EEN ORIENTEREND OECOLOGISCH ONDERZOEK NAAR DE MAKROFAUNA VAN DE ZEEGRASVELDEN IN DE OOSTERSCHELDE EN HET GREVELINGENMEER.

No. 74

Ferry Dubbers

April 1977 - April 1978

LABORATORIUM VOOR AQUATISCHE OECOLOGIE

Katholieke Universiteit, Toernooiveld Nijmegen

INHOUD blz.

Inleiding 2

I. Terrein van onderzoek

I.1. Inleiding 3

I.2. Klimaat en weersgesteldheid 4

I.3. Verspreiding van de sedimenten 4

I.4. Chloridegehalte en temperatuur van het water 5

I.5. Verspreiding van het zeegras 7

I.6. Beschrijving van de monsterplaatsen 10

II. Methoden

II.1. Abiotische factoren 12

II.1.1. Bepaling van het interstitieel watergehalte 12

II.1.2. Bepaling van het asvrijdrooggewicht 13

II.1.3. Korrelgrootte-analyse 13

II.1.4. Chemische samenstelling van bodem en water 17

II.2. Makrofauna 17

III. Resultaten

III.1. Abiotische faktoren 20

III.2. Biotische faktoren

III.2.1. Ruimtelijke en temporele ontwikkeling van de zeegrasvelden 29

III.2.2. Beschrijving van de Makrofauna

III.2.2.1. Inleiding 33

III.2.2.2. Polychaeta 48

III.2.2.3. Oligochaeta 62

III.2.2.4. Hexapoda 64

III.2.2.5. Crustacea 64

III.2.2.6. Gastropoda 68

III.2.2.7. Bivalvia 73

Dankwoord 80

Summary 81

Literatuur 83

Bijlagen: Faunasamenstelling van enige zeegrasvelden bij Terschelling.

Inleiding.

Een zeegrasveld is een zeer dynamisch oecosysteem, dat mogelijk een grote invloed heeft op het oecologisch evenwicht van de kustwateren, maar waarvan de struktuur en de werkelijke waarde nog onduidelijk zijn (McRoy, 1973).

In N.W. Europa kunnen twee soorten onderscheiden worden: het groot zeegras: *Zostera marina L.* en het klein zeegras: *Zostera noltii Hornem.* Beide soorten komen in Nederland voor, n.l. in de getijdezone van het Deltagebied, waar ze in ruime mate aanwezig zijn, in het Grevelingenmeer, waar alleen *Z. marina* voorkomt en in de Waddenzee, waar bijna alleen nog *Z. noltii* staat. Op het Balgzand gaat het de laatste jaren sterk achteruit, zonder dat hiervoor een duidelijke oorzaak is aan te geven.

In het kader van een struktureel en funktioneel onderzoek van de zeegrasgemeenschappen, dat door de afdeling Aquatische Oecologie, o.l.v. R. Jacobs, wordt verricht, heeft van april 1977 tot april 1978 een algemeen oriënterend kwantitatief en kwalitatief oecologisch onderzoek plaatsgevonden naar de makrofauna binnen dergelijke gemeenschappen in het Deltagebied. Dit gebied wijkt af van Roscoff (Bretagne), waar een vergelijkbaar onderzoek wordt gedaan, door het brakke karakter, waardoor het vrij soortenarm is en door de relatief beschutte ligging.

Het onderzoek in het Grevelingenmeer is bovendien interessant, omdat het hier een in het kader van de Deltawerken afgesloten zeearm betreft, waardoor de getijdebeweging verdween en de saliniteit iets daalde. Als gevolg hiervan is zich een nieuw eocologisch evenwicht aan het instellen (Wolff et al. 1975; Nienhuis, 1977).

Het onderzoek bestond uit de volgende onderdelen:

1. Een ruimtelijk en temporeel, kwalitatief en kwantitatief onderzoek van de makrofauna;
2. Een karakterisering van de bodem, o.a. door korrelgrootte analyse;
3. Een eenvoudige beschrijving van de temporele en ruimtelijke ontwikkeling van de zeegrasvelden;
4. Bovendien werd de makrofauna van enige van Terschelling afkomstige monsters kwantitatief en kwalitatief geanalyseerd. (zie bijlage)

Dit onderzoek werd verricht als hoofdvak-onderwerp Aquatische Oecologie van een doctoraalstudie Biologie.

I. Terrein van Onderzoek.

I.1 Inleiding.

De Oosterschelde is een estuarium met een lengte van ongeveer 50 km en een breedte van 3 tot 9 km. De diepte bedraagt maximaal 49 m maar bij laag water is slechts 33% dieper dan 10 m en 6,5 % dieper dan 20 m. (Wolff, 1973). (zie fig. 1).

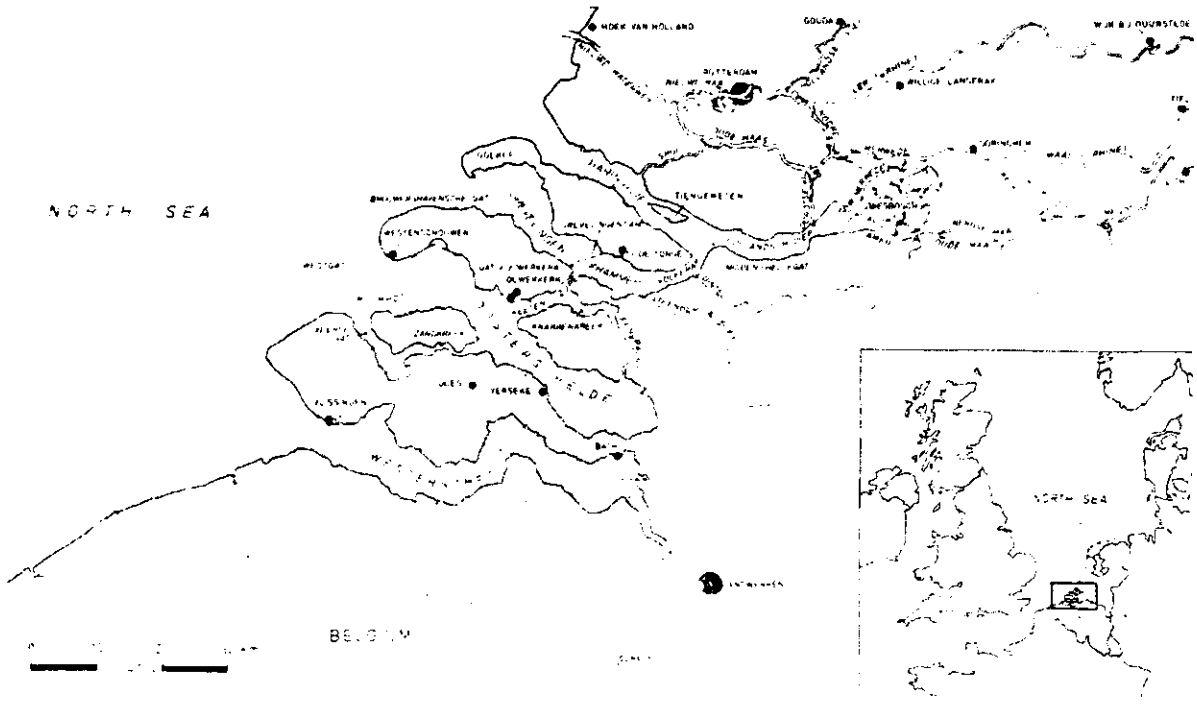

Fig. 1. Het Deltagebied vóór de uitvoering van de Deltawerken (Wolff 1973). Door de aanleg van de Grevelingendam en de afsluiting van het Brouwershavense Gat ontstond het Grevelingenmeer.

De Zandkreek, de Krabbenkreek, Keeten, Mastgat en Zype kunnen beschouwd worden als zijarmen van de Oosterschelde. Volgens Daemen (1978) valt 43% van het wateroppervlak bij hoog water van de Oosterschelde tot de Zeelandbrug en Zype, inclusief de Zandkreek en Krabbenkreek, bij laag water droog.

De aanleg van een aantal dammen in het kader van de Deltawerken heeft een zekere invloed gehad op het milieu. Van belang zijn hier de dam in de Zandkreek (gereed gekomen in 1960); de Grevelingendam (1965); de Volkerakdam (1969), de dam in het Haringvliet (1970), en de dam in het Brouwershavense Gat (1971).

De veranderingen die o.m. betrekking hebben op stroomsterkte, getijdebeweging, sedimentatie en de hiermee samenhangende biotische faktoren worden besproken bij de beschrijving van de monsterplaatsen.

I.2 Klimaat en weersgesteldheid.

Het Deltagebied heeft een sterk door de zee beïnvloed klimaat, waar extreme temperaturen ontbreken. Gemiddeld daalt de temperatuur in Vlissingen slechts 31 dagen per jaar onder 0°C , terwijl het maandelijkse gemiddelde van de dagelijkse minimum temperaturen voor alle maanden van het jaar boven 0°C liggen. Aan de andere kant stijgt de temperatuur in Vlissingen slechts 10 dagen per jaar boven 25°C (Wolff 1973). Zowel de zeven winters voorafgaande aan dit onderzoek als de winter tijdens dit onderzoek kunnen echter beschouwd worden als zachter dan normaal (gemiddelde over 1931-1960). Sterke verstoringen van de faunasamenstelling, zoals Wolff (1973) konstateerde na de strenge winter van 1962-1963, toen een aantal soorten waren verdwenen, hebben zich gedurende een vrij lange periode, voorafgaande aan dit onderzoek, niet voorgedaan.

In 1977 was in Den Bilt (Anonymus, 1977) de gemiddelde temperatuur 9,8°C. (normaal 9,3°C.); het aantal vorstdagen: 47 (normaal 70); het aantal uren zon: 1365 (normaal 1572); de neerslag: 813 mm (normaal 765 mm.).

Begin augustus en half november 1977 heeft het gestormd in dit gebied, hetgeen een verklaring zou kunnen zijn voor het plotseling verschijnen van enige soorten in de Oosterscheldemonsters, zonder dat deze soorten zich konden handhaven, zoals *Mysella bidentata*. Het voorjaar 1978 werd gekenmerkt door een korte vorstperiode van 8 tot 12 februari.

I.3 Verspreiding van de sedimenten.

De verspreiding van de sedimenten in het Deltagebied, vóór de aanvang van de Deltawerken, is weergegeven in fig. 2.

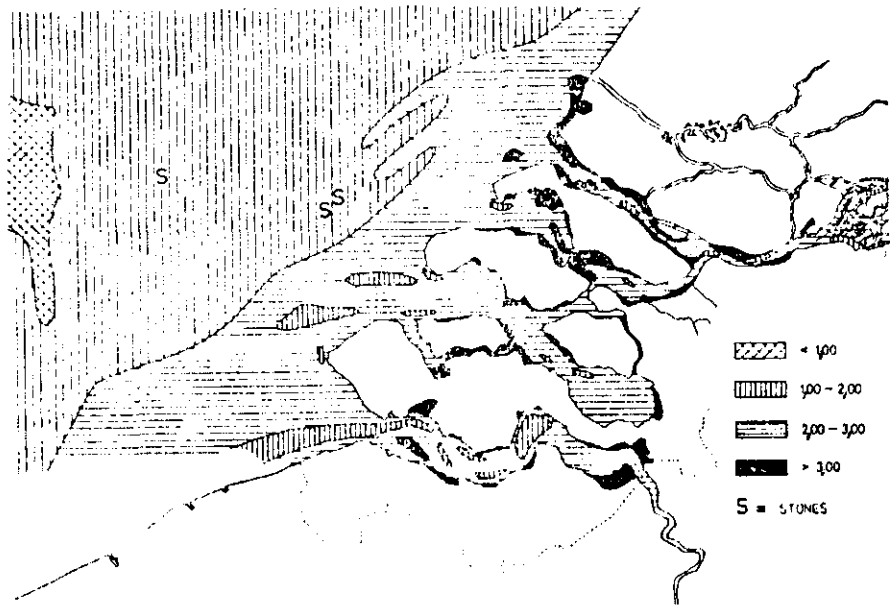

Fig. 2. Verspreiding van de sedimenten in het Deltagebied vóór de uitvoering van de Deltawerken. De grenzen van de korrelgrootte-frakties zijn uitgedrukt in Φ-eenheden (Wolff 1973).

Op deze kaart is te zien, dat het grofste materiaal gevonden wordt in de diepste gedeelten van het estuarium, en het fijnste in het getijdegebied. Dit verschijnsel wordt veroorzaakt door het feit, dat de stroomsnelheid wordt afgeremd door de afnemende diepte, waarbij ook het vermogen, materiaal te vervoeren, afneemt.

Ofschoon de situatie o.i.v. de in het kader van de Deltawerken aangelegde dammen op een aantal plaatsen is gewijzigd, komen de in fig. 2 aangegeven waarden voor de onderzochte getijdegebieden, die bijna allemaal een mediane korreldiameter > 3 Φ hebben, vrijwel overeen met de in dit onderzoek gevonden resultaten.

I.4 Chloridegehalte en temperatuur van het water.

Gegevens over chloridegehalte en temperatuur van het water zijn verstrekt door het "Delta-instituut voor Rijkswaterstaat in Middelburg".

De monsters zijn genomen aan het wateroppervlak en over het algemeen bij hoog water. De waarden van het chloridegehalte van het water in 1977 is weergegeven in tabel 1.

TABEL 1. Chloridegehalte.

monsterplaats	gemiddelde	minimaal	maximaal
Oosterschelde: Schelde-Rijnkanaal	15,5% Cl^-	15,1% Cl^-	15,7% Cl^-
Krabbenkreek	14,4% Cl^-	13,6% Cl^-	15,2% Cl^-
Grevelingenmeer	13,3% Cl^-	12,6% Cl^-	13,6% Cl^-

Het chloridegehalte van de Oosterschelde bij het Schelde-Rijnkanaal zou representatief geacht mogen worden voor het chloridegehalte van het water bij het nabij gelegen Scheldestrand, de Slikken van den Dortsman en de Zandkreek. Het chloridegehalte bij de Slikken van Vianen ligt waarschijnlijk tussen de waarden van de Oosterschelde en de Krabbenkreek.

Het verloop van de watertemperatuur aan het wateroppervlak in het Grevelingenmeer is weergegeven in fig. 3.

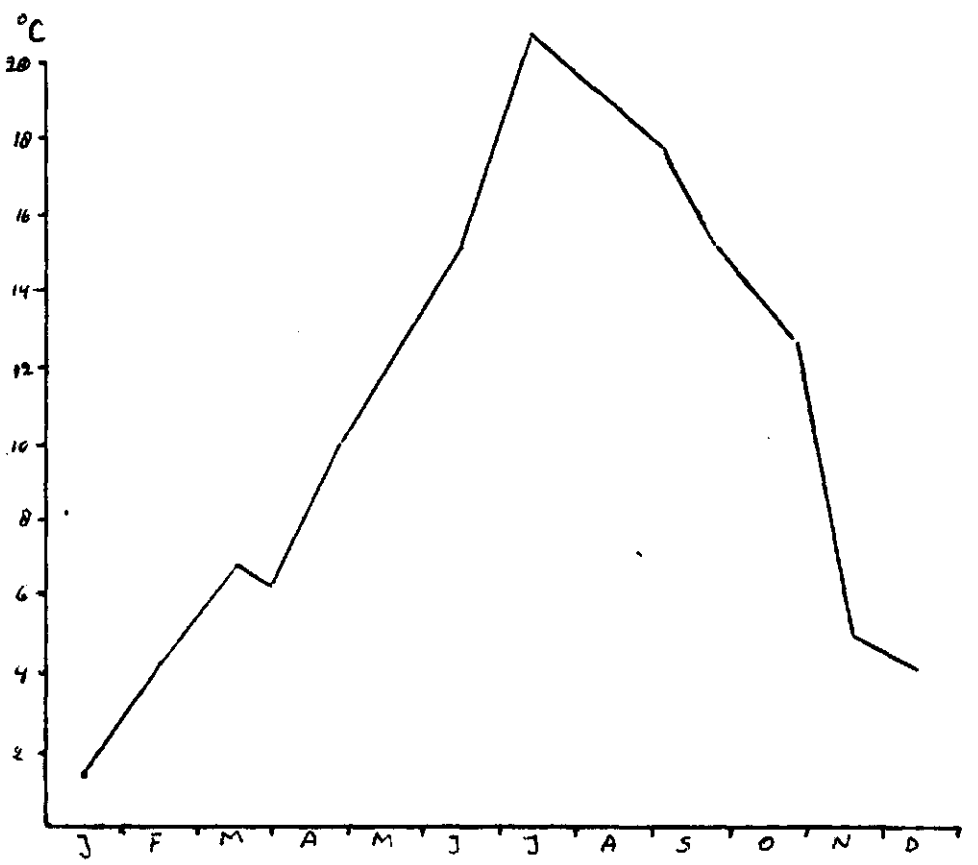

Fig. 3. Watertemperatuur aan het wateroppervlak van het Grevelingenmeer in 1977.

Het verloop van de watertemperatuur in de Oosterschelde en de Krabbenkreek, dat bijna identiek is aan dat van het Grevelingenmeer, is omwille van de duidelijkheid van de grafiek weggelaten.

I.5 Verspreiding van het zeegras.

De verspreiding van *Z. marina* in het Grevelingenmeer in de zomer van 1975 is weergegeven in fig. 4. De verspreiding van *Z. marina* en *Z. noltii* in de Oosterschelde in de zomer van 1977 is weergegeven in fig. 5 resp. fig. 6.

