



WAGENINGEN UR

For quality of life

Wageningen IMARES

Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren: microverontreinigingen in driehoeksmosselen – 2006

M. Hoek-van Nieuwenhuizen en Dr. Ir. M.J.J. Kotterman

Rapport nr. C047/07
april 2007



Wageningen IMARES is een
samenwerkingsverband tussen
Wageningen UR en TNO



Wageningen IMARES

Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies

Vestiging IJmuiden
Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel.: 0255 564646
Fax: 0255 564644

Vestiging Yerseke
Postbus 77
4400 AB Yerseke
Tel.: 0113 672300
Fax: 0113 573477

Vestiging Den Helder
Postbus 57
1780 AB Den Helder
Tel.: 022 363 88 00
Fax: 022 363 06 87

Vestiging Texel
Postbus 167
1790 AD Den Burg Texel
Tel.: 0222 369700
Fax: 0222 319235

Internet: www.wageningenimares.wur.nl
E-mail: imares@wur.nl

Rapport

Nummer: C047/07

Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren: microverontreinigingen in driehoeksmosselen – 2006

M. Hoek-van Nieuwenhuizen en Dr. Ir. M.J.J. Kotterman

Opdrachtgever:

RIZA
Postbus 17
8200 AA Lelystad

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



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	2
Samenvatting	3
Voorwoord	4
1. Inleiding	5
2. Materialen en methoden	6
2.1 Bemonstering driehoeksmosselen	6
2.2 Uitvoering ABM onderzoek	8
2.3 Analysemethoden	9
2.3.1 Algemeen	9
2.3.2 Zware metalen	9
2.3.3 PCBs, organochloorpesticiden en vlamvertragers	10
2.3.4 Vocht-, vet- en asgehalte	10
2.3.5 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen	10
2.3.6 Bewerking / presentatie analyseresultaten	10
2.4 Kritische waarden	11
2.5 Kwaliteitsborging	12
3. Resultaten	13
4. Discussie	14
4.1 Veranderingen van de biochemische samenstelling van mosselmonsters	14
4.2 Veranderingen van de gehalten aan microverontreinigingen	14
4.3 Risico-analyse	19
5. Vergelijking met eerdere data / trends	20
6. Conclusies	22
7. Aanbevelingen	23
8. Referenties	24
Verklarende woordenlijst:	26
Verantwoording	27

Samenvatting

In het kader van de Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren is in 2006 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 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 lokaties 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 2006 werden de volgende Rijkswateren onderzocht: Het Hollands Diep, het Volkerak, de Hollandse IJssel en het Haringvliet. Op de monsters mosselweefsel zijn chemische analyses uitgevoerd voor PCB's, PAKs, kwik, cadmium en lood. Tevens werd het voorkomen van een drietal vlamvertragers van de groep polygebromeerde difenylethers (PBDE's) onderzocht. De analyse van de OCB's wordt niet meer uitgevoerd in het programma voor 2006 t/m 2009.

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). De toename in concentratie van de contaminanten PAKs, PCBs en metalen was op de meeste 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 en lood waren voor de locatie Haringvliet vrij gering, terwijl de toename voor cadmium ten opzichte van het uitgangsmateriaal juist voor deze locatie het grootst was.

De toename van de som PCB's was voor de locatie Volkerak lager (5-voud op vetgewicht) in vergelijking tot de overige bemonsterde locaties die ongeveer een gelijke toename vertoonden (10 tot 14-voud).

De grootste toename in PAK-concentraties in de uitgehangen mosselen is gemeten in de Hollandse IJssel (65-voud somPAKs van Borneff), in de overige locaties was de toename 5- tot 9-voud.

Van de bemonsterde locaties waren de gemeten gehalten van de drie gemeten gebromeerde vlamvertragers voor de locatie Hollands Diep het hoogst en voor de locatie Volkerak het laagst.

Voor alle in 2006 onderzochte locaties werd de HC5 voor cadmium nog steeds overschreden tot een ernstig risiconiveau voor mosseletende hogere organismen. Opmerkelijk is dat ook in de Zeughoek in het IJsselmeer sprake is van een ernstig risico voor mosseletende hogere organismen, hetgeen geheel te wijten is aan de hoge concentratie cadmium.

Voor alle in 2006 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 aquatisch ecosysteem.

Voorwoord

Het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) 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*) 2006" 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 2006 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) 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.

Zulk een 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, PAKs) 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, 2006" werden ABM onderzoeken door Wageningen IMARES uitgevoerd op een viertal 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 2006 zijn de onderzochte Rijkswateren: Het Hollands-Diep, het Volkerak, Haringvliet en de Hollandse IJssel nabij Gouda. In de monsters mosselen zijn chemische analyses uitgevoerd voor PCBs, PAKs, 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. Materialen 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 zoetwatermossel bleek zeer geschikt om als uitgangsmateriaal te gebruiken in actief biologisch monitoringonderzoek (ABM) in de Rijkswateren. Voor de uitvoering van de actieve monitoring werden vanaf 1992 jaarlijks in september driehoeksmosselen opgevisst door de meetdienst van Directie IJsselmeergebied van Rijkswaterstaat in de Zeughoek ten noorden van Medemblik in het IJsselmeer. De mosselen werden dezelfde dag naar het RIVO getransporteerd. De mosselen van deze locatie hebben een laag verontreinigingsniveau en zijn daardoor goed te gebruiken in ABM onderzoek. Ook voor 2006 zijn mosselen van dezelfde locatie gebruikt. De laatste jaren worden de mosselen door een beroepsvisser verzameld, dit jaar in november. 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 monitoringsonderzoek. De locaties waar de mosselen zijn uitgehangen in het najaar van 2006 (nr 1, 3, 4 en 5) 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. Dit jaar is, in tegenstelling tot het oorspronkelijke plan, op verzoek van het RIZA de locatie Kanaal Gent-Terneuzen niet bemonsterd.

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 (2006): Monsterlocaties

Het huidige programma "Microverontreinigingen in driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*)" loopt 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
Hollandsche IJssel	GOUDVHVN	Gouda voorhaven	alle
Kanaal Gent-Terneuzen	SASVGT	Sas van Gent	alle, 2006 niet
Haringvliet	HARVSS	Haringvlietsluis	2002,2006
Hollandsch Diep	BOVSS	Bovensluis	2002,2006
Volkerak-Zoommeer	STEENBGN	Steenbergen	2002,2006
Rijn	LOBPTN	Lobith ponton	2003
Rijn	MAASSS	Maassluis	2003
Maas	KEIZVR	Keizersveer	2004
Maas	EIJSDPTN	Eijsden ponton	2004
IJsselmeer	VROUWZD	Vrouwezand	2004
Markermeer	MARKMMDN	Markermeer midden	2004
Twenthekanaal	WIENE	Wiene	2005
Amsterdam Rijnkanaal	LOENN	Loenen	2005
Noordzeekanaal	AMSDM	Amsterdam	2005
Ketelmeer	KETMWT	Ketelmeer west	2005
Randmeren oost	WOLDMDN	Wolderwijd midden	2005
Randmeren zuid	EEMMDK	Emmeerdijk	2005

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 Haringvliet. Aangezien het bij deze locatie een overgang van zout naar zoet water betreft, worden bij de locatie Haringvliet de mosselen 1 m onder de boeilijn uitgehangen in de zoetwaterkolom (in zout water gaan de mosselen dood).

