

Actieve biologische Monitoring Zoete Rijkswateren: microverontreinigingen in driehoeksmosselen – 2010

S.T. Glorius en M.J.J. Kotterman

Rapport C058/11



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Oprichtgever:

Rijkswaterstaat Waterdienst
Postbus 17
8200 AA Lelystad

Publicatiedatum:

April 2011

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68
1970 AB IJmuiden
Phone: +31 (0)317 48 09
00
Fax: +31 (0)317 48 73 26
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

P.O. Box 77
4400 AB Yerseke
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 59
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

P.O. Box 57
1780 AB Den Helder
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)223 63 06 87
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

P.O. Box 167
1790 AD Den Burg Texel
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 62
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

© 2011 IMARES Wageningen UR

IMARES is onderdeel van Stichting DLO
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V12

Inhoudsopgave

| | |
|---|----|
| Inhoudsopgave..... | 3 |
| Voorwoord | 5 |
| Samenvatting..... | 6 |
| 1. Inleiding | 8 |
| 1.1 Biomonitor | 8 |
| 1.2 MWTL driehoeksmosselen programma | 9 |
| 1.3 Eenmalig extra onderzoek..... | 9 |
| 2. Methoden..... | 10 |
| 2.1 Bemonstering driehoeksmosselen | 10 |
| 2.2 Uitvoering ABM onderzoek | 13 |
| 2.3 Analysemethoden | 14 |
| 2.3.1 Algemeen | 14 |
| 2.3.2 Vocht-, as- en vetgehalte..... | 14 |
| 2.3.3 Kwik 15 | |
| 2.3.4 Cadmium en lood | 15 |
| 2.3.5 PCB's 15 | |
| 2.3.6 Non-ortho PCB's | 15 |
| 2.3.7 PBDE's 16 | |
| 2.3.8 PAK's 16 | |
| 2.3.9 Organotinverbindingen | 16 |
| 2.4 Toetsingscriteria | 16 |
| 3. Resultaten..... | 20 |
| 4. Bespreking resultaten | 22 |
| 4.1 Veranderingen van de biochemische samenstelling van mosselmonsters..... | 22 |
| 4.2 Veranderingen van de gehalten aan microverontreinigingen..... | 23 |
| 4.3 Risico-analyse | 28 |
| 4.4 Effect van verwatering | 29 |
| 5. Conclusies..... | 31 |
| 5.1 Algemeen..... | 31 |
| 5.2 Analyseresultaten | 31 |
| 5.3 Extra onderzoek naar verwatering..... | 32 |
| 6. Aanbevelingen | 33 |
| 7. Kwaliteitsborging..... | 34 |

| | |
|---|----|
| Referenties | 36 |
| Verklarende woordenlijst..... | 37 |
| Verantwoording | 38 |
| Bijlage A. Datum van ophalen / inhangen mosselen en accumulatie ­ duur | 39 |
| Bijlage B. Monstergegevens..... | 40 |
| Bijlage C. Frequentieverdeling..... | 42 |
| Bijlage D. Metalen..... | 43 |
| Bijlage E. PCBs en OCPs (HCB en HCBD) | 44 |
| Bijlage H. Organotinverbindingen | 50 |
| Bijlage I. Rapportagegrenzen..... | 51 |

Voorwoord

Rijkswaterstaat Waterdienst van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is in 1992 gestart met de uitvoering van het monitoringprogramma "Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren". Dit vormt een onderdeel van "Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands" (MWTL).

Doelstellingen van de metingen zijn:

- het signaleren van langjarige ontwikkelingen in de biologische toestand van watersystemen (trend).
- periodieke toetsing van de toestand aan criteria die voortvloeien uit de toegekende functies van wateren (controle).

Een deelproject van de monitoring heeft als werktitel "Microverontreinigingen in driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*)", vanaf 2010 onderdeel van de chemische monitoring zoete Rijkswateren, en wordt uitgevoerd door IMARES.

De uit te voeren werkzaamheden betreffen het bemonsteren van driehoeksmosselen en het analyseren van microverontreinigingen daarin.

Dit rapport bevat de resultaten van het onderzoek in 2010 van het genoemde deelproject.

Het project wordt begeleid door M.H. van der Weijden van Rijkswaterstaat Waterdienst. Als projectleider en contactpersoon voor IMARES fungeert S.T. Glorius.

Samenvatting

In het kader van de Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren is in 2010 een actieve biologische monitoring (ABM) onderzoek uitgevoerd met driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*) in een aantal zoete Rijkswateren. Het betreft de uitvoering van het deelproject "Microverontreinigingen in driehoeksmosselen 2010" dat in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat wordt uitgevoerd door IMARES te IJmuiden.

In dit rapport worden de analyseresultaten van het monitorprogramma besproken evenals het resultaat van een extra eenmalig onderzoek naar het effect van verwatering.

Voor de actieve biologische monitoring werden driehoeksmosselen afkomstig van een relatief schone locatie (Zeughoek, IJsselmeer) gedurende zes weken uitgezet in de te monitoren locaties waarvan men inzicht wil hebben in het gehalte aan microverontreinigingen in het oppervlaktewater. Na afloop van de blootstellingsperiode is het gehalte van de microverontreinigingen in het mosselweefsel bepaald.

In 2010 werden de volgende vijf Rijkswateren onderzocht:

Haringvliet - *Haringvlietsluis*,
Hollandsch Diep - *Bovensluis*,
Volkerak Zoommeer - *Steenbergen*,
Bijlandsch Kanaal (Rijn) - *Bovenrijn*,
Nieuwe Waterweg - *Maassluis*.

De mosselweefsels zijn geanalyseerd op PCB's (inclusief de non-ortho PCBs 77, 105 en 156), PAK's, zware metalen (kwik, cadmium en lood), OCPs (HCB en HCBd) en een drietal vlamvertragers van de groep polygebromeerde difenylethers (PBDE's). Daarnaast is voor de locaties Haringvliet en Maassluis het gehalte aan zes organotinverbindingen bepaald evenals voor het uitgangsmateriaal (IJsselmeer, Zeughoek).

Van de zware metalen is, ten opzichte van het uitgangsmateriaal, met name de concentratie lood toegenomen, kwik laat slechts een geringe toename zien en cadmium nam alleen voor locatie Maassluis toe. Kwik en lood zijn in de hoogste concentraties gemeten op locaties Hollandsch Diep en Bijlandsch Kanaal (Rijn) terwijl de hoogste cadmium concentratie in Maassluis gemeten is. Alle metalen voldoen aan de MKN en warenwet norm. De MTR norm wordt echter voor de metalen cadmium en kwik overschreden voor alle locaties inclusief het uitgangsmateriaal.

De PCB concentratie nam fors toe op de onderzoeklocaties ten opzichte van het uitgangsmateriaal. De MTR, MKN en consumptienorm worden echter niet overschreden voor PCB's. De hoogste concentraties zijn gemeten voor locatie Haringvliet, Hollandsch Diep en Maassluis. Van de non-ortho PCB's nam alleen PCB 77 fors toe.

De HCB concentratie nam fors toe met als uitschieter locatie Maassluis waar de concentratie met een factor 25 toenam ten opzichte van het uitgangsmateriaal. Er is echter geen norm overschrijding voor HCB geconstateerd. De concentratie HCBd in het mosselweefsel nam minder sterk toe, de concentratie was met name voor locatie Bijlandsch kanaal hoog.

Van de PAK verbindingen was de concentratie fluoranteen en chryseen relatief hoog voor het uitgangsmateriaal. Hoewel de PAK verbindingen over het algemeen toegenomen zijn op de onderzoeklocaties, wordt de warenwetnorm (alleen bepaald voor benzo(a)pyreen) niet overschreden.

De PBDE concentratie is laag in het uitgangsmateriaal en neemt toe op locaties Hollandsch Diep, Maassluis en Bijlandsch Kanaal (Rijn). Onderzoeklocaties Haringvliet en Volkerak laten geen duidelijke toename zien.

Organotinverbindingen zijn gemeten voor de locaties Zeughoek (referentie), Haringvliet en Nieuwe Waterweg - Maassluis. Concentraties liggen over het algemeen onder de detectiegrens. Alleen tributyltin wordt voor alle locaties boven de detectiegrens gemeten en neemt met ongeveer een factor 3 toe voor beide onderzoeklocaties.

Aanleiding voor het eenmalig extra onderzoek naar verwatering is het vermoeden dat er mogelijk een verschil optreedt tussen de onderzoeklocaties die niet verwaterd worden en het uitgangsmateriaal dat wel verwaterd wordt. Het effect van verwatering blijkt niet eenduidig voor alle contaminanten. De concentratie lood en HCBD lijken af te nemen na verwatering terwijl de PCB concentratie gelijk lijkt te blijven en PAK gehalten eerder lijken toe te nemen. Over de mechanismen kan gespeculeerd worden, lood lijkt in hoge concentraties in het maag- darm kanaal aanwezig te zijn, terwijl HCBD als mobiele stof wordt erkend. PCB's lijken sterk geassocieerd te zijn aan het mosselweefsel en spoelen niet uit. Sommige PAK verbindingen (m.n. die een hoge log Kow waarden hebben) nemen toe. Tot op heden is er geen duidelijke verklaring gevonden voor de geconstateerde toename in PAK gehalten na verwatering.

1. Inleiding

1.1 Biomonitor

Aquatische organismen lenen zich uitstekend als biomonitor ten behoeve van de monitoring van contaminanten in zoetwater ecosystemen, vooral als de gehalten van deze contaminanten in het water extreem laag zijn in vergelijking met die in het organisme zelf. De analytische bepaling van contaminanten in het water blijkt dan ofwel niet mogelijk, of slechts met een relatief grote meetfout te kunnen worden uitgevoerd. Bodemorganismen, zoetwatermosselen en vissoorten als aal, snoekbaars, en blankvoorn worden het meest gebruikt in de monitoring van contaminanten in zoetwatersystemen.

Zo'n biologisch monitororganisme moet echter aan een aantal voorwaarden voldoen om geschikt te zijn voor de kwantificering van contaminanten in een milieucompartiment.

Het monitororganisme dient plaatsgebonden te zijn, zodat gemeten interne gehalten ook daadwerkelijk inzicht geven over de beschikbaarheid van contaminanten op vooraf vastgestelde locaties. Bodemorganismen of zoetwatermosselen voldoen duidelijk aan deze voorwaarde, maar zijn niet steeds in voldoende mate aanwezig of ontbreken op belangrijke locaties geheel. Een actieve biologische monitoring waarbij zoetwatermosselen van één bepaalde herkomst worden uitgezet gedurende een vaste tijd op de te meten locaties, kan dan uitkomst bieden. Daarnaast dient het monitororganisme tolerant te zijn voor microverontreinigingen en moet het mogelijk zijn dat deze tot hoge concentraties accumuleren in het weefsel.

Voor de uitvoering van actieve biomonitoring in het zoete water blijkt de driehoeksmossel *Dreissena polymorpha* zeer geschikt te zijn. De driehoeksmossel komt wijd verspreid in de binnenwateren voor, is sterk plaatsgebonden en relatief tolerant voor de aanwezigheid van verontreinigende stoffen (Marquenie, 1981). Tevens kunnen microverontreinigingen in de weefsels van de driehoeksmossel tot hoge concentraties accumuleren. Bepaalde stofgroepen (zwarte metalen, PAK's) accumuleren in driehoeksmosselen veel beter dan in hogere aquatische organismen zoals vissen (Pieters en Verboom, 1994, Kraak ea 1991).

Naast het accumulatie-niveau en de biobeschikbaarheid van microverontreinigingen kan tevens een beeld verkregen worden van de beïnvloeding op biologische parameters zoals sterfte en groei. Voordelen van deze methode zijn dat verschillen in waterkwaliteit tussen diverse locaties snel in kaart gebracht kunnen worden, omdat steeds van hetzelfde uitgangsmateriaal gebruik wordt gemaakt en de invloed van puntbronnen direct zichtbaar worden (Van der Valk e.a. 1989).

Het achtergrondniveau van accumulerende stoffen in het uitgangsmateriaal is van groot belang. Bij een hoog niveau in het referentiegebied kunnen de verschillen in de concentraties tussen de locaties na afloop van de ABM (actieve biologische monitoring) minder duidelijk zijn. Ook bestaat dan de mogelijkheid dat de mosselen op een weinig gecontamineerde locatie geen contaminanten opnemen maar langzaam uitscheiden. Dit maakt het verklaren van de resultaten lastig.

1.2 MWTL driehoeksmosselen programma

In het kader van het deelproject "Accumulatie van microverontreinigingen in driehoeksmosselen, 2010" werden ABM onderzoeken door IMARES uitgevoerd op een vijftal locaties (plus de referentie locatie; IJsselmeer, De Zeughoek) in het Nederlandse oppervlaktewater. De locaties voor het uithangen van de driehoeksmosselen zijn afgestemd op de locaties, waaraan in het kader van het MWTL meetnet analyses in zwevend stof worden verricht. In 2010 zijn de onderzochte Rijkswateren:

Haringvliet - *Haringvlietsluis*,
Hollandsch Diep - *Bovensluis*,
Volkerak Zoommeer - *Steenbergen*,
Bijlandsch Kanaal (Rijn) - *Bovenrijn*,
Nieuwe Waterweg - *Maassluis*.

In de bemonsterde mosselen zijn chemische analyses uitgevoerd voor PCB's, PAK's, zware metalen (kwik, cadmium en lood) en twee OCP's (HCB en HCBd). Organotinverbindingen zijn geanalyseerd in het uitgangsmateriaal (Zeughoek), Haringvliet en Nieuwe Waterweg. Vlamvertragers worden in de Europese Kaderrichtlijn Water (sinds 2000 van kracht) genoemd als prioritaire stoffen. De chemische en fysische eigenschappen, het gedrag in het milieu en de toxiciteit, van gebromeerde vlamvertragers lijken sterk op die van PCB's en DDT. Aangezien de drie genoemde PBDE's uit de zogenaamde "penta-mix" (welke reeds is verboden) de hoogste bioaccumulatie vertonen en daarmee het hoogste risico inhouden, zijn deze stoffen in het programma opgenomen.

1.3 Eenmalig extra onderzoek

Naast de 'standaard' metingen is dit jaar een extra onderzoek uitgevoerd naar de invloed van verwatering. De aanleiding hiervoor is het vermoeden dat er mogelijk een verschil optreedt tussen de onderzoeklocaties, die niet verwaterd worden maar direct geanalyseerd, en het uitgangsmateriaal, dat wel verwaterd wordt.

In de normale procedure wordt het uitgangsmateriaal eerst 'verwaterd'. Hiervoor worden tot het tijdstip van uithangen de mosselen enige tijd bewaard in een doorstroomaquarium met kopervrij leidingwater bij 10 tot 15 °C en een zuurstofgehalte hoger dan 7 mg/l. Wanneer de mosselen niet verwaterd worden (onderzoeklocaties), kan het zijn dat de contaminanten in de maag-darm inhoud meegenomen worden in de analyse. Het is mogelijk dat deze contaminanten sterk zijn gebonden aan organisch materiaal en niet na vertering worden opgenomen door de mossel. Na verwatering is het maag-darm kanaal leeg wat mogelijk van invloed kan zijn op de vastgestelde concentratie. Om dit te onderzoeken is op een onderzoeklocatie, Bijlandsch Kanaal (Rijn), een dubbel aantal mosselen uitgehangen. De ene helft is volgens de normale procedure direct geanalyseerd, de andere helft is voor analyse eerst verwaterd.

