

4NL. Mariene chemie

Nederlandse situatie uitgebreid

J.F. Bakker
W. Bartelds
D. Dijkhuizen
B. Frederiks

4NL.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk 4 zijn de chemische monitoringgegevens verwerkt, die voor de meeste Waddenzeelands voorhanden waren. Van de Nederlandse Waddenzee zijn echter meer gegevens beschikbaar. Het betreft de monitoringgegevens uit het zwevend stof en actieve mosselmeentnet van het MWTL, en de botlever en -spier gegevens ten behoeve van JAMP (OSPAR). In vergelijking met het trilaterale hoofdstuk 4 kon voor de Nederlandse Waddenzee eveneens een langere periode geëvalueerd worden, namelijk van de winter van 1985 tot en met de winter van 1998. Tenslotte worden in dit hoofdstuk de gehalten van een aantal gevaarlijke stoffen getoetst aan de milieunormen voor sediment en zwevende stof (MinVenW, 1998; Dijkhuizen *et al.*, 1999, 1998).

Leeswijzer

Om vergelijking met de trilaterale tekst direct mogelijk te maken is in dit hoofdstuk dezelfde nummering aangehouden, met de toevoeging "NL" na het getal "4". Bij paragrafen zonder extra informatie wordt terugverwezen naar de trilaterale tekst van hoofdstuk 4.

4NL.2 Voedingsstoffen (nutriënten)

4NL.2.1 Methoden

De nutriëntconcentraties werden volgens de methode beschreven in paragraaf 4.2.1 gestandaardiseerd naar 10 en 27 psu. De gestandaardiseerde nutriëntgehalten werden geanalyseerd op trends voor de periode 1985 tot en met 1998. De gevonden trends zijn samengevat in Tabel 4NL.1, waarin tevens de meest recente nutriëntconcentraties zijn vermeld. De ontwikkelingen van stikstofnutriënten zijn weergegeven in Figuur 4NL.1, die van fosfor- en silicaatnutriënten in Figuur 4NL.2.

4NL.2.2 Stikstofverbindingen

Temporele trend

Terwijl de ammonia-gehalten in de westelijke en oostelijke Waddenzee weinig veranderen, is in de Eems-Dollard een sterke reductie in ammonia waarneembaar in het brakke bereik (10 psu, Figuur 4NL.1). Deze reductie zet door tot en met de winter van 1998 en bedraagt 70%, overeenkomend met de sterke reductie in de aanvoer door de rivier de Eems (60% reductie) en vermoedelijk ook de Westerswoldse Aa, hoewel hiervoor geen gegevens beschikbaar zijn (Tabel 4NL.1).

De eerder gesignaleerde reductie in nitraat (en nitriet) en totaal stikstof in het Eems estuarium is in 1997 en 1998 omgeslagen naar een zeer sterke stijging in het brakke bereik (10 psu). De stijging van deze stikstofverbindingen in het zoute bereik begon al vanaf de winter van 1995 en zet zich tot en met de winter van 1998 door. Zowel in het brakke als in het mariene bereik van het Eems-Dollard estuarium liggen nitraat en totaal stikstof in 1998 weer op het niveau van 1992. Deze ontwikkeling is slechts ten dele te verklaren met de Eemsvrachten. Hierin kunnen ook de vrachten van de Westerswoldse Aa en eventueel de Leda een, nog onbekende, rol spelen.

In het 27 psu bereik is in zowel de westelijke als de oostelijke Waddenzee geen duidelijke ontwikkeling in de opgeloste stikstofverbindingen. Er zou sprake kunnen zijn van een lichte, maar niet significante, toename van totaal stikstof in de oostelijke Waddenzee (Figuur 4NL.1). Bij 10 psu wordt in de westelijke Waddenzee een significante toename in nitraat gesignaleerd over de periode 1985-1995 (N1, Tabel 4NL.1). De oorzaak hiervan is niet geheel duidelijk. De schommelingen in de aanvoer van nitraat zijn duidelijk zichtbaar in de variaties van de 10 psu nitraatgehalten (Figuur 4.4 en Figuur 4NL.1), maar daaronder ligt een langere termijn trend van toename van nitraat. Misschien is het gebruik van locatie Y21 (Vrouwenzand, tegenover Kampen) ter bepaling van de nitraatvrachten naar de Waddenzee niet volledig representatief voor de werkelijke nitraatvrachten, vanwege de nalevering van nu-

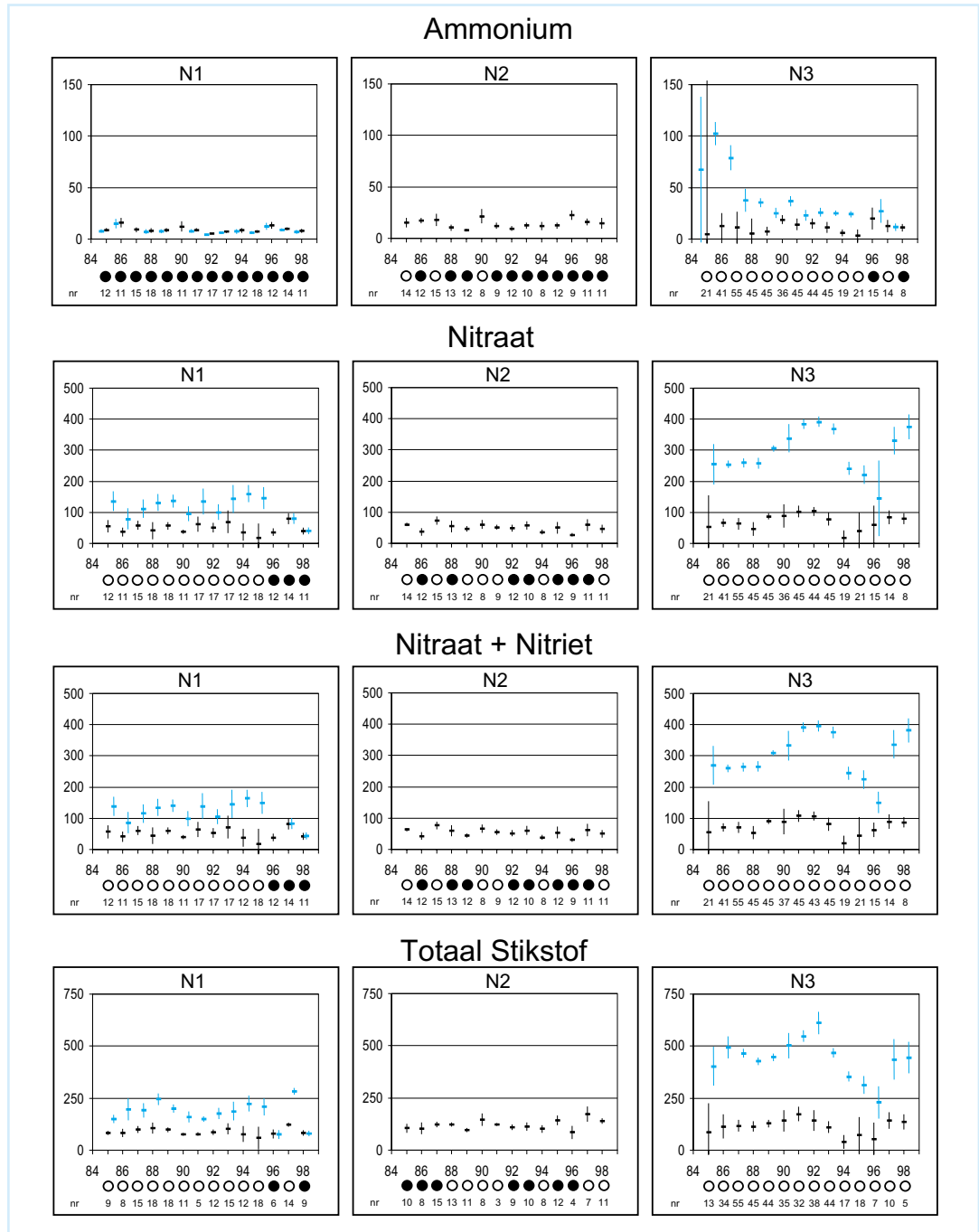
Tabel 4NL.1 Temporele ontwikkelingen van rivieraanvoer (geschaduwde rijen) en saliniteit-gestandaardiseerde winterconcentraties van nutriënten in de Waddenzee over de periode 1985-1998. Voor N3 zijn de Duitse gegevens meegenomen in de evaluatie.

Trends geven een voortdurende en significante af- of toename aan, zijn vetgedrukt, aangegeven met - (afname), + (toename), waarachter het percentage toe- of afname. ns : geen significante trend. Veranderingen duiden op een significant verschil tussen de jaren 1985 en 1998, zijn weergegeven in cursief, eventueel gevolgd door het percentage verandering. De gemiddelde rivieraanvoer (km³/jaar) loopt over de periode 1985-1996.

¹⁾: data van 1997; ²⁾: data van 1995; *: te weinig gegevens om saliniteitscorrectie uit te voeren (Dit geldt met name voor de periode 1996 tot en met 1998).

| Rivier / gebied | Debiet (km ³ /y) | | N _{tot} trend | P _{tot} trend | | NH ₄ ⁺ trend | NO ₃ ⁻ trend | PO ₄ ³⁻ trend | | SiO ₄ ³⁻ trend | | | | |
|-----------------|-----------------------------|-----------|---------------------------|---------------------------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|-------|---|------|------|-----|------------------|
| | trend | gemiddeld | | 1998 | 1998 | | | 1998 | 1998 | 1998 | 1998 | | | |
| IJsselmeer | ns | 15.8 | | -50% | -55% | | | -80% | | | | | | |
| N1 10 psu | | | ns* | 284 ¹⁾ | -40% | 3.3 | ns | 8 | +30%* | 145 ²⁾ | -70% | 0.99 | ns* | 56 ²⁾ |
| 27 psu | | | ns* | 123 ¹⁾ | -40% | 3.3 | ns | 8 | ns* | 17 ²⁾ | -70% | 0.99 | ns* | 14 ²⁾ |
| N2 27 psu | | | ns | 138 | ns | 7.4 | ns | 15 | ns | 46 | -60% | 1.03 | ns | 28 |
| Eems | ns | 2.9 | | | -60% | | | | | | | | | |
| N3 10 psu | | | ns | 450 | -60% | 9.1 ¹⁾ | -70% | 27 ¹⁾ | ns | 376 | -50% | 2.64 | ns | 142 |
| 27 psu | | | ns | 135 | ns | 3.8 ¹⁾ | ns | 13 ¹⁾ | ns | 79 | -45% | 1.57 | ns | 47 |

Figuur 4NL.1. Wintergehalten van Stikstof-nutriënten ($\mu\text{mol/l}$), gestandaardiseerd op 10 psu (blauw) en 27 psu (zwart). ●: zoutgradient, gemiddelde waarde (-) en 95% betrouwbaarheidsinterval (I). ○: zoutgradient, geïnterpoleerde waarde (-) en 95% betrouwbaarheidsinterval (I). Winterperiode: december-januari-februari. nr: aantal data per winterdataset.



triënten door het IJsselmeer-sediment tussen Vrouwenzand en de Afsluitdijk.