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 44 (2006) op de diverse locaties uitgehangen en in week 50 weer opgehaald, een maand later dan voorgaande jaren. 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. Het later uithangen kan een effect hebben op de activiteit van de mosselen; de watertemperatuur wordt lager en de kans op ruw water is groter. Dit laatste is vooral van belang voor mosselen die hoog in het water worden gehangen vanwege brak water op grotere diepte (Haringvliet).

Een aantal netjes met mosselen werden niet uitgehangen, maar direct in de vriezer opgeslagen om de uitgangssituatie vast te leggen.

Om na de zesweekse periode van uithangen van de mosselen de eventueel opgetreden groei 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 geselecteerd uit de weer opgehaalde mosselen), overeenkomende met 80 tot 200 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. Van het referentiemonster (blanco) is vooraf een submonster genomen ter bepaling van dezelfde gegevens (zie bijlage 1).

2.3 Analysemethoden

2.3.1 Algemeen

Per mosselmonster werd van een bovenmaatse lengtegroep (> 14 mm, (zie tabel 4 en bijlage 1)) een hoeveelheid mosselen uitgepeld 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 PAKs) 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 ontdoeien 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. Gebruikte apparatuur bestond uit een AS-90 autoinjector, een FIAS-200 flow injectie systeem en een AAS-3100 spectrofotometer, alle van Perkin Elmer. Voorafgaande destructie van de monsters werd 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 bedroeg 0,0036 mg/kg op productbasis.

Vanwege een storing aan de ICP-MS apparatuur zijn de monsters uitbesteed aan Omegam voor de analyse van cadmium en lood. De analyse aldaar is uitgevoerd conform de NEN-EN-ISO 17294-2, zoals vastgelegd in het geldende analysecertificaat L086 en/of in de bundel "Analysevoorschriften Omegam Laboratoria". Om de kwaliteit van de analyse te waarborgen zijn een intern referentiemateriaal (in viervoud) en een monster mosselen van een Quasimeme ringonderzoek ter verificatie van de analyse meegestuurd.

2.3.3 PCBs, organochloorpesticiden en vlamvertragers

De opwerking van monsters vond plaats door middel van een soxhletextractie met dichloormethaan/n-pentaaan (1:1) gedurende 12 uur (voor mosselen). De organochloor- (en broom) verbindingen werden 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 PCBs en een aantal OCPs komen in de eerste fractie terecht, de BDEs en de rest van de OCPs komen in de tweede fractie terecht. Als interne standaard werd toegevoegd CB 112 (2,2,5,6,3'-penta CB). 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 werd een intern referentiemonster geanalyseerd. Voor een aantal CB's en organochloorpesticiden werden de uitslagen van de analyses in een kwaliteitskaart opgenomen, waarmee de kwaliteit van elke monsterserie werd getoetst. 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 werd bepaald door verhitting bij 105°C gedurende 24 uur en afkoelen in een exsiccator.

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

Het asgehalte werd 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 wordt driemaal geëxtraheerd met 100 ml hexaan, waarna na indampen een zuiveringsstap volgt met behulp van een Al_2O_3 /silica kolom. Het eluaat wordt ingedampt en opgenomen in 3 ml acetonitril. Analyse van de PAK verbindingen wordt uitgevoerd met HPLC en fluorescentie-detectie in drie runs bij verschillende golflengten. De detectiegrens bedraagt 0,01 - 0,05 µg/kg natgewicht (Riekwel-Booij, 1998).

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 prioritaire 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	Productbasis				
			Beek, 1995	Beek, 2002	Beek, 2002
	$\mu\text{g}/\text{kg}$		$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$
	Warenwet norm		MTR ecosysteem mossel	HC ₅ -hogere organismen vis	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
Methyلكwik	-		24.7	24	32
Cadmium	1000		8	8	70
Lood	2000		-	-	

2.5 Kwaliteitsborging

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 2006. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Het laatste controlebezoek vond plaats op 19 februari 2007. De toezegging voor de verlenging van het certificaat is reeds verleend, maar een nieuwe datum is nog niet bekend.

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 26 oktober 2006.

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 PCBs, OCPs 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 Hogedrukvlouistofchromatografie", ISW A021 "Bepaling van kwik in vis door vlamloze atoom absorptiespectrometrie", ISW A034 "Bepaling van het gehalte vocht (droogstoofmethode)", ISW A 105 "Bepaling van het as-gehalte" en ISW 099 "Bepaling van cadmium en lood in vis met ICP-MS". Bij de in dit onderzoek gebruikte analysemethoden kunnen, gebaseerd op de lange termijn variantie, de volgende variatiecoëfficiënten optreden:

PCBs (afhankelijk van de concentratie)	10-20%
PAKs (afhankelijk van de concentratie)	10-25%
Metalen	15%
Totaal vet	5%
Vocht	3%

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 variatiecoëfficiënt, wordt gevonden in het quotiënt van de standaardafwijking en het gemiddelde van de waarnemingen uitgedrukt in procenten.

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-frequentieverdelingen 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 6:

Bijlage 3	Zware metaalgehalten op natgewicht en asvrij drooggewicht
Bijlage 4	PCB gehalten op product- en vetbasis
Bijlage 5	Chloorbenzenen op productbasis
Bijlage 6	PAK gehalten op product- en vetbasis

In bijlage 7 worden de berekende HC5 waarden voor alle stoffen op elke locatie weergegeven.

In bijlage 8 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.

In tabel 4 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 4. Resultaten van het ABM onderzoek: samenstelling mosselmonsters

Locatie	gemiddelde lengte (mm)			gemiddeld gewicht (g)		sterfte (%)	% tarra gewicht (%)	% ondermaatse mosselen
	4-25 (mm)	4-13 (mm)	14-25 (mm)	14-25 mm				
				schelp	vlees		g/g %	
IJsselmeer Zeughoek (uitgang)	13.8	10.3	16.1	0.25	0.14	15.5	2.9	40.8
Hollands Diep	13.7	10.1	16.6	0.25	0.12	20.4	5.6	45.2
Volkerak	12.9	10.2	16.0	0.22	0.13	21.6	6.6	54.0
Hollandse IJssel	14.4	10.3	16.4	0.23	0.10	18.4	6.3	32.4
Haringvliet	17.0	11.5	17.0	0.38	0.08	14.4	11.3	2.5

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 % ondermaatse mosselen was bij de locatie Haringvliet zeer gering ten opzichte van de overige bemonsterde locaties. Deze locatie is het meest onderhevig aan golfslag en in de periode van uithangen heeft er ter plekke meerdere dagen een harde wind gewaaid. Dit heeft geleid tot het uitspoelen van de kleine mosselen, de grote mosselen hebben deze verhoogde stress echter goed verdragen.