2. Methoden

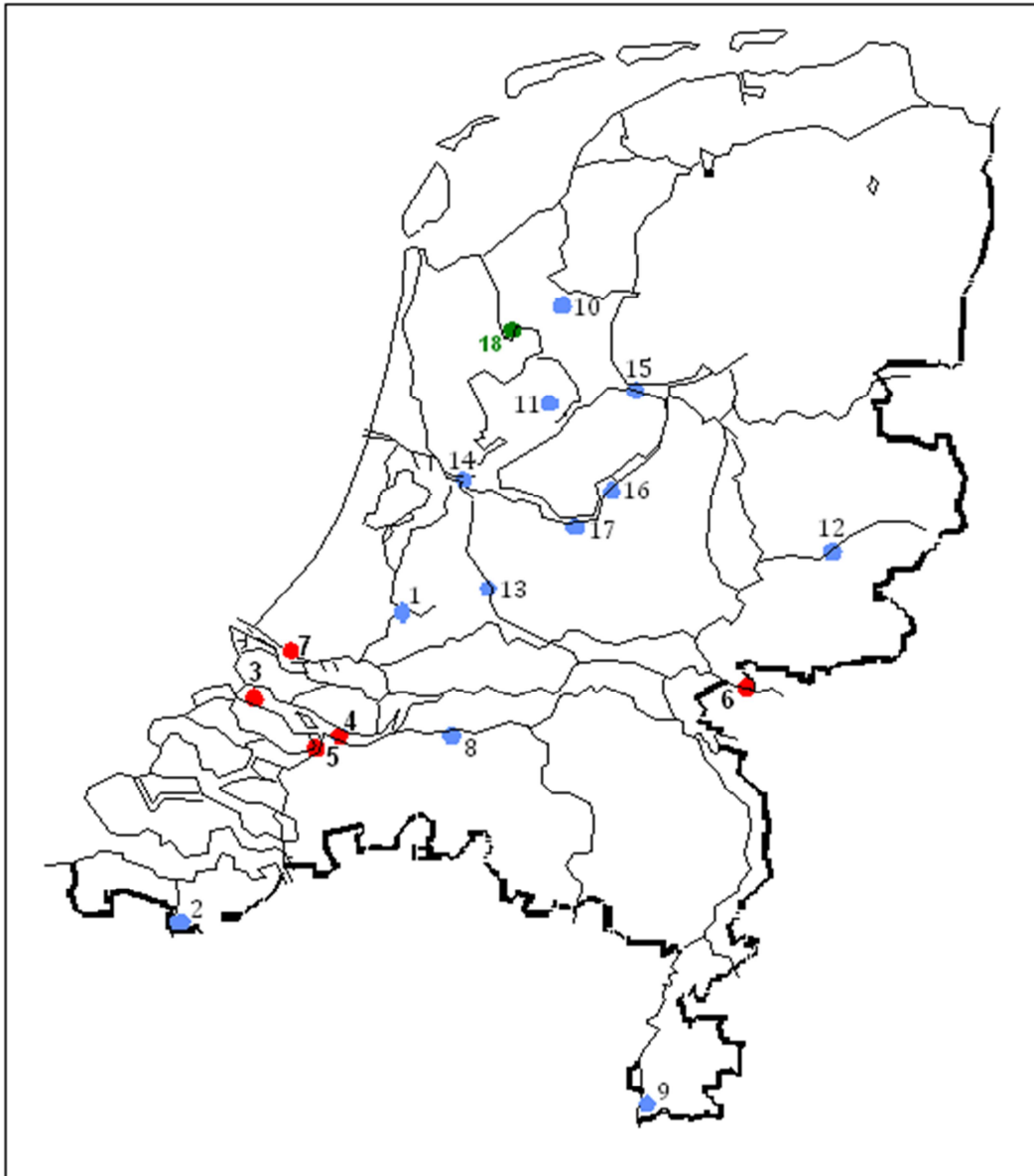
2.1 Bemonstering driehoeksmosselen

Volgens Bij de Vaate (1991) zijn er in de beginjaren negentig in het IJsselmeer uitgestrekte mosselbanken van de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) ontstaan. Deze zoetwatermossel bleek zeer geschikt om als uitgangsmateriaal gebruikt te worden in actief biologisch monitoringonderzoek in de Rijkswateren. Voor de uitvoering van de actieve monitoring werden vanaf 1992 jaarlijks in september driehoeksmosselen opgevist in de Zeughoek ten noorden van Medemblik in het IJsselmeer. De mosselen van deze locatie hebben een laag verontreinigingsniveau en zijn daardoor goed te gebruiken in ABM onderzoek. Het vissen werd doorgaans uitgevoerd door de meetdienst van Dienst IJsselmeergebied van Rijkswaterstaat (RWS), maar in sommige jaren werd gebruik gemaakt van de diensten van een beroepsvisser. Ook voor 2010 zijn mosselen van dezelfde locatie gebruikt, ze zijn opgevist op 21 september door RWS en dezelfde dag vervoerd naar IMARES in IJmuiden. Hier werden de mosselen direct gespoeld met kopervrij leiding water om zand en ander ongewenst materiaal te verwijderen en zijn de allerkleinste mosselen (ong. <12mm) uit het monster verwijderd. Vanaf de dag van verzamelen tot het tijdstip van uithangen op de diverse locaties zijn de driehoeksmosselen bewaard gedurende 7 dagen in een aquarium van IMARES in stromend, kopervrij leidingwater (watertemperatuur circa 12°C; zuurstofgehalte >9 g/m³).

Figuur 1 geeft de monsterlocaties aan van het monitoringonderzoek. De locaties waar de mosselen zijn uitgehangen in het najaar van 2010 zijn vet gedrukt (nr. 3 t/m 7) en de plaats van herkomst (referentiegebied IJsselmeer Zeughoek) is groen gedrukt. De omschrijvingen van alle monsterlocaties in de Rijkswateren zijn vermeld in Tabel 1.

Legenda van monsterlocaties in Figuur 1:

| | | |
|-----------|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Hollandsche IJssel | Gouda voorhaven |
| 2 | Kanaal Gent-Terneuzen | Sas van Gent |
| 3 | Haringvliet | Haringvlietsluis |
| 4 | Hollandsch Diep | Bovensluis |
| 5 | Volkerak-Zoommeer | Steenbergen |
| 6 | Bijlandsch Kanaal (Rijn) | Lobith ponton |
| 7 | Nieuwe Waterweg | Maassluis |
| 8 | Bergsche maas | Keizersveer |
| 9 | Grensmaas | Eijsden ponton |
| 10 | IJsselmeer | Vrouwezand |
| 11 | Markermeer | Markermeer midden |
| 12 | Twentekanaal | Wiene |
| 13 | Amsterdam Rijnkanaal | Loenen |
| 14 | Noordzeekanaal | Amsterdam |
| 15 | Ketelmeer | Ketelmeer west |
| 16 | Randmeren oost | Wolderwijd midden |
| 17 | Randmeren zuid | Eemmeerdijk |
| 18 | IJsselmeer | Zeughoek (uitgangsmateriaal) |



Figuur 1. Biologische monitoring zoete Rijkswateren. Monsterlocaties 2010 (rode stippen), monsterlocatie uitgangsmateriaal (groene stip).

Het huidige programma "Microverontreinigingen in driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*)" loopt vooralsnog alleen voor het jaar 2010. De te meten locaties voor de overige jaren wisselen en worden weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1. Locaties en omschrijving ten behoeve van een actief biologische monitoring met driehoeksmosselen in Nederlandse oppervlaktewateren tot en met het jaar 2012.

| Watersysteem | DONAR code | DONAR omschrijving | Jaar |
|--------------------------|------------|--------------------|------|
| IJsselmeer | ZEUGHK | Zeughoek | alle |
| Haringvliet | HARVSS | Haringvlietsluis | 2010 |
| Hollandsch Diep | BOVSS | Bovensluis | 2010 |
| Volkerak | STEENBGN | Steenbergen | 2010 |
| Bijlandsch Kanaal (Rijn) | LOBPTN | Lobith ponton | 2010 |
| Nieuwe Waterweg | MAASSS | Maassluis | 2010 |
| Hollandsch IJssel | GOUDVHVN | Gouda voorhaven | 2011 |
| Markermeer | MARKMMR | Markermeer midden | 2011 |
| Kanaal Gent-Terneuzen | SASVGT | Sas van Gent | 2011 |
| Bergsche Maas | KEIZVR | Keizersveer | 2011 |
| Grensmaas | EIJSDPTN | Eijsden ponton | 2011 |
| IJsselmeer | VROUWZD | Vrouwezand | 2011 |
| Twenthekanaal | WIENE | Wiene | 2012 |
| Amsterdam Rijnkanaal | LOENN | Loenen | 2012 |
| Noordzeekanaal | AMSDM | Amsterdam | 2012 |
| Ketelmeer | KETMWT | Ketelmeer west | 2012 |
| Randmeren oost | WOLDMDN | Wolderwijd midden | 2012 |
| Randmeren zuid | SPAKBG | Eemmeerdijk | 2012 |

2.2 Uitvoering ABM onderzoek

De mosselen zijn op de onderzoeklocaties uitgehangen in twee in elkaar geschoven netjes (rekbaar kunststof garen) van 60 cm lengte, een diameter van omstreeks 10 à 15 cm en een maaswijdte van 9 mm. Elk netje bevatte circa 300 g mosselen. Onder- en bovenkant van de netjes zijn afgesloten door een knoop. In het midden van elk netje mosselen is vervolgens met behulp van stevig draad een insnoering gemaakt, zodat een saucijsvormig pakketje mosselen is verkregen. Een aantal van deze netjes mosselen is aan een meetpaal of een meerpaal opgehangen, afhankelijk van de situatie bij de te onderzoeken locatie. De afstand van de waterbodem bedroeg afhankelijk van de locatie 0.5 tot 2m. In Maassluis zijn de mosselen juist zo hoog mogelijk opgehangen om sterfte door verhoogde zoutgehalten te voorkomen. Hier zijn ze 0.5 tot 2 meter onder het wateroppervlak opgehangen (om droogvallen te voorkomen).

Per locatie zijn ongeveer 15 netjes met driehoeksmosselen uitgehangen, wat neerkomt op 4,5 kg bruto. Locatie Bijlandsch Kanaal (Rijn) vormt hierop een uitzondering, hier is het dubbele aantal netjes uitgehangen ten behoeven van het eenmalig extra onderzoek (effect van verwatering). De netjes met driehoeksmosselen zijn in week 39 (2010) op de diverse locaties uitgehangen en in week 45 weer opgehaald. Deze najaarsperiode is bewust gekozen, omdat de spawningsperiode (productie en afzetten van ei- en zaadcellen: gametogenese) dan is afgelopen en de overlast (storm, ijsgang) van herfst en winter nog gering is.

Een aantal netjes met mosselen is niet uitgehangen, maar in week 39 in de vriezer opgeslagen om de uitgangssituatie (IJsselmeer - Zeughoek) vast te leggen.

Van elk monster is een submonster, overeenkomend met ongeveer 110 g bruto driehoeksmosselen, genomen. Van de bovenmaatse mosselen (≥ 14 mm) zijn de volgende parameters bepaald; aanwezige tarra (lege schelpen), het aantal levende en aantal dode mosselen, het totale gewicht, het totale schelpgewicht en het totale vleesgewicht. Van de bovenmaatse levende mosselen zijn de lengtes gemeten en is een lengte frequentieverdeling gemaakt, zie bijlage B en C.

2.3 Analysemethoden

Voor de kwaliteitsborging van de bepalingen zie hoofdstuk 6, voor rapportagegrenzen en meetonzekerheden zie bijlage I. De rapportagegrens is bepaald aan de hand van een gemiddelde hoeveelheid ingewogen materiaal. Aangezien deze per monster verschilt komt de rapportage grens niet altijd overeen met de bepalingsgrens, zie ook hoofdstuk 3.

2.3.1 Algemeen

Per mosselmonster is van de bovenmaatse lengtegroep (≥ 14 mm) een hoeveelheid mosselen gepeld tot een totaal van circa 195 g mosselweefsel (natgewicht) was verkregen. Alleen het aanhangend mosselvocht is hierbij meegenomen. Het pellen is uitgevoerd in een speciale Contaminatie Arme Ruimte (CAR) met toevoer van gefilterde lucht. Dit om contaminatie van de monsters (in het bijzonder met metalen en PAK's) te voorkomen. Het ruwe mosselmateriaal is tot een homogenaat verwerkt met behulp van een Waring Blendor en opgeslagen in glazen potten bij een temperatuur van -25°C . Een deelmonster, voor de analyse van zware metalen, is opgeslagen in plastic potten. In de voorbereekte mosselhomogenaten zijn, na ontdooien, de analyses zoals weergegeven in Tabel 2 uitgevoerd.

Tabel 2. Lijst van uitgevoerde analyses aan het mosselweefsel.

| Stofgroep | Parameter |
|-------------------------------------|---|
| Zware metalen | kwik, cadmium en lood |
| PCB's | PCB28, 52, 101, 118, 138+163, 153, 180, 126, 169, 77, 105 en 156 |
| Organochloor bestrijdingsmiddelen | hexachloorbenzeen, hexachloorbutadieen |
| PAK's | Acenafteen, Fluoreen, Fenantreen, Antraceen, Fluorantheen, Pyreen, Benzo(a)antraceen, Chryseen, Benzo(b)fluoranteen, Benzo(k)fluoranteen, Benzo(a)pyreen, Dibenzo(ah)antraceen, Benzo(ghi)peryleen, Indeno(123cd)pyreen |
| Gebromeerde vlamvertragers | PBDE 47, 99 en 100 |
| Organotinverbindingen (als kation)* | dibutyltin, tributyltin, trifenyyltin, monobutyltin, monofenyyltin, difenyyltin |

* Alleen de locaties: IJsselmeer – Zeughoek, Haringvliet – Haringvlietssluis en Nieuwe Waterweg - Maassluis.

2.3.2 Vocht-, as- en vetgehalte

Voor de bepaling van het droge stofgehalte, volgens ISW 2.10.3.11, wordt het gewogen monster gemengd met een oppervlakte vergrotende stof, vervolgens gedroogd in een stoof (105°C , 3 uur) en na afkoelen in een exsiccator teruggewogen.

Voor de asbepaling, volgens ISW 2.10.3.018, wordt het monster langzaam verwarmd en gedroogd in een kroes op een kookplaat. Daarna wordt het monster gedurende 22 uur verast in een moffeloven bij een temperatuur van $550 \pm 15^{\circ}\text{C}$. Na afkoelen in een exsiccator wordt het monster teruggewogen. Beide methoden zijn geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie (testlaboratoriumnummer L097, verrichting nummers 2 en 3).

De totaal vet bepaling geschiedt volgens een aangepaste versie van de Bligh en Dyer methode, volgens ISW 2.10.3.002, gebaseerd op een koude chloroform-methanol extractie.

De Bligh en Dyer methode is geaccrediteerd door de Raad van Accreditatie (testlaboratoriumnummer L097, verrichting nummer 1).

2.3.3 Kwik

Voor de bepaling, volgens ISW 2.10.3.025, wordt het monster gedroogd en verast in een oven om kwik vrij te maken uit het monster. De vrijgekomen verbindingen worden d.m.v. zuurstof naar een catalyst tube geleid, waar oxidatie plaatsvindt en halogenen en stikstof- en zwaveloxiden worden verwijderd. De overige ontledingsproducten worden d.m.v. zuurstof naar een amalgamator geleid, waar de kwikverbindingen worden omgezet in metallisch kwik. Het gehalte aan kwik wordt vervolgens d.m.v. vlamloze atoomabsorptie spectrometrie bepaald. De monsters worden gemeten tegen een kalibratiecurve, die gemaakt is door het meten van verschillende hoeveelheden van een gecertificeerd uitgangsmateriaal.

Op 21 oktober 2010 is betreffende methode aangeboden aan de Raad voor Accreditatie als uitbreiding op de huidige accreditatie. De analyse van kwik met de SMS100 is reeds door de Raad voor Accreditatie opgenomen bij de geaccrediteerde verrichtingen op hun website (geldig van 21/12/2010 t/m 01/04/2013), echter het officiële certificaat is nog niet ontvangen (testlaboratoriumnummer L097, verrichting nummer 5).

2.3.4 Cadmium en lood

De analyse van deze metalen is uitbesteed aan TNO Zeist.

Een deel van het monster wordt in duplo ontsloten met salpeterzuur en waterstofperoxide, volgens TNO voorschrift LSP/108. In de verkregen oplossing wordt het gehalte aan cadmium en lood bepaald m.b.v. ICP-MS, volgens TNO voorschrift LSP/055. De kwantificering vindt plaats aan de hand van externe kalibratiestandaarden en om te corrigeren voor fluctuaties in de apparatuur wordt gebruik gemaakt van een interne standaard (rhodium).

TNO Zeist is geaccrediteerd voor genoemde metalen (testlaboratoriumnummer L027, verrichting nummer 30).

2.3.5 PCB's

De monsters worden, volgens ISW 2.10.3.001, opgewerkt door middel van een Soxhlet-extractie die simultaan is voor de verschillende halogeenvbindingen. De halogeenvbindingen worden uit de vetfractie geïsoleerd door een tweevoudige kolomchromatografische scheiding, waarna analyse plaatsvindt met behulp van gaschromatografie. De monsters worden gemeten tegen een kalibratiecurve en gedetecteerd met GC-ECD of met GC-MS.

De analyses van HCB en de gevraagde PCB's zijn geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie (testlaboratoriumnummer L097, verrichting nummer 9). Aangezien PCB 138 een overlap heeft met PCB 163, wordt de som van beide componenten gerapporteerd.

IMARES is geregistreerd als referentielab bij de Europese Commissie-Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM) voor de bepaling van PCB's.

2.3.6 Non-ortho PCB's

Voor bepaling, volgens ISW 2.10.3.004, van de non-ortho PCB's (77, 126, 169), worden de monsters op dezelfde wijze als de PCB's en OCP's geëxtraheerd. Een deel van het vet wordt hierna gedestruerd met zwavelzuur. De isolatie geschiedt identiek aan de overige PCB's, waarna nog een verdere fractionering over een HPLC/PGC (porous graphitic carbon) kolom plaatsvindt. De analyse geschiedt met behulp van GC/MS-NCI (negatieve chemische ionisatie) met als interne standaard PCB101. De analyse van vlakke PCB's is geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie (testlaboratoriumnummer L097, verrichting nummer 11).

2.3.7 PBDE's

De monsters worden, volgens ISW 2.10.3.001, opgewerkt door middel van een Soxhlet-extractie die simultaan is voor de verschillende halogeenverbindingen. De halogeenverbindingen worden uit de vetfractie geïsoleerd door een tweevoudige kolomchromatografische scheiding, waarna analyse plaatsvindt met behulp van gaschromatografie. De monsters worden gemeten tegen een kalibratiecurve en gedetecteerd met GC-ECD of met GC-MS.

Deze methode van opwerking is analoog aan die voor PCB's en valt onder accreditatie, de meting op ECD is echter niet geaccrediteerd voor de gevraagde PBDE's 47, 99 en 100.

2.3.8 PAK's

Het monster wordt verzeept door enige uren onder verwarming te schudden met alcoholische loog. De PAK's worden uit het verzepte monster geëxtraheerd met hexaan. Na zuiveren van het extract worden de PAK's gescheiden op een HPLC-kolom en gedetecteerd met een fluorescentiedetector.

De methode, volgens ISW 2.10.3.005, voor de bepaling van de gevraagde PAK's is geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie (testlaboratoriumnummer L097, verrichting nummer 12).

2.3.9 Organotinverbindingen

Zes organotinverbindingen worden gerapporteerd (MBT, DBT, TBT, MPT, DPT en TPT) als kation. Bij deze methode, volgens ISW 2.10.3.024, wordt de extractie en derivatisering simultaan uitgevoerd. Een korte beschrijving van de methode is als volgt: Water gebufferd tot een pH 4-5 en een mengsel van azijnzuur en natrium acetaat, methanol en hexaan worden toegevoegd aan het monster. Na een continue toevoeging van natriumtetraethylboraat gedurende 15 minuten en continu roeren, wordt de pH boven de 12 gebracht met natriumhydroxide. De organische laag wordt d.m.v. centrifugeren gescheiden van de waterfase en het extract wordt gefractioneerd over een aluminiumoxide kolom. De stoffen worden, na concentratie van het monster, met behulp van GC-MS geanalyseerd (SIM mode).

