

Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek (RIVO)

Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel.: 0255 564646
Fax.: 0255 564644
Internet:postkamer@rivo.dlo.nl

Postbus 77
4400 AB Yerseke
Tel.: 0113 572781
Fax.: 0113 573477

RIVO Rapport

Nummer: RIVO rapport CO26/04
RIZA rapport MB

Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren: microverontreinigingen in driehoeksmosselen - 2003

Drs. H. Pieters en dr. ir. M.J.J. Kotterman

Opdrachtgever: RIZA
Postbus 17
8200 AA Lelystad

Project nummer: 76002-05-04
Contract nummer: RI-3782

Akkoord: dr. J. De Boer
Afdelingshoofd Milieu en Voedselveiligheid

Handtekening: _____

Datum: 5 mei 2004

Aantal exemplaren: 15
Aantal pagina's: 38
Aantal tabellen: 9
Aantal figuren: 18
Aantal bijlagen: 7

In verband met de
verzelfstandiging van de
Stichting DLO, waartoe tevens
RIVO-DLO behoort, maken wij
sinds 1 juni 1999 geen deel
meer uit van het Ministerie van
Landbouw, Natuurbeheer en
Visserij. Wij zijn geregistreerd in
het Handelsregister Centraal
Nederland nr. 09098104 BTW
nr. NL 806511618B14.

De Directie van het RIVO is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van het RIVO; opdrachtgever vrijwaart het RIVO 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.

Ingeschreven in het STERLAB-register voor laboratoria onder nr. L097 voor
nader omschreven in de

Inhoudsopgave:

Samenvatting	3
Voorwoord	5
1. Inleiding.....	6
2. Materialen en methoden	8
2.1 Bemonstering driehoeksmosselen.....	8
2.2 Uitvoering ABM onderzoek.....	10
2.3 Analysemethoden	11
2.3.1 Algemeen.....	11
2.3.2 Zware metalen.....	11
2.3.3 PCBs en organochloorpesticiden	12
2.3.4 Vocht-, vet- en asgehalte	12
2.3.5 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen	12
2.3.6 Bewerking / presentatie analyseresultaten.....	13
2.4 Kritische waarden	13
2.5 Kwaliteitsborging	13
3. Resultaten	16
4. Discussie.....	18
4.1 Veranderingen van de biochemische samenstelling van mosselmonsters	18
4.2 Veranderingen van de gehalten aan microverontreinigingen.....	19
4.3 Risico-analyse.....	25
5. Vergelijking met eerdere data / trends	27
6. Conclusies.....	32
7. Aanbevelingen.....	33
8. Referenties	35
Verklarende woordenlijst:.....	37

Samenvatting

In het kader van de Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren is in 2003 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 dat in opdracht van RIZA Lelystad wordt uitgevoerd door het RIVO te IJmuiden.

In het kader van een actieve biologische monitoring worden driehoeksmosselen afkomstig van een relatief schone locatie gedurende een bepaalde periode uitgezet in een oppervlaktewater, waarvan men een aantal parameters met betrekking tot de waterkwaliteit wil bepalen. Het gehalte aan microverontreinigingen in het oppervlaktewater is te laag om rechtstreeks te kunnen bepalen. Daarom wordt het concentratieniveau in biota bepaald, dat een nauw omschreven relatie met het gehalte in de waterkolom heeft. Het gehalte in driehoeksmosselen geeft direct een actueel beeld van de biologische beschikbaarheid van microverontreinigingen in het desbetreffende watersysteem.

In 2003 werden de volgende Rijkswateren onderzocht: de Rijn bij Lobith, de Nieuwe Waterweg bij Maassluis, het Kanaal Gent-Terneuzen en de Hollandse IJssel. In de monsters mosselen zijn chemische analyses uitgevoerd voor PCB's, organochloorpesticiden, γ -endosulfan, PAKs, kwik, cadmium en lood.

Langdurige droogte in de brongebieden van de Rijn en de Maas heeft de waterafvoer van deze rivieren in oktober en november sterk doen afnemen, waarvan extreem lage waterstanden het gevolg waren en het zeewater aanzienlijk dieper de zeegaten (Nwe Waterweg, Kanaal Gent – Terneuzen) kon binnendringen dan in andere jaren. Hierop is geanticipeerd door de driehoeksmosselen meer landinwaarts en hoger in de waterkolom uit te hangen. Desondanks zijn bij Maassluis geen levende mosselen teruggevonden en in het Kanaal Gent – Terneuzen was het aantal levende teruggevonden driehoeksmosselen minder dan 4%.

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 in de Hollandse IJssel (licht gedaald).

Cadmium concentraties varieerden in geringe mate per locatie. Het loodgehalte varieerde sterker en was het hoogste in de Rijn bij Lobith.

De hoogste dieldringehalten zijn wederom gemeten in de Hollandse IJssel bij Gouda, nu middels een extreem hoge waarde van 1.8 mg/kg vet. Dit gehalte lag boven de extreme waarden van 1996 en 1997. Deze extreme gehalten van dieldrin zijn nog steeds het gevolg van het (illegaal) storten van zwaar vervuild bedrijfsafval op de toenmalige stortplaatsen bij Ouderkerk en Moordrecht (Gouderak).

De gehalten aan ? DDT waren in alle locaties fors verhoogd ten opzichte van de Zeughoek, de locaties verschilden onderling niet zo veel.

Alleen de HC5 voor cadmium werd op alle locaties overschreden tot een ernstig risiconiveau voor mosseletende hogere organismen. Opmerkelijk is dat ook in de Zeughoek in het IJsselmeer sprake is van licht risico voor mosseletende hogere organismen.

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: algen, zoöplankton, macrofauna, waterplanten en oevervegetatie, vissen, broedvogels en watervogels benevens ecotoxicologische parameters.

Een deelproject van de Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren heeft als werktitel "Microverontreinigingen in driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*) 2003" en wordt uitgevoerd door het Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek (RIVO).

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

Dit rapport bevat de resultaten van onderzoek in 2003 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 het RIVO fungeren Dr. Ir. M.J.J. Kotterman en Drs. H. Pieters.

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 grote fout te kunnen worden uitgevoerd. Bodemorganismen, zoetwatermosselen en sommige vissoorten (aal, snoekbaars, blankvoorn) worden het meest gebruikt in de monitoring van contaminanten in zoetwater systemen.

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

Het monitororganisme dient plaatsgebonden te zijn, zodat gemeten interne gehalten ook daadwerkelijk inzicht geven over de beschikbaarheid van contaminanten op vooraf vastgestelde locaties. Bodemorganismen of zoetwatermosselen voldoen duidelijk aan deze voorwaarde, maar zijn niet steeds in voldoende mate aanwezig of ontbreken op belangrijke locaties geheel. Een actieve biologische monitoring waarbij zoetwatermosselen van één bepaalde herkomst worden uitgezet gedurende een vaste tijd op de te meten locaties, kan dan uitkomst bieden. 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 wordt uitgegaan en de invloed van puntbronnen direct zichtbaar worden gemaakt.

Het achtergrondniveau van accumulerende stoffen van 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, 2003" werden ABM onderzoeken door het RIVO uitgevoerd op een viertal locaties 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 2003 zijn de onderzochte Rijkswateren de Rijn bij Lobith, de Nieuwe Waterweg bij Maassluis, de Hollandse IJssel nabij Gouda en het Kanaal Gent-Terneuzen nabij Sas van Gent. In de monsters mosselen zijn chemische analyses uitgevoerd voor PCBs, organochloorpesticiden, γ -endosulfan, PAKs, kwik, cadmium en lood.

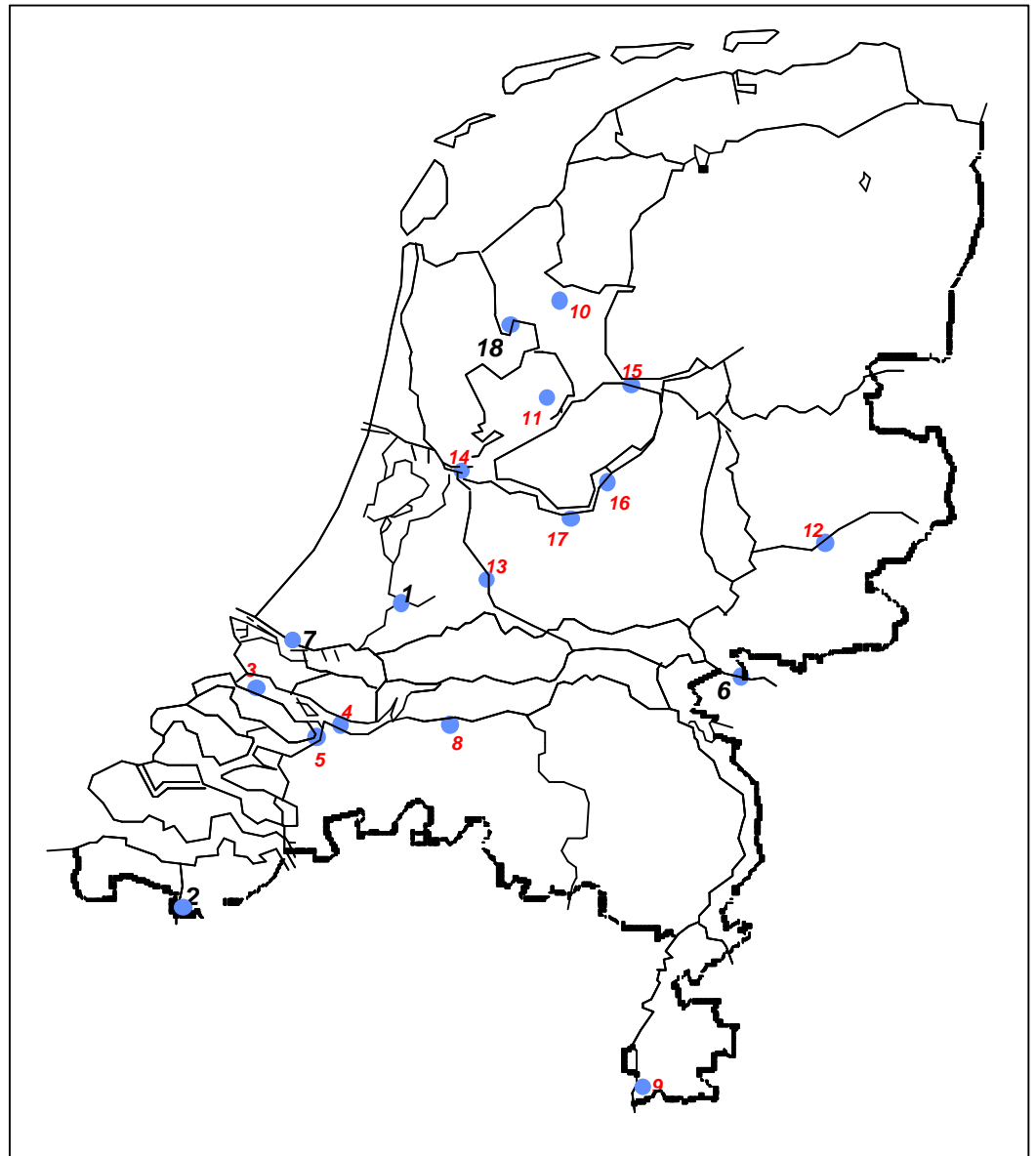
2. Materialen en methoden

2.1 Bemonstering driehoeksmosselen

Volgens Bij de Vaate (1991) waren 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. Vanaf 1992 worden jaarlijks in september driehoeksmosselen opgevist door de meetdienst van Directie IJsselmeergebied van Rijkswaterstaat in de Zeughoek ten noorden van Medemblik in het IJsselmeer en dezelfde dag naar het RIVO getransporteerd. De gehalten aan prioritaire stoffen in de mosselen van deze locatie waren laag en goed te gebruiken in het ABM onderzoek. Tot aan het tijdstip van uithangen op de diverse locaties zijn de driehoeksmosselen bewaard in het RIVO-aquarium in stromend, koper vrij 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 2003 (nr 1-2; en 6-7) en de plaats van herkomst (referentiegebied: Zeughoek in het IJsselmeer, nr 18) van de driehoeksmosselen zijn dikgedrukt 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	Kan. 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 (2003): Monsterlocaties