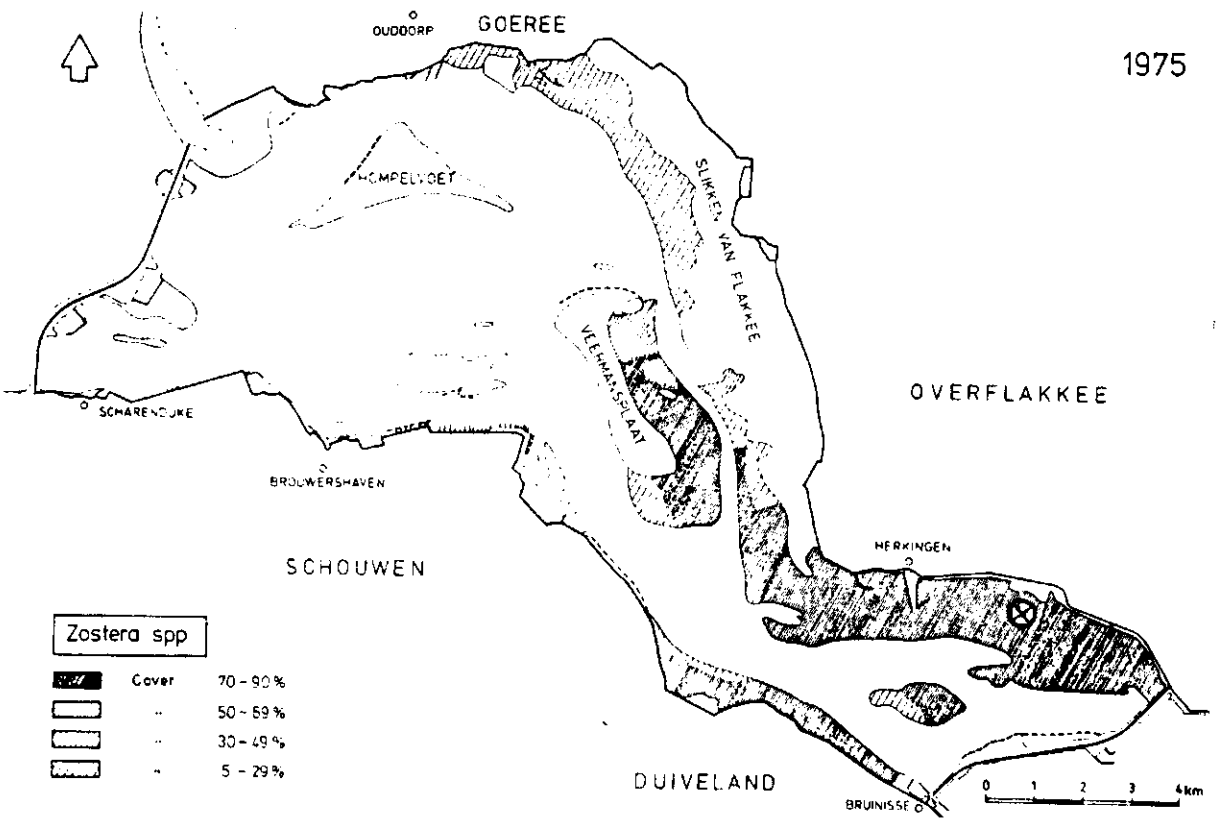

Fig. 4. Verspreiding en bedekking van Zostera marina in het Grevelingenmeer in de zomer van 1975 (Nienhuis 1977).
⊗monsterplaats.

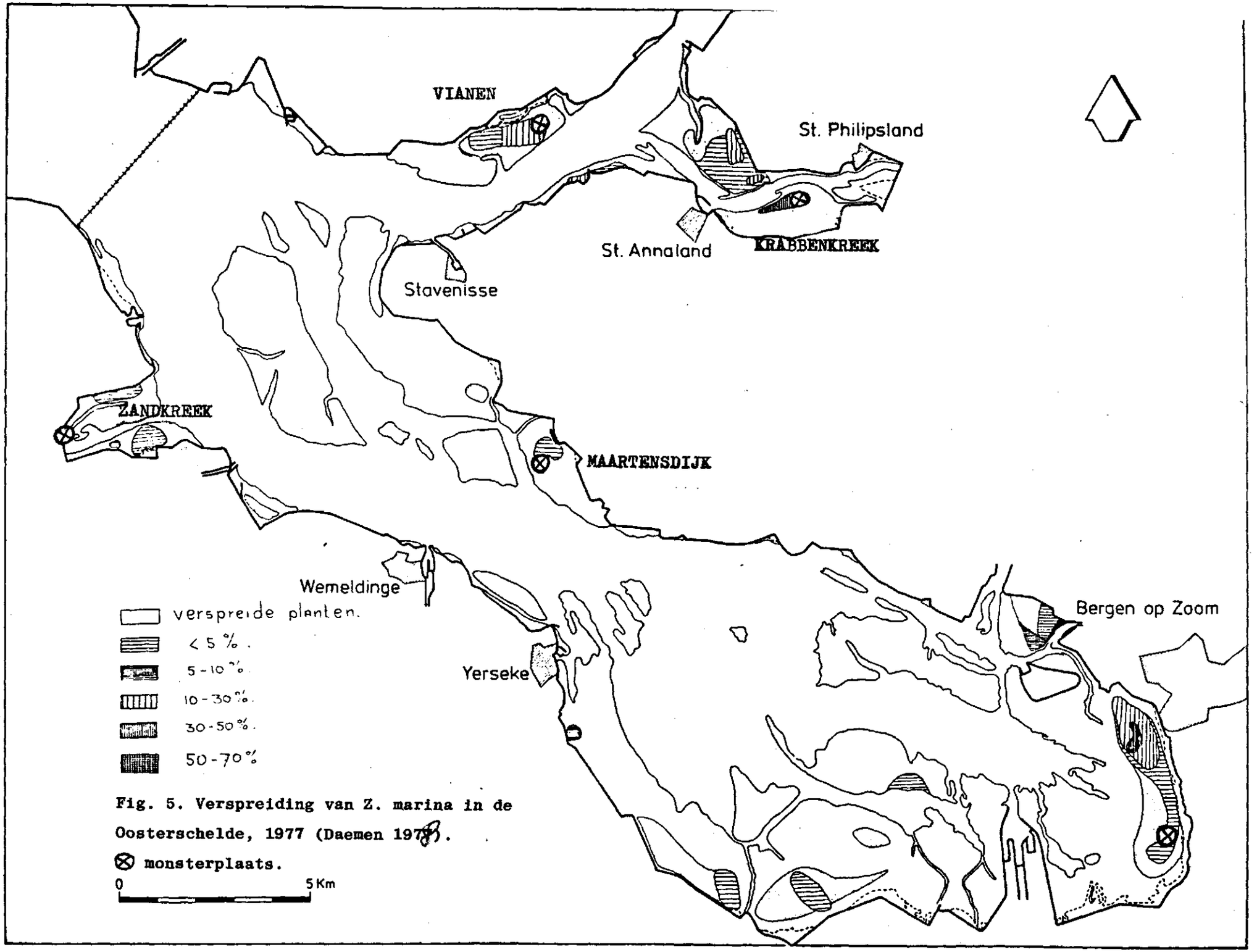

Fig. 5. Verspreiding van Z. marina in de Oosterschelde, 1977 (Daemen 1978).

⊗ monsterplaats.

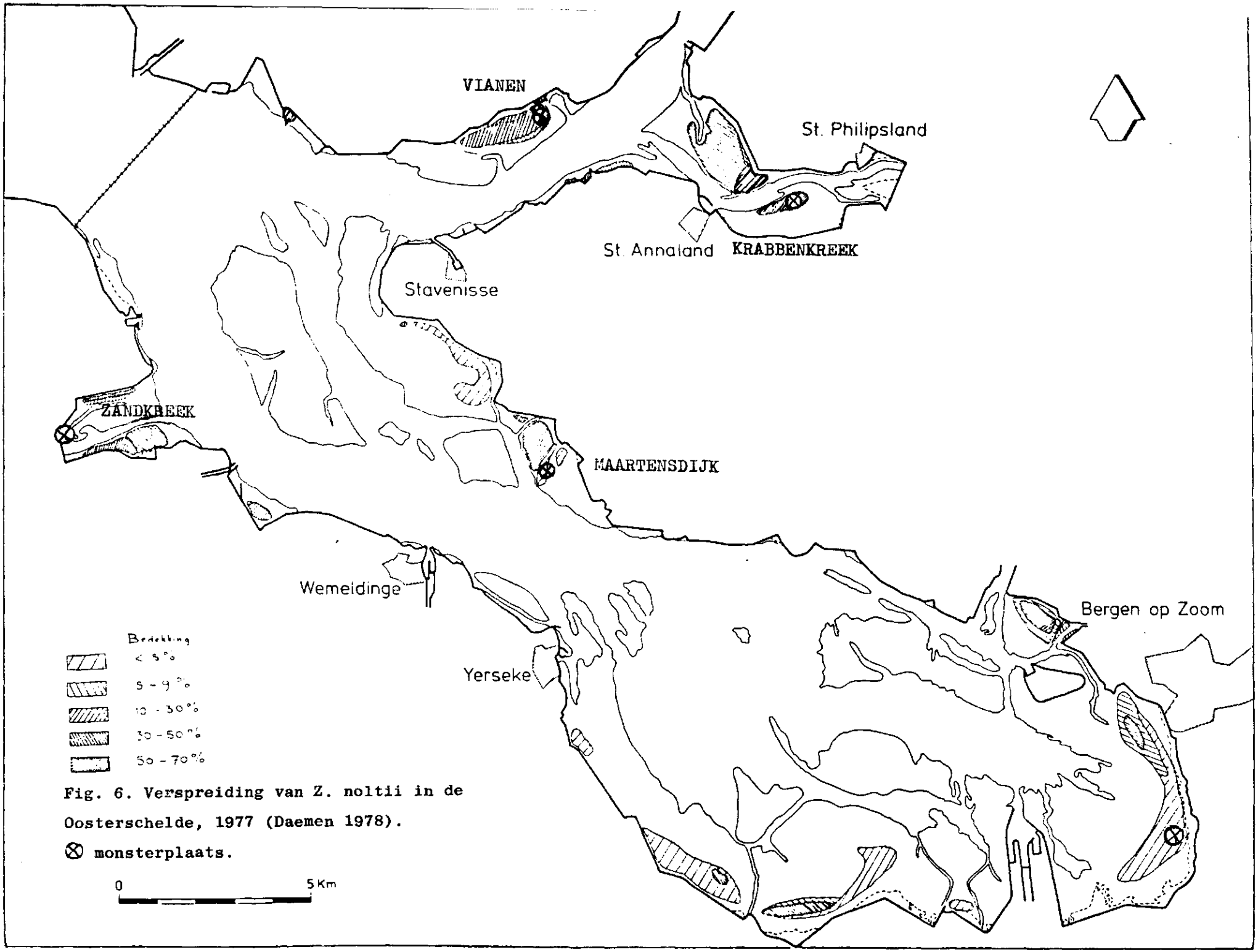

Fig. 6. Verspreiding van Z. noltii in de Oosterschelde, 1977 (Daemen 1978).

⊗ monsterplaats.

I.6 Beschrijving van de monsterplaatsen.

De monsterplaatsen zijn aangegeven in fig. 4 en 5.

Enige kilometers ten zuiden van Bergen op Zoom en ten oosten van het Schelde-Rijnkanaal werd gemonsterd op het Scheldestrand, een zeer vlak gelegen slik in de doodlopende arm van de Oosterschelde, die bij laagwater bijna geheel droog valt. De getijdebeweging wordt hier gekenmerkt door de relatief zwakke horizontale stroom. De bodem voelde het gehele jaar vrij stevig aan. De begroeiing werd gevormd door verspreid liggende veldjes *Z. noltii* met een doorsnede van 0,5 tot 4 m. Het bemonsterde gedeelte staat minder dan 40% van de getijdecyclus onder water.

Bij Maartensdijk werd gemonsterd op de Slikken van den Dortsman, een weinig beschut slik dat over ca 1 km. afloopt van de hoogwaterlijn (H.W.L.) tot de laagwaterlijn (L.W.L.). Tijdens hoogwater wordt het gebied blootgesteld aan een matige horizontale getijdestroom, waarvan de sterkte van hoger naar lager gelegen delen een toenemende gradiënt vertoont. Evenals op het Scheldestrand werd de begroeiing hier gevormd door veldjes *Zostera noltii* met een doorsnede van 1 tot 4 m , die hier echter vooral in de onderste helft van de getijdezone lagen en bij uitzondering bij de hoogwaterlijn.
De expositie kwam tot uiting in het golfpatroon in de bodem buiten de zeegrasvelden. Dit patroon ontbrak het gehele jaar in de met zeegras bedekte delen, ook nadat dit bovengronds was afgestorven, zodat kan worden aangenomen, dat de begroeing hier zorgt voor een relatief beschut micro-klimaat. Door de relatief hoge sedimentatie, vond ophoging plaats van de zeegrasveldjes t.ò.v. het kale slik.

De Zandkreek is een beschutte doodlopende arm, op korte afstand van het open water van de Oosterschelde, maar hiervan afgeschermd door de Katseplaat. Hierdoor is een horizontale getijdestroom bijna geheel afwezig en kan vrij sterke sedimentatie plaatsvinden van het uit de Oosterschelde aangevoerde materiaal, zonder dat er sprake is van een duidelijke selektie naar korreldiameter. De bodem was het gehele jaar vrij zacht. De begroeiing bestond uit een aaneengesloten

veld *Zostera noltii*, met verspreid enkele plantjes *Zostera marina*, gelegen in de onderste helft van de getijdezone.

Sinds de afsluiting van de Eendracht is de Krabbenkreek eveneens een doodlopende arm, die bij westenwind echter veel minder beschut is dan de Zandkreek, getuige de duidelijke zichtbare golfschade aan het schor. Het slik loopt hier over ca 100 m af van de H.W.L. tot even boven de L.W.L. en was in de zomer geheel begroeid met *Zostera noltii* en *Zostera marina*.

De Slikken van Vianen zijn gelegen aan de Keeten, dat met het Mastgat en Zype als een soort flessehals fungeert voor de getijdestroom van de Oosterschelde naar het landinwaarts gelegen Volkerak. Hierbij kan de stroomsnelheid bij Zype oplopen tot 9km/h (Anonymus, 1975). Er kunnen hier drie afzonderlijke zeegrasvelden onderscheiden worden, n.l. een laaggelegen veld met aaneengesloten *Z. noltii*-begroeiing, een ongeveer halverwege de getijdezone gelegen veld met *Z. marina* en *Z. noltii*, waarbij de eerstgenoemde soort gedurende de zomer domineerde, en een hooggelegen *Z. noltii*-veld.

Het Grevelingenmeer wijkt af van de monsterplaatsen in de Oosterschelde door het ontbreken van getijdebewegingen en stromingen, terwijl de zeegrasvelden uitsluitend uit *Z. marina*-planten bestaan. (Nienhuis, 1977). Er werd gemonsterd in een veld ten oosten van Herkingen op een diepte van 20 tot 40 cm.

II. Methoden.

II.1 Abiotische factoren.

Van de bodem werden de volgende factoren eenmalig bepaald, n.l. de verdeling van de korrelgrootte, het asvrij drooggewicht en de hoeveelheid interstitieel water. Bovendien werden van mei tot oktober maandelijks water-en bodemmonsters genomen in het Grevelingenmeer en de Zandkreek, voor een chemische analyse.

Ten behoeve van de eenmalige bepalingen werden begin december m.b.v. een monsterbuis, met een doorsnede van 4,5 cm , per monster drie submonsters uit het zeegrasveld genomen, die onderling vermengd werden.
De monsters werden genomen op de volgende plaatsen:

1. Scheldestrand, bij Bergen op Zoom.
2. Slikken van den Dortsman bij Maartensdijk ter hoogte van de hoogwaterlijn.
3. Slikken van den Dortsman, in het onderste deel van de getijdezone, bij de 5 laagste faunamonsters.
4. Zandkreek.
5. Krabbenkreek.
6. Slikken van Vianen, in het hoogst gelegen *Z. noltii*-veld. (hier werden de twee hoogste faunamonsters genomen).
7. Slikken van Vianen, in het *Zostera marina*-veld, (bij het 3^e en 4^e faunamonster).
8. Slikken van Vianen, in het laagst gelegen *Z. noltii*-veld, (bij de twee laagste faunamonsters).
9. Het Grevelingenmeer, in het zeegrasveld ten oosten van Herkingen.

Door het mengen van de drie submonsters werd een meer betrouwbare mediane en modale korrelgrootte gevonden, echter de sorting coëfficiënt zou wat groter kunnen uitvallen dan de werkelijke waarde van de drie submonsters afzonderlijk.

II.1.1 Bepaling van het interstitieel watergehalte.

Van de monsters werd ca 600 gram afgewogen, gedurende drie dagen gedroogd bij 50° C., en vervolgens, na afkoeling in een exsiccator weer gewogen. Voor deze langdurige methode bij relatief lage temperatuur

werd gekozen om te voorkomen dat de deeltjes zouden samenklonteren, hetgeen nadelig is voor de korrelgrootte-analyse, die met het aldus gedroogde materiaal zou worden uitgevoerd. Het interstitieel watergehalte is berekend in gewichtsprocenten t.o.v. het drooggewicht.

II.1.2 Bepaling van het asvrij drooggewicht.

Van het gedroogde materiaal, zoals genoemd onder II.1.1 werd 50 gram per monster afgewogen en gedurende 5 uur bij 550° C. verast in een van tevoren verhit en gewogen porceleinen kroesje. Hierna werd het materiaal weer gewogen voor het bepalen van het asvrij drooggewicht, uitgedrukt in gewichtsprocenten t.o.v. het drooggewicht. Bovengenoemde temperatuur werd gekozen, omdat dit de hoogste temperatuur is waarbij nog geen oxidatie optreedt aan enig metaal, noch ontleding van carbonaten.

II.1.3 Korrelgrootte-analyse.

Van het onder II.1.1 genoemde gedroogde materiaal werd bovendien 20 gram per monster afgewogen voor een korrelgrootte-analyse. Omdat het materiaal ondanks de relatief lage temperatuur waarbij het gedroogd werd, toch enigszins was samengeklonterd, werd het eerst met een mortier en stamper fijngewreven.

De korrelgrootteverdeling werd bepaald door het materiaal droog te zeven. Een nadeel van deze methode is, volgens Folk (1966) het feit, dat begroeiing na sedimentatie resulteert in te grote waarden van de korrelgrootte. Omdat het percentage organische stof in de onderzochte bodem over het algemeen niet meer dan 2% bedraagt, is de invloed hiervan waarschijnlijk niet te groot. Verder wijkt de methode voor niet-bolvormige deeltjes af van de bezinkingsmethode. Ook is het zeven minder bruikbaar voor zachte, breekbare deeltjes zoals fossielen. Desondanks is zeven van alle door Folk (1966) beschreven methoden de meest algemene en geeft het waarschijnlijk de betrouwbaarste resultaten.

Een proef met een duplo-bepaling weer uit, dat de onderlinge verschillen slechts enkele procenten bedroegen. Omdat het resultaat ook gekontroleerd kan worden door de fraktiegewichten achteraf weer op te tellen, zijn de bepalingen in enkelvoud gedaan.

De korrelgrootte wordt weergegeven in φ-eenheden, oorspronkelijk door Krumbein (zie Folk, 1966) gedefinieerd als:

$$\varphi = -\ln \xi \text{ of } \xi = (\tfrac{1}{2})^{\varphi}$$

waarbij ξ de korreldiameter in mm voorstelt. φ is hier dus de logaritme van de waarde ξ, door Krumbein aangeduid als WENTWORTH MODULUS of WENTWORTH EXPONENT.

Aangezien een logaritme dimensieloos is, geeft McManus (1963) de voorkeur aan een φ-waarde als logaritme van een dimensieloos getal, omdat de φ-eenheid volgens de definitie van Krumbein vaak verkeerd werd gebruikt. Hij geeft daarom een nieuwe definitie van φ als de logaritme van de verhouding van de korreldiameter in mm tot een standaard korreldiameter van 1 mm :

$$\varphi = -\log 2 \frac{\xi^{mm}}{\xi_0^{mm}} \quad \text{of} \quad \frac{\xi^{mm}}{\xi_0^{mm}} = 2^{-\varphi}$$

waar ξ mm de korreldiameter in mm. en ξ_0 mm. de standaard diameter is, gedefinieerd als 1,00 mm. Deze nieuwe definitie betekent overigens geen verandering van het concept van Krumbein, van wie de φ-schaal immers bij 1 mm begint. Fig. 5 geeft een vergelijking van φ-eenheden t.o.v. de korreldiameter in mm. De door Wolff (1973) gebruikte terminologie is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. Korreldiameter; gebruikte terminologie.