Op 21 oktober 2010 is betreffende methode aangeboden aan de Raad voor Accreditatie als uitbreiding op de huidige accreditatie. De analyse van organotinverbindingen is reeds door de Raad voor Accreditatie opgenomen bij de geaccrediteerde verrichtingen op hun website (geldig van 21/12/2010 t/m 01/04/2013), echter het officiële certificaat is nog niet ontvangen. De componenten TBT en DBT zijn geaccrediteerd (testlaboratoriumnummer L097, verrichting nummer 8).

2.4 Toetsingscriteria

Bioaccumulatiegegevens in vis en mosselen zijn op meerdere manieren te toetsen (Maas, 2003):

- a) Toetsing aan 'kritische waarden' voor hogere organismen (HC5); een overschrijding van de concentratie in het voedsel is een indicatie voor risico voor hogere vis- of mosseletende organismen. Een HC5 waarde is de Hazard Concentratie, waarbij 5% van de organismen negatieve effecten kan ondervinden. De HC5 waarden voor zowel visetende als mosseletende hogere organismen staan vermeld in Tabel 3.
- b) Toetsing aan waterkwaliteitsdoelstellingen; concentraties in vis of mosselen worden omgerekend naar concentraties in water (of omgekeerd: MTR waarde omgezet naar concentratie in vis) en getoetst aan het MTR voor oppervlaktewater; een overschrijding van deze concentratie is een indicatie voor risico voor het aquatisch ecosysteem. Deze MTR-waarden hebben nooit een wettelijke status gehad en zijn tegenwoordig eigenlijk achterhaald door de KRW-normen (MKN).
- c) Toetsing aan maximaal toegestane concentraties in visserijproducten voor de menselijke consumptie (Warenwetnorm); overschrijding van de concentraties in het voedsel is een indicatie voor risico voor de mens.

- d) Milieukwaliteitsnormen (MKN) in biota, afgeleid voor prioriteiten en stroomgebied relevante stoffen voor de KRW. De normen voor (methyl)kwik, HCB en HCBD zijn de enige wettelijk vastgestelde MKN.

In Maas (2003) staan de eerste 2 van de bovenstaande toetsingskaders uitgebreid beschreven. De gehalten aan prioritair stoffen in driehoeksmosselen zijn voorheen getoetst aan HC5 en MTR waarden. In verband met de Kader Richtlijn Water is de toetsing van de gehalten lood, cadmium, methylkwik, PBDE's, HCB, HCBD en som PCB's aan de MKN belangrijk. In dit rapport zijn de gehalten ook getoetst aan de Warenwet en MTR normen.

Tabel 3. Diverse gehanteerde normwaarden voor mosselen in µg/kg (de MTR waarden gelden (Beek, 1995, 2002) voor standaardmosselen met 10% droge stof (zware metalen) of 1.3% vet (organochloorverbindingen))

| Stoffen | Productbasis | | | | |
|----------------------------------|---------------|-----------------------|--|---|-------------------|
| | Warenwet norm | Beek, 1995 | Beek, 2002 | Beek, 2002 | |
| | | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg |
| | | MTR ecosysteem mossel | HC ₅ -hogere organismen vis | HC ₅ -hogere organismen mossel | MKN biota |
| PCBs | | | | | |
| PCB 28 | 100 | - | - | - | - |
| PCB 52 | 40 | - | - | - | - |
| PCB 101 | 80 | - | - | - | - |
| PCB 118 | 80 | - | - | - | - |
| PCB 153 | 100 | 84 | 200 | 50 | - |
| PCB153 als indicatie voor toxPCB | - | - | 5 | 5 | - |
| PCB 138 | 100 | - | - | - | - |
| PCB 180 | 120 | - | - | - | - |
| Σ7PCB's | | | | | 335 ² |
| PBDE, PAK en OCP | | | | | |
| PBDE's | | | | | 1000 ² |
| Benzo(a)pyreen | 10 | | | | |
| HCB | 20 | | | | 10 |
| HCBD | | | | | 55 |
| Zware metalen | | | | | |
| Totaal kwik | 500 | 4.8 | 80 | 150 | - |
| (Methyl)kwik | - | 24.7 | 24 | 32 | 20 ² |
| Cadmium | 1000 | 8 | 8 | 70 | 160 ² |
| Lood | 1500 | - | - | - | 300 ² |

¹ RWS "Quickscan toetsing aan voorlopige normen voor Rijnrelevante en overige relevante stoffen" (2007) Duinhoven et al.

² Factsheets: Fraunhofer Institut

Om de kwaliteit van de analyses te waarborgen wordt door IMARES een intern uitgangsmateriaal (IRM) meegestuurd. Het IRM waarborgt de juistheid van de analyses en het ondervangt de eventuele trendbreuk met de voorgaande meetwaarden. Dit materiaal zal door TNO Zeist in iedere uit te voeren serie monsters meebepaald worden. De gehalten in het IRM zullen door IMARES gecontroleerd worden met betrekking tot overschrijdingen van de 2s- en 3s grenzen van de intern gehanteerde kwaliteitscontrolekaarten voor de betreffende elementen.

Wat betreft deze kwaliteitscontrolekaarten is door IMARES al een grote historie opgebouwd en hierop heeft jaarlijks een controle plaatsgevonden door de Raad van Accreditatie. Indien er in een serie een overschrijding blijkt te zijn van bovengestelde eisen, zal TNO overgaan tot opnieuw analyseren van de betreffende serie monsters voor het metaal waarvoor de overschrijding heeft plaatsgevonden.

3. Resultaten

De resultaten vermeld in dit rapport zijn alleen van toepassing op de geanalyseerde monsters. De monsters zijn geanalyseerd in de periode januari tot maart 2011.

In geval gehalten niet zijn gemeten staat dit aangegeven met " - ". Indien een component niet nauwkeurig bepaald kon worden, door bv. grote storende pieken, is dit aangegeven met "nb". Gehalten die onder de bepalingsgrens liggen zijn aangegeven met "<...". De op productbasis/natgewicht bepaalde gehalten zijn met behulp van het bijbehorende vetgehalte omgerekend op vetbasis. Voor gehalten die onder de bepalingsgrens liggen is gerekend met ½ van de bepalingsgrens. De bepalingsgrens kan per monster variëren door o.a. verschillende ingewogen hoeveelheden en matrix effecten.

Een overzicht van de rapportagegrenzen en meetonzekerheden van de verschillende bepalingen wordt weergegeven in bijlage I. De rapportagegrenzen worden berekend aan de hand van een gemiddelde hoeveelheid ingewogen materiaal terwijl de bepalingsgrens uitgaat van exact ingewogen materiaal. Hierdoor kan er een (klein) verschil optreden tussen de bepalingsgrens en rapportagegrens.

De rapportagegrenzen voor de anorganische componenten en voor de metalen zijn vaste rapportagegrenzen die zijn vastgesteld uit de historie van de blancobepalingen. De rapportagegrenzen voor de organische componenten worden vastgesteld aan de hand van de laagst gemeten standaard. De rapportagegrens is afhankelijk van de hoeveelheid ingewogen monster en is dus eigenlijk voor ieder monster verschillend, de compromis rapportagegrenzen (uitgaande van een gemiddelde inweeg) zijn in bijlage I weergegeven. De RMS (root mean square) wordt berekend volgens NEN 7779 als basis voor de gecombineerde meetonzekerheid (standard uncertainty) uit de resultaten van verschillende ringonderzoeken (verschillende matrices) van meerdere rondes ($n > 8$).

Voor componenten waarvoor geen deelname plaatsvindt aan ringonderzoeken is, indien mogelijk, de meetonzekerheid vastgesteld op basis van juistheidsbepaling en monsterinhomogeniteit. Voor componenten waarvoor zowel geen ringonderzoeken als geen referentiematerialen voorhanden zijn, kan de meetonzekerheid niet worden vastgesteld. Voor componenten waarvoor het aantal deelgenomen rondes aan ringonderzoeken minder bedraagt dan 8, kan nog geen meetonzekerheid worden vastgesteld volgens NEN 7779. De componenten die in bijlage I met Q aangegeven zijn voldoen aan de kwaliteitskenmerken volgens ISO 19025.

Alle gemeten gehalten zijn in tabelvorm opgenomen in de bijlagen. In de volgende hoofdstukken zijn geselecteerde gegevens ten bate van de discussie in figuren weergegeven.

- Bijlage A bevat de datum van inhangen en ophalen van de mosselen evenals de accumulatieperiode.
- Bijlage B bevat de ruwe data van de monsters driehoeksmosselen alsmede de lengte-frequentie-verdeling en enkele gemiddelde waarden voor lengte en gewicht van de bovenmaats mosselen. Dit jaar zijn van de ondermaatse mosselen (<14mm) niet apart deze parameters bepaald. In het submonster bovenmaats (≥ 14 mm) zijn de diverse chemische analyses uitgevoerd.
- Bijlage C Grafische weergaven van de frequentieverdelingen.

De resultaten van de chemische analyses zijn weergegeven in de bijlagen C tot en met G:

- Bijlage D Zware metaalgehalten op natgewicht en asvrij drooggewicht
- Bijlage E PCB gehalten op productbasis/natgewicht- en vetbasis, inclusief vlakke PCBs en twee organische bestrijdingsmiddelen.

- Bijlage F PAK gehalten op productbasis/natgewicht, vetbasis en op basis van asvrijdrooggewicht.
- Bijlage G Gebromeerde difenylethers op productbasis/natgewicht en vetbasis.
- Bijlage H Organotinverbindingen op productbasis/natgewicht - en vetbasis (alleen voor locatie IJsselmeer, Haringvliet en Maassluis).

T.a.v. de resultaten van IMARES kan opgemerkt worden dat ze voldoen aan de kwaliteitseisen, zoals genoemd in hoofdstuk 7 Kwaliteitsborging met uitzondering van PCB en OCP gehalten voor locatie Bijlandsch Kanaal (Rijn) (niet verwaterd). Door optreden van kookvertraging is 50% van PCB143 teruggevonden waardoor waarden voor PCBs 28, 52, 101, 105, 118, 138+163, 153, 156 en 180 indicatief zijn en niet onder accreditatie (Q) gerapporteerd mogen worden. Daarnaast is voor hetzelfde monster bij de injectie van de vlakke PCBs 77, 126 en 169 voor fractionering de pomp kapot gegaan waardoor het monster verloren is gegaan. Voor PCBs 77, 126 en 169 zijn daarom geen waarden gerapporteerd. Er zijn verder geen afwijkingen van de kwaliteitscriteria, zoals gesteld in de geaccrediteerde werkvoorschriften, geconstateerd.

T.a.v. de toetsingscriteria op de resultaten van TNO-voeding, zoals genoemd in hoofdstuk 9 kwaliteitsborging, kan het volgende gezegd worden:

De resultaten van het IRM, gemeten door TNO-voeding, zijn gecontroleerd met betrekking tot overschrijdingen van de 2s- en 3s-grenzen van de door IMARES intern gehanteerde kwaliteitscontrolekaarten voor de betreffende metalen en vergeleken met de gecertificeerde waarden. Dit is weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4. Vergelijking TNO-waarden met QC-kaart IMARES voor IRM LAC-schol en gecertificeerde waarden.

| Component | TNO-waarde | n* | IMARES-waarde QC-kaart | n totaal | ng/dg | gecertificeerde waarde | eenheid | kwalificatie |
|-----------|------------|----|------------------------|----------|-------|------------------------|---------|--------------|
| Cadmium | 0.016 | 1 | 0.020 ± 0.009 | 147 | dg | 0.020 ± 0.005 | mg/kg | goed |
| Lood | 1.44 | 1 | 1.56 ± 0.30 | 107 | dg | 1.55 ± 0.05 | mg/kg | voldoende |

* in 2010

De gehalten in het IRM, gemeten door TNO-voeding voldoen aan het gestelde toetsingscriterium.

In Tabel 5 zijn enkele relevante resultaten uit het ABM onderzoek, na een verblijf van de mosselen van ongeveer zes weken op de diverse locaties vermeld. Het betreft hier gemiddelde lengte, het gemiddelde gewicht, het percentage lege schelpen (sterfte), het percentage tarra en de accumulatie duur. De sterfte was laag en op alle locaties kon voldoende mosselmateriaal verzameld worden voor de chemische analyses.

Tabel 5. Resultaten van het ABM onderzoek: samenstelling mosselmonsters.

| Monsternr. | Locatie | Accumul. dagen | Gemiddelde lengte schelp (mm) | Gemiddeld gewicht schelp (g) | Gemiddeld vleesgewicht (g) | Sterfte (%) | Tarra (g/g %) |
|------------|--------------------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------|---------------|
| 2011/0643 | IJsselmeer Zeughoek | 0 | 15.7 | 0.19 | 0.12 | 14.5 | 14.4 |
| 2011/0645 | Haringvliet | 38 | 16.0 | 0.21 | 0.15 | 1.0 | 8.2 |
| 2011/0647 | Hollandsch Diep | 38 | 16.2 | 0.24 | 0.17 | 1.6 | 6.8 |
| 2011/0649 | Volkerak | 38 | 15.9 | 0.23 | 0.15 | 7.5 | 8.6 |
| 2011/0651 | Bijlandsch Kanaal (Rijn) | 40 | 16.0 | 0.17 | 0.13 | 4.2 | 9.6 |
| 2011/0653 | Maassluis | 41 | 16.6 | 0.24 | 0.19 | 1.6 | 6.9 |

4. Bespreking resultaten

Eerst wordt de biochemische samenstelling van de mosselen besproken. In paragraaf 4.2 wordt de verandering in chemische samenstelling inclusief de concentratie aangetroffen in het verwaterde Bijlandsch Kanaal (Rijn) monster besproken. In paragraaf 4.3 worden de aangetroffen gehalten getoetst aan de verschillende normen die beschreven zijn paragraaf 2.4.. In een aparte paragraaf (4.4) wordt het effect van verwatering in meer detail beschreven.

4.1 Veranderingen van de biochemische samenstelling van mosselmonsters

In tabel 6 wordt het percentage droge stof, asvrij drooggewicht, as, vet en vet op basis van asvrijdrooggewicht weergegeven.

Tabel 6. Biochemische samenstelling van het mosselvlees (versgewicht) in submonsters >14 mm.

| Monsternr. | Locatie | Droge stof (%) | AVD* (%) | As (%) | Vet (%) | Vet op avd (%) |
|------------|-------------------------------|----------------|----------|--------|---------|----------------|
| 2011/0643 | IJsselmeer Zeughoek | 4.8 | 4.6 | 0.2 | 0.5 | 10.9 |
| 2011/0645 | Haringvliet | 3.9 | 3.7 | 0.2 | 0.4 | 10.8 |
| 2011/0647 | Hollandsch Diep | 4.2 | 4.0 | 0.2 | 0.4 | 10.0 |
| 2011/0649 | Volkerak | 3.5 | 3.4 | 0.1 | 0.3 | 8.8 |
| 2011/0653 | Maassluis | 2.3 | 2.0 | 0.3 | 0.2 | 10.0 |
| 2011/0651 | Bijlandsch Kanaal (Rijn) | 4.7 | 4.4 | 0.3 | 0.4 | 9.1 |
| 2011/0655 | Bijlandsch Kanaal (Rijn) (VW) | 5.4 | 5.2 | 0.2 | 0.6 | 11.5 |

*AVD = Asvrijdrooggewicht.

Kijkend naar het droge stof- en vetgehalte van de mosselen van locatie Bijlandsch Kanaal (Rijn) en Bijlandsch Kanaal (Rijn) na verwatering valt op dat deze toegenomen lijken te zijn in de mosselen na het verwateren. Dit kan veroorzaakt worden door het aanhangend vocht. Wanneer het gehalte aan as op drooggewicht uitgedrukt wordt blijkt deze na verwatering afgenomen te zijn van 6.4% naar 3.7% wat erop duidt dat tijdens het verwateren anorganisch materiaal uitgescheiden is.

Door het vetgehalte op asvrijdrooggewicht uit te drukken kan het vetgehalte beter vergeleken worden tussen de verschillende locaties doordat er dan gecorrigeerd wordt voor verschillen in aanhangend mosselvocht (opgetreden tijdens het pellen van de mosselen) en anorganische bestanddelen. Als rekening gehouden wordt met de meetonzekerheid in vet op asvrijdrooggewicht (22.2%) blijken de waarden niet te verschillen tussen de verwaterde en niet verwaterde monsters van Bijlandsch Kanaal (Rijn) evenals de mosselen van de ander locaties.