Het huidige programma "Microverontreinigingen in driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*)" loopt tot en met 2005, 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
Haringvliet	HARVSS	Haringvlietsluis	2002
Hollandsch Diep	BOVSS	Bovensluis	2002
Volkerak-Zoommeer	STEENBGN	Steenbergen	2002
Rijn	LOBPTN	Lobith ponton	2003
Rijn	MAASSS	Maassluis	2003
Maas	KEIZVR	Keizersveer	2004
Maas	EJSDPTN	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	Eemmeerdijk	2005

2.2 Uitvoering ABM onderzoek

In twee in elkaar geschoven netjes van 60 cm lengte (rekbaar kunststof garen), een diameter van omstreeks 10 à 15 cm en een maaswijdte van 9 mm, worden trosjes mosselen geschoven. Elk netje bevat circa 300 g mosselen. Onder- en bovenkant van de netjes worden afgesloten door een knoop. In het midden van elk netje mosselen wordt vervolgens met behulp van stevig draad een insnoering gemaakt, waaraan de netjes ook worden opgehangen, zodat een saucijsvormig pakketje mosselen wordt verkregen. Een aantal van deze netjes mosselen wordt aan een meetpaal (IJsselmeer, Markermeer, Ketelmeer), aan een damwand, oevervegetatie of een meerpaal opgehangen, afhankelijk van de situatie bij de te onderzoeken locatie.

De mosselen worden, behalve de verwijdering van enige grove tarra (grote lege schelpen), niet vooraf geschoond of van elkaar losgeknipt. Per locatie zijn vier tot zes van zulke netjes met driehoeksmosselen uitgehangen, hetgeen neerkomt op 1 tot 2 kg bruto. De hoogte boven de waterbodem bedraagt afhankelijk van de locatie 0,5 tot 2 m. De netjes met driehoeksmosselen zijn in week 40 (2003) op de diverse locaties uitgehangen en in week 46 weer opgehaald. Deze najaarsperiode is 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.

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 (> 13 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 ruwe mosselmateriaal werd tot een homogenaat verwerkt met behulp van een Waring Blendor en opgeslagen in glazen potten bij een temperatuur van -25°C. In de voorbereekte mosselhomogenaten werden na ontdooien de volgende analyses van prioritaire stoffen volgens de onderstaande tabel uitgevoerd:

Tabel 2. Te analyseren prioritaire stoffen.

Stofgroep:	Prioritaire stof:
Zware metalen:	Kwik, cadmium en lood
PCB's	CB28, CB52, CB101, CB118, CB138, CB153, CB180
OCB's	HCB, QCB, HCB ??HCH, ??HCH, ??HCH, ?-Endosulfan Dieldrin, Endrin, DDE, DDD, DDT
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

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 MDS 2000 Microwave (CEM) monsterdestructiesysteem. De bepalingsgrens bedroeg 0,0036 mg/kg op productbasis.

De analyse van cadmium en lood is uitgevoerd met de ICP-MS (Elan 6000). Voor de bepaling wordt het monster in een teflon buis gedestruëerd met salpeterzuur in een microwave oven zoals bij de kwikbepaling. Het gehalte aan cadmium en lood in het destruaat wordt dan bepaald met behulp van ICP-MS. Om te corrigeren voor respectievelijk matrixeffecten en fluctuaties in de apparatuur wordt standaardadditie toegepast en gemeten in aanwezigheid van voor de te bepalen componenten geschikte diverse interne standaarden. De bepalingsgrens voor lood bedroeg 0,068 mg/kg en voor cadmium 0.004 mg/kg op productbasis.

2.3.3 PCBs en organochloorpesticiden

Polychloorbifenylen en organochloorpesticiden werden geanalyseerd met behulp van gaschromatografie (Perkin Elmer 8500) met ⁶³Ni-ECD detectie met een CP-Sil 19 CB kolom (de Boer, 1988). De opwerking van monsters vond plaats door middel van een soxhletextractie met dichloormethaan/n-pentaaan (1:1) gedurende 12 uur (voor mosselen). De organochloorverbindingen werden uit de lipidfractie geïsoleerd door een tweevoudige kolomchromatografische scheiding, eerst over een Al₂O₃.6%H₂O kolom en vervolgens fractionering op een SiO₂.3% H₂O kolom. Als interne standaard werd toegevoegd CB 112 (2,2,5,6,3'-penta CB). 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 gehaltes 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 verzeeping van 30 g mosselhomogenaat met 160 ml ethanolische KOH-oplossing gedurende drie uur in een incubator bij 37°C. Het verzeepingsproduct wordt driemaal geëxtraheerd met 100 ml hexaan, waarna na indampen een zuiveringsstap volgt met behulp van een Al₂O₃ /silica kolom. Het eluaat wordt ingedampd 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):

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

In Maas (2003) staan bovenstaande toetsingskaders uitgebreid beschreven. De gehalten aan prioritaire stoffen in driehoeksmosselen worden in dit rapport getoetst aan HC5 (MTR) waarden. Een HC5 waarde is de Hazard Concentratie, waarbij 5% van de organismen niet is beschermd. De HC5 waarden voor zowel visetende als mosseletende hogere organismen staan vermeld in Tabel 3.

2.5 Kwaliteitsborging

Het RIVO is Sterlab geaccrediteerd (accreditatienr. L097) voor een groot aantal analyses, waaronder PCB en OCP analyses, metaal analyses en PAK analyses. Voor details betreffende de kwaliteit van de analysemethoden wordt verwezen naar het RIVO- 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 Hogedrukvlloeistofchromatografie", 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	10-20% (afhankelijk van de concentratie)
OCPs	10-25% (afhankelijk van de concentratie)
PAKs	10-25% (afhankelijk van de concentratie)
Metalen	10%
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.

Tabel 3. Diverse gehanteerde normwaarden voor mosselen in µg/kg (de MTR waarden gelden (Beek, 1995, 2002) voor standaardmosselen met 10% droge stof (zware metalen) of 1,3% vet (organochloorverbindingen))

Stoffen	Productbasis				
			Beek, 1995		
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
	Warenwet norm	LAC-concept 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	-	-	-	
OCBs					
QCB	-	-	60	100	100
HCB	-	50	15	24	26
??HCH	-	25	195	1000	1000
??HCH	-	25	7	40	40
??HCH	-	50	154	240	260
Dieldrin	-	50	40	76	78
??Endosulfan	-	-	0.02	140	150
p,p'-DDE	-	-	18	22	36
p,p'-DDD	-	-	10	30	22
p,p'-DDT	-	-	48	42	100
? DDT	-	500	20	73	
Zware metalen					
Totaal kwik	1000	-	4.8	80	150
Methylkwik	-	-	24.7	24	32
Cadmium	1000	-	8	8	70
Lood	2000	-	-	-	

3. Resultaten

Alle gemeten gehalten worden overzichtelijk gepresenteerd in de bijlagen in tabelvorm.

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

In bijlage 2 zijn de frequentieverdelingen grafisch weergegeven.

Bijlage 3 Zware metaalgehalten op natgewicht en asvrij drooggewicht

Bijlage 4 PCB gehalten op product- en vetbasis

Bijlage 5 en 6 OCP gehalten op product- en vetbasis

Bijlage 7 en 8 PAK gehalten op product- en vetbasis

In de hoofdstukken 4 en 5; "Discussie" en "Trends", worden tevens van een aantal contaminanten (PCBs, OCBs, kwik, cadmium en lood) geselecteerde data in figuren 6 tot en met 14 weergegeven. 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 zoals de gemiddelde lengte, het gemiddelde gewicht, het sterftepercentage, het percentage tarra en het percentage ondermaatse mosselen.

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

Locatie	gemiddelde lengte (mm)		gemiddeld gewicht (g)		sterfte (%)	% tarra gewicht (%)	% ondermaatse mosselen
	4 - 25	14 - 25	14 - 25 mm				
	mm	mm	schelp	vlees			
IJsselmeer, Zeughoek	12.2	15.9	0.252	0.155	nb	3	26.5
Rijn bij Lobith	13.1	15.8	0.30	0.122	10	nb	16.6
Nwe Waterweg bij Maassluis	nb	nb	nb	nb	100	nb	nb
Hollandse IJssel, Gouda	13.7	15.9	0.22	0.079	7	5	29.4
Kanaal Gent-Terneuzen, Sas van Gent	15.0	16.3	0.345	0.071	>96	5.3	9.1

Als gevolg van langdurige droge perioden in de brongebieden van de Rijn en de Maas in de zomer en het najaar van 2003 waren de afvoeren van deze rivieren in oktober en november sterk afgenomen. De gevolgen daarvan waren extreem lage waterstanden, waardoor het zeewater aanzienlijk dieper de zeegaten (Nwe Waterweg, Kanaal Gent – Terneuzen) kon binnendringen dan in andere jaren met meer normale waterafvoeren. Door de toegenomen saliniteit bij Maassluis en Sas van Gent was de sterfte onder de driehoeksmosselen ook sterk gestegen.

Hierop is geanticipeerd door extra driehoeksmosselen meer landinwaarts en hoger in de waterkolom uit te hangen. Desondanks zijn bij Maassluis geen levende mosselen teruggevonden en in het Kanaal Gent – Terneuzen was het aantal levende teruggevonden driehoeksmosselen minder dan 4%. Door gebrek aan materiaal zijn in het monster Kanaal Gent – Terneuzen alleen de PCB's en OCP's gemeten en op natgewichtbasis uitgerekend.

4. Discussie

4.1 Veranderingen van de biochemische samenstelling van mosselmonsters

In de Hollandse IJssel is het droge stofgehalte van de uitgehangen driehoeksmosselen sterk toegenomen ten opzichte van het uitgangsmateriaal uit de Zeughoek (Tabel 5). In de Rijn bij Lobith, echter, is het droge stofgehalte gelijkgebleven. Voor de Nieuwe Waterweg en het Kanaal Gent – Terneuzen zijn geen bepalingen uitgevoerd, wegens onvoldoende materiaal.

De toename in de Hollandse IJssel komt ook tot uiting in een relatief grote stijging van het asvrij drooggewicht en het vetgehalte (zie tabel 5). In de Rijn bij Lobith is het vetgehalte verdubbeld, van 2 tot 4 g/kg vet.