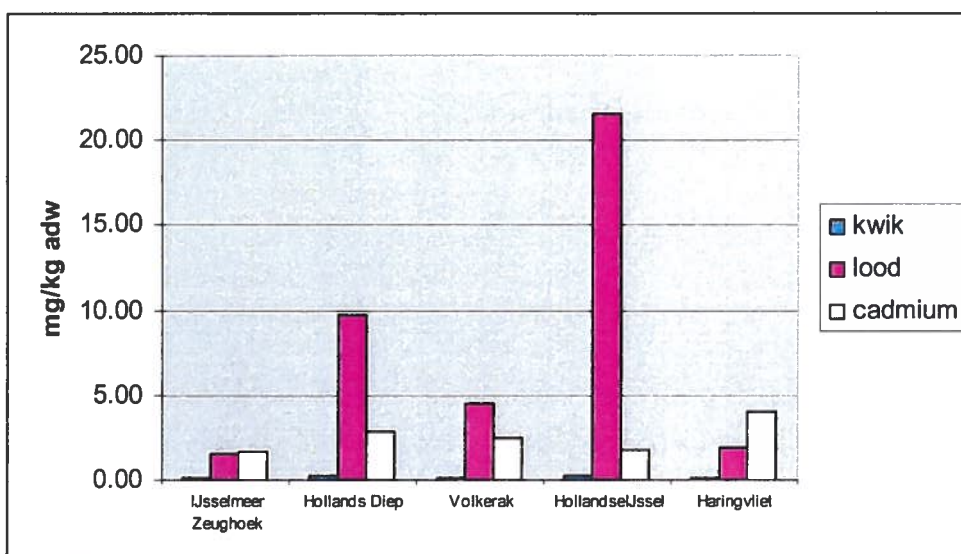
Tabel 5. Biochemische samenstelling van de mosselen, submonsters 14-25 mm

Monsternr.	Locatie	Droge stof g/kg	Asvrijdrooggewicht g/kg	As g/kg	Vet (BD) g/kg
2006/0934	IJsselmeer Zeughoek (uitgang)	42	39	3	4
2006/1142	Hollands-Diep	42	38	4	5
2006/1143	Volkerak	43	40	3	5
2006/1144	Hollandse IJssel	52	45	7	6
2006/1145	Haringvliet	56	52	4	6

4.2 Veranderingen van de gehalten aan microverontreinigingen

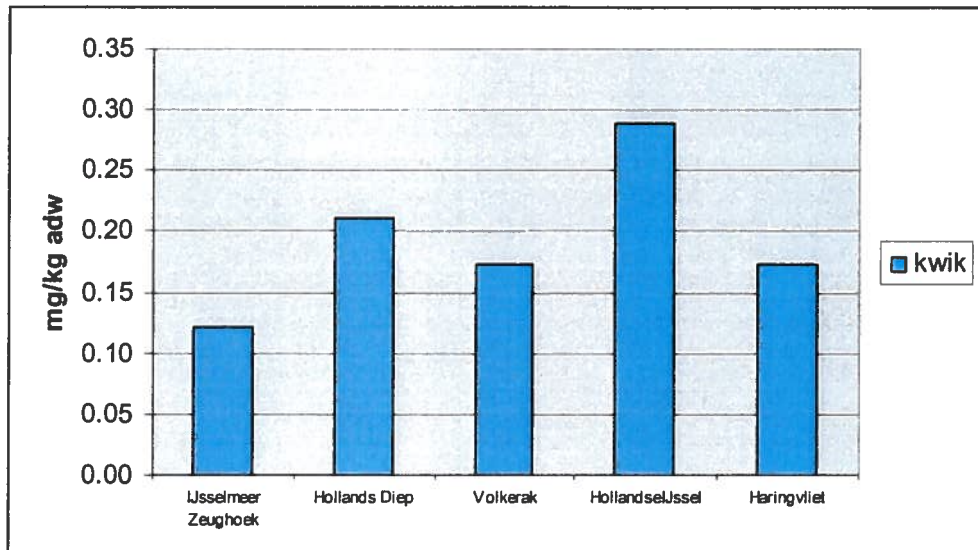
Zware metalen

Het Cd gehalte in het weefsel van de uitgehangen driehoeksmosselen varieerde weinig tussen de verschillende locaties. Ten opzichte van het uitgangsmateriaal werd een duidelijke verhoging van het cadmium gehalte gemeten in de mosselen uit het Hollands Diep, het Volkerak en het Haringvliet, terwijl dit gehalte na verblijf in de Hollandse IJssel licht toenam (figuur 2).



Figuur 2: Gehalten van kwik, lood en cadmium in driehoeksmosselen op basis van asvrijdrooggewicht na 6 weken blootstelling op verschillende locaties in 2006. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie.

De loodconcentratie in het mosselweefsel nam op alle locaties toe. Het loodgehalte nam slechts weinig toe in de mosselen van het Haringvliet, 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.

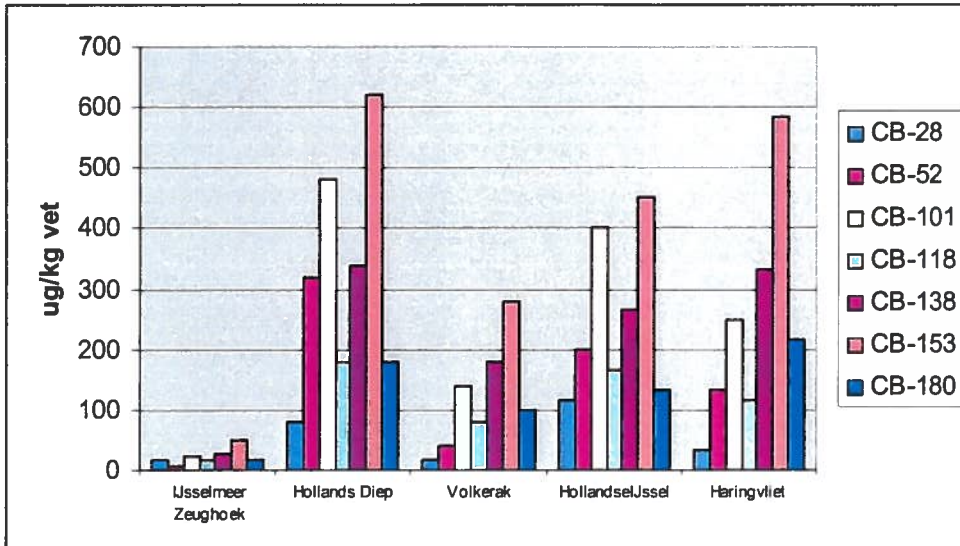


Figuur 3: Gehalten van kwik, in driehoeksmosselen op basis van asvrijdrooggewicht na zes weken blootstelling op verschillende locaties in 2006. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie (detail van Figuur 2)

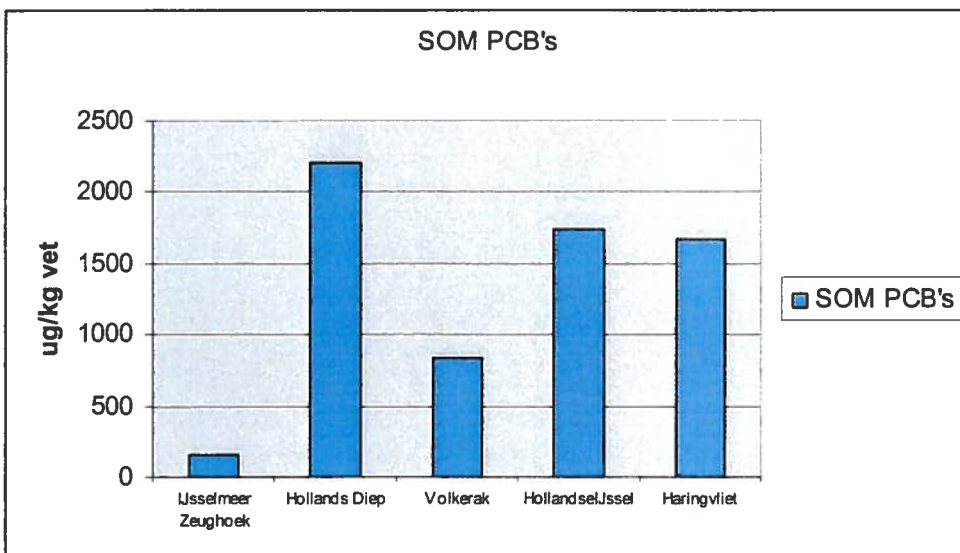
Voor alle locaties werd een toename geconstateerd voor het kwikgehalte ten opzichte van het uitgangsmateriaal. De grootste toename werd geconstateerd voor mosselen afkomstig uit de Hollandse IJssel, dit betrof 2.5 maal het gehalte in het uitgangsmateriaal (Figuur 3).