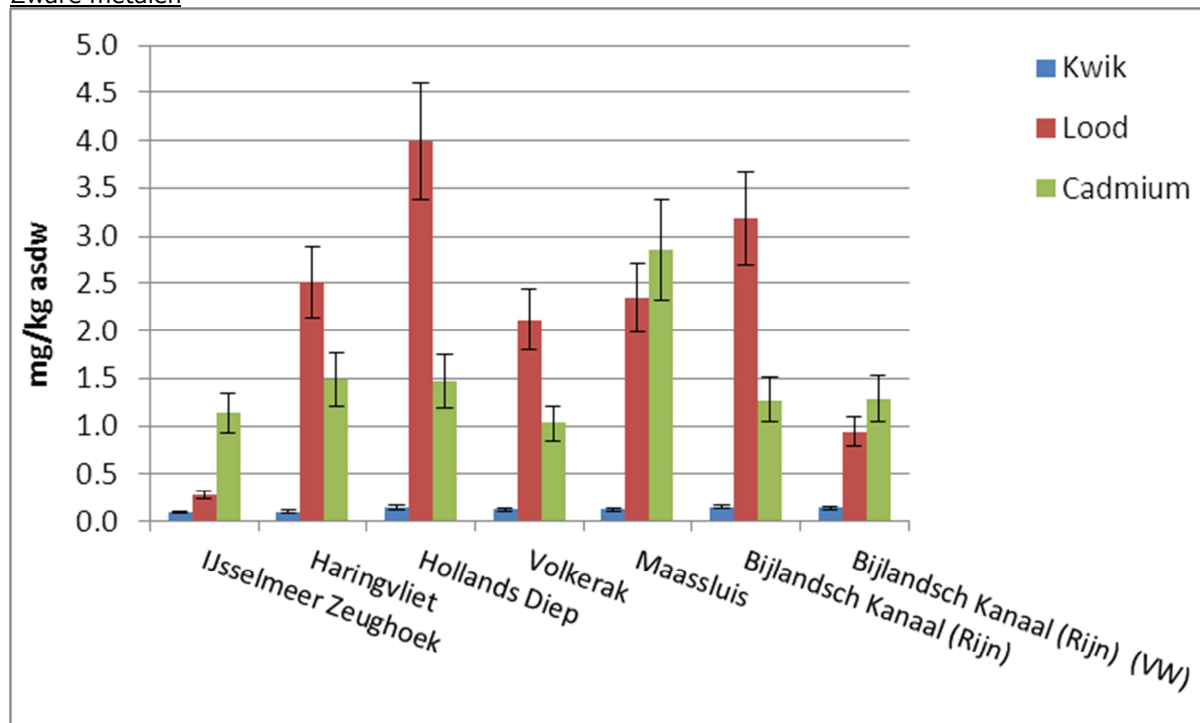
De meetonzekerheid in het gehalte vet op asvrijdrooggewicht is als volgt berekend:

Meetonzekerheid vocht = 3.9%, meetonzekerheid as = 9.2% en meetonzekerheid vet = 17.9%. Voor berekening naar vet op basis van asvrijdrooggewicht wordt het aandeel vocht verminderd met het aandeel as waarna vermenigvuldigt wordt met het vetgehalte. De totale meetonzekerheid wordt dan als volgt berekend:

$$\text{meetonzekerheid}(\%) = \sqrt{((\text{meetonzekerheid as} + \text{vocht})^2 + \text{meetonzekerheid vet}^2)} = \sqrt{(3.9 + 9.2)^2 + 17.9^2} = 22.2\%.$$

4.2 Veranderingen van de gehalten aan microverontreinigingen

Zware metalen

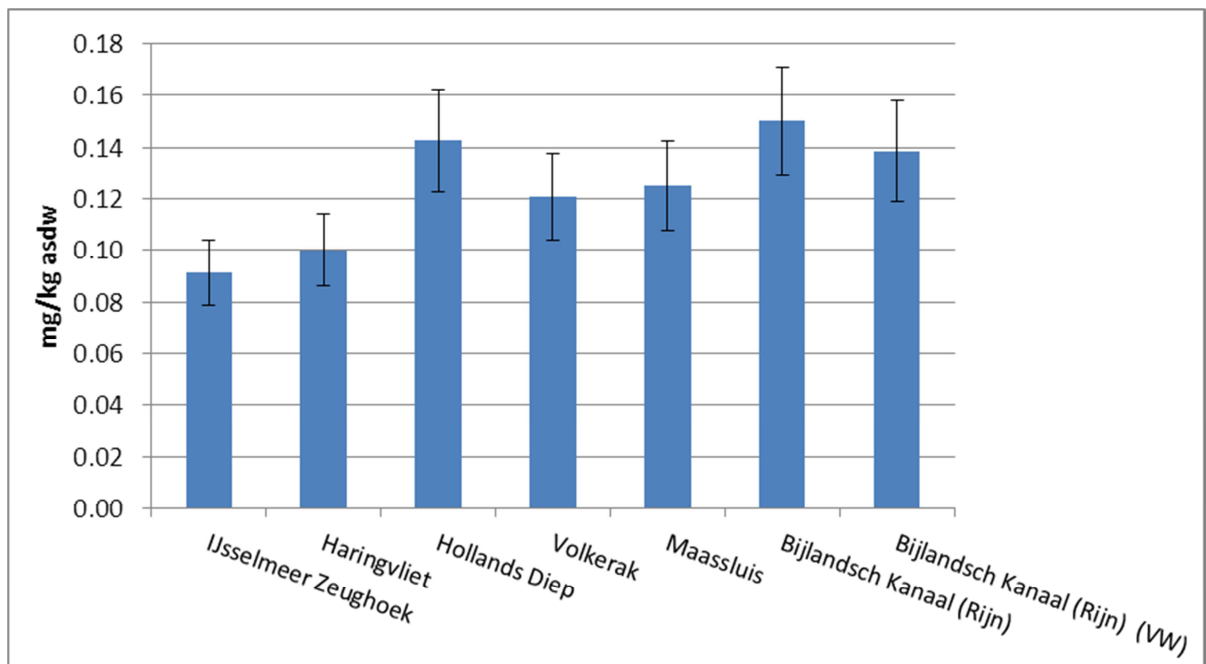


Figuur 2: Gehalten van kwik, lood en cadmium in driehoeksmosselen op basis van asvrijdrooggewicht na 6 weken blootstelling op verschillende locaties in 2010. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie, het monster 'Bijlandsch Kanaal (Rijn) (VW)' is na blootstelling eerst nog verwaterd op het laboratorium. Error bars representeren de meetonzekerheid.

De cadmiumconcentratie in mosselen uit IJsselmeer Zeughoek is relatief hoog, dit is ook al in de voorgaande jaren geconstateerd. Het cadmiumgehalte in het weefsel van de uitgehangen driehoeksmosselen was verhoogd in Nieuwe Waterweg - Maassluis (factor 2.5). De mosselen van de andere locaties lijken niet sterk te verschillen van het uitgangsmateriaal.

De loodconcentratie in het mosselweefsel nam wel op alle locaties toe. Het verschil in loodconcentratie tussen het uitgangsmateriaal en de onderzoeklocaties was het grootst voor locatie Hollandsch Diep waar, ten opzichte van het uitgangsmateriaal, een 14 keer hogere loodconcentratie is gemeten. De concentratie van lood voor opname in de voedselketen varieert, evenals voorgaande jaren, aanzienlijk in de Rijkswateren.

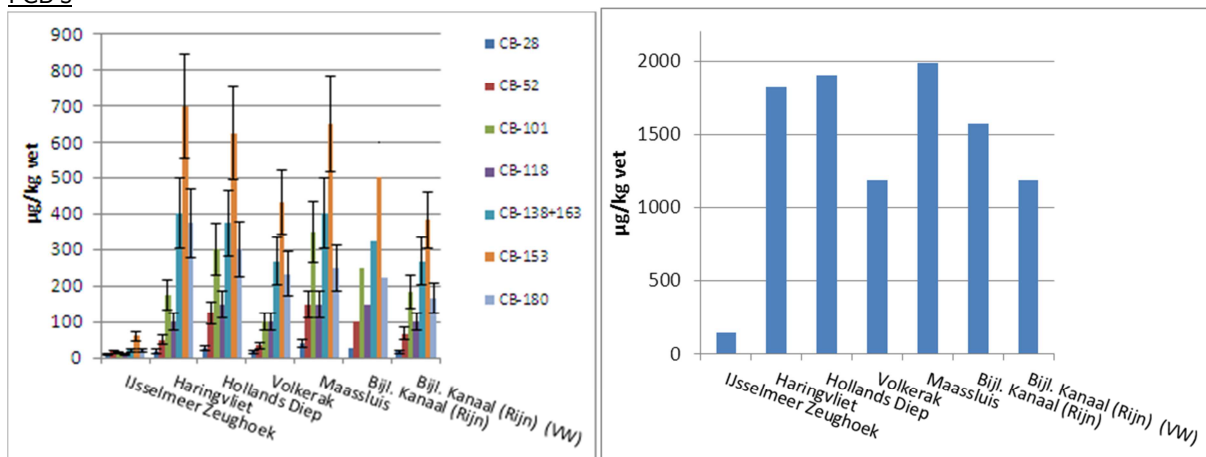
Voor lood lijkt er een duidelijk effect van verwatering op te treden. De gemeten concentratie is afgenomen met een factor 2.5. Voor cadmium en kwik is dit niet het geval, zie figuur 2 en 3.



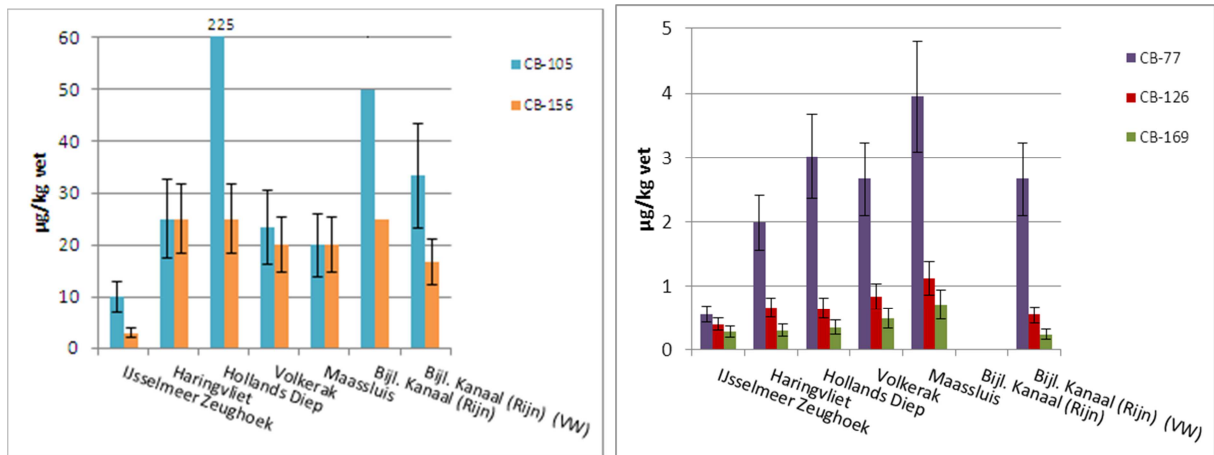
Figuur 3: Gehalten van kwik in driehoeksmosselen op basis van asvrijdrooggewicht na zes weken blootstelling op verschillende locaties in 2010 (detail van Figuur 2). Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie, het monster 'Bijlandsch Kanaal (Rijn) (VW)' is na blootstelling eerst nog verwaterd op het laboratorium. Error bars representeren de meetonzekerheid.

In Figuur 3 zijn de kwikgehalten nog afzonderlijk weergegeven. Wanneer het kwikgehalten vergeleken worden met het uitgangsmateriaal blijkt dat deze, met uitzondering van locatie Haringvliet, voor vier onderzoeklocaties iets verhoogd is. Voor locatie Hollandsch Diep en Bijlandsch Kanaal (Rijn) zijn de hoogste kwikconcentraties gemeten, deze liggen 1.6 keer hoger dan het kwikgehalten in het uitgangsmateriaal.

PCB's



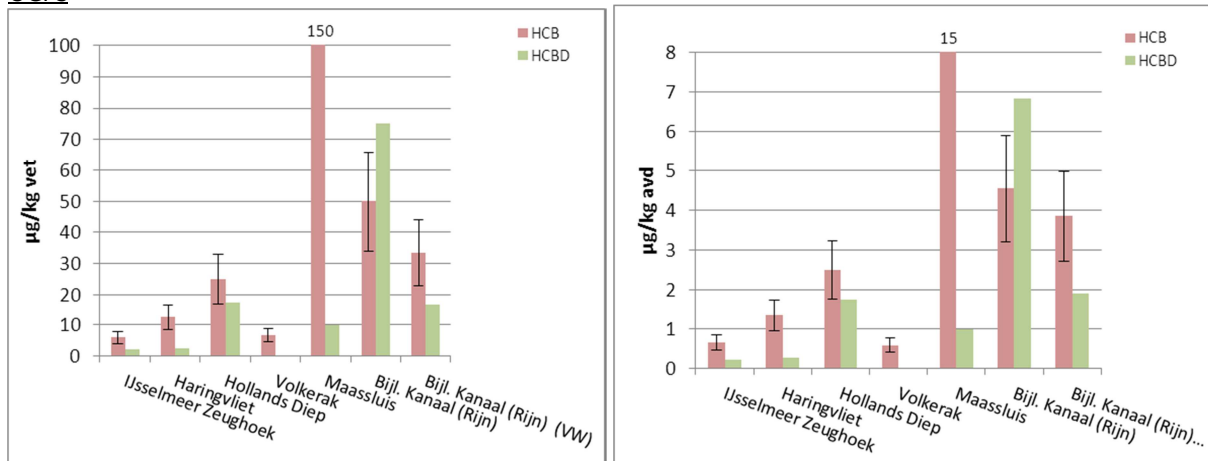
Figuur 4: Gehalten van PCB 28, 52, 101, 118, 138+163, 153 en 180 in driehoeksmosselen op basis van vetgewicht in de Rijkswateren in 2010. In de linker grafiek worden de individuele waarden weergegeven, in de rechtergrafiek wordt de som 7 PCB's weergegeven. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie. Error bars representeren de meetonzekerheid, gehalten locatie Bijlandsch Kanaal (Rijn) indicatief.



Figuur 5: Gehalten van PCB 77, 105, 126, 156 en 169 in driehoeksmosselen op basis van vetgewicht in de Rijkswateren in 2010. Linker grafiek PCB 105 en 156, rechtergrafiek de non-ortho PCB 77, 126 en 169. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie. Error bars representeren de meetonzekerheid. Gehalten locatie Bijlandsch Kanaal (Rijn) indicatief.

De concentratie PCB van mosselweefsel uit de Zeughoek is in vergelijking tot de onderzoeklocaties erg laag zoals ook voorgaande jaren het geval was. Aangezien voor IJsselmeer Zeughoek de gehalten PCB 118 en 156 onder de detectielimiet waren is voor beide gebruik gemaakt van een waarde van $\frac{1}{2}$ de bepalingsgrens. Zoals uit figuur 4, 5 en 6 opgemaakt kan worden zijn de PCB gehalten voor alle onderzoeklocaties hoger dan de gemeten gehalten in het referentiemonster. Het verschil in gehalte tussen de onderzoeklocaties en het referentiemonster voor de som 7 PCB's varieert met een factor tussen de 8 en 13.

OCPs



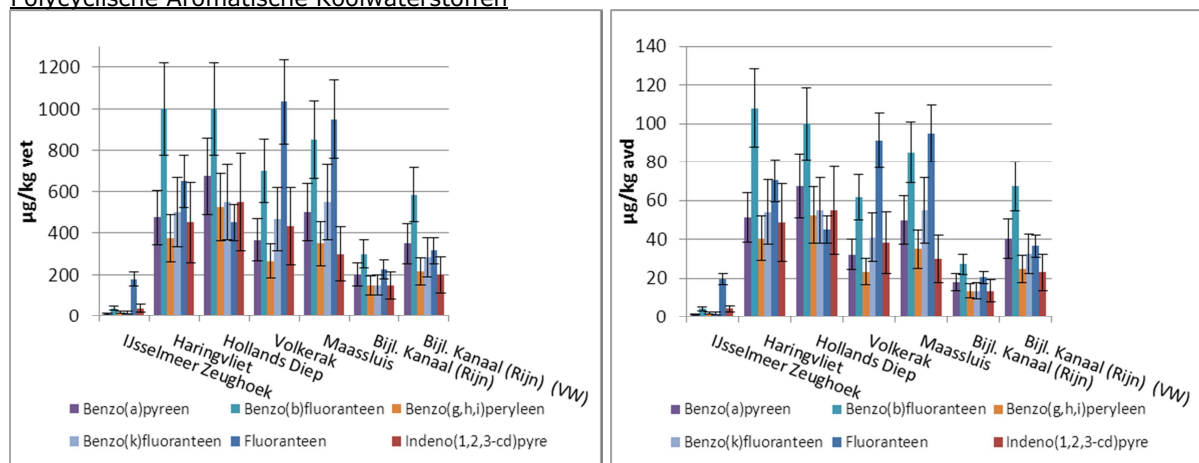
Figuur 6: Gehalten HCB en HCBd in driehoeksmosselen in de Rijkswateren in 2010. Linkergrafiek gehalten uitgedrukt op basis van vet, rechtergrafiek gehalten uitgedrukt op basis van asvrijdrooggewicht. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie. Error bars representeren de meetonzekerheid.

De HCB concentratie is voor alle locaties duidelijk toegenomen met uitzondering van onderzoeklocatie Volkerak. Een duidelijke uitschieter is locatie Nieuwe Waterweg - Maassluis, de gemeten concentratie op vetbasis is toegenomen met een factor 25 ten opzichte van het uitgangsmateriaal. Daarnaast is ook de HCB concentratie op locatie Bijlandsch Kanaal (Rijn) sterk toegenomen alhoewel minder dan voor Nieuwe

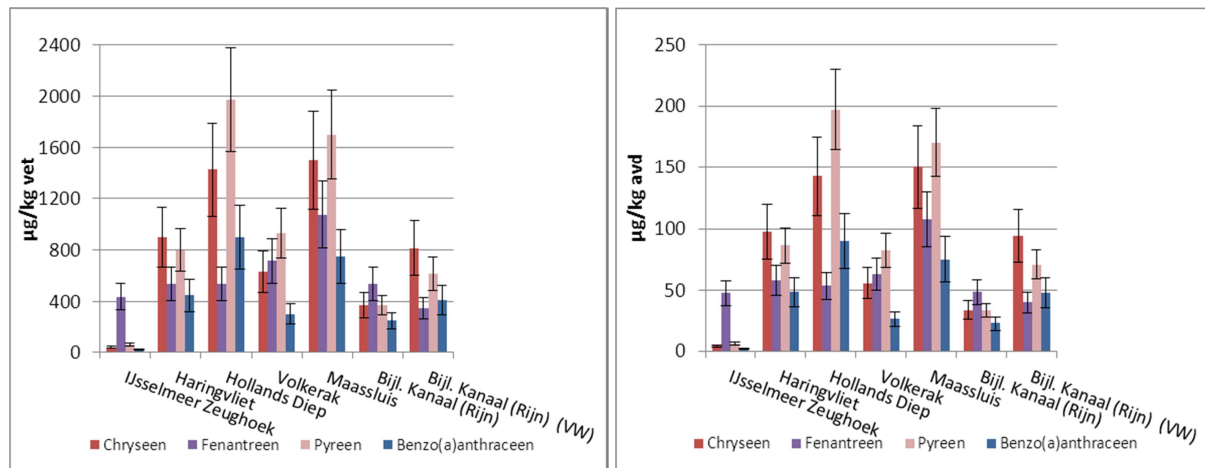
Waterweg - Maassluis (factor 8). Rekening houdend met een meetonzekerheid van 32.0% (bij gehalten uitgedrukt op vetbasis) is de HCB concentratie niet toe of afgenomen voor locatie Volkerak.