Ten opzichte van het uitgangsmateriaal uit de Zeughoek is het gemiddelde schelpgewicht van de fractie bovenmaatse mosselen (de fractie > 14 mm, waarin de analyses worden uitgevoerd) in de Rijn bij Lobith en het Kanaal Gent-Terneuzen toegenomen en in de Hollandse IJssel afgenomen (Tabel 4). Het gemiddeld vleesgewicht per mossel is in de Rijn bij Lobith echter licht en in de Hollandse IJssel en het Kanaal GT sterk afgenomen. Er heeft dus geen groei van de mosselen plaatsgevonden, maar slechts een verandering van de biochemische samenstelling. De sterke toename van droge stof in de Hollandse IJssel gaat gepaard met een sterke afname van het gemiddeld vleesgewicht per mossel: geen groei maar een afname van het watergehalte met gelijktijdige toename van het vetgehalte (Tabel 5).

In het Kanaal Gent-Terneuzen is het percentage grotere mosselen toegenomen (zie frequentieverdeling, bijlage 2), waardoor gemiddelde (schelp)lengte licht en schelpgewicht matig toenam in de fractie > 14 mm.

Uit figuur 16 van bijlage 2 blijkt dat het percentage kleinere mosselen (fractie < 14 mm) in de uitgehangen monsters in meer of mindere mate afgenomen is. Dit is het gevolg van het verdwijnen van de mosseltjes door de mazen van het net en mogelijke sterfte, die echter niet te controleren valt. Het is tevens de reden waarom de analyses in de fractie > 14 mm worden uitgevoerd. Zoals uit figuur 16 van bijlage 2 ook blijkt, zijn de verschillen in de frequentieverdelingen van uitgehangen mosselmonsters goed vergelijkbaar.

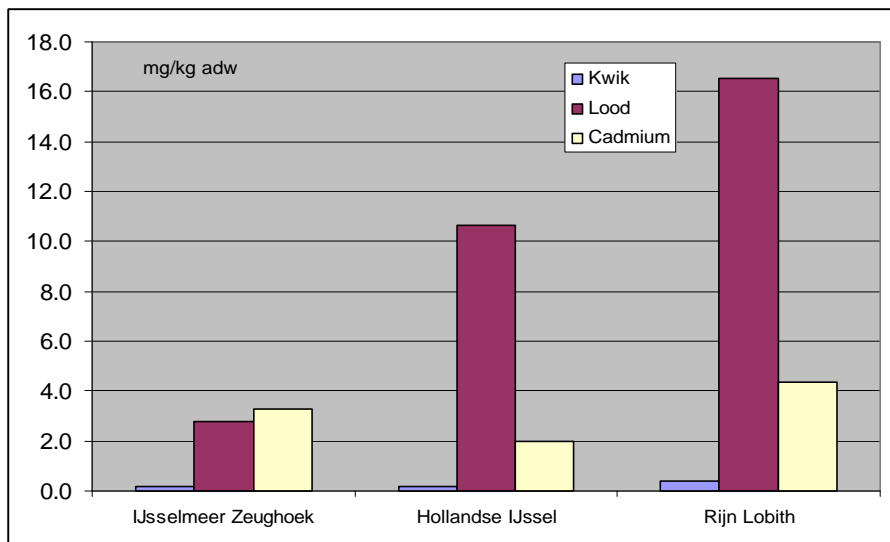
Tabel 5. Biochemische samenstelling van de mosselen, submonsters 14-25 mm.

Lims nr.	Locatie productbasis	Drogestof gehalte (g/kg)	Asvrij droge- stof gehalte (g/kg)	As- gehalte (g/kg)	Vet gehalte (g/kg)
2007	IJsselmeer, Zeughoek	26	24	2	2
2008	Rijn bij Lobith	27	23	4	3
2009	Nwe Waterweg bij Maassluis	nb	nb	nb	nb
2006	Hollandse IJssel, Gouda	66	61	5	9
2005	Kanaal Gent-Terneuzen, Sas van Gent	nb	nb	nb	nb

4.2 Veranderingen van de gehalten aan microverontreinigingen

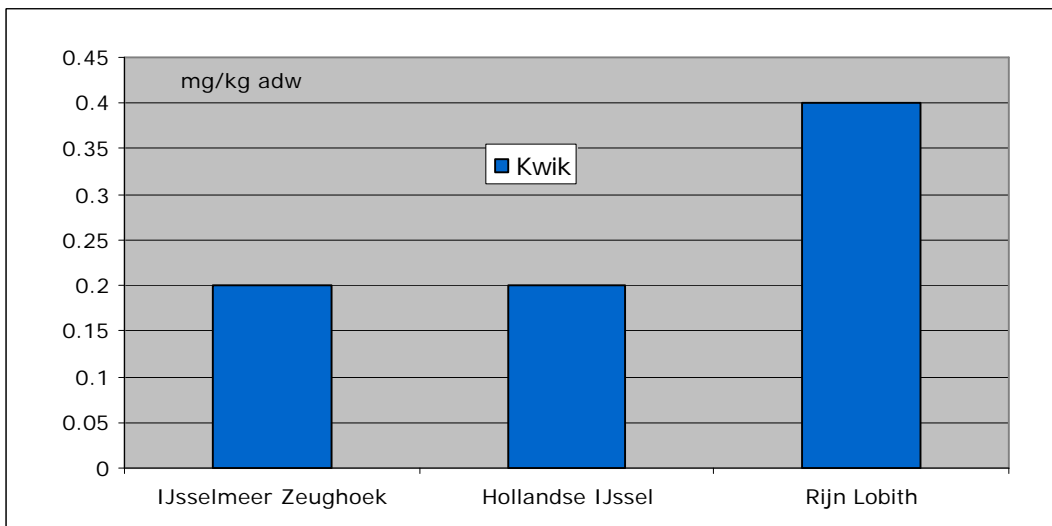
Zware metalen

Het Cd gehalte in de uitgehangen monsters driehoeksmosselen varieerde slechts gering van locatie tot locatie, een factor twee (figuur 2). In de Hollandse IJssel nam het cadmiumgehalte in de driehoeks-mosselen ten opzichte van de Zeughoek licht af.



Figuur 2: Gehalten van kwik, lood en cadmium in driehoeksmosselen op basis van asvrij droge stof in 2003

Echter, voor lood is de variatie meer dan een factor 7. De biobeschikbaarheid van lood voor opname in de voedselketen varieert dus, evenals voorgaande jaren, aanzienlijk in de rijkswateren. Het hoogste loodgehalte is gemeten in de Rijn bij Lobith. In het Kanaal Gent – Terneuzen en de Nieuwe Waterweg zijn geen data beschikbaar gekomen.



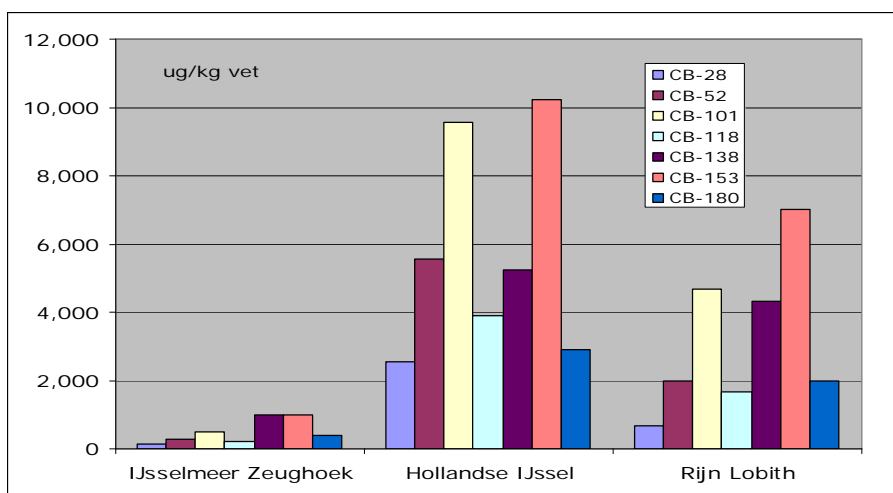
Figuur 3: Variatie in het kwikgehalte van de uitgehangen driehoeksmosselen in de rijkswateren in 2002

Het kwikgehalte varieerde in de gemeten locaties van 0.2 mg/kg adw in de Zeughoek en de Hollandse IJssel (blanco) tot 0.4 mg/kg adw in de Rijn bij Lobith (factor 2). In figuur 3 zijn de kwikgehalten in de rijkswateren apart weergegeven. Er is weinig variatie in het gehalte, waarbij hogere gehalten in het Rijnstroomgebied gezocht moeten worden.

Organochloorverbindingen

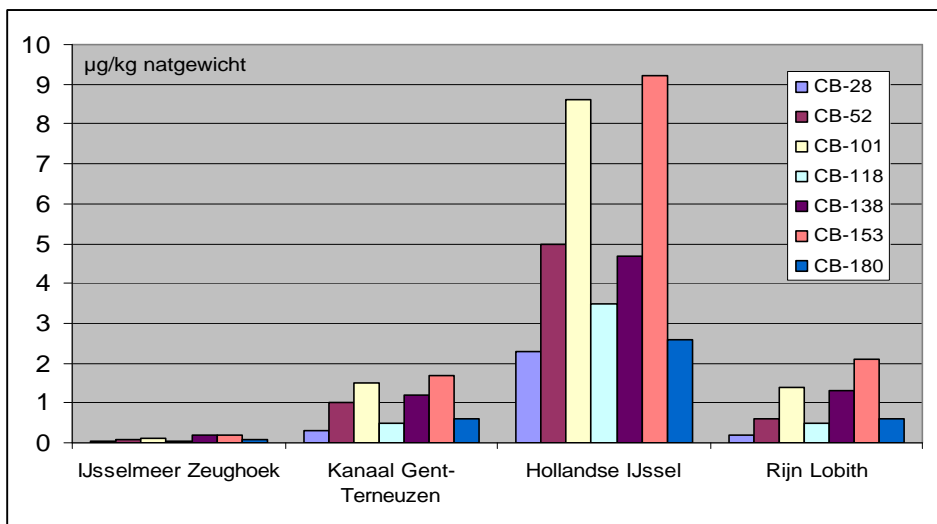
PCB's

Het gehalte aan CB congenere en ? PCB is in de Hollandse IJssel aanzienlijk hoger dan in de Rijn bij Lobith (zie figuren 4 en 5). In de Hollandse IJssel werd wederom een relatief hoog gehalte aan lager gechloroerde CB's aangetroffen, vooral CB28.



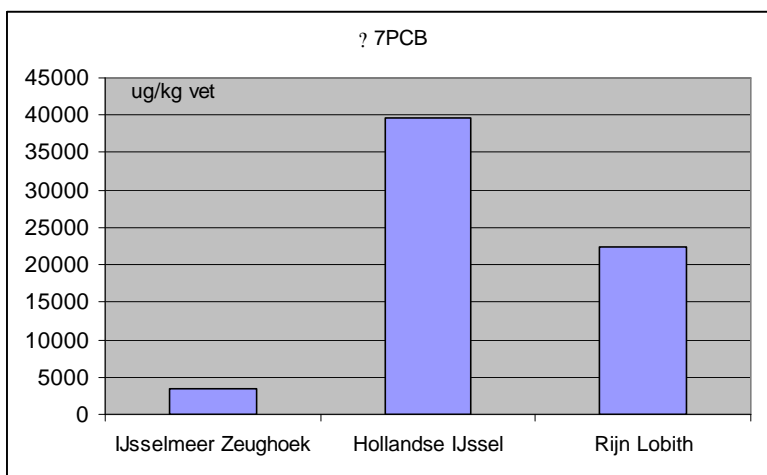
Figuur 4: Gehalten van PCB's in driehoeksmosselen in Zeughoek, Hollandse IJssel en Rijn bij Lobith in 2003

Een relatief hoog percentage aan CB28 en CB52 kan wijzen op een meer recente verontreinigingsbron (Pieters en De Boer, 2000). Door een hogere vluchtigheid en/of een grotere afbreekbaarheid van de lager gechloroerde CB's neemt de relatieve bijdrage van deze congenen aan Σ 7PCB in het milieu af in de tijd. Omdat het vetgehalte in het monster Kanaal GT niet kon worden bepaald, zijn in figuur 4b de PCB gegevens voor drie locaties ook uitgezet op basis van natgewicht. Het gehalte aan PCB's ligt in het Kanaal Gent-Terneuzen op hetzelfde niveau als in de Rijn bij Lobith.