PCB's

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 voor het Hollands Diep het hoogst. Het gehalte aan CB-28 was echter het hoogst voor de locatie Hollandse IJssel en het gehalte aan CB-180 was het hoogst voor het Haringvliet.



Figuur 4: Gehalten van PCB's in driehoeksmosselen in Zeughoek, Hollands Diep, Volkerak, Hollandse IJssel en Haringvliet in 2006. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie

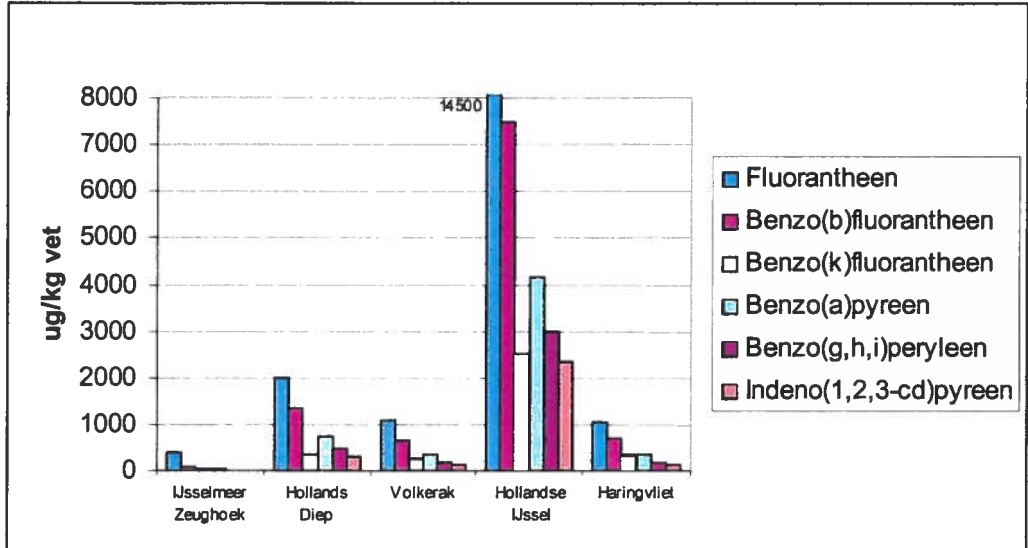


Figuur 5: Gehalten van Σ PCB's in driehoeksmosselen in de Rijkswateren in 2006 Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie.

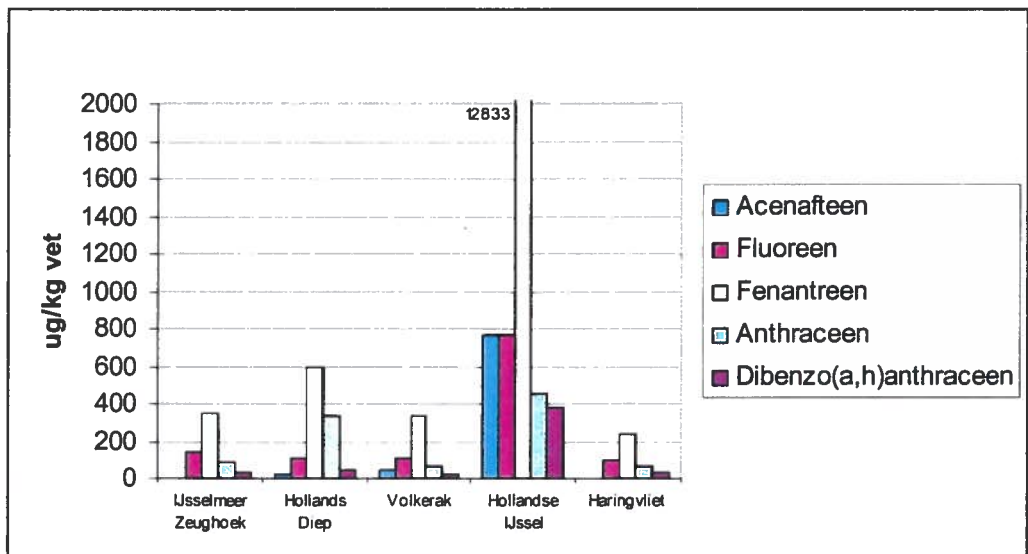
Figuur 5 geeft de variatie van Σ PCB's in het mosselweefsel op de diverse locaties. Hieruit blijken duidelijk de lage gehalten aan PCB's in het uitgangsmoester uit het IJsselmeergebied en de enorme toename op de andere locaties.

Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen

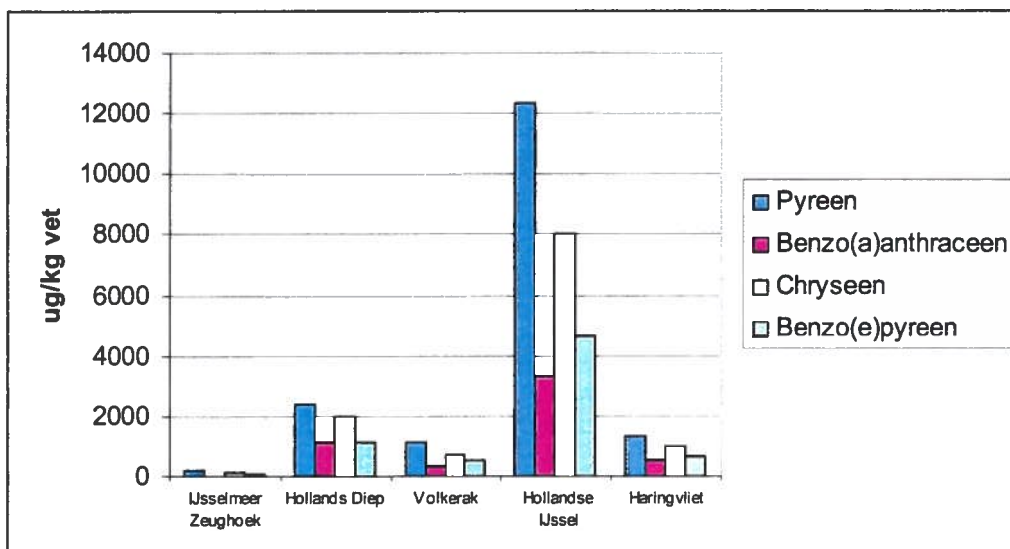
Op alle locaties zijn de PAK-gehalten sterk tot zeer sterk toegenomen ten opzichte van de uitgangssituatie van de Zeughoek (zie ook bijlage 6). Het hoogste gehalte aan PAK's is gemeten in de Hollandse IJssel. Op deze vervuilde locatie zijn ook de concentraties van de grotere PAKs hoog. Opvallend is het hoge gehalte aan fenantreen in de Hollandse IJssel, hetgeen in 2006 30 maal hoger is dan in 2005.



