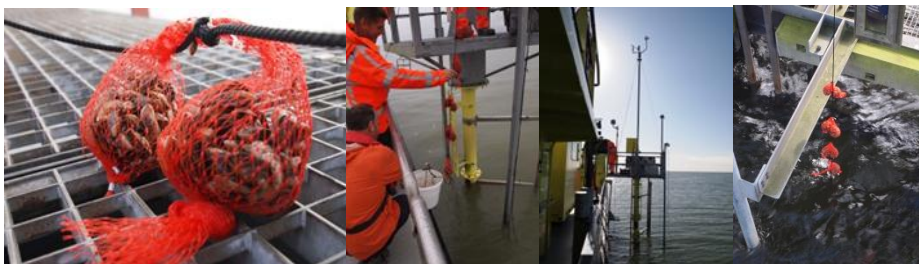


Actieve biologische Monitoring Zoete Rijkswateren: microverontreinigingen in quaggamosselen – 2011

S.T. Glorius en M.J.J. Kotterman
Rapport C055/12



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Rijkswaterstaat Waterdienst
Postbus 17
8200 AA Lelystad

Publicatiedatum:

2 mei 2012

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-V12.2

Inhoudsopgave

| | |
|--|----|
| Inhoudsopgave..... | 3 |
| Samenvatting..... | 5 |
| Voorwoord | 7 |
| 1. Inleiding | 8 |
| 1.1 Biomonitor | 8 |
| 1.2 MWTL driehoeksmosselen programma | 9 |
| 1.3 Dominantie van quaggamosselen | 9 |
| 2. Methoden | 10 |
| 2.1 Bemonstering mosselen..... | 10 |
| 2.2 Uitvoering ABM onderzoek | 12 |
| 2.3 Analysemethoden | 13 |
| 2.3.1 Algemeen | 14 |
| 2.3.2 Vocht-, as- en vetgehalte..... | 14 |
| 2.3.3 Kwik | 15 |
| 2.3.4 Cadmium en lood uitgevoerd door TNO Triskelion | 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 | 18 |
| 4. Bespreking resultaten..... | 19 |
| 4.1 Veranderingen van de biochemische samenstelling van mosselmonsters..... | 19 |
| 4.2 Veranderingen van de gehalten aan microverontreinigingen..... | 20 |
| 4.3 Risico-analyse..... | 28 |
| 4.4 Quaggamosselen ten opzichte van driehoeksmosselen als monitororganisme | 29 |
| 5. Conclusies | 30 |
| 5.1 Algemeen..... | 30 |
| 5.2 Analyseresultaten | 30 |
| 6. Aanbevelingen..... | 32 |
| 7. Kwaliteitsborging | 33 |
| Referenties | 35 |

| | |
|---|----|
| Verklarende woordenlijst..... | 36 |
| Verantwoording | 37 |
| Bijlage A. Datum van ophalen / inhangen mosselen en accumulatie ­ duur | 38 |
| Bijlage B. Monstergegevens..... | 39 |
| Bijlage C. Lengte - frequentieverdeling..... | 40 |
| Bijlage D. Metalen..... | 41 |
| Bijlage E. PCB's en OCP's (HCB en HCB ­ D)..... | 42 |
| Bijlage F. PAKs | 44 |
| Bijlage G. Gebromeerde difenylethers | 46 |
| Bijlage H. Organotinverbindingen | 47 |
| Bijlage I. Rapportagegrenzen en meetonzekerheden | 48 |
| Bijlage J. Resultaten Quasimeme-ringonderzoek | 51 |
| Bijlage K. Resultaten interne referentiematerialen..... | 55 |

Samenvatting

In het kader van de Monitoring Zoete Rijkswateren is in 2011 een actieve biologische monitoring (ABM) uitgevoerd in een aantal zoete Rijkswateren. Het betreft de uitvoering van het deelproject "Microverontreinigingen in driehoeksmosselen 2011" dat in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat wordt uitgevoerd door IMARES te IJmuiden.

Normaliter worden driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*) gebruikt voor het monitorprogramma. Deze worden verzameld op een relatief schone locatie, IJsselmeer – *Zeughoek*. De mosselen worden, tot aan verwerking tot uithangmonsters bewaard in het laboratorium, waarna ze uitgezet worden op de onderzoeklocaties voor een periode van 6 weken. Na afloop van de blootstellingsperiode wordt het gehalte aan microverontreinigingen in het mosselweefsel bepaald.

Sinds 2007 wordt melding gemaakt van het voorkomen van quaggamosselen (*Dreissena bugensis*) in het IJsselmeergebied (RWS, 2009). Uit verschillende karteringsonderzoeken naar het mosselbestand blijkt dat het aandeel quaggamosselen in de mosselbanken de afgelopen jaren vanuit het zuidelijke gedeelte van het IJsselmeergebied sterk in aantallen toeneemt. Een toekomstige verdrijving van de driehoeksmossel door de quaggamossel is dan ook niet uit te sluiten. In het projectplan van 2011 is daarom een extra eenmalig onderzoek opgenomen, waarbij op één van de onderzoeklocaties naast driehoeksmosselen ook quaggamosselen uitgehangen zullen worden. Door beide mosselsoorten te analyseren op microverontreinigingen zullen eventuele verschillen in accumulatie vastgesteld kunnen worden. Wanneer overgestapt dient te worden op quaggamosselen als monitororganisme kan hiermee een eventuele trendbreuk inzichtelijk gemaakt worden.

Bij het verzamelen van het uitgangsmateriaal in het huidige monitorprogramma van 2011 bleken op locatie IJsselmeer – *Zeughoek* de quaggamosselen de populatie echter al te domineren. Er konden zelfs onvoldoende driehoeksmosselen verzameld worden voor het monitoren van slechts één onderzoeklocatie. Na overleg met RWS is besloten om het gehele onderzoek in 2011 uit te voeren met quaggamosselen in plaats van met driehoeksmosselen. Hierdoor wordt dus afgeweken van het oorspronkelijke projectplan 2011.

In dit rapport worden de analyseresultaten van het monitorprogramma 2011 besproken.

In 2011 werden de volgende vijf Rijkswateren onderzocht:

IJsselmeer – *Vrouwenzand*,
Markermeer – *midden*,
Kanaal Gent Terneuzen - *Sas van Gent (westkade)*,
Maas – *Eijsden (oostoever)*,
Hollandsche IJssel – *Gouda voorhaven*,
Bergsche Maas – *Keizersveer*.

De mosselweefsels zijn geanalyseerd op PCB's (inclusief de non-ortho PCB's 77, 105 en 156), PAK's, zware metalen (kwik, cadmium en lood), OCP's (HCB en HCBd) en een drietal vlamvertragers van de groep polygebromeerde difenylethers (PBDE's 47, 99 en 100). Daarnaast is voor de locatie Bergsche Maas - *Keizersveer* en het uitgangsmateriaal IJsselmeer – *Zeughoek* het gehalte aan zes organotinverbindingen bepaald.

De gemeten concentraties aan contaminanten in quaggamosselen, verzameld op locatie IJsselmeer - *Zeughoek* (uitgangsmateriaal), zijn over het algemeen laag. Wel bleek de PAK fluoranteen, net als voorgaande jaren in driehoeksmosselen, in relatief hoge concentratie aanwezig te zijn in het

uitgangsmateriaal. Behalve op de onderzoeklocatie Kanaal Gent Terneuzen – *Sas van Gent*, hebben de quaggamosselen de blootstellingsperiode goed overleefd met zeer lage sterfte. Op deze locatie hebben de mosselen vermoedelijk te maken gehad met een zeer hoge belasting van zwevend stof. Het accumulatie-niveau in de uitgehangen mosselen toont aan dat de mosselen actief zijn geweest gedurende de blootstellingsperiode en de biochemische parameters (vet, as en droge stof) zijn vergelijkbaar tussen de verschillende onderzoeklocaties. Net als driehoeksmosselen zijn quaggamosselen plaatsgebonden en blijkt de soort, door de in 2011 vastgestelde zeer geringe sterfte, tolerant voor zowel het contaminanten niveau als de behandeling in het monitorprogramma. Voor zo ver op dit moment beoordeeld kan worden blijken quaggamosselen geschikt om te gebruiken als monitororganisme.

De geanalyseerde contaminanten nemen, ten opzichte van het uitgangsmateriaal, niet of slechts beperkt toe in quaggamosselen uitgehangen op de onderzoeklocaties IJsselmeer - *Vrouwenzand* en Markermeer – *midden*. De gehalten PCB's, OCP's en PBDE's nemen niet toe. Wel is het loodgehalten iets toegenomen op beide onderzoeklocaties (maximaal een factor 5 voor gehalten uitgedrukt op asvrijdrooggewicht) en is de concentratie van een aantal PAK verbindingen toegenomen (maximaal factor 12 voor gehalten uitgedrukt op vetbasis). Op beide onderzoeklocaties zijn echter geen normoverschrijdingen geconstateerd.

Contaminanten zijn, in vergelijking met concentraties in het uitgangsmateriaal, sterker toegenomen in quaggamosselen uitgehangen op de onderzoeklocaties Grens Maas – *Eijsden* en Bergsche Maas – *Keizersveer*. Opvallend zijn de relatief hoge concentraties PCB 77, HCBd en PBDE 47, 99 en 100 in quaggamosselen uitgehangen op de onderzoeklocatie Grens Maas – *Eijsden* vergeleken met de andere onderzoeklocaties. Individuele PAK gehalten in mosselen uitgehangen op onderzoeklocatie Grens Maas – *Eijsden* overschrijden meerdere malen de wettelijk vastgestelde normen. De benzo(b)fluoranteenconcentratie ligt 30% boven de MKN voor biota, de benzo(a)pyreenconcentratie blijft net onder de norm. Daarnaast wordt ook de Warenwetnorm voor de Σ benzo(a)pyreen, benz(a)antracene, benzo(b)fluorantheen, chryseen iets overschreden, de gehalten liggen 3% boven de norm.

Van de onderzochte locaties in 2011 nemen de contaminantgehalten het sterkst toe in quaggamosselen uitgehangen op de onderzoeklocatie Hollandse IJssel – *Gouda voorhaven*. De kwik- en loodconcentraties zijn met respectievelijk een factor 4 en 58 (gehalten uitgedrukt op basis van asvrijdrooggewicht) toegenomen ten opzichte van het uitgangsmateriaal. De gemeten loodconcentratie is net onder de Warenwetnorm. De som 6 PCB neemt, ten opzichte van het uitgangsmateriaal, met een factor 49 toe (gehalten uitgedrukt op vetbasis). De Warenwetnorm voor de som 6 PCB wordt echter niet overschreden. De HCBd concentratie neemt niet toe maar de HCB concentratie wel, met een factor 11 (gehalten uitgedrukt op vetbasis). De HCB concentratie blijft echter ver onder de Warenwetnorm en de MKN voor biota. Ook PAK gehalten zijn toegenomen, er worden gehalten voor diverse individuele PAK's boven de Warenwetnorm en MKN voor biota gemeten. Concentraties liggen tot een factor 4 boven de wettelijk vastgestelde normen.

Het wordt aanbevolen om het monitorprogramma voort te zetten met quaggamosselen. Om een eventuele trendbreuk vast te kunnen stellen, wordt aanbevolen ook in het onderzoek van 2012 te proberen naast quaggamosselen driehoeksmosselen te verzamelen en deze op een aantal plekken simultaan met quaggamosselen uit te hangen en te analyseren op contaminanten. Daarnaast wordt aanbevolen het analysepakket uit te breiden met PFOS.

Voorwoord

Rijkswaterstaat Waterdienst van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is in 1992 gestart met de uitvoering van het monitoringprogramma "Monitoring Zoete Rijkswateren". Dit vormt een onderdeel van de "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. Mosselbanken in IJsselmeer - *Zeughoek*, waar het uitgangsmateriaal voor het onderzoek verzameld wordt, bleken in 2011 sterk gedomineerd te zijn door *Dreissena bugensis* (quaggamossel). Hierdoor was het niet mogelijk voldoende uitgangsmateriaal, bestaande uit *Dreissena polymorpha* (driehoeksmossel), te verzamelen. In overleg met RWS is besloten om het monitorprogramma uit te voeren met quaggamosselen. Dit rapport bevat de analyseresultaten van het onderzoek in 2011.

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

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 slechte omgevingscondities, 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 (zware metalen, PAK's) accumuleren in driehoeksmosselen veel beter dan in hogere aquatische organismen zoals vissen (Pieters en Verboom, 1994, Kraak ea 1991). Het voorkomen van de driehoeksmossel in het IJsselmeer is echter de laatste jaren teruggedrongen door de quaggamossel. In 2011 blijkt het bestand op locatie Zeughoek ook door de quaggamossel gedomineerd te worden.

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 "Actieve monitoring chemische stoffen in driehoeksmosselen, 2011" werden ABM onderzoeken door IMARES uitgevoerd op een zestal locaties (plus de referentielocatie; IJsselmeer - *Zeughoek*) in het Nederlandse oppervlaktewater.

Normaliter worden driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*) gebruikt voor het monitorprogramma. In dit onderzoek zijn echter quaggamosselen gebruikt (zie paragraaf 1.3). Deze zijn bemonsterd op een relatief schone locatie, IJsselmeer - *Zeughoek*, en uitgezet op de onderzoeklocaties voor een periode van 6 weken. Na afloop van blootstellingsperiode kan het gehalte van de microverontreinigingen in het mosselweefsel bepaald worden.

De locaties voor het uithangen van de mosselen zijn afgestemd op de locaties, waaraan in het kader van het MWTL meetnet analyses in zwevend stof worden verricht. In 2011 zijn de onderzochte Rijkswateren:

IJsselmeer - *Vrouwenzand*,
Markermeer - *midden*,
Kanaal Terneuzen-Gent - *Sas van Gent (westkade)*,
Grens Maas - *Eijsden ponton (oostoever)*,
Hollandsche IJssel - *Gouda voorhaven*,
Bergsche Maas - *Keizersveer*.

In de bemonsterde mosselen zijn chemische analyses uitgevoerd voor PCB's (inclusief vlakke PCB's), PAK's, zware metalen (kwik, cadmium en lood), twee OCP's (HCB en HCBd), een drietal PBDE's (47, 99, 100). Daarnaast is in het uitgangsmateriaal en onderzoeklocatie Bergsche Maas - *Keizersveer* een zestal organotinverbindingen geanalyseerd.

1.3 Dominantie van quaggamosselen

Het is bekend dat het IJsselmeergebied (vermoedelijk sinds 2007) gekoloniseerd wordt door de quaggamossel (*Dreissena bugensis*). Uit verschillende kateringsonderzoeken naar het mosselbestand blijkt het aandeel quaggamosselen in de mosselpopulatie flink toe te nemen (Vaate, 2008 & RWS, 2009). Wanneer quaggamosselen de driehoeksmosselen verdrijven dient overgestapt te worden op quaggamosselen als monitororganisme. Dit heeft tot het voornemen geleid om naast driehoeksmosselen op één van de onderzoeklocaties ook quaggamosselen uit te hangen en te analyseren op microverontreinigingen. Eventuele verschillen in accumulatie tussen quagga- en driehoeksmosselen kunnen zo vastgesteld worden en een mogelijke trendbreuk inzichtelijk gemaakt. Deze quaggamosselen zijn op de locatie *Zeughoek* niet aangetroffen tot 2011; helaas bleek de mosselpopulatie in 2011 dermate gedomineerd te zijn door quaggamosselen dat er onvoldoende driehoeksmosselen verzameld konden worden voor het simultaan uithangen van beide mosselsoorten. Daarom is het gehele onderzoek dit jaar uitgevoerd met alleen quaggamosselen. Op dit punt is van het projectplan 2011, verstrekt door de Waterdienst, afgeweken.

2. Methoden

2.1 Bemonstering mosselen

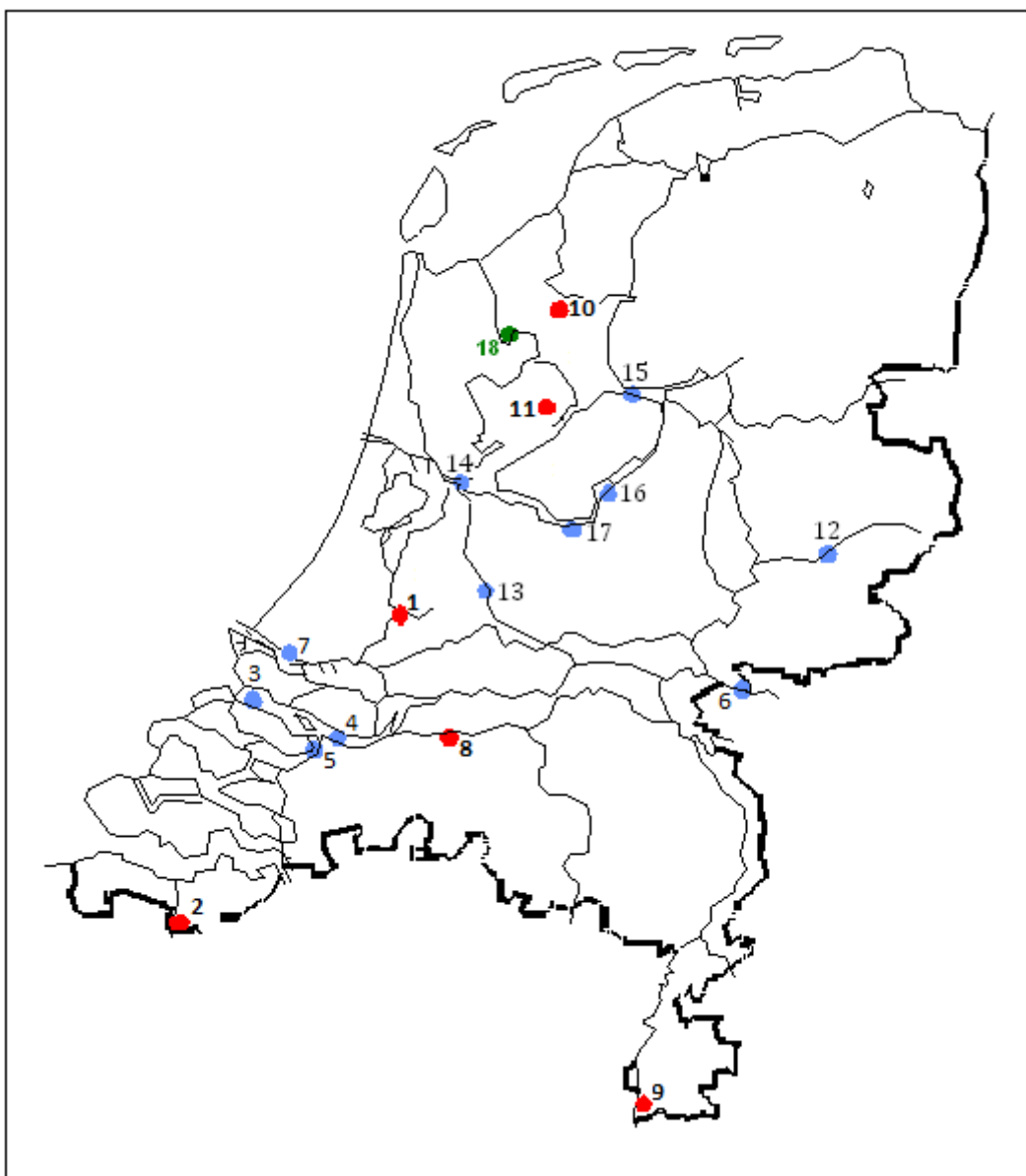
Mosselen verzameld bij IJsselmeer – *Zeughoek* zijn gebruikt als uitgangsmateriaal. Op woensdag 28 september zijn door RWS met behulp van een kornet de mosselen opgevist. Een medewerker van IMARES was hierbij aanwezig om onderscheid te maken tussen driehoeks- en quaggamosselen. Doel was om voldoende driehoeksmosselen te verzamelen voor het monitoren van alle zes de onderzoeklocaties en voldoende quaggamosselen voor het monitoren van één onderzoeklocatie. Er bleken echter zeer weinig driehoeksmosselen aanwezig te zijn, ondanks het actief zoeken naar mosselbanken met driehoeksmosselen. Daarom zijn dit jaar, in overleg met de opdrachtgever, uitsluitend quaggamosselen gebruikt voor onderzoek.