Figuur 4b: Gehalten van PCB's in driehoeksmosselen op basis van natgewicht

Figuur 5 geeft de variatie van Σ 7PCB's in de diverse locaties. Hieruit blijkt het lage gehalte aan PCB's in het IJsselmeer nabij Medemblik (de Zeughoek).

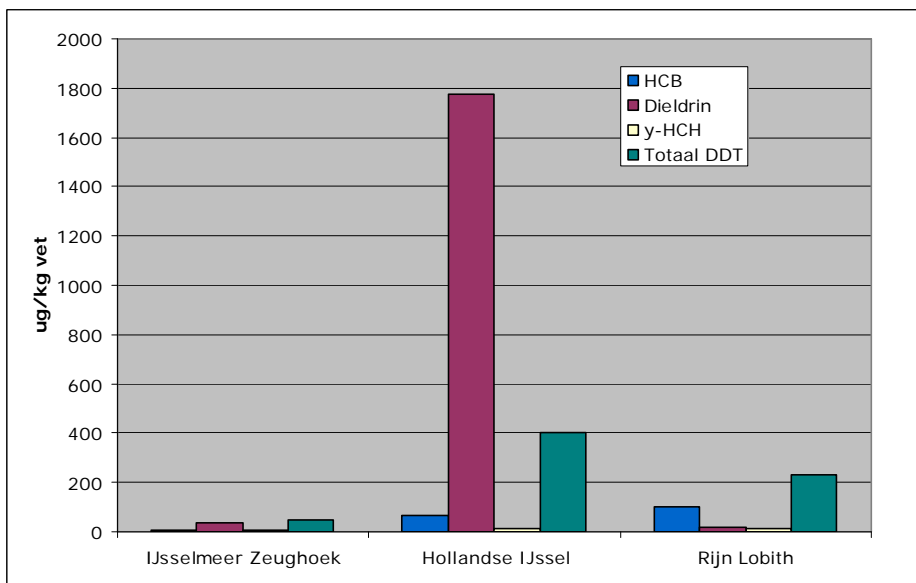


Figuur 5: Gehalten van Σ 7PCB's in driehoeksmosselen in de rijkswateren in 2003

Organochloorpesticiden

Een aantal organochloorpesticiden bleek op diverse locaties een gehalte te hebben onder de detectiegrens (aangegeven met een < teken). Het betreft hier de stoffen γ -Endosulfan, γ -HCH en β -HCH en pp-DDT (zie bijlage 5). Het gehalte aan Endrin kon niet worden bepaald. Een extreem hoog gehalte aan Dieldrin is in 2003 gevonden in de Hollandse IJssel (figuur 6). In het Kanaal Gent-Terneuzen bij Sas van Gent lag het dieldringehalte op basis van natgewicht een factor 6 hoger dan in de Rijn bij Lobith.

Het Dieldrin in de Hollandse IJssel is nog afkomstig van de uitgebreide verontreiniging in de 70er en 80er jaren als gevolg van industriële lozingen in dit gebied (Barse, 1993; Pieters e.a., 1998).

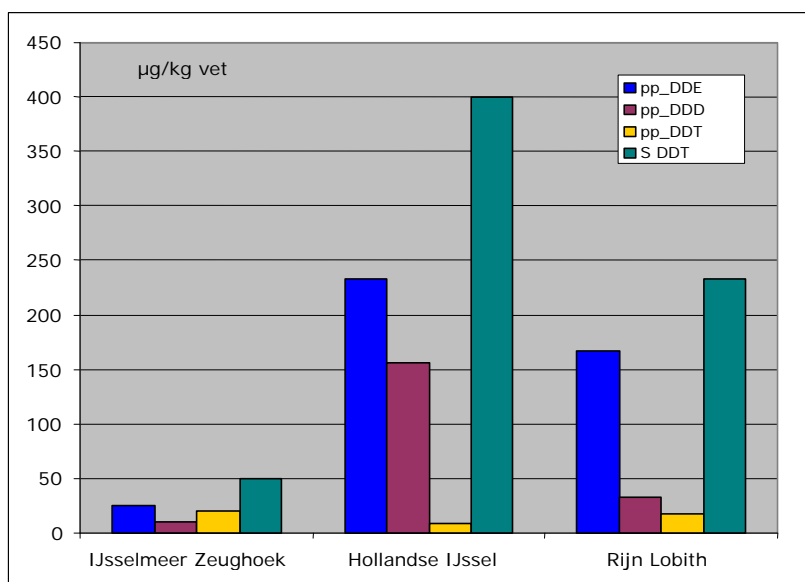


Figuur 6: Gehalten aan HCB, Dieldrin, γ -HCH en β -DDT in de uitgehangen driehoeksmosselen in 2003

Het hogere Dieldringehalte in het Kanaal Gent-Terneuzen kan mogelijk zijn veroorzaakt door grensoverschrijdende verontreiniging vanuit het industriegebied van Sas van Gent in België.

De gehalten aan HCB, QCB en HCB waren relatief hoog in de Rijn bij Lobith. Het zijn industriële verontreinigingen, die specifiek zijn voor het Rijnstroomgebied.

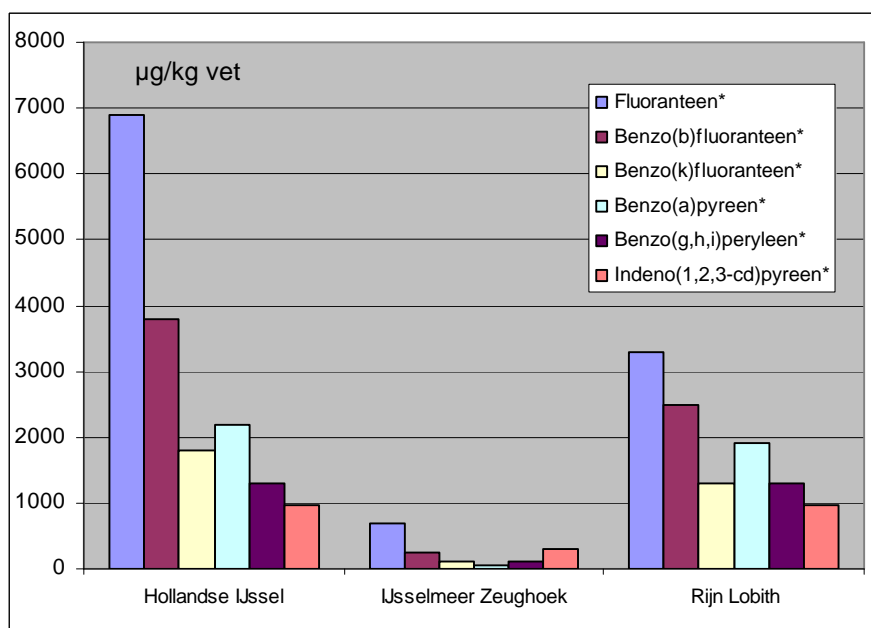
Gehalten aan γ -HCH lagen op een relatief laag niveau. De DDT achtigen waren hoger in de Hollandse IJssel dan in de Rijn bij Lobith (figuur 7).



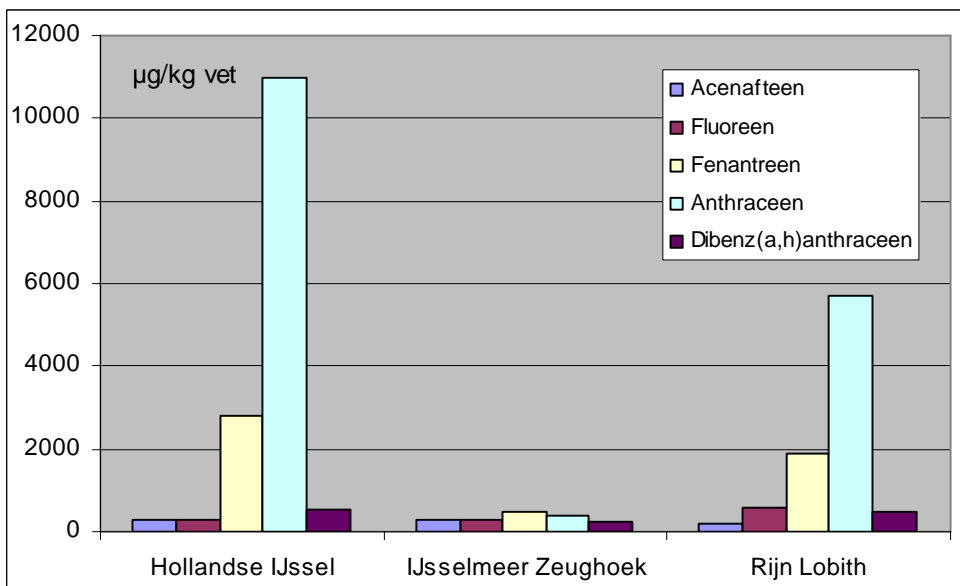
Figuur 7: De gehalten van ? DDT, DDE en DDD in de uitgehangen driehoeksmosselen in 2003

Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen

Het hoogste gehalte aan PAK's is gemeten in de Hollandse IJssel. Als gevolg van grote sterfte zijn geen PAK analyses in het Kanaal Gent – Terneuzen uitgevoerd, zodat een vergelijking met de Hollandse IJssel niet mogelijk is. Van slechts twee Borneff PAK's liggen de gehalten in de Hollandse IJssel hoger dan in de Rijn bij Lobith, namelijk van fluoranteen en benzo(b)fluoranteen. Van de andere vier Borneff PAK's zijn de gehalten in beide wateren nagenoeg gelijk (figuur 8). De overige PAK verbindingen lagen in de Hollandse IJssel op een hoger niveau in vergelijking met de Rijn (figuur 9 en 10).

