

Biologische Monitoring Zoete
Rijkswateren:
microverontreinigingen in
driehoeksmosselen - 2007

Dr. Ir. M.J.J. Kotterman en E. van Barneveld

Rapport C021/08

Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies

Wageningen **IMARES**

Vestiging IJmuiden

Opdrachtgever: Ing. B. van den Boogaard
Rijkswaterstaat Waterdienst
Postbus 17
8200 AA Lelystad

Publicatiedatum: 01-07-2008

- Wageningen **IMARES** levert kennis die nodig is voor het duurzaam beschermen, oogsten en ruimte gebruik van zee- en zilte kustgebieden (Marine Living Resource Management).
- Wageningen **IMARES** is daarin de kennispartner voor overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties voor wie marine living resources van belang zijn.
- Wageningen **IMARES** doet daarvoor strategisch en toegepast ecologisch onderzoek in perspectief van ecologische en economische ontwikkelingen.

© 2007 Wageningen **IMARES**

Wageningen IMARES is een samenwerkingsverband tussen Wageningen UR en TNO. Wij zijn geregistreerd in het Handelsregister Amsterdam nr. 34135929, BTW nr. NL 811383696B04.



A_4_3_1-V4

De Directie van Wageningen IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen IMARES; opdrachtgever vrijwaart Wageningen 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 van dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
Samenvatting	4
Voorwoord	5
1. Inleiding.....	6
2. Materiaal en methoden	7
2.1 Bemonstering driehoeksmosselen.....	7
2.2 Uitvoering ABM onderzoek.....	9
2.3 Analysemethoden.....	10
2.3.1 Algemeen.....	10
2.3.2 Zware metalen.....	10
2.3.3 PCB's en vlamvertragers	11
2.3.4 Vocht-, vet- en asgehalte.....	11
2.3.5 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen.....	11
2.3.6 Bewerking / presentatie analyseresultaten	11
2.4 Kritische waarden	12
2.5 Kwaliteitsborging	13
3. Resultaten	15
4. Discussie.....	17
4.1 Veranderingen van de biochemische samenstelling van mosselmonsters.....	17
4.2 Veranderingen van de gehalten aan microverontreinigingen	17
4.3 Risico-analyse	21
5. Vergelijking met eerdere data / trends.....	23
6. Conclusies.....	25
7. Aanbevelingen.....	26
8. Referenties	27
Verklarende woordenlijst:	29
Verantwoording	30

Samenvatting

In het kader van de Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren is in 2007 een actieve biologische monitoring (ABM) onderzoek uitgevoerd met driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*) in een aantal zoete Rijkswateren. Het betreft een uitvoering van het deelproject "Microverontreinigingen in driehoeksmosselen 2006-2009" dat in opdracht van RIZA (nu Rijkswaterstaat Waterdienst) Lelystad wordt uitgevoerd door Wageningen IMARES te IJmuiden.

Voor de actieve biologische monitoring werden driehoeksmosselen afkomstig van een relatief schone locatie (Zeughoek, IJsselmeer) gedurende zes weken uitgezet in de te monitoren locaties waarvan men inzicht wil hebben in het gehalte aan microverontreinigingen in het oppervlaktewater. Deze gehalten zijn te laag om op betrouwbare wijze rechtstreeks in het oppervlaktewater te kunnen worden bepaald. Na afloop van de blootstellingsperiode is het gehalte van de microverontreinigingen in het mosselweefsel bepaald. Deze weefselconcentratie heeft een nauw omschreven relatie met het (biologisch beschikbare) gehalte in de waterkolom.

In 2007 werden de volgende Rijkswateren onderzocht: Maassluis, Rijn Lobith en Gouda. Op de monsters mosselweefsel zijn chemische analyses uitgevoerd voor PCB's, PAK's, kwik, cadmium en lood. Tevens werd het voorkomen van een drietal vlamvertragers van de groep polygebromeerde difenylethers (PBDE's) onderzocht

In alle gevallen was de concentratie van de onderzochte contaminanten na zes weken expositie toegenomen in de uitgehangen mosselen in vergelijking met het uitgangsmateriaal (Zeughoek, IJsselmeer), behalve voor cadmium. De toename in concentratie van de contaminanten PAK's, PCB's en lood was op alle locaties groot.

Van de metalen varieerde het loodgehalte het sterkst, het loodgehalte was het hoogst in de Hollandse IJssel. De toenames van de gehalten aan kwik waren voor alle locaties matig, een geringe toename van cadmium ten opzichte van het uitgangsmateriaal werd alleen in Maassluis geconstateerd.

De toename van de som PCB's was voor alle locaties weer groot, van 6-voud tot 9-voud in de Hollandse IJssel.

De grootste toename in PAK-concentraties in de uitgehangen mosselen is weer gemeten in de Hollandse IJssel (100-voud somPAK's van Borneff), in de overige locaties was de toename minder groot. Opvallend is dit jaar de relatief hoge fenanthreen-piek in de Zeughoek.

In de bemonsterde locaties waren de gemeten gehalten van de drie gemeten gebromeerde vlamvertragers dit jaar laag, alleen BDE100 kon worden gekwantificeerd.

Voor alle in 2007 onderzochte locaties werd de HC5 voor cadmium nog steeds overschreden tot een ernstig risiconiveau voor mosseletende hogere organismen. Omdat de concentratie cadmium in het uitgangsmateriaal al hoog is zijn de waarden voor de Hollandse IJssel, waar een daling van het cadmium gehalte is geconstateerd, niet betrouwbaar.

Voor alle in 2007 onderzochte locaties, inclusief de uitganglocatie IJsselmeer Zeughoek, worden de MTR normwaarden voor zowel cadmium als kwik overschreden. Deze overschrijdingen zijn een indicatie voor het risico voor het aquatische ecosysteem.

Voorwoord

Het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA, nu Rijkswaterstaat Waterdienst) van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is in 1992 gestart met de uitvoering van het monitoringprogramma "Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren". Dit vormt een onderdeel van "Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands" (MWTL).

Doelstellingen van de metingen zijn:

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

Parametergroepen die onderdeel uitmaken van het monitoringsprogramma zijn: fytoplankton, fyto benthos, macrofauna, waterplanten en oevervegetatie, vissen, broedvogels en watervogels en bioaccumulatie in aal en driehoeksmosselen.

Een deelproject van de Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren heeft als werktitel "Microverontreinigingen in driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*) 2007" en wordt uitgevoerd door Wageningen IMARES.

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

Dit rapport bevat de resultaten van onderzoek in 2007 van het genoemde deelproject.

Het project wordt begeleid door de heer B. van den Boogaard en mevr. J.L. Maas van het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA, nu Rijkswaterstaat Waterdienst) van Rijkswaterstaat. Als project(groep)leider en contactpersoon voor Wageningen IMARES fungeert dr. ir. M.J.J. Kotterman.

1. Inleiding

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 sommige vissoorten (aal, snoekbaars, 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 milieucompartment.

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. 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).

Het uithangen van driehoeksmosselen in oppervlaktewateren geeft met name een indruk van de waterkwaliteit (Marquenie, 1981), al of niet beïnvloed via nalevering van contaminanten uit de waterbodem.

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.

Het achtergrondniveau van accumulerende stoffen in het referentiemonster is van belang. Bij een te hoog niveau in het referentiegebied zijn veranderingen in de concentraties na afloop van het ABM (actieve biologische monitoring) onderzoek minder duidelijk te verklaren.

In het kader van het deelproject "Accumulatie van microverontreinigingen in driehoeksmosselen, 2007" werden ABM onderzoeken door Wageningen IMARES uitgevoerd op een drietal locaties (plus de referentie locatie De Zeughoek) in het Nederlandse oppervlaktewater. De locaties voor het uithangen van de driehoeksmosselen zijn afgestemd op de locaties, waaraan in het kader van het MWTL meetnet analyses in zwevend stof worden verricht. In 2007 zijn de onderzochte Rijkswateren: Maassluis, Rijn Lobith en Gouda. In de monsters mosselen zijn chemische analyses uitgevoerd voor PCB's, PAK's, kwik, cadmium en lood.

Ook dit jaar zijn als screening wederom drie gebromeerde vlamvertragers gemeten, namelijk de BDE's 47, 99 en 100. Vlamvertragers worden in de Europese Kaderrichtlijn Water (sinds 2000 van kracht) genoemd als prioritaire stoffen. De chemische en fysische eigenschappen, het gedrag in het milieu en de toxiciteit, van gebromeerde vlamvertragers lijken sterk op die van PCB's en DDT. BDE's kunnen daarom geïnclassificeerd worden als persistente, toxische verbindingen die onder andere effect kunnen hebben op de schildklierhormoonhuishouding en immunotoxiciteit veroorzaken. Aangezien de BDE's uit de zogenaamde "penta-mix" (reeds verboden) de hoogste bioaccumulatie vertonen en daarmee het hoogste risico inhouden, zijn deze stoffen in het programma opgenomen.