De verzamelde mosselen zijn dezelfde dag vervoerd naar IMARES in IJmuiden. Hier zijn de mosselen verder uitgezocht om zoveel mogelijk driehoeksmosselen te isoleren uit de quaggapopulatie. De quaggamosselen zijn vervolgens gezeefd en gespoeld met water om zand en ander ongewenst materiaal te verwijderen. Vanaf de dag van verzamelen tot het tijdstip van uithangen op de diverse locaties zijn de mosselen 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 2011 zijn vet gedrukt (nr. 1, 2, 8, 9, 10 en 11), 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 | 10 | IJsselmeer – Vrouwenzand |
| 2 | Kanaal Gent-Terneuzen – Sas van Gent | 11 | Markermeer – midden |
| 3 | Haringvliet – Haringvlietsluis | 12 | Twentekanaal – Wiene |
| 4 | Hollandsch Diep – Bovensluis | 13 | Amsterdam Rijnkanaal – Loenen |
| 5 | Volkerak-Zoommeer – Steenberg | 14 | Noordzeekanaal - Amsterdam |
| 6 | Bijlandsch Kanaal (Rijn) - Lobith ponton | 15 | Ketelmeer – west |
| 7 | Nieuwe Waterweg – Maassluis | 16 | Randmeren oost – Wolderwijd midden |
| 8 | Bergsche Maas - Keizersveer | 17 | Randmeren zuid – Eemmeerdijk |
| 9 | Grensmaas – Eijsden ponton | 18 | IJsselmeer – Zeughoek (uitgangsmat.) |



Figuur 1. Biologische monitoring zoete Rijkswateren. Rode stippen zijn de monsterlocaties van 2011, de groene stip geeft de monsterlocatie van het uitgangsmateriaal weer.

De onderzoeklocaties worden niet elk jaar, maar in cycli van 3 jaar bemonsterd. In Tabel 1 wordt het bemonsteringsschema t/m 2012 weergegeven.

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 | Eemmeerlijk | 2012 |

2.2 Uitvoering ABM onderzoek

De quaggamosselen zijn op dezelfde manier op de onderzoeklocaties uitgehangen als voorheen met de driehoeksmosselen gebruikelijk was. De mosselen zijn 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 uitgehangen. 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. De netjes zijn vastgemaakt aan een koord met een onderlinge afstand van 20 – 30 cm (3 tot 4 -netjes per koord). Drie koorden zijn vervolgens opgehangen aan een meetpaal, meerpaal of ponton, afhankelijk van de situatie bij de te onderzoeken locatie (Figuur 2). De afstand van de waterbodem bedroeg afhankelijk van de locatie 0.5 tot 2m.



Figuur 2. Bevestiging van de mosselen aan het koord (links), uithangen van een koord aan een meetpaal in het Markermeer met een cementanker om het koord strak te houden (rechts).

Per locatie zijn ongeveer 15 netjes met quaggamosselen uitgehangen, wat neerkomt op 4,5 kg bruto. De netjes met quaggamosselen zijn in week 40 (2011) op de diverse locaties uitgehangen met uitzondering van de locaties IJsselmeer – *Vrouwenzand* en Markermeer – *midden*. Door slechte weersomstandigheden was het onmogelijk om bij de meetpalen te komen. Deze mosselen zijn een week later, in week 41, uitgehangen. De netjes, uitgehangen op onderzoeklocaties Markermeer en IJsselmeer, zijn in week 47 opgehaald, de netjes van de overige locaties zijn in week 46 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 40 in de vriezer opgeslagen om de uitgangssituatie (IJsselmeer - *Zeughoek*) vast te leggen.

Van elk monster is een submonster, overeenkomend met ongeveer 250 - 300 g bruto quaggamosselen, genomen. Van dit monster zijn de volgende parameters bepaald: aanwezige tarra (lege schelpen), het aantal levende en het aantal dode mosselen, het totale gewicht, het totale schelpgewicht en het totale vleesgewicht. Van de levende mosselen zijn de lengtes gemeten en is een lengte frequentieverdeling gemaakt. Er is, anders dan bij driehoeksmosselen, geen onderscheid gemaakt in onder- en bovenmaatse (>14mm) mosselen. Quaggamosselen zijn groter dan driehoeksmosselen en schelpenlengtes van <14 mm komen nagenoeg niet voor, zie bijlage B en C. Voor de analyses zijn mosselen >18 mm gebruikt.

2.3 Analysemethoden

Voor de kwaliteitsborging van de bepalingen zie hoofdstuk 7, voor rapportagegrenzen en meetonzekerheden zie bijlage I.

2.3.1 Algemeen

Per mosselmonster is een hoeveelheid mosselen gepeld tot een totaal van circa 200 - 250 g mosselweefsel (natgewicht) wordt 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 Ultra Turrax met een disposable plastic staaf. Het homogenaat is vervolgens opgesplitst in deelmonsters. Een deelmonster voor analyse van de metalen is opgeslagen in plastic potten, andere deelmonsters zijn opgeslagen in glazen potten voor analyse van PCB's/OCP's, PAK's, PBDE's en organotinverbindingen. De potten zijn opgeslagen bij een temperatuur van -25°C. In de voorbereekte mossel homogenaten zijn de chemische analyses uitgevoerd (Tabel 2).

Tabel 2. Lijst van uitgevoerde analyses in 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 |
| OCP's | 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 |
| PBDE's | PBDE 47, 99 en 100 |
| Organotinverbindingen (als kation)* | dibutyltin, tributyltin, trifenylnin, monobutyltin, monofenylnin, difenylnin |

* Alleen de locatie: IJsselmeer – Zeughoek en Bergsche Maas – Keizersveer.

2.3.2 Vocht-, as- en vetgehalte

Voor het bepalen van het droge stofgehalte is de procedure volgens ISW 2.10.3.011, 'Vis en visserijproducten: Bepalen van het gehalte aan vocht; gravimetrie' gevolgd. Hiertoe 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 het bepalen van het aandeel as is de procedure beschreven in ISW 2.10.3.018, 'Vis en visserijproducten (eetbare deel): bepalen van het gehalte aan as; gravimetrie' gevolgd. Het monster wordt 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 ± 15°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).

Het percentage asvrijdrooggewicht wordt berekend uit het gehalte droge stof en as.

De totaal vet bepaling geschiedt volgens de procedure zoals beschreven in ISW 2.10.3.002, 'Vis en visserijproducten: bepalen van het gehalte aan vet volgens Bligh en Dyer'. Dit is een aangepaste versie van de Bligh en Dyer methode 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.

De analyse van kwik met de SMS100 is geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie (testlaboratoriumnummer L097, verrichtingnummer 5).

2.3.4 Cadmium en lood uitgevoerd door TNO Triskelion

De analyse van de metalen cadmium en lood zijn uitbesteed aan TNO Triskelion, Utrechtseweg 48, 3704 HE te 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 Triskelion 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.

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 halogeenvverbindingen. De halogeenvverbindingen 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. Deze methode van opwerking is analoog aan die voor PCB's en valt onder accreditatie, de analyse van de PBDE's 47, 99 en 100 met ECD is echter niet geaccrediteerd.

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 natrium hydroxide. 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).

De analyse van organotinverbindingen is geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie. 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:

- a) Milieukwaliteitsnormen (MKN) in biota, afgeleid voor prioritaire en stroomgebied relevante stoffen voor de KRW. Op 31 januari 2012 is een RICHTLIJN VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD tot wijziging van Richtlijnen 2000/60/EG en 2008/105/EG betreffende prioritaire stoffen op het gebied van het waterbeleid voorgesteld.
- b) 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.

In verband met de Kader Richtlijn Water is de toetsing aan MKN normen van belang. Deze normen zijn recentelijk, januari 2012, herzien. In dit rapport worden gehalten getoetst aan zowel de nieuw voorgestelde MKN normen, als aan de Warenwet norm.

Tabel 3. Diverse gehanteerde normwaarden voor mosselen in µg/kg product.

| Stoffen | Warenwet norm | MKN biota ¹ |
|---|---------------|------------------------|
| PCBs | | |
| ΣPCB 28, -52, -101, -138, -153 en 180 | 75 | - |
| PAK en OCP | | |
| Benzo(a)pyreen | 6 | 10 |
| Benzo(b)fluoranteen | - | 10 |
| Benzo(k)fluoranteen | - | 10 |
| Benzo(g,h,i)-peryleen | - | 10 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyreen | - | 10 |
| Σbenzo(a)pyreen, benz(a)antraceen, benzo(b)fluorantheen, chryseen | 35 | - |
| HCB | 20 | - |
| Zware metalen | | |
| Totaal kwik | 500 | - |
| Cadmium | 1000 | - |
| Lood | 1500 | - |

¹ herziening EU Richtlijn 2000/60/EG en 2008/105 EG betreffende prioritaire stoffen op het gebied van het waterbeheer, 2011/0429, BIJLAGE II. Uitsluitend de MKN voor biota welke gelden voor quaggamosselen (weekdieren) zijn opgenomen in de tabel.

3. Resultaten

De resultaten vermeld in dit rapport zijn alleen van toepassing op de geanalyseerde monsters. De monsters zijn geanalyseerd in de periode januari t/m maart 2012. Anders dan voorgaande jaren betreffen de vermelde resultaten in dit rapport de gehalten in quaggamosselen.

In geval gehalten niet zijn gemeten staat dit aangegeven met "nb". Gehalten die onder de rapportagegrensgrens 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 rapportagegrens liggen is gerekend met ½ van de rapportagegrens. De rapportagegrens kan per monster variëren door o.a. verschillende ingewogen hoeveelheden en matrixeffecten. De rapportagegrens, detectielimiet en meetonzekerheid worden weergegeven in bijlage I. De componenten die in bijlage I met Q aangegeven zijn voldoen aan de kwaliteitskenmerken volgens ISO 17025.

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-frequentieverdeling en enkele gemiddelde waarden voor lengte en gewicht van de bovenmaats mosselen.
- Bijlage C Grafische weergaven van de lengte-frequentie verdelingen.

De resultaten van de chemische analyses zijn weergegeven in de bijlagen D tot en met H:

- Bijlage D Zware metaalgehalten op natgewicht en asvrijdrooggewicht
- Bijlage E PCB gehalten op productbasis - en vetbasis, inclusief vlakke PCBs en HCB en HCBd.
- Bijlage F PAK gehalten op productbasis, vetbasis en op basis van asvrijdrooggewicht.
- Bijlage G Gebromeerde difenylethers op productbasis en vetbasis.
- Bijlage H Organotinverbindingen op productbasis - en vetbasis (alleen voor locaties IJsselmeer – *Zeughoek* en Bergsche Maas – *Keizersveer*)

T.a.v. de resultaten van IMARES kan opgemerkt worden dat ze voldoen aan de kwaliteitseisen, zoals genoemd in hoofdstuk 2 Methoden en 7 Kwaliteitsborging.

T.a.v. de toetsingscriteria op de resultaten van TNO-voeding, zoals genoemd in hoofdstuk 7 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 Bijlage K. De gehalten in het IRM, gemeten door TNO-voeding voldoen aan het gestelde toetsingscriterium.

In Tabel 4 zijn enkele relevante resultaten uit het ABM onderzoek, na een verblijf van de quaggamosselen 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 accumulatieperiode.

Over het algemeen was de sterfte erg laag, zie Tabel 4, echter op locatie Kanaal Gent-Terneuzen – *Sas van Gent* trad 100% sterfte op met als gevolg dat er geen materiaal voorhanden was voor chemische analyses. Er bleek veel slib in de netjes met mosselen geaccumuleerd te zijn bij Kanaal Gent-Terneuzen – *Sas van Gent* wat mogelijk de sterfte veroorzaakt heeft. Van de overige locaties was de sterfte zeer laag en kon voldoende mosselmateriaal verzameld worden voor de chemische analyses.

Tabel 4. Resultaten van het ABM onderzoek: samenstelling mosselmonsters.

| Monsternr. | Locatie | Accumulatie duur (dagen) | Gem. Lengte schelp (mm) | Gem. schelp- gewicht (g) | Gem. vlees- gewicht (g) | Sterfte (%) | Tarra (%) |
|------------|---|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------|--------------|
| 2011/1850 | IJsselmeer - <i>Zeughoek</i> | nvt | 20.8 | 0.37 | 0.26 | 1.4 | 35.6 |
| 2011/1852 | Grens Maas - <i>Eijsden</i> | 42 | 21.2 | 0.44 | 0.37 | 0.0 | 9.47 |
| 2011/1854 | Bergsche Maas - <i>Keizersveer</i> | 42 | 21.3 | 0.57 | 0.36 | 0.4 | 9.81 |
| 2011/1856 | Kanaal Gent-Terneuzen – <i>Sas v Gent</i> | 42 | nb | nb | nb | 100 | nb |
| 2011/1858 | IJsselmeer - <i>Vrouwenzand</i> | 42 | 21.4 | 0.46 | 0.36 | 0.8 | 5.36 |
| 2011/1860 | Markermeer - <i>midden</i> | 44 | 21.1 | 0.38 | 0.26 | 0.0 | 4.14 |
| 2011/1862 | Hollandsche IJssel - <i>Gouda voorhaven</i> | 45 | 21.2 | 0.36 | 0.21 | 1.1 | 13.01 |

4. Bespreking resultaten

In paragraaf 4.1 wordt de biochemische samenstelling van de mosselen besproken. In paragraaf 4.2 wordt de verandering in chemische samenstelling besproken. In paragraaf 4.3 worden de aangetroffen gehalten getoetst aan de verschillende normen die beschreven zijn in paragraaf 2.4.

4.1 Veranderingen van de biochemische samenstelling van mosselmonsters

In Tabel 5 wordt het percentage droge stof, asvrijdrooggewicht, as, vet en vet op basis van asvrijdrooggewicht weergegeven.

Tabel 5. Biochemische samenstelling van het mosselvlees op productbasis.

| Monsternr. | Locatie | Droge stof (%) | AVD* (%) | As (%) | Vet** (%) | Vet op avd (%) |
|------------|---|-------------------|-------------|-----------|--------------|-------------------|
| 2011/1850 | IJsselmeer - <i>Zeughoek</i> | 3.9 | 3.8 | 0.1 | 0.4 | 10.5 |
| 2011/1852 | Grens Maas - <i>Eijsden</i> | 5.1 | 4.9 | 0.2 | 0.5 | 10.2 |
| 2011/1854 | Bergsche Maas - <i>Keizersveer</i> | 3.1 | 2.8 | 0.3 | 0.3 | 10.7 |
| 2011/1857 | Kanaal Gent Terneuzen - <i>Sas v Gent</i> | nb | nb | nb | nb | nb |
| 2011/1858 | IJsselmeer - <i>Vrouwenzand</i> | 4.5 | 4.3 | 0.2 | 0.5 | 11.6 |
| 2011/1860 | Markermeer - <i>midden</i> | 4.0 | 3.8 | 0.2 | 0.4 | 10.5 |
| 2011/1862 | Hollandse IJssel - <i>Gouda voorhaven</i> | 7.0 | 6.4 | 0.6 | 0.6 | 9.4 |

*AVD = asvrijdrooggewicht.

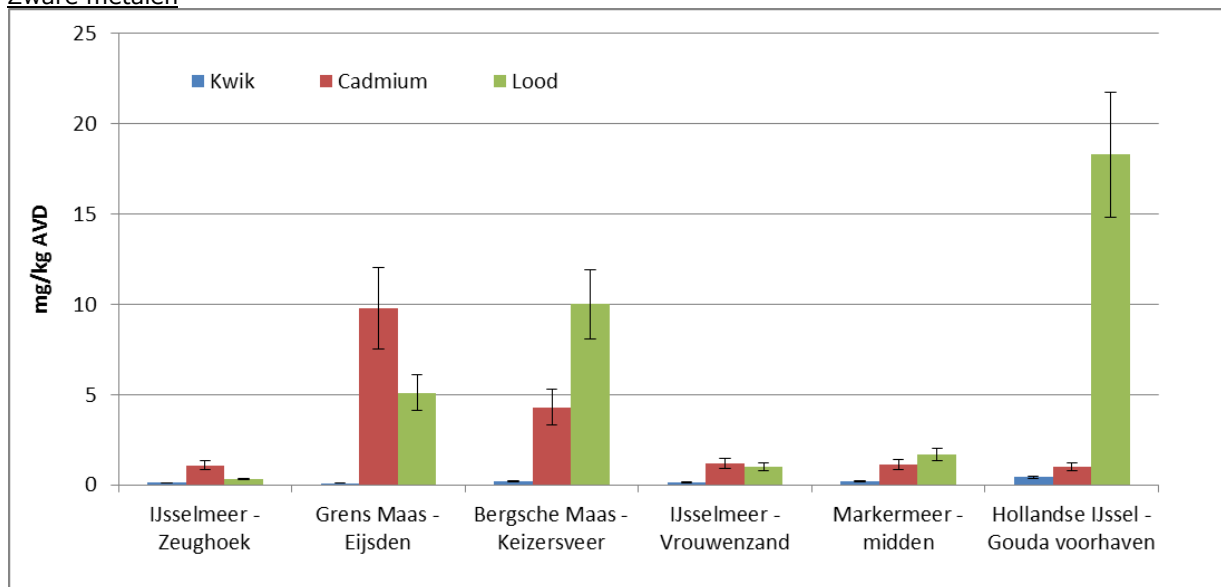
** Bligh Dyer vet, uitgedrukt in gewichtsprocent van natgewicht.