φ-eenheden	micron	naam
0 - 1	500-1000	grof zand
1 - 2	250-500	medium zand
2 - 3	125-250	fijn zand
3 - 3,75	75-125	slikhoudend zand
$>$ 3,75	$<$ 75	slik

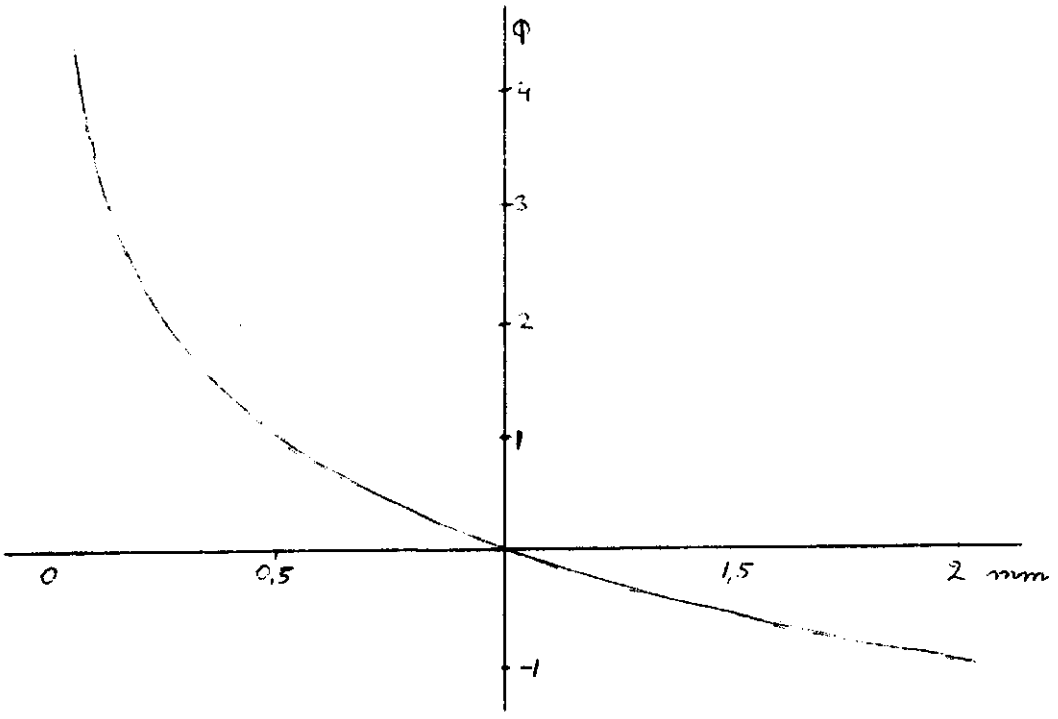

Fig. 5. Vergelijking van φ-eenheden t.o.v. korreldiameter in mm.

Om een duidelijk beeld van de korrelgrootteverdeling te krijgen, moet het materiaal verdeeld worden over frakties met een interval van ten hoogste ½ φ (Folk, 1966). Hiervoor werd het materiaal 15 minuten machinaal geschud door een serie van 4, op droog materiaal geëikte, zeven met een diameter van resp. 210 μ, 150 μ, 105 μ en 75 μ, waardoor het verdeeld werd over 5 frakties, n.l. <2,25φ ; 2,25-2,75φ ; 2,75-3,25φ 3,25-3,75φ en >3,75 . De gewichtspercentages van de frakties zijn cumulatief uitgezet tegen de grenzen van de frakties, uitgedrukt in φ-eenheden. De waarde van φ bij 50% (φ50) geeft de mediane diameter aan: de helft van het totaalgewicht bestaat uit deeltjes kleiner dan φ50, de andere helft uit deeltjes groter dan φ50. De fraktie met de steilste helling in de cumulatieve grafiek is de modale fraktie.

Folk (1966) gebruikt verder het begrip sorting-coëfficent, als een maat voor de breedte van de cumulatieve grafiek, waarvoor hij gebruik maakt van de "Inclusive Standard Deviation":

$$\sigma = \frac{(\varphi_{84} - \varphi_{16})}{4} + \frac{(\varphi_{95} - \varphi_{5})}{6,6}$$

Deze definitie geeft een duidelijker beeld van de uiteinden van een verdeling dan de definitie van Inman (zie Folk, 1966):

$$\sigma = \frac{(\varphi_{84} - \varphi_{16})}{2}$$

In dit onderzoek is de definitie van Folk minder bruikbaar, omdat φ 95 en φ 5 bij de gekozen fraktiegrenzen moeilijk zijn aan te geven, en wordt, evenals door Wolff (1973), gebruik gemaakt van de definitie van Inman. In dit geval is de sorting-coëfficient de helft van het aantal φ-eenheden tussen φ 16 en φ84. Omdat ieder monster uit drie submonsters bestaat, dit om een meer betrouwbare mediane en modale korrelgrootte te krijgen, is het mogelijk, dat de sorting-coëfficient groter uitvalt dan in de drie submonsters afzonderlijk. Folk (1966) gebruikt de onderstaande terminologie voor het aanduiden van de grootte van de sorting-coëfficient.

Tabel 3. Sorting-coëfficient.

Aanduiding	sorting coëfficient
Well sorted	0,35 - 0,50 φ-eenheden
Moderately well sorted	0,50 - 0,71 φ-eenheden
Moderately sorted	0,71 - 1,00 φ-eenheden
Poorly sorted	1,00 - 2,00 φ-eenheden
Very poorly sorted	2,00 - 4,00 φ-eenheden.

Schulz (1969) omschrijft de bodem als volgt:

Zand: 10-25% H_2O; organische stof $<$1%; aantal deeltjes $<$ 63 μ: minder dan 5%.

Slikhoudend zand: 25-40% H_2O; 5-25% van de deeltjes $<$63 μ.

Zandhoudend slik: 25-40% H_2O; organische stof 2-4%, 25-45% van de deeltjes $<$63 μ.

Slik: 50-75% H_2O, organische stof 4-9%, meer dan 45% van de deeltjes $<$63 u, vaak H_2S-vorming.

II.1.4 Chemische samenstelling van de bodem en het water.

Voor het bepalen van de chemische samenstelling van de bodem werd in het Grevelingenmeer en in de Zandkreek binnen het zeegrasveld maandelijks gemonsterd. Hiervoor werden zeven submonsters genomen m.b.v. een perspex cylinder met een lengte van 5 cm en een diameter van 2,5 cm waarmee een gejodeerde plastic wijdhalspot van 250 ml werd gevuld. Het materiaal werd gefixeerd met 2 ml formaline 40% en in het laboratorium geanalyseerd. De analysemethoden worden beschreven in het doctoraalverslag van Claassen (1978).

Voor het bepalen van de chemische samenstelling van het water werden in het Grevelingenmeer en bij de Zeelandbrug maandelijks monsters genomen. De monster-fixatie, analysemethoden en resultaten worden beschreven in het doctoraalverslag van Claassen (1978).

II.2 Makrofauna.

Bij het steken van de monsters voor het bestuderen van de makrofauna werd gebruik gemaakt van een messing monsterbuis met een doorsnede van 9 cm. Hiermee werd een bodemmonster gestoken met een oppervlakte van 64 cm ^{2}, tot een diepte van ca 10 cm Zowel de ervaring als de literatuur (Wolff, 1973), wezen uit, dat op deze diepte de meeste soorten met een redelijke betrouwbaarheid kwantitatief werden verzameld, uitgezonderd enkele dieper levende soorten als *Arenicola marina* en *Mya arenaria*.

Op het Scheldestrand en de Slikken van den Dortsman werden de monsters steeds in paren genomen, één binnen en één buiten het zeegrasveld; op het Scheldestrand in een serie van 6 paren van de gemiddelde H.W.L. tot halverwege de getijdezone en bij de Slikken van den Dortsman één paar bij de H.W.L. en de paren 2 t/m 6 in een serie van het midden van de getijdezone tot de laagwaterlijn. In de Zandkreek werden zes monsters genomen in het zeegrasveld, op willekeurige plaatsen binnen een straal van ca 10 m. In de Krabbenkreek werden

zes monsters genomen in het zeegrasveld in een serie van de hoogwaterlijn tot iets boven de laagwaterlijn. Op de Slikken van Vianen werden twee monsters genomen in een door *Z. noltii* gedomineerd veld, iets boven de laagwaterlijn, twee monsters in een wat hoger gelegen, door *Z. marina* gedomineerd veld, en twee monsters in een veld, vlak onder de hoogwaterlijn met uitsluitend *Z. noltii*. In het Grevelingenmeer werden zes monsters gestoken, waarvan drie op ca 20 cm diepte tussen enkele alleenstaande *Z. marina*-plantjes en drie op ca 40 cm diepte, in het *Z. marina*-veld.

Op alle plaatsen werd iedere zes tot acht weken op bovengenoemde wijze gemonsterd. De monsters werden meegenomen naar het laboratorium, waar ze in de koelkamer bij 4° C. werden bewaard tot ze werden uitgezocht, meestal binnen enkele dagen, echter nooit langer dan een week na monstername. Het uitzoeken van de monsters van de diverse monsterplaatsen werd in willekeurige volgorde gedaan om invloed van de verblijfstijd in de koelkamer te verminderen. De monsters werden door twee zeven van respectievelijk 2 en 0,5 mm gezeefd, waarna het overgebleven materiaal in bakken werd uitgezocht, de gevonden makrofauna werd gefixeerd in alcohol 70% en gedetermineerd.

Voor de karakterisering van de monsterplaatsen is gebruik gemaakt van de Diversiteit volgens Shannon & Weaver, (1963).

$$H = \sum_{i=1}^{S} \frac{Ni}{N} \cdot \ln \frac{Ni}{N}$$

Waarbij S = aantal soorten

N = totaal aantal individuen

Ni= het aantal individuen van soort i.

De mate van dominantie van de soorten is weergegeven d.m.v. de biologische index. De soorten worden gerangschikt naar totale aantallen per monsterplaats per maand, waarbij de meest voorkomende soort 5 punten krijgt, de op één na best vertegenwoordigde 4 punten enz.

Op deze wijze zou een beeld gekregen kunnen worden van de mate van de dominantie van de soorten. Omdat de biologische index onafhankelijk is van absolute aantallen, die hier bovendien ver uiteen liggen, komen veel effekten niet duidelijk naar voren, zodat van een aantal soorten ook de logaritme van de aantallen is uitgezet tegen de tijd.

De similariteit van de faunasamenstelling van twee monsterplaatsen X en Y, kan volgens Goodall (1973) op twee manieren worden weergegeven n.l.:

a) Kwalitatief met behulp van de "coëfficiënt of community" van Sørensen:

$$\frac{2A}{2A + B + C} \times 100\%$$

waarbij A = het aantal soorten, dat in beide monsterplaatsen voorkomt;
B = het aantal soorten, dat uitsluitend op monsterplaats X voorkomt;
C = het aantal soorten, dat uitsluitend op monsterplaats Y voorkomt.

b) Kwantitatief met behulp van de "Percentage similarity".

$$PS = \frac{2 \sum \text{min.} (X_i, Y_i)}{\sum (X_i + Y_i)} \times 100\%$$

waarbij min. (X_i, Y_i)= het laagste aantal van soort i, dat op beide monsterplaatsen X en Y voorkomt.
X_i = het aantal exemplaren van soort i op monsterplaats X;
Y_i = het aantal exemplaren van soort i op monsterplaats Y.

De overeenkomst tussen de fauna van de diverse monsterplaatsen is volgens beide methoden berekend.

III. Resultaten.

III.1 Abiotische faktoren.

De abiotische factoren van de bodem die bepaald werden: het percentage H_2O, het percentage asvrij drooggewicht, de mediane korrelgrootte, de modale fraktie van de korrelgrootte en de sortingcoëfficiënt, zijn weergegeven in tabel 4.

Tabel 4. Abiotische factoren, percentages t.o.v. drooggewicht.

Monsterplaats	% H_2O	% asvrij drooggew.	mediane	modale frakt.	sorting-coëfficiënt
Scheldestrand	26	2,1	3,6 φ	3,25-3,75 φ	0,8 φ-eenheden
Slikken van den Dortsman H.W.L.	24	1,2	3,5 φ	3,25-3,75 φ	0,8 φ-eenheden
Slikken van den Dortsman L.W.L.	22	1,4	3,1 φ	2,75-3,25 φ	0,8 φ-eenheden
Zandkreek	29	3,3	2,7 φ	2,25-2,75 φ	1,4 φ-eenheden
Krabbenkreek	23	1,7	3,2 φ	2,75-3,25 φ	1,2 φ-eenheden
Slikken v. Vianen H.W.L. *Z. noltii*	28	-	3,7 φ	3,25-3,75 φ	0,7 φ-eenheden
Slikken v. Vianen *Z. marina*	26	1,5	3,5 φ	3,25-3,75 φ	0,8 φ-eenheden
Slikken v. Vianen L.W.L. *Z. noltii*	25	1,4	3,3 φ	3,25-3,75 φ	0,8 φ-eenheden
Grevelingenmeer	24	0,6	3,2 φ	2,75-3,25 φ	0,8 φ-eenheden

De korrelgrootteverdeling van de bodem op de diverse monsterplaatsen is weergegeven in fig. 6, 7 en 8.

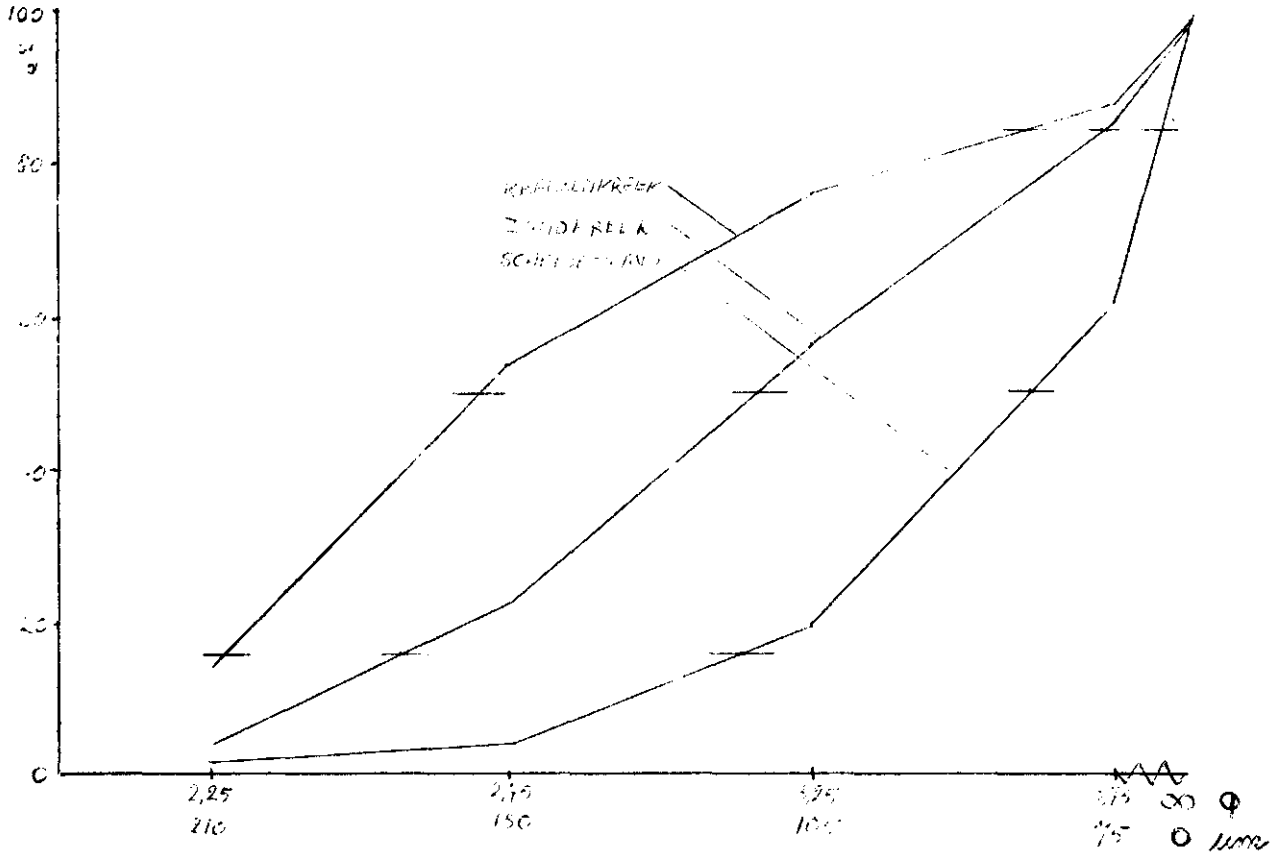

Fig. 6. Cumulatieve korrelgrootteverdeling van de bodem.

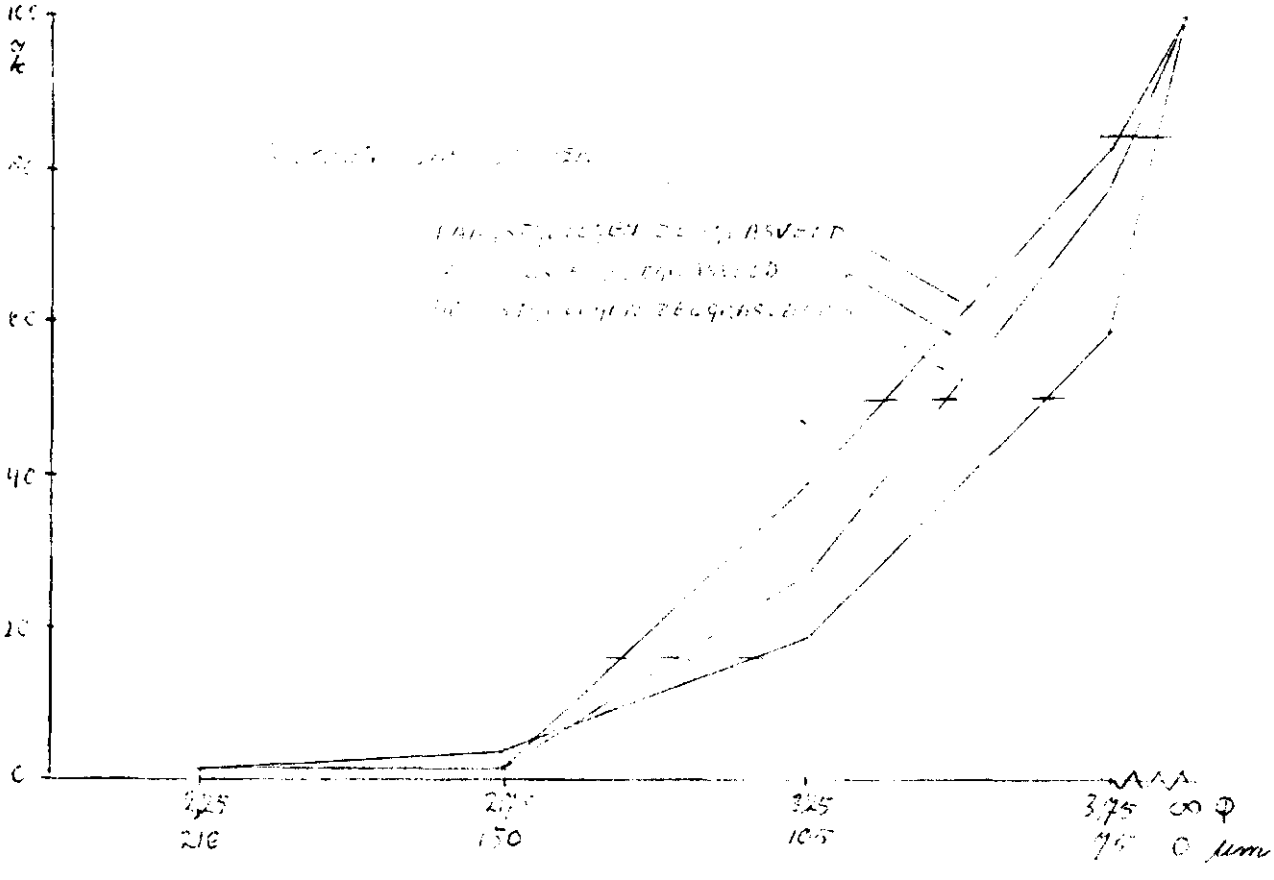

Fig. 7. Cumulatieve korrelgrootteverdeling van de bodem.