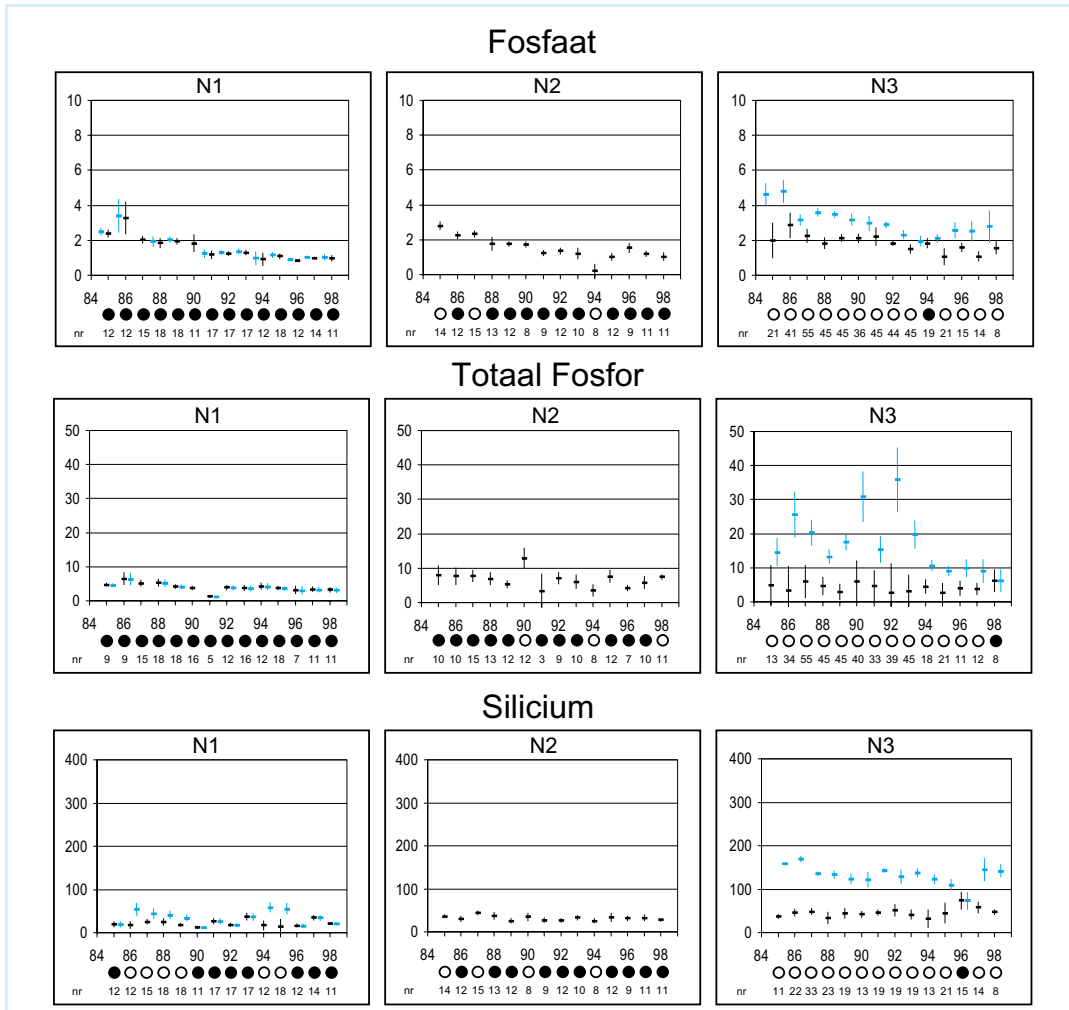
Ruimtelijke trend

In zowel het mariene als het brakke deel van de Nederlandse Waddenzee is sprake van een ruimtelijke trend van west naar oost. In de westelijke Waddenzee zijn de gehalten aan stikstofverbindingen bij 10 en 27 psu ongeveer de helft van die in het Eems-Dollard estuarium. De totaal stikstof gehalten bij 27 psu liggen in de oostelijke Waddenzee en in het Eems-Dollard estuarium op een vergelijkbaar niveau.

4NL.2.3 Fosforverbindingen

Temporele trend

In zowel de Nederlandse Waddenzee als de Eems-Dollard is in de periode 1985 tot en met 1998 sprake van een reductie van respectievelijk 70 en 45% (Figuur 4NL.2). De laatste jaren stabiliseert de afname, terwijl in de Eems-Dollard weer een lichte toename lijkt op te treden. De eerder geconstateerde rol van wadplaten in de nalevering van nutriënten (zie paragraaf 4.2.1) zou voor de Dollard kunnen opgaan, aangezien de toename optreedt in een pe-



Figuur 4NL.2. Wintergehaltes van Fosfor-nutriënten en Silicium ($\mu\text{mol/l}$), gestandaardiseerd op 10 psu (blauw) en 27 psu (zwart). ●: zoutgradient, gemiddelde waarde (-) en 95% betrouwbaarheidsinterval (|). ○: zoutgradient, geïnterpolerde waarde (-) en 95% betrouwbaarheidsinterval (|). Winterperiode: december-januari-februari. nr: aantal data per winterdataset.

riode van afnemende zoetwaterafvoer door de Eems én ook voor nitraat zichtbaar is (Figuur 4NL.1). Alternatieve bronnen (bijvoorbeeld de Westervolde Aa) zijn echter niet uit te sluiten.

Ruimtelijke trend

De westelijke Waddenzee vertoont in het 27 psu gedeelte gemiddeld een 25% lager fosfaat- en totaal fosforgehalte dan de oostelijke Waddenzee en het Eems-Dollard estuarium. In het 10 psu gedeelte is het fosfaat- en totaal fosforgehalte in de westelijke Waddenzee zelfs zo'n 50 tot 60% lager dan in het Eems-Dollard estuarium. De, ten opzichte van het IJsselmeer, tweemaal hogere totaal fosfor- en de ongeveer negenmaal hogere fosfaatconcentratie in de rivier de Eems kunnen een verklaring zijn voor de hogere gehalten in het Eems-Dollard estuarium. Het in verhouding tot de westelijke Waddenzee relatief grote wadplaten-areaal in de oostelijke Waddenzee (en in de Eems-Dollard), en dienvolgende meer nalevering uit het sediment, kan ook een verklaring zijn voor de gemiddeld hogere nutriëntgehalten. Dit is echter nog onvoldoende

onderzocht. De fosforconcentraties in het IJsselmeer, als Rijnbekken, zijn in verhouding tot andere zoetwaterbronnen van de Waddenzee tot een zeer laag niveau gedaald.

4NL.2.4 Silicaat

Temporele trend

De eerder in de trilaterale paragraaf 4.2.4 gesignaleerde negatieve trend van silicaat (periode 1985-1996) in het 10 psu-gedeelte van het Eems-Dollard estuarium zette niet door in de winters van 1997 en 1998 (Figuur 4NL.2). In het 27 psu gedeelte van het Eems-Dollard estuarium lijkt zich in de periode 1985-1998 een licht positieve, niet-significante, trend af te tekenen. In de westelijke en oostelijke Waddenzee is geen trendmatige ontwikkeling in de silicaatconcentratie.

| Rivier / gebied | Cd | Cu | Hg | Pb | Zn | γ -HCH | HCB | Σ^6 PCBs | Σ^{14} of 9 PAKs |
|-----------------|-------|------|------|------|------|---------------|-------|--------------------|----------------------------|
| IJsselmeer | -50% | -60% | -30% | -10% | ns | -80% | | | |
| N1 sediment | -40% | ns | ns | ns | -25% | | ns | -60% | -50% (14PAKs) |
| zwevend stof | -40% | ns | -35% | ns | ns | | ns | ns | ns (9PAKs) |
| mossel PBM | ns | ns | ns | ns | ns | | ns | ns | |
| mossel ABM | ns | -25% | ns | ns | ns | | -60%* | +183% ^V | ns |
| botlever#spier | ns | | -75% | | | | ns | ns | |
| voegeleieren | | | | | | -84% | ns | -73% | |
| N2 sediment | -40% | ns | -35% | -25% | -30% | | ns | -70% | -50% (14PAKs) |
| zwevend stof | ns | ns | ns | ns | ns | | ns | -45% | ns |
| mossel PBM | ns | ns | ns | ns | ns | | | +134% ^V | ns |
| mossel ABM | ns | -28% | ns | ns | ns | | -70% | ns | ns |
| botlever#spier | | | | | | | | | |
| voegeleieren | | | ns | | | ns | ns | ns | |
| Eems | -75% | ns | ns | ns | ns | -50% | | ns | |
| N3 sediment | ns | ns | ns | ns | ns | | ns | -60% | -50% (14PAKs) |
| zwevend stof | ns | -25% | -45% | ns | -15% | | -70% | ns | ns (9PAKs) |
| mossel PBM | ns | -15% | ns | -70% | ns | | | -50% | -60% (14PAKs) |
| mossel ABM | ns | -24% | ns | ns | ns | | -60% | +128%* | -11% (Borneff) |
| botlever#spier | +200% | | ns | | | | | -75% | -50% ¹⁾ |
| voegeleieren | | | ns | | | ns | ns | -69% | |

Tabel 4NL.2 Temporele trends in de aanvoer van stoffen door rivieren (geschaduwde rijen) en Waddenzee concentraties over de periode 1988-1997 (voor zover beschikbaar).

Trends, die een significante en voortdurende daling of stijging aangeven, zijn weergegeven (in vet) als - x% (afname) of + x% (toename): het percentage daling of stijging over de periode 1985 - 1997.

Veranderingen (weergegeven in *cursief*) verwijzen naar een significant verschil tussen de data sets van de vergeleken jaren (*i.c.* 1988 en 1996 of 1997).

ns: geen significante trend of *verandering*.

Lege cellen: betreffende analyse is niet beschikbaar.

Trends werden op basis van jaargemiddelden getest met de parameter-vrije Man-Kendall test. Een p-waarde ≤ 0.05 werd genomen als indicatie voor een significante trend.

^V: op basis van vetgewicht

*: Significantie grensgeval, doordat de aanwezigheid van een trend volgens Man-Kendall afhangt van het gebruik van jaargemiddelde of jaarmediaan waarden. In sommige gevallen wordt een sterke reductie weer gevolgd door een sterke toename in recente jaren.

Voegeleieren: gemiddelde van Visdief (CT) en Scholekster (OC) eieren, tenzij anders is vermeld. blanco velden : niet onderzocht; s.: op basis van één jaar.

Bot: Kwik (Hg) werd geanalyseerd in het spierweefsel. De overige stoffen in de lever.

¹⁾ De som ⁶PCBs bereikte in 1995 extreem hoge waarden, ca. 6 maal hoger dan omringende jaren.

Ruimtelijke trend

De silicaatconcentraties in het Eems-Dollard estuarium zijn aanmerkelijk hoger dan in de westelijke en oostelijke Waddenzee: ongeveer een factor 3 bij 27 psu en een factor 10 bij 10 psu. Omdat er geen gegevens beschikbaar zijn over de silicaatconcentraties in de toeleverende zoetwaterbronnen, kan de rol hiervan niet geëvalueerd worden. Over het algemeen duiden hoge silicaatconcentraties ook op hoge remineralisatieactiviteit van dood organisch materiaal (diatomeeën, foraminiferen). Dit beeld past goed bij het eerder geschetste belang van wadplaten in de nalevering van nutriënten (uit remineralisatie) en het karakter van het Eems-Dollard estuarium met een hoge aanvoer van organisch materiaal. Mogelijk heeft het relatief hoge silicaatgehalte van het Eems-Dollard estuarium een bepalende rol gespeeld bij de massale bloei van de diatomee *Coscinoc*

discus concinnus en de daarop volgende zwarte-vlekkengebeurtenis in de Nedersaksische Waddenzee in het voorjaar van 1996 (zie ook paragraaf 5.1.4).