2. Materiaal en methoden

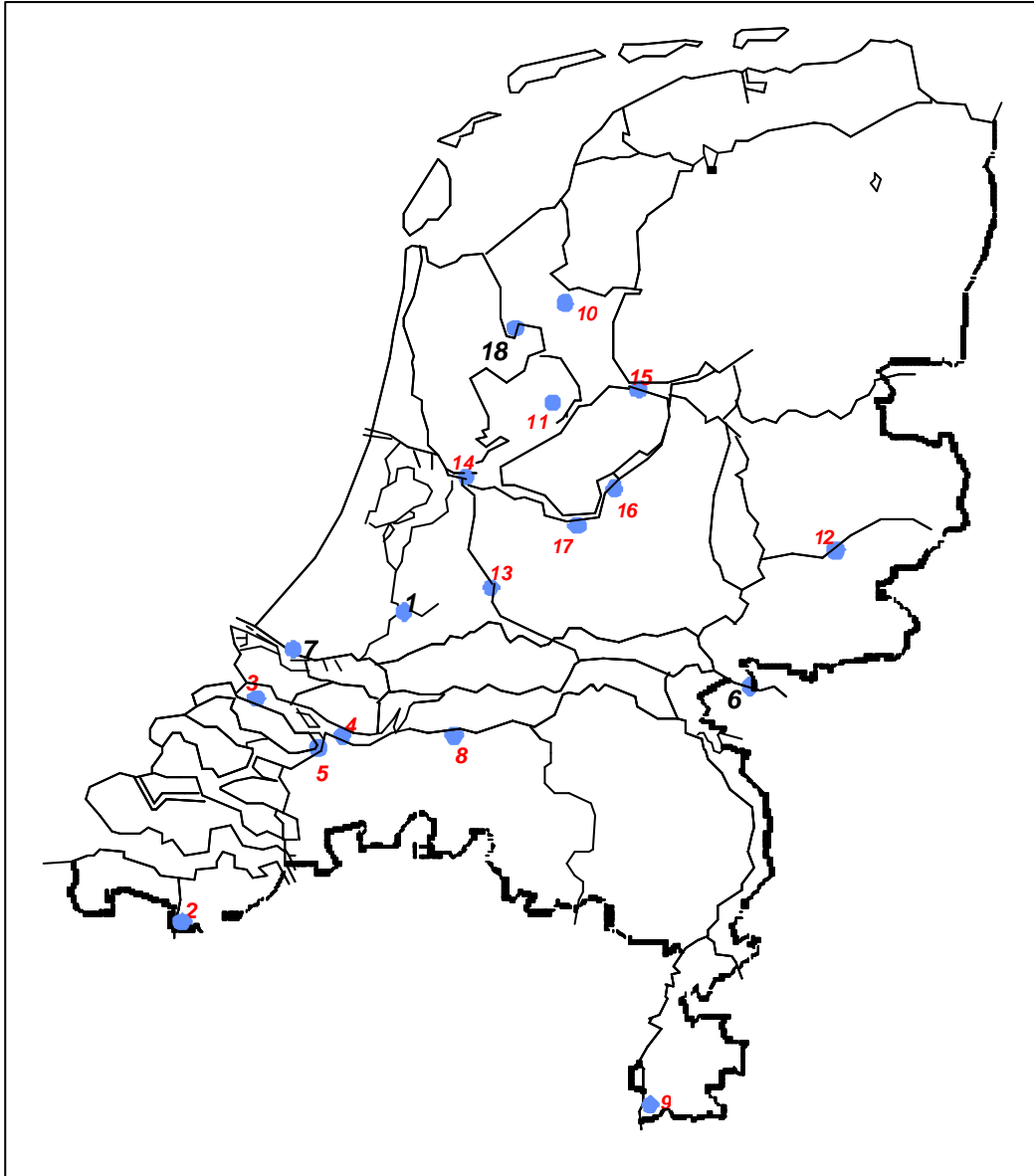
2.1 Bemonstering driehoeksmosselen

Volgens Bij de Vaate (1991) zijn er in de beginjaren negentig in het IJsselmeer uitgestrekte mosselbanken van de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) ontstaan. Deze zoetwater mossel bleek zeer geschikt om als uitgangsmateriaal te gebruiken in actief biologisch monitoringonderzoek in de Rijkswateren. Voor de uitvoering van de actieve monitoring werden vanaf 1992 jaarlijks in september driehoeksmosselen opgevist door de meetdienst van Directie IJsselmeergebied van Rijkswaterstaat in de Zeughoek ten noorden van Medemblik in het IJsselmeer. De mosselen werden dezelfde dag naar Wageningen IMARES in IJmuiden getransporteerd. De mosselen van deze locatie hebben een laag verontreinigingsniveau en zijn daardoor goed te gebruiken in ABM onderzoek. Ook voor 2007 zijn mosselen van dezelfde locatie gebruikt, ze zijn opgevist op 19 september door RWS. Vanaf de dag van verzamelen tot het tijdstip van uithangen op de diverse locaties zijn de driehoeksmosselen bewaard in het aquarium van Wageningen 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 2007 (nr. 1, 6 en 7) en de plaats van herkomst (referentiegebied: Zeughoek in het IJsselmeer, nr. 18) van de driehoeksmosselen zijn vetgedrukt weergegeven. Omschrijvingen van alle monsterlocaties in de rijkswateren staan vermeld in Tabel 1.

Legenda van monsterlocaties in Figuur 1:

1	Hollandse IJssel	Gouda voorhaven
2	Kanaal Gent-Terneuzen	Sas van Gent
3	Haringvliet	Haringvlietsluis
4	Hollands Diep	Bovensluis
5	Volkerak-Zoommeer	Steenbergen
6	Rijn	Lobith ponton
7	Rijn	Maassluis
8	Maas	Keizersveer
9	Maas	Eijsden ponton
10	IJsselmeer	Vrouwezand
11	Markermeer	Markermeer midden
12	Twentekanaal	Wiene
13	Amsterdam Rijnkanaal	Loenen
14	Noordzeekanaal	Amsterdam
15	Ketelmeer	Ketelmeer west
16	Randmeren oost	Wolderwijd midden
17	Randmeren zuid	Eemmeerdijk
18	IJsselmeer	Zeughoek



Figuur 1. Biologische monitoring zoete Rijkswateren (2007): Monsterlocaties

Het huidige programma "Microverontreinigingen in driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*)" loopt van 2006 tot en met 2009, waarbij de te meten locaties van jaar tot jaar wisselen volgens de indeling van Tabel 1.

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

Watersysteem	DONAR code	DONAR omschrijving	Jaar
IJsselmeer	ZEUGHK	Zeughoek	alle
Haringvliet	HARVSS	Haringvlietsluis	2006
Hollandsch Diep	BOVSS	Bovensluis	2006
Volkerak	STEENBGN	Steenbergen	2006
Rijn	LOBPTN	Lobith ponton	2007
Rijn	MAASSS	Maassluis	2007
Hollandsche IJssel	GOUDVHVN	Gouda voorhaven	2007
Kanaal Gent-Terneuzen	SASVGT	Sas van Gent	2008
Maas	KEIZVR	Keizersveer	2008
Maas	EIJSDPTN	Eijsden ponton	2008
IJsselmeer	VROUWZD	Vrouwezand	2008
Twenthekanaal	WIENE	Wiene	2009
Amsterdam Rijnkanaal	LOENN	Loenen	2009
Noordzeekanaal	AMSDM	Amsterdam	2009
Ketelmeer	KETMWT	Ketelmeer west	2009
Randmeren oost	WOLDMDN	Wolderwijd midden	2009

2.2 Uitvoering ABM onderzoek

De mosselen werden op de onderzoekslocaties uitgehangen in twee in elkaar geschoven netjes (rekbaar kunststof garen) van 60 cm lengte, een diameter van omstreeks 10 à 15 cm en een maaswijdte van 9 mm. Elk netje bevatte circa 300 g mosselen. Onder- en bovenkant van de netjes werden afgesloten door een knoop. In het midden van elk netje mosselen werd vervolgens met behulp van stevig draad een insnoering gemaakt, zodat een saucijsvormig pakketje mosselen wordt verkregen. Een aantal van deze netjes mosselen werd aan een meetpaal of een meerpaal opgehangen, afhankelijk van de situatie bij de te onderzoeken locatie. De afstand van de waterbodem bedroeg afhankelijk van de locatie 0.5 tot 2 m, met uitzondering van de locatie Maassluis. Aangezien bij deze locatie een groot risico bestaat van te brak water waardoor de mosselen sterven zijn er extra mosselen opgehangen, variërend van net onder de oppervlakte (0.5 m) tot 2 meter diep. Op deze manier is de kans dat er levende mosselen zouden worden teruggevonden maximaal.

De mosselen zijn, met uitzondering van de verwijdering van enige grove tarra (grote lege schelpen), niet vooraf geschoond of van elkaar losgeknipt. Per locatie zijn vier tot zes netjes met driehoeksmosselen uitgehangen, wat neerkomt op 1 tot 2 kg bruto. De netjes met driehoeksmosselen zijn in week 39 (2007) op de diverse locaties uitgehangen en in week 45 weer opgehaald. Deze najaarsperiode is bewust gekozen omdat de spawningsperiode (productie en afzetten van ei- en zaadcellen: gametogenese) dan is afgelopen en de overlast (storm, ijsgang) van herfst en winter nog gering is.

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

Om na de zesweekse periode van uithangen van de mosselen de eventueel opgetreden groei, sterfte en uitspoeling van mosselen te kunnen beoordelen zijn van het uitgangsmateriaal (Zeughoek, IJsselmeer) en van de opgehaalde mosselmonsters frequentieverdelingen van de schelpenlengte opgesteld. Van elk monster werd een submonster (random genomen uit de weer opgehaalde mosselen), overeenkomende met ongeveer 120 g bruto driehoeksmosselen, genomen, waarin de aanwezige tarra, het totaal aantal mosselen, het aantal ondermaatse mosselen (<14 mm), het aantal, het totale gewicht, het totale schelpgewicht en het totale vleesgewicht van de bovenmaatse mosselen (>14 mm), het aantal levende en het aantal dode mosselen (lege dubbele schelpen) werd bepaald. Van de levende mosselen zijn na schoning de lengtes gemeten (zie bijlage 1).

2.3 Analysemethoden

2.3.1 Algemeen

Per mosselmonster werd van een bovenmaatse lengtegroep (> 14 mm, (zie tabel 5 en bijlage 1)) een hoeveelheid mosselen uitgelopen tot een totaal van circa 120 g mosselweefsel (natgewicht) werd verkregen. Alleen het aanhangend mosselvocht werd hierbij meegenomen. Het pellen werd 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 werd tot een homogenaat verwerkt met behulp van een Waring Blendor en opgeslagen in glazen potten bij een temperatuur van -25°C. Een deelmonster, voor de analyse van zware metalen, werd opgeslagen in plastic potten. In de voorbereekte mosselhomogenaten werden na ontdooien de analyses zoals weergegeven in Tabel 2 uitgevoerd.

Tabel 2. Lijst van uitgevoerde analyses aan het mosselweefsel

Stofgroep:	Stofnaam:
Zware metalen:	Kwik, cadmium en lood
PCB's	CB28, CB52, CB101, CB118, CB138, CB153, CB180
Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen	Acenafteen, Fluoreen, Fenantreen, Antraceen Fluoranteen, Pyreen, Benzo(a)antraceen, Chryseen, Benzo(e)pyreen, Benzo(b)fluoranteen, Benzo(k)fluoranteen, Benzo(a)pyreen, Dibenzo(ah)antraceen, Benzo(ghi)peryleen, Indeno(123cd)pyreen
Vlamvertragers	BDE 47, 99 en 100

2.3.2 Zware metalen

Totaalkwik (Hg) is bepaald door middel van flow injectie analyse en vlamloze atoom-absorptie spectrometrie. De gebruikte apparatuur bestaat uit een AS-90 auto-injector, een FIAS-200 flow injectie systeem en een AAS-3100 spectrofotometer, alle van Perkin Elmer. Voorafgaande destructie van de monsters is uitgevoerd in teflon vaatjes bij verhoogde temperatuur en druk in aanwezigheid van 10 ml 65% HNO₃ met behulp van een MARS 5 Microwave (CEM) monsterdestructiesysteem. De bepalingsgrens bedraagt 0.0036 mg/kg op productbasis.

Omdat de ICP-MS apparatuur van Wageningen IMARES niet operationeel is zijn de monsters uitbesteed aan TNO voeding in Zeist voor de analyse van cadmium en lood. Dit laboratorium verzorgt al jaren de analyse van nikkel en chroom in biotische monsters van Wageningen IMARES en heeft in bijzondere gevallen ook al geassisteerd in de bepaling van andere metalen zoals cadmium en lood, met goede resultaten.

Bij de toegepaste methode wordt een deel van het monster in duplo ontsloten met salpeterzuur en waterstofperoxide. 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).