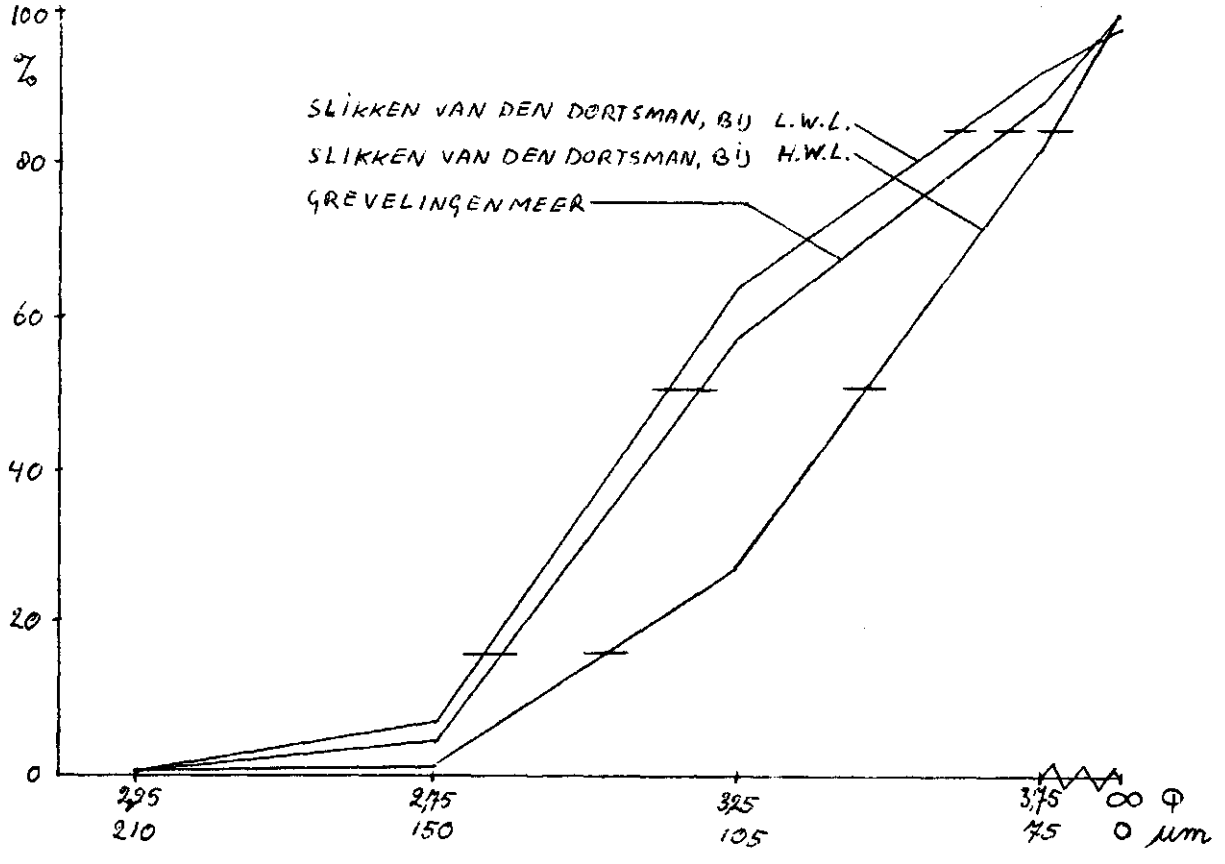

Fig. 8. Cumulatieve korrelgrootteverdeling van de bodem.

De waarden van het watergehalte van de 2 monsters van de Slikken van den Dortsman en van de 3 monsters van de Slikken van Vianen wijzen erop dat andere factoren dan de hoogte in de getijdezone het watergehalte in de bodem mede bepalen, waardoor er in deze gevallen zelfs een negatieve correlatie lijkt te bestaan tussen het watergehalte van de bodem en de tijd dat deze bij hoog water overstroomd is. Een verklaring hiervoor wordt in dit hoofdstuk gegeven.

Schulz (1969) vermeldt positieve correlaties tussen korreldiameter in φ en het percentage H_2O en tussen korrelgrootte in φ en het percentage asvrij drooggewicht. Zijn definities van zand, slikhoudend zand,

zandhoudend slik en slik zijn vermeld onder II.1.3. Ook Wolff (1973) vindt een dergelijk verband, zodat men hiervan afgeleid ook een positieve correlatie tussen percentage H_2O en percentage asvrij drooggewicht kan veronderstellen. Om de gegevens te toetsen aan bovengenoemde correlaties, zijn de gegevens betreffende mediane korrelgrootte in φ , het percentage H_2O en het percentage asvrij drooggewicht tegen elkaar uitgezet in fig. 9, 10 en 11.

Van de puntenverzameling van iedere grafiek is de correlatiecoëfficiënt en de regressielijn bepaald, waarbij blijkt, dat er inderdaad een positieve correlatie bestaat tussen het percentage H_2O en het percentage asvrij drooggewicht; tussen het percentage asvrij drooggewicht en de mediane korreldiameter in φ en tussen het percentage H_2O en de mediane korreldiameter in φ , mits in de laatste twee gevallen de sterk afwijkende waarden van de Zandkreek buiten beschouwing gelaten worden. Uit de lage correlatiecoëfficiënt blijkt overigens dat de correlatie tussen percentage asvrij drooggewicht en φ 50 maar beperkt is.

De sterke afwijking van de waarden van de Zandkreek zijn kennelijk mede het gevolg van de hoge sorting-coëfficiënt. Wolff (1973) vermoedt, dat de permeabiliteit van het sediment met toenemende sorting-coëfficiënt eerst toeneemt,als gevolg van de verstoring van de rangschikking van de bodemdeeltjes. Na het overschrijden van een kritieke waarde neemt de permeabiliteit sterk af, doordat het aantal kleine deeltjes, dat tussen de poriën van de grote deeltjes past, zonder de rangschikking ervan te verstoren,belangrijk wordt, en de poriën dichtslibben. Uit de verhouding tussen watergehalte en de mediane korreldiameter zou men kunnen afleiden, dat de verdeling in de Zandkreek dicht bij de kritieke waarde ligt hetgeen ter plaatse tot uiting komt in een vrij wèke bodem. Wolff (1973) noemt als kritieke waarde een sorting-coëfficiënt van 1,00 φ , een waarde die in de Zandkreek al is overschreden. Wolff gebruikt echter de formule van Inman voor het bepalen van de sorting-coëfficiënt, die weinig bruikbaar is voor de uiterste waarden van de verdeling, terwijl dit juist van belang is voor het vaststellen van de kritieke waarde. Er mag dus verwacht worden, dat de uiterste waarden van de verdeling voor de Zandkreek onvoldoende "gevuld" zijn om bij de gegeven

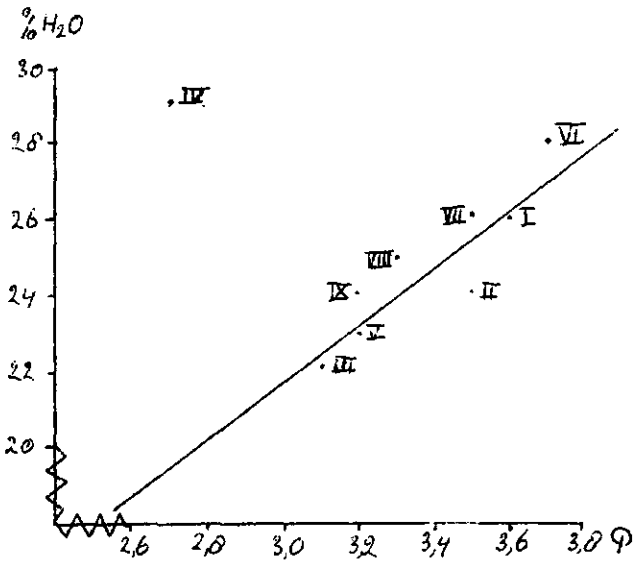

Fig. 9. Verhouding van de mediane korreldiameter in P tot het watergehalte van de bodem in % t.o.v. het drooggewicht,
regressielijn (zonder punt IV):

$y = 7,5x + 0,75$

correlatiecoëfficiënt $\rho = 0,89$

monstercodering I t/m IX als op blz. 12

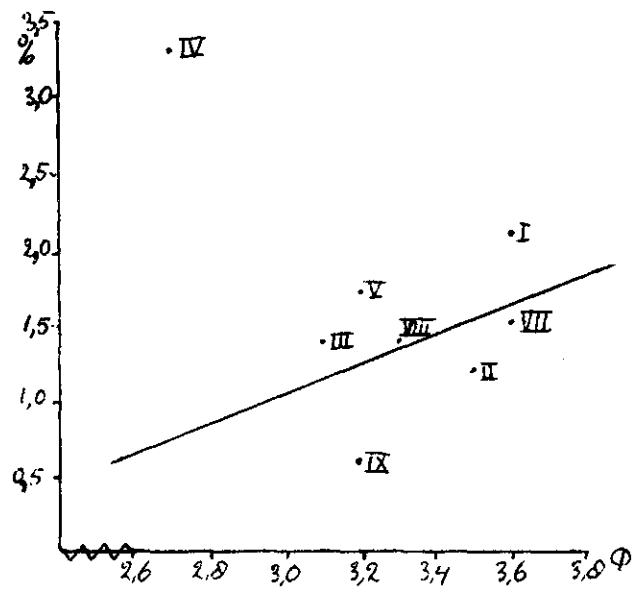

Fig. 10. Verhouding van de mediane korreldiameter in P tot het percentage asvrij drooggewicht van de bodem, regressielijn (zonder punt IV):

$y = 0,95x - 1,77$

correlatiecoëfficiënt $\rho = 0,43$.

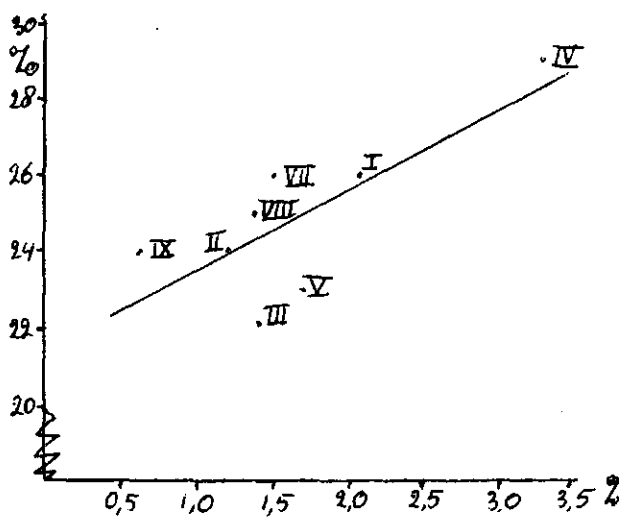

Fig. 11. Verhouding van het watergehalte tot het percentage asvrij drooggewicht van de bodem,
regressielijn :

$y = 2,1x + 21,5$

correlatiecoëfficiënt $\rho = 0,75$.

sorting-coëfficiënt de kritieke waarde ver te overschrijden. De diameter, waarbij kleine deeltjes in de poriën van grotere deeltjes binnendringen zonder de rangschikking hiervan te verstoren is bij zuivere bolvorm 0,164 maal de diameter van die grotere deeltjes (Wolff, 1973). Dit komt overeen met een verschil in diameter van meer dan 2,5 φ-eenheden. Uit fig. 7 blijkt dat hiervoor slechts een zeer kleine fraktie in aanmerking komt, hetgeen eveneens een aanwijzing is, dat de kritieke waarde hier niet ver overschreden is. Het hoge waterpercentage, veroorzaakt door de hoge permeabiliteit van de bovenste bodemlaag, duidt op een vrij goede watercirkulatie in de bodem, waardoor de zwarte, anaerobe laag in vergelijking tot de andere monsterplaatsen vrij diep zit Dit bleek ook uit het feit dat hier tot 50% dieper gestoken moest worden om de makrofauna betrouwbaar kwantitatief te bemonsteren. Desondanks wijst de samenstelling van de bodemfauna hier op een relatief lage zuurstofspanning. De hoge sorting-coëfficiënt kan verklaard worden door de ligging van de Zandkreek: het is een doodlopende, zeer beschutte inham, door een dijk beschermd tegen westenwind en door de Katseplaat afgeschermd van het open water van de Oosterschelde. De Zandkreek ligt echter wel op vrij korte afstand van de Oosterschelde, waarvan het water relatief grof materiaal kan meevoeren. Tijdens de vloed gaat de sterke horizontale getijdestroom plotseling over in een bijna vertikale getijdebeweging en komt het water in korte tijd van een turbulente in een weinig turbulente omgeving, waarbij al het materiaal bijna gelijktijdig sedimenteert zonder dat er sprake kan zijn van het ontstaan van een gradiënt en korreldiameter van de afgezette deeltjes.

Een vergelijkbaar, maar minder duidelijk beeld geeft de Krabbenkreek: ook dit is een doodlopende arm op niet te grote afstand van open water, hetgeen tot uiting komt in de lage φ 50 en de hoge sorting-coëfficiënt. Uit de korrelgrootteverdeling blijkt echter, dat het grofste materiaal al is afgezet, zodat de kromme t.o.v. de Zandkreek naar hogere φ-waarden is verschoven (fig. 6). Ondanks de hoge sorting-coëfficiënt is het watergehalte 20% lager dan in de Zandkreek, waardoor de verhouding tussen watergehalte en mediane korrelgrootte een waarde geeft die bijna op de regressielijn ligt. Kennelijk wordt deze

correlatie hier niet verstoord door de hoge sorting-coöfficiënt. Bovendien helt het zeegrasveld in de Krabbenkreek wat sterker af, zodat een betere afwatering mogelijk een rol speelt. Het percentage asvrij drooggewicht is hier vrij hoog, zowel t.o.v. het watergehalte, als t.o.v. de mediane korrelgrootte. Dit was te verwachten gezien de uitgebreide en dichte vegetatie in de zomer. In de maanden januari en maart vertoonde de bodem hetzelfde weke karakter als de Zandkreek het gehele jaar had.

Het Scheldestrand bij Bergen op Zoom ligt aan het einde van het doodlopende oostelijke gedeelte van de Oosterschelde, dat bij laag water bijna geheel droogvalt. Door de geleidelijk afnemende stroomsnelheid in dit gedeelte, wordt het materiaal bij sedimentatie uitgeselekteerd naar korrelgrootte, hetgeen resulteert in de vrij lage sorting-coëfficiënt, die hier werd aangetoond. Zowel bij de verhouding tussen watergehalte en mediane korrelgrootte als tussen watergehalte en het percentage asvrij drooggewicht (fig. 9 en 11) beantwoorden de gevonden waarden aan de verwachtingen, gezien de ligging van de waarden t.o.v. de respektievelijke regressielijnen. Slechts bij de verhouding tussen het percentage asvrij drooggewicht en de mediane korrelgrootte, (fig. 10) ontstaat een waarde, die enigszins afwijkt van de regressielijn. Deze is overigens matig betrouwbaar, gezien de lage correlatie-coëfficiënt. De absolute waarde van het percentage asvrij drooggewicht (tabel 4) is vrij hoog t.o.v. de Slikken van Vianen en de Krabbenkreek, temeer daar er in deze laatste gevallen sprake is van aaneengesloten velden met een hoog bedekkingspercentage, terwijl de vegetatie op het Scheldestrand slechts bestaat uit veldjes met een doorsnede van ten hoogste 4 m, en een lager bedekkingspercentage. Kennelijk speelt aangevoerd organisch materiaal hier een rol; enerzijds omdat de afzetting van organisch materiaal onder ongeveer gelijke omstandigheden plaatsvindt als van de fijnere sedimenten (de positieve correlatie tussen percentage asvrij drooggewicht en de mediane korreldiameter wijst hierop), anderzijds door de invang van organisch materiaal door het zeegras. De bodem van het Scheldestrand is vrij stevig. De zwarte, anaerobe laag bevindt zich, vergeleken met andere monsterplaatsen, op geringe diepte, n.l. op ca 5 cm.

Op de Slikken van den Dortsman bij Maartensdijk zijn bodemmonsters genomen bij de hoogwaterlijn en even boven de laagwaterlijn. De lage sorting-coëfficiënt en het verschil in mediane korrelgrootte tussen beide monsters, duiden erop, dat de sterkte van de evenwijdig aan de kust lopende getijdestroom een duidelijke afnemende gradiënt vertoont van de laagwaterlijn naar de hoogwaterlijn. Hierdoor wordt steeds fijner materiaal afgezet naarmate het water hoger in de getijdezone komt. Het hogere percentage asvrij drooggewicht bij de laagwaterlijn kan verklaard worden door de aard van de vegetatie: bij de laagwaterlijn groeit het zeegras in een groot aantal veldjes met een doorsnede van 1 tot 4 meter en met een bedekking die over het algemeen hoger is dan bij de hoogwaterlijn, terwijl bij de hoogwaterlijn slechts enkele, veel kleinere veldjes (doorsnede ca 50 cm.) liggen. Mede hierdoor is de invang van door het water meegevoerd materiaal in de laaggelegen veldjes veel groter, Dit blijkt ook uit de door deze veldjes gevormde heuveltjes, die een hoogte kunnen bereiken van ca 15 cm. Buiten de zeegrasvelden is een zekere invloed waarneembaar van de golfslag, in de vorm van een duidelijk golfpatroon in het bodemoppervlak. De anaerobe laag begint hier op vrij geringe diepte, n.l. ca 7 cm. en wordt gekenmerkt door een hoog gehalte aan fossiele resten van molusken als *Cardium edule*, *Mya arenaria* en *Hydrobia ulvae*. Van alle onderzochte monsterplaatsen is de bodem hier het stevigst, met name dicht bij de laagwaterlijn, hetgeen in overeenstemming is met het lage watergehalte. (zie tabel 4).