Er zijn geen grote verschillen geconstateerd in droge stof, asvrijdrooggewicht, as- en vetconcentraties tussen de onderzoeklocaties. De mosselen afkomstig van de Hollandse IJssel hebben een iets hoger droge stof gehalte vergeleken met de mosselen uitgehangen op de overige onderzoeklocaties. Dit kan

veroorzaakt worden door een kleiner aandeel aanhangend mosselvocht. Het gehaltes vet uitgedrukt op asvrijdrooggewicht is vergelijkbaar met de andere onderzoeklocaties.

4.2 Veranderingen van de gehalten aan microverontreinigingen

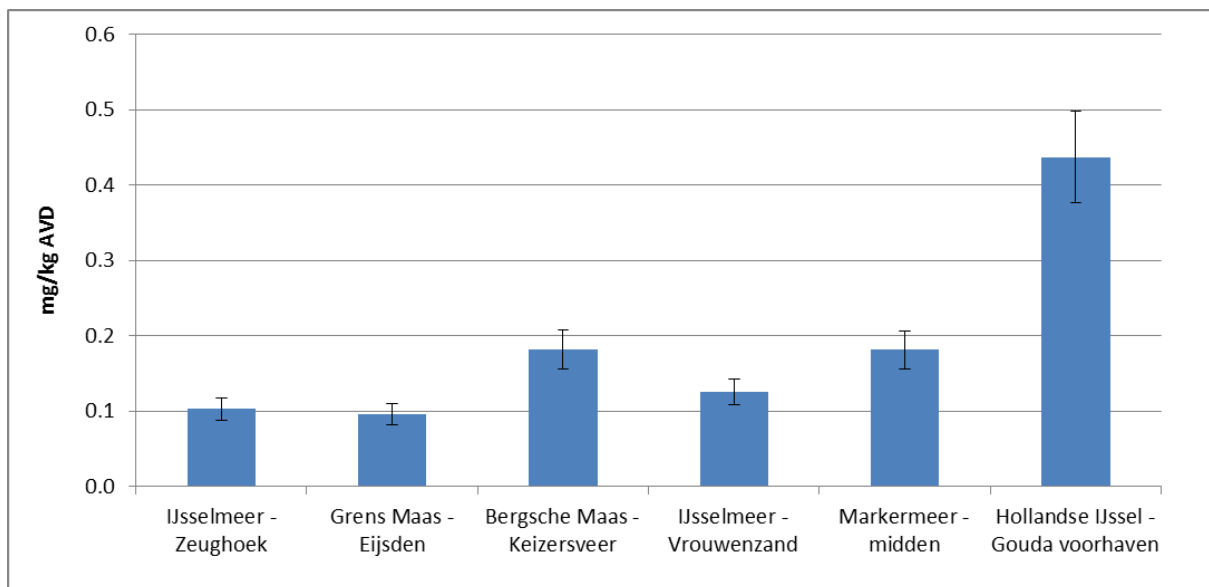
Zware metalen



Figuur 3. Gehalten aan kwik, lood en cadmium in quaggamosselen op basis van asvrijdrooggewicht na 6 weken blootstelling op verschillende locaties in 2011. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie. Error bars representeren de meetonzekerheid.

Op alle onderzoeklocaties is de loodconcentratie hoger dan in het uitgangsmateriaal. Loodconcentraties verschillen met een factor 3 tot 58 (op basis van asvrijdrooggewicht). De grootste toename is geconstateerd voor onderzoeklocatie Hollandse IJssel. Ook in beide onderzoeklocaties in de Maas (Maas - Eijsden en Maas - Keizersveer) is de toename groot, factor 16 en 32 respectievelijk, zie Figuur 3.

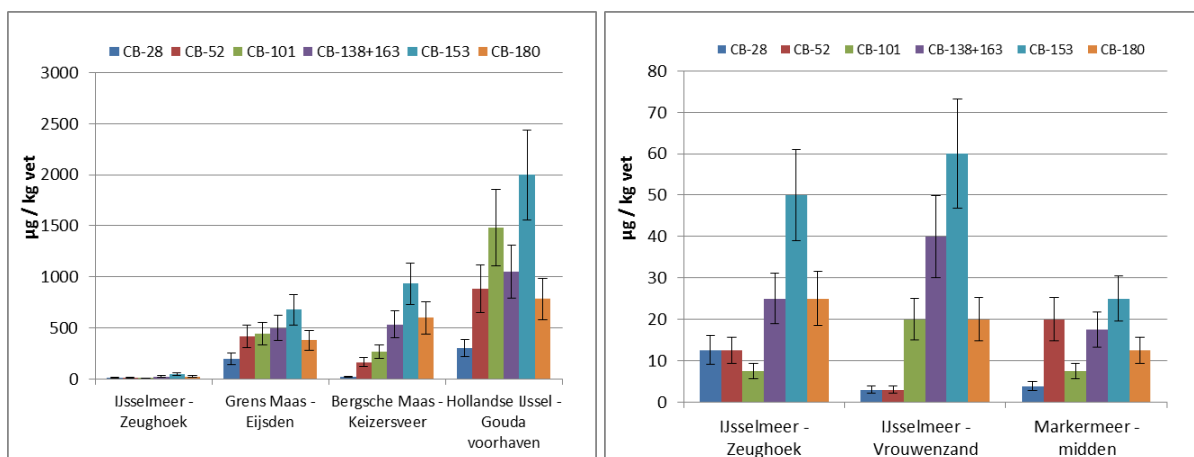
Cadmiumconcentraties zijn alleen toegenomen bij de onderzoeklocaties Maas - Eijsden en Maas - Keizersveer. Op onderzoeklocaties Maas - Eijsden, waar de hoogste concentratie gemeten is, is de concentratie toegenomen met een factor 9 (op basis van asvrijdrooggewicht) ten opzichte van het uitgangsmateriaal. De cadmiumconcentratie in Hollandse IJssel - Gouda voorhaven, waar een sterke toename in loodconcentraties wordt geconstateerd, is niet verhoogd ten opzichte van het uitgangsmateriaal.



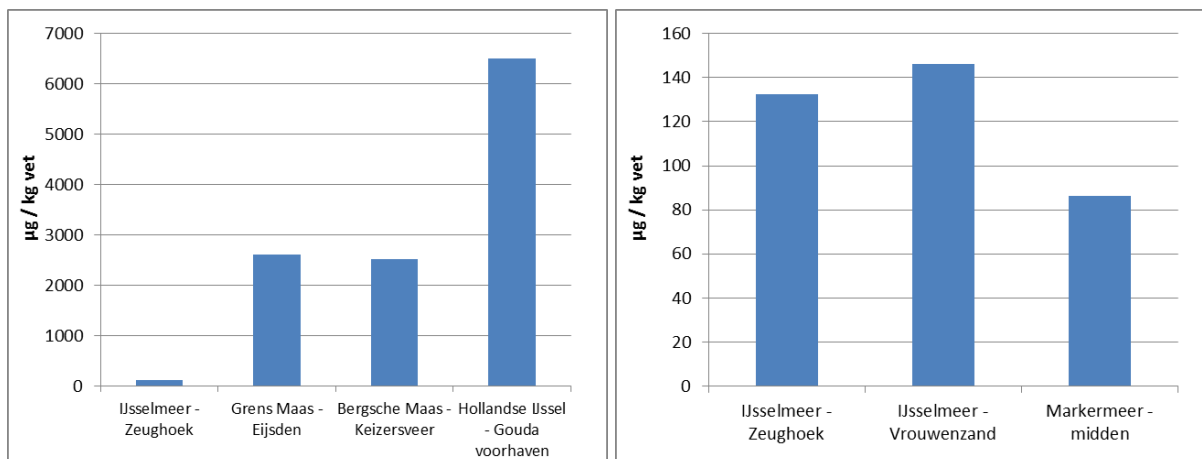
Figuur 4. Gehalten van kwik in quaggamosselen op basis van *asvrijdrooggewicht* na zes weken blootstelling op verschillende locaties in 2011 (detail van Figuur 3). Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie. Error bars representeren de meetonzekerheid.

In Figuur 4 zijn de kwikgehalten afzonderlijk weergegeven. Wanneer kwikgehalten vergeleken worden met het uitgangsmateriaal blijkt dat deze, met uitzondering van de locaties Grens Maas – Eijsden en IJsselmeer - Vrouwenzand, iets verhoogd zijn. Op locatie Hollandse IJssel – Gouda Voorhaven is de hoogste kwikconcentratie gemeten, ongeveer 4 keer hoger dan in het uitgangsmateriaal.

PCB's



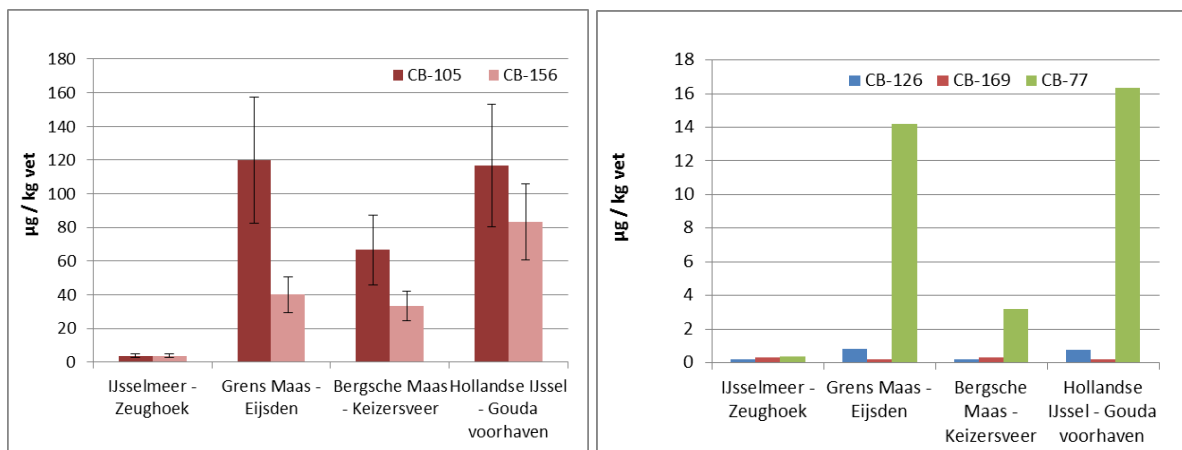
Figuur 5: Gehalten van PCB 28, 52, 101, 118, 138+163, 153 en 180 in quaggamosselen op basis van vetgewicht in de Rijkswateren in 2011. In de linker grafiek zijn de onderzoeklocaties Maas – Eijsden, Maas – Keizersveer en Gouda voorhaven opgenomen in de rechtergrafiek IJsselmeer en Markermeer. Het monster 'IJsselmeer-Zeughoek' vormt de uitgangssituatie. Error bars representeren de meetonzekerheid.



Figuur 6: Som 6 PCB's in quaggamosselen op basis van vetgewicht in de Rijkswateren in 2011. In de linker grafiek zijn de onderzoeklocaties Maas – Eijsden, Maas – Keizersveer en Gouda voorhavens opgenomen in de rechtergrafiek IJsselmeer en Markermeer. Het monster 'IJsselmeer-Zeughoek' vormt de uitgangssituatie.

In quaggamosselen uitgehangen in het IJsselmeer en in het Markermeer liggen concentraties van een aantal PCB's onder de rapportagegrens (zie bijlage E). Bars in de figuur betreffen in dat geval de helft van de rapportagegrens.

De som 6 PCB's (PCB 28, -52, -101, -138(+163), -153 en -180) zijn alleen voor de onderzoeklocaties Grens Maas – Eijsden, Bergsche Maas – Keizersveer en Hollandse IJssel – Gouda voorhavens verhoogd ten opzichte van het uitgangsmateriaal. De sterkste toename wordt gevonden voor de laatst genoemde onderzoeklocatie, waar concentraties toegenomen zijn met een factor 49 voor de som 6 PCB's (figuur 5 en 6). PCB gehalten in quaggamosselen uitgehangen op onderzoeklocaties IJsselmeer – Vrouwenzand en Markermeer – midden laten geen groot verschil zien wanneer concentraties vergeleken worden met concentraties gevonden in het uitgangsmateriaal. PCB-profielen (de verhouding van de tussen de individuele PCB gehalten) zien er voor alle onderzoeklocaties nagenoeg hetzelfde uit. PCB 153 laat de sterkste accumulatie zien. Het profiel in PCB gehalten voor IJsselmeer – Vrouwenzand en Markermeer – midden kan niet uit figuur 5 opgemaakt worden doordat gehalten van enkele PCB's (PCB -28, -52 en -101) onder de rapportagegrens liggen, zie Bijlage E.

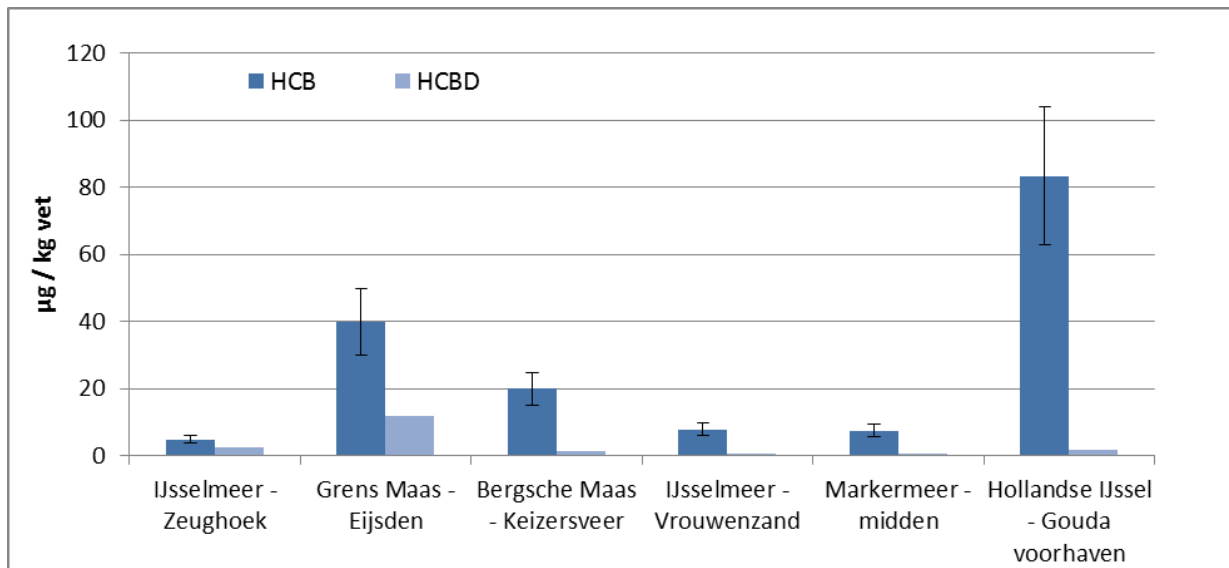


Figuur 7: Gehalten van de PCB's in quaggamosselen bemonsterd in de Rijkswateren in 2011 op basis van vetgewicht. Linker grafiek gehalten mono-ortho PCB 105 en 156, rechter grafiek gehalten non-ortho PCB's 77, 126 en 169. Uitsluitend de onderzoeklocaties Maas – Eijsden, Maas – Keizersveer en Gouda voorhaven zijn opgenomen omdat gehalten alleen in quaggamosselen bemonsterd op die locaties boven de rapportagegrens liggen.

In figuur 7 wordt het gehalten aan mono-ortho PCB 105 en 156 en de non-ortho PCB's 77, 169 en 126 zoals gemeten in quaggamosseelweefsel in 2011 weergegeven. In zowel het uitgangsmateriaal als op onderzoeklocaties IJsselmeer – *Vrouwenzand* en Markermeer – *midden* worden geen gehalten van deze PCB's boven de rapportagegrens gemeten. Ook het gehalten aan PCB 169 is op geen van de onderzoeklocaties boven de rapportagegrens gemeten. Daarnaast ligt het gehalte PCB 126 in quaggamosselen uitgehangen in de Bergsche Maas – *Keizersveer* (evenals het uitgangsmateriaal) onder de rapportagegrens.

Concentraties zijn voor onderzoeklocaties Grens Maas – *Eijsden*, Bergsche Maas – *Keizersveer* en Hollandse IJssel – *Gouda Voorhaven* toegenomen ten opzichte van het uitgangsmateriaal. De grootste toename is geconstateerd in mosselen uitgehangen op onderzoeklocatie Grens Maas – *Eijsden* en Hollandse IJssel – *Gouda voorhaven*. Anders dan voor de som 6 PCBs zijn concentraties voor locatie Hollandse IJssel – *Gouda voorhaven* niet verhoogd ten opzichte van beide Maas-onderzoeklocaties, zie figuur 7.

OCPs



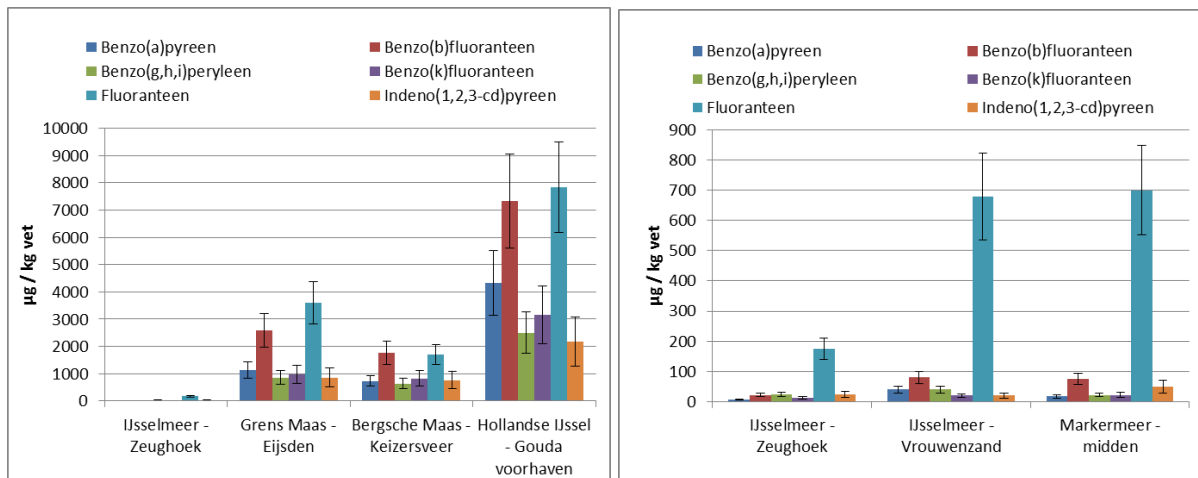
Figuur 8: Gehalten HCB en HCBD in quaggamosselen in de Rijkswateren bemonsterd in 2011. Gehalten zijn uitgedrukt op basis van vetgewicht. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie. Error bars representeren de meetonzekerheid.