2.3.3 PCB's en vlamvertragers

De opwerking van monsters vindt plaats door middel van een soxhletextractie met dichloormethaan/n-pentaan (1:1) gedurende 12 uur (voor mosselen). De organochloor- (en broom) verbindingen zijn uit de lipidfractie geïsoleerd door een tweevoudige kolomchromatografische scheiding, eerst over een $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\% \text{H}_2\text{O}$ kolom en vervolgens fractionering op een $\text{SiO}_2 \cdot 1.5\% \text{H}_2\text{O}$ kolom. De PCB's komen in de eerste fractie terecht, de BDE's en komen in de tweede fractie terecht. Als interne standaard is CB 112 (2,2,5,6,3'-penta CB) toegevoegd. De componenten zijn geanalyseerd met behulp van een gaschromatograaf (Agilent 6890), uitgerust met een CP-Sil 19 CB kolom en 63Ni-ECD detector. Tegelijk met elke serie monsters is een intern referentiemonster geanalyseerd. Voor een aantal CB's zijn de uitslagen van de analyses in een kwaliteitskaart opgenomen, waarmee de kwaliteit van elke monsterserie is getoetst. De gehalten zijn gecorrigeerd voor het recovery percentage (Dao et al., 1998).

Bij de analyse van CBs kunnen de congenere CB 138 en 163 slecht gescheiden worden, de CB 138 gehalten bestaan daardoor in feite voor ca. 25% uit CB 163 (de Boer en Dao, 1991).

2.3.4 Vocht, vet- en asgehalte

Het vochtgehalte in mosselmonsters is bepaald door verhitting bij 105°C gedurende 24 uur en afkoelen in een exsiccator.

De vetgehalten van mosselmonsters zijn bepaald volgens de methode van Bligh en Dyer (Dao, Lohman en de Wit, 1998).

Het asgehalte is bepaald door middel van droge verassing op 550°C.

2.3.5 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen

Ontsluiting van de mosselmonsters gebeurt door verzeping van 30 g mosselhomogenaat met 160 ml ethanolische KOH-oplossing gedurende drie uur in een incubator bij 37°C. Het verzepingsproduct is driemaal geëxtraheerd met 100 ml hexaan, waarna na indampen een zuiveringsstap volgt met behulp van een Al_2O_3 /silica kolom. Het eluaat is ingedampt en opgenomen in 3 ml acetonitril. Analyse van de PAK verbindingen is uitgevoerd met HPLC en fluorescentie-detectie in drie runs bij verschillende golflengten.

2.3.6 Bewerking / presentatie analyseresultaten

De op productbasis bepaalde gehalten zijn met behulp van het bijbehorende vetgehalte omgerekend op vetbasis. In geval gehalten niet zijn gemeten staat dit aangegeven met "-".

Indien een component niet nauwkeurig bepaald kon worden, door bv. grote storende pieken, is dit aangegeven met "nb".

Gehalten die onder de bepalingsgrens liggen zijn aangegeven met "<...".

De bepalingsgrens kan per monster variëren (matrix effecten, ruis).

2.4 Kritische waarden

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

- Toetsing aan 'kritische waarden' voor hogere organismen (HC5); een overschrijding van de concentratie in het voedsel is een indicatie voor risico voor hogere vis- of mosseletende organismen.
- Toetsing aan waterkwaliteitsdoelstellingen; concentraties in vis of mosselen worden omgerekend naar concentraties in water (of omgekeerd: MTR waarde omgezet naar concentratie in vis) en getoetst aan het MTR voor oppervlaktewater; een overschrijding van deze concentratie is een indicatie voor risico voor het aquatisch ecosysteem.
- Toetsing aan maximaal toegestane concentraties in visserijproducten voor de menselijke consumptie; overschrijding van de concentraties in het voedsel is een indicatie voor risico voor de mens.

In Maas (2003) staan bovenstaande toetsingskaders uitgebreid beschreven. De gehalten aan prioritare stoffen in driehoeksmosselen zijn in dit rapport getoetst aan HC5 en MTR waarden.

Een HC5 waarde is de Hazard Concentratie, waarbij 5% van de organismen negatieve effecten kan ondervinden. De HC5 waarden voor zowel visetende als mosseletende hogere organismen staan vermeld in Tabel 3.

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

Stoffen	$\mu\text{g}/\text{kg}$ Warenwet norm	Productbasis		
		Beek, 1995	Beek, 2002	Beek, 2002
		$\mu\text{g}/\text{kg}$ MTR ecosysteem mossel	$\mu\text{g}/\text{kg}$ HC ₅ -hogere organismen vis	$\mu\text{g}/\text{kg}$ HC ₅ -hogere organismen mossel
PCBs				
CB 28	100	-	-	
CB 52	40	-	-	
CB 101	80	-	-	
CB 118	80	-	-	
CB 153	100	84	200	50
CB153 als indicatie voor toxPCB	-	-	5	5
CB 138	100	-	-	
CB 180	120	-	-	
Zware metalen				
Totaal kwik	1000	4.8	80	150
Methylkwik	-	24.7	24	32
Cadmium	1000	8	8	70
Lood	2000	-	-	

2.5 Kwaliteitsborging

Wageningen IMARES

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

Wageningen IMARES beschikt over een ISO 9001:2000 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaat nummer: 08602-2004-AQ-ROT-RvA).

Dit certificaat is geldig tot 15 december 2009. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Het laatste controlebezoek vond plaats op 16-22 mei 2007. Daarnaast beschikt het laboratorium over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2000 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2009 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997, deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het laatste controlebezoek heeft plaatsgevonden op 5 oktober 2007.

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

ISW A002 "Bepaling van PCB's, OCP's en andere gehalogeneerde microverontreinigingen in vis",

ISW A004 "Bepaling van het totaal vetgehalte volgens Bligh and Dyer",

ISW A014 "Schelpdieren: Bepaling van het gehalte aan Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen met behulp van Hogedrukvlloeistofchromatografie",

ISW A021 "Bepaling van kwik in vis door vlamloze atoom absorptiespectrometrie",

ISW A034 "Bepaling van het gehalte vocht (droogstoofmethode)",

ISW A105 "Bepaling van het as-gehalte"

Spreiding in meetresultaten kan worden veroorzaakt door variaties binnen het gestandaardiseerde analyseproces, zoals extractie-efficiency en meetfouten van gebruikte apparatuur. Een maat voor deze grootte van spreiding, of ook wel relatieve standaarddeviatie, wordt gevonden in het quotiënt van de standaardafwijking en het gemiddelde van de waarnemingen uitgedrukt in procenten.

Bij de in dit onderzoek gebruikte analysemethoden kunnen de volgende standaarddeviaties optreden:

De maximaal toegestane relatieve standaarddeviaties voor de bepaling van PCB's en OCP's zijn als volgt:

Gemiddelde fractie van het analyt in het monster	Max. Relatieve standaard deviatie (%)
$\leq 1 \mu\text{g}/\text{kg}$	30
$> 1 \mu\text{g}/\text{kg}$ tot en met $10 \mu\text{g}/\text{kg}$	20
$> 10 \mu\text{g}/\text{kg}$	15

De maximaal toegestane relatieve standaarddeviatie voor totaal vet is 5 %.

De maximaal toegestane relatieve standaarddeviatie voor totaal vocht is 1%.

De maximaal toegestane relatieve standaarddeviatie voor as is 10 %.

De maximaal toegestane relatieve standaarddeviatie voor kwik is als volgt:

Gemiddelde fractie Hg in monster	Max. RSD (%)
Tussen 0.0036 en 0.010 mg/kg	20 %
Groter dan 0.010 mg/kg	15 %

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

TNO-Voeding

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

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

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

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

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

TNO Voeding Zeist hanteert het volgende werkvoorschrift:

Het gehalte aan Cd, Cr, Cu, Pb, Ni en Zn wordt bepaald met behulp van ICP-MS volgens TNO voorschrift LSP/055.

De maximaal toegestane relatieve standaarddeviatie voor metalen is 15%.

3. Resultaten

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 1 bevat de ruwe data van de monsters driehoeksmosselen alsmede de lengte-frequentie-verdelingen en enkele gemiddelde waarden voor lengte en gewicht van de submonsters onder- en bovenmaats en het totale monster. In het submonster bovenmaats (lengteklasse circa 14 tot 25 mm) zijn de diverse chemische analyses uitgevoerd.

In bijlage 2 zijn de frequentieverdelingen grafisch weergegeven.

De resultaten van de chemische analyses zijn weergegeven in de bijlagen 3 tot en met 5:

Bijlage 3 Zwarte metaalgehalten op natgewicht en asvrij drooggewicht

Bijlage 4 PCB gehalten op product- en vetbasis

Bijlage 5 PAK gehalten op product- en vetbasis

In bijlage 6 worden de berekende HC5 waarden voor alle stoffen op elke locatie weergegeven.

In bijlage 7 worden de gehalten totaal kwik, lood, cadmium en CB 153 gehalten op productbasis in standaardmosselen met 10% droge stof (metalen) of 1.3% vet (organochloorverbindingen) weergegeven en vergeleken met de MTR normwaarden.

T.a.v. de resultaten van IMARES kan opgemerkt worden dat ze voldoen aan de kwaliteitseisen, zoals genoemd in 2.5 Kwaliteitsborging Wageningen IMARES. Er zijn geen afwijkingen van de kwaliteitscriteria, zoals gesteld in de geaccrediteerde werkvoorschriften, geconstateerd.

T.a.v. de toetsingscriteria op de resultaten van TNO-voeding, zoals genoemd in 2.5 kwaliteitsborging TNO-voeding, kan het volgende gezegd worden:

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

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

Component	TNO-waarde (mg/kg)	n	IMARES-waarde (mg/kg)	n	gecertificeerde waarde (mg/kg)	kwalificatie TNO-waarde
Cd	0.020 ± 0.002	1	0.020 ± 0.009	147	0.020 ± 0.005	binnen ± 2s grens
Pb	1.44 ± 0.07	1	1.56 ± 0.30	99	1.55 ± 0.05	binnen ± 2s grens

De gehalten in het IRM, gemeten door TNO-voeding vertonen geen overschrijdingen van de 2s-grenzen van de gecertificeerde waarden en voldoen daarmee aan het gestelde toetsingscriterium.

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

Tabel 5. Resultaten van het ABM onderzoek: samenstelling mosselmonsters

Locatie	gemiddeld						% tarra gewicht (%)	% ondermaatse mosselen
	gemiddelde lengte (mm)			gewicht (g)		sterfte (%)		
	4-25 (mm)	4-13 (mm)	14-25 (mm)	schelp	vlees			
	14-25 mm						g/g %	
IJsselmeer Zeughoek (start)	12.2	10.1	16.1	0.27	0.16	2.7	10.4	65.2
Gouda	13.5	10.9	15.7	0.24	0.13	11.9	16.8	51.2

Lobith	13.0	11.0	15.8	0.23	0.12	4.0	12.8	59.3
Maassluis	14.4	11.5	15.8	0.25	0.17	2.2	8.7	31.2

4. Discussie

4.1 Veranderingen van de biochemische samenstelling van mosselmonsters

Dit jaar zijn er slechts kleine verschillen tussen de verschillende locaties in de biologische samenstelling van de monsters. Er is geen grote sterfte geconstateerd, duidelijke groei heeft ook niet plaatsgevonden.