4NL.2.5 Mate van eutrofiëring

In paragraaf 4.2.6 werd op basis van de gegevens van de winter van 1996 een schatting gemaakt van een overschrijding met een factor 2-10 van de achtergrondconcentraties van nutriënten in de Waddenzee. Op basis van de winters van 1997 en 1998 is de overschrijding voor de westelijke en oostelijke Waddenzee ongeveer gelijk. De totaal-stikstof- en nitraatconcentraties in het Eems-Dollard estuarium zijn echter toegenomen, in het 10 psu gebied zelfs verdrievoudigd. Dit betekent dat de N/P-ratio nog verder is toegenomen. In het Eems-Dollard estuarium bedroeg N/P-ra-

| Rivier / gebied | Cd mg/kg (1% TOC) | Cu mg/kg (1% TOC) | Hg mg/kg (1% TOC) | Pb mg/kg (1% TOC) | Zn mg/kg (1% TOC) | Σ-HCH (μg/kg) | HCB (μg/kg) | Σ ⁶ PCBs (μg/kg) | Σ ⁶ PAKs (μg/kg) | Flu 1%OC | BaP 1%OC | TBT ²⁾ (μg/kg) |
|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|-------------|------------------------------|
| IJsselmeer | | | | | | | | | | | | |
| N1 <i>sediment</i> | 0.8 (0.2) | 22 (6) | 0.3 (0.1) | 64 (18) | 166 (46) | | 1.1 | 17 | 857 | 51 | 23 | 32 |
| <i>zwevend stof</i> | 0.5 | 17 | 0.3 | 44 | 134 | | 1.5 | 14 | 790 | 46 | 24 | |
| <i>mossel PBM</i> | nd | nd | nd | nd | nd | | nd | nd | nd | | | |
| <i>mossel ABM</i> | 0.3* | 7* | 0.2* | 1.5* | 80* | | 0.3* | 113* | 155 | | | |
| <i>botlever</i> | 0.07 | | 0.5 | | | | 3.9 | 402 ¹⁾ | | | | |
| <i>vogeleieren</i> | | | 0.7-0.3(1.4) | | | 6-7(29) | 12-4(17) | 500-302(1258) | | | | |
| N2 <i>sediment</i> | 0.8 (0.2) | 20 (6) | 0.3 (0.1) | 61 (18) | 154 (47) | | 1.5 | 15 | 883 | 47 | 24 | 23 |
| <i>zwevend stof</i> | 0.5 | 16 | 0.2 | 49.4 | 131.1 | | 0.9 | 10 | 700 | 40 | 20 | |
| <i>mossel PBM</i> | nd | nd | nd | nd | nd | | nd | nd | nd | | | |
| <i>mossel ABM</i> | 0.5 | 6 | 0.1 | 2 | 80 | | 0.5 | 77 | 112 | | | |
| <i>botlever</i> | | | | | | | | | | | | |
| <i>vogeleieren</i> | | | 0.3*-0.4(1.5)* | | 5-5(21) | 13-4(17) | 398-403(1679) | | | | | |
| Eems | | | | | | | | | | | | |
| N3 <i>sediment</i> | 0.6 (0.2) | 20 (7) | 0.3 (0.1) | 56 (19) | 152 (52) | | 3.4 | 15 | 1109 | 60 | 30 | 31 |
| <i>zwevend stof</i> | 0.5 | 17 | 0.3 | 51 | 143 | | 2.2 | 14 | 1670 | 74 | 38 | |
| <i>mossel PBM</i> | 1.0* | 6 | 0.2 | 0.5 | 94 | | 0.7 | 100* | 145 | | | |
| <i>mossel ABM</i> | 0.7 | 7 | 0.2 | 2 | 90 | | 0.9 | 76.2 | 189 | | | |
| <i>botlever</i> | 0.3 | | 0.4 | | | | 15.6 | 440.9 ¹⁾ | | | | |
| <i>vogeleieren</i> | | | nd-0.2(0.7) | | | nd-3(13) | nd-6(25) | nd-531(2213) | | | | |

Tabel 4NL.3 Huidige verontreinigingsniveaus (1997, of zo recent mogelijk, de laatste gemerkt met *) in de Waddenzee matrices. Sediment en zwevend stof **metalen**: gestandaardiseerde gehalten (mg of μg/kg drooggewicht) op sediment met 10% organische stof (10% OS) en 25% lutum (< 2 μm).

(1% TOC), getallen tussen haakjes (): *sediment* gegevens werden gestandaardiseerd naar een sediment met 1% OC met de formule: $C_m(1\% \text{ TOC}) = C_m * (1/[TOC])$, waarin C_m : metaalgehalte, (T)OC: (totaal) organisch koolstofgehalte. De getallen tussen () te gebruiken bij de EAC's (Tabel 4.5).

organische verbindingen: idem, maar alleen op 10% OS. (Met uitzondering van Flu en BaP kolom, gestandaardiseerd op 1% OC tbv. van Tabel 4.5, EAC's).

Mossel (ABM en PBM): mg (metalen) of μg/kg drooggewicht.

Botlever: cadmium (in lever) en kwik (in spierweefsel) mg/kg drooggewicht, HCB en PCB's: μg/kg drooggewicht in lever.

¹⁾: door afwezigheid van CB138 in de analyseresultaten is CB138 geschat uit CB153, aannemend dat CB138/CB153 ratio gelijk is aan 0.787

Vogeleieren: mg (metalen) of μg/kg versgewicht. Eerste getal: *Visdief*. tweede getal: *Scholekster* (data naar Becker *et al.*, 1998). Bij de *Scholekster* is tussen haakjes het drooggewichtgehalte weergegeven, uitgaande van 24% drooggewicht in de eieren (Becker, mond. meded.).

nd: geen gegevens; ΣHCH: α-+β-+γ-HCH; Σ⁶PCBs: som CB 28,101,118,138,153,180; Σ⁶PAK's: som van Fluorantheen, Benzo-*b/k*-Fluorantheen, Benzo-*a*-Pireen, Indeno-123,cd-Pyreen, Benzo-*ghi*-Peryleen (Borneff PAK's).

TBT: gemiddelde gehalten van de Waddenzee survey (Werkman *et al.*, 1999, in voorbereiding). TBT²⁾ als tin (μg/kg sediment fractie <63 μm), niet gestandaardiseerd!

tio in de winter van 1998 ongeveer 50 bij 27 psu en ongeveer 156 bij 10 psu. Meer informatie over de N/P-ratio is te vinden in paragraaf 5.2.4.

In verhouding tot de (westelijke en oostelijke) Waddenzee is het Eems-Dollard estuarium meer geëutrofeerd. Dit uit zich in zowel de fosfor- als de stikstofnutriënten. De westelijke Waddenzee lift duidelijk mee op het succes van de fosfaatreducties in het Rijn-stroomgebied. Het is ook duidelijk dat het daar behaalde succes nog niet algemeen geldig is, zoals bijvoorbeeld voor de Eems. Een verdere reductie van fosfor-emissies en een serieuze aanpak van de stikstof-emissies zijn, in vergelijking met de vorige QSR (de Jong *et al.*, 1993), nog steeds actueel.

4NL.2.6 Opmerkingen over nutriëntenmonitoring

De nutriëntgegevens van de laatste jaren (vanaf 1996) zijn, met name voor de westelijke Waddenzee, niet toereikend genoeg om een betrouwbare standaardisering naar zoutgehalte (zoutcorrectie) te kunnen uitvoeren. Hierdoor is het niet mogelijk de dataset in het 10 psu gebied op een temporele trend te analyseren. Dit probleem kan grotendeels worden toegeschreven aan het tekort aan gegevens in het brakke gedeelte. Het is aan te bevelen het aantal monsters per zoutgradient op te voeren tot minimaal vijf (zie ook TMAP), waarbij in het bereik van 0 tot 10 psu minimaal 3 monsters genomen zouden moeten worden.

Tabel 4NL.4 Uitgebreide lijst met TBT gehalten in Waddenzee sedimenten. Gehalten als $\mu\text{g/kg}$ TBT in droog sediment. Ten opzicht van tabel 4.8 zijn de gegevens uitgebreid met (W): gegevens uit de Waddenzee survey (Werkman *et al.*, 1999, *in prep.*). *: gehalten zijn met behulp van de factor 290/118 geconverteerd uit TBT-Sn naar TBT.

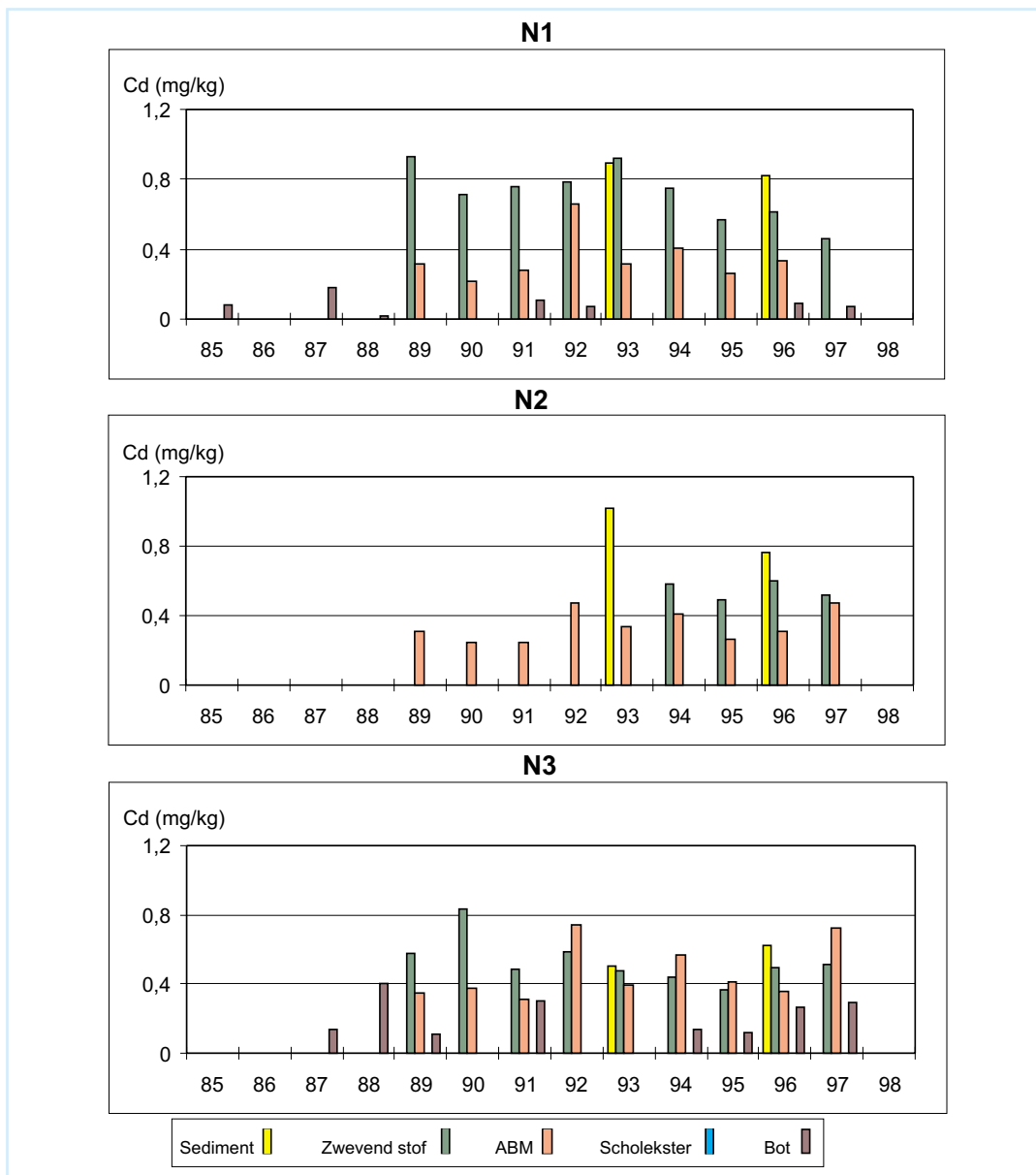
| Locatie (gebied) /Type | Jaar (bron) TBT ($\mu\text{g/kg}$ TBT DW) | Water (ng/l) | Mossel (mg/kg DW) |
|--|---|-----------------|----------------------|
| Mokbaai (N1) /R | 1998(I) 73* (<63 μm) | | |
| Den Helder (haven ingang, N1) /H | 1998(I) 46* (<63 μm) | | |
| Griend (N1) /R | 1998(I) 29* (<63 μm) | | |
| Malzwin (west) (N1) /R | 1998(W) 103* (<63 μm) | | |
| Den Oever buiten (N1) /M | 1998(W) 54* (<63 μm) | | |
| Doove Balg west (N1) /R | 1998(W) 88* (<63 μm) | | |
| Kornwerderzand (N1) /H | 1998(W) 69* (<63 μm) | | |
| Richel (N1) /R | 1998(W) 71* (<63 μm) | | |
| Terschelling haven (N1) /M | 1998(W) 288* (<63 μm) | | |
| Griend kwelder (N1) /R | 1998(W) 47* (<63 μm) | | |
| Harlingen haven (N1) /H | 1998(W) 1509* (<63 μm) | | |
| Dantziggat (N2) /R | 1998(W) 66* (<63 μm) | | |
| Zoutkamperlaag (N2) /R | 1998(W) 42* (<63 μm) | | |
| Zuidoostlauwers oost (N2) /R | 1998(W) 59* (<63 μm) | | |
| Rottumeroog zuidoost (N2) /R | 1998(W) 59* (<63 μm) | | |
| Bocht van Watum (N3) /R | 1998(W) 79* (<63 μm) | | |
| Bocht van Watum oost (N3) /R | 1998(W) 84* (<63 μm) | | |
| Delfzijl Zeehavenkanaal (N3) /H | 1998(W) 322* (<63 μm) | | |
| Heringsplaat noord-oost (N3) /R | 1998(W) 64* (<63 μm) | | |
| Dollard (N3) | 1997(F) 7 - 25* (totaal sediment) | | |
| Borkum (N3) | 1997(F) 2 - 10* (totaal sediment) | | |
| Leybucht (N3) | 1997(F) 2 - 9* (totaal sediment) | | |
| Norderney (NS1) | 1997(F) 2 - 3* (totaal sediment) | | |
| Spiekeroog (NS1) | 1997(F) 2 - 6* (totaal sediment) | | |
| Elisabeth-Groden (NS1) | 1997(F) 1 - 4* (totaal sediment) | | |
| Jadebusen (NS2) | 1997(F) 7 - 36* (totaal sediment) | | |
| Hoher Weg (NS1) | 1997(F) 4 - 20* (totaal sediment) | | |
| Tettens (NS3) | 1997(F) 22 - 50* (totaal sediment) | | |
| Cappel (NS3) | 1997(F) 2 - 21* (totaal sediment) | | |
| Bagger dumplocaties (NS1-NS3) | 1997(H) 2 - 452 (totaal sediment) | | |
| Emden/Knock (N3) /R | 1994(C) 300 - 750 (totaal sediment) | | |
| Westermarsch (N3) /R | 1994(C) 50 - 120 (totaal sediment) | | |
| Norddeich (NS1) /M,H | 1994(C) 610 - 1100 (totaal sediment) | | |
| Dornumer/Accumersiel (NS1) /M | 1994(C) 500 - 4100 (totaal sediment) | | |
| Neuharlingersiel, Mole (NS1) /M,H | 1994(C) 610 - 5400 (totaal sediment) | | |
| Meldorf (SH2) /M | 1994(C) 910 - 20000 (totaal sediment) | | |
| Büsum (SH2) /M | 1994(C) 750 - 3200 (totaal sediment) | | |
| Husum (SH3) /H | 1994(C) 600 - 5100 (totaal sediment) | | |
| Südwesthörn (SH3) /R | 1994(C) 93 - 170 (totaal sediment) | | |
| WWF voorstel maximum niveau | 0.005 - 0.05 (totaal sediment) | | |
| Ecotoxicologisch Analyse Criterium (OSPAR) | 0.005 - 0.05 (1% TOC) | 0.1 - 1 | 0.001-0.01 |
| MTR niveau NW4 (1999) | 0.7 $\mu\text{g/kg}$ DW (SRS) | 1 | |