HCB gehalten lagen voor alle onderzoeklocaties boven de rapportagegrens. HCBD concentraties zijn alleen in locatie IJsselmeer – *Zeughoek* en Grens Maas – *Eijsden* boven de rapportagegrens.

De HCB concentratie is voor de onderzoeklocaties Grens Maas – *Eijsden*, Bergsche Maas – *Keizersveer* en Hollandse IJssel – *Gouda voorhaven* duidelijk toegenomen. Een duidelijke uitschieter is locatie Hollandse IJssel – *Gouda voorhaven* welke met een factor 11 (gehalten uitgedrukt op vetbasis) is toegenomen. De HCB concentratie op beide onderzoeklocaties IJsselmeer – *Vrouwenzand* en Markermeer – *midden* zijn nauwelijks toegenomen.

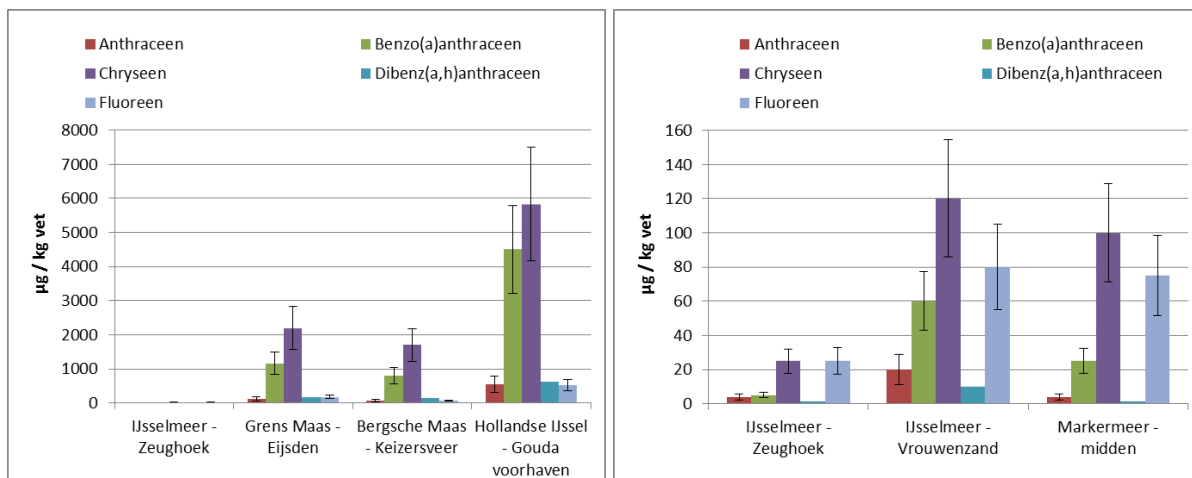
De HCBD concentratie ligt alleen voor IJsselmeer – *Zeughoek* en Grens Maas – *Eijsden* boven de rapportagegrens (Bijlage E). Uitsluitend in quaggamosselen uitgehangen op onderzoeklocatie Grens Maas – *Eijsden* kan een toename geconstateerd worden in HCBD concentratie.

Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen

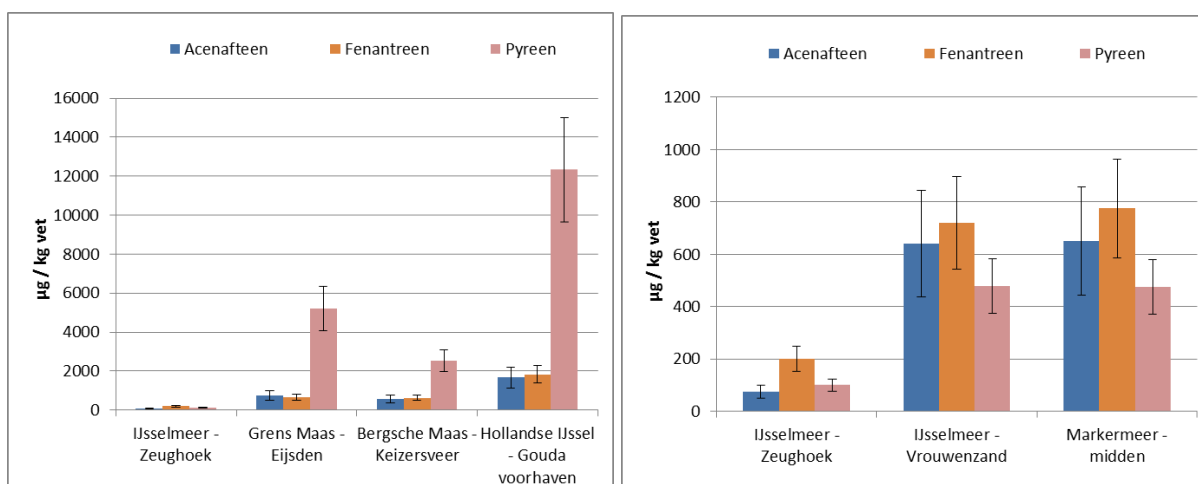


Figuur 9: Gehalten Borneff PAK's in quaggamosselen in de Rijkswateren bemonsterd in 2011 uitgedrukt op basis van vetgewicht. In de linker grafiek zijn de onderzoeklocaties Maas – Eijsden, Maas – Keizersveer en Gouda voorhaven opgenomen in de rechtergrafiek IJsselmeer en Markermeer. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie. Error bars representeren de meetonzekerheid.

In figuur 9 worden gehalten Borneff PAK in quaggamosselen weergegeven. Evenals vorig jaar is de fluoranteenconcentratie in quaggamosselen bemonsterd in IJsselmeer –Zeughoek relatief hoog. In vergelijking tot het uitgangsmateriaal nemen de Borneff PAK concentraties op locatie IJsselmeer – Vrouwenzand en Markermeer – midden toe, echter deze toename blijft beperkt tot een factor 5. Concentraties nemen fors toe in de beide onderzoeklocaties in de Maas, concentraties zijn toegenomen met een factor 10 tot 150 (op vetbasis). De Borneff PAK's benzo(a)pyreen, benzo(b)fluoranteen en benzo(k)fluoranteen gehalten nemen daar het sterkst toe. Van de bemonsterde onderzoeklocaties in 2011 nemen in Hollandse IJssel – Gouda voorhaven de Borneff PAK concentraties het sterkst toe. Concentraties zijn, ten opzicht van het uitgangsmateriaal, met een factor tussen 45 en 578 gestegen. Wederom zijn benzo(a)pyreen, benzo(b)fluoranteen en benzo(k)fluoranteen gehalten het sterkst toegenomen, zie figuur 9. Fluoranteen wordt in de hoogste concentratie gemeten.



Figuur 10: Gehalten anthraceen, benzo(a)anthraceen, chryseen, dibenz(a,h)anthraceen en fluoreen in quaggamosselen in de Rijkswateren bemonsterd in 2011 uitgedrukt op basis van vetgewicht. In de linker grafiek zijn de onderzoeklocaties Maas – Eijsden, Maas – Keizersveer en Gouda voorhaven opgenomen in de rechtergrafiek IJsselmeer en Markermeer. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie. Error bars representeren de meetonzekerheid.



Figuur 11: Gehalten acenafteen, fenantreen en pyreen in quaggamosselen in de Rijkswateren bemonsterd in 2011 uitgedrukt op basis van vetgewicht. In de linker grafiek zijn de onderzoeklocaties Maas – Eijsden, Maas – Keizersveer en Gouda voorhaven opgenomen in de rechtergrafiek IJsselmeer en Markermeer. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie. Error bars representeren de meetonzekerheid.

In de figuren 10 en 11 worden de overige PAK's weergegeven. Deze laten eenzelfde beeld zien als voor Borneff PAK's; concentraties nemen, ten opzichte van het uitgangsmateriaal, licht toe op onderzoeklocatie IJsselmeer –Vrouwenzand en Markermeer – midden, een sterkere toename wordt geconstateerd voor onderzoeklocaties Grens Maas – Eijsden en Bergsche Maas – Keizersveer. PAK concentraties op onderzoeklocatie Hollandse IJssel – Gouda voorhaven nemen, van de onderzochte locaties in 2011, het meest sterk toe. Benzo(a)anthraceen gehalten zijn het sterkst toegenomen, concentraties nemen met een factor 900 toe op onderzoeklocatie Hollandse IJssel – Gouda voorhaven. De hoogste PAK concentratie is ook gemeten in quaggamosselen bemonsterd in Hollandse IJssel – Gouda voorhaven, het gehalte aan pyreen is bepaald op 12.300 µg/kg vet.

Gebromeerde vlamvertragers

Ook dit jaar zijn drie gebromeerde vlamvertragers, PBDE47, 99 en 100, in het mosselweefsel bepaald. In Tabel 6 zijn de gemeten concentraties weergegeven.

Tabel 6. Gehalten van drie gebromeerde difenylethers in mosselweefsel uitgedrukt op productbasis en vetgewicht ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Tabel 6a. PBDE gehalten in monsters quaggamosselen in 2011 op productbasis.

| | | 2011/1850 | 2011/1852 | 2011/1854 | 2011/1858 | 2011/1860 | 2011/1862 |
|-----------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| parameter | eenheid | IJsselmeer - Zeughoek | Grens Maas - Eijsden | Bergsche Maas - Keizersveer | IJsselmeer - Vrouwenzand | Markermeer - midden | Hollandse IJssel - Gouda voorhaven |
| BDE47 | $\mu\text{g}/\text{kg}$ | <0.05 | 0.2 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.09 |
| BDE99 | $\mu\text{g}/\text{kg}$ | <0.05 | 0.5 | 0.1 | <0.05 | <0.05 | 0.4 |
| BDE100 | $\mu\text{g}/\text{kg}$ | <0.01 | 0.1 | 0.04 | <0.01 | <0.01 | 0.2 |

Tabel 6b. PBDE gehalten in monsters quaggamosselen in 2011 op vetbasis*.

| | | 2011/1850 | 2011/1852 | 2011/1854 | 2011/1858 | 2011/1860 | 2011/1862 |
|------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| parameter | eenheid | IJsselmeer - Zeughoek | Grens Maas - Eijsden | Bergsche Maas - Keizersveer | IJsselmeer - Vrouwenzand | Markermeer - midden | Hollandse IJssel - Gouda voorhaven |
| BDE47 | $\mu\text{g}/\text{kg}$ | <6.3 | 40 | <8.3 | <5.0 | <6.3 | 15 |
| BDE99 | $\mu\text{g}/\text{kg}$ | <6.3 | 100 | 33 | <5.0 | <6.3 | 67 |
| BDE100 | $\mu\text{g}/\text{kg}$ | <1.3 | 20 | 13 | <1.0 | <1.3 | 33 |
| vetgehalte | % | 0.4 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.4 | 0.6 |

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

De gehalten PBDE zijn, net als voorgaande jaren in driehoeksmosselen, erg laag in de quaggamosselen gebruikt als uitgangsmateriaal (IJsselmeer – Zeughoek), Tabel 6. De gehalten van alle drie de geanalyseerde BDE verbindingen liggen onder de rapportagegrens. Ook de BDE gehalten in quaggamosselen uitgehangen op onderzoeklocaties IJsselmeer - Vrouwenzand en Markermeer – midden liggen onder de rapportagegrens. De meest opvallende toename is geconstateerd voor onderzoeklocatie Grens Maas – Eijsden gevolgd door onderzoeklocatie Hollandse IJssel – Gouda Voorhaven. BDE gehalten in quaggamosselen uitgehangen op onderzoeklocatie Bergsche Maas – Keizersveer laat een geringe toename zien. In alle gevallen waarbij toename geconstateerd is, is vooral BDE 99 verhoogd, zie Tabel 6.

Organotinverbindingen

Omdat de quaggamosselen uitgehangen bij Kanaal Gent-Terneuzen – Sas van Gent de blootstellingsperiode niet overleefd hebben, zijn na overleg met opdrachtgever, de tinverbindingen in mosselen uitgehangen op locatie Bergsche Maas – Keizersveer bepaald. De resultaten worden in Tabel 7 en Bijlage H weergegeven.

Tabel 7. Gehalten in µg/kg van zes organotinverbindingen in quaggamosselweefsel uitgedrukt op productbasis.

| Tinverbinding | IJsselmeer - Zeughoek | Bergsche Maas - Keizersveer |
|----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Dibutyltin kation | 0.5 | 0.6 |
| Diphenyltin kation | <0.4 | <0.5 |
| Monobutyltin kation | 0.3 | 0.5 |
| Monophenyltin kation | <0.06 | <0.08 |
| Tributyltin kation | 7.7 | 8.4 |
| Triphenyltin kation | <0.3 | 0.7 |

De gehalten organotinverbindingen zijn erg laag in deze monsters. Phenyltin verbindingen liggen met uitzondering van triphenyltin in Bergsche Maas – Keizersveer onder de rapportagegrens. Butyltin verbindingen zijn wel boven de rapportagegrens gemeten, de gehalten in Bergsche Maas – Keizersveer zijn in alle gevallen slechts gering verhoogd ten op zichten van het uitgangsmateriaal.

4.3 Risico-analyse

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

Metaalconcentraties liggen over het algemeen ver onder de normwaarden vastgesteld voor metalen. Uitzondering hierop vormt onderzoeklocatie Hollandse IJssel – Gouda voorhaven. De gemeten loodconcentratie ligt op 80% van de norm.

Er is voor PBDE geen MKN voor biota en ook geen Warenwetnorm.

Op geen van de onderzoeklocaties wordt de Warenwetnorm voor PCB's (de som 6 PCBs) overschreden. Bij de meer gecontamineerde locatie, Hollandse IJssel – Gouda Voorhaven, waar de hoogste PCB gehalten gemeten zijn, ligt de som 6 PCB gehalten op ongeveer de helft van de Warenwetnorm.

De HCB concentraties, gemeten in de quaggamosselen, liggen voor alle onderzoeklocaties bemonsterd in 2011 ver onder boven de Warenwetnorm met een factor 40 tot 1000 keer. De MKN biota wordt, evenals de Warenwetnorm, niet overschreden.

In zowel het uitgangsmateriaal als de onderzoeklocatie IJsselmeer – Vrouwenzand en Markermeer – Midden worden de verschillende MKN biota en Warenwetnormen vastgesteld voor PAK verbindingen niet overschreden. Quaggamosselen bemonsterd in Grens Maas – Eijsden overschrijdt de MKN biota norm voor benzo(b)fluoranteen met 30%. Daarnaast wordt de Warenwetnorm, vastgesteld voor de som van benzo(a)pyreen, benz(a)antracene, benzo(b)fluorantheen en chryseen, iets overschreden. Quaggamosselen bemonsterd in onderzoeklocatie Hollandse IJssel – Gouda voorhaven overschrijdt de Warenwetnorm voor benzo(a)pyreen met een factor 4. Daarnaast ligt de concentratie van de som van benzo(a)pyreen, benz(a)antracene, benzo(b)fluorantheen en chryseen, een factor 4 hoger dan de vastgestelde Warenwetnorm. Ook wordt de MKN biota overschreden op onderzoeklocatie Hollandse IJssel – Gouda voorhaven, zowel de gehalten benzo(a)pyreen, benzo(b)fluoranteen en benzo(k)fluoranteen liggen boven de norm. De meest forse normoverschrijding is geconstateerd voor benzo(b)fluoranteen, gemeten gehalte overschrijdt de norm met een factor 4. Zie ook bijlage F.

4.4 Quaggamosselen ten opzichte van driehoeksmosselen als monitororganisme

Door de huidige biochemische gegevens van quaggamosselen te vergelijken met die van driehoeksmosselen uit eerdere monitorprogramma's kan een eerste vergelijking tussen de mosselsoorten gemaakt worden. Quaggamosselen zijn groter dan driehoeksmosselen. De gemiddelde schelpenlengte van de quaggamossel ligt tussen de 16 en 25 mm, zie Tabel 5 en Bijlage C. De schelpenlengte van driehoeksmosselen ligt tussen de 7 – 18 mm kijkend naar data uit monitorprogramma van 2010 (meest recent) en 2008 (zelfde onderzoeklocaties als in monitorprogramma van 2011) (Kotterman & Velzeboer, 2009 en Glorius & Kotterman, 2011). Daarmee samenhangend is ook het gemiddeld vleesgewicht voor quaggamosselen groter dan voor driehoeksmosselen. De sterfte van quaggamosselen was relatief laag (altijd <1.4%, uitgezonderd locaties Sas van Gent) vergeleken met het onderzoek met driehoeksmosselen in 2008 en 2010 waar sterftepercentages >5% ook geregeld voorkomen.

Accumulatieniveaus van contaminanten in beide mosselsoorten lijken, uit een eerste vergelijking, goed overeen te komen wanneer gehalten gemeten in quaggamosselen in dit rapport vergeleken worden met gerapporteerde gehalten in driehoeksmosselen geanalyseerd in 2008 (Kotterman & Velzeboer, 2009). Zware metalen laten eveneens eenzelfde beeld zien waarbij lood in de hoogste concentraties gemeten worden en kwik het minste verschilt met concentraties in het uitgangsmateriaal. PCB profielen (PCB 28 – 25 -101 - 138+136 – 153 en 180) zijn op het eerste gezicht vergelijkbaar tussen de mosselsoorten en ook PAK gehalten komen overeen met hoge gehalten voor fluorantheen en benzo(b)fluorantheen in beide mosselsoorten.

Er lijkt dus vooralsnog geen sprake te zijn van een trendbreuk door het overstappen van het meten in quaggamosselen i.p.v. in driehoeksmosselen. Meting van beide soorten naast elkaar zou dit inzichtelijk kunnen maken.

5. Conclusies

5.1 Algemeen

Door afwezigheid van driehoeksmosselen op locaties IJsselmeer - *Zeughoek* is in 2011 het monitorprogramma uitgevoerd met quaggamosselen. Door het zeer geringe aantal driehoeksmosselen was het zelfs niet mogelijk om op slechts één onderzoeklocatie beide mosselsoorten naast elkaar uit te hangen. Het was daarom niet mogelijk om mogelijke verschillen in accumulatie inzichtelijk te maken en daarmee een eventuele trendbreuk. Met uitzondering van locatie Kanaal Gent-Terneuzen - *Sas van Gent*, waar 100% sterfte optrad, hebben de quaggamosselen de blootstellingsperiode goed overleefd. Sterfte was laag (<1.4%) en lijkt, op het eerste gezicht, zelfs lager dan de sterfte van driehoeksmosselen in voorgaande jaren. De biochemische parameters (vet, as, droge stof) zijn vergelijkbaar tussen de verschillende locaties. Het niveau van de gemeten accumulatie van microverontreinigingen toont aan dat de quaggamosselen gedurende de monitoring periode actief zijn geweest. Quaggamosselen zijn hierdoor geschikt bevonden als monitororganisme en kunnen driehoeksmosselen als monitororganisme vervangen. Bovendien blijkt uit een eerste indruk, die verkregen kan worden met de huidige gegevens, dat accumulatie-niveaus van contaminanten in quaggamosselen goed overeen komen met die in driehoeksmosselen.