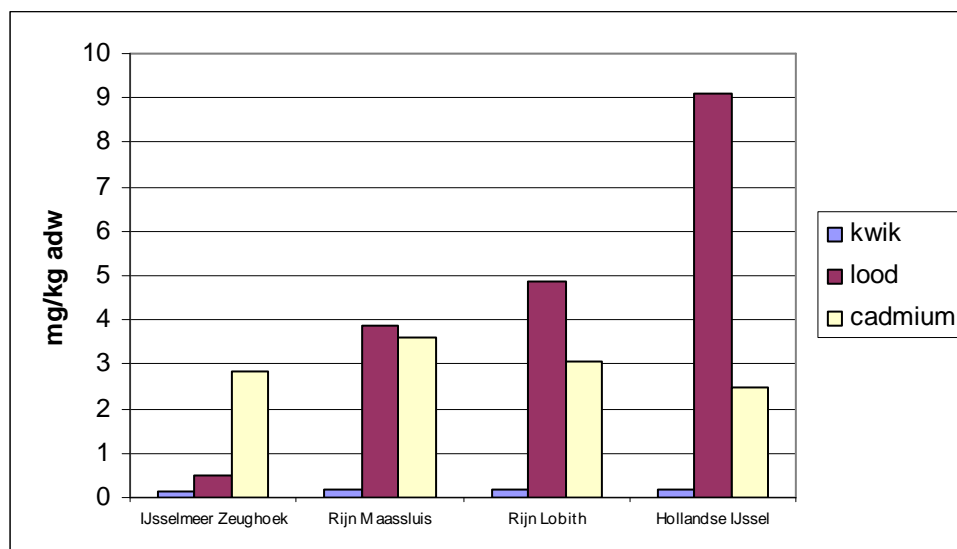
Het percentage ondermaatse mosselen was bij de locatie Maassluis zeer gering ten opzichte van de overige bemonsterde locaties. De mosselen op deze locatie zijn het meest onderhevig aan golfslag, omdat de netjes vlak onder het wateroppervlak zijn opgehangen. Dit heeft geleid tot het uitspoelen van de kleine mosselen, de grote mosselen hebben deze verhoogde stress echter goed verdragen. De stroomsnelheid is op delocatie Rijn Lobith het hoogst, maar dit resulteerde niet in een grote mate van uitspoeling van de kleine mosseltjes.

Tabel 6. Biochemische samenstelling van de mosselen, submonsters 14-25 mm

Monsternr.	Locatie	Droge stof %	Asvrijdrooggewicht %	As %	Vet(BD) %
2007/0862	IJsselmeer Zeughoek	4.0	3.7	0.3	0.3
2007/0863	Rijn Maassluis	3.3	2.9	0.4	0.3
2007/0864	Rijn Lobith	3.5	3.2	0.3	0.3
2007/0865	Hollandse IJssel	3.8	3.5	0.3	0.4

4.2 Veranderingen van de gehalten aan microverontreinigingen

Zware metalen

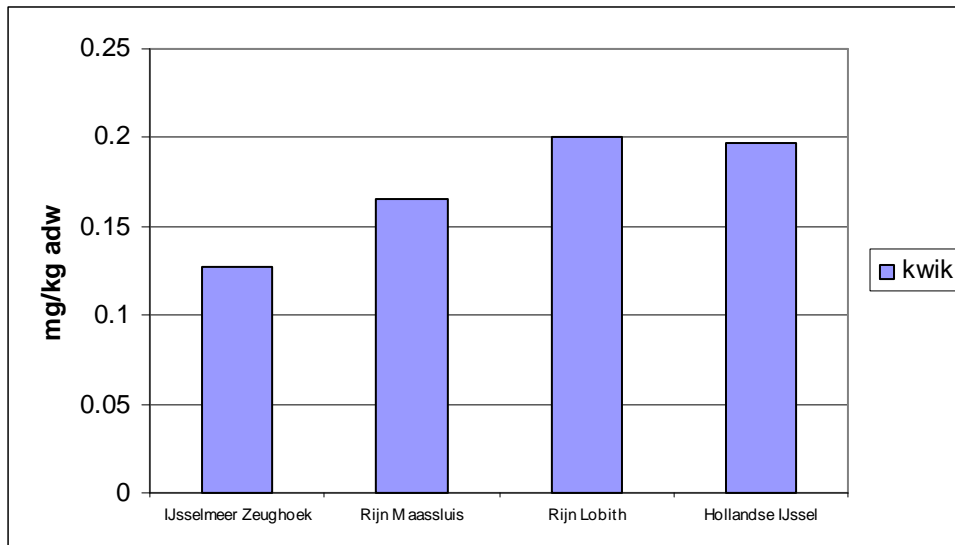


Figuur 2: Gehalten van kwik, lood en cadmium in driehoeksmosselen op basis van asvrijdrooggewicht na 6 weken blootstelling op verschillende locaties in 2007. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie.

De cadmiumconcentratie in IJsselmeer Zeughoek is relatief hoog. Het Cd gehalte in het weefsel van de uitgehangen driehoeksmosselen varieerde weinig tussen de verschillende locaties. Ten opzichte van het uitgangsmateriaal werd een geringe toename geconstateerd in Maassluis, en een geringe daling in de Hollandse IJssel.

De loodconcentratie in het mosselweefsel nam op alle locaties toe. Het loodgehalte nam sterk toe in de mosselen van Maassluis en Lobith, een zeer sterke toename werd geconstateerd in de mosselen van de Hollandse IJssel.

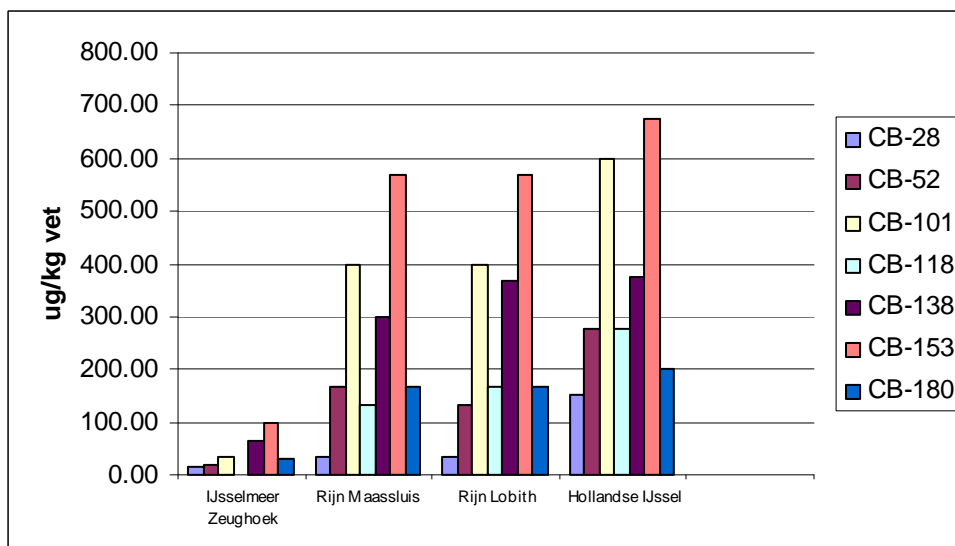
De biobeschikbaarheid van lood voor opname in de voedselketen varieert, evenals voorgaande jaren, aanzienlijk in de Rijkswateren.



Figuur 3: Gehalten van kwik, in driehoeksmosselen op basis van asvrijdrooggewicht na zes weken blootstelling op verschillende locaties in 2007. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie (detail van Figuur 2)

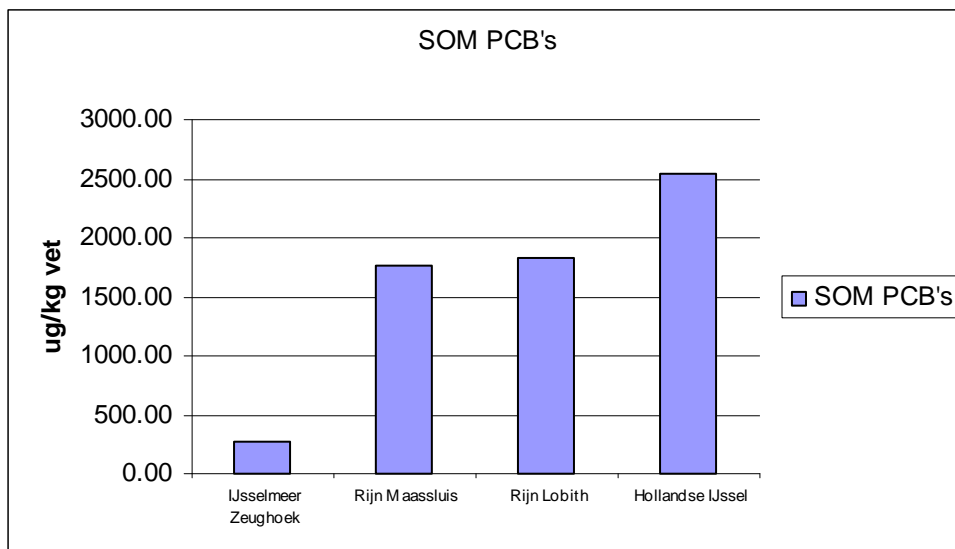
Voor alle locaties werd een toename geconstateerd voor het kwikgehalte ten opzichte van het uitgangsmateriaal. De toename was matig, ook in Rijn Lobith en de Hollandse IJssel was de toename minder dan tweevoud (Figuur 3).

PCB's



Figuur 4: Gehalten van PCB's in driehoeksmosselen in de Rijkswateren in 2007. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie

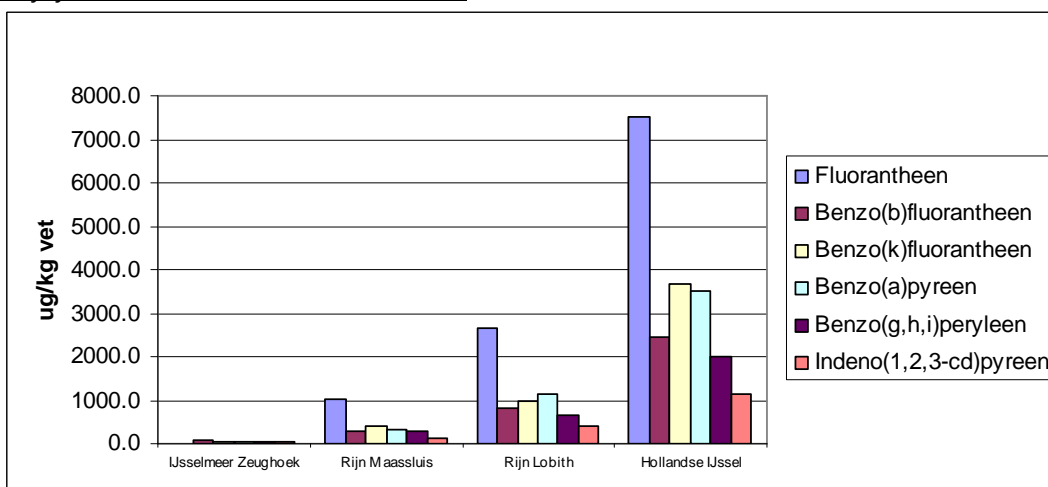
Het gehalte aan CB congenen en Σ PCB neemt op alle locaties toe ten opzichte van de uitgangssituatie. De gehalten voor de meeste PCB's waren 6 tot 9-voud hoger dan in het uitgangsmateriaal.