Ook bij de Slikken van Vianen neemt de stroomsnelheid geleidelijk af in de richting van de hoogwaterlijn. Er zijn drie monsters genomen, één in elk van de drie daar te onderscheiden zeegrasvelden. De geleidelijke afname in stroomsnelheid resulteert in een lage sorting-coëfficiënt, zodat de relatieve stroomsnelheid boven de velden is af te leiden uit de mediane korreldiameter. Omdat bij de bepaling de deeltjes $<75\mu$ als één fraktie werden beschouwd, is het mogelijk dat de sorting-coëfficiënt in het hoogst genomen monster, waar deze fraktie vrij groot is, groter is dan de gevonden waarde. Zowel het watergehalte, als het percentage asvrij drooggewicht en de

mediane korreldiameter beantwoorden aan de verwachtingen, als ze getoetst worden aan de onderzochte correlaties.
De waarde van het asvrij drooggewicht ontbreekt helaas voor het hoogstgelegen zeegrasveld. Volgens de beschikbare gegevens mag echter worden verwacht, dat dit ruim boven 2% ligt. De korrelgrootteverdeling is hier immers vrijwel identiek aan die van Bergen op Zoom, terwijl het watergehalte hoger, en de vegetatie dichter was. De stevigheid van de bodem varieerde gedurende het jaar enigszins, maar het slik was over het algemeen vrij zacht, vooral in het hoogstgelegen veld.

Het zeegrasveld in het Grevelingenmeer wijkt vooral af van de andere monsterplaatsen door het ontbreken van getijdebeweging, zodat het bodemmonster genomen moest worden terwijl het zeegrasveld onder water stond. Om toch een enigszins vergelijkbare waarde voor het watergehalte te krijgen, werd het monster enige ogenblikken boven water gehouden, zodat het overtollige water weg kon lopen. Bovendien waren de bovengrondse delen van het zeegras reeds weggeslagen op het moment dat de bodemmonsters genomen werden en was het water door de golfslag te troebel om de uit de bodem stekende rhizomen te kunnen zien. Het is daarom mogelijk, dat één of meer submonsters buiten het zeegrasveld genomen werden, hetgeen een verklaring kan zijn voor het lage percentage asvrij drooggewicht. Bij vergelijking van het Grevelingenmeer met de andere monsterplaatsen, mag niet uit het oog verloren worden, dat het een, sinds de afsluiting, min of meer gesloten systeem betreft, zonder vertikale of horizontale getijdebewegingen, zodat n.a.v. de resultaten niet dezelfde konklusies getrokken mogen worden als bij de andere monsterplaatsen.

III.2 Biotische faktoren.

III.2.1 Ruimtelijke en temporele ontwikkeling van de zeegrasvelden.

Bij het nemen van de faunamonsters is steeds een beschrijving gemaakt van de vegetatie. Gegevens, betreffende de schatting van het bedekkingspercentage, de grootte van de veldjes en de soorten zeegras die erin voorkomen zijn vermeld in tabel 5.

Op het Scheldestrand bij Bergen op Zoom bestond de vegetatie uit kleine veldjes *Zostera noltii*, die in doorsnede meestal niet groter werden dan 3 m. In het voorjaar stonden deze veldjes bij de hoogwaterlijn in ondiepe getijdepoelen, die in de loop van het jaar ondieper werden en in het najaar in heuveltjes overgingen (hoogte ca 5 cm.). Bij hoger gelegen veldjes werd in juni al enige ophoging van de bodem gekonstateerd (hoogte: max. 10 cm.). Bloeiwijzen werden aangetroffen van juni tot augustus, met een maximum in augustus. In mei en november werden enige gekiemde *Zostera marina*-plantjes aangetroffen bij de hoogwaterlijn.

Op de Slikken van den Dortsman bij Maartensdijk groeide *Zostera noltii* eveneens in kleinere veldjes, hier in de onderste helft van de getijdezone en bij uitzondering bij de hoogwaterlijn. De vorming van heuveltjes was hier sterker dan op het Scheldestrand, getuige de ligging van de hoger gelegen veldjes: tot 20 cm. boven het kale slik in oktober. Met het afsterven van het zeegras nam ook de hoogte van deze heuveltjes t.o.v. het slik af tot ze in maart bijna geheel verdwenen waren. De stabiliserende invloed van de vegetatie op de bodem kon hier duidelijk worden waargenomen: door de golfslag vertoonde het slik buiten de zeegrasveldjes een duidelijk golfpatroon, i.t.t. de veldjes zelf. Dit verschijnsel werd ook in maart waargenomen op plaatsen waar de bovengrondse delen reeds waren afgestorven en de heuveltjes bijna verdwenen. De stabiliserende invloed van zeegras op de bodem bestaat dus zowel uit golfbreking door de bovengrondse delen als uit het vasthouden van het sediment door de ondergrondse delen. Bloeiwijzen werden aangetroffen van juli tot oktober, met het maximum in september.

Tabel 5: Vegetatie (* a: hoogste veld; b: middelste veld; c: laagste veld).

	Scheldestrand	Sl. v/d Dortsman	Zandkreek	Krabbenkreek	Slikken v. Vianen *	Grevelingenmeer
mei	5% *Z. noltii* veldjes o 30cm	5% *Z. noltii* veldjes o 50cm	50 turionen/m^2 *Z. marina*	1-5% *Z. noltii* aaneengesloten	a: 50% *Z. noltii* b,c: 10-20% *Z. noltii* aaneengesloten	enkele plantjes *Z. marina*
juni juli	50-70% *Z. noltii* veldjes o 1-2m	20-50% *Z. noltii* heuveltjes 1-2m	70% *Z. noltii* aaneengesloten enkele *Z. marina*	50-100% *Z. noltii* aaneengesloten enkele *Z. marina*	a: 70% *Z. noltii* b: 70-100% *Z. marina* c: 100% *Z. noltii*	50% *Z. marina*
aug. sept.	20-70% *Z. noltii* veldjes o 1-3m	10-30% *Z. noltii* heuveltjes 1-2m	100% *Z. noltii* aaneengesloten enkele *Z. marina*	100% aaneengesloten *Z. noltii* & *Z. mar*=2:1	a: 100% *Z. noltii* b: 70% *Z. marina* c: 100% *Z. noltii*	50-70% *Z. marina* afstervend
okt. nov.	10-25% *Z. noltii* veldjes o 1-3m	10-30% *Z. noltii* heuveltjes 1-2m	20-50% *Z. noltii* aaneengesloten geen *Z. marina*	10-30% *Z. noltii* aaneengesloten enkele *Z. marina*	a: 70% *Z. noltii* b: 20% *Z. noltii* c: 30% *Z. noltii*	enkele *Z. marina* veel afgestorven materiaal
dec.	2% *Z. noltii* veldjes o 1-3m	5-10% *Z. noltii* heuveltjes 1-3m	2% *Z. noltii* aaneengesloten	10% *Z. noltii* aaneengesloten	a: 10% *Z. noltii* b,c: 2% *Z. noltii*	uitsluitend rhizomen
jan.	1% *Z. noltii* veldjes ø 1-3m	1% *Z. noltii* heuveltjes 1-2m	1% *Z. noltii* aaneengesloten	1% *Z. noltii* aaneengesloten	a,c: 1% *Z. noltii* b: kaal slik	uitsluitend rhizomen
mrt.	1% enkele jonge *Z. noltii*	1% *Z. noltii* geen heuveltjes	1% *Z. noltii* aaneengesloten	geen begroeiing	a: 1% *Z. noltii* b: kaal c: jonge *Z. noltii*	uitsluitend rhizomen

In de afzonderlijke *Zostera noltii*-veldjes, zoals op het Scheldestrand en de Slikken van den Dortsman, heeft geen duidelijke inspoeling van algen plaatsgevonden. Wel werden de veldjes van december tot maart door vogels afgegraasd.

In de Zandkreek ligt even boven de laagwaterlijn een vrij groot, aaneengesloten zeegrasveld, gedomineerd door *Z. noltii*. Na zaadkieming verschenen in de zomer een aantal *Z. marina*-plantjes in dit veld die echter nooit een aandeel van meer dan 5% in de vegetatie kregen. In mei was dit veld nog niet waarneembaar en werd op een andere plaats gemonsterd, waar enige *Z. marina*-plantjes waren gekiemd. Bloeiwijzen werden uitsluitend in juni aangetroffen. Vanaf augustus, de maand waarin de hoogste totale bedekking werd bereikt, nam het aantal *Z. marina*-planten sterk af, terwijl tegelijkertijd de hoeveelheid ingespoelde algen toenam. Nadat de algen en het grootste deel van het zeegras verdwenen waren, werden in december weer een aantal gekiemde exemplaren van *Z. marina* gevonden.

De aard en ontwikkeling van het zeegras in de Krabbenkreek vertoonden veel overeenkomst met dat van de Zandkreek; een groot, aaneengesloten, door *Z. noltii* gedomineerd veld met de maximale bedekking in augustus en waarin van juni tot oktober ook *Z. marina* werd aangetroffen, hier echter met een maximum aandeel in de vegetatie van 30% in september. Bloeiwijzen van beide soorten werden aangetroffen van juli tot oktober, met een optimum in juli.

Op de Slikken van Vianen werden drie grote zeegrasvelden onderscheiden: twee *Z. noltii*-velden, waarvan één hoog en één laag in de getijdezone, en daartussen een in de zomer door *Z. marina* gedomineerd veld. In dit laatste veld werd het gehele jaar tevens een vrij lage bedekking van *Z. noltii* waargenomen. Buiten het seizoen waarin *Z. marina* aanwezig was, bestond de begroeiing hier uitsluitend uit *Z. noltii*. Het inspoelen van algen was in augustus in dit middelste veld het sterkst. In de beide *Z. noltii*-velden werden weinig algen aangetroffen. Vooral de hoeveelheid algen in het veld vlak onder de vloedlijn is erg laag in vergelijking met het *Z. marina*-veld.

In het Grevelingenmeer werd slechts *Z. marina* aangetroffen, in een uitgestrekt veld op een minimale diepte van 20 cm. De lengte van de planten kwam ongeveer overeen met de waterdiepte. Bij harde wind (ca 7 op de schaal van Beaufort), kon duidelijk worden waargenomen dat *Z. marina* als effektieve golfbreker kan fungeren: het wateroppervlak boven het zeegras was bijna volkomen glad, terwijl buiten het veld golven met schuimkoppen werden gevormd. Na de maximale dichtheid in augustus bereikt te hebben, nam de dichtheid van het veld sterk af, doordat bovengrondse delen werden weggeslagen. Bloeiwijzen werden aangetroffen van juni tot augustus.

III.2.2. Beschrijving van de makrofauna.

III2.2.1 Inleiding.

De resultaten van de kwantitatieve en kwalitatieve analyse zijn weergegeven in tabel 6 t/m 13. De aantallen per soort zijn steeds het totaal van een serie van zes steekmonsters. Van iedere monsterserie is de diversiteit volgens Shannon & Weaver (1963) berekend. Het temporele verloop van deze diversiteit op de verschillende monsterplaatsen is weergegeven in fig. 12. Een dergelijke diversiteitsberekening kan verduidelijking geven van soms onoverzichtelijke soortenlijsten,met name indien zich in het milieu plotselinge sterke veranderingen hebben voorgedaan, die invloed op de soortensamenstelling hebben. Het is echter noodzakelijk zich kritisch en met de nodige reserve op te stellen tegenover het weergeven van een soortensamenstelling op een bepaalde plaats en tijd in een getal. Er mogen dan ook geen belangrijke konklusies verbonden worden aan geringe verschillen in diversiteit tussen twee verschillende monsterplaatsen.

Zoals blijkt uit fig. 12 veranderen de waarden van de diversiteit nauwelijks, hetgeen erop wijst, dat zich waarschijnlijk geen plotselinge veranderingen in het milieu hebben voorgedaan.

Uit een vergelijking van de diversiteit van de fauna binnen en buiten de zeegrasveldjes van het Scheldestrand en de Slikken van den Dortsman blijkt een geringe invloed van zeegras op de fauna: de diversiteit is over het algemeen een weinig hoger voor de buiten het zeegras genomen monsters, hetgeen voornamelijk wordt veroorzaakt door de lagere aantallen van *Peringia ulvae* buiten de zeegrasveldjes.

De lage diversiteit van alle monsters van de Slikken van den Dortsman wordt vooral veroorzaakt door het ontbreken van *Peloscolex benedeni* op de lagere delen van het slik.

In de monsters van het Grevelingenmeer zijn de aantallen gelijkmatiger verdeeld over de gevonden soorten dan in die van de Oosterschelde, die sterk worden gedomineerd door *Peringia ulvae* en *Peloscolex benedeni*. Dit komt tot uiting in een hogere diversiteit.

Tabel 6. Scheldestrand, binnen het zeegrasveld. (aantallen: 6 monsters à 63 cm^2)

soort	080577	260677	220877	011177	131277	310178	140378	Totaal
Eteone longa	4	7	5	5	3	4	6	34
Anaitides maculata	-	1	-	2	-	-	-	3
Nereis diversicolor	11	18	20	3	10	6	10	78
Nephthys hombergii	1	-	-	-	-	-	-	1
Scoloplos armiger	1	-	2	-	2	-	1	6
Polydora ciliata/ligni	-	-	-	-	-	-	-	-
Pygospio elegans	10	16	8	1	2	30	3	70
Streblospio shrubsolii	-	-	-	-	-	-	-	-
Capitella capitata	-	8	-	1	1	10	2	22
Heteromastus filiformis	1	-	1	-	-	-	-	2
Tharyx marioni	31	28	74	68	82	72	108	453
Arenicola marina	3	1	1	-	1	-	-	6
Peloscolex benedeni	329	408	337	195	180	143	154	1746
Tubifex costatus	-	6	3	-	14	12	25	60
Lumbricillus spec.	-	-	1	-	-	-	-	1
Syntormon zelleri	-	-	-	1	-	-	-	1
Corophium volutator	-	1	-	2	1	-	-	4
Carcicus maenas	-	3	6	-	1	-	-	10
Mytilus edulis	-	1	-	-	-	-	-	1
Mysella bidentata	-	-	-	-	12	-	-	12
Cardium edule	1	2	-	3	-	-	-	6
Scrobicularia plana	6	10	8	11	8	3	4	50
Macoma baltica	8	6	3	8	7	12	5	49
Mya arenaria	2	2	-	1	1	-	-	6
Littorina littorea	1	1	-	-	1	-	-	3
Peringia ulvae	443	804	763	961	1025	736	581	5313
Retusa obtusa	-	1	-	1	1	-	-	3
Totaal:	852	1327	1232	1264	1352	1028	899	

Tabel 7. Scheldestrand, buiten het zeegrasveld.

soort	030577	260677	220877	011177	131277	310178	140378	Totaal
Eteone longa	3	18	8	3	-	4	5	41
Anaitides maculata		-	-	2	-	-	-	2
Nereis diversicolor	5	3	8	4	-	2	4	26
Nephthys hombergii		-	-	-	1	-	-	1
Scoloplos armiger	4	-	3	-	1	-	1	9
Polydora ciliata/ligni		1	-	-	-	-	-	1
Pygospio elegans	2	72	13	4	7	14	7	119
Streblospio shrubsolii		-	1	-	-	-	-	1
Capitella capitata	-	6	-	1	1	3	3	14
Heteromastus filiformis	-	-	2	-	-	-	1	2
Tharyx marioni	35	68	95	42	48	37	69	394
Arenicola marina	1	1	2	2	-	1	-	7
Peloscolex benedeni	465	400	332	299	172	212	296	2176
Tubifex costatus		-	-	4	6	3	6	19
Lumbricillus spec.		-	-	-	-	-	-	-
Syntormon zelleri	-	-	-	4	-	-	-	4
Carcinus maenas	1	-	2	-	-	-	-	3
Mytilus edulis		-	-	-	-	-	-	-
Mysella bidentata		-	-	-	1	1	-	2
Cardium edule	-	-	-	1	-	-	1	2
Scrobicularia plana	1	7	8	8	-	4	2	30
Macoma balthica	9	4	7	11	9	7	9	56
Mya arenaria	1	-	1	-	2	-	-	4
Littorina littorea		-	-	-	-	-	-	-
Peringia ulvae	313	549	460	321	402	349	396	2790
Retusa obtusa	1	1	-	-	1	-	-	3
Totaal:	840	1135	944	708	652	641	805	

Tabel 8. Slikken van den Dortsman, binnen zeegrasveld.

soort	240577	180777	060977	251077	291177	240178	100378	Totaal
Eteone longa	5	4	4	4	5	2	1	25
Anaitides maculata	-	-	1	1	-	-	-	2
Nereis diversicolor	1	1	4	1	1	3	-	11
Nephthys hombergii	1	1	1	1	-	-	1	5
Scoloplos armiger	6	4	8	2	-	1	3	24
Pygospio elegans	5	17	8	3	1	2	2	38
Capitella capitata	-	2	-	3	5	6	2	18
Heteromastus filiformis	1	4	-	1	-	-	-	6
Tharyx marioni	6	-	1	3	-	1	2	13
Peloscolex benedeni	37	25	48	53	75	22	67	327
Tubifex costatus	-	-	3	1	-	-	-	4
Lumbricillus spec.	-	-	2	-	-	-	-	2
Idotea chelipes	-	-	-	1	-	-	-	1
Corophium volutator	-	-	1	-	3	2	1	7
Carcinus maenas	-	-	-	1	-	-	-	1
Mytilus edulis	-	1	-	-	-	-	-	1
Cardium edule	13	19	20	26	14	8	14	114
Scrobicularia plana	1	1	-	1	2	1	1	7
Macoma balthica	2	-	1	4	3	3	1	14
Peringia ulvae	868	1380	1408	2264	2039	694	690	9343
Retusa obtusa	-	-	9	1	-	-	-	10
Totaal:	947	1459	1521	2371	2149	745	775	

Tabel 9. Slikken van den Dortsman, buiten zeegrasveld.

soort	240577	180777	060977	251077	291177	240178	100378	Totaal
Eteone longa	1	4	3	5	2	2	4	21
Anaitides maculata	-	-	-	1	-	-	-	1
Nereis diversicolor	-	1	-	-	-	-	-	1
Nephthys hombergii	2	-	-	1	-	1	1	5
Scoloplos armiger	7	9	14	6	2	7	3	48
Pygospio elegans	9	1	1	-	-	-	3	14
Capitella capitata	-	1	-	-	1	-	3	5
Heteromastus filiformis	5	-	-	-	-	-	-	5
Tharyx marioni	1	1	-	3	-	3	3	11
Lanice conchilega	-	-	-	1	-	-	-	1
Peloscolex benedeni	37	22	28	44	34	31	41	237
Corophium volutator	-	4	3	4	5	1	-	17
Bathyporeia sarsi	-	1	-	-	-	-	-	1
Carcinus maenas	-	1	-	-	1	-	-	2
Mytilus edulis	1	-	-	-	-	-	-	1
Cardium edule	11	10	6	12	11	10	8	68
Scrobicularia plana	-	-	-	2	2	-	1	5
Macoma balthica	2	4	-	4	-	1	-	11
Peringia ulvae	701	668	1031	760	862	543	258	4903
Retusa obtusa	-	-	5	-	-	-	-	5
Totaal:	777	712	1091	842	920	599	325	

Tabel 10. Zandkreek.