HCBD neemt nauwelijks toe voor locatie Haringvliet, op locatie Volkerak zou er zelfs een afname geconstateerd kunnen zijn. Voor locatie Hollandsch Diep en Nieuwe Waterweg - Maassluis lijkt er een lichte toename in HCBD concentratie op te treden. Opvallend is dat de HCBD concentratie veel minder toeneemt dan de HCB concentratie voor locatie Nieuwe Waterweg - Maassluis. De sterkste toename in HCBD concentratie is geconstateerd voor locatie Bijlandsch Kanaal (Rijn) (voor verwatering).

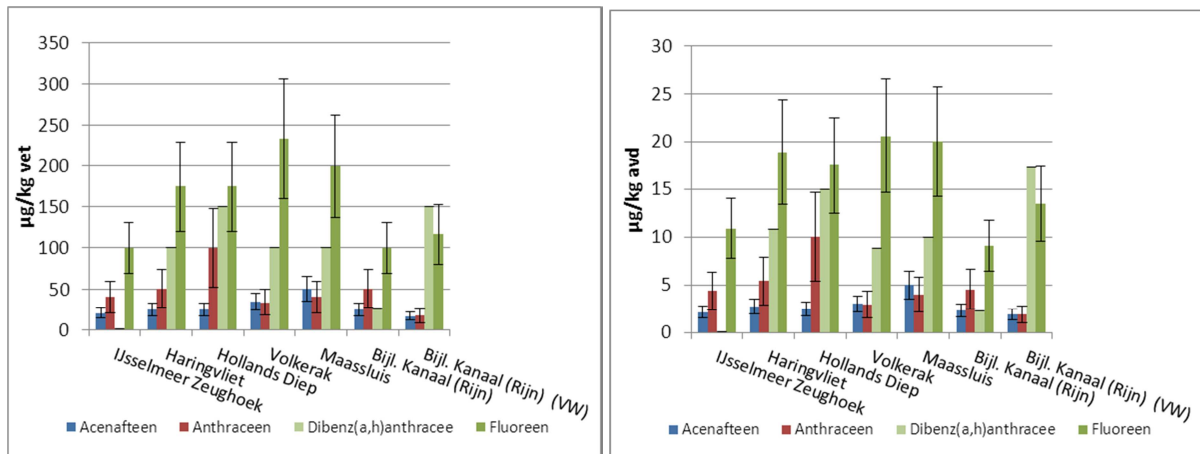
Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen



Figuur 7: Gehalten van Borneff PAKs in driehoeksmosselenweefsel bemonsterd in de Rijkswateren in 2010. Linkergrafiek gehalten uitgedrukt op basis van vet, rechtergrafiek gehalten uitgedrukt op basis van asvrijdrooggewicht. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie. Error bars representeren de meetonzekerheid.



Figuur 8: Gehalten van chryseen, fenantreen, pyreen en benzo(a)anthraceen in driehoeksmosselenweefsel bemonsterd in de Rijkswateren in 2010. Linkergrafiek gehalten uitgedrukt op basis van vet, rechtergrafiek gehalten uitgedrukt op basis van asvrijdrooggewicht. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie. Error bars representeren de meetonzekerheid.



Figuur 9: Gehalten van acenafteen, anthraceen, dibenz(a,h)anthraceen en fluoreen in driehoeksmosselenweefsel bemonsterd in de Rijkswateren in 2010. Linkergrafiek gehalten uitgedrukt op basis van vet, rechtergrafiek gehalten uitgedrukt op basis van asvrijdrooggewicht. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie. Error bars representeren de meetonzekerheid.

In de figuren 7 t/m 9 wordt het PAK gehalte in het mosselweefsel weergegeven. Wanneer de onderzoeklocaties vergeleken worden met het uitgangsmateriaal blijkt dat met name voor de Borneff-PAKs (figuur 7) hogere gehalten gemeten zijn. De concentratie fluoranteen, een relatief vluchtige PAK, was relatief hoog voor het uitgangsmateriaal evenals de concentratie fenantreen. Dit was voorgaande jaren ook het geval. Hoewel de Borneff-PAKs gehalten voor alle locaties verhoogd zijn nemen de PAK gehalten op locatie Bijlandsch Kanaal (Rijn) relatief minder sterk toe vergeleken met de andere onderzoeklocaties.

Ook de concentratie van de overige PAKs zijn op de onderzoeklocaties verhoogd met uitzondering van anthraceen, acenafteen, fluoreen en, behalve voor locatie Nieuwe Waterweg - Maassluis, fenantreen. Ook voor deze PAKs is de concentratie minder verhoogd voor locatie Bijlandsch Kanaal (Rijn) vergeleken met de andere locaties.

Gebromeerde vlamvertragers

Ook dit jaar zijn drie gebromeerde vlamvertragers, PBDE47, 99 en 100, meegenomen in het onderzoek. In Tabel 7 staan de meetwaarden.

Tabel 7. Gehalten van drie gebromeerde difenylethers in mosselweefsel uitgedrukt op productbasis/natgewicht en vetgewicht ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Tabel 7a. PBDE gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2010 op productbasis/natgewicht ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

| | 2011/0643 | 2011/0645 | 2011/0647 | 2011/0649 | 2011/0653 | 2011/0651 | 2011/0655 |
|--------|---------------------|-------------|-----------------|-----------|-----------|---------------------|--------------------------|
| | IJsselmeer Zeughoek | Haringvliet | Hollandsch Diep | Volkerak | Maassluis | Bijl. Kanaal (Rijn) | Bijl. Kanaal (Rijn) (VW) |
| BDE99 | <0.05 | 0.07 | 0.2 | <0.05 | 0.1 | 0.3 | 0.4 |
| BDE100 | <0.01 | 0.05 | 0.07 | 0.02 | 0.04 | 0.09 | 0.2 |
| BDE47 | <0.05 | <0.05 | 0.1 | <0.05 | 0.06 | 0.2 | 0.2 |

Tabel 7b. PBDE gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2010 op vetbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$ vet)*.

| | 2011/0643 | 2011/0645 | 2011/0647 | 2011/0649 | 2011/0653 | 2011/0651 | 2011/0655 |
|--------|------------------------|-------------|--------------------|-----------|-----------|------------------------|-----------------------------|
| | IJsselmeer Zeughoek | Haringvliet | Hollandsch Diep | Volkerak | Maassluis | Bijl. Kanaal (Rijn) | Bijl. Kanaal (Rijn) (VW) |
| BDE99 | <5 | 17.5 | 50 | <8.3 | 50 | 75 | 66.7 |
| BDE100 | <1 | 12.5 | 17.5 | 6.7 | 20 | 22.5 | 33.3 |
| BDE47 | <5 | <6.3 | 25 | <8.3 | 30 | 50 | 33.3 |

*bij waarden onder de detectiegrens is gerekend met $\frac{1}{2}$ van deze waarden.

De gehalten PBDE zijn erg laag in het uitgangsmateriaal. Van de onderzoeklocaties zijn de locaties Hollandsch Diep, Bijlandsch Kanaal (Rijn) en Nieuwe Waterweg - Maassluis de PBDE gehalten het duidelijkst toegenomen ten opzichte van het uitgangsmateriaal. Voor de locaties Haringvliet en Volkerak is de toename minder sterk. PBDE 100 neemt in deze locaties het sterkst toe.

Organotinverbindingen

Dit jaar zijn voor de onderzoeklocaties Haringvliet en Nieuwe Waterweg - Maassluis 6 organotinverbindingen geanalyseerd. De resultaten worden in tabel 8 weergegeven.

Tabel 8. Gehalten van zes organotinverbindingen in mosselweefsel uitgedrukt op productbasis/natgewicht ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

| Parameter | 2011/0643 | 2011/0645 | 2011/0653 |
|----------------------|---------------------|-------------|-----------|
| | IJsselmeer Zeughoek | Haringvliet | Maassluis |
| Dibutyltin kation | <0.9 | <1.4 | <0.7 |
| Diphenyltin kation | <0.8 | <1.9 | <1.0 |
| Monobutyltin kation | <0.7 | <1.2 | 0.9 |
| Monophenyltin kation | <0.6 | <1.6 | <0.8 |
| Tributyltin kation | 2.5 | 6.7 | 7.8 |
| Triphenyltin kation | <0.7 | <1.6 | <0.8 |

De gehalten organotinverbindingen zijn over het algemeen erg laag en liggen in veel gevallen onder de bepalingsgrens voor zowel het referentiemonster als de twee onderzoeklocaties. Uitzondering hierop vormt het kation tributyltin die boven de detectielimiet gemeten is in het uitgangsmateriaal en ten opzichte hiervan licht verhoogd lijkt voor locatie Haringvliet (factor 2.7) en Nieuwe Waterweg - Maassluis (factor 3).

4.3 Risico-analyse

De gemeten gehalten van de PCB's, PBDE's, OCPs, PAK en de metalen zijn vergeleken met de MTR, Warenwet norm en de milieukwaliteitsnorm (MKN) voor biota. Voor gehalten zie bijlage D t/m G.

Er is geen overschrijding gemeten voor de Warenwetnorm.

De PCB's, gemeten in de driehoeksmosselen, zijn ruim onder de MKN, ook bij de meer gecontamineerde locaties zoals Haringvliet en Bijlandsch Kanaal (Rijn).

De gemeten gehalten BDE's liggen ook veel lager dan de MKN voor PBDE's.

Er is geen MKN voor totaal-kwik, maar wel voor methyalkwik. In mosselen is methyalkwik ongeveer 50% van het totale kwikgehalte. Alle gemeten waarden liggen ver onder de MKN.

Ook alle gemeten waarden voor cadmium en lood liggen onder de MKN, voor beide metalen liggen de gehalten op ongeveer $\frac{1}{2}$ van de norm.

Voor toetsing aan de MTR norm dient de gemeten concentratie uitgedrukt te worden op standaardmossel. Voor metalen geldt dat gehalten omgerekend dienen te worden naar een droge stof concentratie van 10%, voor organochloorverbindingen worden gehalten omgerekend naar een vetpercentage van 1.3%. De MTR norm blijkt voor cadmium en kwik voor alle locaties, inclusief het uitgangsmateriaal, overschreden te worden. Met name voor cadmium wordt de norm fors overschreden, met een factor 13 tot 31. Kwik wordt met een factor tussen de 1.8 en 2.9 overschreden. De hoogste overschrijding voor kwik vindt plaats bij onderzoeklocaties Bijlandsch Kanaal (Rijn) en Hollandsch Diep. De MTR norm voor PCB 153 wordt niet overschreden.

4.4 Effect van verwatering

Een eerste indicatie voor een effect van verwatering wordt gekregen door het verschil in asgehalte te bekijken. Wanneer het asgehalte op droge stof uitgedrukt wordt blijkt deze afgenomen te zijn van 6.7 naar 3.4%. De mosselen hebben dus daadwerkelijk anorganisch materiaal verloren, zie ook paragraaf 4.1.

Om het effect van verwatering verder te onderzoeken worden gehalten voor en na verwatering met elkaar vergeleken. Gehalten worden uitgedrukt op basis van asvrijdrooggewicht (avd). Hierdoor wordt gecorrigeerd voor het verschil in aanhangend mosselvocht en hoeveelheid as en is een betere vergelijking mogelijk dan wanneer gehalten op vetbasis vergeleken worden. De volgende componenten zijn gemeten in de verwaterde en niet verwaterde monsters: zware metalen, PCBs, PAK, OCPs en BDEs. Helaas is er een onregelmatigheid opgetreden in de PCB analyse waardoor de waarden indicatief zijn.

Om te bepalen of een concentratie afgenomen, gelijk gebleven dan wel toegenomen is wordt de ratio voor en na verwatering berekend. De concentratie voor en na verwateren blijft gelijk wanneer de ratio 1 is terwijl een getal boven de 1 duidt op een toename in concentratie. Een getal onder de 1 duidt op een afname in concentratie. Wanneer het concentratieverschil buiten de meetonzekerheid valt is de ratio vet afgedrukt, zie tabel 9. In dezelfde tabel is per stof ook de octanol water verdeling (log Kow) weergegeven. Stoffen met een hoge log Kow zullen ophopen in vet en minder makkelijk uitspoelen.

Tabel 9. Log Kow en verschil in concentratie op asvrijdrooggewicht voor en na verwatering per component. Verschil uitgedrukt als ratio (concentratie na verwateren tov niet verwaterd monster). Getallen zijn vet afgedrukt wanneer het concentratieverschil voor en na verwatering groter is dan de meetonzekerheid.

| Component | Ratio | log Kow | Component | Ratio | log Kow |
|--------------|-------------|---------|------------------------|-------------|---------|
| cadmium | 1.01 | - | PBDE 47 | 0.85 | 6.81 |
| lood | 0.30 | - | PBDE 100 | 1.88 | 7.24 |
| kwik | 0.92 | - | PBDE 99* | 1.13 | 7.32 |
| PCB-28* | 1.06 | 5.55 | Acenafteen | 0.83 | 3.98 |
| PCB-52* | 0.85 | 5.86 | Fluoreen | 1.48 | 4.18 |
| PCB-101* | 0.93 | 6.33 | Fenantreen | 0.83 | 4.46 |
| PCB-118* | 0.85 | 6.46 | Anthraceen | 0.42 | 4.50 |
| PCB-105* | 0.85 | 6.39 | Pyreen | 2.09 | 4.88 |
| PCB-138+163* | 1.04 | 6.71** | Fluoranteen | 1.78 | 4.90 |
| PCB-153* | 0.97 | 6.79 | Indeno(1,2,3-cd)pyreen | 1.69 | 6.58 |
| PCB-156* | 0.85 | 6.84 | Benzo(a)anthraceen | 2.12 | 5.63 |
| PCB-180* | 0.94 | 7.17 | Chryseen | 2.76 | 5.63 |
| | | | Benzo(b)fluoranteen | 2.47 | 6.04 |
| HCBD* | 0.28 | 4.8 | Benzo(a)pyreen | 2.22 | 6.06 |
| HCB | 0.85 | 5.5 | Benzo(g,h,i)peryleen | 1.83 | 6.78 |
| | | | Benzo(k)fluoranteen | 2.40 | 6.84 |
| | | | Dibenz(a,h)anthraceen* | 7.62 | 6.86 |

* Meetonzekerheid is niet bekend (voor PCB's is de meetonzekerheid bekend maar kunnen de gehalten voor Bijlandsch Kanaal (Rijn) niet onder Q gerapporteerd worden waardoor de waarden indicatief zijn).

** Log Kow geldt voor PCB 138.

Uit de analyse blijkt dat de PCB concentraties ongeveer gelijk gebleven zijn, de ratio in concentratie voor en na verwatering ligt over het algemeen rond de 1. Aangezien het slechts één meting betreft en de waarden indicatief zijn kan nu slechts de volgende voorzichtige conclusie getrokken worden; PCB's lijken sterk ingebouwd te zijn in het mosselweefsel en niet uitspoelen gedurende een korte verwatering-periode.

Van de metalen lijkt alleen lood afgenomen te zijn (ratio 0.30), dit suggereert dat lood in hoge concentraties aanwezig is in het maag- darmkanaal en niet ingebouwd is in het mosselweefsel. Het cadmium gehalte was relatief hoog in het uitgangsmateriaal waardoor er geen grote verschillen hebben kunnen optreden.

Hoewel voor HCBD de meetonzekerheid onbekend is, lijkt de concentratie HCBD afgenomen te zijn na verwatering (ratio 0.28). Een afname van het gehalte aan HCBD en HCB na verwatering kan verklaard worden door de relatief lage log Kow en relatief grote vluchtigheid van beide OCP's.

Sommige PAK verbindingen lijken juist toegenomen te zijn (en dan met name de PAK verbindingen met een hoge log Kow). Het is onduidelijk waarom sommige PAK verbindingen (en PBDE100) in gehalten toegenomen zijn. Aangezien het verwateren niet in een contaminant arme ruimte (CAR) plaatst heeft gevonden zouden de mosselen tijdens het verwateren met PAK vervuild hebben kunnen raken. Echter dit zou dan ook voor het uitgangsmateriaal (Zeughoek) moeten gelden; deze zijn langer onder deze omstandigheden bewaard dan deze verwaterde mosselen. In het uitgangsmateriaal zijn echter relatief lage PAK gehalten gemeten.

5. Conclusies

5.1 Algemeen

De monitoring is in 2010 goed verlopen.

De uitgangsmosselen (IJsselmeer - Zeughoek) zijn in goede staat aangeleverd en de mosselen zijn volgens schema uitgehangen en binnengehaald op de gewenste data. De biochemische parameters (vet, as, droge stof) zijn vergelijkbaar tussen de verschillende locaties (Tabel 6). Het niveau van de gemeten accumulatie van microverontreinigingen toont aan dat de mosselen gedurende de monitoring-periode actief zijn geweest, vergelijkbaar met de voorgaande jaren.