Figuur 5: Gehalten van Σ PCB's in driehoeksmosselen in de Rijkswateren in 2007. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie

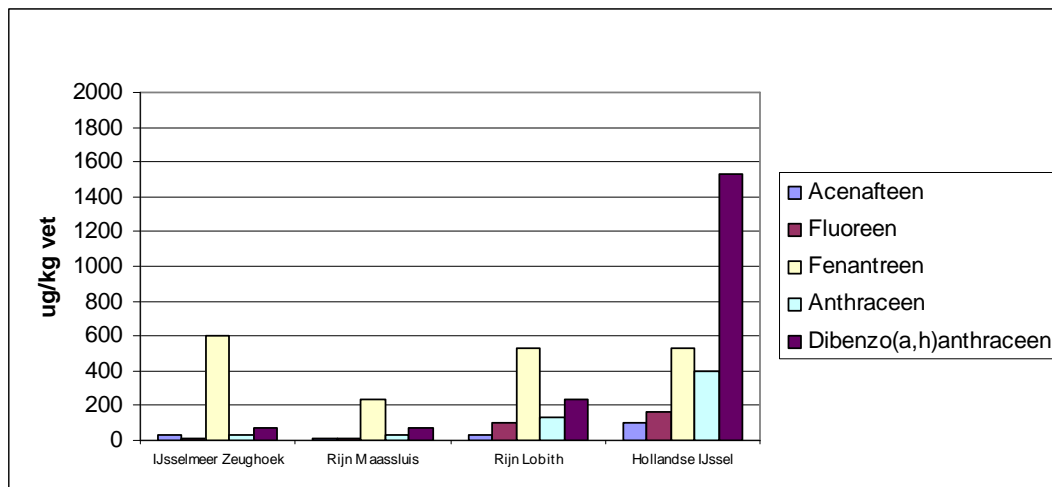
Figuur 5 geeft de variatie van Σ PCB's in het mosselweefsel op de diverse locaties. Hieruit blijken duidelijk de lage gehalten aan PCB's in het uitgangsmonster uit het IJsselmeergebied en de forse toename op de andere locaties.

Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen

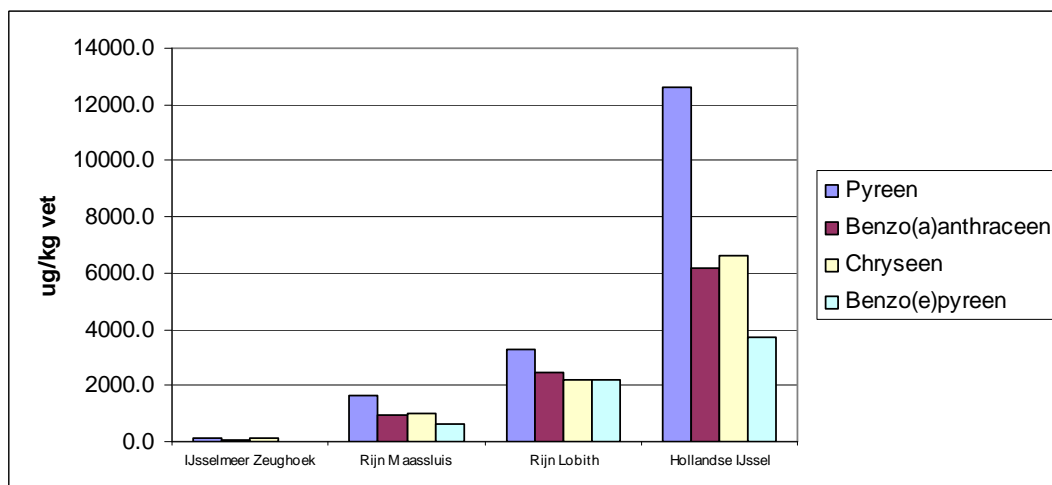


Figuur 6: Gehalten van zes Borneff PAK's per locatie in de uitgehangen driehoeksmosselen in 2007. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie

Op alle locaties zijn de PAK-gehalten sterk tot zeer sterk toegenomen ten opzichte van de uitgangssituatie van de Zeughoek (zie ook bijlage 5). Het hoogste gehalte aan PAK's is gemeten in de Hollandse IJssel.



Figuur 7: Gehalten van overige PAK's (acenafteen, fluoreen, fenantreen, anthraceen en dibenzo(a,h)-anthraceen) per locatie in de uitgehangen driehoeksmosselen in 2007. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie



Figuur 8: Gehalten van overige PAK's (pyreen, benzo(a)anthraceen, chryseen en benzo(e)pyreen) in de driehoeksmosselen per locatie in 2007

Gebromeerde vlamvertragers

Ook dit jaar zijn drie gebromeerde vlamvertragers, BDE47, 99 en 100, meegenomen in het onderzoek. Het achtergrond signaal in de analyse was dit jaar erg sterk, waardoor een hogere rapportagegrens is gebruikt. Alleen BDE100 kon worden gekwantificeerd.

In onderstaande Tabel 7 staan de gegevens (zie ook Tabel 8, Hoofdstuk 5)

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

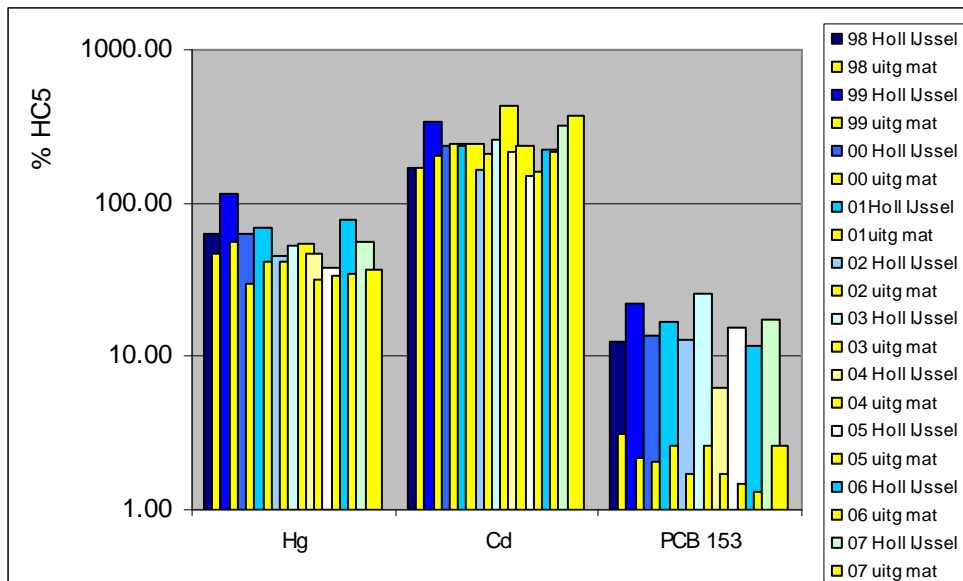
BDE gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2007 op productbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$).				
	2007/0862	2007/0863	2007/0864	2007/0865
	IJsselmeer Zeughoek	Rijn Maassluis	Rijn Lobith	Hollandse IJssel
BDE99	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
BDE100	<0.01	0.007	0.03	0.03
BDE47	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

BDE gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2007 op vetbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$).				
	2007/0862	2007/0863	2007/0864	2007/0865
	IJsselmeer Zeughoek	Rijn Maassluis	Rijn Lobith	Hollandse IJssel
BDE99	<16.7	<16.7	<16.7	<16.7
BDE100	<3.3	2.3	10	7.5
BDE47	<16.7	<16.7	<16.7	<16.7

4.3 Risico-analyse

Voor de vergelijking met de HC5 (MTR) waarden voor mosseletende hogere organismen zijn de gemeten gehalten op productbasis omgerekend naar standaard droge stofgehalte (10%), voor zware metalen of standaard vetgehalte (1.3%) voor organische contaminanten. De HC5 (Hazard Concentration) is het niveau van een prioritaire stof in voedsel waarbij 95% van de hogere organismen is beschermd tegen doorvergiftiging in de voedselketen (Maas, 2003).

De standaardgehalten in de driehoeksmosselen werden vervolgens geconverteerd naar percentages HC5. Voor de Hollandse IJssel zijn voor een aantal prioritaire stoffen het % HC5 uitgezet tegen de tijd. Tevens is in geel de waarde voor het uitgangsmateriaal (Zeughoek, IJsselmeer) ingetekend.



Figuur 9: Standaardgehalten in driehoeksmosselen in de Hollandse IJssel, omgezet naar %HC5 als risicowaarde voor mosseletende hogere organismen

In 2007 zijn de gehalten van kwik in de Hollandse IJssel ten opzichte van 2006 gedaald.

Cadmium is verhoogd, waarbij de HC5 voor cadmium in de Hollandse IJssel nog steeds overschreden wordt tot ernstig risico. Echter, dit jaar is de Cadmium concentratie in de mosselen uit de Hollandse IJssel wel lager dan de cadmium concentratie in mosselen uit de Zeughoek. De stijging in de mosselen uit de Hollandse IJssel t.o.v. 2006 is daardoor niet betrouwbaar.

Het risicopercentage, veroorzaakt door PCB 153 (de indicator PCB), is licht gestegen t.o.v. 2006.

In bijlage 6 worden de HC5 waarden van de gemeten stoffen op alle locaties weergegeven. De hoogste bijdragen aan de som van HC5 zijn op alle locaties cadmium en in mindere mate kwik.

De som HC5 is in Maassluis het hoogst.

In bijlage 7 worden de gehalten totaal kwik, cadmium en CB 153 gehalten op productbasis in standaardmosselen weergegeven en vergeleken met de MTR normwaarden.