De nitraatgegevens suggereren dat het gebruik van locatie *Vrouwenzand* (Y21) ter bepaling van de IJsselmeervrachten bij Kornwerderzand en Den Oever niet geheel representatief is voor de werkelijke vrachten. Gezien de geconstateerde rol van sedimenten in de nalevering van nutriënten zou dit ook begrijpelijk zijn. Het verdient aanbeveling de locatiekeuze ten behoeve van de vrachtbepalingen te optimaliseren. Zie verder ook paragraaf 4.2.6.

4NL.3 Metalen en organische contaminanten

4NL.3.1 Inleiding

In hoofdstuk 4 zijn een aantal stoffen – metalen, TBT, PAKs, PCB's, HCB en lindaan – geanalyseerd in sedimenten, in wilde Mossels (*Mytilus edulis*) en in eieren van Visdief (*Sterna hirundo*) en Scholekster (*Haematopus ostralegus*). Waar mogelijk, zijn deze gegevens voor dit hoofdstuk geactualiseerd tot en met 1997. Voor de Nederlandse Waddenzee zijn



Figuur 4NL.3. Cadmiumgehalten in sediment (SRSm), zwevend stof (SRSm), ABM-mosselen (DW) en Scholekster-eieren (DW) (mg/kg). SRSm: Standaard Reference Soil = Standaardbodem voor metalen, met 10% organisch materiaal en 25% lutum (fractie <2 µm). DW: drooggewicht. SW: Streefwaardeniveau voor sediment en zwevend stof: 0.8 mg/kg DW (MinVenW, 1998).

daarbij tevens gegevens van deze stoffen beschikbaar uit het *Actief Biologisch Monitoringnet* met Mossels (ABM), uit lever en spierweefsel van de Bot (*Platichthys flesus*) en uit het *Zwevend-stof Meetnet*. Hiervan zijn de gegevens tot en met 1997 verwerkt.

Voor de grafieken is een andere weergave gekozen dan in hoofdstuk 4 is gebruikt. Teneinde een stof in de diverse monitoringmatrices goed te kunnen volgen, zijn de gehalten naast elkaar uitgezet. Contaminanten in sediment en zwevend stof zijn uitgedrukt op basis van standaardbodem (10% organische stof, 25% lutum). Contaminanten in Mossels en scholekstereieren zijn uitgedrukt op basis van drooggewicht (bijna 100% organische stof). Hierdoor zijn de koolstofgehalten in de verschillende matrices niet gelijk, waarmee bij de kwantitatieve vergelijking tussen sediment en zwevend stof

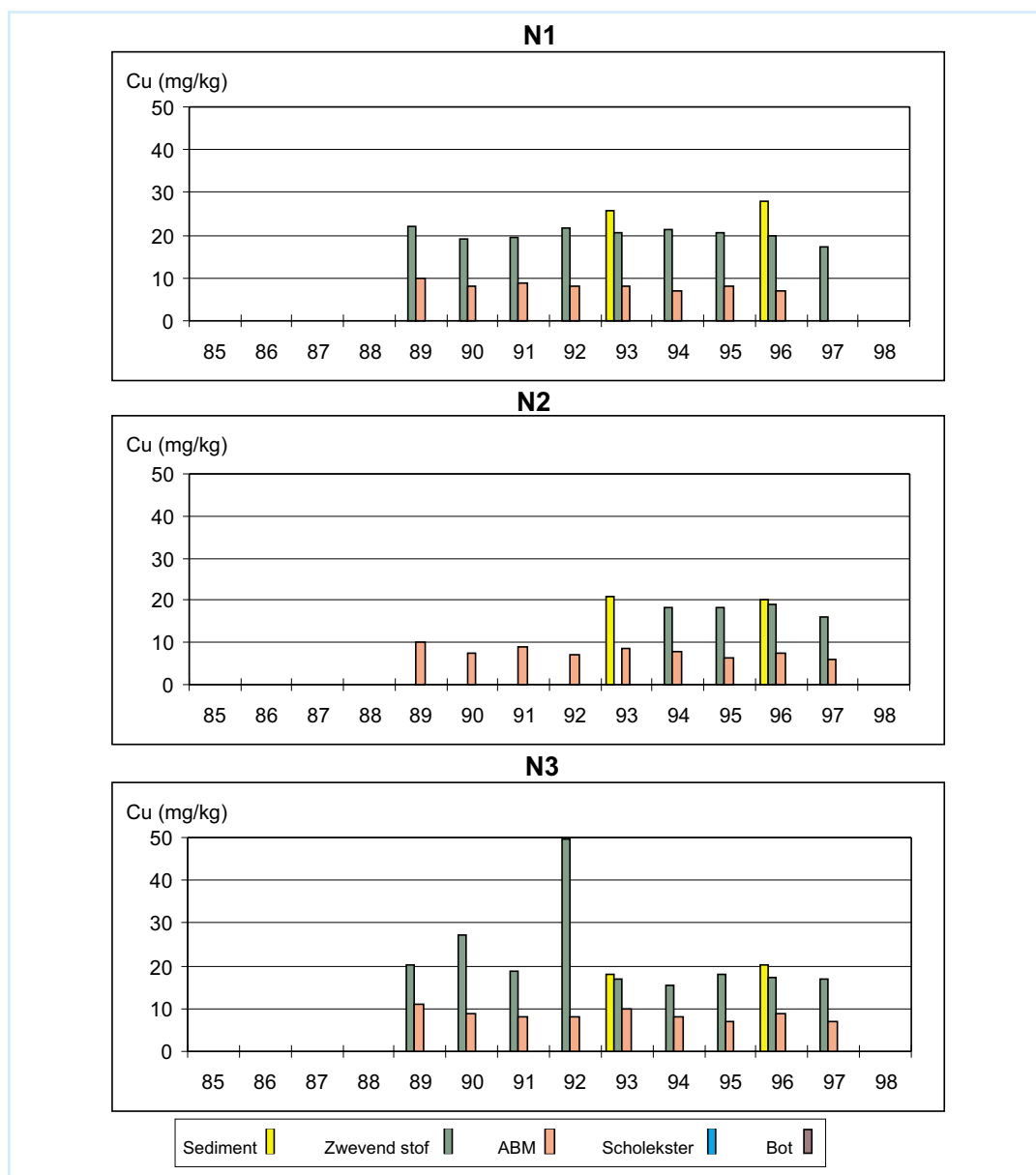
enerzijds, en de biota anderszijds, goed rekening gehouden moet worden. Dit geldt met name voor de organische contaminanten.

4NL.3.2 Methoden

De methoden komen overeen met de werkwijze beschreven in paragraaf 4.3.2. Het ABM meetnet, actieve mosselmonitoring, is gebaseerd op het gedurende 6 weken uithangen van 100 Mossels in een plastic mandje. In deze periode komt het mosselvlees in evenwicht met de stoffen in het water. De Mossels worden geoogst en geanalyseerd, waarbij de analyseresultaten vergeleken kunnen worden met de beginsituatie van de 100 Mossels.

Ten behoeve van normtoetsing zijn de gehalten in sediment en zwevend stof genormaliseerd overeenkomstig de nieuwe sedimentformule voor meta-

Figuur 4NL.4. Kopergehalten in sediment (SRSm), zwevend stof (SRSm), ABM-mosselen (DW) en Scholekster-eieren (DW) (mg/kg). SRSm: Standaard Reference Soil = Standaardbodem voor metalen, met 10% organisch materiaal en 25% lutum (fractie <math><2\ \mu\text{m}</math>). DW: drooggewicht. SW: Streefwaardenniveau voor sediment en zwevend stof: 36 mg/kg DW (MinVenW, 1998).



len (Smedes, 1997) en de vernieuwde conversie van elementair organisch koolstof naar organische stof (Smedes, 1999). De MTR en streefwaarden-niveaus worden in de relevante figuren weergegeven (MinVenW, 1998).

De gehalten in biologische matrices zijn gebaseerd op drooggewicht. Voor de lipofiele, meestal organische, verbindingen zou vet een betere basis zijn. Er is echter bewust gekozen voor drooggewicht als basis om de vergelijking met de internationale QSR gegevens (hoofdstuk 4) eenvoudig te houden.

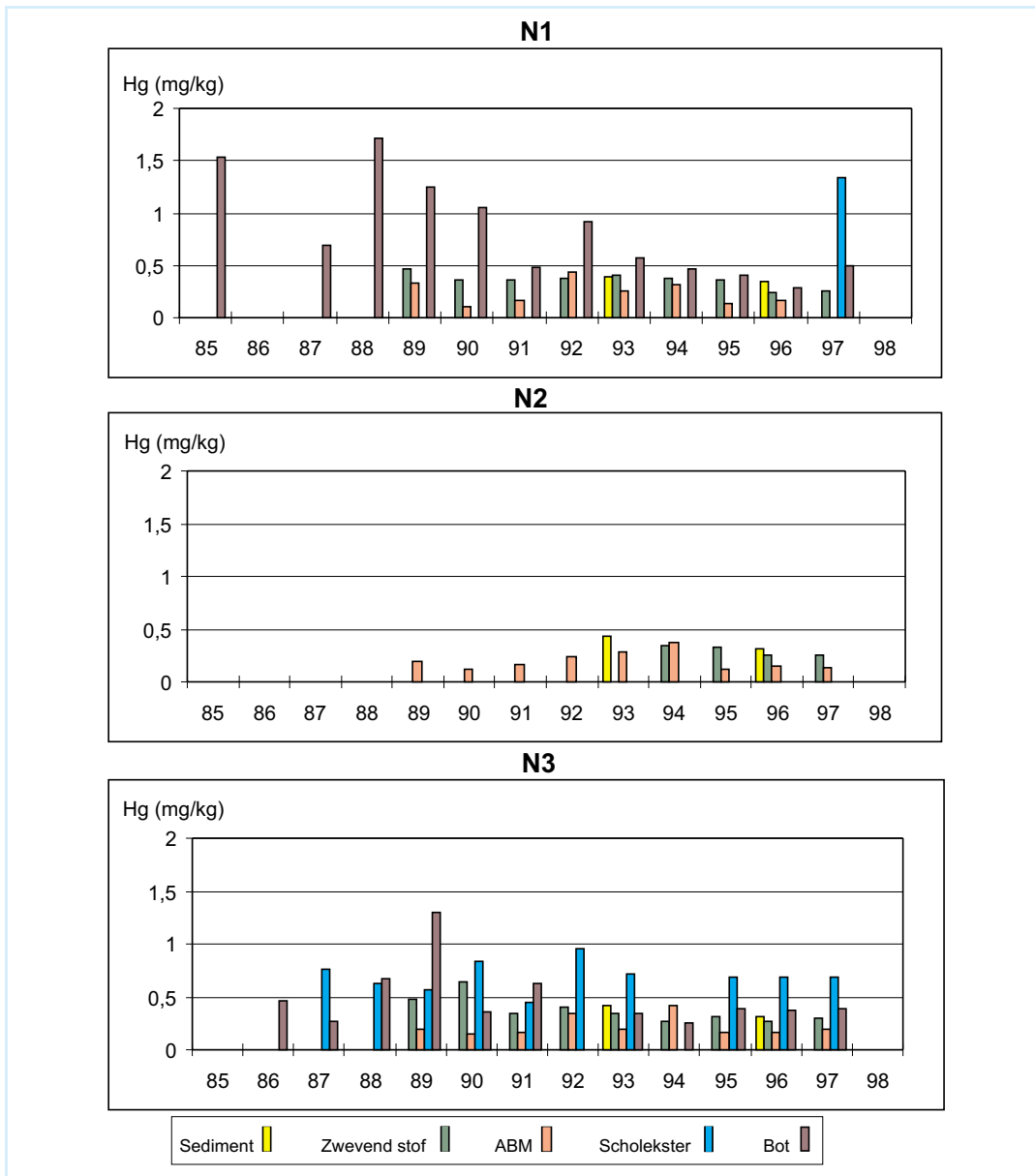
De gegevens van de Scholekster-ei monitoring zijn in dit hoofdstuk, in tegenstelling tot hoofdstuk 4, omgerekend naar drooggewicht, uitgaande van het vrijwel constante drooggewicht van 24% (+/- 1%; mond. meded. P. Becker).