5.2 Analyseresultaten

Van de geanalyseerde zware metalen neemt het loodgehalten op al de in 2011 onderzochte onderzoeklocaties toe. Voor onderzoeklocatie Hollandse IJssel - *Gouda voorhaven* wordt, ten opzichte van het uitgangsmateriaal, een forse toename vastgesteld, factor 58 (gehalten uitgedrukt op asvrijdrooggewicht).

Uitsluitend voor de onderzoeklocaties Grens Maas - *Eijsden* en Bergsche Maas - *Keizersveer* is een, geringe, toename geconstateerd in cadmiumconcentratie ten opzichte van het uitgangsmateriaal. Voor kwik is een geringe toename geconstateerd voor Bergsche Maas - *Keizersveer* en Markermeer - *midden*. Het kwikgehalten in quaggamosselen uitgehangen in Hollandse IJssel - *Gouda voorhaven* nam sterker toe ten opzichte van het uitgangsmateriaal, factor 4 (gehalten uitgedrukt op asvrijdrooggewicht).

PCB gehalten zijn, ten opzichte van het uitgangsmateriaal, verhoogd in quaggamosselen uitgehangen op onderzoeklocaties Grens Maas - *Eijsden*, Bergsche Maas - *Keizersveer* en Hollandse IJssel - *Gouda voorhaven*. De som 6 PCB gehalten is toegenomen met ongeveer een factor 19 (gehalten uitgedrukt op vetbasis) voor beide Maas locaties. Een grotere toename, factor 49, wordt geconstateerd voor onderzoeklocatie Hollandse IJssel - *Gouda voorhaven*. Er zijn echter geen normoverschrijding geconstateerd voor PCB's. PCB concentraties voor onderzoeklocatie IJsselmeer - *Vrouwenzand* en Markermeer - *midden* zijn niet toegenomen.

HCB concentraties zijn alleen duidelijk toegenomen ten opzichte van het uitgangsmateriaal voor de onderzoeklocaties Grens Maas - *Eijsden*, Bergsche Maas - *Keizersveer* en Hollandse IJssel - *Gouda voorhaven*. De HCB concentratie is het sterkst toegenomen op onderzoeklocaties Hollandse IJssel - *Gouda voorhaven* met een factor 11 (gehalten uitgedrukt op vetbasis). Concentraties gemeten in quaggamosselen uitgehangen op onderzoeklocatie IJsselmeer - *Vrouwenzand* en Markermeer - *midden* zijn niet toegenomen. HCB gehalten liggen ver onder de Warenwetnorm en de MKN voor biota. HCB concentraties zijn over het algemeen zeer laag en nemen, ten opzichte van het uitgangsmateriaal, alleen toe in quaggamosselen uitgehangen op onderzoeklocatie Grens Maas - *Eijsden* met een factor 5 (gehalten uitgedrukt op vetbasis). De MKN wordt niet overschreden.

Net als voorgaande jaren was het gehalte fluoranteen relatief hoog in het uitgangsmateriaal. Op alle onderzoeklocaties bemonsterd in 2011 zijn PAK concentraties toegenomen na de blootstellingsperiode. Gehalten in mosselen uitgehangen in zowel IJsselmeer - *Vrouwenzand* als Markermeer - *midden* zijn echter gering toegenomen. Een sterkere toename is geconstateerd voor de onderzoeklocaties in de Maas (*Eijsden* en *Keizersveer*). De sterkste toename is geconstateerd in mosselen uitgehangen in Hollandse IJssel - *Gouda voorhaven* waar de Warenwetnorm en de MKN biota norm geregeld overschreden wordt. Gemeten concentraties liggen tot een factor 4 keer hoger dan afgeleiden normen.

PBDE concentraties zijn erg laag in zowel het uitgangsmateriaal als in quaggamosselen uitgehangen op onderzoeklocaties IJsselmeer - *Vrouwenzand* en Markermeer - *midden*. Alle PBDE gehalten liggen voor deze onderzoeklocaties onder de rapportagegrens. Voor onderzoeklocaties Grens Maas - *Eijsden*, Bergsche Maas - *Keizersveer* en Hollandse IJssel - *Gouda voorhaven* zijn PBDE gehalten boven de rapportagegrens gemeten. De hoogste concentraties zijn gemeten in quaggamosselen uitgehangen in onderzoeklocaties Grens Maas - *Eijsden*. Van de gemeten PBDE's neemt vooral PBDE 99 toe ten opzichte van het uitgangsmateriaal. Er is geen Warenwetnorm en ook geen MKN norm voor PBDE.

Organotinverbindingen zijn gemeten in quaggamosselen afkomstig van IJsselmeer - *Zeughoek* (uitgangsmateriaal) en onderzoeklocatie Bergsche Maas - *Keizersveer*. Van de butyltin- en phenyltin verbindingen zijn voornamelijk butyltin verbindingen boven de rapportagegrens gemeten. Butyltin gehalten gemeten in quaggamosselen uitgehangen in onderzoeklocaties Bergsche Maas - *Keizersveer*, zijn slechts gering verhoogd ten opzichte van het uitgangsmateriaal.

Dankwoord

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

6. Aanbevelingen

Door dominantie van quaggamosselen in de mosselpopulatie was het onmogelijk om op de plek waar het uitgangsmateriaal verzameld wordt (IJsselmeer – *Zeughoek*) voldoende driehoeksmosselen te verzamelen. Daardoor is dit jaar het monitorprogramma uitgevoerd met quaggamosselen. Uit analyseresultaten blijkt dat deze mosselsoort in staat is de blootstellingsperiode, over het algemeen, goed te overleven en bovendien contaminanten te accumuleren. Quaggamosselen zijn daarmee geschikt om als monitororganisme te gebruiken. Verschillen in de waterkwaliteit zijn goed waar te nemen en wat de uitvoering betreft zijn geen verbeteringen voor te stellen.

Het wordt aanbevolen om het monitorprogramma voort te zetten met quaggamosselen. Het is de verwachting dat quaggamosselen dominant zullen blijven in de toekomst. Echter door afwezigheid van driehoeksmosselen is het dit jaar niet gelukt om een eventuele trendbreuk inzichtelijk te maken. Het wordt aanbevolen om in toekomstig monitorprogramma, wanneer mogelijk, naast quaggamosselen driehoeksmosselen te verzamelen en beide soorten op een aantal locaties simultaan uit te hangen. Hierdoor kunnen eventuele verschillen en/of overeenkomsten in accumulatie inzichtelijk gemaakt worden wat het mogelijk maakt historische data in het juiste perspectief te plaatsen.

Enmaal verzameld en geëxtraheerd zouden tegen meerprijs meerdere stofgroepen gemeten kunnen worden. Het wordt geadviseerd om in het MWTL programma ruimte te creëren voor andere contaminantgroepen, zoals bijvoorbeeld voor geperfluoreerde verbindingen (PFOS). PFOS staat in de belangstelling en is opgenomen in de stoffenlijst van de OSPAR en wordt aanbevolen te monitoren in de Kaderrichtlijn Marien. PFOS 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, het feit dat PFOS sterk bioaccumuleert en om inzicht te krijgen in de verspreiding van PFOS in de Rijkswateren, wordt aanbevolen om deze stofgroep op te nemen in het monitoringsprogramma. In 2007 is er een studie uitgevoerd in Nederlands oppervlakte water waarbij perfluorverbindingen in waterbodem, water en aal zijn gemeten (Kwadijk et al 2010). Hierbij zijn in water concentraties tussen de 4.7 en de 32 ng/L gemeten. Verder lagen de PFOS gehalten in aal filet tussen de 7.1 en de 58 µg/kg productbasis en ligt daarmee hoger dan de MKN voor PFOS vastgesteld voor biota (vis) (9.1 µg/kg productbasis).

7. Kwaliteitsborging

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.

De juistheid van de analysemethoden wordt regelmatig getoetst door deelname aan ringonderzoeken waaronder aan het QUASIMEME-project. Resultaten van de rondes zijn weergegeven in Bijlage J. Daarnaast worden de resultaten van elke (serie van) meting(en) gecontroleerd door het gebruik van gecertificeerd en/of intern referentiemateriaal. De "gecertificeerde" gehalten en de waarden van de waarschuwingsgrens (tweemaal standaarddeviatie) van de gebruikte referentiematerialen zijn weergegeven in Bijlage K. Deze gegevens worden in kwaliteitscontrolekaarten bijgehouden conform NPR 6603.

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

Tabel 8. 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 |

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

TNO Triskelion

Adres:

Utrechtseweg 48, 3704 HE Zeist

P.O. Box 844, 3700 AV Zeist

The Netherlands

www.triskelion.nl

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 boven gestelde 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

- Glorius, S.T., Kotterman, M.J.J. (2011). 'Active biologische Monitoring Zoete Rijkswateren: microverontreinigingen in driehoeksmosselen – 2010'. IMARES rapport C058/11, IJmuiden.
- 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.
- Pieters H. en B.L. Verboom (1994). Biologische monitoring zoete rijkswateren: micro-verontreinigingen in driehoeksmosselen - 1993, RIVO rapport C004/94, IJmuiden.
- RWS (2009). 'Tweekleppigen in IJsselmeer en Markermeer, 2006 – 2008'. RWS rapport, pp. 119.
- Vaate, A. (2008). 'Het voorkomen van zoetwatermosselen van het geslacht *Dreissena*, de driehoeksmossel en de quaggamossel, in het Hollandsch Diep', Waterfauna rapport 2008/01, Lelystad.
- 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 |
| adw | Asvrij drooggewicht |
| KRW | Kaderrichtlijn water |
| Natgewicht/ Productbasis | Versgewicht van filet of andere organen, c.q. organismen |
| OCP | Organochloorpesticiden |
| PAK | Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen |
| PBDE | PolygeBromeerde DifenylEthers |
| PFOS | Perfluorinated octaan sulfaat |
| PCB | PolychloorbifenyI |
| RMS | Root mean square |
| RWS | Rijks Water Staat |
| Productbasis | Gehalten uitgedrukt op basis van natgewicht |
| Vetbasis | Concentraties uitgedrukt op basis van het vetgehalte |

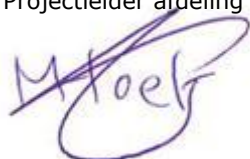
Verantwoording

Rapportnummer : C055/12
Projectnummer : 4305109301

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 Vis

Handtekening:



Datum: 2 mei 2012

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

Handtekening:



Datum: 2 mei 2012

Bijlage A. Datum van inhangen / ophalen mosselen en accumulatieuur

Op woensdag 28 september 2011 zijn de mosselen die als uitgangsmateriaal dienen voor het monitoringsprogramma verzameld in het IJsselmeer. De mosselen zijn dezelfde dag vervoerd naar IMARES IJmuiden.

Tabel 1: Accumulatieuur en uithang- en ophaaldatum bemonstering 2011.

| | Kanaal Gent | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| | IJsselmeer - Zeughoek | Grens Maas - Eijsden | Bergsche Maas - Keizersveer | Terneuzen - Sas v Gent | IJsselmeer - Vrouwenzand | Markermeer - midden | Hollandse IJssel - Gouda voorhaven |
| DONAR locatie | ZEUGHK | EIJSPTN | KEIZVR | SASVGT | VROUWZD | MARKMMDN | GOUDVHVN |
| Rqnummer 20110930/... | .../146 | .../147 | .../148 | .../149 | .../150 | .../151 | .../152 |
| Monsternummer | 2011/1850 | 2011/1852 | 2011/1854 | 2011/1856 | 2011/1858 | 2011/1860 | 2011/1862 |
| Inhang datum | nvt | 3 okt. 2011 | 4 okt. 2011 | 5 okt. 2011 | 13 okt. 2011 | 12 okt. 2011 | 4 okt. 2011 |
| Ophaal datum | nvt | 14 nov. 2011 | 15 nov. 2011 | 16 nov. 2011 | 24 nov. 2011 | 25 nov. 2011 | 18 nov. 2011 |
| Accumulatieuur (dagen) | 0 | 38 | 41 | 42 | 41 | 43 | 44 |

Bijlage B. Monstergegevens.

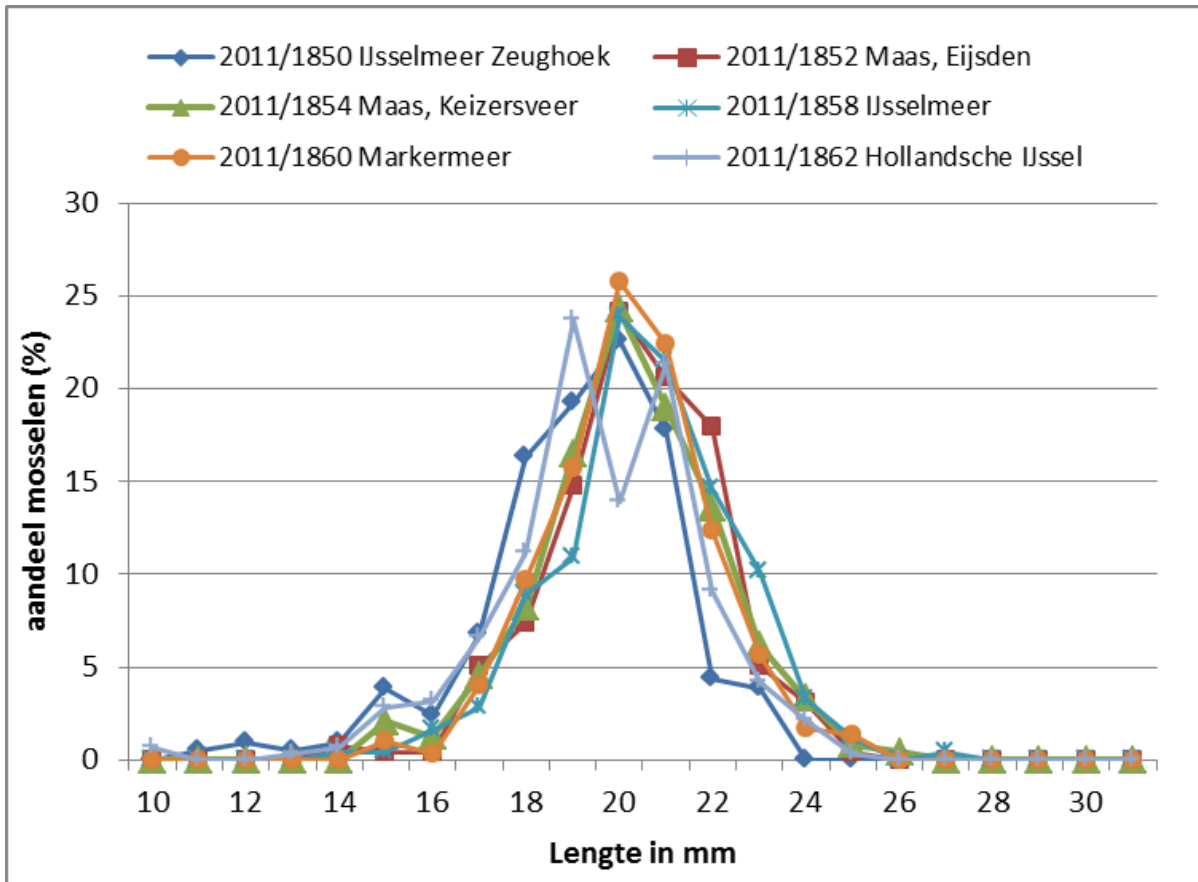
Tabel 2: Monstergegevens.

| Locatie | IJsselmeer Zeughoek | Maas, Eijsden | Maas, Keizersveer | Kanaal Gent- Terneuzen* | IJsselmeer | Markermeer | Hollandsche IJssel |
|---|------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------|------------|------------|-----------------------|
| DONAR locatie | ZEUGHK | EIJSDPTN | KEIZVR | SASVGT | VROUWZD | MARKMMDN | GOUDVHVN |
| Requestnummer | ...146 | ..147 | ...148 | ...149 | ...150 | ...151 | ...152 |
| RQ20110930/... | | | | | | | |
| Monsternummer | 2011/1850 | 2011/1852 | 2011/1854 | 2011/1856 | 2011/1858 | 2011/1860 | 2011/1862 |
| Gewichten totaal | | | | | | | |
| brutogewicht (g) | 265.5 | 294.5 | 256.9 | n.b | 253.9 | 304.6 | 249.8 |
| tarra (g) | 94.6 | 27.9 | 25.2 | n.b | 13.6 | 12.6 | 32.5 |
| % tarra | 35.63 | 9.47 | 9.81 | n.b | 5.36 | 4.14 | 13.01 |
| nettogewicht (g) | 170.9 | 266.6 | 231.7 | n.b | 240.3 | 292.0 | 217.3 |
| aanhangend vocht (g) | 7.6 | 37.7 | 4.9 | n.b | 47.2 | 25.9 | 19.9 |
| levende mosselen (g) | 163.3 | 228.9 | 226.8 | n.b | 193.1 | 266.1 | 197.4 |
| dode mosselen (g) | 0.5 | 0.0 | 0.2 | n.b | 0.8 | 0.0 | 1.0 |
| Gewichten bovenmaats | | | | | | | |
| nettogewicht (g) | 163.3 | 228.9 | 226.8 | n.b | 193.1 | 266.1 | 197.4 |
| levend vlees (g) | 53.9 | 94.6 | 88.5 | n.b | 87.7 | 78.1 | 60.0 |
| levend schelpen (g) | 76.6 | 113.1 | 138.5 | n.b | 112.4 | 115.0 | 103.8 |
| vocht (g) | 32.8 | 21.2 | -0.2 | n.b | -7.0 | 73.0 | 33.6 |
| Aantallen | | | | | | | |
| totaal levend | 208 | 257 | 243 | n.b | 247 | 299 | 287 |
| totaal dood | 3 | 0 | 1 | n.b | 2 | 0 | 3 |
| % dood | 1.4 | 0.0 | 0.4 | n.b | 0.8 | 0.0 | 1.1 |
| Gem. lengtes en gewichten totaal | | | | | | | |
| gem. lengte (mm) | 20.8 | 21.2 | 21.3 | n.b | 21.4 | 21.1 | 21.2 |
| gem. gewicht (g) | 0.79 | 0.89 | 0.93 | n.b | 0.78 | 0.89 | 0.69 |
| gem. schelpgewicht (g) | 0.37 | 0.44 | 0.57 | n.b | 0.46 | 0.38 | 0.36 |
| gem. vleesgewicht (g) | 0.26 | 0.37 | 0.36 | n.b | 0.36 | 0.26 | 0.21 |

* Mosselen hebben de blootstellingsperiode niet overleefd

Bijlage C. Lengte - frequentieverdeling

Frequentieverdeling voor de referentielocatie Zeughoek en de uitgehangen monsters quaggamosselen in het najaar van 2011.