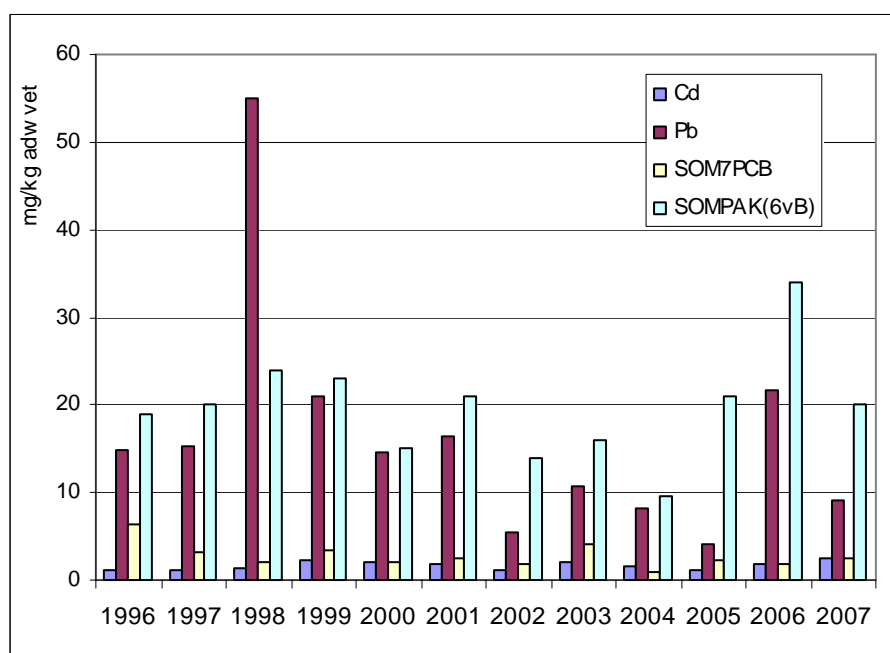
Voor alle locaties worden de normwaarden voor cadmium ruim overschreden (tot bijna 40-voud in Maassluis), in mindere mate wordt de MTR voor kwik overschreden.

5. Vergelijking met eerdere data / trends

De Hollandse IJssel

Tabel 8. Vergelijking accumulatie data in driehoeksmosselen voor de Hollandse IJssel in het najaar van 1996 - 2007. Gehalten zijn op asvrij droge stof c.q. vetbasis berekend.

Stof	Eenheid	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Cd	mg/kg	1.1	1.1	1.3	2.3	2.0	1.8	1.2	2.0	1.7	1.2	1.8	2.5
Pb	mg/kg	14.8	15.2	55	21	14.5	16.5	5.4	10.7	8.3	4.1	21.6	9.1
som7PCB	mg/kg	6.4	3.3	2.1	3.4	2.1	2.6	1.9	4.0	0.9	2.3	1.73	2.55
HCB	µg/kg	70	54	33	43	26	40	22	67	70	33	nb	nb
g-HCH	µg/kg	50	27	17	19	26	14	22	11	3.3	1.7	nb	nb
Dieldrin	µg/kg	1300	720	280	470	550	800	610	1800	395	883	nb	nb
somDDT	µg/kg	740	150	290	870	260	268	310	400	76	217	nb	nb
somPAK (6vB)	mg/kg	19	20	24	23	15	21	14	16	9.5	21	34	20



Figuur 10: Trends voor zware metalen, PCB's en PAK's in de Hollandse IJssel

In de Hollandse IJssel fluctueert het loodgehalte sterk door de jaren heen (Tabel 8 en Figuur 10), dit jaar is een sterke daling t.o.v. 2006 geconstateerd. Het cadmiumgehalte fluctueert de afgelopen tien jaren tussen de 1.1 en 2.5 mg/kg in 2007. Zoals eerder vermeld kan de hoge waarde voor cadmium dit jaar veroorzaakt worden door de hoge concentratie in het uitgangsmateriaal. De som7PCB's varieert de laatste tien jaren tussen de 0.9 en 6.4 mg/kg en is in 2007 wat hoger dan de afgelopen jaren. De somPAK's is na de piek in 2006 nu weer gedaald.

Gebromeerde vlamvertragers

In Tabel 9 is een overzicht gegeven van de tot nu toe gemeten gehalten PBDE's in driehoeksmosselen, afkomstig uit alle in het programma opgenomen locaties, gedurende de afgelopen drie jaar. De gehalten in driehoeksmosselen waren dit jaar laag en moeilijk te kwantificeren (hogere rapportagegrenzen).

Tabel 9. Overzicht van gehalten van drie gebromeerde difenylethers op vet gewicht ($\mu\text{g}/\text{kg}$) over de afgelopen vier jaar.

Locatie	2004			2005			2006			2007		
	BDE99	BDE100	BDE47	BDE99	BDE100	BDE47	BDE99	BDE100	BDE47	BDE99	BDE100	BDE47
IJsselmeer Zeughoek	<8	3.3	<8	<5.7	<1.1	<5.7	<5.0	<2.5	2.5	<16.7	<3.3	<16.7
Hollandse IJssel	14	10	14	17	10	17	33	12	17	<16.7	7.5	<16.7
Kanaal Gent-Terneuzen				100	30	100						
Haringvliet							17	13	17			
Hollands Diep							40	20	60			
Volkerak							4.0	2.0	2.0			
Rijn Lobith										<16.7	10	<16.7
Rijn Maassluis										<16.7	2.3	<16.7
Maas Keizersveer	100	15	<50									
Maas Eijsden	88	24	82									
IJsselmeer midden	6	2	3.5									
Markermeer	50	<8	<25									
Twentekanaal				<6.7	<1.2	<6.7						
Amsterdam Rijnkanaal				25	15	25						
IJ Amsterdam				5.0	1.3	<10						
Ketelmeer				20	10	<10						
Wolderwijd				<10	<1.8	<10						
Eemmeer				16	12	40						

6. Conclusies

Het project is in 2007 geheel volgens plan verlopen. De mosselen zijn uitgehangen en binnengehaald op de gewenste data en er is weinig sterfte opgetreden. Ook in de locatie Maassluis, die onderhevig kan zijn aan brak water (vooral bij lage waterafvoer en bij sterke westenwind), is de overleving dit jaar goed, in tegenstelling tot voorgaande bemonsteringen.

Het niveau van de gemeten accumulatie van microverontreinigingen toont aan dat de activiteit van de mosselen goed was en vergelijkbaar met de voorgaande jaren.

In de uitgehangen mosselen namen de concentraties van de te analyseren stoffen bijna allemaal toe. Vooral in verontreinigde locaties werd in de zes weken expositietijd een grote toename van bepaalde stoffen gerealiseerd.

De Hollandse IJssel blijft een verontreinigde locatie waar de ophoping in de uitgehangen driehoeksmosselen per jaar sterk kan fluctueren. De accumulatie van contaminanten als lood en PAK's is dit jaar aanzienlijk lager dan vorig jaar, terwijl PCB's zijn toegenomen.

De HC5-waarde voor cadmium werd in alle gemeten locaties, inclusief de Zeughoek in het IJsselmeer, overschreden tot een ernstig risico voor mosseletende hogere organismen. De hoge waarde in het uitgangsmateriaal beïnvloedt waarschijnlijk wel de resultaten van de cadmiumophoping in de uitgehangen mosselen. De HC5-waarde voor kwik werd op geen enkele locatie overschreden. Voor PCB 153, als indicatie voor toxische PCB's, bestaat geen risico voor doorvergiftiging.

Voor de MTR normwaarde voor cadmium werd voor alle locaties zeer ruim overschreden, variërend met een factor 30 tot 40 maal de normwaarde voor standaardmosselen. De MTR normwaarde voor kwik werd eveneens voor alle locaties met een factor 2 tot 4 overschreden.

Dankwoord

De medewerking van lanthe Brongers en een aantal medewerkers van de Meetdienst bij het verkrijgen van driehoeksmosselen wordt zeer op prijs gesteld.

7. Aanbevelingen

Het onderzoek met driehoeksmosselen is in de huidige vorm een goede manier om waterkwaliteit te meten. Wat de uitvoering betreft zijn er geen verbeteringen voor te stellen.

Wel wordt aanbevolen om het gegenereerde onderzoeksmateriaal op meer stoffen te analyseren. Eenmaal verzameld en geëxtraheerd kunnen meerdere stofgroepen tegen een zeer geringe meerprijs gemeten worden. De OCP's worden in het huidige programma niet meer gevraagd, omdat er geen grote meerwaarde van wordt verwacht (verboden middelen, lozingen nemen naar verwachting af). Mosselen zouden echter prima in staat zijn om een illegale lozing aan te tonen, het verleden heeft getoond dat er nog steeds lozingen van OCP's plaatsvinden.

Van een aantal stofgroepen zijn nauwelijks gegevens bekend van de gehalten in lagere organismen, zoals zoetwatermosselen. Het wordt daarom ook aanbevolen in volgende MWTL onderzoeken in de rijkswateren een aantal van deze stoffen in de analyses van driehoeksmosselen mee te nemen. We bevelen aan om de meting van een drietal vlamvertragers (PBDE's) de komende jaren door te zetten. Deze lager gebromeerde BDE's worden niet meer geproduceerd, het is interessant om te onderzoeken of de concentraties in het milieu nu ook afnemen. Sinds eind 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water van kracht. Deze moet ervoor zorgen dat de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater in Europa in 2015 op orde is. Vlamvertragers, BDE's worden in dit document vermeld als een prioritair stof, het is echter nog niet geheel duidelijk welke BDE's. Aangezien de BDE's uit de (reeds verboden) "penta-mix" de hoogste bioaccumulatie vertonen en daarmee het hoogste risico inhouden lijken dit goede kandidaten. Dit zijn de BDE's 47, 99 en 100, gemeten in dit rapport.

Andere vlamvertragers zoals HBCD (hexabroomcyclododecaan) en TBBP-A (tetrabroombisfenol-A) en de dimethylmetabolië daarvan, komen ook in aanmerking om geanalyseerd te worden.

HBCD wordt in biota en sediment in soms hogere gehalten aangetroffen dan de PBDE's (Leonards, 2001). PBDE-gehalten in vis laten zien dat deze in dezelfde orde grootte liggen als de gehalten aan PCB's en DDT. Anders dan voor PCB's, bestaat er voor gebromeerde vlamvertragers nog een groot aantal (diffuse) emissiebronnen, waardoor er grote variaties in gehalteniveaus worden aangetroffen in aquatische organismen. Bovendien neemt het gebruik van deze stoffen nog steeds toe (de Boer, J., 2000). HBCD is in recent onderzoek van IMARES (2007) in diverse diffuse bronnen van het aquatisch systeem aangetoond, wat suggereert dat de ophoping in biota nog steeds zal optreden.

TBBP-A is de vlamvertrager met hoogste productiecijfers, maar tot nu toe zijn nog geen hoge gehalten in biota en sediment gemeten, dit hangt mogelijk samen met het meer polaire karakter van deze stof.