4NL.3.3 Metalen: temporele trends

De in paragraaf 4.3.3 beschreven Man-Kendall test is toegepast op de extra gegevens voor Mossels (ABM) en zwevend stof. De trends over de periode 1985-1997 van stoffen in deze matrices zijn weergegeven in Tabel 4NL.2 en Tabel 4NL.3. Testen aan achtergrondwaarden (Tabel 4.4) en ecotoxicologische analysecriteria (EAC's; Tabel 4.5) zijn overeenkomstig paragraaf 4.3.3.

Cadmium

In paragraaf 4.3.3 is een sterke reductie (50%) van de cadmiumaanvoer uit het IJsselmeer gesignaleerd. In de westelijke Waddenzee kan deze reductie waargenomen worden in zowel sediment als zwevend stof (Figuur 4NL.3). In de oostelijke Wadden-



Figuur 4NL.5. Kwikgehalten in sediment (SRSm), zwevend stof (SRSm), ABM-mosselen (DW) en Scholekster-eieren (DW) (mg/kg). SRSm: Standaard Reference Soil = Standaardbodem voor metalen, met 10% organisch materiaal en 25% lutum (fractie <2 µm). DW: drooggewicht. SW: Streefwaardeniveau voor sediment en zwevend stof: 0.3 mg/kg DW (MinVenW, 1998).

zee is alleen in het sediment een significante reductie waarneembaar. In de Eems-Dollard is noch in sediment noch in zwevend stof een significante afname waarneembaar, ondanks de sterke reductie (75%) in de aanvoer door de Eems. Vermoedelijk heeft dit te maken met de zeer hoge zwevend stofgehalten in het Eems estuarium.

In geen van de biologische matrices werd een significante afname waargenomen. Cadmiumgehalten in botlevers uit de Eems-Dollard zijn zeer variabel. Ze zijn echter wel een factor 4 hoger dan die in botlevers uit de westelijke Waddenzee.

Koper

In de westelijke en oostelijke Waddenzee werd alleen in de ABM Mossels een significante reductie van 28% in het kopergehalte waargenomen. In

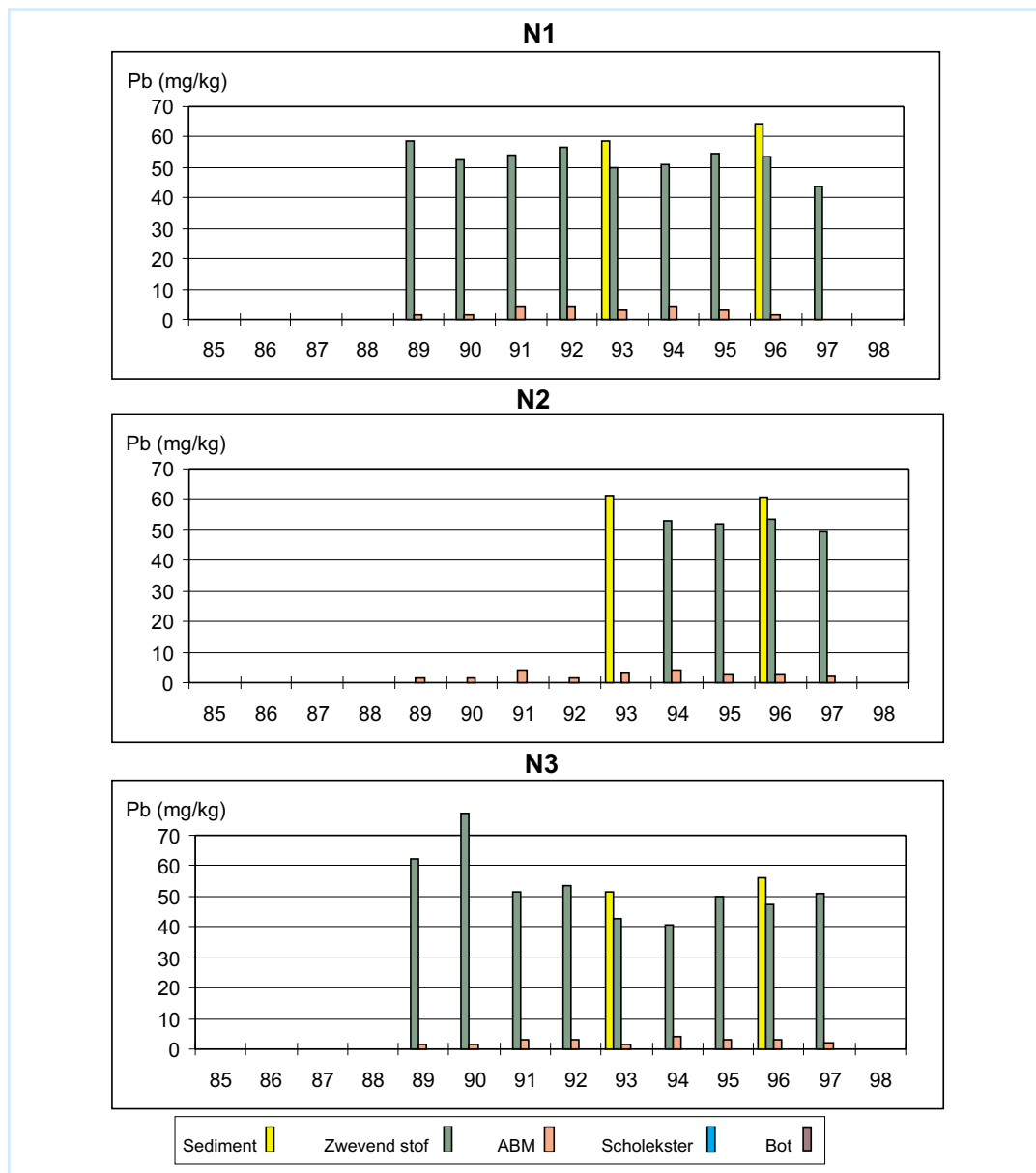
geen van de andere gemonitorde matrices kon een verandering of trend in de kopergehalten worden vastgesteld (Figuur 4NL.4).

In het Eems-Dollard estuarium was echter wel een significante reductie aanwezig, variërend van 15% (PBM Mossels) tot 25% (zwevend stof en ABM Mossels).

Kwik

In de Waddenzee en het Eems-Dollard estuarium is sprake van een afname van kwikgehalten in sediment, in zwevend stof en in spierweefsel van de Bot, over de periode 1989-1997. Het is opvallend dat deze afname significant is voor zwevend stof in de westelijke Waddenzee en het Eems-Dollard estuarium, en voor sediment in de oostelijke Waddenzee (Tabel 4NL.2; Figuur 4NL.5). In de westelijke

Figuur 4NL.6. Loodgehalten in sediment (SRSm), zwevend stof (SRSm), ABM-mosselen (DW) en Scholekster-eieren (DW) (mg/kg). SRSm: Standaard Reference Soil = Standaardbodem voor metalen, met 10% organisch materiaal en 25% lutum (fractie <2 µm). DW: drooggewicht. SW: Streefwaardeniveau voor sediment en zwevend stof: 85 mg/kg DW (MinVenW, 1998).



Waddenzee werd tevens een significante afname (ongeveer 70%) van het kwikgehalte in het spierweefsel van de Bot gemeten. Hiermee is het kwikgehalte in het spierweefsel van vissen uit de gebieden N1 en N3 in 1997 op hetzelfde niveau gekomen. In de ABM Mossels (Figuur 4NL.5) is geen sprake van een duidelijke trend, vanwege een (periodieke) variatie over de periode 1989-1997. Een dergelijke periodociteit lijkt ook aanwezig in de kwikgehalten in zwevend stof, maar is daarin te gering om duidelijk naar voren te komen.

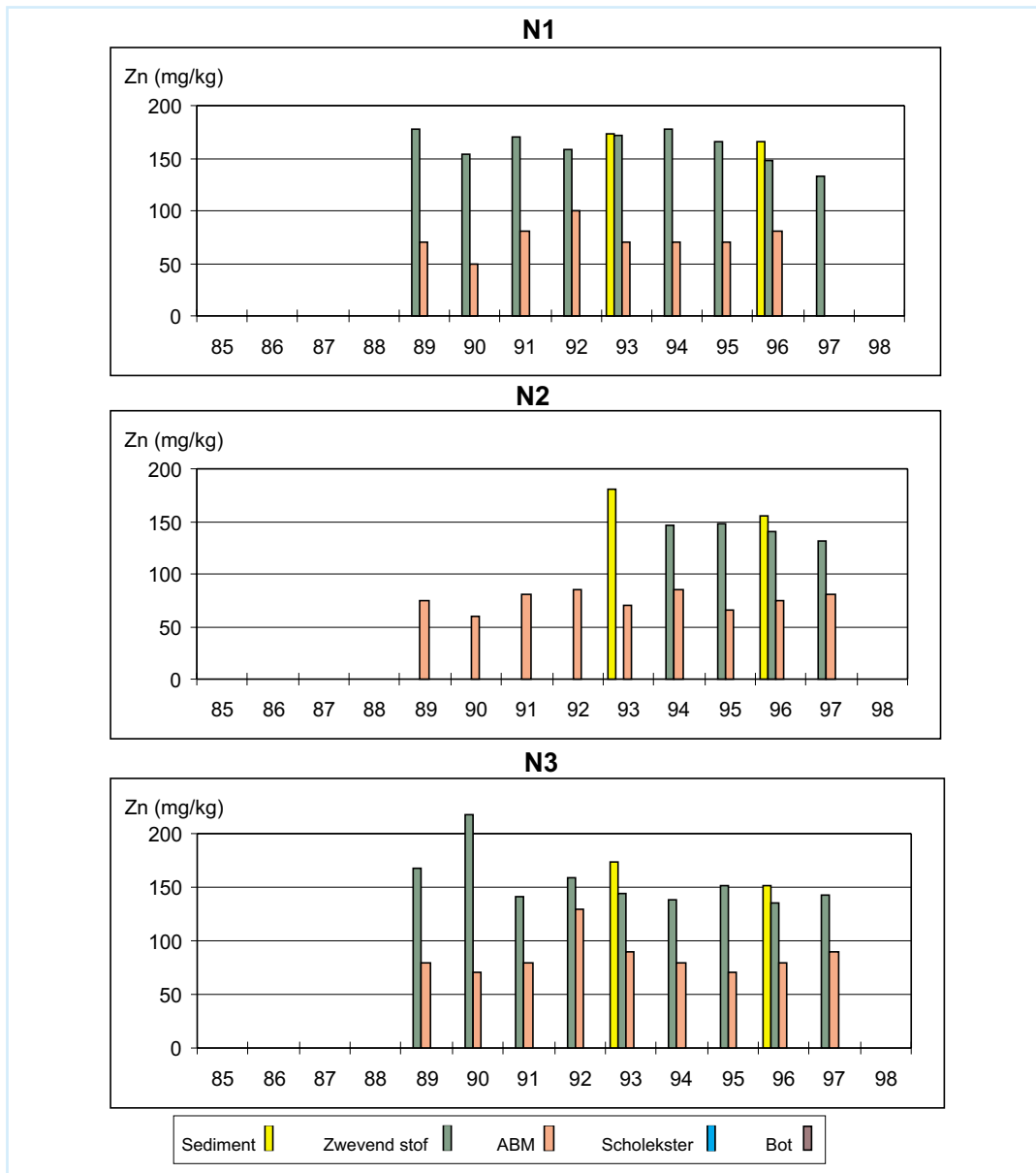
Terwijl de kwikgehalten in sediment, zwevend stof en mosselvlies ongeveer even groot zijn, is er sprake van accumulatie in scholekster-eieren, waarin de gehalten op basis van drooggewicht ongeveer een factor 5 tot 6 hoger zijn. Een soortgelijke accumulatie, doch met hooguit een factor 2, is ook

zichtbaar in het spierweefsel van de Bot. Ruimtelijke variatie in kwikgehalten tussen de Waddenzee en het Eems-Dollard estuarium is zeer gering, minder dan een factor 2 voor alle onderzochte matrices.