Soort	080577	290677	220877	011177	131277	310178	140378	Totaal
Eteone longa	-	15	3	-	-	-	-	18
Anaitides maculata	1	7	7	3	-	1	-	19
Nereis diversicolor	-	-	-	1	-	-	-	1
Nephthys hombergii	1	-	1	3	1	-	1	7
Scoloplos armiger	1	1	-	-	-	-	-	2
Pygospio elegans	-	-	1	-	-	1	-	2
Capitella capitata	-	8	3	1	6	7	5	30
Heteromastus filiformis	160	95	33	46	15	20	23	402
Tharyx marioni	11	16	96	13	64	79	78	357
Arenicola marina	1	-	-	-	1	-	-	2
Lanice conchilega	-	-	-	-	1	-	-	1
Peloscolex benedeni	568	96	12	17	45	63	35	836
Tubifex costatus	-	3	-	-	4	5	-	12
Lumbricillus spec.	-	1	-	-	-	-	-	1
Syntormon zelleri	-	-	1	-	-	-	-	1
Idotea chelipes	1	-	-	-	-	-	-	1
Gammarus crinicornis	-	-	-	1	-	-	-	1
Carcinus maenas	1	-	4	5	-	-	-	10
Cardium edule	14	21	24	22	32	12	21	146
Scrobicularia plana	1	10	3	6	2	9	5	36
Macoma balthica	-	-	-	-	1	3	3	7
Mya arenaria	1	-	-	-	-	1	-	2
Peringia ulvae	618	1190	1067	737	556	695	574	5437
Littorina littorea	5	3	-	2	3	-	-	13
Totaal:	1384	1465	1155	857	731	896	745	

Tabel 11. Krabbenkreek.

soort	240577	180777	060977	251077	291177	240178	100378	Totaal
Eteone longa	5	11	4	5	3	1	-	29
Anaitides maculata	-	4	1	9	11	-	-	25
Nereis diversicolor	-	-	5	6	1	-	2	14
Nephthys hombergii	-	1	-	-	-	-	-	1
Scoloplos armiger	6	32	31	20	34	9	12	144
Pygospio elegans	1	17	10	3	-	3	10	43
Streblospio shrubsolii	-	-	3	-	-	-	-	3
Capitella capitata	-	3	3	6	19	7	18	56
Heteromastus filiformis	10	33	15	4	6	2	3	73
Tharyx marioni	50	40	89	45	69	139	78	420
Arenicola marina	-	1	-	1	1	-	-	3
Peloscolex benedeni	73	38	267	70	77	52	76	653
Tubifex costatus	-	3	5	1	15	16	8	48
Syntorman zelleri	-	-	1	-	1	1	-	3
Idotea chelipes	-	-	-	2	-	-	-	2
Gammarus duebeni	-	-	3	-	-	-	-	3
Corophium volutator	-	1	-	-	-	-	1	2
Crangon crangon	-	-	-	1	-	-	-	1
Carcinus maenas	-	1	8	1	-	1	-	11
Cardium edule	4	7	6	3	3	2	1	26
Scrobicularia plana	5	1	4	3	1	2	-	16
Macoma balthica	-	1	1	2	1	1	-	6
Peringia ulvae	868	1102	574	721	891	1053	792	6001
Littorina littorea	-	-	7	2	-	-	-	9
Retusa obtusa	-	-	1	-	-	-	-	1
Totaal:	1022	1307	1038	905	1133	1289	1000	

Tabel 12. Slikken van Vianen.

soort	240577	180777	220877	011177	131277	310178	140378	Totaal
Eteone longa	9	5	1	1	2	3	3	24
Anaitides maculata	-	7	5	7	5	1	-	25
Nereis diversicolor	1	5	-	1	2	-	1	10
Nephthys hombergii	-	-	-	3	-	-	-	3
Scoloplos armiger	-	-	-	-	1	-	-	1
Pygospio elegans	-	-	1	3	-	1	9	14
Capitella capitata	-	2	1	1	7	12	7	30
Heteromastus filiformis	81	38	10	11	12	22	26	200
Tharyx marioni	6	36	118	67	19	64	31	341
Lanice conchilega	-	2	-	1	-	-	-	3
Peloscolex benedeni	199	224	226	130	157	123	185	1244
Tubifex costatus	-	1	-	-	2	3	3	9
Gammarus crinicornis	-	1	-	-	-	-	-	1
Corophium volutator	-	-	-	-	-	1	-	1
Crangon crangon	-	1	-	-	-	-	-	1
Carcinus maenas	-	13	4	-	1	-	-	18
Mytilus edulis	3	1	1	-	2	1	2	10
Cardium edule	29	26	32	25	27	8	18	165
Scrobicularia plana	4	5	4	4	8	5	3	33
Macoma balthica	3	4	4	7	7	3	3	31
Peringia ulvae	2254	1411	1141	969	1256	1030	909	8970
Littorina littorea	2	-	1	-	-	1	-	4
Totaal:	2564	1782	1549	1100	1558	1278	1194	

Tabel 13. Grevelingenmeer.

soort	240577	290677	220877	011177	131277	310178	140378	Totaal
Eteone longa	-	-	1	-	1	1	-	3
Anaitides maculata	-	-	7	1	4	3	-	15
Nereis diversicolor	18	48	50	32	21	9	27	205
Scoloplos armiger	-	-	3	-	2	-	-	3
Polydora ligni	2	-	3	-	-	-	-	5
Pygospio elegans	49	160	85	56	33	86	107	576
Malacoceros fuliginosus	-	-	-	72	44	55	20	191
Capitella capitata	51	65	15	36	45	37	87	336
Heteromastus filiformis	-	-	1	-	-	1	-	2
Tharyx marioni	1	-	2	-	-	-	-	3
Arenicola marina	17	9	9	4	3	4	-	46
Peloscolex benedeni	-	14	-	10	1	6	10	41
Tubifex costatus	2	1	-	-	-	-	-	3
Chironimus spec.	2	-	4	-	2	4	-	12
Idotea chelipses	27	20	1	4	-	2	1	55
Gammarus crinicornis	-	-	-	1	-	-	-	1
Microdeutopus gryllotalpa	-	-	52	-	-	-	-	52
Corophium insidiosum	61	52	83	22	2	1	12	233
Cardium edule	-	-	1	1	-	-	-	2
Littorina littorea	-	2	-	1	-	-	-	3
Totaal:	230	370	317	240	161	210	264	

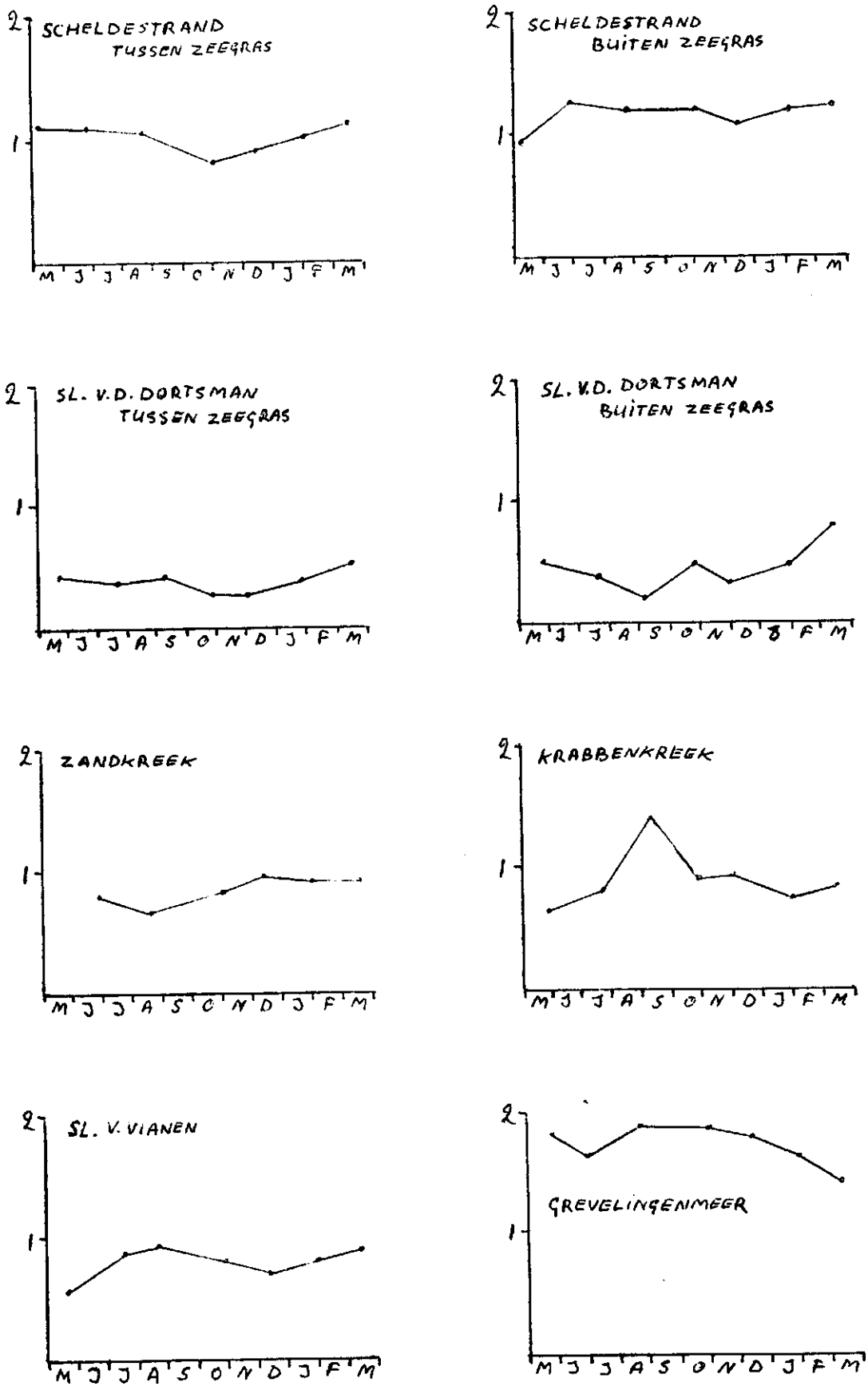

Fig. 12. Diversiteit van de faunamonsters op de monsterplaatsen, uitgezet tegen de tijd.

De biologische index is per monsterplaats weergegeven in tabel 14. Uit deze tabel is niet het temporele verloop van de volgorde van dominantie af te lezen. Deze volgorde is voor de drie of vier meest dominerende soorten op de meeste plaatsen konstant, vooral omdat de aantallen van deze soorten zo ver uiteen liggen, dat veranderingen in de aantallen van de soorten slechts zelden invloed hebben op de biologische index. Het verwerken van de biologische index per monsterplaats in afhankelijkheid van de tijd leverde derhalve niet meer informatie op en is dan ook achterwege gelaten.

Bij de bespreking van enige soorten is wel de logaritme van de aantallen tegen de tijd uitgezet, om een beeld te krijgen van het temporele verloop van de aantallen van deze soorten ten opzichte van elkaar. Voor het gebruik van logaritmen is gekozen omdat de aantallen van de soorten vaak zover uiteen liggen, dat grafische vergelijking van absolute aantallen soms onoverzichtelijk wordt.

Volgens Goodall (1973) kan de similariteit van de samenstelling van twee monsterplaatsen op twee manieren berekend worden.

a) door de "coëfficient of community" van Sørensen (zie II.2). De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in tabel 15. Een nadeel van deze kwalitatieve vergelijkingsmethode is het feit, dat aan de aanwezigheid van een soort, vertegenwoordigd door één eventueel toevallig aanwezig exemplaar, dezelfde waarde wordt toegekend als aan de aanwezigheid van een sterk dominerende soort, zoals *Peringia ulvae*, die op sommige plaatsen met meer dan 90% van de totaal gevonden aantallen is vertegenwoordigd.

b) Door de "Percentage similarity", waarmee de gevonden aantallen per soort kunnen worden vergeleken (zie II.2). De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in tabel 16. Bij deze vergelijkingsmethode wordt het percentage van het aantal dieren per soort, dat in beide monsterplaatsen voorkomt bepaald ten opzichte van het totaal aantal gevonden exemplaren op beide monsterplaatsen. Bij deze berekening is de invloed,die een soort op de resultaten uitoefent, evenredig aan de aantallen waarin deze soort op beide monsterplaatsen voorkomt.

Tabel 14. Biologische index.

soort	Scheldestrand binnen het zeegrasveld	Scheldestrand buiten het zeegrasveld	Slikken vd Dortsman binnen het zeegrasveld	Slikken vd Dortsman buiten het zeegrasveld	Zandkreek	Krabbenkreek	Slikken van Vianen	Totaal Oosterschelde	Grevelingenmeer
Eteone longa	-	2	3	4	-	-	1	10	-
Anaitides maculata	-	-	-	-	-	1	-	1	1
Nereis diversicolor	7	1	-	-	-	-	-	8	14
Scoloplos armiger	-	-	5	12	-	10	-	27	-
Pygospio elegans	4	8	3	2	-	-	-	17	30
Malacoceros fuliginosus	-	-	-	-	-	-	-	-	15
Capitella capitata	-	-	5	-	-	3	1	9	24
Heteromastus filiformis	-	-	-	-	18	5	13	36	-
Tharyx marioni	21	20	1	1	19	24	16	104	-
Peloscolex benedeni	28	29	28	28	20	25	28	187	1
Tubifex costatus	5	-	-	-	-	2	-	7	-
Idotea chelipses	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Microdeutopus gryllotalpa	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Corophium volutator	-	-	-	2	-	-	-	2	-
Corophium insidiosum	-	-	-	-	-	-	-	-	14
Cardium edule	-	-	21	20	13	-	11	65	-
Scrobicularia plana	3	1	-	-	-	-	-	4	-
Macoma balthica	1	9	2	-	-	-	-	12	-
Mysella bidentata	1	-	-	-	-	-	-	1	-
Peringia ulvae	35	34	35	35	35	35	35	244	-
Retusa obtusa	-	-	2	1	-	-	-	3	-

Tabel 15. Coëfficiënt of community van Sørensen.

	Scheldestrand binnen zeegras	Scheldestrand buiten zeegras	Slikken vd Dortsman binnen zeegras	Zandkreek	Krabbenkreek	Slikken van Vianen
Scheldestrand buiten zeegras	90					
Slikken vd Dortsman binnen zeegras	85					
Slikken vd Dortsman buiten zeegras		75	88			
Zandkreek	87		82			
Krabbenkreek	84		82	81		
Slikken van Vianen	83		84	85	82	
Grevelingenmeer	59		56	68	62	62

Tabel 16. Percentage similarity.

	Scheldestrand binnen zeegras	Scheldestrand buiten zeegras	Slikken vd Dortsman binnen zeegras	Zandkreek	Krabbenkreek	Slikken van Vianen
Scheldestrand buiten zeegras	72					
Slikken vd Dortsman binnen zeegras	64					
Slikken vd Dortsman buiten zeegras		57	71			
Zandkreek	81		58			
Krabbenkreek	85		76	89		
Slikken van Vianen	74		90	77	77	
Grevelingenmeer	5		2	2	4	2

Een nadeel van deze methode is het feit, dat een soort, die door slechts enkele exemplaren vertegenwoordigd is, weinig invloed op de resultaten heeft. De aanwezigheid van enkele exemplaren van een bepaalde soort op beide monsterplaatsen kan in werkelijkheid echter een belangrijk punt van overeenkomst tussen die monsterplaatsen zijn. Beide methoden moeten dan ook naast elkaar gebruikt worden, waarbij overigens hetzelfde geldt als ten aanzien van diversiteitsberekening, n.l. dat dergelijke statistische benaderingen slechts modellen zijn, die kritisch en met de nodige reserve gehanteerd dienen te worden.

Uit de resultaten van beide methoden, zoals weergegeven in tabel 15 en 16, blijkt, dat de monsters van het Grevelingenmeer vrij sterk afwijken van die van de Oosterschelde, waarvan de onderlinge overeenkomst vrijwel konstant is. Slechts de buiten het zeegras genomen monsters van het Scheldestrand en de Slikken van den Dortsman verschillen onderling iets meer. Rekening houdend met de boven aan de resultaten opgelegde reserves, mag dan ook uit deze resultaten gekonkludeerd worden, dat geen van de Oosterschelde-monsterplaatsen sterk van de anderen afwijkt.

De fauna is per soort besproken op systematische volgorde. Hierbij worden de resultaten gerelateerd aan de literatuurgegevens. Omdat hier sprake is van een oriënterend onderzoek, zijn veel konklusies op een gering aantal gegevens gebaseerd; zij zouden kunnen dienen als basis voor verder onderzoek. Bij de behandeling van de voedingswijze van een soort is gebruik gemaakt van de engelse terminologie, omdat vertalingen misverstanden zouden kunnen opwekken. Wolff (1973) onderscheidt:

1) "Suspension-feeders", die zich voeden met in water gesuspendeerd materiaal;
2) "Deposit-feeders", die zich voeden met organisch materiaal (detritus en mikroörganismen), op of in het sediment. Slechts weinig soorten zijn direkt afhankelijk van detritus. Bij het opnemen van deze detritus dienen over het algemeen de aanwezige mikroörganismen als voedsel. Er zijn "selective-depositfeeders", die alleen bepaalde voedseldeeltjes opnemen en "non-selective depositfeeders", die zich voeden met onverschillig welke organismen, door het sediment als geheel op te nemen.

3) "Scavengers", die zich voeden met dode dieren;
4) "Carnivoren", die zich voeden met levende dieren;
5) "Herbivoren", die zich met plantenmateriaal voeden, en die onder de makroskopische bodemfauna niet zijn aangetroffen. Soorten die zich met mikroskopische algen voeden worden beschouwd als suspension- of depositfeeders.
6) "Omnivoren", die zich voeden volgens twee of meer van de bovengenoemde methoden.

Deze laatste definitie van Wolff is niet helemaal juist: omnivoren zijn dieren, die zowel van plantaardig als van dierlijk voedsel leven; een scavenger en carnivoor is geen omnivoor, maar zou dit volgens de definitie van Wolff wel zijn.

III.2.2.2. Polychaeta.

Eteone longa (Fabricius 1780), werd op alle monsterplaatsen in de Oosterschelde aangetroffen in aantallen die onderling weinig verschillen; het hoogste aantal werd echter gevonden op het Scheldestrand (totaal 34 exemplaren), waar de fijnste sedimenten voorkomen, en het laagste aantal in de Zandkreek (totaal 18 exemplaren) met de grofste sedimenten van alle onderzochte monsterplaatsen.
Wolff (1973) vond de soort vooral in fijn en modderig zand; Eliason (1962) in slik of zanderig slik; Westheide (1966) in detritusarme zandstranden en zanderige slikken; Smidt (1951), Muus (1967), Schulz (1969) en Rasmussen (1973) troffen *E. longa* in alle sedimenten aan, waarbij de laatste echter een voorkeur vond voor fijn zand.