Geperfluoreerde verbindingen worden gebruikt om textiel en vloerbedekking vuil- en waterafstotend te maken, als anti-aanbak laag in pannen, om verpakking van etenswaren vetvrij te houden en als bestandsdeel in brandblusschuim. Door deze verschillende toepassingen zijn er ook meerdere wegen aan te geven, waardoor deze stoffen in het milieu terecht kunnen komen. Dit heeft geleid tot meetbare en soms zelfs hoge concentraties in afvalwater en ook oppervlakte water (2ng/L - 34µg/L, Skutlarek et al, 2006). De accumulatie van deze verbindingen in biota, die zowel een polair als apolair karakter hebben, volgt niet het traditionele patroon van de puur apolaire stoffen als PCB's en PAK's. IMARES onderzoekt al het voorkomen van deze stoffen in water en sediment, en de ophoping in vis. Het MWTL driehoeksmossel programma zou een prima middel zijn om de aanwezigheid en biologische beschikbaarheid van deze stoffen verder in kaart te brengen.

Daarnaast worden analysemethoden steeds verfijnder waardoor ook andere stoffen met een hoge toxiciteit eindelijk goed gekwantificeerd kunnen worden. Op IMARES kunnen nu ook de gealkyleerde PAK's worden geanalyseerd. De toxiciteit van deze stoffen is even hoog of zelfs hoger dan de niet-gealkyleerde PAK's en de concentraties in het aquatisch milieu zijn plaatselijk ook erg hoog. Een ander voorbeeld zijn de gechlorideerde paraffinen, ook hiervoor ontwikkelt IMARES goede analysemethoden.

8. Referenties

- Baarse, G. (1993). Saneringsonderzoek Waterbodem Hollandsche IJssel, Activiteitenplan, Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland, Rotterdam.
- Beek, M.A. (1995). De risico's van normen. Werkdocument 95.097X, WSC, Ecotoxicologie, 94.10, RIZA, Lelystad.
- Beek, M.A. (2002). Risicogetallen voor doorvergiftiging voor hogere organismen. Werkdocument 2002.182X, RIZA-WCS, Lelystad.
- Boer, J. de (1988). Chlorobiphenyls in bound and non-bound lipids of fishes; comparison of different extraction methods, *Chemosphere* 17, 1803.
- Boer, J. de, P.G. Wester, H.J.C. Klammer, W.E. Lewis en J.P. Boon (1998). Do flame retardants threaten ocean life? *Nature*, 394, 28.
- Boer, J. de, K. de Boer en J.P. Boon (2000). Polybrominated Biphenyls and Diphenylethers. *The Handbook of Environmental Chemistry Vol. 3 Part K New Types of Persistent Halogenated Compounds* (ed. J. Paasivirta), Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2000.
- Bligh, E.G. and W.J. Dyer (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37, 911.
- Bouquet, W. en E. van Barneveld (1998). Bepaling van het gehalte aan cadmium en lood door square wave stripping voltammetrie in vis en visserijproducten. ISW nr. A042, RIVO-DLO, IJmuiden.
- Dao, Q.T. en M.M. de Wit (1997). Bepaling van het totaal vetgehalte volgens Bligh en Dyer. ISW nr. A004, RIVO-DLO, IJmuiden.
- Dao, Q.T., M.M. de Wit en M. Lohman (1998). Bepaling van het gehalte aan PCB's en andere gehalogeneerde microverontreinigingen met behulp van capillaire gaschromatografie. ISW nr. A002, RIVO-DLO, IJmuiden.
- Derde Nota Waterhuishouding, V&W, 1989.
- Hoek, M. (2000). Het bepalen van kwik door vlamloze atoomabsorptie spectrometrie in vis en visproducten. ISW nr. A021, RIVO-DLO, IJmuiden.
- Kaminsky, R. and R.A. Hites (1984). Octachlorostyrene in Lake Ontario: Sources and Fates, *Environ. Sci. Technol.* 18, 275.
- 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.
- Kotterman, M.J.J. en Pieters, H., (2003). Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren. Microverontreinigingen in driehoeksmosselen – 2002, Rapport C016/03, RIVO-DLO, IJmuiden.
- Kotterman, M.J.J. en Pieters, H., (2004). Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren. Microverontreinigingen in driehoeksmosselen – 2003, Rapport C026/04, RIVO-DLO, IJmuiden.
- Kotterman, M.J.J. en Pieters, H., (2005). Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren. Microverontreinigingen in driehoeksmosselen – 2004, Rapport C026/05, RIVO-DLO, IJmuiden.
- Kotterman, M.J.J., (2006). Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren. Microverontreinigingen in driehoeksmosselen – 2005, Rapport C025/06, Wageningen IMARES, IJmuiden.
- Hoek-van Nieuwenhuizen, M. en Kotterman, M.J.J., (2007). Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren. Microverontreinigingen in driehoeksmosselen – 2006, Rapport C047/07, Wageningen IMARES, IJmuiden.
- LNV, 1990 Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Landbouw-Adviescommissie (LAC), Stuurgroep "Visverontreiniging", Jaarverslag 1988.
- Maas, J.L. (2003). Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren. Bioaccumulatie in aal en driehoeksmosselen. RIZA rapport 2003.013, april 2003, Lelystad.
- Pieters, H. (1996). Biologische monitoring zoete rijkswateren: microverontreinigingen in driehoeksmosselen - 1995, RIVO rapport C042/96, IJmuiden.
- Pieters, H., B.L. Verboom en V. Geuke (1997). Biologische monitoring zoete rijkswateren: microverontreinigingen in driehoeksmosselen - 1996, RIVO rapport C028/97, IJmuiden.
- Pieters, H., V. Geuke en J. de Boer (1999). Biologische monitoring zoete rijkswateren: microverontreinigingen in driehoeksmosselen - 1998, RIVO rapport C050/99, IJmuiden.
- Pieters, H. en J. de Boer (2000). Biologische monitoring zoete rijkswateren: microverontreinigingen in driehoeksmosselen - 1999, RIVO rapport C026/00, IJmuiden.
- Pieters, H. en J. de Boer (2001). Biologische monitoring zoete rijkswateren: microverontreinigingen in driehoeksmosselen - 2000, RIVO rapport C026/01, IJmuiden.

- Pieters, H. en J. de Boer (2002). Biologische monitoring zoete rijkswateren: microverontreinigingen in driehoeksmosselen - 2001, RIVO rapport C032/02, IJmuiden.
- Pieters, H. en J. de Boer (2002). Biologische monitoring zoete rijkswateren: microverontreinigingen in rode aal - 2001, RIVO rapport C030/02, IJmuiden.
- Pieters H. en B.L. Verboom (1994). Biologische monitoring zoete rijkswateren: micro-verontreinigingen in driehoeksmosselen - 1993, RIVO rapport C004/94, IJmuiden.
- Pieters H., J. de Boer, B.L. Verboom en V. Geuke (1998). Effecten van nautisch baggeren op de biobeschikbaarheid van stoffen in de Hollandse IJssel, gemeten met actieve biologische monitoring (ABM). RIVO rapport C052/98, IJmuiden.
- Riekwel-Booy G., (1998) Schelpdieren: bepalen van het gehalte aan polycyclische aromatische koolwaterstoffen met behulp van hogedrukvlloeistofchromatografie. ISW nr. A014, RIVO-DLO, IJmuiden.
- Skutlarek Dirk, Exner Martin and Färber Harald (2006). Perfluorinated Surfactants in Surface and Drinking Waters. Environ Sci Pollut Res 13 (5) 299 – 307.
- 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.
- Verboom, B.L., H. Pieters en J. de Boer (1995). Biologische monitoring zoete rijkswateren: microverontreinigingen in rode aal - 1995, RIVO rapport C008/96, IJmuiden.
- Visser, W., W. Verlinden & E. Landman (1991). Het kwaliteitsonderzoek in de Rijks-wateren, planning 1992, RIZA nota, nr. 91.084, Lelystad.
- Warenwet, Regeling normen zware metalen , februari 1992, nr DGVgz/VVP/L92417.Stcrt 43; Regeling normen PCB's, nr 141639, Ministerie VROM, 1984.

Verklarende woordenlijst:

AAS	Atoomabsorptiespectrometer
ABM	Actieve Biologische Monitoring
AMK 2000	Algemene Milieu Kwaliteit 2000
adw	Asvrij drooggewicht
CB	Chloorbifenyyl
Ecotoxicologische waarden	Concentratieniveau voor Ecotoxicologische normen van effecten op het ecosysteem
FIAS	Flow Injection Analysis System
Consumptiestandaard	Normen vastgelegd in de Warenwet
MTR	Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau
Natgewicht	Versgewicht van filet of andere organen, c.q. organismen
OCP	Organochloorpesticiden
PAK	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen
PCB	Polychloorbifenyyl
Productbasis	Gehalten uitgedrukt op basis van natgewicht
Vetbasis	Concentraties uitgedrukt op basis van het vetgehalte

Verantwoording

Rapport C021/08
Projectnummer: 4395100007

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en beoordeeld door of namens het Wetenschapsteam van Wageningen IMARES.

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

Handtekening:

Datum: 1 juli 2008

Aantal exemplaren: 23
Aantal pagina's: 38
Aantal tabellen: 9
Aantal figuren: 10
Aantal bijlagen: 7