Lood

In de Waddenzee is alleen in het oostelijke deel een significante afname (25%) van lood in sediment zichtbaar (Figuur 4NL.6). In de periode 1989-1994 nam in de Waddenzee lood toe in ABM Mossels, gevolgd door een afname in de periode 1994-1997. Over de gehele periode treedt daardoor geen significante trend op.

De reductie van lood in PBM Mossels uit de Eems-Dollard (Figuur 4.13) wordt bevestigd door de ABM Mossels, waarbij de afname zich vooral ten opzichte van 1989-1990 manifesteert. Opvallend is



Figuur 4NL.7. Zinkgehalten in sediment (SRSm), zwevend stof (SRSm), ABM-mosselen (DW) en Scholekster-eieren (DW) (mg/kg). SRSm: Standaard Reference Soil = Standaardbodem voor metalen, met 10% organisch materiaal en 25% lutum (fractie <2 µm). DW: drooggewicht. SW: Streefwaardeniveau voor sediment en zwevend stof: 140 mg/kg DW (MinVenW, 1998).

het, in verhouding tot andere metalen, relatief lage loodgehalte in de ABM Mossels ten opzichte van zwevend stof en sediment. Dit duidt erop dat lood slecht door Mossels wordt geaccumuleerd, of dat het lood in sediment en zwevend stof matig biologisch beschikbaar is.

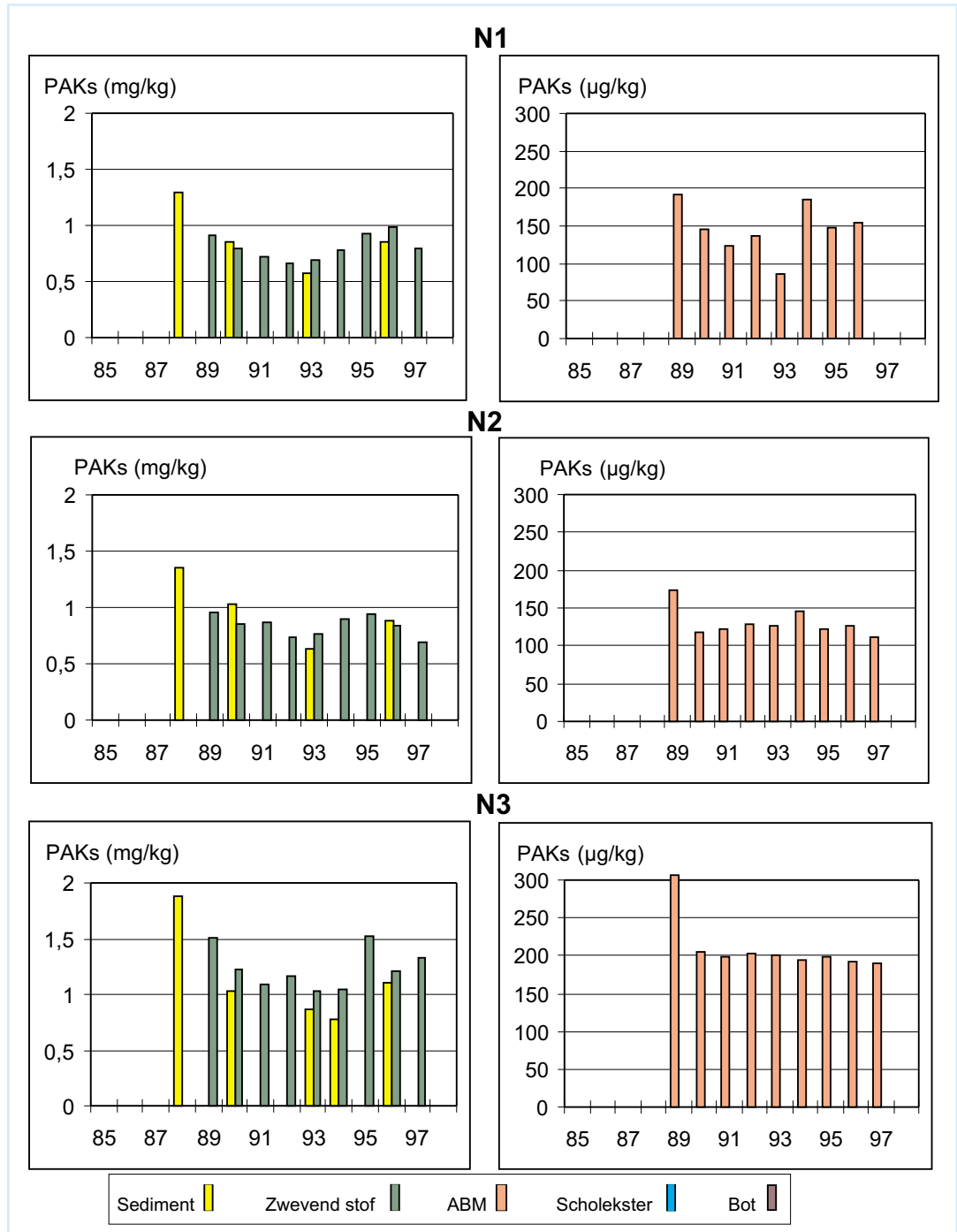
Zink

De in paragraaf 4.3.3 gesignaleerde afnemende trend in het zinkgehalte van sediment in de Waddenzee, blijkt in de Eems-Dollard afwezig te zijn. In dit estuarium werd alleen een significante zinkafname in zwevend stof gevonden (Figuur 4NL.7). In de overige matrices werden geen significante ontwikkelingen waargenomen.

4NL.3.4 Temporele trends in metalen: conclusies

De trendanalyse voor de Nederlandse Waddenzee bestrijkt de jaren 1985 tot 1996/1997. Zoals ook in paragraaf 4.3.4 is vermeld, zijn de grote reducties uit het begin van de tachtiger jaren geen onderdeel meer van de nu actuele trends, hoewel ze getuigen van een succesvol milieubeleid en -beheer. Over het algemeen komen de metaalgehalten, met uitzondering van kwik, steeds dichterbij de natuurlijke achtergrondwaarden. Dit heeft tot gevolg dat de grote variaties in metaalgehalten, zoals waargenomen aan het eind van de tachtiger en het begin van de negentiger jaren, steeds meer convergeren naar de lagere waarden. Dit verklaart

Figuur 4NL.8. Gehalten Polyaromatische Koolwaterstoffen (Som van 6 Borneff PAK's) in sediment (SRSo), zwevend stof (SRSo), ABM-mosselen (DW) en Scholekster-eieren (DW) (mg/kg). SRSo: Standaard Reference Soil = Standaardbodem voor organische verbindingen, met 10% organisch materiaal). DW: drooggewicht. SW: Streefwaardeniveau voor sediment en zwevend stof (geschat): 0.213 mg/kg DW (MinVenW, 1998).



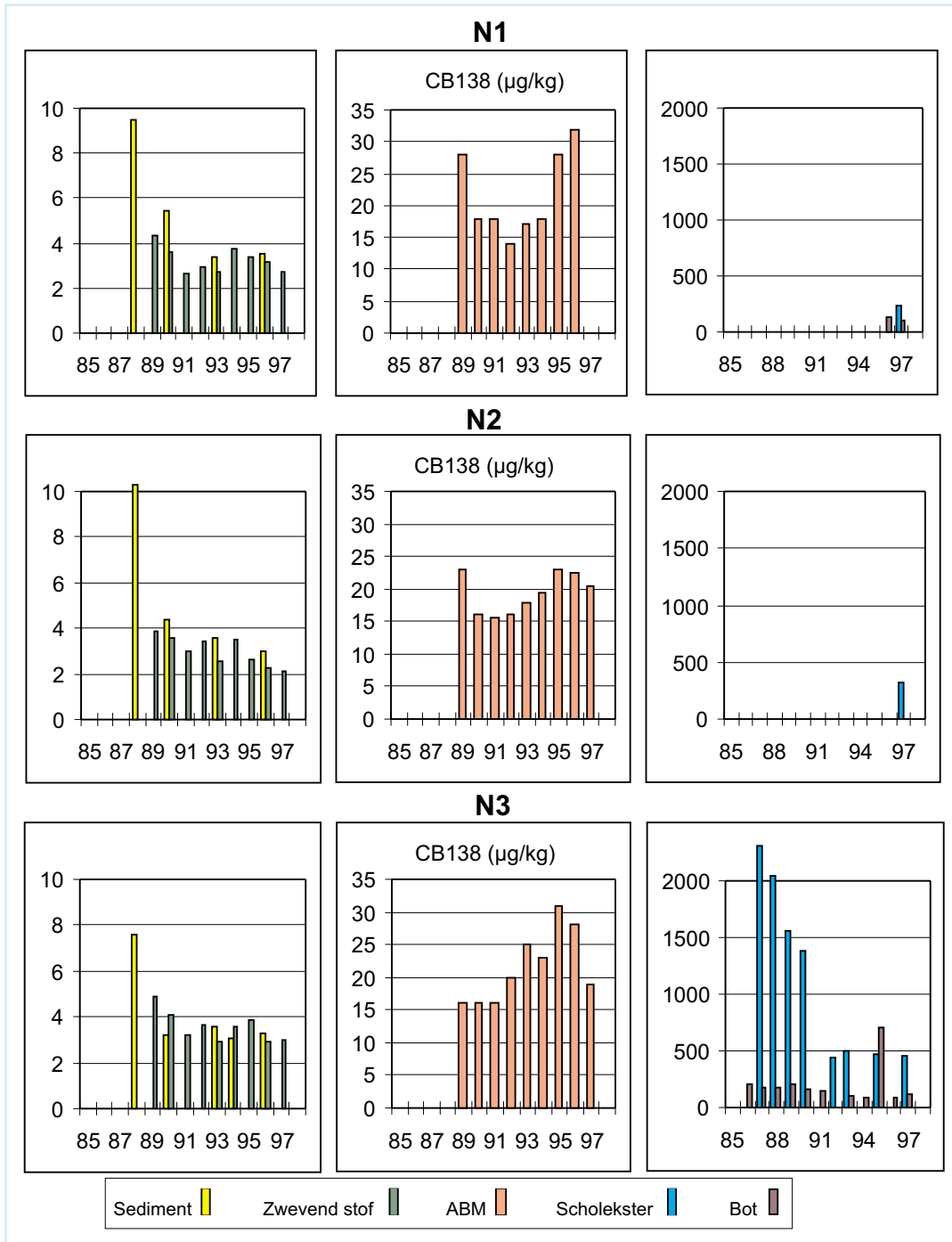
ook waarom de trends steeds minder expliciet worden bij een gelijkblijvend, en dikwijls inmiddels sterk gereduceerd, aantal metingen.