Figuur 6: Gehalten van zes Borneff PAKs per locatie in de uitgehangen driehoeksmosselen in 2006. Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie



Figuur 7: Gehalten van overige PAKs (acenafteen, fluoreen, fenantreen, anthraceen en dibenzo(ah)-anthraceen) per locatie in de uitgehangen driehoeksmosselen in 2006 . Het monster 'IJsselmeer Zeughoek' vormt de uitgangssituatie



Figuur 8: Gehalten van overige PAKs (pyreen, benzo(a)anthraceen, chryseen en benzo(e)pyreen) in de driehoeksmosselen per locatie in 2006

Gebromeerde vlamvertragers

Ook dit jaar zijn drie gebromeerde vlamvertragers, BDE47, 99 en 100, meegenomen in het onderzoek. In onderstaande tabel 6 staan de gegevens. Er is een groot verschil in concentratie per locatie, dit was vorig jaar ook al het geval. De hoogste gehalten zijn aangetroffen in de mosselen uit het Hollands Diep, maar de gehalten zijn echter niet zo hoog als vorig jaar bij de locatie Sas van Gent aangetroffen werd (zie ook tabel 7 Hoofdstuk 5)

Tabel 6. Gehalten van drie gebromeerde difenylethers in mosselweefsel uitgedrukt op basis van nat- en vetgewicht (µg/kg)

BDE gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2006 op produktbasis (µg/kg).

	2006/0934 IJsselmeer Zeughoek	2006/1142 Hollands Diep	2006/1143 Volkerak	2006/1144 Hollandse IJssel	2006/1145 Haringvliet
BDE99	0.01	0.2	0.02	0.2	0.1
BDE100	<0.01	0.1	0.01	0.07	0.08
BDE47	<0.02	0.3	0.01	0.1	0.1

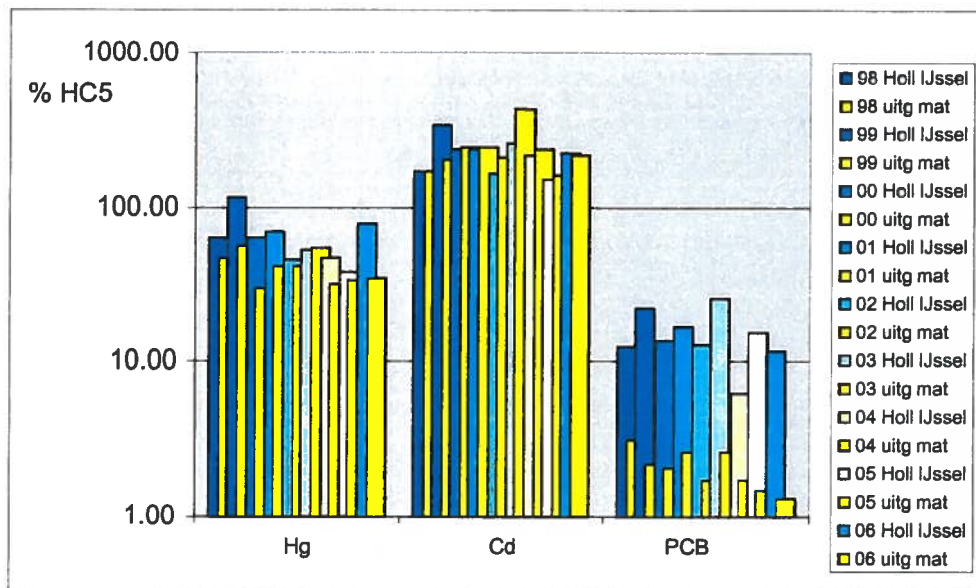
BDE gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2006 op vetbasis (µg/kg).

	2006/0934 IJsselmeer Zeughoek	2006/1142 Hollands Diep	2006/1143 Volkerak	2006/1144 Hollandse IJssel	2006/1145 Haringvliet
BDE99	2.5	40	4.0	33	17
BDE100	<2.5	20	2.0	12	13
BDE47	<5.0	60	2.0	17	17

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 prioritare 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 prioritare 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 2006 zijn de gehalten van de zware metalen in de Hollandse IJssel ten opzichte van 2005 gestegen. Dit resulteert in hogere risicopercentages, waarbij de HC5 voor cadmium in de Hollandse IJssel nog steeds overschreden wordt tot ernstig risico. Zoals al eerder geconstateerd is de cadmium concentratie in mosselen uit de Zeughoek in het IJsselmeer hoog, hetgeen al resulteert in ernstig risico voor mosseletende hogere organismen. Het risicopercentage, veroorzaakt door PCB 153 (de indicator PCB), is gedaald in 2006 ten opzichte van 2005.

In bijlage 7 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 het Haringvliet het hoogst van de in 2006 bemonsterde locaties.

In bijlage 8 worden de gehalten totaal kwik, lood, cadmium en CB 153 gehalten op productbasis in standaardmosselen weergegeven en vergeleken met de MTR normwaarden. De normwaarde voor cadmium wordt voor de locatie Haringvliet met bijna een factor 50 overschreden. Voor alle locaties worden overigens de normwaarden voor zowel cadmium als in mindere mate voor kwik overschreden.

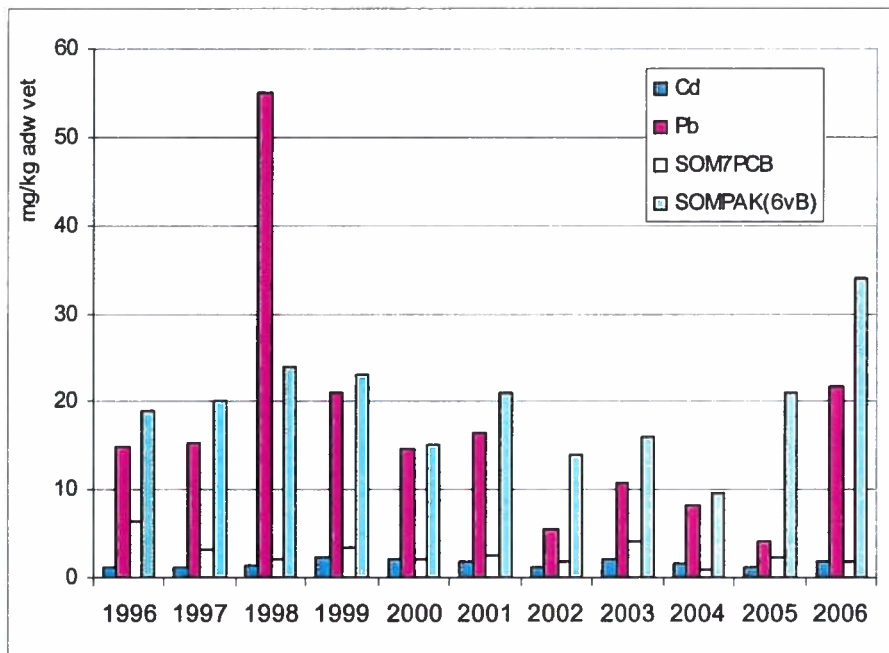
5. Vergelijking met eerdere data / trends

De Hollandse IJssel

In de Hollandse IJssel vindt in 2006 een stijging van het loodgehalte plaats t.o.v. de tien voorgaande jaren, met als uitzondering 1998 waarin een extreem hoog loodgehalte werd gevonden (tabel 7 en figuur 10). Het cadmiumgehalte fluctueert de afgelopen tien jaren tussen de 1.1 en 2.3 mg/kg. De som7PCB's varieert de laatste tien jaren tussen de 0.9 en 6.4 mg/kg. De somPAK's is in de afgelopen tien jaar niet zo hoog geweest als in 2006.

Tabel 7. Vergelijking accumulatie data in driehoeksmosselen voor de Hollandse IJssel in het najaar van 1996 - 2006. Gehalten zijn op asvrij droge stof cq vetbasis berekend.