Er is geen aantoonbare relatie tussen *E. longa* en de aanwezigheid van zeegras of het gehalte asvrij drooggewicht van de bodem. In de maanden juni-juli werd *E. longa* op de meeste monsterplaatsen in relatief grote aantallen aangetroffen, terwijl tegelijkertijd een opleving van *Pygospio elegans* werd gekonstateerd.
E. longa voedt zich waarschijnlijk voornamelijk met Spioniden (Wolff, 1973) en komt volgens Hartmann-Schröder (1971) vaak voor samen met *Pygospio elegans*. Wanneer de ruimtelijke en temporele verspreiding van *E. longa* echter in zijn geheel wordt beschouwd, blijkt er geen relatie aantoonbaar met mogelijke prooidieren.

In het Grevelingenmeer werden slechts drie exemplaren aangetroffen. Het is mogelijk, dat de soort hier bij ca. 13‰ Cl^- de grens van zijn zouttolerantie bereikt, waardoor hij hier in een ongunstige konkurrentiepositie t.o.v. *Nereis diversicolor* zou kunnen verkeren. Wolff (1973) vond de soort in het Deltagebied bij een minimaal chloridegehalte van 10‰; Muus (1967) en Hartmann-Schröder (1971) vermeldden waarden van respektivelijk 10 en 9‰.

Anaitides maculata (Linnaeus 1767) werd vooral in de maanden juni tot november aangetroffen in de vrij uitgestrekte zeegrasvelden van de Zandkreek, de Krabbenkreek en de Slikken van Vianen (zie tabel 10, 11 en 12). In deze periode werden deze monsterplaatsen

gekenmerkt door grote hoeveelheden ingespoelde algen. Op de kalere en meer homogene slikken als het Scheldestrand en de Slikken van den Dortsman zijn het gehele jaar slechts drie resp. twee exemplaren gevonden. In het Grevelingenmeer, waar zowel tussen alleenstaande plantjes als in een uitgestrekt *Z. marina*-veld werd gemonsterd, werden alle 15 exemplaren aangetroffen tussen de rhizomen van dit zeegrasveld. Alhoewel de soort volgens Hartmann-Schröder (1971) onafhankelijk is van het substraat, wijzen zowel de eigen waarnemingen als de overige literatuur gegevens op een zekere voorkeur: Wolff (1973) vond de soort vooral in modderige sedimenten met een hoge sorting-coëfficiënt. De vindplaatsen die Rasmussen (1973) opgeeft hebben waarschijnlijk een vrij heterogene bodem: fijn zand tot schelpengruis, stenen met algen, zand met schelpen en stenen. Ofschoon er geen verschil in het aantal exemplaren binnen en buiten de zeegrasveldjes van het Scheldestrand en de Slikken van den Dortsman is gevonden en ofschoon er evenmin een relatie bleek met de sorting-coëfficiënt zoals berekend volgens Inman (zie Folk 1966), bestaat er toch het vermoeden, dat *A. maculata* een "voorkeur heeft" voor de minder homogene substraten met veel rhizomen, algen, stenen en fossiele schelpen en met een hoge sorting-coëfficiënt. Waarschijnlijk zijn vooral de extreme waarden van de korrelgrootteverdeling van belang, waarbij het grove materiaal als schuilplaats zou kunnen dienen. Om een eventuele relatie met de sorting-coëfficiënt aan te kunnen tonen, zou de korrelgrootteanalyse zodanig moeten worden uitgevoerd, dat de formule van Folk (1966) gebruikt kan worden. Hierdoor worden de extreme waarden van de korrelgrootteverdeling juister weergegeven. Indien ook ingespoelde algen e.d. deze funktie van schuilplaats zouden hebben, verklaart dit tevens de sterke vertegenwoordiging van de soort in het najaar, op plaatsen waar veel inspoeling plaatsvindt.

A. maculata is volgens Spooner & Moore (1940) typerend voor het mariene deel van een estuarium. Wolff (1973) vond de soort bij een chloridegehalte van minimaal 11‰. Ofschoon *A. maculata* zich in het Grevelingenmeer aan de grens van zijn zouttolerantie bevindt en als scavenger en carnivoor (Hartmann-Schröder 1971) mogelijk

konkurrentie van *Nereis diversicolor* ondervindt, blijkt hij zich daar redelijk te kunnen handhaven, vooral in vergelijking met *Eteone longa*. *N. diversicolor* en *E. longa* werden evenwel vooral in de bovenste laag van het substraat aangetroffen en *A. maculata* meer tussen de rhizomen van de vegetatie. Het is daarom mogelijk dat de konkurrentie van *N. diversicolor* t.o.v. *E. longa* sterker is dan t.o.v. *A. maculata*. Een nadere bestudering van de niches van deze drie soorten zou hierover opheldering kunnen geven.

Nereis diversicolor (Muller 1776) is een omnivoor, die leeft van detritus, diatomeeën, Zostera, Enteromorpha, levende en dode dieren, waaronder exemplaren van de eigen soort. Dit voedingsgedrag wordt ondermeer beschreven door Muus (1967), Hartmann-Schröder (1971) en Wolff (1973).

N. diversicolor is in de Oosterschelde vooral aangetroffen op de hogergelegen monsterplaatsen als het Scheldestrand en de Krabbenkreek en minder op de lagergelegen monsterplaatsen als de Slikken van den Dortsman en de Zandkreek (zie tabel 6 t/m 11). Ook Wolff (1973) vond in het mariene deel van het estuarium een voorkeur van de soort voor de hogere delen van het getijdegebied.

Op het Scheldestrand en de Slikken van den Dortsman vertoonde *N. diversicolor* een duidelijke voorkeur voor de *Z. noltii*-veldjes boven de kale slikken (zie tabel 6 t/m 9). Omdat deze verschillen niet verklaard kunnen worden op grond van grotere aantallen prooidieren binnen het zeegras, mag worden aangenomen, dat *N. diversicolor* zich op deze plaatsen vooral voedt met detritus. Carnivore voedingswijze mag hier echter niet worden uitgesloten, gezien de invloed die de soort zou kunnen hebben op de aantallen, waarin mogelijke prooidieren als *Peloscolex benedeni* en *Pygospio elegans* (Hartmann-Schröder 1971) hier gevonden werden.

De soort is verreweg het sterkst vertegenwoordigd in het Grevelingenmeer (zie tabel 13). Gezien het lage gehalte asvrij drooggewicht van de bodem van het Grevelingenmeer (tabel 4) en gezien het feit, dat de aantallen, waarin de soort hier werd aangetroffen samenhangen met het aantal mogelijke prooidieren (zie fig. 13), mag worden aangenomen, dat *N. diversicolor* in het Grevelingenmeer vooral carnivoor is.

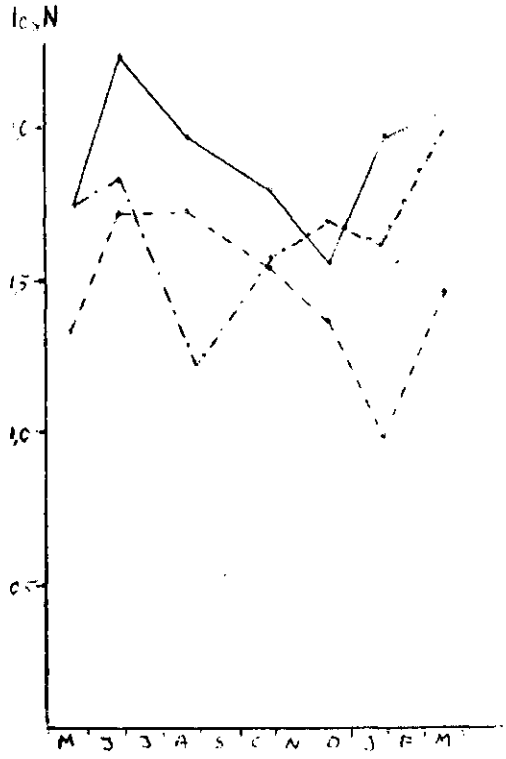

Fig. 13. Logaritme van de gevonden aantallen van enkele soorten in het Grevelingenmeer, uitgezet tegen de tijd.

—— Pygospio elegans
- - - Nereis diversicolor
-·-· Capitella capitata

Pygospio elegans, *Capitella capitata* en *Corophium spec* , waarmee de soort vaak voorkomt (Hartmann-Schröder 1971),zouden tot het dieet van *N. diversicolor* kunnen behoren.

Ofschoon buiten *N. diversicolor* in dit onderzoek geen andere nereïden werden gevonden, vond Wolff (1973) wel meerdere soorten van deze familie. Van alle door hem vermelde nereïden, heeft *N. diversicolor* de grootste oecologische amplitudo, zowel wat voedingsgedrag betreft, als m.b.t. saliniteit en vertikale verspreiding. Het voedingsgedrag van deze soort en zijn aanwezigheid in een bepaald areaal staat onder invloed van konkurrentie van andere nereïden, vooral van *N. virens* (Sars, 1835) en *N. succinea* (Leuckart, 1847). Deze soorten sluiten elkaar vaak in een bepaald gebied uit (Oglesby, 1965; Muus, 1967; Wolff, 1973). Van deze soorten heeft *N. diversicolor* de beste en *N. virens* de slechtste osmoregulatie. Op plaatsen waar konkurrentie optreedt, is *N. virens* de meest, en *N. diversicolor* de minst dominerende soort (Oglesby 1965). *N. virens* werd door Wolff (1973) gevonden in water met een chloridegehalte tot 10‰, maar niet boven het onderste deel van de getijdezone.

N. succinea werd door hem beneden het midden van de getijdezone gevonden en tot een chloridegehalte van 1‰. Dit verklaart de afwezigheid van beide laatste soorten in de Oosterscheldemonsters. Een verklaring voor hun afwezigheid in de monsters van het Grevelingenmeer is echter niet gevonden.

Nephthys hombergii (Savigny 1818) werd vooral aangetroffen in de Zandkreek (totaal 7 exemplaren), op de Slikken van den Dortsman (5 exemplaren binnen en 5 exemplaren buiten het zeegras) en op de Slikken van Vianen (totaal 3 exemplaren). Zowel in de Krabbenkreek als op het Scheldestrand werd slechts één exemplaar gevonden. Deze verschillen kunnen zowel door de ligging van de monsterplaatsen in de getijdezone verklaard worden, als door verschillen in het aanwezige substraat: volgens Wolff (1973) komt de soort voor in de gehele getijdezone met uitzondering van de bovenste 30%. Bovendien trof hij de soort vooral aan in minder goed gesorteerde sedimenten met een mediane korreldiameter van 2 tot 4 φ. De Zandkreek voldoet het best, en het Scheldestrand het slechtst aan deze beschrijving (zie tabel 4). In het Grevelingenmeer werd *N. hombergii* niet aangetroffen, waarschijnlijk omdat hier bij ca. 13‰ Cl^- de grens van zijn zouttolerantie bereikt wordt; Wolff vond deze soort n.l. tot de isohalien van 12‰ Cl^-.

De sterk verwante *N. cirrosa* (Ehlers 1868), met *N. hombergii* de enige soort van de Nephthydae die Wolff in een groot deel van de getijdezone aantrof, is in dit onderzoek niet gevonden. Waarschijnlijk zijn voor deze soort schone zandstranden met een mediane korreldiameter van 1,6 tot 2,3 φ noodzakelijk (Wolff 1973). De andere, door Wolff in het Deltagebied gevonden Nephthydae komen in de getijdezone waarschijnlijk niet voor.

Scoloplos armiger (Muller 1776) werd verreweg het meest gevonden in de Krabbenkreek (144 exemplaren) en de Slikken van den Dortsman (24 resp. 48 exemplaren binnen en buiten het zeegras). Het Scheldestrand (6 resp. 9 exemplaren), de Zandkreek (2 exemplaren) en de Slikken van Vianen (1 exemplaar) vormen kennelijk een minder gunstige

omgeving voor deze soort. Deze verschillen kunnen niet door de onderzochte abiotische factoren verklaard worden. *S. armiger* is een "non-selektive deposit-feeder" (Wolff 1973). Volgens Smidt (1951) en Schulz (1969) is het een "Sedimentfresser", die zich op gelijke wijze voedt als *Arenicola marina*. Uit de gegevens van Smidt (1951); Muus (1967); Schulz (1969); Hartmann-Schröder (1971); Rasmussen (1973) en Wolff (1973) blijkt, dat *S. armiger* niet gebonden is aan een bepaald substraat, maar dat hij de voorkeur geeft aan fijn en modderig zand. Bij vergelijking van de gevonden aantallen binnen en buiten het zeegras op het Scheldestrand en de Slikken van den Dortsman (tabel 6 t/m 9) blijkt, dat *S. armiger* een voorkeur heeft voor het kale slik; waarschijnlijk heeft de soort voor zijn voedselvoorziening een los, niet door rhizomen bijeengehouden substraat nodig. Desondanks werd *S. armiger* in het Grevelingenmeer uitsluitend binnen het zeegras aangetroffen. Het is echter mogelijk dat *Zostera marina*, dat vooral in de Krabbenkreek en het Grevelingenmeer voorkomt, door een andere struktuur van het wortelstelsel een minder ongunstig substraat voor *S. armiger* vormt dan *Z. noltii*. Volgens Wolff (1973) komt de soort in het Deltagebied voor tot de isohaline van 10‰ Cl^-.

Van *Polydora ligni* Webster 1879 werden 5 exemplaren aangetroffen in het Grevelingenmeer. Op het Scheldestrand werd in juni een polychaet gevonden die hij determinatie een overgangsvorm bleek tussen *Polydora ciliata* (Johnston 1838) en *P. ligni*. Ook Smidt (1951) en Rasmussen (1973) vonden bij bestudering van deze soorten een groot aantal overgangsvormen met kenmerken van beide soorten. Uit hun eigen onderzoeken en uit de literatuur konkluderen zij, dat het geen afzonderlijke soorten zijn, maar variaties van één soort, waarbij de morfologie en de levenswijze bepaald worden door milieufaktoren: De *P. ciliata*-vorm wordt vooral aangetroffen in een meer marien milieu, horend in schelpen en kalksteen; de *P. ligni*-vorm vooral in de modder in stilstaande, brakke wateren, (Muus, 1967; Hartmann-Schröder, 1971; Rasmussen, 1973).

In het Deltagebied komt *P. ciliata* tot de isohaline van 10‰ Cl^-, uitsluitend in het onderste deel van de getijdezone en het sublitoraal (Wolff 1973).

P. ligni komt in het Deltagebied voor in wateren met een chloridegehalte van 1 tot 16,5‰ , met een grootste dichtheid bij 3‰ en in de gehele getijdezone. De soort heeft een voorkeur voor sedimenten met een mediane korreldiameter $> 4{,}00\varphi$ (Wolff 1973). Beide soorten zijn zowel "suspension-feeders" als "deposit-feeders" (Rasmussen, 1973; Wolff, 1973).

Pygospio elegans Claparède 1863 werd op de meeste monsterplaatsen in vrij grote aantallen aangetroffen, met uitzondering van de Zandkreek, waar slechts twee exemplaren werden gevonden. De aantallen variëren sterk, maar temporeel gezien vertonen bijna alle monsterplaatsen ongeveer hetzelfde beeld (zie tabel 6 t/m 13): de grootste aantallen worden gevonden in de maanden juni-juli en januari-maart (zie fig. 14).

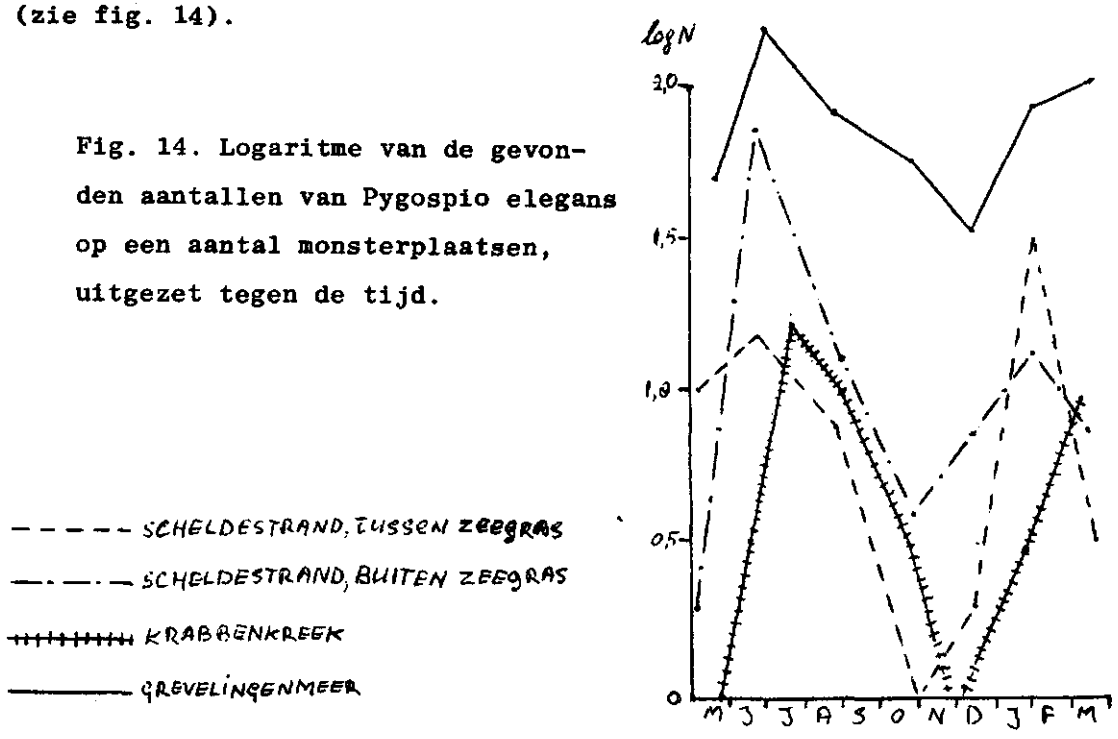

Fig. 14. Logaritme van de gevonden aantallen van Pygospio elegans op een aantal monsterplaatsen, uitgezet tegen de tijd.

Ook Muus (1967) vindt een dergelijke plotselinge opleving in de eerste helft van het jaar. Dit zou verband kunnen houden met de asexuele reproduktie, zoals beschreven door Muus (1967) en Rasmussen (1973). Volgens Rasmussen, die onderzoek deed in Denemarken, vindt asexuele

reproduktie plaats door fragmentatie, waarna ieder fragment binnen enkele dagen uitgroeit tot een nieuw inidividu. Dit zou vooral plaatsvinden na ongunstige omstandigheden, zoals strenge winters, als de populaties sterk gedecimeerd zijn.

P. elegans is een "selective depositfeeder" en fakultatief een "suspension feeder" (Hempel 1957). Het belangrijkste voedsel bestaat uit kleine groene algen en diatomeeën (Wolff 1973). Tijdens de laatste"piek" van januari-maart waren de slikken bedekt met een dikke laag diatomeeën, hetgeen mede een gunstige faktor voor deze opleving zou kunnen zijn.

Uit een vergelijking van het asvrij drooggewicht van de bodem en de gevonden aantallen (tabel 13 t/m 16), blijkt, dat hiertussen geen direkt verband bestaat. Dit wijst erop, dat "selective depositfeeders" niet zozeer afhankelijk zijn van de hoeveelheid organische stof, maar meer van de vorm waarin dit aanwezig is. Ook het feit, dat vergelijking van de aantallen binnen en buiten het zeegras bij het Scheldestrand een ander beeld oplevert dan bij de Slikken van den Dortsman (zie tabel 6 t/m 9), wijst in deze richting.