5.2 Analyseresultaten

De analyses voldoen aan de gestelde kwaliteitseisen met uitzondering van onderzoeklocatie Bijlandsch Kanaal (Rijn) - niet verwaterd monster. Door optreden van kookvertraging is slechts 50% van PCB143 teruggevonden. Hierdoor zijn de waarden voor PCBs 28, 52, 101, 105, 118, 138+163, 153, 156 en 180 indicatief en zijn niet onder accreditatie (Q) gerapporteerd in dit rapport. Daarnaast is voor hetzelfde monster bij de injectie van de non ortho PCBs 77, 126 en 169 voor fractionering de pomp kapot gegaan waardoor het monster verloren is gegaan. Voor PCBs 77, 126 en 169 zijn daarom geen waarden gerapporteerd voor dit monster.

Van de gemeten zware metalen neemt alleen lood op alle locaties toe met de grootste toename voor Hollandsch Diep. De MTR norm wordt echter niet overschreden voor lood. Cadmium neemt alleen toe voor de onderzoeklocatie Nieuwe Waterweg - Maassluis. Het kwikgehalte neemt slechts gering toe, op locatie Haringvliet is geen toename geconstateerd. De onderzoeklocaties Hollandsch Diep en Bijlandsch Kanaal (Rijn) nemen het sterkst toe, gemeten gehalten liggen 1.6 keer hoger dan het uitgangsmateriaal. Alle metalen voldoen aan de MKN en warenwet norm. De MTR norm wordt echter voor de metalen cadmium en kwik overschreden voor alle locaties inclusief het uitgangsmateriaal. Met name voor cadmium is een forse overschrijding geconstateerd (13 tot 31 keer boven de norm). Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat de cadmium concentratie in het uitgangsmateriaal al verhoogd was, alleen voor locatie Nieuwe Waterweg - Maassluis is een toename in cadmium concentratie geconstateerd.

De som 7 PCBs neemt voor alle onderzoeklocaties (fors) vergeleken met het uitgangsmateriaal (met een factor tussen de 8.0 en 13.4). De hoogste concentraties zijn gemeten voor locatie Haringvliet, Hollandsch Diep en Nieuwe Waterweg - Maassluis. Van de non ortho PCBs neemt alleen PCB 77 fors toe, met name voor locatie Nieuwe Waterweg - Maassluis. PCB 126 en 169 blijft gelijk of laat slechts een geringe toename zien. Voor PCB's wordt geen van de normen overschreden.

De concentratie HCB neemt op alle onderzoeklocaties toe ten opzichte van het uitgangsmateriaal met uitzondering van locatie Volkerak. Haringvliet neemt slechts zeer beperkt toe. Locatie Nieuwe Waterweg - Maassluis is een uitschieter, de HCB concentratie is met een factor 25 toegenomen vergeleken tot de concentratie gemeten in het uitgangsmateriaal. De verschillende normen voor HCB worden voor geen enkele locatie overschreden. De HCB concentratie neemt licht toe voor locatie Hollandsch Diep en Nieuwe Waterweg - Maassluis, een sterke toename is geconstateerd voor locatie Bijlandsch Kanaal (Rijn).

De concentraties fluoranteen en chryseen waren relatief hoog voor het uitgangsmateriaal. Over het algemeen is de PAK concentratie op de onderzoeklocaties hoger dan gehalten in het uitgangsmateriaal. Onderzoeklocatie Bijlandsch Kanaal (Rijn) laat echter relatief gezien in vergelijking tot de andere locaties wat lagere PAK concentraties zien. De warenwetnorm voor benzo(a)pyreen wordt niet overschreden.

PBDE concentraties zijn erg laag in het uitgangsmateriaal. De duidelijkste toename is geconstateerd voor locaties Hollandsch Diep, Bijlandsch Kanaal (Rijn) en Nieuwe Waterweg - Maassluis. De MKN biota norm wordt niet overschreden.

Organotinverbindingen zijn gemeten voor locaties Zeughoek (referentie), Haringvliet en Nieuwe Waterweg - Maassluis. Concentraties liggen over het algemeen onder de detectiegrens. Alleen tributyltin wordt voor alle locaties boven de detectiegrens gemeten en neemt met ongeveer een factor 3 toe voor beide onderzoeklocaties.

5.3 Extra onderzoek naar verwatering

Dit jaar is een extra onderzoek verricht naar het effect van verwatering. Hiervoor is op onderzoeklocatie Bijlandsch Kanaal (Rijn) het dubbele aantal mosselnetjes uitgehangen waarbij een deel van de mosselen na uithangen direct geanalyseerd werd en een deel eerst werd verwaterd in het laboratorium. In deze vergelijking zijn de volgende stofgroepen meegenomen; zware metalen, PCBs, PAK, OCPs en BDEs.

Tijdens het verwateringsproces lijkt er effectief maag-darminhoud uitgespoeld te zijn, het gehalte aan as is na verwatering afgenomen.

De analyse suggereert dat lood in hoge concentratie aanwezig is in de maaginhoud en tijdens het verwateren effectief uit wordt gespoeld. HCBd concentratie lijkt lager na verwatering, dit kan verklaard worden door zowel een sterke binding aan de maag-darminhoud maar ook door de relatief hoge mobiliteit van HCBd. Deze stof kan misschien ook gedurende het verwateringsproces uit het mosselvlees zelf uitspoelen. PCB's lijken echter sterk gebonden te zijn aan organisch materiaal (mosselvlees) en niet uit te spoelen. De toename in PAK gehalten na verwatering kan op dit moment niet verklaard worden.

Aangezien het slechts één meting betreft kan nu slechts als (zeer) voorlopige conclusie gesteld worden dat het direct meten van de mosselen na uithangen niet leidt tot een grote overschatting van gehalten van contaminanten in het watersysteem. HCBd en lood vormen hier wellicht een uitzondering op, daarnaast blijft het gedrag van sommige PAK verbindingen op dit moment niet verklaarbaar.

Dankwoord

De medewerking van Ianthe Brongers, Joop Tempelaars en andere medewerkers van de Meet- en Informatiedienst van Rijkswaterstaat bij het verkrijgen van driehoeksmosselen wordt zeer op prijs gesteld.

6. Aanbevelingen

Het onderzoek met driehoeksmosselen is in de huidige vorm een goede manier om de waterkwaliteit te meten. Verschillen in de waterkwaliteit zijn goed waar te nemen en wat de uitvoering betreft zijn geen verbeteringen voor te stellen. De werkwijzen is iets aangepast ten opzichte van voorgaande jaren. Dit jaar zijn de mosselen die verzameld zijn op locatie IJsselmeer Zeughoek eerst gezeefd om de allerkleinste mosselen te verwijderen (ongeveer <12 mm) alvorens ze uit te hangen op de onderzoeklocaties. Doordat minder kleine mosselen uitspoelen blijft er meer materiaal over na de blootstellingsperiode, bovendien worden verschillen in uitspoeling van mosselen tussen de locaties voorkomen. Daarnaast zal de doorstroming door de netjes, hoewel niet gemeten, beter zijn wanneer de allerkleinste mosselen verwijderd zijn. Verwijderen van de kleine mosselen leidt dus tot een grotere uniformiteit tussen de locaties. Voor de komende jaren wordt aanbevolen om deze werkwijze voort te zetten.

Daarnaast is een extra eenmalig onderzoek uitgevoerd. De resultaten van het verwateringsexperiment suggereren dat bepaalde stoffen hierdoor niet sterk zullen dalen in concentratie, maar andere mogelijk wel. De conclusies uit het monitoringonderzoek dat gehalten van sommige stoffen sterk verhoogd zijn in de driehoeksmosselen na uithangen ten opzichte van de referentie, die een week verwaterd is, zijn daardoor wellicht niet geheel terecht voor alle contaminanten. Aangezien het slechts één meting betreft is dit een voorlopige conclusie en kan hierover geen uitsluitend gegeven worden. Analyse van het referentiemateriaal, direct na het verzamelen, zou meer duidelijkheid kunnen verschaffen.

Het wordt aanbevolen om de kolonisatie van het Nederlandse oppervlakte water door andere zoetwatermosselen, waaronder *Quagga's*, te monitoren. Als deze soort de *Dreissena's* dreigt te verdringen is het van belang dat er voor een aantal jaren zowel *Quagga's* als *Dreissena's* gebruikt worden voor het onderzoek om eventuele verschillen in ophoping en daarmee mogelijke trendbreuk met voorgaande jaren te voorkomen.

Eenmaal verzameld en geëxtraheerd kunnen tegen een geringe meerprijs meerdere stofgroepen gemeten worden. Door het analyseren van twee OCP's kon dit jaar worden aangetoond dat bij locatie Maassluis de HCB concentratie verhoogd was vergeleken met het uitgangsmateriaal. Het is interessant om te onderzoeken of ook op de andere onderzoeklocaties in het MWTL programma HCB/HCBD in hoge concentraties aanwezig zijn.

Daarnaast wordt geadviseerd om in het MWTL programma ruimte te creëren voor andere contaminant groepen zoals geperfluoreerde verbindingen (PFOS). PFOS staat in de belangstelling (is opgenomen in de stoffenlijst van de OSPAR en wordt aanbevolen te monitoren in de Kaderrichtlijn Marien en komt o.a. vrij tijdens bluswerkzaamheden). Daarnaast wordt PFOS gebruikt om vloerbedekkingen en textiel water- en vuilafstotend te maken. Door het persistente karakter van PFOS en het feit dat PFOS sterk bioaccumuleerd wordt aanbevolen om deze stofgroep op te nemen in het monitoringsprogramma om zodoende inzicht te krijgen in de huidige situatie. In 2007 is er een studie uitgevoerd in Nederlands oppervlakte water waarbij perfluorverbindingen in waterbodembodem, water en aal zijn gemeten (Kwadijk et al 2010). Hierbij zijn in water concentraties tussen de 4.7 en de 32 ng/L gemeten. Dit is boven de door RIVM voorgestelde maximaal toelaatbare concentratie (MPC) (Moermond et al 2010). Verder lagen de PFOS gehalten in aal filet tussen de 7.1 en de 58 ng/g natgewicht.

Daarnaast wordt aanbevolen ook gealkyleerde PAK's (hoge toxiciteit en opgenomen in Kaderrichtlijn Marien) op te nemen in het programma. IMARES heeft inmiddels goede analysetechnieken beschikbaar voor het meten van gealkyleerde PAKs.

7. Kwaliteitsborging

IMARES

De kwaliteit van de analysemethoden van de afdeling Milieu wordt op verschillende manieren gewaarborgd. De methoden zijn uitvoerig gevalideerd. De juistheid van de analysemethoden wordt regelmatig getoetst door deelname aan ringonderzoeken waaronder aan het QUASIMEME-project. Daarnaast worden de resultaten van elke (serie van) meting(en) gecontroleerd door het gebruik van gecertificeerd en/of intern referentiemateriaal. Deze gegevens worden in kwaliteitscontrolekaarten bijgehouden conform NPR 6603.

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 57846-2009-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2012. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Milieu over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Voor details betreffende de kwaliteit van de analysemethoden wordt verwezen naar het IMARES-Kwaliteitshandboek en naar de volgende interne standaard werkvoorschriften (ISW's):

Tabel 10. Overzicht werkvoorschriften.

| Verrichting nummer RVA | Verrichting / Onderzoeksmethode | ISW |
|------------------------|---|------------|
| 1 | Bepaling van het totaal vetgehalte volgens Bligh and Dyer | 2.10.3.002 |
| 2 | Bepaling van het gehalte vocht (droogstoofmethode) | 2.10.3.011 |
| 3 | Bepaling van het as-gehalte | 2.10.3.018 |
| 5 | Bepalen van het gehalte aan kwik m.b.v. SMS100 mercury analyser; vlamloze AAS. | 2.10.3.025 |
| 8 | Bepalen van het gehalte aan organotinverbindingen; GCMS* | 2.10.3.024 |
| 9 | Bepalen van het gehalte aan polychloorbifenylen (PCB) en organochloorbestrijdingsmiddelen (OCP) na extractie; GC met elektronen invang detectie (GC-ECD)* | 2.10.3.001 |
| 11 | Bepalen van het gehalte aan non-ortho polychloorbifenylen (PCB) na soxhlet extractie; GC met massaspectrometrie (GC-MS) | 2.10.3.004 |
| 12 | Bepalen van het gehalte aan polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) na hexaanextractie; HPLC met fluorescentiedetectie* | 2.10.3.005 |

* onder flexibele scope.

Spreading in meetresultaten kan worden veroorzaakt door variaties binnen het gestandaardiseerde analyseproces, zoals extractie-efficiency en meetfouten van gebruikte apparatuur. De meetonzekerheid en rapportage grenzen voor de verschillende analyses en stoffen worden weergegeven in bijlage I.

Inzicht in de overige kwaliteitsparameters van de gebruikte analyses kan op verzoek worden verkregen.

TNO-Voeding

Het TNO laboratorium beschikt over een geldig ISO/IEC 17025 certificaat en is geaccrediteerd voor de bepaling van de te analyseren metalen cadmium en lood in vismatrix.

Om de kwaliteit van de analyses te waarborgen en eventuele trendbreuk met metingen van voorgaande jaren inzichtelijk te maken wordt door IMARES een intern uitgangsmateriaal (IRM) meegestuurd, hetgeen in duplo bepaald zal worden.

Ten aanzien van de resultaten zal IMARES het volgende toetsingscriterium toepassen:

De gehalten in het IRM zullen gecontroleerd worden met betrekking tot overschrijdingen van de 2s- en 3s-grenzen van de door IMARES intern gehanteerde kwaliteitscontrolekaarten voor de betreffende elementen. Wat betreft deze kwaliteitscontrolekaarten is een grote historie opgebouwd en hierop heeft jaarlijks een controle plaatsgevonden door de Raad van Accreditatie.

Indien er in een serie een overschrijding blijkt te zijn van bovengestelde eisen, zal TNO overgaan tot opnieuw analyseren van de betreffende serie monsters voor het metaal waarvoor de overschrijding heeft plaatsgevonden.

Het gehalte aan cadmium en lood wordt bepaald met behulp van ICP-MS volgens TNO voorschrift LSP/055.

De maximaal toegestane relatieve standaarddeviatie voor metalen is 15%.

Referenties

- Beek, M.A. (1995). De risico's van normen. Werkdocument 95.097X, WSC, Ecotoxicologie, 94.10, RIZA, Lelystad.
- Beek, M.A. (2002). Risicogetallen voor doorvergiftiging voor hogere organismen. Werkdocument 2002.182X, RIZA-WCS, Lelystad.
- Dao, Q.T., M.M. de Wit en M. Lohman (1998). Bepaling van het gehalte aan PCB's en andere gehalogeneerde microverontreinigingen met behulp van capillaire gaschromatografie. ISW nr. A002, RIVO-DLO, IJmuiden.
- Euro Chlor (2002). Euro Chlor Risk Assessment for the Marine Environment OSPARCOM Region – North Sea – Hexachlorobutadiene. Rapport maart 2002, pp 34.
- Hansen, B.G., Paya-Perez, A.B., Rahman, M. en Larsen, B.R. (1999). QSARs for Ko wand Koc of PCB congeners: A critical examination of data, assumptions and statistical approaches. *Chemospher* (39), 2209 – 2228.
- Kraak, M.H.S. et al (1991). Biomonitoring of Heavy Metals in the Western European Rivers Rhine and Meuse Using the Freshwater Mussel *Dreissena polymorpha*. *Environ. Pollut.* 74,101.
- Kwadijk, C., Korytar, P., Koelmans, A. A. (2010). Distribution of Perfluorinated Compounds in Aquatic Systems in The Netherlands. *Environ. Sci. Technol.* (10), 3746-3751.
- Maas, J.L. (2003). Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren. Bioaccumulatie in aal en driehoeksmosselen. RIZA rapport 2003.013, april 2003, Lelystad.
- Marqenie, J.M.(1981)Proc. Symp. Heavy Metals in the Environment, Amsterdam, September 1981. CEP Consultants Ltd., Edinburgh, 409–412
- Moermond, C.T.A., Verbruggen, E.M.J. en de Smit, C. J. (2010). Environmental risk limits for PFOS. RIVM report 601714013/2010.
- Pieters H. en B.L. Verboom (1994). Biologische monitoring zoete rijkswateren: micro-verontreinigingen in driehoeksmosselen - 1993, RIVO rapport C004/94, IJmuiden.
- Van der Valk, F., Q.T. Dao and J. Speur (1989). Contaminant Contents of Freshwater Mussels (*Dreissena polymorpha*) incubated at various Locations in the River Rhine from Switzerland to the Netherlands, RIVO rapport MO 89-206, IJmuiden.

Verklarende woordenlijst

| | |
|---------------------------|---|
| AAS | Atoomabsorptiespectrometer |
| ABM | Actieve Biologische Monitoring |
| AMK 2000 | Algemene Milieu Kwaliteit 2000 |
| adw | Asvrij drooggewicht |
| CB | Chloorbifenyyl |
| Consumptiestandaard | Normen vastgelegd in de Warenwet |
| Ecotoxicologische waarden | Concentratieniveau voor Ecotoxicologische normen van effecten op het ecosysteem |
| FIAS | Flow Injection Analysis System |
| KRW | Kaderrichtlijn water |
| MTR | Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau |
| Natgewicht | Versgewicht van filet of andere organen, c.q. organismen |
| OCP | Organochloorpesticiden |
| PAK | Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen |
| PBDE | PolygeBromeerde DifenylEthers |
| PFOS | Perfluorinated octaan sulfaat |
| PCB | Polychloorbifenyyl |
| RMS | Root mean square |
| RWS | Rijks Water Staat |
| Versgewicht | Gehalten uitgedrukt op basis van natgewicht |
| Vetbasis | Concentraties uitgedrukt op basis van het vetgehalte |

Verantwoording

Rapport C058/11
Projectnummer: 4305106801

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: M. Hoek-van Nieuwenhuizen
Projectleider afdeling Milieu

Handtekening:

Datum: 2 mei 2011

Akkoord: Drs. J.H.M. Schobben
Hoofd afdeling Milieu

Handtekening:

Datum: 2 mei 2011

Bijlage A. Datum van ophalen / inhangen mosselen en accumulatie­duur .