Stof	eenheid	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
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
Pb	mg/kg	14.8	15.2	55	21	14.5	16.5	5.4	10.7	8.3	4.1	21.6
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
HCB	µg/kg	70	54	33	43	26	40	22	67	70	33	nb
g-HCH	µg/kg	50	27	17	19	26	14	22	11	3.3	1.7	nb
Dieldrin	µg/kg	1300	720	280	470	550	800	610	1800	395	883	nb
somDDT	µg/kg	740	150	290	870	260	268	310	400	76	217	nb
somPAK (6vB)	mg/kg	19	20	24	23	15	21	14	16	9.5	21	34



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

Gebromeerde vlamvertragers

In tabel 7 is een overzicht gegeven van de tot nu toe gemeten gehalten in driehoeksmosselen, afkomstig uit alle in het programma opgenomen locaties, van gebromeerde difenylethers gedurende de afgelopen drie jaar. De gehalten in driehoeksmosselen uit de locaties Gent-Terneuzen en uit de Maas zijn relatief hoog.

Tabel 7. Overzicht van gehalten van drie gebromeerde difenylethers op nat gewicht ($\mu\text{g}/\text{kg}$) over de afgelopen drie jaar.

Locatie	2004			2005			2006		
	BDE9 9	BDE10 0	BDE4 7	BDE9 9	BDE10 0	BDE4 7	BDE9 9	BDE10 0	BDE4 7
IJsselmeer Zeughoek	<8	3.3	<8	<5.7	<1.1	<5.7	<5.0	<2.5	2.5
Hollandse IJssel	14	10	14	17	10	17	33	12	17
Kanaal Gent-Terneuzen				100	30	100			
Haringvliet							17	13	17
Hollands Diep							40	20	60
Volkerak							4.0	2.0	2.0
Rijn Lobith									
Rijn Maassluis									
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 2006 volgens plan verlopen. De mosselen zijn dit jaar echter vier weken later uitgehangen en vier weken later binnengehaald ten opzichte van voorgaande jaren. Deze verlate bemonstering heeft te maken met de verlengde besluitvorming over het toekennen van het contract. In de bemonsteringsperiode zijn de temperaturen boven het langjarig gemiddelde gebleven, waardoor er geen groot effect van de verlate bemonstering wordt verwacht. Er zijn wel een paar periodes met stevige wind geweest, maar er zijn geen nadelige gevolgen opgemerkt, zelfs niet in de windgevoelige locatie Haringvliet. Het nivo 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. De accumulatie van contaminanten als lood en PAKs is dit jaar aanzienlijk hoger in vergelijking tot de afgelopen jaren.

De meting van BDE's liet zien dat ook op verschillende locaties in 2006 de waarden in de uitgehangen mosselen sterk toenamen ten opzichte van het uitgangsmateriaal tot goed meetbare waarden. De hoogste concentraties werden voor deze stoffen in de Hollandse IJssel gemeten. De onderzochte BDE's, uit de "penta-mix", zijn reeds verboden maar het is duidelijk dat door nalevering uit sediment of door diffuse bronnen de gehalten in driehoeksmosselen nog goed meetbaar zijn in veel locaties. De gegevens uit dit project zijn nog onvoldoende om een uitspraak te doen of een afname in het milieu optreedt.

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 HC5-waarde voor kwik werd op geen enkele locatie overschreden. Voor PCB 153, als indicatie voor toxische PCB's, bestaat geen risico voor doorvergiftiging.

Met name de MTR normwaarde voor cadmium werd voor alle locaties zeer ruim overschreden, variërend met een factor 20 tot 50 maal de normwaarde voor standaardmosselen. De MTR normwaarde voor kwik werd eveneens voor alle locaties met een factor 2 tot 5 overschreden.

Dankwoord

De heer E. van Barneveld van Wageningen IMARES wordt hartelijk bedankt voor zijn inzet bij het uitzetten van driehoeksmosselen. De medewerking van een aantal medewerkers van de Meetdienst wordt eveneens zeer op prijs gesteld.

7. Aanbevelingen

Van een aantal stofgroepen die nieuw in de belangstelling staan, 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. Uit de resultaten van 2004, 2005 en 2006 blijkt dat een drietal vlamvertragers (PBDEs) al goed meetbaar zijn met de mosselen, het vóórkomen van deze BDE's op de andere locaties kan daarom de komende jaren goed onderzocht worden. 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 prioritaire 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 dimethyl metaboliet 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).

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 PAKs. De aanwezigheid en ophoping van deze stoffen in mosselen zou door middel van het MWTL driehoeksmossel programma is kaart gebracht kunnen worden.

8. Referenties

- Baarse, G. (1993). Saneringsonderzoek Waterbodern 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, RIVO-DLO, IJmuiden.
- Leonards, P., (2001) Personal Communication, 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: microverontreinigingen 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 (2006)
- 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/WVP/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
CLB	Chloorbenzenen
Ecotoxicologische waarden	Concentratieniveau voor Ecotoxicologische normen van effecten op het ecosysteem
FIAS	Flow Injection Analysis System
HCB	Hexachloorbenzeen
HCBD	Hexachloorbutadiëen
HCH	Hexachloorcyclohexaan
Consumptiestandaard	Normen vastgelegd in de Warenwet
MTR	Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau
Natgewicht	Versgewicht van filet of andere organen, c.q. organismen
OCP	Organochloorpesticiden
OCS	Octachloorstyreen
PAK	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen
PCB	Polychloorbifenyyl
Productbasis	Gehalten uitgedrukt op basis van natgewicht
QCB	Pentachloorbenzeen
Vetbasis	Concentraties uitgedrukt op basis van het vetgehalte
p,p'-DDE	p,p' – dichloordifenyldichlooretheen
p,p'-DDD	p,p' – dichloordifenyldichloorethaan
p,p'-DDT	p,p' - dichloordifenyyltrichloorethaan

Verantwoording


Dit rapport voor

Opdrachtgever: RIZA
Postbus 17
8200 AA Lelystad

Projectnummer: 4395100007
Contract nummer: RI-3782A


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: C. Karman
Senioronderzoeker afdeling Milieu

Handtekening: 

Datum: 16 april 2007

Akkoord: Dr. H.J. Lindeboom
Wetenschapsteam

Handtekening: 

Datum: 16 april 2007

Aantal exemplaren: 20
Aantal pagina's: 27
Aantal tabellen: 7
Aantal figuren: 10
Aantal bijlagen: 8