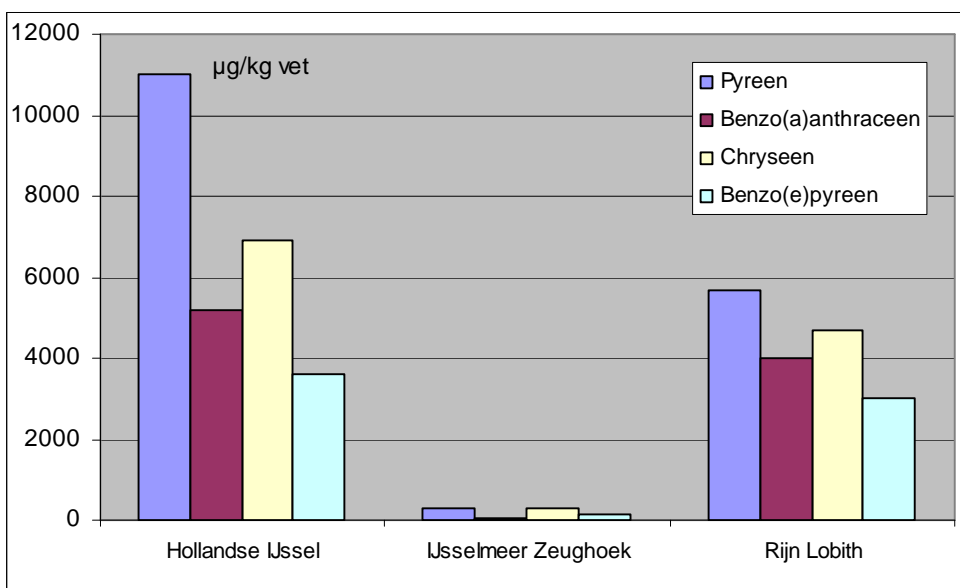


Figuur 8: Gehalten van zes Borneff PAKs per locatie in de uitgehangen driehoeksmosselen in 2003



Figuur 9: Gehalten van overige PAKs (acenafteen, fluoreen, fenantreen, anthraceen en dibenzo(ah)-anthraceen) per locatie in de uitgehangen driehoeksmosselen in 2003

Ten opzichte van het uitgangsmateriaal (Zeughoek) zijn twee van de vijftien PAK verbindingen niet of nauwelijks toegenomen na expositie in de Hollandse IJssel en de Rijn bij Lobith (figuur 9): acenafteen en fluoreen. Opmerkelijk is ook dat anthraceen aanzienlijk hoger is dan fenantreen. In voorgaande jaren was het fenantreengehalte in de meeste locaties juist hoger dan het anthraceengehalte. In de Hollandse IJssel was het fenantreengehalte in 2002 zelfs een factor 15 hoger dan anthraceen (Kotterman en Pieters, 2003). De reden voor dit verschijnsel is onduidelijk.

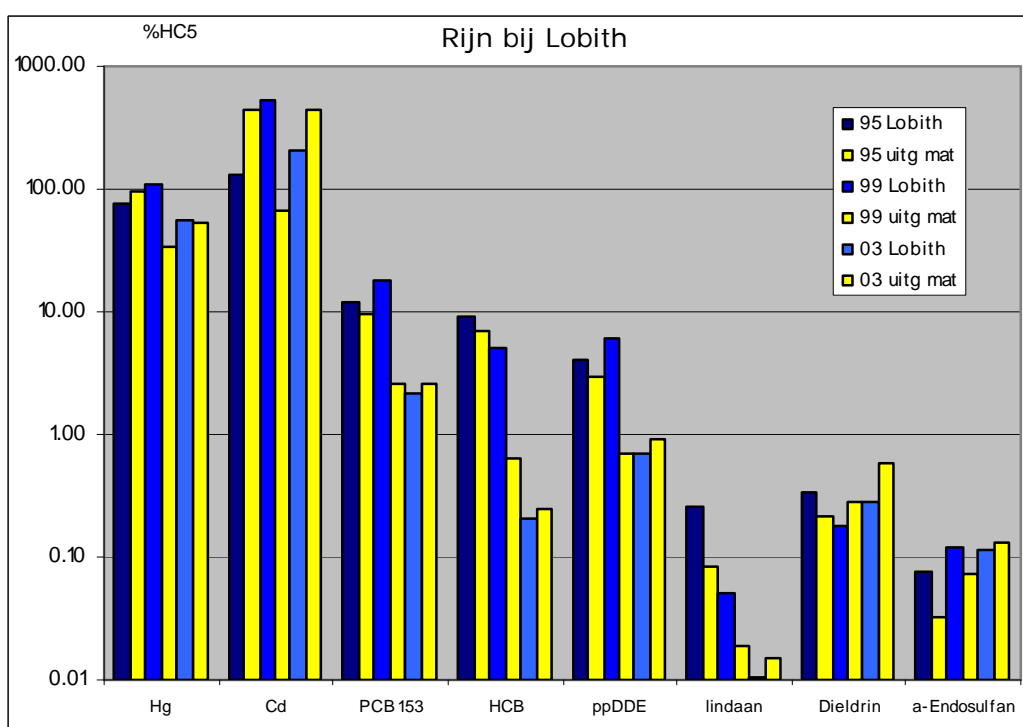


Figuur 10: Gehalten van overige PAKs (pyreen, benzo(a)anthraceen, chryseen en benzo(e)pyreen) in de driehoeksmosselen per locatie in 2003

4.3 Risico-analyse

Voor de vergelijking met de HC5 (MTR) waarden voor mosseletende hogere organismen worden 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 worden vervolgens geconverteerd naar percentages HC5. Voor de Rijn bij Lobith en 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.

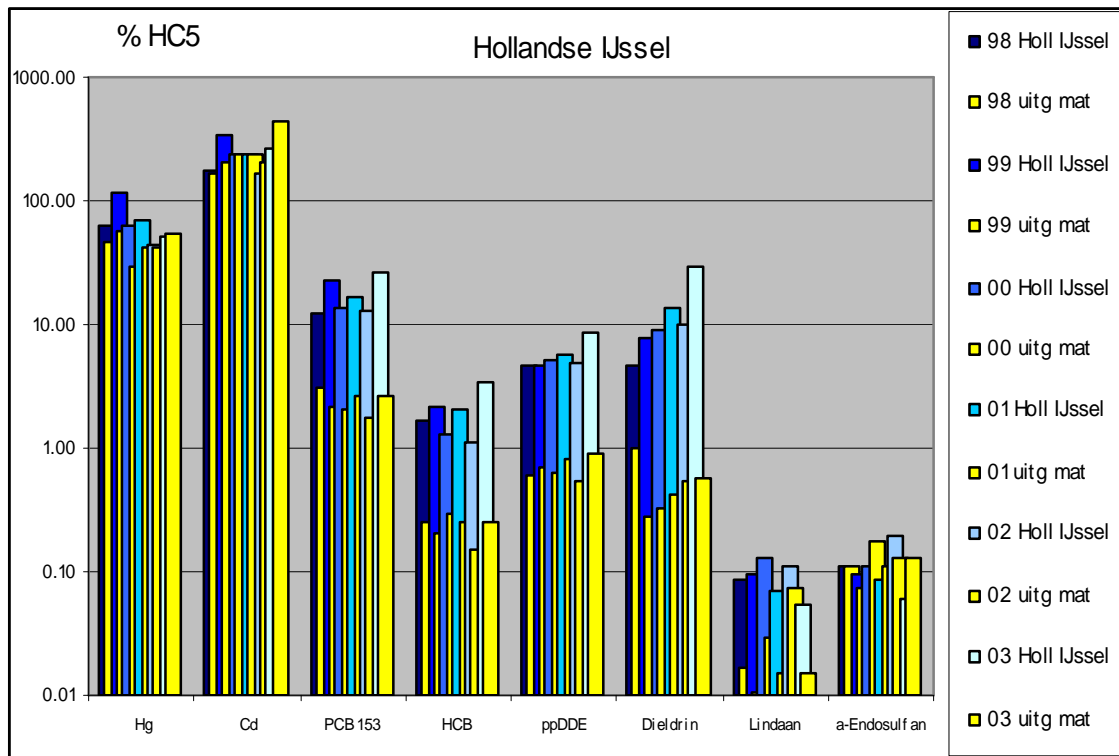


Figuur 11: Standaardgehalten in driehoeksmosselen, omgezet naar %HC5 als risicowaarde voor mosseletende hogere organismen

In de Rijn bij Lobith werd de HC5 waarde alleen voor cadmium overschreden, waarbij sprake is van licht tot ernstig risico voor mosseletende hogere organismen. Voor kwik werd de HC5 alleen in 1999 overschreden.

Voor de overige contaminanten bestaat geen risico voor doorvergiftiging. Vooral voor PCB153, HCB, DDE en lindaan zijn de gehalten in de Rijn in de periode 1995 – 2003 drastisch teruggelopen.

De norm voor CB153 als indicator voor toxische PCBs (5 µg/kg) werd in alle locaties, behalve de Zeughoek, overschreden.



Figuur 12: Standaardgehalten in driehoeksmosselen, omgezet naar %HC5 als risicowaarde voor mosseletende hogere organismen

Ondanks de hogere gehalten in de Hollandse IJssel (Dieldrin, DDE en PCB153) in vergelijking met de Rijn bij Lobith leverde dit geen extra risico op. Alleen de HC5 voor Cadmium werd in de Hollandse IJssel overschreden tot ernstig risico. Opmerkelijk is dat ook in de Zeughoek in het IJsselmeer sprake is van licht risico voor mosseletende hogere organismen, dat volledig wordt veroorzaakt door cadmium.

5. Vergelijking met eerdere data / trends

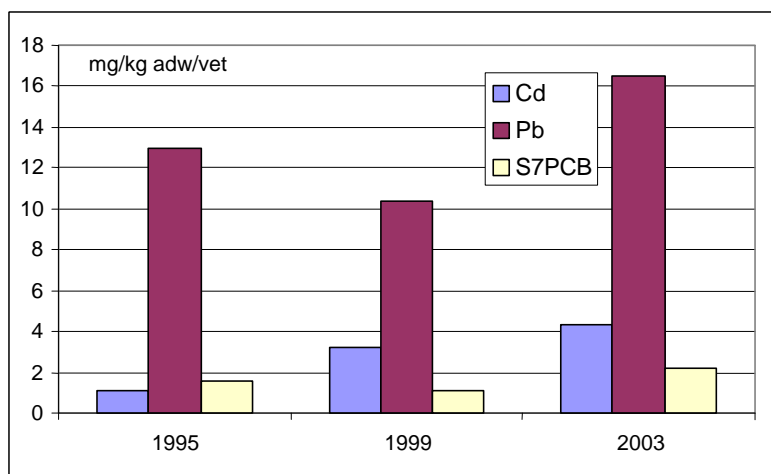
De Rijn bij Lobith

Sinds 1995 is een sterke stijging in het cadmiumgehalte zichtbaar met een viervoudige toename in 2003. Ook op andere locaties is de afgelopen tien jaar een toename in cadmium in driehoeksmosselen waargenomen (Kotterman en Pieters, 2002). Een eenduidige verklaring voor dit fenomeen is moeilijk te geven. Het kan mogelijk samenhangen met toegenomen baggeractiviteiten in vele waterlopen of het gevolg zijn van veranderingen in naleveringsprocessen in de waterbodem. Ook voor lood zien we in 2003 een sterke toename ten opzichte van 1999.