Bijlage D. Metalen

Tabel 3. Biochemische samenstelling van het quaggamosselvlees op productbasis.

| Monsternr. | Locatie | Droge stof (%) | AVD* (%) | As (%) | Vet** (%) | Vet op avd (%) |
|------------|------------------------------------|----------------|----------|--------|-----------|----------------|
| 2011/1850 | IJsselmeer - Zeughoek | 3.9 | 3.8 | 0.1 | 0.4 | 10.5 |
| 2011/1852 | Grens Maas - Eijsden | 5.1 | 4.9 | 0.2 | 0.5 | 10.2 |
| 2011/1854 | Bergsche Maas - Keizersveer | 3.1 | 2.8 | 0.3 | 0.3 | 10.7 |
| 2011/1857 | Kanaal Gent Terneuzen - Sas v Gent | nb | nb | nb | nb | nb |
| 2011/1858 | IJsselmeer - Vrouwezijd | 4.5 | 4.3 | 0.2 | 0.5 | 11.6 |
| 2011/1860 | Markermeer - midden | 4.0 | 3.8 | 0.2 | 0.4 | 10.5 |
| 2011/1862 | Hollandse IJssel - Gouda voorhaven | 7.0 | 6.4 | 0.6 | 0.6 | 9.4 |

* AVD = asvrijdrooggewicht.

** Bligh Dyer vet, uitgedrukt in gewichtsprocent van natgewicht.

Tabel 4. Gehalten aan metalen in het quaggamosselvlees op productbasis en op basis van asvrijdrooggewicht.

Tabel 4a. Gehalten aan metalen in het quaggamosselvlees op productbasis.

| Monsternr. | Locatie | Droge stof % | Kwik mg/kg | Cadmium mg/kg | Lood mg/kg |
|------------|------------------------------------|--------------|------------|---------------|------------|
| 2011/1850 | IJsselmeer - Zeughoek | 3.9 | 0.0039 | 0.041 | 0.012 |
| 2011/1852 | Grens Maas - Eijsden | 5.1 | 0.0047 | 0.48 | 0.25 |
| 2011/1854 | Bergsche Maas - Keizersveer | 3.1 | 0.0051 | 0.12 | 0.28 |
| 2011/1857 | Kanaal Gent Terneuzen - Sas v Gent | nb | nb | nb | nb |
| 2011/1858 | IJsselmeer - Vrouwezijd | 4.5 | 0.0054 | 0.051 | 0.043 |
| 2011/1860 | Markermeer - midden | 4.0 | 0.0069 | 0.043 | 0.064 |
| 2011/1862 | Hollandse IJssel - Gouda voorhaven | 7.0 | 0.028 | 0.063 | 1.17 |
| | Warenwet | | 0.5 | 1.0 | 1.5 |

Tabel 4b. Gehalten aan metalen in het quaggamosselvlees op basis van asvrijdrooggewicht.

| Monsternr. | Locatie | AVD % | Kwik mg/kg | Cadmium mg/kg | Lood mg/kg |
|------------|------------------------------------|-------|------------|---------------|------------|
| 2011/1850 | IJsselmeer - Zeughoek | 3.8 | 0.103 | 1.08 | 0.32 |
| 2011/1852 | Grens Maas - Eijsden | 4.9 | 0.096 | 9.80 | 5.10 |
| 2011/1854 | Bergsche Maas - Keizersveer | 2.8 | 0.182 | 4.29 | 10.0 |
| 2011/1858 | IJsselmeer - Vrouwezijd | 4.3 | 0.126 | 1.19 | 1.00 |
| 2011/1860 | Markermeer - midden | 3.8 | 0.182 | 1.13 | 1.68 |
| 2011/1862 | Hollandse IJssel - Gouda voorhaven | 6.4 | 0.438 | 0.98 | 18.3 |

Bijlage E. PCB's en OCP's (HCB en HCBd)

Tabel 5: Gehalten aan PCBs in het quaggamosselvlees op productbasis en op basis van vetgewicht.

Tabel 5a. Gehalte aan PCBs in het quaggamosselvlees op productbasis.

| parameter | eenheid | 2011/1850 | 2011/1852 | 2011/1854 | 2011/1857 | 2011/1858 | 2011/1860 | 2011/1862 |
|--------------|---------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| | | IJsselmeer - Zeughoek | Grens Maas - Eijsden | Bergsche Maas - Keizersveer | Kanaal Gent Terneuzen - Sas v Gent | IJsselmeer - Vrouwenzand | Markermeer - midden | Hollandse IJssel - Gouda voorhaven |
| CB-28 | µg/kg | 0.05 | 1.0 | 0.07 | nb | <0.03 | <0.03 | 1.8 |
| CB-52 | µg/kg | 0.05 | 2.1 | 0.5 | nb | <0.03 | 0.08 | 5.3 |
| CB-101 | µg/kg | <0.06 | 2.2 | 0.8 | nb | 0.1 | <0.06 | 8.9 |
| CB-118 | µg/kg | 0.05 | 1.2 | 0.4 | nb | 0.06 | <0.08 | 4.0 |
| CB-138+163 | µg/kg | 0.1 | 2.5 | 1.6 | nb | 0.2 | 0.07 | 6.3 |
| CB-153 | µg/kg | 0.2 | 3.4 | 2.8 | nb | 0.3 | 0.1 | 12 |
| CB-180 | µg/kg | 0.1 | 1.9 | 1.8 | nb | 0.1 | 0.05 | 4.7 |
| CB-105 | µg/kg | <0.03 | 0.6 | 0.2 | nb | <0.03 | <0.03 | 0.7 |
| CB-156 | µg/kg | <0.03 | 0.2 | 0.1 | nb | <0.03 | <0.03 | 0.5 |
| CB-126 | ng/kg | <1.7 | 4.0 | <1.3 | nb | <1.3 | <1.1 | 4.6 |
| CB-169 | ng/kg | <2.5 | <1.9 | <1.9 | nb | <2.0 | <1.6 | <2.2 |
| CB-77 | ng/kg | <3.0 | 71 | 9.5 | nb | <2.3 | <1.9 | 98 |
| som 6 PCB's* | µg/kg | 0.53 | 13.1 | 7.57 | nb | 0.73 | 0.35 | 39 |

*ΣPCB 28, -52, -101, -138(163), -153, -180 (Warenwetnorm som 6 PCB's = 75 µg/kg product). Bij waarden <rapportagegrens op natgewicht is gerekend met ½ van deze waarden.

Tabel 5b. Gehalte aan PCBs in het quaggamosselvlees op basis van vetgewicht*.

| parameter | eenheid | 2011/1850 | 2011/1852 | 2011/1854 | 2011/1857 | 2011/1858 | 2011/1860 | 2011/1862 |
|------------|---------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| | | IJsselmeer - Zeughoek | Grens Maas - Eijsden | Bergsche Maas - Keizersveer | Kanaal Gent Terneuzen - Sas v Gent | IJsselmeer - Vrouwenzand | Markermeer - midden | Hollandse IJssel - Gouda voorhaven |
| CB-28 | µg/kg | 12.5 | 200 | 23 | nb | <3 | <3.8 | 300 |
| CB-52 | µg/kg | 12.5 | 420 | 167 | nb | <3 | 20 | 883 |
| CB-101 | µg/kg | <7.5 | 440 | 267 | nb | 20 | <7.5 | 1483 |
| CB-118 | µg/kg | 12.5 | 240 | 133 | nb | 12 | <10 | 667 |
| CB-138+163 | µg/kg | 25.0 | 500 | 533 | nb | 40 | 18 | 1050 |
| CB-153 | µg/kg | 50.0 | 680 | 933 | nb | 60 | 25 | 2000 |
| CB-180 | µg/kg | 25.0 | 380 | 600 | nb | 20 | 13 | 783 |
| CB-105 | µg/kg | <3.8 | 120 | 67 | nb | <3 | <3.8 | 117 |
| CB-156 | µg/kg | <3.8 | 40 | 33 | nb | <3 | <3.8 | 83 |
| CB-126 | ng/kg | <213 | 800 | <217 | nb | <130 | <138 | 767 |
| CB-169 | ng/kg | <313 | <190 | <317 | nb | <200 | <200 | <183 |
| CB-77 | ng/kg | <375 | 14200 | 3167 | nb | <230 | <238 | 16333 |
| vetgehalte | % | 0.4 | 0.5 | 0.3 | nb | 0.5 | 0.4 | 0.6 |

*bij waarden <rapportagegrens op natgewicht is gerekend met ½ van deze waarden.

Tabel 6: Gehalten aan OCPs in het quaggamosselvlees op productbasis -, vet-, asvrijdrooggewicht basis.

Tabel 6a. HCB en HCBd gehalten in monsters quaggamosselen op productbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

| parameter | eenheid | 2011/1850 | 2011/1852 | 2011/1854 | 2011/1857 | 2011/1858 | 2011/1860 | 2011/1862 |
|-----------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| | | IJsselmeer - Zeughoek | Grens Maas - Eijsden | Bergsche Maas - Keizersveer | Kanaal Gent Terneuzen - Sas v Gent | IJsselmeer - Vrouwenzand | Markermeer - midden | Hollandse IJssel - Gouda voorhaven |
| HCB | $\mu\text{g}/\text{kg}$ | 0.02 | 0.2 | 0.06 | nb | 0.04 | 0.03 | 0.5 |
| HCBd | $\mu\text{g}/\text{kg}$ | 0.01 | 0.06 | <0.009 | nb | <0.006 | <0.006 | <0.02 |

Tabel 6b. HCB en HCBd gehalten in monsters quaggamosselen op vetbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$ vet)*.

| parameter | eenheid | 2011/1850 | 2011/1852 | 2011/1854 | 2011/1857 | 2011/1858 | 2011/1860 | 2011/1862 |
|------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| | | IJsselmeer - Zeughoek | Grens Maas - Eijsden | Bergsche Maas - Keizersveer | Kanaal Gent Terneuzen - Sas v Gent | IJsselmeer - Vrouwenzand | Markermeer - midden | Hollandse IJssel - Gouda voorhaven |
| HCB | $\mu\text{g}/\text{kg}$ | 5.0 | 40 | 20 | nb | 8.0 | 7.5 | 83.3 |
| HCBd | $\mu\text{g}/\text{kg}$ | 2.5 | 12 | <1.5 | nb | <0.6 | <0.8 | <1.7 |
| vetgehalte | % | 0.4 | 0.5 | 0.3 | nb | 0.5 | 0.4 | 0.6 |

*bij waarden <rapportagegrens op natgewicht is gerekend met $\frac{1}{2}$ van deze waarden.

Tabel 6c. HCB en HCBd gehalten in monsters quaggamosselen op basis van asvrijdrooggewicht ($\mu\text{g}/\text{kg}$ avd)*.

| parameter | eenheid | 2011/1850 | 2011/1852 | 2011/1854 | 2011/1857 | 2011/1858 | 2011/1860 | 2011/1862 |
|-----------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| | | IJsselmeer - Zeughoek | Grens Maas - Eijsden | Bergsche Maas - Keizersveer | Kanaal Gent Terneuzen - Sas v Gent | IJsselmeer - Vrouwenzand | Markermeer - midden | Hollandse IJssel - Gouda voorhaven |
| HCB | $\mu\text{g}/\text{kg}$ | 0.53 | 4.1 | 2.14 | nb | 0.93 | 0.79 | 7.81 |
| HCBd | $\mu\text{g}/\text{kg}$ | 0.26 | 1.22 | <0.16 | nb | <0.07 | <0.08 | <0.17 |
| AVD | % | 3.8 | 4.9 | 2.8 | nb | 4.3 | 3.8 | 6.4 |

*bij waarden <rapportagegrens op natgewicht is gerekend met $\frac{1}{2}$ van deze waarden.

Bijlage F. PAKs

Tabel 7: Gehalten aan PAKs in het quaggamossel vlees op productbasis-, vet-, asvrijdrooggewicht basis.

Tabel 7a. PAK gehalten in monsters quaggamosselen najaar 2011 op productbasis. Gehalten die boven de Warenwetnorm liggen, aangeduid met '1', of boven de MKN biota, aangeduid met '2', zijn vet gedrukt.

| | eenheid | 2011/1850 | 2011/1852 | 2011/1854 | 2011/1857 | 2011/1858 | 2011/1860 | 2011/1862 |
|--|---------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| | | IJsselmeer - Zeughoek | Grens Maas - Eijsden | Bergsche Maas - Keizersveer | Kanaal Gent Terneuzen - Sas v Gent | IJsselmeer - Vrouwenzand | Markermeer - midden | Hollandse IJssel - Gouda voorhaven |
| Acenafteen | µg/kg | 0.3 | 3.7 | 1.7 | nb | 3.2 | 2.6 | 10 |
| Anthraceen | µg/kg | <0.03 | 0.6 | 0.2 | nb | 0.1 | <0.03 | 3.3 |
| Benzo(a)anthraceen | µg/kg | 0.02 | 5.8 | 2.4 | nb | 0.3 | 0.1 | 27 |
| Benzo(a)pyreen | µg/kg | <0.06 | 5.7 | 2.2 | nb | 0.2 | 0.07 | 26 ¹⁺² |
| Benzo(b)fluoranteen | µg/kg | 0.09 | 13 ² | 5.3 | nb | 0.4 | 0.3 | 44 ² |
| Benzo(g,h,i)peryleen | µg/kg | <0.2 | 4.3 | 1.9 | nb | 0.2 | 0.09 | 15 |
| Benzo(k)fluoranteen | µg/kg | 0.05 | 4.9 | 2.5 | nb | 0.1 | 0.09 | 19 ² |
| Chryseen | µg/kg | 0.1 | 11 | 5.1 | nb | 0.6 | 0.4 | 35 |
| Dibenz(a,h)anthraceen | µg/kg | <0.01 | 0.9 | 0.4 | nb | 0.05 | <0.01 | 3.7 |
| Fenantreen | µg/kg | 0.8 | 3.3 | 1.9 | nb | 3.6 | 3.1 | 11 |
| Fluoranteen | µg/kg | 0.7 | 18 | 5.1 | nb | 3.4 | 2.8 | 47 |
| Fluoreen | µg/kg | 0.1 | 0.9 | 0.2 | nb | 0.4 | 0.3 | 3.1 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyreen | µg/kg | <0.2 | 4.3 | 2.3 | nb | 0.1 | 0.2 | 13 |
| Pyreen | µg/kg | 0.4 | 26 | 7.6 | nb | 2.4 | 1.9 | 74 |
| Σbenzo(a)pyreen, benz(a)anthraceen, benzo(b)fluoranteen, chryseen | µg/kg | 0.24 | 36 ¹ | 15 | nb | 1.5 | 0.87 | 132 ¹ |

Tabel 7b. PAK gehalten in monsters quaggamosselen najaar 2011 op vetbasis*.

| | eenheid | 2011/1850 | 2011/1852 | 2011/1854 | 2011/1857 | 2011/1858 | 2011/1860 | 2011/1862 |
|------------------------|---------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| | | IJsselmeer - Zeughoek | Grens Maas - Eijsden | Bergsche Maas - Keizersveer | Kanaal Gent Terneuzen - Sas v Gent | IJsselmeer - Vrouwenzand | Markermeer - midden | Hollandse IJssel - Gouda voorhaven |
| Acenafteen | µg/kg | 75 | 740 | 567 | nb | 640 | 650 | 1667 |
| Anthraceen | µg/kg | <3.8 | 120 | 67 | nb | 20 | <3.8 | 550 |
| Benzo(a)anthraceen | µg/kg | 5.0 | 1160 | 800 | nb | 60 | 25 | 4500 |
| Benzo(a)pyreen* | µg/kg | <7.5 | 1140 | 733 | nb | 40 | 18 | 4333 |
| Benzo(b)fluoranteen | µg/kg | 23 | 2600 | 1767 | nb | 80 | 75 | 7333 |
| Benzo(g,h,i)peryleen | µg/kg | <25 | 860 | 633 | nb | 40 | 23 | 2500 |
| Benzo(k)fluoranteen | µg/kg | 13 | 980 | 833 | nb | 20 | 23 | 3167 |
| Chryseen | µg/kg | 25 | 2200 | 1700 | nb | 120 | 100 | 5833 |
| Dibenz(a,h)anthraceen | µg/kg | <1.3 | 180 | 133 | nb | 10 | <1.3 | 617 |
| Fenantreen | µg/kg | 200 | 660 | 633 | nb | 720 | 775 | 1833 |
| Fluoranteen | µg/kg | 175 | 3600 | 1700 | nb | 680 | 700 | 7833 |
| Fluoreen | µg/kg | 25 | 180 | 67 | nb | 80 | 75 | 517 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyreen | µg/kg | <25 | 860 | 767 | nb | 20 | 50 | 2167 |
| Pyreen | µg/kg | 100 | 5200 | 2533 | nb | 480 | 475 | 12333 |
| vetgehalte (BD) | % | 0.4 | 0.5 | 0.3 | nb | 0.5 | 0.4 | 0.6 |

*bij waarden <rapportagegrens op natgewicht is gerekend met 1/2 van deze waarden.