Bijlage 1

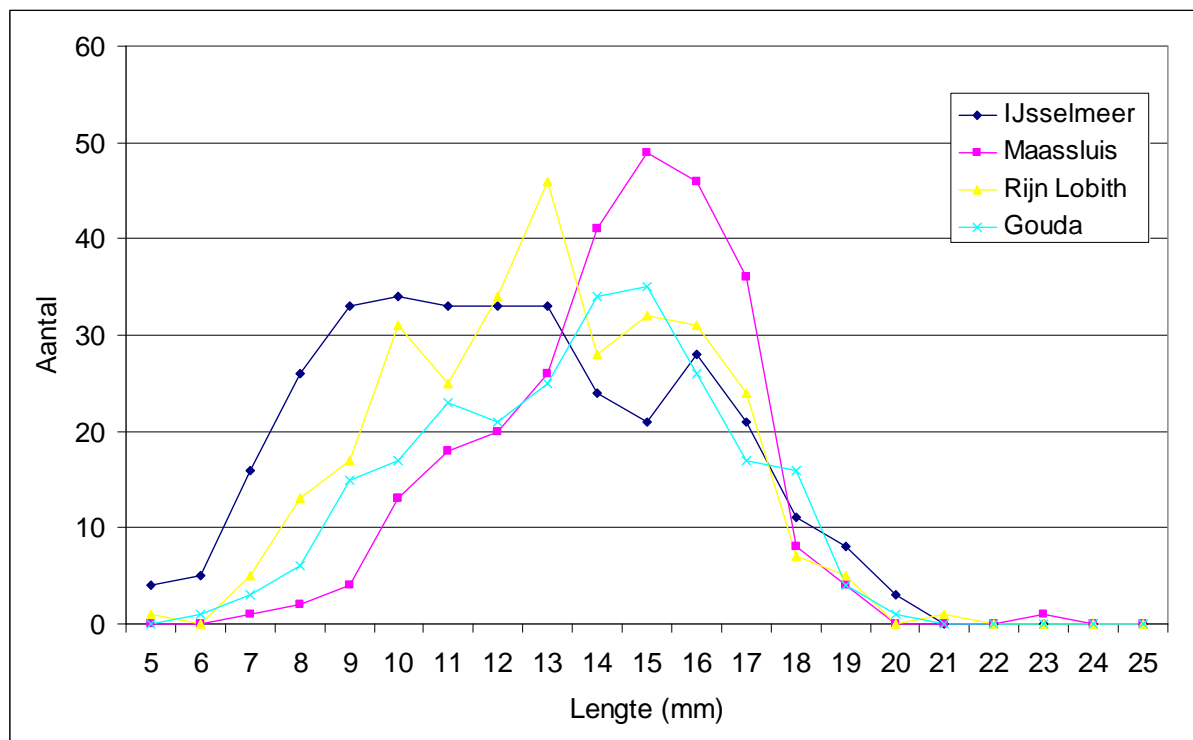
Monsternummer Locatie	2007/0862 Zeughoek	2007/0863 Maassluis	2007/0864 Rijn Lobith	2007/0865 Gouda
Jaar 2007				
Gewichten				
totaal				
brutogewicht (g)	111.40	119.0	114.4	111.5
tarra (g)	11.60	10.4	14.7	18.7
% tarra	10.4	8.7	12.8	16.8
nettogewicht (g)	99.8	108.6	99.7	92.8
aanhangend vocht (g)	5.4	1.0	7.5	14
levende mosselen (g)	94.40	107.60	92.20	78.80
dode mosselen (g)	2.0	1.8	6.1	12.1
bovenmaats				
nettogewicht (g)	52.7	81.5	47.7	47.8
levend vlees (g)	17.1	31.0	14.2	14
levend schelpen (g)	29.3	45.4	27.0	25.7
vocht (g)	6.3	5.1	6.5	8.1
ondermaats				
nettogewicht (g)	30.3	16.1	27.4	17.9
Aantallen				
totaal levend	333	269	300	244
ondermaats levend	216	82	171	110
% ondermaats levend	64.9	30.5	57.0	45.1
bovenmaats levend	108	181	117	105
totaal dood	10	10	24	60
% dood	3.0	3.7	8.0	24.6
bovenmaats dood	9	8	23	59
Gem. lengtes en gewichten				
totaal				
gem. lengte (mm)	12.2	14.4	13.0	13.5
gem. gewicht (g)	0.26	0.37	0.26	0.31
ondermaats				
gem. lengte (mm)	10.1	11.5	11.0	10.9
gem. gewicht (g)	0.14	0.20	0.16	0.16
bovenmaats				
gem. lengte (mm)	16.1	15.8	15.8	15.7
gem. gewicht (g)	0.49	0.45	0.41	0.46
gem. schelpgewicht (g)	0.27	0.25	0.23	0.24
gem. vleesgewicht (g)	0.16	0.17	0.12	0.13

Bijlage 1, vervolg

Monsternummer		2007/0862	2007/0863	2007/0864	2007/0865
Locatie		IJsselmeer	Maassluis	Rijn Lobith	Gouda
Lengteklasse (mm) aantal levend	5	4	0	1	0
	6	5	0	0	1
	7	16	1	5	3
	8	26	2	13	6
	9	33	4	17	15
	10	34	13	31	17
	11	33	18	25	23
	12	33	20	34	21
	13	33	26	46	25
	14	24	41	28	34
	15	21	49	32	35
	16	28	46	31	26
	17	21	36	24	17
	18	11	8	7	16
	19	8	4	5	4
	20	3	0	0	1
	21	0	0	1	0
	22	0	0	0	0
	23	0	1	0	0
	24	0	0	0	0
	25	0	0	0	0
aantal		333	269	300	244
bovenmaats		116	185	128	133
ondermaats		217	84	172	111

Bijlage 2

Frequentieverdeling voor de uitgehangen monsters driehoeksmosselen in najaar 2007



Bijlage 3

Tabel a. Biochemische parameters driehoeksmosselen (onderzoek najaar 2007)

Monsternr.	Locatie	Droge stof %	Asvrijdrooggewicht %	As %	Vet(BD) %
2007/0862	IJsselmeer Zeughoek	4.0	3.7	0.3	0.3
2007/0863	Rijn Maassluis	3.3	2.9	0.4	0.3
2007/0864	Rijn Lobith	3.5	3.2	0.3	0.3
2007/0865	Hollandse IJssel	3.8	3.5	0.3	0.4

Tabel b. Biochemische parameters (onderzoek najaar 2007) op productbasis.

Monsternr.	Locatie	Droge stof %	Kwik mg/kg	Lood mg/kg	Cadmium mg/kg
2007/0862	IJsselmeer Zeughoek	4.0	0.0047	0.019	0.105
2007/0863	Rijn Maassluis	3.3	0.0048	0.112	0.105
2007/0864	Rijn Lobith	3.5	0.0064	0.155	0.098
2007/0865	Hollandse IJssel	3.8	0.0069	0.318	0.086

Tabel c. Biochemische parameters (onderzoek najaar 2007) op basis van asvrijdrooggewicht.

Monsternr.	Locatie	Asvrijdrooggewicht %	Kwik mg/kg	Lood mg/kg	Cadmium mg/kg
2007/0862	IJsselmeer Zeughoek	3.7	0.13	0.5	2.8
2007/0863	Rijn Maassluis	2.9	0.17	3.9	3.6
2007/0864	Rijn Lobith	3.2	0.20	4.8	3.1
2007/0865	Hollandse IJssel	3.5	0.20	9.1	2.5

Bijlage 4

Tabel a. PCB gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2007 op productbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

Monsternr.	Locatie	CB-28 $\mu\text{g}/\text{kg}$	CB-52 $\mu\text{g}/\text{kg}$	CB-101 $\mu\text{g}/\text{kg}$	CB-118 $\mu\text{g}/\text{kg}$	CB-138 $\mu\text{g}/\text{kg}$	CB-153 $\mu\text{g}/\text{kg}$	CB-180 $\mu\text{g}/\text{kg}$	Som PCB $\mu\text{g}/\text{kg}$
2007/0862	IJsselmeer Zeughoek	0.04	0.06	0.1	<0.06	0.2	0.3	0.09	0.79
2007/0863	Rijn Maassluis	0.1	0.5	1.2	0.4	0.9	1.7	0.5	5.3
2007/0864	Rijn Lobith	0.1	0.4	1.2	0.5	1.1	1.7	0.5	5.5
2007/0865	Hollandse IJssel	0.6	1.1	2.4	1.1	1.5	2.7	0.8	10.2

Tabel b. PCB gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2007 op vetbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

Monsternr.	Locatie	CB-28 $\mu\text{g}/\text{kg}$	CB-52 $\mu\text{g}/\text{kg}$	CB-101 $\mu\text{g}/\text{kg}$	CB-118 $\mu\text{g}/\text{kg}$	CB-138 $\mu\text{g}/\text{kg}$	CB-153 $\mu\text{g}/\text{kg}$	CB-180 $\mu\text{g}/\text{kg}$	Som PCB $\mu\text{g}/\text{kg}$
2007/0862	IJsselmeer Zeughoek	13.3	20	33	<20	66	100	30	263
2007/0863	Rijn Maassluis	33	167	400	133	300	567	167	1767
2007/0864	Rijn Lobith	33	133	400	167	367	567	167	1833
2007/0865	Hollandse IJssel	150	275	600	275	375	675	200	2550

Bijlage 5

Tabel a. PAK gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2007 op productbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

	2007/0862 IJsselmeer Zeughoek $\mu\text{g}/\text{kg}$	2007/0863 Rijn Maassluis $\mu\text{g}/\text{kg}$	2007/0864 Rijn Lobith $\mu\text{g}/\text{kg}$	2007/0865 Hollandse IJssel $\mu\text{g}/\text{kg}$
Acenafteen	0.1	0.04	0.1	0.3
Fluoreen	<0.02	<0.02	0.3	0.5
Fenantreen	1.8	0.7	1.6	1.6
Anthraceen	<0.08	0.1	0.4	1.2
Fluoranteen	<0.02	3.1	8.0	22.5
Pyreen	0.4	5.0	9.8	37.8
Benzo(a)anthraceen	0.1	2.8	7.4	18.5
Chryseen	0.3	3.1	6.7	19.9
Benzo(e)pyreen	<0.02	1.8	6.7	11.1
Benzo(b)fluoranteen	0.2	0.8	2.4	7.3
Benzo(k)fluoranteen	0.1	1.2	2.9	11.0
Benzo(a)pyreen	0.1	1.0	3.4	10.5
Dibenz(a,h)anthraceen	<0.22	<0.22	0.7	4.6
Benzo(g,h,i)peryleen	<0.09	0.8	1.9	6.0
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	0.1	0.4	1.2	3.4

Tabel b. PAK gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2007 op vetbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

	2007/0862 IJsselmeer Zeughoek $\mu\text{g}/\text{kg}$	2007/0863 Rijn Maassluis $\mu\text{g}/\text{kg}$	2007/0864 Rijn Lobith $\mu\text{g}/\text{kg}$	2007/0865 Hollandse IJssel $\mu\text{g}/\text{kg}$
Acenafteen	33	13	33	100
Fluoreen	<6.7	<6.7	100	167
Fenantreen	600	233	533	533
Anthraceen	<27	33	133	400
Fluoranteen	<6.7	1033	2667	7500
Pyreen	133	1667	3267	12600
Benzo(a)anthraceen	33	933	2467	6167
Chryseen	100	1033	2233	6633
Benzo(e)pyreen	<6.7	600	2233	3700
Benzo(b)fluoranteen	67	267	800	2433
Benzo(k)fluoranteen	33	400	967	3667
Benzo(a)pyreen	33	333	1133	3500
Dibenz(a,h)anthraceen	<73	<73	233	1533
Benzo(g,h,i)peryleen	<30	267	633	2000
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	33	133	400	1133

Bijlage 6

%HC5 per gemeten stof per locatie in 2007

Monster nr	Locatie	PCB 153	Hg	Cd	SOM HC5
2007/0862	IJsselmeer Zeughoek	2.6	36.7	375	414
2007/0863	Rijn Maassluis	14.7	45.5	454	515
2007/0864	Rijn Lobith	14.7	57.1	400	472
2007/0865	Hollandse IJssel	17.5	56.7	323	397

Bijlage 7

Totaal kwik, cadmium en CB 153 gehalten in µg/kg op productbasis in standaardmosselen met 10% droge stof (metalen) of 1.3% vet (PCB's) in 2007

	<i>Normwaarde MTR (Tabel 3)</i>	Hg <i>4.8</i>	Cd <i>8</i>	CB 153 <i>84</i>
Monsternr.	Locatie			
2007/0862	IJsselmeer Zeughoek	11.8	263	1.30
2007/0863	Rijn Maassluis	14.5	318	7.4
2007/0864	Rijn Lobith	18.3	280	7.4
2007/0865	Hollandse IJssel	18.2	226	8.8

De gearceerde getallen overschrijden de normwaarden