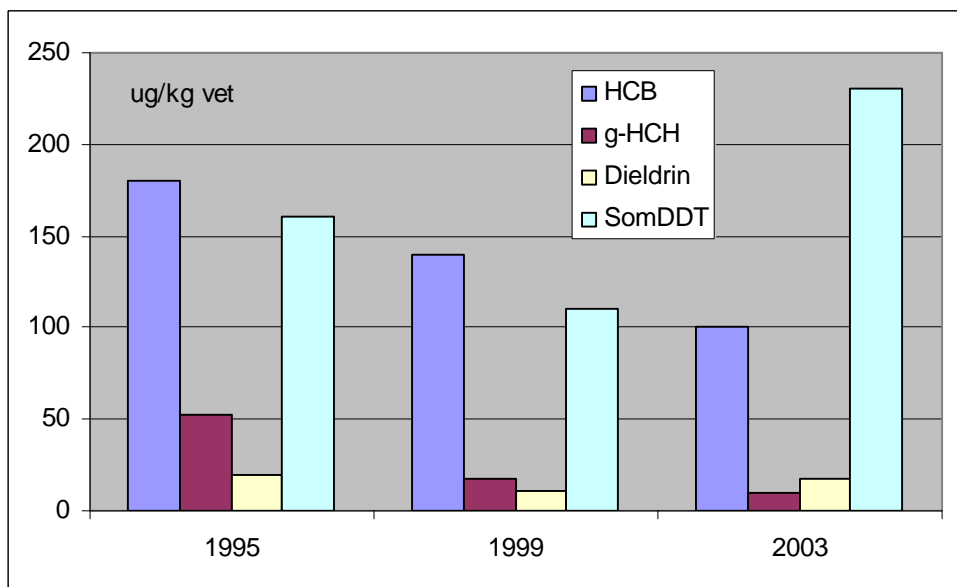
In tegenstelling tot de waargenomen dalende trend in rode aal (Pieters en Kotterman, 2004) is in de uitgehangen driehoeksmosselen in najaar 2003 voor een aantal stoffen in de Rijn bij Lobith een toename (? 7PCB, Dieldrin en ? DDT) gemeten sinds de laatste meting in 1999 (tabel 7, fig 13 en 14). De verschillen met 1999 kunnen echter extreem groot uitvallen door het lage vetgehalte in 2003.

Tabel 7. Vergelijking accumulatie data in driehoeksmosselen voor de Rijn bij Lobith in het najaar van 1995 - 2003. Gehalten zijn op asvrij droge stof cq vetbasis berekend.

Stof	eenheid	najaar 1995	najaar 1999	najaar 2003
Cd	mg/kg	1.1	3.2	4.3
Pb	mg/kg	13	10.4	16.5
? 7PCB	mg/kg	1.6	1.1	2.2
HCB	µg/kg	180	140	100
?-HCH	µg/kg	52	17	10
Dieldrin	µg/kg	20	11	17
? DDT	µg/kg	160	110	230
? PAK (6vB)	mg/kg	10.2	5.3	



Figuur 13: Veranderingen in gehalten van cadmium, lood en Som7PCB in de Rijn bij Lobith



Figuur 14: Veranderingen in gehalte van HCB, g-HCH, Dieldrin en SomDDT in de Rijn bij Lobith

De Hollandsche IJssel

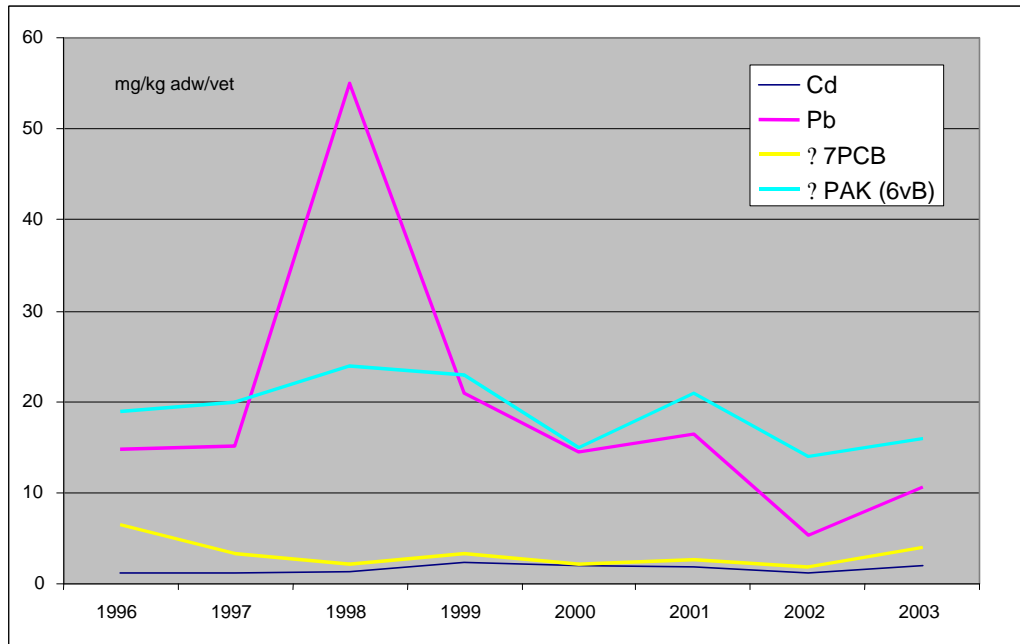
Na de sterke stijging van lood in 1998 in de Hollandse IJssel, hetgeen verband hield met baggeractiviteiten ter plaatse, zette in 1999 de daling van het loodgehalte in (tabel 8). In 2002 is het loodgehalte sterk verder gedaald. Het cadmiumgehalte daalde ook sterk, tot een niveau als voor 1998.

PCB's en HCB vertonen een lichte daling na de piek van 1999 en SomDDT blijft relatief stabiel over de jaren, uitgezonderd de pieken in 1996 en 1999 (figuur 11).

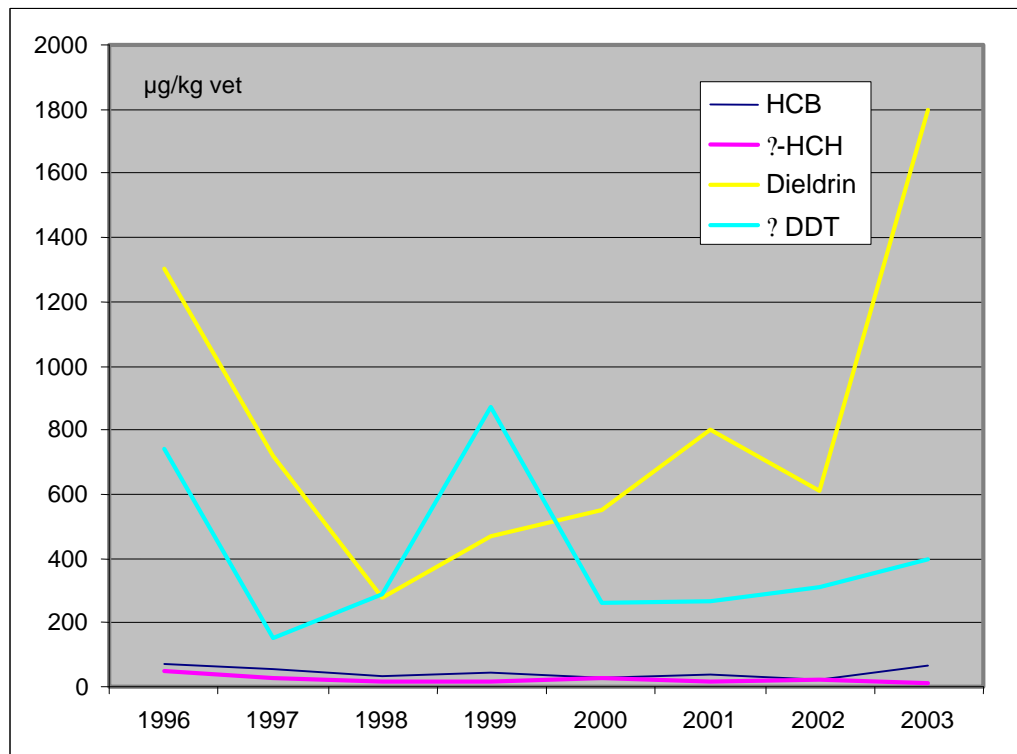
Tabel 8. Vergelijking accumulatie data in driehoeksmosselen voor de Hollandse IJssel in het najaar van 1996 - 2003. Gehalten zijn op asvrij droge stof cq vetbasis berekend.

Stof	eenheid	najaar 1996	najaar 1997	najaar 1998	najaar 1999	najaar 2000	najaar 2001	najaar 2002	najaar 2003
Cd	mg/kg	1.1	1.1	1.3	2.3	2.0	1.8	1.2	2.0
Pb	mg/kg	14.8	15.2	55	21	14.5	16.5	5.4	10.7
∑7PCB	mg/kg	6.4	3.3	2.1	3.4	2.1	2.6	1.9	4.0
HCB	µg/kg	70	54	33	43	26	40	22	67
g-HCH	µg/kg	50	27	17	19	26	14	22	11
Dieldrin	µg/kg	1300	720	280	470	550	800	610	1800
∑DDT	µg/kg	740	150	290	870	260	268	310	400
∑PAK (6vB)	mg/kg	19	20	24	23	15	21	14	16

In 2003 is echter weer een stijging zichtbaar in zware metalen, maar ook in de meeste organochloor-verbindingen. De oorzaak voor deze relatief sterke toename is moeilijk te geven. Vooral Dieldrin steeg fors met een factor 3 (figuur 15) tot een niveau van voor de baggeractiviteiten in 1996 en 1997.



Figuur 15: Trends voor zware metalen, PCB's en PAK's in de Hollandse IJssel



Figuur 16: Trendveranderingen voor enkele OCP's in de Hollandse IJssel

Deze extreme gehalten van Dieldrin zijn nog steeds het gevolg van het (illegaal) storten van zwaar vervuild bedrijfsafval op de toenmalige stortplaatsen bij Ouderkerk en Moordrecht (Gouderak).

Ondanks de sanering van de waterbodem van de Hollandse IJssel door baggeractiviteiten in de negentiger jaren, blijven sterk verhoogde dringehalten gemeten worden.

Het gehalte van γ -HCH daalde ten opzichte van 2002 weer, maar is relatief stabiel over de laatste jaren.

Het Kanaal Gent-Terneuzen

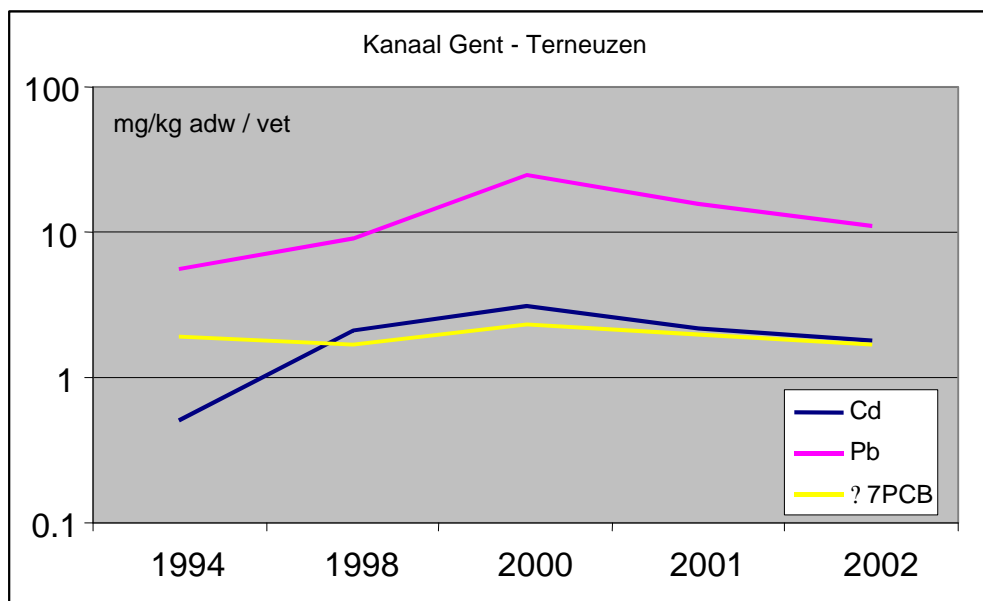
In tabel 9 staan diverse gehalten van microverontreinigingen in uitgehangen driehoeksmosselen uit het Kanaal Gent-Terneuzen vanaf 1994 vermeld. Het valt op dat het jaar 2000 voor alle verontreinigingen, behalve PAK en HCB, piekwaarden vertoonden, waarna de gehalten weer daalden. De gehalten van cadmium en lood daalden in 2002 verder, echter, vanaf 1994 is het cadmium gehalte met een factor 3 en lood met een factor 2 gestegen (figuur 17).