Tabel 7c. PAK gehalten in monsters quaggamosselen najaar 2011 op asvrijdrooggewicht*.

| | | 2011/1850 | 2011/1852 | 2011/1854 | 2011/1857 | 2011/1858 | 2011/1860 | 2011/1862 |
|------------------------|---------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| | | IJsselmeer - Zeughoek | Grens Maas - Eijsden | Bergsche Maas - Keizersveer | Kanaal Gent Terneuzen - Sas v Gent | IJsselmeer - Vrouwenzand | Markermeer - midden | Hollandse IJssel - Gouda voorhaven |
| | eenheid | | | | | | | |
| Acenafteen | µg/kg | 7.9 | 76 | 61 | nb | 74 | 68 | 156 |
| Anthraceen | µg/kg | <0.4 | 12 | 7.1 | nb | 2.3 | <0.4 | 52 |
| Benzo(a)anthraceen | µg/kg | 0.5 | 118 | 86 | nb | 7.0 | 2.6 | 422 |
| Benzo(a)pyreen* | µg/kg | <0.8 | 116 | 79 | nb | 4.7 | 1.8 | 406 |
| Benzo(b)fluoranteen | µg/kg | 2.4 | 265 | 189 | nb | 9.3 | 7.9 | 688 |
| Benzo(g,h,i)peryleen | µg/kg | <2.6 | 88 | 68 | nb | 4.7 | 2.4 | 234 |
| Benzo(k)fluoranteen | µg/kg | 1.3 | 100 | 89 | nb | 2.3 | 2.4 | 297 |
| Chryseen | µg/kg | 2.6 | 224 | 182 | nb | 14 | 11 | 547 |
| Dibenz(a,h)anthraceen | µg/kg | <0.1 | 18 | 14 | nb | 1.2 | <0.1 | 58 |
| Fenantreen | µg/kg | 21.1 | 67 | 68 | nb | 84 | 82 | 172 |
| Fluoranteen | µg/kg | 18.4 | 367 | 182 | nb | 79 | 74 | 734 |
| Fluoreen | µg/kg | 2.6 | 18 | 7.1 | nb | 9.3 | 7.9 | 48 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyreen | µg/kg | <2.6 | 88 | 82 | nb | 2.3 | 5.3 | 203 |
| Pyreen | µg/kg | 10.5 | 531 | 271 | nb | 56 | 50 | 1156 |
| Asvrijdrooggewicht | % | 3.8 | 4.9 | 2.8 | nb | 4.3 | 3.8 | 6.4 |

*bij waarden <rapportagegrens op natgewicht is gerekend met 1/2 van deze waarden.

Bijlage G. Gebromeerde difenylethers

Tabel 8. Gehalten van drie gebromeerde difenylethers in quaggamosselweefsel uitgedrukt op productbasis en vetgewicht ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

Tabel 8a. BDE gehalten in monsters quaggamosselen op productbasis.

| | | 2011/1850 | 2011/1852 | 2011/1854 | 2011/1857 | 2011/1858 | 2011/1860 | 2011/1862 |
|-----------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| | | Kanaal Gent | | | | | | |
| parameter | eenheid | IJsselmeer - Grens Zeughoek | Maas - Eijsden | Bergsche Maas - Keizersveer | Terneuzen - Sas v Gent | IJsselmeer - Vrouwenzand | Markermeer - midden | Hollandse IJssel - Gouda voorhaven |
| BDE47 | $\mu\text{g}/\text{kg}$ | <0.05 | 0.2 | <0.05 | nb | <0.05 | <0.05 | 0.09 |
| BDE99 | $\mu\text{g}/\text{kg}$ | <0.05 | 0.5 | 0.1 | nb | <0.05 | <0.05 | 0.4 |
| BDE100 | $\mu\text{g}/\text{kg}$ | <0.01 | 0.1 | 0.04 | nb | <0.01 | <0.01 | 0.2 |

Tabel 8b. BDE gehalten in monsters quaggamosselen op vetbasis*

| | | 2011/1850 | 2011/1852 | 2011/1854 | 2011/1857 | 2011/1858 | 2011/1860 | 2011/1862 |
|------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| | | Kanaal Gent | | | | | | |
| parameter | eenheid | IJsselmeer - Grens Zeughoek | Maas - Eijsden | Bergsche Maas - Keizersveer | Terneuzen - Sas v Gent | IJsselmeer - Vrouwenzand | Markermeer - midden | Hollandse IJssel - Gouda voorhaven |
| BDE47 | $\mu\text{g}/\text{kg}$ | <6.3 | 40 | <8.3 | nb | <5.0 | <6.3 | 15 |
| BDE99 | $\mu\text{g}/\text{kg}$ | <6.3 | 100 | 33 | nb | <5.0 | <6.3 | 67 |
| BDE100 | $\mu\text{g}/\text{kg}$ | <1.3 | 20 | 13 | nb | <1.0 | <1.3 | 33 |
| vetgehalte | % | 0.4 | 0.5 | 0.3 | nb | 0.5 | 0.4 | 0.6 |

*bij waarden <rapportagegrens op natgewicht is gerekend met 1/2 van deze waarden.

Bijlage H. Organotinverbindingen

Tabel 9: Gehalten aan organotinverbindingen in het quaggamossel vlees op productbasis- en vetgewicht.

Tabel 9a. Gehalten in $\mu\text{g}/\text{kg}$ aan organotinverbindingen in het quaggamossel vlees op productbasis.

| Tinverbinding | IJsselmeer - Zeughoek | Bergsche Maas - Keizersveer |
|----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Dibutyltin kation | 0.5 | 0.6 |
| Diphenyltin kation | <0.4 | <0.5 |
| Monobutyltin kation | 0.3 | 0.5 |
| Monophenyltin kation | <0.06 | <0.08 |
| Tributyltin kation | 7.7 | 8.4 |
| Triphenyltin kation | <0.3 | 0.7 |

Tabel 9b. Gehalten in $\mu\text{g}/\text{kg}$ aan organotinverbindingen in het quaggamossel vlees op vetgewicht*.

| Tinverbinding | IJsselmeer - Zeughoek | Bergsche Maas - Keizersveer |
|----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Dibutyltin kation | 125 | 200 |
| Diphenyltin kation | <50 | <83 |
| Monobutyltin kation | 75 | 167 |
| Monophenyltin kation | <8 | <13 |
| Tributyltin kation | 1925 | 2800 |
| Triphenyltin kation | <38 | 233 |
| Vetgehalte (%) | 0.4 | 0.3 |

*bij waarden <rapportagegrens op natgewicht is gerekend met $\frac{1}{2}$ van deze waarden.

Bijlage I. Rapportagegrenzen en meetonzekerheden

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 zijn in tabel 10 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 ($n > 8$). De relatieve uitgebreide meetonzekerheid (expanded uncertainty) is gedefinieerd als twee maal de relatieve standard uncertainty. De relatieve standard uncertainty is weergegeven in tabel 10. Hierin zijn de reproduceerbaarheid, de tussenmonster-spreiding en de methode juistheid verwerkt. Eventuele inhomogeniteit van het monster is hier niet in verwerkt, maar is bij ringonderzoekmonsters niet van toepassing.

Voor de rapportage aan OSPAR dient bij iedere meetwaarde de expanded uncertainty (95% betrouwbaarheidsinterval) berekend te worden. De expanded uncertainty is gedefinieerd als tweemaal de standaard deviatie. Voor OSPAR dient dus een absolute meetonzekerheid gerapporteerd te worden. De berekening van de absolute expanded uncertainty is gebaseerd op onderstaande formules uit de OSPAR guideline voor de bepaling van de meetonzekerheid. De relative standard uncertainty (uitgedrukt in %) wordt door IMARES als maat voor de v_c gehanteerd. In tabel 10 zijn zowel de relative standard uncertainty ($=v_c$) als de constant error ($=d_c$) opgenomen. Beide dienen als input in de formules voor de berekening van de absolute expanded uncertainty.

Formules uit de OSPAR guideline:

$$s_c = \sqrt{d_c^2 + \left(\frac{v_c}{100}\right)^2 C^2}$$

waarin:

s_c = standard deviation (eenheid = eenheid van concentratie component)

d_c = "combined constant error" (eenheid = eenheid van concentratie component)

v_c = variatie coëfficiënt (eenheid= percentage)

C = concentratie van de component in het monster (meetwaarde)

$$U_c = 2s_c$$

waarin:

U_c = (absolute) expanded uncertainty (eenheid = eenheid van concentratie component)

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 met Q aangegeven zijn voldoen aan de kwaliteitskenmerken volgens ISO 17025.

Tabel 10. Rapportagegrens en meetonzekerheid (%) bij gehalten op productbasis.

| Component | rapportage- grens | detectie- limiet | unit | ng/dg | V _c rel. standard uncertainty (%) | n | d _c (µg/kg) | Accre- ditatie |
|-------------------------|-------------------|------------------|-------|-------|---|----|---------------------------|----------------|
| Vocht | 1.0 | 0.5 | % | ng | 3.73 | 45 | 0 | Q |
| Vet (B&D) | 10 | 5 | g/kg | ng | 19.3 | 49 | 0 | Q |
| As (gloeirest) | 1.0 | 0.5 | % | ng | 9.62 | 24 | 0 | Q |
| PCB28 | 0.03 | | µg/kg | ng | 19.9 | 42 | 0 | Q |
| PCB52 | 0.04 | | µg/kg | ng | 17.5 | 50 | 0 | Q |
| PCB101 | 0.08 | | µg/kg | ng | 15.9 | 50 | 0 | Q |
| PCB105 | 0.04 | | µg/kg | ng | 24.5 | 50 | 0 | Q |
| PCB118 | 0.09 | | µg/kg | ng | 16.9 | 50 | 0 | Q |
| PCB138+163 | 0.08 | | µg/kg | ng | 15.2 | 50 | 0 | Q |
| PCB153 | 0.08 | | µg/kg | ng | 10.8 | 50 | 0 | Q |
| PCB156 | 0.05 | | µg/kg | ng | 18.7 | 35 | 0 | Q |
| PCB180 | 0.05 | | µg/kg | ng | 17.7 | 50 | 0 | Q |
| PCB126 | 1.4 | | ng/kg | ng | niet vastgesteld | | | Q |
| PCB169 | 2.2 | | ng/kg | ng | niet vastgesteld | | | Q |
| PCB77 | 2.6 | | ng/kg | ng | niet vastgesteld | | | Q |
| HCB | 0.1 | | µg/kg | ng | 24.7 | 45 | 0 | Q |
| HCBD | 0.01 | | µg/kg | ng | niet vastgesteld | | | geen Q |
| Kwik | 0.0054 | 0.0027 | mg/kg | ng | 4.8 | 6 | 0 | Q |
| TBT als kation | 0.2 | | µg/kg | ng | 15.4 | 1 | 0 | Q |
| DBT als kation | 0.04 | | µg/kg | ng | 16.1 | 4 | 0 | Q |
| MBT als kation | 0.1 | | µg/kg | ng | nog niet vastgesteld, n<8 | 1 | | geen Q |
| TPhT als kation | 0.1 | | µg/kg | ng | niet vastgesteld | | | geen Q |
| DPhT als kation | 0.2 | | µg/kg | ng | niet vastgesteld | | | geen Q |
| MPhT als kation | 0.04 | | µg/kg | ng | niet vastgesteld | | | geen Q |
| benzo(b)fluoranteen | 0.01 | 0.01 | µg/kg | ng | 13.6 | 28 | 0 | Q |
| benzo(k)fluoranteen | 0.00 | 0.005 | µg/kg | ng | 27.2 | 24 | 0 | Q |
| fluorantheen | 0.00 | 0.004 | µg/kg | ng | 8.56 | 29 | 0 | Q |
| benzo(a)pyreen | 0.00 | 0.0025 | µg/kg | ng | 19.1 | 25 | 0 | Q |
| benzo(g,h,i)peryleen | 0.01 | 0.01 | µg/kg | ng | 23.5 | 28 | 0 | Q |
| indeno(1,2,3-c,d)pyreen | 0.02 | 0.008 | µg/kg | ng | 36.6 | 25 | 0 | Q |
| fenantreen | 0.04 | 0.02 | µg/kg | ng | 15.0 | 25 | 0 | Q |
| antraceen | 0.03 | 0.006 | µg/kg | ng | 39.0 | 19 | 0 | Q |
| benzo(a)antraceen | 0.00 | 0.002 | µg/kg | ng | 21.2 | 28 | 0 | Q |
| chryseen | 0.00 | 0.0015 | µg/kg | ng | 21.1 | 25 | 0 | Q |
| pyreen | 0.00 | 0.002 | µg/kg | ng | 10.0 | 29 | 0 | Q |
| dibenzo(a,h)antraceen | 0.01 | 0.007 | µg/kg | ng | nog niet vastgesteld, n<8 | 7 | | Q |
| acenafteen | 0.01 | 0.006 | µg/kg | ng | 25.3 | 15 | 0 | Q |
| fluoreen | 0.01 | 0.004 | µg/kg | ng | 24.8 | 22 | 0 | Q |
| PBDE47 | 0.05 | | µg/kg | ng | 12.5 | 14 | 0 | geen Q |
| PBDE99 | 0.01 | | µg/kg | ng | nog niet vastgesteld, n<8 | 7 | | geen Q |
| PBDE100 | 0.05 | | µg/kg | ng | 16.8 | 11 | 0 | geen Q |

op basis van juistheidsbepaling en monsterinhomogeniteit
verwaarloosbaar klein

n = aantal ringonderzoeken aan de hand waarvan een Z-score bepaald kon worden

d_c is de combined constant error in de eenheid van de concentratie van de component

Tabel 11. Rapportagegrens en meetonzekerheid (%) metaanalyses uitgevoerd door TNO op productbasis.

| Component | rapportage- grens TNO | detectie- limiet | unit | ng/dg | meetonzekerheid (%) | d _c | Accre- ditatie |
|-----------|-----------------------|------------------|-------|-------|-------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | TNO Zeist | (µg/kg) | |
| Cadmium | 0.001 | 0.00033 | mg/kg | ng | 14 % op niveau van 0.02 mg/kg | 0 | Q |
| Lood | 0.02 | 0.007 | mg/kg | ng | 19 % op niveau van 1 mg/kg | 0 | Q |

De meetonzekerheid opgegeven door TNO is opgebouwd uit de variatie in de lab-reproduceerbaarheid en uit de scores in ringonderzoeken.

Verspreiding van de meetonzekerheid

Wanneer gehalten vergeleken worden is het van belang om inzicht te hebben in de meetonzekerheid. Wanneer gehalten omgerekend worden van productbasis op vetgewicht, drooggewicht of asvrijdrooggewicht dan wordt de meetonzekerheid beïnvloedt. De uiteindelijke meetonzekerheid kan berekend worden voor algemeen geldende regels voor verspreiding van de fout. Bij optellen of aftrekken wordt de meetonzekerheid bij elkaar opgeteld, tot de macht 2 gedaan en hiervan de wortel genomen. Bij delen of vermenigvuldigen wordt van de meetonzekerheid eerst het kwadraat genomen en vervolgens de wortel.

In onderstaand voorbeeld wordt de meetonzekerheid berekend bij het uitdrukken van het gehalte vet op asvrijdrooggewicht. Voor berekening naar vet op basis van asvrijdrooggewicht wordt de volgende formule gebruikt *(vocht - as) × vetgehalte*.

meetonzekerheid vocht = 3.73%
meetonzekerheid as = 9.62%
meetonzekerheid vet = 19.3%.

De totale meetonzekerheid wordt dan:

$$\text{meetonzekerheid (\%)} = \sqrt{((\text{meetonzekerheid as} + \text{vocht})^2 + \text{meetonzekerheid vet}^2)} = \sqrt{(3.73 + 9.62)^2 + 19.3^2} = 23.5\%.$$

Bijlage J. Resultaten Quasimeme-ringonderzoek

Tabel 12. Resultaten ringonderzoek Quasimeme in biota.

| labcode: Q127A IMARES | | | | | | | | |
|-----------------------|-------|--------------|----------|--------------------------|--------|---------|---------|----------------|
| Exercise | Round | Period | Matrix | Determinand | Mean | Units | Z-score | Qualification |
| 919 | 64 | jan-meï 2011 | QOR106BT | PCB28 | 0.320 | µg/kg | 1.0 | Satisfactory |
| 919 | 64 | jan-meï 2011 | QOR106BT | PCB52 | 0.620 | µg/kg | 0.6 | Satisfactory |
| 919 | 64 | jan-meï 2011 | QOR106BT | PCB101 | 0.520 | µg/kg | -0.6 | Satisfactory |
| 919 | 64 | jan-meï 2011 | QOR106BT | PCB105 | <0.200 | µg/kg | | Consistent |
| 919 | 64 | jan-meï 2011 | QOR106BT | PCB118 | 1.300 | µg/kg | 11.1 | Unsatisfactory |
| 919 | 64 | jan-meï 2011 | QOR106BT | PCB138+163 | 0.680 | µg/kg | 1.4 | Satisfactory |
| 919 | 64 | jan-meï 2011 | QOR106BT | PCB153 | 1.000 | µg/kg | 1.3 | Satisfactory |
| 919 | 64 | jan-meï 2011 | QOR106BT | PCB156 | <0.200 | µg/kg | | Inconsistent |
| 919 | 64 | jan-meï 2011 | QOR106BT | PCB180 | <0.200 | µg/kg | | Consistent |
| 919 | 64 | jan-meï 2011 | QOR106BT | HCB | 2.100 | µg/kg | 0.6 | Satisfactory |
| 919 | 64 | jan-meï 2011 | QOR106BT | HCBd | <0.040 | µg/kg | | Blanc |
| 919 | 64 | jan-meï 2011 | QOR106BT | Vet (vrij extraheerbaar) | 12.00 | % | 0.1 | Satisfactory |
| 918 | 64 | jan-meï 2011 | QTM089BT | Vet (totaal, B&D) | 1.800 | % | 0.8 | Satisfactory |
| 918 | 64 | jan-meï 2011 | QTM089BT | As (gloeirest) | 6.700 | % | 0.2 | Satisfactory |
| 918 | 64 | jan-meï 2011 | QTM089BT | Droge stof | 27.70 | % | 0.5 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-meï 2011 | QPH061BT | benzo(g,h,i) peryleen | 1.700 | µg/kg | -0.3 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-meï 2011 | QPH061BT | acenafteen | <0.200 | µg/kg | | Inconsistent |
| 921 | 64 | jan-meï 2011 | QPH061BT | antraceen | 0.800 | µg/kg | -1.5 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-meï 2011 | QPH061BT | benzo(a)antraceen | 2.800 | µg/kg | -1.8 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-meï 2011 | QPH061BT | benzo(a)pyreen | 1.100 | µg/kg | -0.2 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-meï 2011 | QPH061BT | benzo(b)fluoranteen | 4.100 | µg/kg | -0.5 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-meï 2011 | QPH061BT | benzo(k)fluoranteen | 1.600 | µg/kg | 0.2 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-meï 2011 | QPH061BT | dibenzo(a,h)antraceen | 0.100 | µg/kg | -2.4 | Questionable |
| 921 | 64 | jan-meï 2011 | QPH061BT | fluoreen | 3.000 | µg/kg | 0.0 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-meï 2011 | QPH061BT | fluoranteen | 26.00 | µg/kg | -0.5 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-meï 2011 | QPH061BT | indeno(1,2,3-cd)pyreen | 1.700 | µg/kg | 2.2 | Questionable |
| 921 | 64 | jan-meï 2011 | QPH061BT | fenanthreen | 22.00 | µg/kg | -0.2 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-meï 2011 | QPH061BT | pyreen | 18.00 | µg/kg | 0.3 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-meï 2011 | QPH061BT | chryseen | 6.000 | µg/kg | -0.7 | Satisfactory |
| 922 | 64 | jan-meï 2011 | QSP036BT | TBT | 21.00 | µgSn/kg | 2.3 | Questionable |
| 922 | 64 | jan-meï 2011 | QSP036BT | DBT | 1.800 | µgSn/kg | -0.7 | Satisfactory |
| 922 | 64 | jan-meï 2011 | QSP036BT | MBT | <0.200 | µgSn/kg | | Inconsistent |
| 922 | 64 | jan-meï 2011 | QSP036BT | TPhT | <0.200 | µgSn/kg | | Blanc |
| 922 | 64 | jan-meï 2011 | QSP036BT | DPhT | <0.200 | µgSn/kg | | Blanc |
| 922 | 64 | jan-meï 2011 | QSP036BT | MPhT | <0.200 | µgSn/kg | | Blanc |
| 923 | 64 | jan-meï 2011 | QBC030BT | PBDE47 | 0.200 | µg/kg | 0.5 | Satisfactory |
| 923 | 64 | jan-meï 2011 | QBC030BT | PBDE99 | 0.070 | µg/kg | 0.3 | Satisfactory |
| 923 | 64 | jan-meï 2011 | QBC030BT | PBDE100 | 0.080 | µg/kg | 0.7 | Satisfactory |