Op 21 september 2010 zijn de mosselen die als uitgangsmateriaal dienen voor het monitoringsprogramma verzameld in het IJsselmeer. De mosselen zijn dezelfde dag vervoerd naar IMARES IJmuiden.

Tabel a. datum van inhangen en ophalen en accumulatie­duur in dagen.

| Locatie | IJsselmeer Zeughoek | Haringvliet | Hollandsch diep | Volkerak | Bijlandsch Kanaal (Rijn) | Maassluis |
|--|--------------------------------|--------------------|----------------------------|------------------|---|------------------|
| <i>DONAR locatie</i> | <i>ZEUGHK</i> | <i>HARVSS</i> | <i>BOVSS</i> | <i>STEENBGN</i> | <i>LOBPTN</i> | <i>MAASSS</i> |
| <i>RQ20090825/</i> | <i>2010/1720</i> | <i>2010/1722</i> | <i>2010/1724</i> | <i>2010/1726</i> | <i>2010/1728</i> | <i>2010/1730</i> |
| Inhang datum | - | 1 okt. 2010 | 1 okt. 2010 | 1 okt. 2010 | 30 sep. 2010 | 28 sep. 2010 |
| Ophaal datum | - | 9 nov. 2010 | 9 nov. 2010 | 9 nov. 2010 | 10 nov. 2010 | 9 nov. 2010 |
| Accumulatie ­ duur (dagen) | 0 | 38 | 38 | 38 | 40 | 41 |

Bijlage B. Monstergegevens

Tabel a. Monstergegevens.

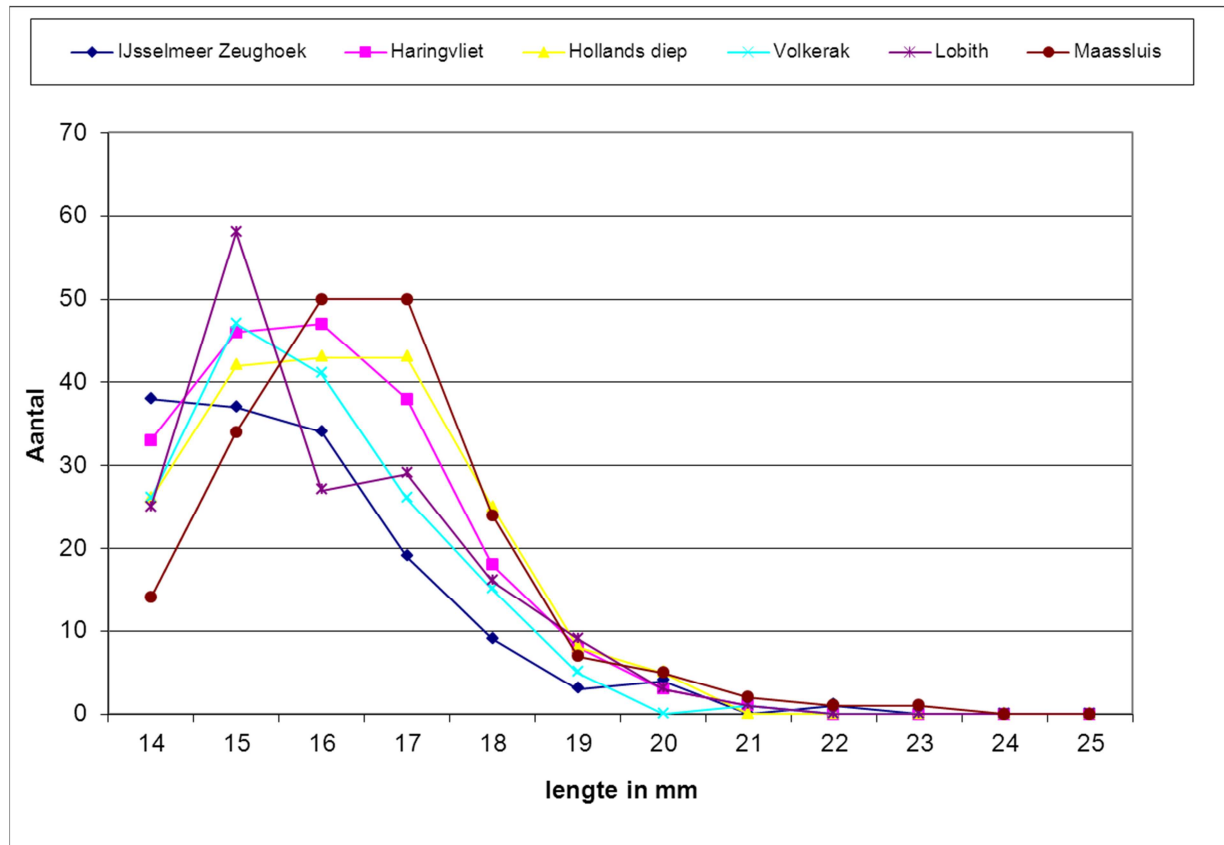
| Locatie | IJsselmeer Zeughoek | Haringvliet | Hollands diep | Volkerak | Bijlandsch Kanaal (Rijn) | Maassluis |
|----------------------------------|------------------------|-------------|------------------|-----------|--------------------------------|-----------|
| DONAR locatie | ZEUGHK | HARVSS | BOVSS | STEENBGN | LOBPTN | MAASSS |
| RQ20090825/ | 2011/0643 | 2011/0645 | 2011/0647 | 2011/0649 | 2011/0651 | 2011/0653 |
| Jaar 2009 | | | | | | |
| Gewichten | | | | | | |
| totaal | | | | | | |
| brutogewicht (g) | 110.58 | 113.72 | 112.95 | 111.45 | 116.25 | 114.19 |
| tarra (g) | 15.96 | 9.36 | 7.73 | 9.60 | 11.21 | 7.92 |
| % tarra | 14.4 | 8.2 | 6.8 | 8.6 | 9.6 | 6.9 |
| nettogewicht (g) | 94.62 | 104.36 | 105.22 | 101.85 | 105.04 | 106.27 |
| aanhangend vocht (g) | 8.07 | 6.09 | 5.49 | 6.58 | 4.65 | 5.88 |
| levende mosselen (g) | 86.55 | 98.27 | 99.73 | 95.27 | 100.39 | 100.39 |
| dode mosselen (g) | 2.45 | 0.51 | 0.88 | 2.27 | 1.85 | 0.56 |
| dood schelpen (g) | - | - | - | - | - | - |
| bovenmaats | | | | | | |
| nettogewicht (g) | 44.37 | 76.89 | 85.61 | 71.97 | 60.44 | 89.73 |
| levend vlees (g) | 18.10 | 28.14 | 31.72 | 24.15 | 21.72 | 35.55 |
| levend schelpen (g) | 26.84 | 41.33 | 45.70 | 36.53 | 28.62 | 45.31 |
| vocht (g) | -0.57 | 7.42 | 8.19 | 11.29 | 10.10 | 8.87 |
| ondermaats | | | | | | |
| nettogewicht (g) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Aantallen | | | | | | |
| totaal levend | 145 | 194 | 192 | 161 | 168 | 188 |
| bovenmaats levend | 145 | 194 | 192 | 161 | 168 | 188 |
| totaal dood | 21 | 2 | 3 | 12 | 7 | 3 |
| % dood | 14.5 | 1.0 | 1.6 | 7.5 | 4.2 | 1.6 |
| bovenmaats dood | 21 | 2 | 3 | 12 | 7 | 3 |
| Gem. lengtes en gewichten | | | | | | |
| totaal | | | | | | |
| gem. lengte (mm) | 15.7 | 16.0 | 16.2 | 15.9 | 16.0 | 16.6 |
| gem. gewicht (g) | 0.31 | 0.40 | 0.45 | 0.45 | 0.36 | 0.48 |
| bovenmaats | | | | | | |
| gem. lengte (mm) | 15.7 | 16.0 | 16.2 | 15.9 | 16.0 | 16.6 |
| gem. gewicht (g) | 0.31 | 0.40 | 0.45 | 0.45 | 0.36 | 0.48 |
| gem. schelpgewicht (g) | 0.19 | 0.21 | 0.24 | 0.23 | 0.17 | 0.24 |
| gem. vleesgewicht (g) | 0.12 | 0.15 | 0.17 | 0.15 | 0.13 | 0.19 |

Tabel a. vervolg.

| Monsternummer Locatie | | 2011/0643 | 2011/0645 | 2011/0647 | 2011/0649 | 2011/0651 | 2011/0653 |
|--------------------------|----|------------------------|-------------|------------------|-----------|--------------------------------|-----------|
| | | IJsselmeer Zeughoek | Haringvliet | Hollands diep | Volkerak | Bijlandsch Kanaal (Rijn) | Maassluis |
| (mm) aantal levend | 14 | 38 | 33 | 26 | 26 | 25 | 14 |
| | 15 | 37 | 46 | 42 | 47 | 58 | 34 |
| | 16 | 34 | 47 | 43 | 41 | 27 | 50 |
| | 17 | 19 | 38 | 43 | 26 | 29 | 50 |
| | 18 | 9 | 18 | 25 | 15 | 16 | 24 |
| | 19 | 3 | 8 | 8 | 5 | 9 | 7 |
| | 20 | 4 | 3 | 5 | 0 | 3 | 5 |
| | 21 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| | 22 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| aantal | | 145 | 194 | 192 | 161 | 168 | 188 |

Bijlage C. Frequentieverdeling

Frequentieverdeling voor de uitgehangen monsters driehoeks-mosselen in najaar 2010



Bijlage D. Metalen

Tabel a: Biochemische samenstelling van het mosselvlees (productbasis/natgewicht) najaar 2010.

| Monster nr. | Locatie | Droge stof | Asvrijdrooggewicht | As | Vet (BD)* |
|-------------|--------------------------------|------------|--------------------|-----|-----------|
| | | % | % | % | % |
| 2011/1643 | IJsselmeer, Zeughoek | 4.8 | 4.6 | 0.2 | 0.5 |
| 2011/1645 | Haringvliet, Haringvlietsluis | 3.9 | 3.7 | 0.2 | 0.4 |
| 2011/1649 | Volkerak-Zoommeer, Steenbergen | 3.5 | 3.4 | 0.1 | 0.3 |
| 2011/1647 | Hollandsch diep, Bovensluis | 4.2 | 4.0 | 0.2 | 0.4 |
| 2011/1653 | Nieuwe Waterweg, Maassluis | 2.3 | 2.0 | 0.3 | 0.2 |
| 2011/1651 | Bijlandsch Kanaal (Rijn) | 4.7 | 4.4 | 0.3 | 0.4 |
| 2011/1655 | Bijlandsch Kanaal (Rijn) (VW) | 5.4 | 5.2 | 0.2 | 0.6 |

* Vetgehalte uitgedrukt in gewichtprocent van natgewicht

Tabel b: Gehalten aan metalen in het mosselvlees najaar 2010 op productbasis/natgewicht.

| Monster nr. | Locatie | Droge stof | Kwik | Lood | Cadmium |
|----------------------|--------------------------------|------------|-----------------|-------|--------------|
| | | % | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| 2011/1643 | IJsselmeer, Zeughoek | 4.8 | 0.0042 | 0.013 | 0.052 |
| 2011/1645 | Haringvliet, Haringvlietsluis | 3.9 | 0.0037 | 0.093 | 0.055 |
| 2011/1649 | Volkerak-Zoommeer, Steenbergen | 3.5 | 0.0041 | 0.072 | 0.035 |
| 2011/1647 | Hollandsch diep, Bovensluis | 4.2 | 0.0057 | 0.16 | 0.059 |
| 2011/1653 | Nieuwe Waterweg, Maassluis | 2.3 | 0.0025 | 0.047 | 0.057 |
| 2011/1651 | Bijlandsch Kanaal (Rijn) | 4.7 | 0.0066 | 0.14 | 0.056 |
| 2011/1655 | Bijlandsch Kanaal (Rijn) (VW) | 5.4 | 0.0072 | 0.049 | 0.067 |
| MKN biotanorm | | | 0.02* | 0.30 | 0.16 |
| MTR norm | | | 0.0048/0.0247** | - | 0.008 |
| Warenwet | | | 0.5*** | 1.5 | 1.0 |

* norm voor methylkwik, dat gemiddeld 50% van totaal kwik is.

** eerste getal betreft totaal kwik, tweede getal betreft methylkwik. Voor MTR norm dienen de gehalten omgerekend te worden naar standaardmosselen (10% droge stof).

*** totaal kwik.

Waarden vet afgedrukt in tabel b overschrijden de norm, in dit geval MTR norm.

Tabel c: Gehalten aan metalen in het mosselvlees najaar 2010 op basis van asvrijdrooggewicht.

| Monster nr. | Locatie | Asvrij- drooggewicht | Kwik | Lood | Cadmium |
|-------------|--------------------------------|-------------------------|-------|-------|---------|
| | | % | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| 2011/1643 | IJsselmeer, Zeughoek | 4.6 | 0.09 | 0.28 | 1.13 |
| 2011/1645 | Haringvliet, Haringvlietsluis | 3.7 | 0.10 | 2.51 | 1.49 |
| 2011/1649 | Volkerak-Zoommeer, Steenbergen | 3.4 | 0.12 | 2.12 | 1.03 |
| 2011/1647 | Hollandsch diep, Bovensluis | 4.0 | 0.14 | 4.00 | 1.48 |
| 2011/1653 | Nieuwe Waterweg, Maassluis | 2.0 | 0.13 | 2.35 | 2.85 |
| 2011/1651 | Bijlandsch Kanaal (Rijn) | 4.4 | 0.15 | 3.18 | 1.27 |
| 2011/1655 | Bijlandsch Kanaal (Rijn) (VW) | 5.2 | 0.14 | 0.94 | 1.29 |

Bijlage E. PCBs en OCPs (HCB en HCBd)

Tabel 1: Gehalten aan PCBs in het mosselvlees najaar 2010 op productbasis/natgewicht en basis van vetgewicht.

Tabel a: Gehalten aan PCBs in het mosselvlees najaar 2010 op productbasis/natgewicht.

| | | 2011/0643 | 2011/0645 | 2011/0647 | 2011/0649 | 2011/0651 | 2011/0653 | 2011/0655 |
|------------|---------|------------------------|-------------|--------------------|-----------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| parameter | eenheid | IJsselmeer Zeughoek | Haringvliet | Hollandsch Diep | Volkerak | Bijl. Kanaal (Rijn)* | Nieuwe Waterweg, Maassluis | Bijl. Kanaal (Rijn) (VW) |
| CB-28 | µg/kg | 0.05 | 0.07 | 0.1 | 0.05 | 0.08 | 0.08 | 0.1 |
| CB-52 | µg/kg | 0.08 | 0.2 | 0.5 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.4 |
| CB-101 | µg/kg | 0.07 | 0.7 | 1.2 | 0.3 | 1.0 | 0.7 | 1.1 |
| CB-118 | µg/kg | <0.08 | 0.4 | 0.6 | 0.3 | 0.6 | 0.3 | 0.6 |
| CB-138+163 | µg/kg | 0.1 | 1.6 | 1.5 | 0.8 | 1.3 | 0.8 | 1.6 |
| CB-153 | µg/kg | 0.3 | 2.8 | 2.5 | 1.3 | 2.0 | 1.3 | 2.3 |
| CB-180 | µg/kg | 0.1 | 1.5 | 1.2 | 0.7 | 0.9 | 0.5 | 1.0 |
| CB-126 | ng/kg | 2 | 2.65 | 2.62 | 2.53 | nb | 2.23 | 3.28 |
| CB-169 | ng/kg | 1.4 | 1.22 | 1.41 | 1.47 | nb | 1.42 | 1.44 |
| CB-77 | ng/kg | 2.8 | 7.95 | 12.1 | 8 | nb | 7.9 | 16 |
| CB-105 | µg/kg | 0.05 | 0.1 | 0.9 | 0.07 | 0.2 | 0.04 | 0.2 |
| CB-156 | µg/kg | <0.03 | 0.1 | 0.1 | 0.06 | 0.1 | 0.04 | 0.1 |

* Kookvertraging soxhlet extractie lage recovery. Waarden daarom indicatief en vallen niet onder accreditatie

Tabel b: Gehalten aan PCBs in het mosselvlees najaar 2010 op basis van vetgewicht**.

| component | eenheid | 2011/0643 | 2011/0645 | 2011/0647 | 2011/0649 | 2011/0651 | 2011/0653 | 2011/0655 |
|------------|-----------|------------------------|-------------|--------------------|-----------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| | | IJsselmeer Zeughoek | Haringvliet | Hollandsch Diep | Volkerak | Bijl. Kanaal (Rijn)* | Nieuwe Waterweg, Maassluis | Bijl. Kanaal (Rijn) (VW) |
| CB-28 | µg/kg vet | 10 | 18 | 25 | 17 | 20 | 40 | 17 |
| CB-52 | µg/kg vet | 16 | 50 | 125 | 33 | 100 | 150 | 67 |
| CB-101 | µg/kg vet | 14 | 175 | 300 | 100 | 250 | 350 | 183 |
| CB-118 | µg/kg vet | <8 | 100 | 150 | 100 | 150 | 150 | 100 |
| CB-138+163 | µg/kg vet | 20 | 400 | 375 | 267 | 325 | 400 | 267 |
| CB-153 | µg/kg vet | 60 | 700 | 625 | 433 | 500 | 650 | 383 |
| CB-180 | µg/kg vet | 20 | 375 | 300 | 233 | 225 | 250 | 167 |
| CB-126 | µg/kg vet | 0.4 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | nb | 1.1 | 0.5 |
| CB-169 | µg/kg vet | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | nb | 0.7 | 0.2 |
| CB-77 | µg/kg vet | 0.6 | 2.0 | 3.0 | 2.7 | nb | 4.0 | 2.7 |
| CB-105 | µg/kg vet | 10 | 25 | 225 | 23 | 50 | 20 | 33 |
| CB-156 | µg/kg vet | <3 | 25 | 25 | 20 | 25 | 20 | 17 |
| som 7 PCBs | µg/kg vet | 148 | 1818 | 1900 | 1183 | 1570 | 1990 | 1184 |

* Kookvertraging soxhlet extractie lage recovery. Waarden daarom indicatief en vallen niet onder accreditatie.