Bijlage 1

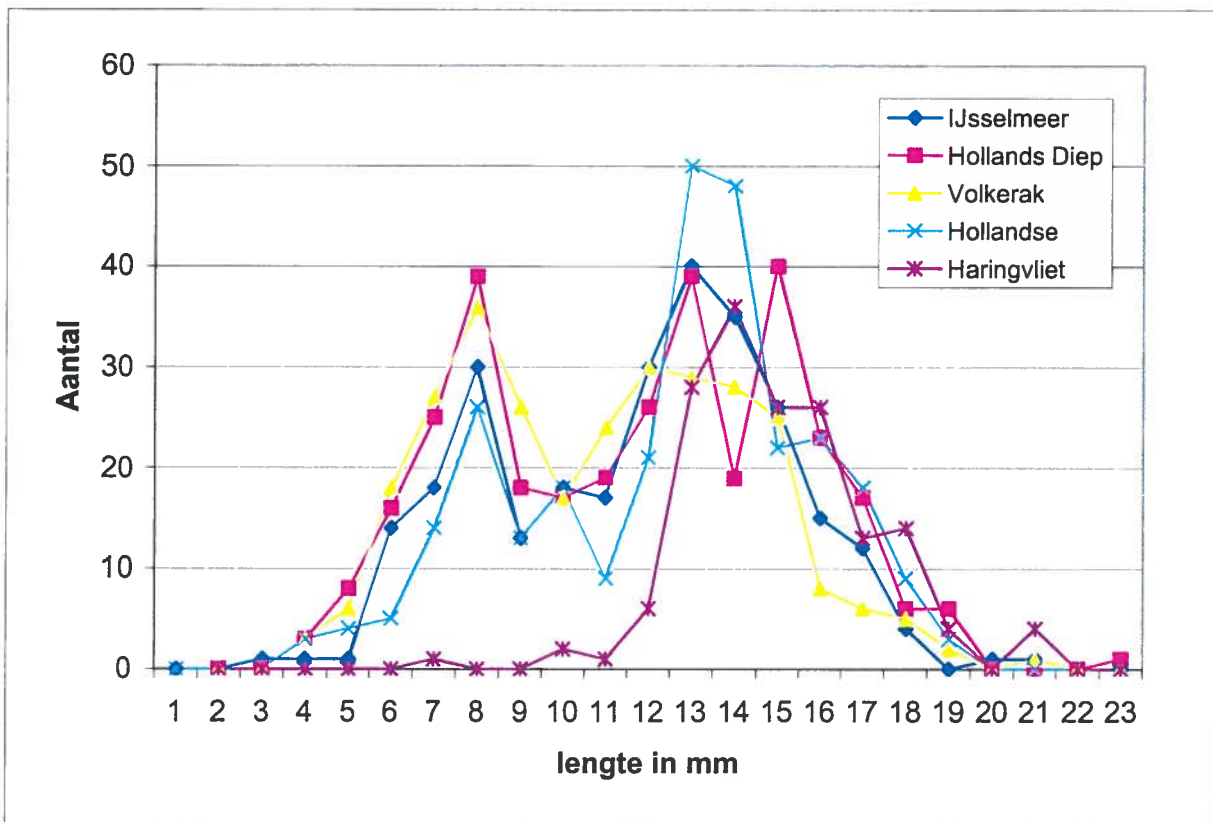
Monsternummer	2006/ 0934	2006/ 1142	2006/ 1143	2006/ 1144	2006/ 1145
Locatie	IJsselmeer Zeughoek	Hollands Diep	Volkerak	Hollandse IJssel	Haringvliet
Jaar 2006					
Gewichten					
totaal					
brutogewicht (g)	113.1	123.0	112.6	119.1	113.1
tarra (g)	3.3	6.9	7.4	7.5	12.8
% tarra	2.9	5.6	6.6	6.3	11.3
nettogewicht (g)	109.8	116.1	105.2	111.6	100.3
aanhangend vocht (g)	4.9	6.4	7.0	5.7	3.2
levende mosselen (g)	95.5	100.6	86.4	99	90.9
dode mosselen (g)	9.4	9.1	11.8	6.9	6.2
dood schelpen (g)		0.1	15.1	11	6.2
bovenmaats					
nettogewicht (g)	71.1	69.0	56.1	68.6	90.1
levend vlees (g)	23.1	20.5	17.7	19.9	12.5
levend schelpen (g)	40.2	43.9	29.7	43.8	59.4
vocht (g)	7.8	4.6	8.7	4.9	18.2
ondermaats					
nettogewicht (g)	17.3	14.2	17.5	11.2	0.8
Aantallen					
totaal levend	277	323	291	284	161
ondermaats levend	113	146	157	92	4
% ondermaats levend	40.8	45.2	54.0	32.4	2.5
bovenmaats levend	164	177	134	192	157
totaal dood	51	83	80	64	27
% dood	15.5	20.4	21.6	18.4	14.4
bovenmaats dood	45	15	16	58	27
Gem. lengtes en gewichten					
totaal					
gem. lengte (mm)	13.8	13.7	12.9	14.4	17.0
gem. gewicht (g)	0.32	0.26	0.25	0.28	0.56
ondermaats					
gem. lengte (mm)	10.3	10.1	10.2	10.3	11.5
gem. gewicht (g)	0.15	0.10	0.11	0.12	0.20
bovenmaats					
gem. lengte (mm)	16.1	16.6	16.0	16.4	17.1
gem. gewicht (g)	0.43	0.39	0.39	0.36	0.57
gem. schelpgewicht (g)	0.25	0.25	0.22	0.23	0.38
gem. vleesgewicht (g)	0.14	0.12	0.13	0.10	0.08

Bijlage 1, vervolg

Monsternummer Locatie		2006/ 0934 IJsselmeer Zeughoek	2006/ 1142 Hollands Diep	2006/ 1143 Volkerak	2006/ 1144 Hollandse IJssel	2006/ 1145 Haringvliet
Lengteklasse (mm)	<5	0	0	0	0	0
	5	1	0	0	0	0
aantal levend	6	1	3	3	3	0
	7	1	8	6	4	0
	8	14	16	18	5	0
	9	18	25	27	14	1
	10	30	39	36	26	0
	11	13	18	26	13	0
	12	18	17	17	18	2
	13	17	19	24	9	1
	14	30	26	30	21	6
	15	40	39	29	50	28
	16	35	19	28	48	36
	17	26	40	25	22	26
	18	15	23	8	23	26
	19	12	17	6	18	13
	20	4	6	5	9	14
4	21	0	6	2	3	4
	22	1	0	0	0	0
	23	1	0	1	0	4
	24	0	0	0	0	0
	25	0	1	0	0	0
aantal		277	322	291	286	161
bovenmaats		164	177	134	194	157
ondermaats		113	145	157	92	4

Bijlage 2

Frequentieverdeling voor de uitgehangen monsters driehoeks-mosselen in najaar 2006



Bijlage 3

Tabel a. Biochemische parameters driehoeksmosselen (onderzoek najaar 2006)

Monsternr.	Locatie	Droge stof %	Asvrijdrooggewicht %	As %	Vet (BD) %
2006/ 0934	IJsselmeer Zeughoek	4.2	3.9	0.3	0.4
2006/ 1142	Hollands Diep	4.2	3.8	0.4	0.5
2006/ 1143	Volkerak	4.3	4.0	0.3	0.5
2006/ 1144	HollandseIJssel	5.2	4.5	0.7	0.6
2006/ 1145	Haringvliet	5.6	5.2	0.4	0.6

Tabel b. Biochemische parameters driehoeksmosselen (onderzoek najaar 2006) op productbasis

Monsternr.	Locatie	Droge stof %	Kwik mg/kg	Lood mg/kg	Cadmium mg/kg
2006/ 0934	IJsselmeer Zeughoek	4.2	0.0047	0.061	0.063
2006/ 1142	Hollands Diep	4.2	0.0080	0.37	0.11
2006/ 1143	Volkerak	4.3	0.0069	0.18	0.10
2006/ 1144	HollandseIJssel	5.2	0.013	0.97	0.080
2006/ 1145	Haringvliet	5.6	0.009	0.10	0.21

Tabel c. Biochemische parameters driehoeksmosselen (onderzoek najaar 2006) op basis van asvrijdrooggewicht