Tabel 13. Resultaten ringonderzoek Quasimeme in biota.

| labcode: Q127A IMARES | | | | | | | | |
|-----------------------|-------|--------------|----------|--------------------------|--------|---------|---------|----------------|
| Exercise | Round | Period | Matrix | Determinand | Mean | Units | Z-score | Qualification |
| 919 | 64 | jan-mei 2011 | QOR107BT | PCB28 | 4.500 | µg/kg | 1.5 | Satisfactory |
| 919 | 64 | jan-mei 2011 | QOR107BT | PCB52 | 24.00 | µg/kg | 2.3 | Questionable |
| 919 | 64 | jan-mei 2011 | QOR107BT | PCB101 | 57.00 | µg/kg | 0.9 | Satisfactory |
| 919 | 64 | jan-mei 2011 | QOR107BT | PCB105 | 5.800 | µg/kg | 2.3 | Questionable |
| 919 | 64 | jan-mei 2011 | QOR107BT | PCB118 | 32.00 | µg/kg | 1.4 | Satisfactory |
| 919 | 64 | jan-mei 2011 | QOR107BT | PCB138+163 | 62.00 | µg/kg | 0.9 | Satisfactory |
| 919 | 64 | jan-mei 2011 | QOR107BT | PCB153 | 115.0 | µg/kg | 0.8 | Satisfactory |
| 919 | 64 | jan-mei 2011 | QOR107BT | PCB156 | 3.500 | µg/kg | 1.5 | Satisfactory |
| 919 | 64 | jan-mei 2011 | QOR107BT | PCB180 | 23.00 | µg/kg | 1.5 | Satisfactory |
| 919 | 64 | jan-mei 2011 | QOR107BT | HCB | 5.800 | µg/kg | 4.3 | Unsatisfactory |
| 919 | 64 | jan-mei 2011 | QOR107BT | HCBD | 1.500 | µg/kg | | Blanc |
| 919 | 64 | jan-mei 2011 | QOR107BT | Vet (vrij extraheerbaar) | 3.200 | % | 0.0 | Satisfactory |
| 918 | 64 | jan-mei 2011 | QTM090BT | Vet (totaal, B&D) | 2.900 | % | 1.0 | Satisfactory |
| 918 | 64 | jan-mei 2011 | QTM090BT | As (gloeirest) | 2.100 | % | -0.1 | Satisfactory |
| 918 | 64 | jan-mei 2011 | QTM090BT | Droge stof | 25.60 | % | 0.1 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-mei 2011 | QPH062BT | benzo(g,h,i) peryleen | 2.800 | µg/kg | 0.4 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-mei 2011 | QPH062BT | acenafteen | 0.500 | µg/kg | -1.8 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-mei 2011 | QPH062BT | antraceen | 1.000 | µg/kg | -0.4 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-mei 2011 | QPH062BT | benzo(a)antraceen | 4.000 | µg/kg | -1.4 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-mei 2011 | QPH062BT | benzo(a)pyreen | 2.100 | µg/kg | 0.3 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-mei 2011 | QPH062BT | benzo(b)fluoranteen | 5.700 | µg/kg | 0.0 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-mei 2011 | QPH062BT | benzo(k)fluoranteen | 2.400 | µg/kg | 0.1 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-mei 2011 | QPH062BT | dibenzo(a,h)antraceen | 1.200 | µg/kg | 7.0 | Unsatisfactory |
| 921 | 64 | jan-mei 2011 | QPH062BT | fluorantheen | 18.00 | µg/kg | -0.5 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-mei 2011 | QPH062BT | indeno(1,2,3-cd)pyreen | 2.800 | µg/kg | 3.6 | Unsatisfactory |
| 921 | 64 | jan-mei 2011 | QPH062BT | fenanthreen | 11.00 | µg/kg | -0.2 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-mei 2011 | QPH062BT | pyreen | 17.00 | µg/kg | 0.0 | Satisfactory |
| 921 | 64 | jan-mei 2011 | QPH062BT | chryseen | 5.100 | µg/kg | -0.7 | Satisfactory |
| 922 | 64 | jan-mei 2011 | QSP037BT | TBT | 3.600 | µgSn/kg | 7.6 | Unsatisfactory |
| 922 | 64 | jan-mei 2011 | QSP037BT | DBT | 1.200 | µgSn/kg | -0.4 | Satisfactory |
| 922 | 64 | jan-mei 2011 | QSP037BT | MBT | <0.300 | µgSn/kg | | Inconsistent |
| 922 | 64 | jan-mei 2011 | QSP037BT | TPhT | <0.200 | µgSn/kg | | Blanc |
| 922 | 64 | jan-mei 2011 | QSP037BT | DPht | <0.200 | µgSn/kg | | Blanc |
| 922 | 64 | jan-mei 2011 | QSP037BT | MPht | <0.300 | µgSn/kg | | Blanc |
| 923 | 64 | jan-mei 2011 | QBC031BT | PBDE47 | 11.00 | µg/kg | 0.5 | Satisfactory |
| 923 | 64 | jan-mei 2011 | QBC031BT | PBDE99 | <0.009 | µg/kg | | Blanc |
| 923 | 64 | jan-mei 2011 | QBC031BT | PBDE100 | 3.600 | µg/kg | 0.3 | Satisfactory |

Tabel 14. Resultaten ringonderzoek Quasimeme in biota.

| labcode: Q127A IMARES | | | | | | | | |
|-----------------------|-------|--------------|----------|--------------------------|--------|---------|---------|----------------|
| Exercise | Round | Period | Matrix | Determinand | Mean | Units | Z-score | Qualification |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR108BT | PCB28 | 11.00 | µg/kg | 0.3 | Satisfactory |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR108BT | PCB52 | 32.00 | µg/kg | 2.8 | Questionable |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR108BT | PCB101 | 75.00 | µg/kg | 1.4 | Satisfactory |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR108BT | PCB105 | 20.00 | µg/kg | 1.8 | Satisfactory |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR108BT | PCB118 | 77.00 | µg/kg | 0.8 | Satisfactory |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR108BT | PCB138+163 | 153.0 | µg/kg | 0.3 | Satisfactory |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR108BT | PCB153 | 238.0 | µg/kg | 0.7 | Satisfactory |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR108BT | PCB156 | 10.00 | µg/kg | 1.5 | Satisfactory |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR108BT | PCB180 | 51.00 | µg/kg | 1.0 | Satisfactory |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR108BT | HCB | 19.00 | µg/kg | 2.8 | Questionable |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR108BT | HCBD | 1.400 | µg/kg | -0.1 | Satisfactory |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR108BT | Vet (vrij extraheerbaar) | 59.00 | % | 0.3 | Satisfactory |
| 944 | 66 | jul-okt 2011 | QTM091BT | Kwik | 26.00 | µg/kg | 0.1 | Satisfactory |
| 947 | 66 | jul-okt 2011 | QSP038BT | TBT | 5.400 | µgSn/kg | -2.7 | Questionable |
| 947 | 66 | jul-okt 2011 | QSP038BT | DBT | 5.500 | µgSn/kg | -3.7 | Unsatisfactory |
| 947 | 66 | jul-okt 2011 | QSP038BT | MBT | 0.700 | µgSn/kg | | Blanc |
| 947 | 66 | jul-okt 2011 | QSP038BT | TPhT | <0.100 | µgSn/kg | | Blanc |
| 947 | 66 | jul-okt 2011 | QSP038BT | DPhT | <0.200 | µgSn/kg | | Blanc |
| 947 | 66 | jul-okt 2011 | QSP038BT | MPhT | <0.200 | µgSn/kg | | Blanc |

Tabel 15. Resultaten ringonderzoek Quasimeme in biota.

| labcode: Q127A IMARES | | | | | | | | |
|-----------------------|-------|--------------|----------|--------------------------|--------|---------|---------|----------------|
| Exercise | Round | Period | Matrix | Determinand | Mean | Units | Z-score | Qualification |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR109BT | PCB28 | 10.00 | µg/kg | 1.6 | Satisfactory |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR109BT | PCB52 | 52.00 | µg/kg | 2.1 | Questionable |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR109BT | PCB101 | 133.0 | µg/kg | 2.3 | Questionable |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR109BT | PCB105 | 10.00 | µg/kg | 3.0 | Questionable |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR109BT | PCB118 | 68.00 | µg/kg | 1.2 | Satisfactory |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR109BT | PCB138+163 | 145.0 | µg/kg | 0.5 | Satisfactory |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR109BT | PCB153 | 290.0 | µg/kg | 1.6 | Satisfactory |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR109BT | PCB156 | 8.400 | µg/kg | 2.4 | Questionable |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR109BT | PCB180 | 72.00 | µg/kg | 1.5 | Satisfactory |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR109BT | HCB | 9.000 | µg/kg | 5.2 | Unsatisfactory |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR109BT | HCBD | 0.380 | µg/kg | | Blanc |
| 945 | 66 | jul-okt 2011 | QOR109BT | Vet (vrij extraheerbaar) | 4.100 | % | 0.0 | Satisfactory |
| 944 | 66 | jul-okt 2011 | QTM092BT | Kwik | 130.00 | µg/kg | 0.5 | Satisfactory |
| 947 | 66 | jul-okt 2011 | QSP039BT | TBT | <0.200 | µgSn/kg | | Inconsistent |
| 947 | 66 | jul-okt 2011 | QSP039BT | DBT | 0.900 | µgSn/kg | -1.6 | Satisfactory |
| 947 | 66 | jul-okt 2011 | QSP039BT | MBT | <0.200 | µgSn/kg | | Inconsistent |
| 947 | 66 | jul-okt 2011 | QSP039BT | TPhT | <0.100 | µgSn/kg | | Blanc |
| 947 | 66 | jul-okt 2011 | QSP039BT | DPhT | <0.200 | µgSn/kg | | Blanc |
| 947 | 66 | jul-okt 2011 | QSP039BT | MPhT | <0.200 | µgSn/kg | | Blanc |

Tabel 16. Resultaten ringonderzoek TNO Triskelion.

| year | test | product | analyte | unit | average | found | Z-score |
|------|------------|------------------------------|----------|-------|---------|-------|---------|
| 2009 | FAPAS 7120 | milk powder | Cadmium | ug/kg | 266 | 301 | 0.7 |
| 2009 | FAPAS 7123 | Infant Formula Test Material | Cadmium | ug/kg | 41.4 | 41.3 | 0 |
| 2009 | FAPAS 7120 | milk powder | Lead | ug/kg | 144 | 157 | 0.4 |
| 2009 | FAPAS 1080 | Dairy Ration Test Material | Lead | mg/kg | 0.361 | 0.32 | -0.7 |
| 2010 | Fapas 7138 | milk powder | Cadmium | ug/kg | 131 | 138 | 0.2 |
| 2010 | Fapas 7144 | Infant cereal test material | Cadmium | ug/kg | 44.1 | 47.09 | 0.3 |
| 2010 | Fapas 1087 | Dairy Ration Test Material | Lead | mg/kg | 1.63 | 1.37 | -1.1 |
| 2010 | Fapas 7144 | Infant cereal test material | Lead | ug/kg | 69.4 | 71.22 | 0.1 |
| 2011 | Fapas 7155 | Soft drink | Cadmium | ug/l | 166 | 167 | 0 |
| 2012 | Fapas 7165 | Infant Cereal | Cadmium | ug/kg | 56.6 | 55 | -0.1 |
| 2012 | Fapas 7165 | Infant Cereal | Chromium | ug/kg | 117 | 100 | -0.7 |
| 2012 | Fapas 7165 | Infant Cereal | Lead | ug/kg | 75.1 | 71 | -0.2 |

Bijlage K. Resultaten interne referentiematerialen

Tabel 17. Resultaten interne referentiematerialen IMARES.

| Component | Referentiemateriaal | IMARES-waarde | n | IMARES-waarde | n | ng/dg | gecertificeerde waarde | eenheid | kwalificatie |
|---------------------|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|--------|-------|------------------------|---------|--------------|
| | | in 2011 | in 2011 | QC-kaart | totaal | | | | |
| PCB28 | kabeljauwlever IRM (nr. 406) | 46 ± 3 | 5 | 42 ± 13 | 235 | ng | n.v.t. | µg/kg | goed |
| PCB52 | kabeljauwlever IRM (nr. 406) | 159 ± 20 | 5 | 133 ± 22 | 238 | ng | n.v.t. | µg/kg | goed |
| PCB101 | kabeljauwlever IRM (nr. 406) | 381 ± 52 | 5 | 417 ± 52 | 77 | ng | n.v.t. | µg/kg | goed |
| PCB118 | kabeljauwlever IRM (nr. 406) | 458 ± 46 | 5 | 460 ± 56 | 246 | ng | n.v.t. | µg/kg | goed |
| PCB153 | kabeljauwlever IRM (nr. 406) | 1131 ± 94 | 6 | 1099 ± 130 | 253 | ng | n.v.t. | µg/kg | goed |
| PCB105 | kabeljauwlever IRM (nr. 406) | 141 ± 17 | 5 | 135 ± 16 | 74 | ng | n.v.t. | µg/kg | goed |
| PCB138+163 | kabeljauwlever IRM (nr. 406) | 790 ± 72 | 6 | 782 ± 93 | 217 | ng | n.v.t. | µg/kg | goed |
| PCB156 | kabeljauwlever IRM (nr. 406) | 60 ± 8 | 5 | 49 ± 18 | 73 | ng | n.v.t. | µg/kg | goed |
| PCB180 | kabeljauwlever IRM (nr. 406) | 319 ± 25 | 5 | 293 ± 35 | 240 | ng | n.v.t. | µg/kg | goed |
| HCB | kabeljauwlever IRM (nr. 406) | 52.7 ± 6.2 | 5 | 50.1 ± 7.5 | 99 | ng | n.v.t. | µg/kg | goed |
| Kwik | schol IRM 2004/2069 | 0.0512 ± 0.0095 | 10 | 0.0512 ± 0.0080 | 36 | ng | n.v.t. | mg/kg | goed |
| Vocht | haring/makreel IRM 2005/0775 | 69.85 ± 0.55 | 25 | 70.00 ± 0.52 | 135 | ng | n.v.t. | % | goed |
| Vet (B&D) | haring/makreel IRM 2005/0775 | 114.69 ± 2.12 | 13 | 115.60 ± 2.92 | 91 | ng | n.v.t. | % | goed |
| As (gloeirest) | mosselen IRM 2002/0757 | 1.59 ± 0.08 | 11 | 1.60 ± 0.08 | 56 | ng | n.v.t. | % | goed |
| TBT als kation | CRM-CE477 (Mossel) | 2120 ± 637 | 2 | 2137 ± 408 | 18 | dg | 2200 ± 190 | µg/kg | goed |
| DBT als kation | CRM-CE477 (Mossel) | 1476 ± 268 | 2 | 1463 ± 322 | 18 | dg | 1540 ± 120 | µg/kg | goed |
| MBT als kation | CRM-CE477 (Mossel) | 1516 ± 287 | 2 | 1506 ± 431 | 18 | dg | 1500 ± 280 | µg/kg | goed |
| benzo(b)fluoranteen | IRM mosselen 19775 | 2.91 ± 0.06 | 2 | 3.00 ± 0.46 | 67 | ng | n.v.t. | µg/kg | goed |
| fluoreen | IRM mosselen 19775 | 2.53 ± 0.17 | 2 | 2.70 ± 0.52 | 31 | ng | n.v.t. | µg/kg | goed |
| fluorantheen | IRM mosselen 19775 | 18.48 ± 6.07 | 2 | 19.80 ± 2.54 | 67 | ng | n.v.t. | µg/kg | goed |
| pyreen | IRM mosselen 19775 | 11.04 ± 0.64 | 2 | 11.9 ± 1.50 | 66 | ng | n.v.t. | µg/kg | goed |
| chryseen | IRM mosselen 19775 | 2.86 ± 0.04 | 2 | 3.30 ± 0.64 | 66 | ng | n.v.t. | µg/kg | goed |
| PBDE47 | IRM aal 36715 | 10.5 ± 5.4 | 3 | 10.3 ± 4.2 | 23 | ng | n.v.t. | µg/kg | goed |
| PBDE99 | IRM aal 36715 | 0.62 ± 0.15 | 3 | 0.67 ± 0.14 | 23 | ng | n.v.t. | µg/kg | goed |
| PBDE47 | CRM huisstof NIST 2585 | nieuwe kaart | 0 | 497 ± 59 | 8 | dg | 497 ± 46 | µg/kg | geen |
| PBDE99 | CRM huisstof NIST 2585 | nieuwe kaart | 0 | 892 ± 150 | 8 | dg | 892 ± 53 | µg/kg | geen |
| PBDE100 | CRM huisstof NIST 2585 | nieuwe kaart | 0 | 145 ± 40 | 8 | dg | 145 ± 11 | µg/kg | geen |

Tabel 18. Resultaten interne referentiemateriaal TNO Triskelion.

| Component | Referentiemateriaal | TNO-waarde | n | IMARES-waarde | n | ng/dg | gecertificeerde waarde | eenheid | kwalificatie |
|-----------|------------------------|------------|---|---------------|-----|-------|------------------------|---------|--------------|
| Cadmium | IRM LAC schol geen nr. | 0.020 | 1 | 0.020 ± 0.009 | 147 | dg | 0.020 ± 0.005 | mg/kg | goed |
| Lood | IRM LAC schol geen nr. | 1.41 | 1 | 1.56 ± 0.30 | 107 | dg | 1.55 ± 0.05 | mg/kg | goed |