4	12.9	43.8	36.9
WHO2005-NO-PCB-TEQ (lb)	13.0	23.3	13.3	9.8	34.3	30.2
WHO2005-NO-PCB-TEQ (ub)	13.0	23.3	13.3	9.8	34.3	30.2
mono-ortho-PCB's						
PCB 123	<490	<1420	<610	<297	<1620	<1440
PCB 118	46800	106000	49400	29700	119000	148000
PCB 114	473	1110	301	221.0	1510.0	1570.0
PCB 105	8410	18800	7590	5200	23900	26000
PCB 167	3920	10200	4700	2980	11300	12500
PCB 156	5550	13600	6700	4400	17000	18500
PCB 157	952	2230	1260	808	2750	3190
PCB 189	565	1570	1090	667	1690	1870
WHO2005-MO-PCB-TEQ (lb)	2.00	4.61	2.13	1.32	5.31	6.35
WHO2005-MO-PCB-TEQ (ub)	2.01	4.65	2.15	1.33	5.36	6.39
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb)	15.0	27.9	15.4	11.2	39.6	36.5
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub)	15.0	28.0	15.4	11.2	39.7	36.5
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb)	28.4	51.0	47.0	33.7	60.8	73.5
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub)	28.4	51.1	47.0	33.7	60.9	73.6
ndl-PCB's						
PCB 028	8.2	24.5	12.5	7.27	16.20	30.10
PCB 052	12.0	66.9	26.1	13.1	40.7	62.3
PCB 101	52	174	68	38.2	149.0	206.0
PCB 153	147	391	191	115	371	459
PCB 138	71	184	84	53.0	194.0	213.0
PCB 180	37.9	116	63.8	39.5	107.0	118.0
Totaal ndl-PCB's (lb)	327	956	445	266	878	1088
Totaal ndl-PCB's (ub)	327	956	445	266	878	1088
lb met lower bound detectiegrenzen						
ub met upper bound detectiegrenzen						

Bijlage 4 Congeneerprofielen dioxines en PCB's





Bijlage 5 Resultaten PFAS's in wolhandkrab 2017

RIKILT nr	WMR nr	Locatie	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnA	PFDoA	PFHpS	PFOS	PFDS
200489946	2017/2544	Hollands Diep	<1	<1	<1	<1	1.0	1.0	1.9	<1	5.8	<1
200489950	2017/2649	Maas Pernis	<1	<1	<1	<1	1.1	1.1	1.9	<1	4.6	<1
200489948	2017/2597	Krammersluizen	<1	<1	<1	<1	1.9	1.7	1.8	<1	7.7	<1
200489947	2017/2571	Volkeraksluizen	<1	<1	<1	<1	1.8	1.5	1.8	<1	6.4	<1
200489945	2017/2731	Den Oever	<1	<1	<1	<1	2.6	2.2	1.6	<1	13.4	<1
200489949	2017/2623	Ketelmeer	<1	<1	<1	<1	1.4	1.3	2.4	<1	7.9	<1

RIKILT Wageningen University & Research
Postbus 230
6700 AE Wageningen
T 0317 48 02 56
www.wur.nl/rikilt

RIKILT-rapport 2018.004

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, 5.000 medewerkers en 10.000 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



RIKILT Wageningen University & Research
Postbus 230
6700 AE Wageningen
T 0317 48 02 56
www.wur.nl/rikilt

RIKILT-rapport 2018.004

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, 5.000 medewerkers en 10.000 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.