**er is gerekend met ½ detectielimiet.

Tabel 2: Gehalten aan OCPs in het mossel vlees najaar 2010 op productbasis/natgewicht-, vet-, asvrijdrooggewicht basis.

Tabel a. HCB en HCBd gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2010 op productbasis/natgewicht ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

| | 2011/0643 | 2011/0645 | 2011/0647 | 2011/0649 | 2011/0653 | 2011/0651 | 2011/0655 |
|------|------------------------|-------------|--------------------|-----------|-----------|------------------------|-----------------------------|
| | IJsselmeer Zeughoek | Haringvliet | Hollandsch Diep | Volkerak | Maassluis | Bijl. Kanaal (Rijn) | Bijl. Kanaal (Rijn) (VW) |
| HCB | 0.03 | 0.05 | 0.1 | 0.02 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| HCBd | 0.01 | 0.01 | 0.07 | <0.005 | 0.02 | 0.3 | 0.1 |

Tabel b. HCB en HCBd gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2010 op vetbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$ vet)*.

| | 2011/0643 | 2011/0645 | 2011/0647 | 2011/0649 | 2011/0653 | 2011/0651 | 2011/0655 |
|------|------------------------|-------------|--------------------|-----------|-----------|------------------------|-----------------------------|
| | IJsselmeer Zeughoek | Haringvliet | Hollandsch Diep | Volkerak | Maassluis | Bijl. Kanaal (Rijn) | Bijl. Kanaal (Rijn) (VW) |
| HCB | 6.0 | 12.5 | 25.0 | 6.7 | 150.0 | 50.0 | 33.3 |
| HCBd | 2.0 | 2.5 | 17.5 | <0.8 | 10.0 | 75.0 | 16.7 |

*er is gerekend met $\frac{1}{2}$ van de detectiegrens.

Tabel c. HCB en HCBd gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2010 op basis van asvrijdrooggewicht ($\mu\text{g}/\text{kg}$ avd)*.

| | 2011/0643 | 2011/0645 | 2011/0647 | 2011/0649 | 2011/0653 | 2011/0651 | 2011/0655 |
|------|------------------------|-------------|--------------------|-----------|-----------|------------------------|-----------------------------|
| | IJsselmeer Zeughoek | Haringvliet | Hollandsch Diep | Volkerak | Maassluis | Bijl. Kanaal (Rijn) | Bijl. Kanaal (Rijn) (VW) |
| HCB | 0.7 | 1.4 | 2.5 | 0.6 | 15.0 | 4.5 | 3.8 |
| HCBd | 0.2 | 0.3 | 1.8 | <0.1 | 1.0 | 6.8 | 1.9 |

*er is gerekend met $\frac{1}{2}$ van de detectiegrens.

Bijlage F. PAKs

Tabel a. PAK gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2010 op productbasis/natgewicht ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

| | IJsselmeer Zeughoek | Haringvliet | Hollandsch Diep | Volkerak | Maassluis | Bijl. Kanaal (Rijn) | Bijl. Kanaal (Rijn) (VW) |
|------------------------|------------------------|-------------|--------------------|----------|-----------|---------------------------|-----------------------------|
| Acenafteen | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 |
| Anthraceen | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.08 | 0.2 | 0.1 |
| Benzo(a)anthraceen | 0.1 | 1.8 | 3.6 | 0.9 | 1.5 | 1.0 | 2.5 |
| Benzo(a)pyreen* | 0.06 | 1.9 | 2.7 | 1.1 | 1.0 | 0.8 | 2.1 |
| Benzo(b)fluoranteen | 0.2 | 4.0 | 4.0 | 2.1 | 1.7 | 1.2 | 3.5 |
| Benzo(g,h,i)peryleen | 0.1 | 1.5 | 2.1 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 1.3 |
| Benzo(k)fluoranteen | 0.09 | 2.0 | 2.2 | 1.4 | 1.1 | 0.6 | 1.7 |
| Chryseen | 0.2 | 3.6 | 5.7 | 1.9 | 3.0 | 1.5 | 4.9 |
| Dibenz(a,h)anthraceen | <0.01 | 0.4 | 0.6 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.9 |
| Fenantreen | <4.4 | <4.3 | <4.3 | <4.3 | <4.3 | <4.3 | <4.2 |
| Fluoranteen | <1.8 | 2.6 | 1.8 | 3.1 | 1.9 | <1.8 | 1.9 |
| Fluoreen | 0.5 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.4 | 0.4 | 0.7 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyreen | 0.2 | 1.8 | 2.2 | 1.3 | 0.6 | 0.6 | 1.2 |
| Pyreen | <0.6 | 3.2 | 7.9 | 2.8 | 3.4 | 1.5 | 3.7 |

*warenwetnorm = 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$

Tabel b. PAK gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2010 op vetbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$ vet)*.

| | IJsselmeer Zeughoek | Haringvliet | Hollandsch Diep | Volkerak | Maassluis | Bijl. Kanaal (Rijn) | Bijl. Kanaal (Rijn) (VW) |
|------------------------|------------------------|-------------|--------------------|----------|-----------|---------------------------|-----------------------------|
| Acenafteen | <20 | <25 | <25 | <34 | <50 | <25 | <17 |
| Anthraceen | 40 | 50 | 100 | 33 | 40 | 50 | 17 |
| Benzo(a)anthraceen | 20 | 450 | 900 | 300 | 750 | 250 | 417 |
| Benzo(a)pyreen | 12 | 475 | 675 | 367 | 500 | 200 | 350 |
| Benzo(b)fluoranteen | 40 | 1000 | 1000 | 700 | 850 | 300 | 583 |
| Benzo(g,h,i)peryleen | 20 | 375 | 525 | 267 | 350 | 150 | 217 |
| Benzo(k)fluoranteen | 18 | 500 | 550 | 467 | 550 | 150 | 283 |
| Chryseen | 40 | 900 | 1425 | 633 | 1500 | 375 | 817 |
| Dibenz(a,h)anthraceen | <1 | 100 | 150 | 100 | 100 | 25 | 150 |
| Fenantreen | <440 | <538 | <538 | <717 | <1075 | <538 | <350 |
| Fluoranteen | <180 | 650 | 450 | 1033 | 950 | <225 | 317 |
| Fluoreen | 100 | 175 | 175 | 233 | 200 | 100 | 117 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyreen | 40 | 450 | 550 | 433 | 300 | 150 | 200 |
| Pyreen | <60 | 800 | 1975 | 933 | 1700 | 375 | 617 |
| vet | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.6 |
| som PAKs Borneff* | 310 | 3450 | 3750 | 3267 | 3500 | 1175 | 1950 |

*er is gerekend met 1/2 detectiegrens.

Tabel c. PAK gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2010 op asvrijdrooggewicht ($\mu\text{g}/\text{kg avd}$)*.

| | IJsselmeer Zeughoek | Haringvliet | Hollandsch Diep | Volkerak | Maassluis | Bijl. Kanaal (Rijn) | Bijl. Kanaal (Rijn) (VW) |
|------------------------|------------------------|-------------|--------------------|----------|-----------|---------------------------|-----------------------------|
| Acenafteen | <2.2 | <2.7 | <2.5 | <3.0 | <5.0 | <2.3 | <1.9 |
| Anthraceen | 4.3 | 5.4 | 10 | 2.9 | 4.0 | 4.5 | 1.9 |
| Benzo(a)anthraceen | 2.2 | 49 | 90 | 26 | 75 | 23 | 48 |
| Benzo(a)pyreen | 1.3 | 51 | 68 | 32 | 50 | 18 | 40 |
| Benzo(b)fluoranteen | 4.3 | 108 | 100 | 62 | 85 | 27 | 67 |
| Benzo(g,h,i)peryleen | 2.2 | 41 | 53 | 24 | 35 | 14 | 25 |
| Benzo(k)fluoranteen | 2.0 | 54 | 55 | 41 | 55 | 14 | 33 |
| Chryseen | 4.3 | 97 | 143 | 56 | 150 | 34 | 94 |
| Dibenz(a,h)anthraceen | <0.1 | 11 | 15 | 8.8 | 10 | 2.3 | 17 |
| Fenantreen | <48 | <58 | <54 | <63 | <108 | <49 | <40 |
| Fluoranteen | <20 | 70 | 45 | 91 | 95 | <21 | 37 |
| Fluoreen | 11 | 19 | 18 | 21 | 20 | 9.1 | 13 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyreen | 4.3 | 49 | 55 | 38 | 30 | 14 | 23 |
| Pyreen | <6.5 | 86 | 198 | 82 | 170 | 34 | 71 |
| asvrijdrooggewicht | 4.6 | 3.7 | 4.0 | 3.4 | 2.0 | 4.4 | 5.2 |
| som PAKs Borneff | 34 | 373 | 375 | 288 | 350 | 107 | 225 |

* er is gerekend met $\frac{1}{2}$ detectiegrens.

Bijlage G. Gebromeerde difenylethers

Tabel 1. Gehalten van drie gebromeerde difenylethers in mosselweefsel uitgedrukt op productbasis/natgewicht en vetgewicht ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

Tabel a. BDE gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2010 op productbasis/natgewicht ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

| | 2011/0643 | 2011/0645 | 2011/0647 | 2011/0649 | 2011/0653 | 2011/0651 | 2011/0655 |
|--------|------------------------|-------------|--------------------|-----------|-----------|------------------------|-----------------------------|
| | IJsselmeer Zeughoek | Haringvliet | Hollandsch Diep | Volkerak | Maassluis | Bijl. Kanaal (Rijn) | Bijl. Kanaal (Rijn) (VW) |
| BDE99 | <0.05 | 0.07 | 0.2 | <0.05 | 0.1 | 0.3 | 0.4 |
| BDE100 | <0.01 | 0.05 | 0.07 | 0.02 | 0.04 | 0.09 | 0.2 |
| BDE47 | <0.05 | <0.05 | 0.1 | <0.05 | 0.06 | 0.2 | 0.2 |

Tabel b. BDE gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2010 op vetbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$ vet)*.

| | 2011/0643 | 2011/0645 | 2011/0647 | 2011/0649 | 2011/0653 | 2011/0651 | 2011/0655 |
|--------|------------------------|-------------|--------------------|-----------|-----------|------------------------|-----------------------------|
| | IJsselmeer Zeughoek | Haringvliet | Hollandsch Diep | Volkerak | Maassluis | Bijl. Kanaal (Rijn) | Bijl. Kanaal (Rijn) (VW) |
| BDE99 | <5 | 17.5 | 50 | <8.3 | 50 | 75 | 66.7 |
| BDE100 | <1 | 12.5 | 17.5 | 6.7 | 20 | 22.5 | 33.3 |
| BDE47 | <5 | <6.3 | 25 | <8.3 | 30 | 50 | 33.3 |

* er is gerekend met $\frac{1}{2}$ detectiegrens.

Bijlage H. Organotinverbindingen

Tabel 1: Gehalten aan organotinverbindingen in het mosselvlees najaar 2010 op productbasis/natgewicht- en vetgewicht.

Tabel a: Gehalten aan organotinverbindingen in het mosselvlees najaar 2010 op productbasis/natgewicht.

| Component | eenheid | 2011/0643 | 2011/0645 | 2011/0653 |
|----------------------|---------|------------------------|-------------|-----------|
| | | IJsselmeer Zeughoek | Haringvliet | Maassluis |
| Dibutyltin kation | µg/kg | <0.9 | <1.4 | <0.7 |
| Diphenyltin kation | µg/kg | <0.8 | <1.9 | <1.0 |
| Monobutyltin kation | µg/kg | <0.7 | <1.2 | 0.9 |
| Monophenyltin kation | µg/kg | <0.6 | <1.6 | <0.8 |
| Tributyltin kation | µg/kg | 2.5 | 6.7 | 7.8 |
| Triphenyltin kation | µg/kg | <0.7 | <1.6 | <0.8 |

Tabel b: Gehalten aan organotinverbindingen in het mosselvlees najaar 2010 op basis van vetgewicht*.

| Component | eenheid | 2011/0643 | 2011/0645 | 2011/0653 |
|----------------------|-----------|------------------------|-------------|-----------|
| | | IJsselmeer Zeughoek | Haringvliet | Maassluis |
| Dibutyltin kation | µg/kg vet | <90 | <175 | <175 |
| Diphenyltin kation | µg/kg vet | <80 | <238 | <250 |
| Monobutyltin kation | µg/kg vet | <70 | <150 | 450 |
| Monophenyltin kation | µg/kg vet | <60 | <200 | <200 |
| Tributyltin kation | µg/kg vet | 500 | 1675 | 3900 |
| Triphenyltin kation | µg/kg vet | <70 | <200 | <200 |

* er is gerekend met ½ detectiegrens.

Bijlage I. Rapportagegrenzen

Tabel 1: Rapportagegrenzen en meetonzekerheid (standard uncertainty) volgens NEN 7779 op productbasis/natgewicht.

| Component | rapportagegrens | eenheid | rel. standard uncertainty (%) | n | Accreditatie |
|-----------------|-----------------|---------|-------------------------------|----|--------------|
| PCB28 | 0.03 | µg/kg | 20.5 | 36 | Q |
| PCB52 | 0.03 | µg/kg | 17.3 | 45 | Q |
| PCB101 | 0.07 | µg/kg | 16.3 | 42 | Q |
| PCB105 | 0.03 | µg/kg | 24.6 | 43 | Q |
| PCB118 | 0.09 | µg/kg | 16.8 | 44 | Q |
| PCB138+163 | 0.07 | µg/kg | 16.7 | 45 | Q |
| PCB153 | 0.06 | µg/kg | 9.9 | 45 | Q |
| PCB156 | 0.03 | µg/kg | 19.1 | 30 | Q |
| PCB180 | 0.03 | µg/kg | 18.1 | 43 | Q |
| PCB77 | 0.5 - 1.0* | ng/kg | 12.1 | 20 | Q |
| PCB126 | 0.5 - 1.0* | ng/kg | 15.1 | 14 | Q |
| PCB169 | 0.5 - 1.0* | ng/kg | 26.8 | 12 | Q |
| HCB | 0.04 | µg/kg | 26.5 | 36 | Q |
| HCBD | 0.006 | µg/kg | niet vastgesteld | | geen Q |
| Vocht | 1 | % | 3.9 | 41 | Q |
| Vet (B&D) | 10 | g/kg | 17.9 | 55 | Q |
| As (gloeirest) | 1 | % | 9.2 | 20 | Q |
| TBT als kation | 0.48 | µg/kg | 15.4 | 1 | Q |
| DBT als kation | 0.41 | µg/kg | 16.1 | 4 | Q |
| MBT als kation | 0.34 | µg/kg | nog niet vastgesteld, n<8 | 1 | geen Q |
| TPhT als kation | 0.49 | µg/kg | niet vastgesteld | | geen Q |
| DPhT als kation | 0.43 | µg/kg | niet vastgesteld | | geen Q |
| MPhT als kation | 0.37 | µg/kg | niet vastgesteld | | geen Q |

* uitgaande van een inweeg van 50 gram.

Tabel 1: vervolg.

| Component | rapportagegrens | eenheid | rel. standard uncertainty (%) | n | Accreditatie |
|-------------------------|-----------------|---------|-------------------------------|----|--------------|
| benzo(b)fluoranteen | 0.03 | µg/kg | 13.3 | 23 | Q |
| benzo(k)fluoranteen | 0.01 | µg/kg | 27.6 | 19 | Q |
| fluorantheen | 1.9 | µg/kg | 8.3 | 23 | Q |
| benzo(a)pyreen | 0.00 | µg/kg | 20.8 | 20 | Q |
| benzo(g,h,i)peryleen | 0.02 | µg/kg | 24.6 | 24 | Q |
| indeno(1,2,3-c,d)pyreen | 0.02 | µg/kg | 39.2 | 21 | Q |
| fenantreen | 4.3 | µg/kg | 15.7 | 19 | Q |
| antraceen | 0.01 | µg/kg | 44.5 | 14 | Q |
| benzo(a)antraceen | 0.00 | µg/kg | 20.8 | 22 | Q |
| chryseen | 0.07 | µg/kg | 18.4 | 19 | Q |
| pyreen | 0.6 | µg/kg | 10.0 | 28 | Q |
| dibenzo(a,h)antraceen | 0.01 | µg/kg | nog niet vastgesteld, n<8 | 7 | Q |
| acenafteen | 0.21 | µg/kg | 25.7 | 13 | Q |
| fluoreen | 0.4 | µg/kg | 25.7 | 16 | Q |
| PBDE47 | 0.002 | µg/kg | 12.6 | 10 | Geen Q |
| PBDE99 | 0.0008 | µg/kg | nog niet vastgesteld, n<8 | 7 | Geen Q |
| PBDE100 | 0.001 | µg/kg | 16.1 | 8 | Geen Q |
| Kwik | 0.0054 | mg/kg | 4.8 | | Q |
| Cadmium* | 0.0015 | mg/kg | 13 % op niveau van 20 ug/kg | | Q |
| Lood* | 0.015 | mg/kg | 8 % op niveau van 1 mg/kg | | Q |

* Zoals opgegeven door TNO Zeist.

* uitgaande van een inweeg van 50 gram.