Alle metalen bevinden zich binnen de grenzen van de ecotoxicologische analysecriteria (EAC's). Wat betreft de MTR en streefwaarden zijn de gehalten van alle metalen, behalve zink in sediment, op of onder de streefwaarde. Zink in sediment is echter beduidend lager dan de MTR (MinVenW, 1998).

4NL.3.5 Metalen: ruimtelijke trends

Er zijn in 1997 nog duidelijke verschillen in metaalgehalten tussen de Nederlandse Waddenzee en het Eems-Dollard estuarium. De cadmiumconcentratie is in de Eems-Dollard beduidend hoger. Dit valt te herleiden tot de historische cadmium verontreinigingsproblematiek aldaar.

De overige metalen zijn relatief verhoogd in de Waddenzee, met name kwik.



Figuur 4NL.9. Gehalten Polychloor Bifenylen (congeener CB138) in sediment (SRSo), zwevend stof (SRSo), ABM-mosselen (DW) en Scholekster-eieren (DW) ($\mu\text{g}/\text{kg}$). SRSo: Standaard Reference Soil = Standaardbodem voor organische verbindingen, met 10% organisch materiaal). DW: drooggewicht. SW: Streefwaardeniveau voor sediment en zwevend stof: $4 \mu\text{g}/\text{kg}$ DW. MTR = SW (MinVenW, 1998).

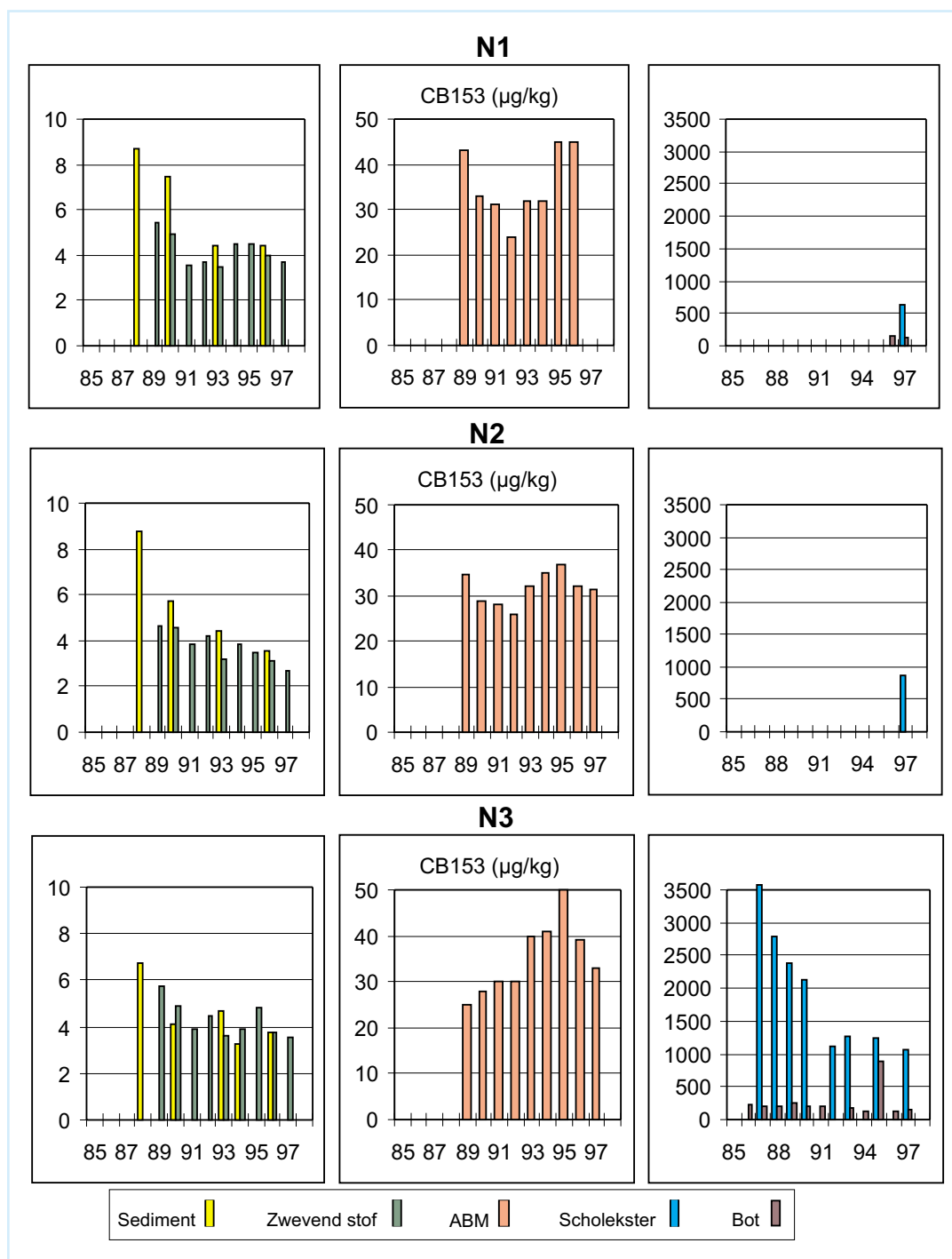
4NL.3.6 Polyaromatische Koolwaterstoffen (PAK's)

In de Waddenzee lijkt zich een afname van PAK's (ongeveer 50%) af te tekenen, hoewel deze vanwege de grote variatie in gehalten niet significant is (Figuur 4NL.8). Wel significant is de 11% reductie van de 6 Borneff PAK's in ABM Mossels in het Eems-Dollard estuarium.

4NL.3.7 Polychloorbifenylen (PCB's)

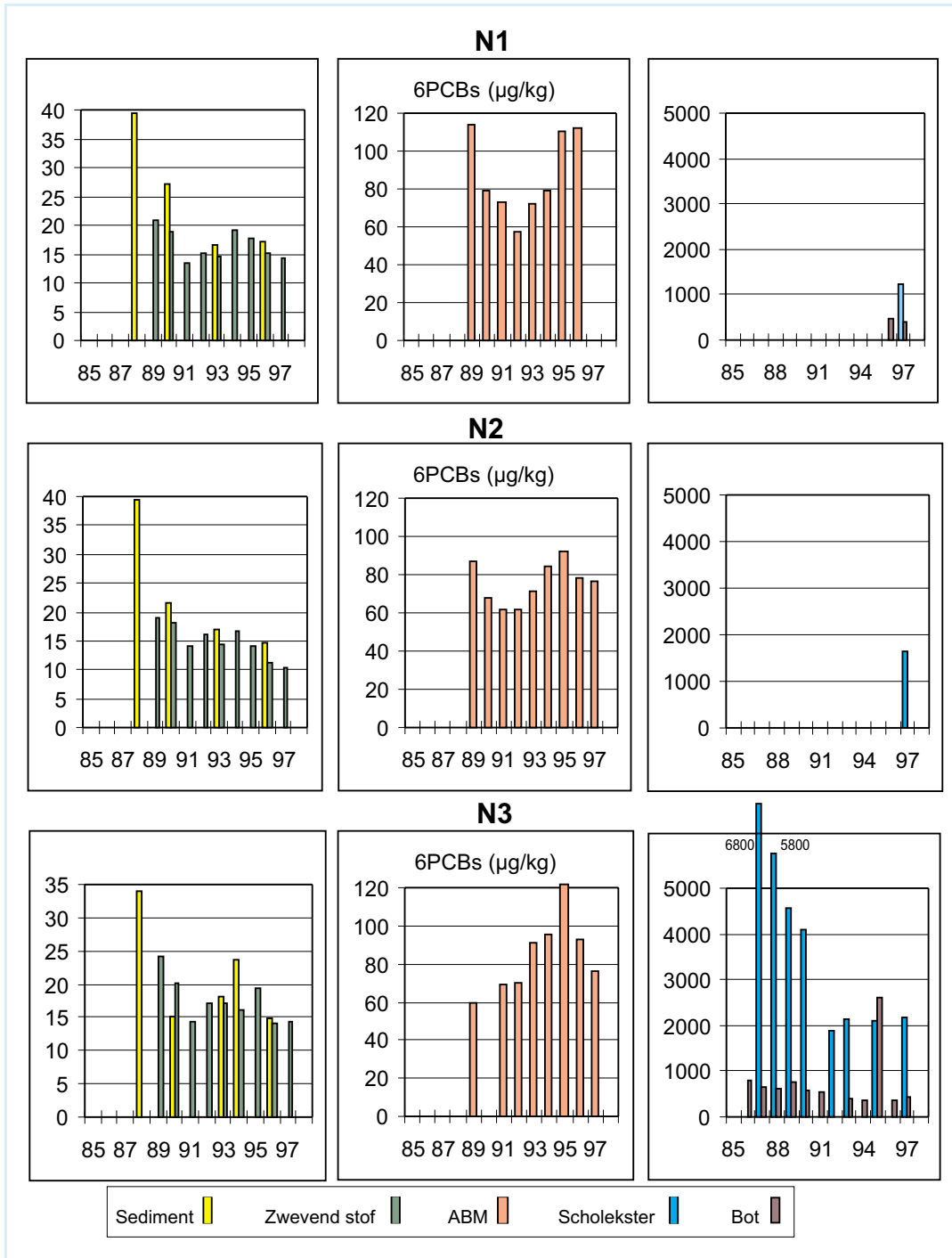
In alle matrices treedt een sterke reductie op van som 6PCB's (28, 101, 118, 138, 153, 180), variërend van 40 tot 73%. De in paragraaf 4.3.3 vermelde sterke en significante reductie (60-70%) van PCB's in sediment, wordt voor zwevend stof alleen als significante trend waargenomen in de oostelijke Waddenzee (45% reductie). Hoewel ook in de westelijke Waddenzee en in de Eems-Dollard een afname heeft plaatsgevonden tussen 1988/1989 en

Figuur 4NL.10. Gehalten Polychloor Bifenylen (congeener CB153) in sediment (SRSo), zwevend stof (SRSo), ABM-mosselen (DW) en Scholekster-eieren (DW) ($\mu\text{g}/\text{kg}$).
 SRSo: Standaard Reference Soil = Standaardbodem voor organische verbindingen, met 10% organisch materiaal). DW: drooggewicht.
 SW: Streefwaardeniveau voor sediment en zwevend stof: $4 \mu\text{g}/\text{kg}$ DW. MTR = SW (MinVenW, 1998).



1996/1997, is de trend niet meer continu vanwege de tussentijdse pieken in 1994 en 1995 (Figuur 4NL.9-11). Deze tussentijdse pieken komen overeen met variatie in de rivieraanvoer van PCB's. De vijf verschillende matrices laten een duidelijke accumulatiereeks zien van sediment/zwevende stof, via mossel en botlever naar scholekster-eieren. De PCB-gehalten in ABM Mosselen vertonen een grillig beeld, heel anders dan de overige matrices. In de westelijke Waddenzee treedt op basis van drooggewicht een daling op tussen 1989 en 1992,

waarna de gehalten in 1997 weer terugkeren op de 1988 niveaus (Figuur 4NL.9-11). Op basis van vetgehalte is de stijging tussen 1990 en 1997 significant met zo'n 185%. Hetzelfde beeld bieden de oostelijke Waddenzee (134%) en Eems-Dollard (128%). De bron van deze stijging is met de huidige gegevens niet aan te geven. De PCB-gehalten aan zwevend stof vertonen echter ook fluctuaties, die lijken samen te vallen met de fluctuaties in rivieraanvoer (Figuur 4.7 en 4NL.11).



Figuur 4NL.11. Gehalten Polychloor Bifenyleen (Som van 6 congenere CB28,101,118,138,153,180) in sediment (SRSo), zwevend stof (SRSo), ABM-mosselen (DW) en Scholekster-eieren (DW) (µg/kg). SRSo: Standaard Reference Soil = Standaardbodem voor organische verbindingen, met 10% organisch materiaal). DW: drooggewicht. SW: Streefwaardeniveau voor sediment en zwevend stof: 21 µg/kg DW. M: MTR-niveau is 24 µg/kg DW (MinVenW, 1998).

De vijf verschillende matrices laten een duidelijke accumulatiereeks zien van sediment/zwevende stof, via mossel en botlever naar scholekster-eieren (Figuur 4NL.9-11).