De PCB, γ -HCH en dieldrin gehalten zijn in 2002 ook verder gedaald. HCB en PAK-gehalten waren in 2001 plotseling hoger, hierna is HCB verder gedaald vanaf het niveau van 2000 en het PAK stabiliseerde op het niveau van voor 2001 (figuur 18).

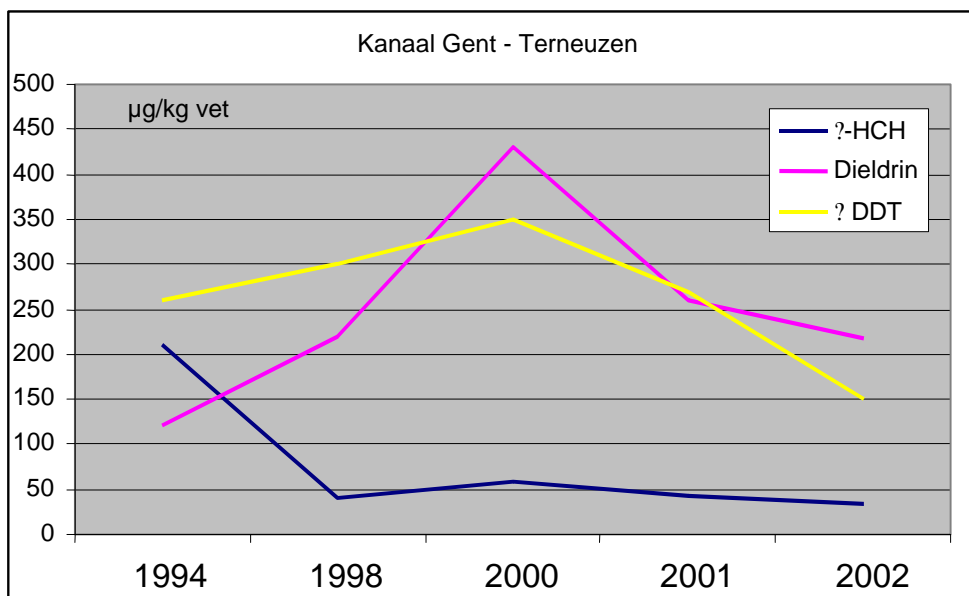
Tabel 9. Vergelijking accumulatie data in driehoeksmosselen voor het Kanaal Gent-Terneuzen in 1994, 1998, 2000, 2001 en 2002. Gehalten zijn op asvrijdrooggewicht en vetbasis berekend.

Stof	eenheid	1994	1998	2000	2001	2002
Cd	mg/kg	0.5	2.1	3.1	2.2	1.8
Pb	mg/kg	5.5	9.2	24.5	15.5	11
Σ 7PCB	mg/kg	1.9	1.7	2.3	2	1.7
HCB	μ g/kg	29	20	20	43	13
γ -HCH	μ g/kg	210	40	59	43	33
Dieldrin	μ g/kg	120	220	430	260	217
Σ DDT	μ g/kg	260	300	350	270	150
Σ -Endosulfan	μ g/kg	190	120	nb	70	117
Σ PAK (6vB)	mg/kg	16.5	18	17.7	24	17

Na de piekwaarden van een aantal microverontreinigingen in het Kanaal Gent-Terneuzen in 2000 namen dus vooral de zware metalen Cd en Pb, Dieldrin en Σ DDT aanzienlijk af in de jaren daarna. De signaalfunctie die kan uitgaan van de publikatie van jaarlijkse monitoringgegevens uit sterk vervuilde oppervlaktewateren, heeft mogelijk ook in dit geval effect gesorteerd.



Figuur 17: Trends voor prioritaire stoffen in het Kanaal Gent-Terneuzen vanaf 1994



Figuur 18: Trends voor prioritaire stoffen in het Kanaal Gent-Terneuzen vanaf 1994

6. Conclusies

Langdurige droogte in de brongebieden van de Rijn en de Maas heeft de waterafvoer van deze rivieren in oktober en november sterk doen afnemen, waarvan extreem lage waterstanden het gevolg waren en het zeewater aanzienlijk dieper de zeegaten (Nwe Waterweg, Kanaal Gent – Terneuzen) kon binnendringen dan in andere jaren. Hierop is geanticipeerd door de driehoeksmosselen meer landinwaarts en hoger in de waterkolom uit te hangen. Desondanks zijn bij Maassluis geen levende mosselen teruggevonden en in het Kanaal Gent – Terneuzen was het aantal levende teruggevonden driehoeksmosselen minder dan 4%.

In de Hollandse IJssel is zowel het droge stofgehalte als het vetgehalte in de uitgehangen driehoeksmosselen ten opzichte van het uitgangsmateriaal sterk toegenomen. In de Rijn bij Lobith was echter geen toename geconstateerd.

Ten opzichte van het uitgangsmateriaal (Zeughoek) is het loodgehalte in de Rijn en de Hollandse IJssel aanzienlijk toegenomen en het cadmium- en kwikgehalte slechts licht toegenomen in de Rijn bij Lobith.

Het gehalte aan CB congenen en ? PCB is in de Hollandse IJssel aanzienlijk hoger dan in de Rijn bij Lobith. In de Hollandse IJssel werd wederom een relatief hoog gehalte aan lager gechlorideerde CB's aangetroffen (CB28 en CB52).

Een extreem hoog gehalte aan Dieldrin is in 2003 gevonden in de Hollandse IJssel. In het Kanaal Gent-Terneuzen bij Sas van Gent lag het dieldringehalte op basis van natgewicht een factor 6 hoger dan in de Rijn bij Lobith.

De gehalten aan HCB, QCB en HCB waren relatief hoog in de Rijn bij Lobith. Het zijn industriële verontreinigingen, die specifiek zijn voor het Rijnstroomgebied.

De HC5 waarde werd alleen voor cadmium in alle locaties, inclusief de Zeughoek in het IJsselmeer, overschreden, waarbij sprake is van licht tot ernstig risico voor mosseletende hogere organismen.

Voor kwik werd de HC5 alleen in 1999 in de Rijn bij Lobith overschreden.

Voor de overige contaminanten bestaat geen risico voor doorvergiftiging.

Dankwoord

De heer E. van Barneveld van het RIVO wordt hartelijk bedankt voor zijn inzet bij het uitzetten van driehoeksmosselen. De medewerking van een aantal medewerkers van de Meetdienst, Directie IJsselmeergebied 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.

De volgende stoffen komen in aanmerking:

- **HBCD** (hexabroomcyclododecaan)
- **PBDEs** (polybroomdifenylethers): congenere: 28, 47, 99, 100, 153, 154, 183.

Congeneer 209 (decaBDE) komt voor in hoge gehalten in zwevend stof en sediment, maar leek tot voor kort niet te accumuleren. Echter, recente gegevens laten accumulatie zien in vogels.

Eventueel ook:

- **TBBP-A** (tetrabroombisfenol-A) en dimethyl metaboliet daarvan. Vlamvertrager met hoogste productiecijfers, maar tot nu toe nog niet zulke hoge gehalten in biota en sediment (analysemethode net ontwikkeld); mogelijk meer in waterfase vanwege meer polaire karakter.

De chemische en fysische eigenschappen, het gedrag in het milieu en de toxiciteit van BVT's (geBromeerde VlamverTragers) lijken sterk op verbindingen als polychloorbifenylen (PCB's) en DDT, en kunnen daarom geclassificeerd worden als persistente, toxische en bioaccumuleerbare verbindingen. PBDE's kunnen onder andere effect hebben op de schildklierhormoonhuishouding en immunotoxiciteit veroorzaken. BVT's zijn in verschillende milieucompartimenten aangetoond, zoals waterbodems, vis, vogels en zoogdieren. In potvissen die afkomstig waren uit de Atlantische Oceaan zijn PBDE's en PBB's aangetroffen (de Boer et al., 1998), wat aantoont dat deze stoffen wijdverspreid in het milieu voorkomen. De vlamvertrager 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 en neemt het gebruik van deze stoffen nog steeds toe (de Boer, J., 2000).

In de Maas bij Eijsden en Borgharen worden zo nu en dan piekwaarden in prioritaire stoffen waargenomen in de zwevende stof. Om de grote variatie en van jaar tot jaar sterk wisselende gehalten aan prioritaire stoffen in de Maas beter in beeld te kunnen brengen, kan in overweging genomen worden jaarlijks een ABM onderzoek met driehoeksmosselen in de Maas bij Eijsden, evenals dit het geval is bij Sas van Gent in het Kanaal Gent-Terneuzen, te laten uitvoeren. Deze gegevens zouden ook nuttig kunnen zijn met betrekking tot het Maas Actie Programma.

Daar als gevolg van lage waterafvoeren en oplopende saliniteiten geen levende mosselen zijn teruggevonden in de Nieuwe Waterweg en het Kanaal Gent – Terneuzen, wordt geadviseerd in 2004 zowel in de Nieuwe Waterweg bij Maassluis als ook in de Rijn bij Lobith opnieuw driehoeksmosselen uit te hangen.

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.
- 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.
- 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
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