Monsternr.	Locatie	Asvrijdrooggewicht %	Kwik mg/kg	Lood mg/kg	Cadmium mg/kg
2006/ 0934	IJsselmeer Zeughoek	3.9	0.12	1.6	1.6
2006/ 1142	Hollands Diep	3.8	0.21	9.7	2.9
2006/ 1143	Volkerak	4.0	0.17	4.5	2.5
2006/ 1144	HollandseIJssel	4.5	0.29	22	1.8
2006/ 1145	Haringvliet	5.2	0.17	1.9	4.0

Bijlage 4

Tabel a. PCB gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2006 op productbasis

Monster nr.	Locatie	CB-28 µg/kg	CB-52 µg/kg	CB101 µg/kg	CB-118 µg/kg	CB-138 µg/kg	CB-153 µg/kg	CB-180 µg/kg	ΣPCB's µg/kg
2006/ 0934	IJsselmeer Zeughoek	0.07	0.03	0.09	0.07	0.1	0.2	0.07	0.6
2006/ 1142	Hollands Diep	0.4	1.6	2.4	0.9	1.7	3.1	0.9	11.0
2006/ 1143	Volkerak	0.09	0.2	0.7	0.4	0.9	1.4	0.5	4.2
2006/ 1144	HollandselJssel	0.7	1.2	2.4	1.0	1.6	2.7	0.8	10.4
2006/ 1145	Haringvliet	0.2	0.8	1.5	0.7	2.0	3.5	1.3	10.0

Tabel b. PCB gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2006 op vetbasis

Monster nr.	Locatie	Vet (BD) %	CB-28 µg/kg	CB-52 µg/kg	CB101 µg/kg	CB-118 µg/kg	CB-138 µg/kg	CB-153 µg/kg	CB-180 µg/kg	ΣPCB's µg/kg
2006/ 0934	IJsselmeer Zeughoek	0.4	18	8	23	18	25	50	18	158
2006/ 1142	Hollands Diep	0.5	80	320	480	180	340	620	180	2200
2006/ 1143	Volkerak	0.5	18	40	140	80	180	280	100	838
2006/ 1144	HollandselJssel	0.6	117	200	400	167	267	450	133	1733
2006/ 1145	Haringvliet	0.6	33	133	250	117	333	583	217	1667

Bijlage 5

Tabel a. Chloorbenzeen gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2006 op produktbasis

Monster nr.	Locatie	123-CBZ $\mu\text{g}/\text{kg}$	1235-CBZ $\mu\text{g}/\text{kg}$	1234-CBZ $\mu\text{g}/\text{kg}$	124-CBZ $\mu\text{g}/\text{kg}$	1245-CBZ $\mu\text{g}/\text{kg}$	135-CBZ $\mu\text{g}/\text{kg}$
2006/ 0934	IJsselmeer Zeughoek	0.03	nb	0.01	nb	0.9	< 0.02
2006/ 1142	Hollands Diep	< 0.1	< 0.02	0.02	nb	1.3	0.06
2006/ 1143	Volkerak	< 0.06	< 0.01	< 0.02	nb	0.9	< 0.03
2006/ 1144	HollandselJssel	< 0.09	< 0.02	< 0.02	nb	1.0	0.05
2006/ 1145	Haringvliet	< 0.1	nb	0.04	nb	3.3	< 0.06

Bijlage 6

Tabel a. PAK gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2006 op productbasis

	2006/ 0934 IJsselmeer Zeughoek µg/kg	2006/ 1142 Hollands Diep µg/kg	2006/ 1143 Volkerak µg/kg	2006/ 1144 Hollandse IJssel µg/kg	2006/ 1145 Haringvliet µg/kg
Acenafteen	<0.02	0.1	0.2	4.6	0.02
Fluoreen	<0.55	<0.55	<0.55	4.6	<0.55
Fenantreen	<1.4	3	1.7	77	<1.4
Anthraceen	<0.35	1.7	<0.35	2.7	0.4
Fluoranteen	1.5	9.9	5.5	87	6.2
Pyreen	<0.73	12	5.5	74	7.8
Benzo(a)anthraceen	0.1	5.6	1.7	20	3
Chryseen	0.5	9.9	3.8	48	5.8
Benzo(e)pyreen	0.2	5.6	2.5	28	4
Benzo(b)fluoranteen	0.3	6.6	3.3	45	4.2
Benzo(k)fluoranteen	0.1	1.8	1.3	15	2
Benzo(a)pyreen	0.1	3.7	1.7	25	2.2
Dibenz(a,h)anthraceen	<0.13	0.2	<0.13	2.3	0.2
Benzo(g,h,i)peryleen	<0.06	2.3	0.9	18	1
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	0.04	1.6	0.7	14	0.9

Tabel b. PAK gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2006 op vetbasis

	2006/ 0934 IJsselmeer Zeughoek µg/kg	2006/ 1142 Hollands Diep µg/kg	2006/ 1143 Volkerak µg/kg	2006/ 1144 Hollandse IJssel µg/kg	2006/ 1145 Haringvliet µg/kg
Acenafteen	<5	20	40	767	3.3
Fluoreen	<137	<110	<110	767	<92
Fenantreen	<350	600	340	12833	<233
Anthraceen	<88	340	<70	450	67
Fluoranteen	375	1980	1100	14500	1033
Pyreen	<182	2400	1100	12333	1300
Benzo(a)anthraceen	25	1120	340	3333	500
Chryseen	125	1980	760	8000	967
Benzo(e)pyreen	50	1120	500	4667	667
Benzo(b)fluoranteen	75	1320	660	7500	700
Benzo(k)fluoranteen	25	360	260	2500	333
Benzo(a)pyreen	25	740	340	4167	367
Dibenz(a,h)anthraceen	<32	40	<26	383	33
Benzo(g,h,i)peryleen	<15	460	180	3000	167
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	10	320	140	2333	150
Vet (B&D)	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6
ΣPAK's Borneff	525	5180	2680	34000	2750

Bijlage 7
%HC5 per gemeten stof per locatie in 2006

Monster nr.	Locatie	a-Endosulfan	Dieldrin	HCB	QCB	HCBD	PCB 153	Hg	Cd	ppDDD	ppDDE	ppDDT	a-HCH	b-HCH	y-HCH	SOM HC5
2006/ 0934	IJsselmeer Zeughoek	nb	nb	nb	nb	nb	1.3	35	214	nb	nb	nb	nb	nb	nb	250
2006/ 1142	Hollands Diep	nb	nb	nb	nb	nb	16.1	60	374	nb	nb	nb	nb	nb	nb	450
2006/ 1143	Volkerak	nb	nb	nb	nb	nb	7.3	50	332	nb	nb	nb	nb	nb	nb	389
2006/ 1144	HollandseIJssel	nb	nb	nb	nb	nb	11.7	78	220	nb	nb	nb	nb	nb	nb	310
2006/ 1145	Haringvliet	nb	nb	nb	nb	nb	15.2	50	536	nb	nb	nb	nb	nb	nb	601

Bijlage 8.

Totaal kwik, lood, cadmium en CB 153 gehalten in µg/kg op productbasis in standaardmosselen met 10% droge stof (metalen) of 1.3% vet (organochloorverbindingen) in 2006

Monsternr.	Normwaarde MTR (Tabel 3)	Hg	Pb	Cd	CB 153
	Locatie	4.8	-	8	84
2006/0934	IJsselmeer Zeughoek	11.2	145	150	0.65
2006/1142	Hollands Diep	19.0	881	262	8.1
2006/1143	Volkerak	15.0	419	233	3.6
2006/1144	Hollandse IJssel	25.0	1865	154	5.9
2006/1145	Haringvliet	16.1	179	375	7.6

De gearceerde getallen overschrijden de normwaarden