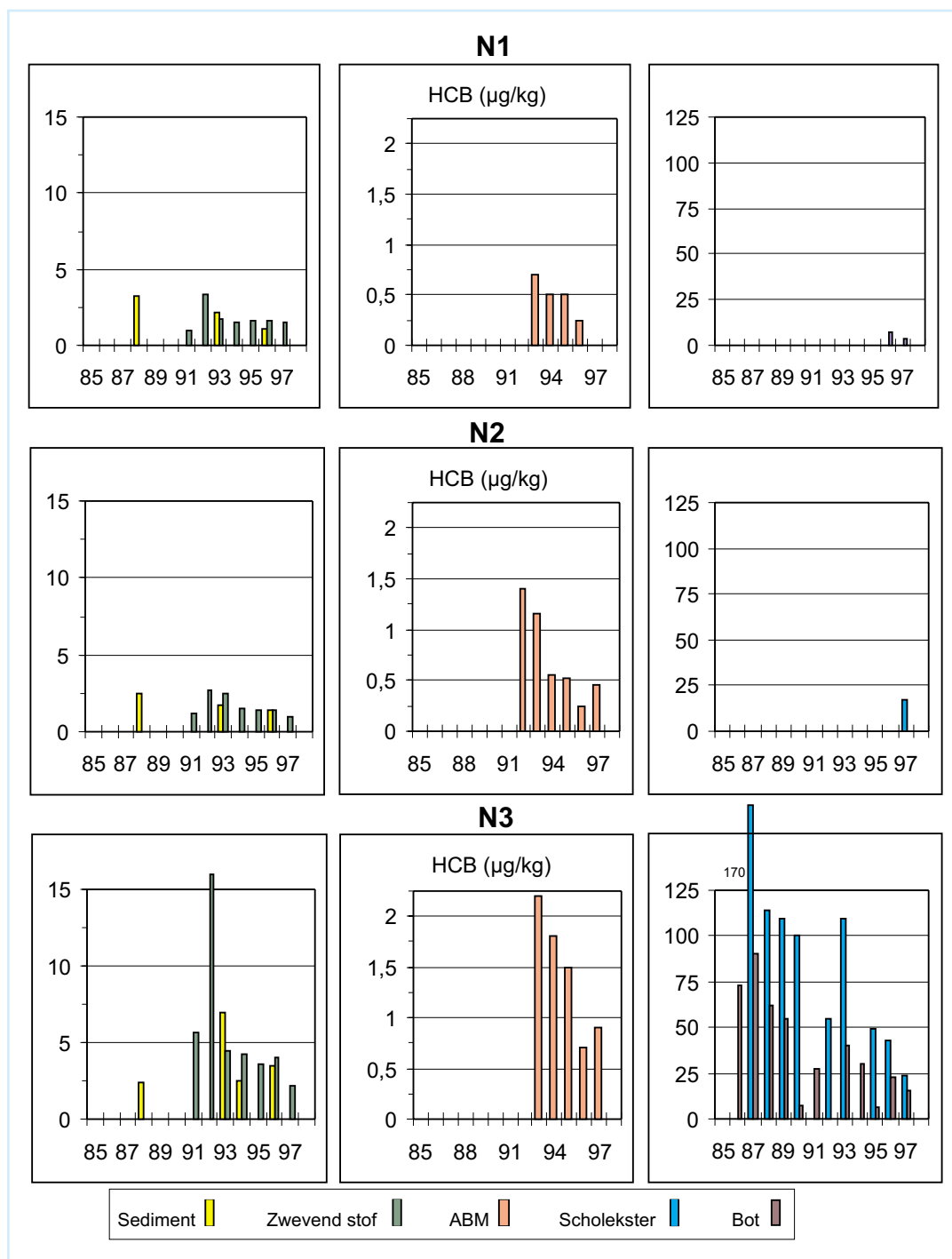
4NL.3.8 Hexachloorbenzeen (HCB)

In de Nederlandse Waddenzee en het Eems-Dollard estuarium is een gradiënt van west naar oost zichtbaar in de HCB gehalten. In sediment en zwevend

stof zijn de gehalten in de westelijke en oostelijke Waddenzee twee respectievelijk drie maal lager dan in de Eems-Dollard. In ABM Mossels loopt dit op tot vier respectievelijk drie maal lagere gehalten (periode 1996-1997; Figuur 4NL.12). Hetzelfde geldt voor HCB gehalten in botlever uit de westelijke Waddenzee en de Eems-Dollard. In Scholekster-eieren is de gradiënt geleidelijker, maar toenemend van de west naar oost tot twee maal zo hoog in de Dollard.

De bron van de HCB belasting is gelegen in de ja-

Figuur 4NL.12. Gehalten Hexachloorbenzeen (HCB) in sediment (SRSo), zwevend stof (SRSo), ABM-mosselen (DW) en Scholekster-eieren (DW) ($\mu\text{g}/\text{kg}$). SRSo: Standaard Reference Soil = Standaardbodem voor organische verbindingen, met 10% organisch materiaal). DW: drooggewicht. SW: Streefwaardenniveau voor sediment en zwevend stof: $0.05 \mu\text{g}/\text{kg}$ DW. M: MTR-niveau is $5 \mu\text{g}/\text{kg}$ DW (MinVenW, 1998).



renlange (1969-1985) lozingen door AKZO in het Zeehavenkanaal te Delfzijl en de onafgebroken stortingen van met HCB verontreinigde Delfzijlse baggerspecie in de Bocht van Watum. In 1985 werd de baggerspecie-norm voor HCB van kracht ($100 \mu\text{g}/\text{kg}$ BER). Hoewel het Zeehavenkanaal in 1993 en 1994 op grote schaal is gesaneerd, vertoont de Delfzijlse baggerspecie nog steeds sterk verhoogde HCB gehalten. Tevens is de overgangswaarde van de uniforme gehaltetoets van $100 \mu\text{g}$ HCB per kg droog sediment (ongeveer twintigmaal hoger dan

de huidige achtergrond in de Eems-Dollard) tot 2004 verlengd.

Toch werd in de ABM Mosselen over de gehele Waddenzee en het Eems-Dollard estuarium een sterke reductie in het HCB gehalte waargenomen (ongeveer 60-70%). Een dergelijke significante afname vertoonde ook het zwevend stof in het Eems estuarium. Het HCB gehalte in botlever en scholekster-eieren vertoont zelfs een reductie van meer dan 80% in de periode 1986-1997.

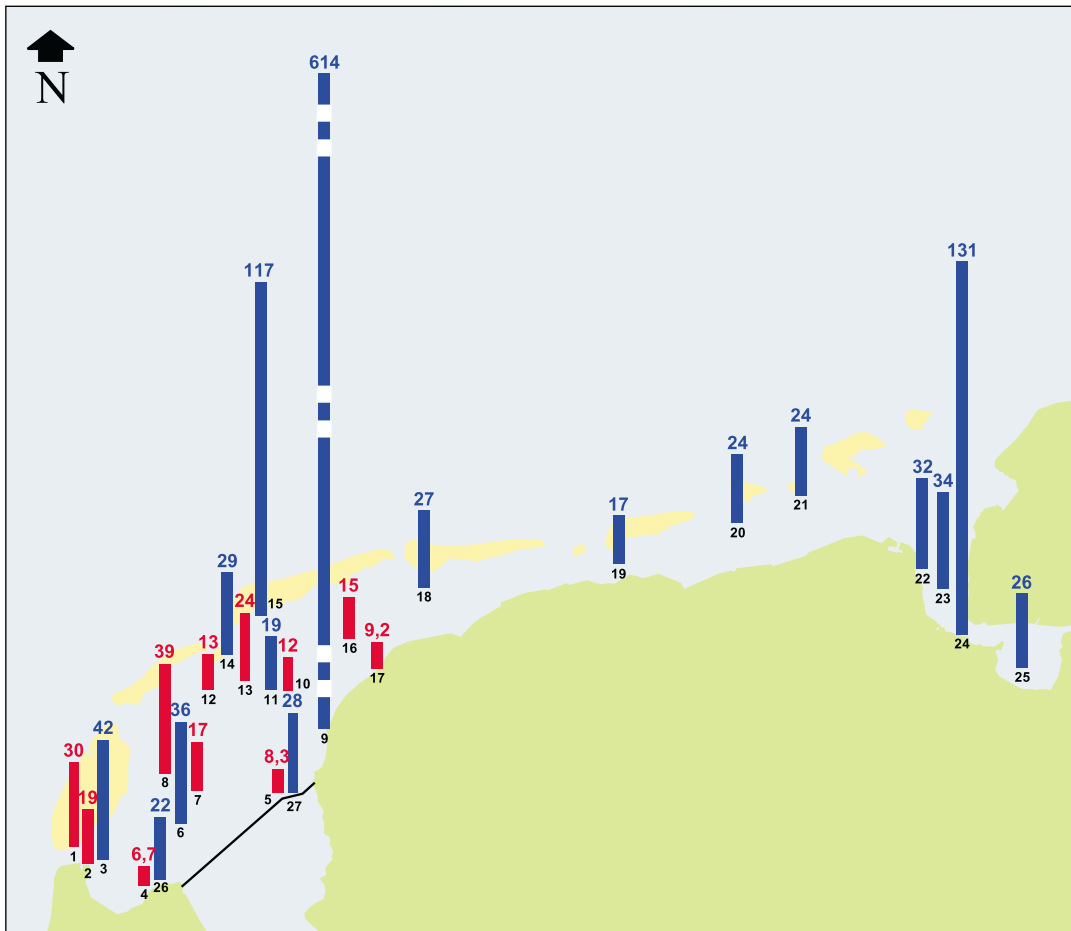


Fig 4NL.13. Gehalten van Tributyltin (TBT) in sediment (Sn, µg/kg fractie <63 µm). Gegevens naar IVM (1998, rode kolommen) en Werkman *et al.* (1999, blauwe kolommen).
 1. Mokbaai; 2. Den Helder; 3. Malzwin Zuidwal; 4. Balgzand; 5. Kornwerderzand; 6. Doove Balg west; 7. Texelstroom; 8. Waard; 9. Harlingen Haven; 10. Blauwe Slenk; 11. Griend kwelder; 12. Vliestroom; 13. Griend; 14. Richel; 15. Terschelling haven; 16. Oostmeep; 17. Oosterbierum; 18. Dantzig-gat zuid; 19. Zoutkamperlaag; 20. Lauwers zuid-oost; 21. Rottumeroog zuid-oost; 22. Bocht van Watum dijkvoet; 23. Bocht van Watum oost; 24. Delfzijl Zeehavenkanaal; 25. Heringsplaat noord-oost; 26. Den Oever buiten; 27. Kornwerderzand buiten.
 SW: Streefwaardenniveau voor sediment en zwevend stof: 0.007 µg/kg DW. M: MTRniveau is 0.7 µg/kg DW (MinVenW, 1998).

Onderzoek ecologisch risico HCB

HCB wordt met name in de Waddenzee in relatief hoge gehalten aangetroffen in de hogere trofische niveaus, zoals bot en scholekster. Recent onderzoek in het havengebied van Delfzijl laat zien dat HCB tot hoge gehalten accumuleert in scholekstereieren (Eggens *et al.*, 1999; *in prep.*). Voornoemd onderzoek, uitgevoerd door het RIKZ, heeft als doel het ecologisch risico van het HCB in en uit het Zeehavenkanaal te analyseren.

TBT: conclusies

In aanvulling op de conclusies uit paragraaf 4.3.9 wordt een grondige inventarisatie van zowel de huidige TBT gehalten in het milieu, de variatie daarin, als de biologische (en toxicologische) beschikbaarheid van TBT ten sterkste aanbevolen.

4NL.3.9 Tributyltin (TBT)

Recentelijk zijn naast de gegevens, weergegeven in paragraaf 4.3.9, nieuwere gegevens uit 1998 beschikbaar gekomen (Werkman *et al.*, 1999; Figuur 4NL.13). Deze gegevens bevestigen de conclusies uit paragraaf 4.3.9 met betrekking tot het milieu-probleem van TBT. Hetzelfde beeld ontstaat bij analyse van de TBT gehalten in zwevend stof, waarbij het gemiddelde TBT niveau op ongeveer 40 µg·kg⁻¹ ligt, 280 maal hoger dan de MTR voor sediment (Swertz, 1999).

4NL.3.10 Pesticiden en overige xenobiotische stoffen

Zie hoofdstuk 4.3.10

4NL.3.11 Effecten van xenobiotische stoffen

Zie hoofdstuk 4.3.11

4NL.4 Baggerspecie

Zie hoofdstuk 4.4

4NL.5 Scheepvaart en olieproblematiek

Zie hoofdstuk 4.5