Bijlagen

Bijlagen

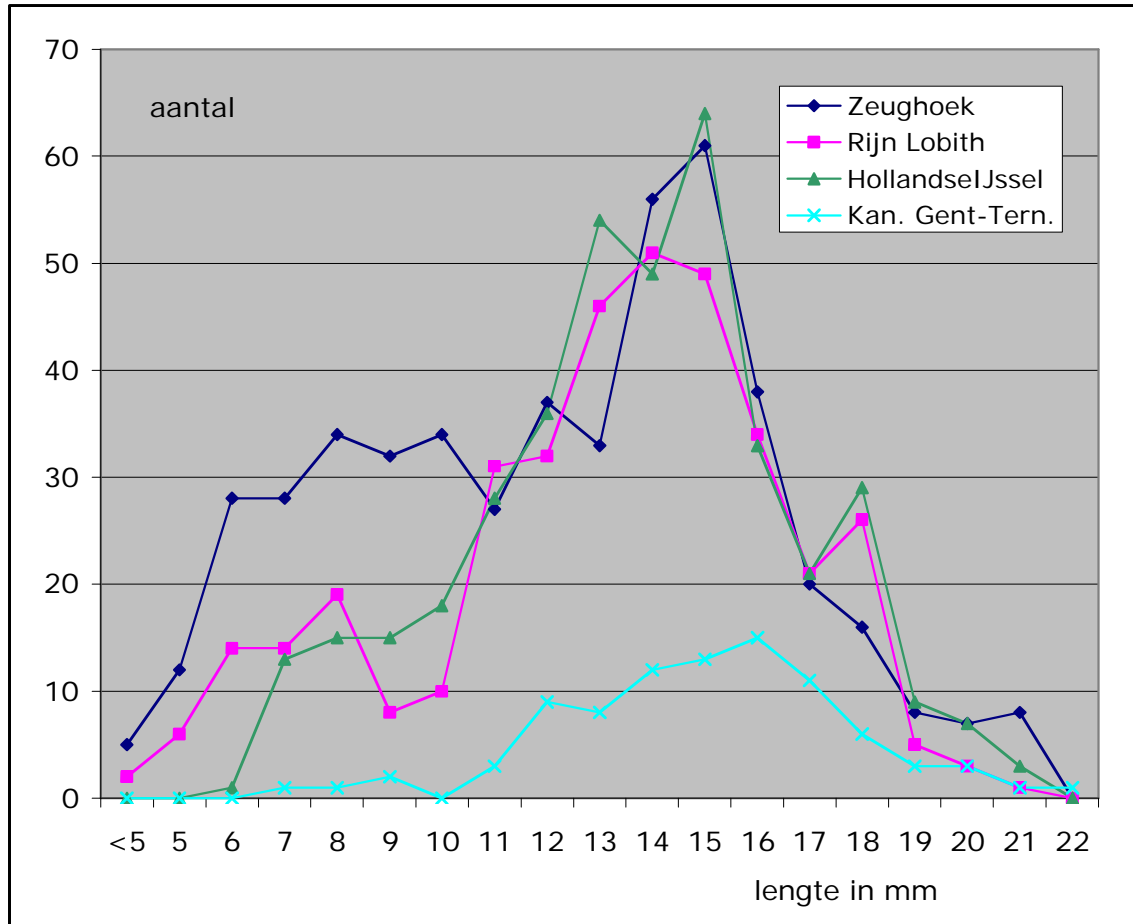
Bijlage 1

Monsternummer		2007	2008	2009	2006	2005
Locatie		Zeug	Rijn bij	Nwe	Hollandse	Kanaal
Jaar: 2003		hoek	Lobith	Waterweg	IJssel	Kanaal
				Maassluis		GT
brutogewicht (g)		140	140.1	nb	150	140.2
tarra		4.1			7.5	7.5
bovenmaats						
nettogewicht (g):		87.20	80.70		64.07	27.00
levend vlees		33.20	23.20		16.90	4.60
schelpen		54.00	56.90		47.17	22.40
dood schelpen		2.80	9.6		6.70	77.30
ondermaats						
totaalgewicht		31.39	16		26.60	2.70
aanhangend vocht						
Monsternummer		2007	2008	2009	2006	2005
Locatie		Zeug	Rijn bij	Nwe	Hollandse	Kanaal
		hoek	Lobith	Waterweg	IJssel	Kanaal
				Maassluis		GT
lengteklasse (mm)	<5	5	2	nb	0	0
aantal levend	5	12	6		0	0
	6	28	14		1	0
	7	28	14		13	1
	8	34	19		15	1
	9	32	8		15	2
	10	34	10		18	0
	11	27	31		28	3
	12	37	32		36	9
	13	33	46		54	8
	14	56	51		49	12
	15	61	49		64	13
	16	38	34		33	15
	17	20	21		21	11
	18	16	26		29	6
	19	8	5		9	3
	20	7	3		7	3
	21	8	1		3	1
	22	0	0		0	1
	23					
	24					
	25					
aantal		484	372		395	89

Bijlage 1, vervolg

Monsternummer	2007	2008	2009	2006	2005
Locatie	Zeug hoek	Rijn bij Lobith	Nwe Waterweg Maassluis	Hollandse IJssel	Kanaal GT
aantal totaal levend	484	372	nb	395	89
ondermaats	270	182	0	180	24
bovenmaats	214	190	0	215	65
gem. lengte (mm)	12.2	13.1		13.7	15.0
gem. gewicht (g)	0.24	0.26		0.23	0.33
bovenmaats levend					
gem. lengte (mm)	15.9	15.8	0.0	15.9	16.3
gewicht (g)	0.41	0.425		0.298	0.415
vleesgewicht (g)	0.155	0.122		0.079	0.071
schelpgewicht (g)	0.252	0.30		0.22	0.345
bovenmaats dood					
dood schelpen (leeg) aantal	nb	37	nb	28	nb
gem. schelpgewicht		0.259		0.24	
totaal dood(%)		10		7	

Bijlage 2



Figuur 19: Frequentieverdelingen voor de uitgehangen monsters driehoeksmosselen in najaar 2003.

Bijlage 3

Tabel a. Biochemische parameters driehoeksmosselen (onderzoek najaar 2003).					
			Droge stof %	As %	Vet(BD) %
RQ20031111/248	2003/2005	Kanaal Gent-Terneuzen	nb	nb	nb
RQ20031111/249	2003/2006	Hollandse IJssel	6.6	0.5	0.9
RQ20031111/250	2003/2007	IJsselmeer Zeughoek	2.6	0.2	0.2
RQ20031111/251	2003/2008	Rijn Lobith	2.7	0.4	0.3
RQ20031111/252	2003/2009	Rijn Maassluis	nb	nb	nb

Tabel b. Biochemische parameters driehoeksmosselen (onderzoek najaar 2003).							
		Droge stof %	Asvrij- drooggewicht g/kg	As %	Kwik mg/kg	Lood mg/kg	Cadmium mg/kg
2003/2005	Kanaal Gent-Terneuzen	nb	nb	nb	nb	nb	nb
2003/2006	Hollandse IJssel	6.6	61	0.5	0.011	0.65	0.12
2003/2007	IJsselmeer Zeughoek	2.6	24	0.2	0.0045	<0.068	0.079
2003/2008	Rijn Lobith	2.7	23	0.4	0.0096	0.38	0.1
2003/2009	Rijn Maassluis	nb	nb	nb	nb	nb	nb

Tabel c. Biochemische parameters driehoeksmosselen (najaar 2003) op basis van asvrijdrooggewicht.						
		Asvrij- drooggewicht g/kg	As %	Kwik mg/kg	Lood mg/kg	Cadmium mg/kg
2003/2005	Kanaal Gent-Terneuzen	nb	nb	nb	nb	nb
2003/2006	Hollandse IJssel	61	0.5	0.2	10.7	2.0
2003/2007	IJsselmeer Zeughoek	24	0.2	0.2	<2.8	3.3
2003/2008	Rijn Lobith	23	0.4	0.4	16.5	4.3
2003/2009	Rijn Maassluis	nb	nb	nb	nb	nb

Bijlage 4

Tabel a. PCB gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2003 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 $\mu\text{g}/\text{kg}$
2003/2005	Kanaal Gent-Terneuzen	0.3	1	1.5	0.5	1.2	1.7	0.6
2003/2006	Hollandse IJssel	2.3	5	8.6	3.5	4.7	9.2	2.6
2003/2007	IJsselmeer Zeughoek	0.03	0.06	0.1	0.04	0.2	0.2	0.08
2003/2008	Rijn Lobith	0.2	0.6	1.4	0.5	1.3	2.1	0.6
2003/2009	Rijn Maassluis	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb

Tabel b. PCB gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2003 op vetbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$).								
Locatie	Vet(BD)	CB-28	CB-52	CB-101	CB-118	CB-138	CB-153	CB-180
	%	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$
Kanaal Gent-Terneuzen	nb							
	0.9	2600	5600	9600	3900	5200	10000	2900
Hollandse IJssel	0.2	150	300	500	200	1000	1000	400
	0.3	670	2000	4700	1700	4300	7000	2000
Rijn Lobith	nb							
Rijn Maassluis	nb							

Bijlage 5

Tabel a. Pesticiden gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2003 op productbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

		HCBD $\mu\text{g}/\text{kg}$	QCB $\mu\text{g}/\text{kg}$	HCB $\mu\text{g}/\text{kg}$	Dieldrin $\mu\text{g}/\text{kg}$	Endrin $\mu\text{g}/\text{kg}$	a-Endosulfan $\mu\text{g}/\text{kg}$
2003/2005	Kanaal Gent-Terneuzen	< 0.01	< 0.03	0.07	0.3	nb	< 0.1
2003/2006	Hollandse IJssel	0.01	0.09	0.6	16	nb	0.06
2003/2007	IJsselmeer Zeughoek	0.01	0.04	0.01	0.07	nb	0.03
2003/2008	Rijn Lobith	0.2	0.05	0.3	0.05	nb	0.04
2003/2009	Rijn Maassluis	nb	nb	nb	nb	nb	nb

Tabel b. Pesticiden gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2003 op productbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

		a-HCH $\mu\text{g}/\text{kg}$	β -HCH $\mu\text{g}/\text{kg}$	γ -HCH $\mu\text{g}/\text{kg}$	pp_DDE $\mu\text{g}/\text{kg}$	pp_DDD $\mu\text{g}/\text{kg}$	pp_DDT $\mu\text{g}/\text{kg}$	Totaal DDT $\mu\text{g}/\text{kg}$
2003/2005	Kanaal Gent-Terneuzen	< 0.02	< 0.1	0.1	0.4	0.1	< 0.2	0.7
2003/2006	Hollandse IJssel	< 0.01	< 0.06	0.1	2.1	1.4	< 0.08	3.6
2003/2007	IJsselmeer Zeughoek	< 0.005	< 0.03	< 0.005	0.05	< 0.02	< 0.04	0.1
2003/2008	Rijn Lobith	< 0.007	0.01	0.03	0.5	0.1	< 0.05	0.7
2003/2009	Rijn Maassluis	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb

Bijlage 6

Tabel b. Pesticiden gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2003 op vetbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$).						
	HCBD $\mu\text{g}/\text{kg}$	QCB $\mu\text{g}/\text{kg}$	HCB $\mu\text{g}/\text{kg}$	Dieldrin $\mu\text{g}/\text{kg}$	Endrin $\mu\text{g}/\text{kg}$	a-Endosulfan $\mu\text{g}/\text{kg}$
Kanaal Gent-Terneuzen	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Hollandse IJssel	1	10	67	1778	nb	7
IJsselmeer Zeughoek	5	20	5	35	nb	15
Rijn Lobith	67	17	100	17	nb	13
Rijn Maassluis	nb	nb	nb	nb	nb	nb

Tabel b. Pesticiden gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2003 op vetbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$).							
	a-HCH $\mu\text{g}/\text{kg}$	β -HCH $\mu\text{g}/\text{kg}$	γ -HCH $\mu\text{g}/\text{kg}$	pp_DDE $\mu\text{g}/\text{kg}$	pp_DDD $\mu\text{g}/\text{kg}$	pp_DDT $\mu\text{g}/\text{kg}$	Totaal DDT $\mu\text{g}/\text{kg}$
Kanaal Gent-Terneuzen	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Hollandse IJssel	1	7	11	233	156	9	400
IJsselmeer Zeughoek	3	15	3	25	10	20	50
Rijn Lobith	2	3	10	167	33	17	233
Rijn Maassluis	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb

Bijlage 7

Tabel a. PAK gehalten in monsters driehoeksmosselen in 2003 op productbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$).					
	2003/2005 Kanaal Gent- Terneuzen	2003/2006 Hollandse IJssel	2003/2007 IJsselmeer Zeughoek	2003/2008 Rijn Lobith	2003/2009 Rijn Maassluis
Acenafteen					nb
Fluoreen					nb
Fenantreen					nb
Anthraceen					nb
Fluoranteen					nb
Pyreen					nb
Benzo(a)anthraceen					nb
Chryseen					nb
Benzo(e)pyreen					nb
Benzo(b)fluoranteen					nb
Benzo(k)fluoranteen					nb
Benzo(a)pyreen					nb
Dibenz(a,h)anthraceen					nb
Benzo(g,h,i)peryleen					nb
Indeno(1,2,3-cd)pyreen					nb