De soort komt in alle bodemsoorten voor, maar vooral in zanderige en gemengde bodems (Smidt 1951) en in fijn zand met detritus en diatomeeën (Hartmann-Schröder 1971). Wolff vermeldt een voorkeur voor substraten met een mediane korreldiameter van 2.00 tot 4.00 Φ. Schulz (1969) trof *P. elegans* vooral aan in fijn zand, maar niet in slik. In het Deltagebied komt *P. elegans* voor in de wateren met een chloridegehalte van minimaal 3‰ en in de gehele getijdezone (Wolff 1973).

Van *Malacoceros fuliginosus* (Claparède 1868) zijn slechts twee eerdere vondsten in Nederland bekend: één in de Noordzee en één bij de monding van de Oosterschelde (Wolff 1973). In dit onderzoek werd in het Grevelingenmeer een groot aantal exemplaren van deze soort gevonden. De determinatie werd gekontroleerd door Dr. G. Hartmann-Schröder. *M. fuliginosus* is een "selective depositfeeder", waarvan de larven bepaalde soorten bakteriën die de zandkorrels bedekken nodig hebben als voedsel (Wolff 1973). Volgens Wolff is

het niet duidelijk waarom de soort zo zeldzaam is in het Deltagebied. Het plotseling verschijnen van *M. fuliginosus* in het Grevelingenmeer en de mogelijke oorzaken ervan (zoals substraat, chloridegehalte en temperatuur), worden uitgebreid beschreven door Jacobs & Dubbers (1978). Afgezien van bovengenoemde bakteriën is de soort weinig afhankelijk van de aard van het substraat en komt voor in zand, zanderig slik (Hartmann-Schröder 1971), modder met vergane Zostera en met H_2S-vorming (Rasmussen 1973), zwarte modder met een hoog percentage afgestorven organisch materiaal (Day & Wilson 1934) en in zand met weinig organisch materiaal (Westheide 1966). Het bovenstaande doet vermoeden, dat de aanwezigheid van mikroörganismen, die gepaard gaan met de afbraak van zeegras, *M. fuliginosus* positief beïnvloedt. Zoals uit de vermelde aantallen blijkt, is de soort het talrijkst in de beginfase van het afsterven van *Zostera marina*. Blijkbaar vindt *M. fuliginosus* in de bodem van het Grevelingenmeer, die buiten levend plantenmateriaal weinig organische stof bevat, in het voorjaar niet voldoende geschikt voedsel om zich te kunnen handhaven. Ongetwijfeld speelt ook de reproduktie hierin een rol. Ofschoon Hartmann-Schröder de soort stenohalien noemt, komt deze hier voor bij een chloridegehalte van 13‰. Rasmussen (1973) vermeldt nog lagere waarden. Naast de door Wolff (1973) vermelde, en de in dit onderzoek gevonden exemplaren, komt *M. fuliginosus* ook voor bij Terschelling (Jacobs & Dubbers, 1978a; 1978b).

Van *Streblospio shrubsolii* (Buchanan 1890) werden in september drie exemplaren gevonden in één steekmonster in de Krabbenkreek. In augustus werd één exemplaar gevonden op het Scheldestrand. Volgens Wolff (1973) komt deze soort voor in brakke wateren met een maximaal chloridegehalte van 10‰ en slechts bij uitzondering in een meer mariene omgeving. Bovendien komt *S. shrubsolii* volgens hem daar uitsluitend sublitoraal en in het onderste deel van de getijdezone voor. Dit alles is in tegenspraak met de genoemde vindplaatsen. Er mag dan ook worden aangenomen, dat het toevallige vondsten betreft, waarschijnlijk aangevoerd door een lozing van binnendijks brak water. In het bovengenoemde steekmonster uit de Krabbenkreek werden tevens

drie exemplaren van *Gammarus duebeni* gevonden, een brakwatersoort, die waarschijnlijk op dezelfde wijze is aangevoerd.

Capitella capitata (Fabricius 1780) is een "non-selective depositfeeder", die op alle monsterplaatsen werd aangetroffen. Ook Wolff (1973) vond de soort in de Oosterschelde in de gehele getijdezone en sublitoraal tot de isohalien van 10% Cl.

De aantallen (zie tabel 6 t/13) waarin *C. capitata* op een bepaalde plaats voorkomt worden waarschijnlijk bepaald door een komplex van faktoren als de aard van het substraat, konkurrentie e.d. Op een aantal plaatsen, met name in de Zandkreek, de Krabbenkreek en op de Slikken van Vianen vormt *C. Capitata* zowel temporeel als ruimtelijk het komplement van de nauw verwante *Heteromastus filiformis* (zie fig. 15).

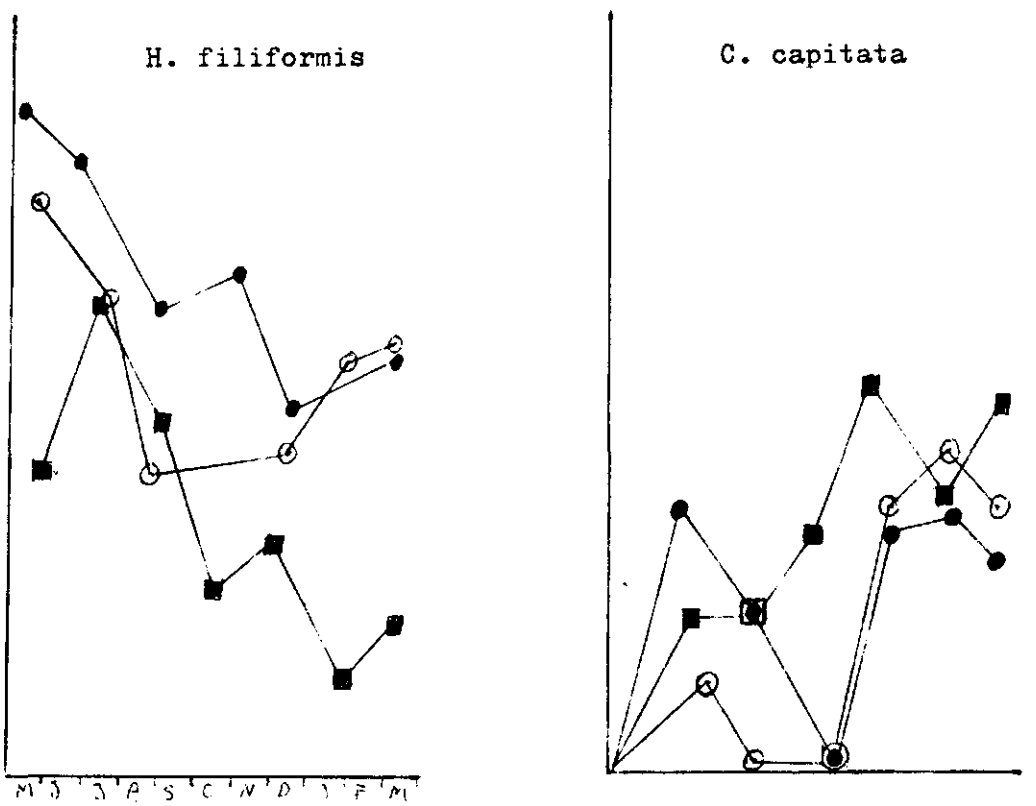

Fig. 15 Logaritme van de aantallen van Heteromastus filiformis en Capitella capitata, uitgezet tegen de tijd.
● =Zandkreek, ■ =Krabbenkreek, ○ =Sl. v. Vianen.

Er is geen verband gevonden tussen het voorkomen van *C. capitata* en *H. filiformis* enerzijds en de mediane korrelgrootte van de bodem anderzijds. Uit een vergelijking van tabel 4 met 6, 8, 10, 11 en 13 blijkt, dat *C. capitata* meer over *H. filiformis* domineert, naarmate de sorting-coëfficiënt afneemt. Er bestaat dan ook de indruk dat *H. filiformis* vooral in slecht gesorteerde sedimenten met een hoog slikgehalte voorkomt, en *C. capitata* vooral in de meer homogene substraten. Ongetwijfeld zou dit nog duidelijker zijn gebleken, indien voor de korrelgrootteanalyse een meer nauwkeurige methode gebruikt had kunnen worden: waarschijnlijk zijn de nu vermelde waarden voor de sorting-coëfficiënt van de Zandkreek en de Slikken van Vianen te laag. Ook Wolff (1973) heeft konkorrentie vermeld tussen *C. capitata* en *H. filiformis*, waarbij *H. filiformis* in de meer modderige substraten voorkwam. *C. capitata* vond hij vooral in fijn en modderig zand. Volgens Eliason (1962) en Schulz (1969) heeft de soort een "voorkeur" voor zanderig slik.

C. capitata wordt in de literatuur vaak genoemd als indikator voor vervuiling: Rosenberg (1976) vermeldt de soort als een pionier na organische vervuiling van een Zweeds estuarium; Wolff (1973) geeft een samenvatting van de overige literatuur hierover. *C. capitata* komt echter ook in grote aantallen voor in niet vervuilde omgeving, zoals het Grevelingenmeer, zodat deze indikator-eigenschap twijfelachtig is. Ook Muus (1967), Schulz (1969), Wolff (1973) en Warren (1977) vinden geen duidelijke correlatie tussen het voorkomen van *C. capitata* en de vervuilingsgraad. *C. capitata* heeft een grote tolerantie t.o.v. een omgeving met een lage zuurstofspanning (Filice 1958; Wolff 1973; Warren 1977), zoals voorkomt in afgestorven plantenresten en bij organische vervuiling. Deze tolerantie en de met deze omstandigheden gepaardgaande grote hoeveelheden mikroörganismen, die als voedsel voor *C. capitata* dienen (Wolff 1973; Warren 1977), bevoordelen de soort t.o.v. zijn konkurrenten. Bovendien kan *C. capitata* door zijn korte levenscyclus en het feit, dat hij zowel pelagische als niet-pelagische larvenstadia heeft, sneller en beter op sterk veranderde omstandigheden reageren: volgens Muus (1967) en Rosenberg (1976) ontwikkelen de larven zich binnen 1 à 2 maanden tot geslachtsrijpe polychaeten. Reproduktie vindt plaats in de maanden

april-mei en oktober-november, hetgeen de twee pieken in fig. 14 in de maanden juni-juli en januari-maart verklaart. Op het Scheldestrand en op de Slikken van den Dortsman blijkt *C. capitata* een "voorkeur" te hebben voor de zeegrasveldjes boven de kale slikken; dit kan zowel verband houden met het hogere gehalte organische stof als met het sterker wisselende zuurstofgehalte binnen deze veldjes (Muus 1967). Ook hier bevoordeelt de grote tolerantie t.o.v. een lage zuurstofspanning *C. capitata* tegenover konkurrenten.

Volgens Augustin & Anger (1974) stijgt de voorkeur van *C. capitata* voor een bepaald substraat met een toenemend gehalte organische stof. Bij gebruik als indikatororganisme voor vervuiling zou het vóórkomen van deze soort volgens hen echter steeds in relatie met de andere abiotische en biotische faktoren bekeken moeten worden. Zoals blijkt uit de resultaten, wordt deze opvatting door dit onderzoek volkomen bevestigd.

Heteromastus filiformis (Claparède 1864) is een non-selective depositfeeder, die in grote aantallen werd aangetroffen in de Zandkreek (totaal 402 exemplaren), op de Slikken van Vianen (totaal 200 exemplaren) en in de Krabbenkreek (totaal 73 exemplaren). Behalve de uitgebreide zeegrasvegetatie hebben deze monsterplaatsen ook een weke bodem met relatief veel detritus en een hoge sorting-coëfficiënt gemeen. Wolff (1973) vond *H. filiformis* in het Deltagebied in de gehele getijdezone en sublitoraal in wateren met een chloridegehalte van minimaal 10‰ en bij uitzondering bij 3‰ . Ook heeft de soort volgens hem een "voorkeur" voor modderige sedimenten met een hoge sorting-coëfficiënt. Volgens Filice (1958) is *H. filiformis* zandmijdend. Eliason (1962) vond hem echter in zanderig slik en éénmaal in zand.

Uit het bovenstaande en uit een vergelijking van de bovengenoemde monsterplaatsen met die van de Slikken van den Dortsman (totaal 6 exemplaren), het Scheldestrand (totaal 2 exemplaren) en het Grevelingenmeer (totaal 2 exemplaren) kan worden gekonkludeerd dat de soort in ieder geval een substraat met een zekere hoeveelheid slik nodig heeft, zoals meestal het geval is in bodems met een hoge sorting-coëfficiënt. Het is echter mogelijk, dat niet zozeer de korrelgrootte, maar het,

met kleine deeltjes gepaardgaande, hoge organische stofgehalte, eventueel met mikroörganismen, van belang zijn voor *H. filiformis*. Er is geen duidelijke "voorkeur" aangetoond voor zeegrasveldjes boven het kale slik (zie tabel 6 t/m 9).

Evenals *C. capitata* wordt *H. filiformis* vaak genoemd als indikator voor vervuiling (Wolff 1973). Ook *H. filiformis* heeft een grote tolerantie t.o.v. een lage zuurstofspanning en een behoefte aan een bodem met een hoog gehalte organische stof (Filice 1958; Wolff 1973). Voor de betrouwbaarheid van *H. filiformis* als indikatororganisme geldt evenwel hetzelfde als is opgemerkt bij *C. capitata*.

Tharyx marioni (Saint Jeseph 1894) is een "selective depositfeeder" (Wolff 1973). De soort werd in grote aantallen aangetroffen op plaatsen met een hoog asvrij drooggewicht, zoals het Scheldestrand (2,1%; totaal 453 exemplaren) en de grotere zeegrasvelden van de Zandkreek (3,3%; totaal 357 exemplaren) de Krabbenkreek (1,7%; totaal 420 exemplaren) en de Slikken van Vianen (ca. 1,5%, totaal 341 exemplaren). Op de detritusarme plaatsen als de Slikken van den Dortsman en het Grevelingenmeer werden geringere aantallen aangetroffen (resp. 13 en 2).

Evenals bij *Pygospio elegans* werd er, naast een maximum aantal in de zomer, een tweede "piek" gevonden in de maanden januari en maart (zie fig. 16).

Zoals blijkt uit fig. 16 worden de aantallen binnen het zeegras in vergelijking tot de aantallen buiten het zeegras van het Scheldestrand groter tijdens de decompositie in het najaar.

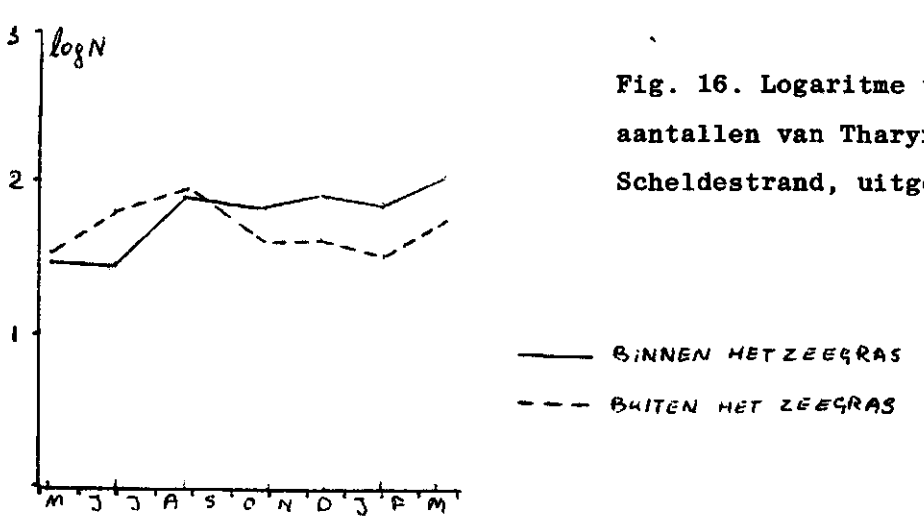

Fig. 16. Logaritme van de gevonden aantallen van Tharyx marioni op het Scheldestrand, uitgezet tegen de tijd.

De aantallen op de Slikken van den Dortsman zijn te gering om dit hier ook aan te kunnen tonen.

Wolff (1973) vond *T. marioni* in het Deltagebied in wateren met een minimaal chloridegehalte van 7 en 14‰ (resp. Westerschelde en Oosterschelde), sublitoraal en in de gehele getijdezone; hij trof de soort aan in veel sedimenttypen, met een "voorkeur" voor de modderige en minder goed gesorteerde bodems.

Van *Arenicola marina* (Linnaeus 1758) werd het grootste aantal gevonden in het Grevelingenmeer. De hier gevonden exemplaren van deze "non-selective depositfeeders" waren echter niet groter dan 5 cm. De soort is volgens Wolff (1973) tevens fakultatief "filterfeeder". In de Oosterschelde bleek de soort met totaal zes exemplaren het meest algemeen op het Scheldestrand; de lengte was hier over het algemeen niet groter dan 8 cm. In de grote zeegrasvelden van de Zandkreek, de Krabbenkreek en de Slikken van Vianen werden slechts enkele exemplaren gevonden (resp. 2, 3 en 3). Het vermoeden bestaat dat de soort hier bij het graven teveel door rhizomen gehinderd wordt. Op de Slikken van den Dortsman ontbrak *A. marina*, mogelijk vanwege voedselgebrek.

A. marina komt in het Deltagebied voor in de getijdezone en in wateren zonder getijdebewegingen tot de isohalien van 10‰ Cl. (Wolff 1973). De soort is het talrijkst in fijne sedimenten met een mediane korreldiameter van 3,65 Φ, waarschijnlijk vanwege het hiermee gepaardgaande hoge organische stofgehalte; in fijnere sedimenten kan hij waarschijnlijk zijn gangen niet in stand houden (Wolff 1973). Volgens Muus (1967), Schulz (1969) en Rasmussen (1973) komt *A. marina* in de meeste substraten voor behalve in zuiver slik.

Omdat *A. marina* volgens Wolff (1973) dieper graaft dan de 10 cm. waarop gemonsterd werd, is op het Scheldestrand het aantal faecale hoopjes per m^2 geteld en vergeleken met de in de steekmonsters gevonden aantallen. Volgens beide methoden bleek de dichtheid ca. 50 individuen per m^2 te bedragen, hetgeen de betrouwbaarheid van de gebruikte monstermethode bevestigt. De door Wolff genoemde diepte heeft echter betrekking op grotere exemplaren dan 8 cm, zodat mag worden aangenomen dat de soort op het Scheldestrand waarschijnlijk niet veel groter wordt.

Lanice conchilega (Pallas 1766) is een "selective depositfeeder", en een "suspensionfeeder", die sublitoraal en in het onderste deel van de getijdezone voorkomt bij een chloridegehalte van minimaal 14‰ (Wolff 1973).

Gedurende dit onderzoek werd de soort éénmaal aangetroffen in de Zandkreek en driemaal op de Slikken van Vianen. In een monster, genomen bij de laagwaterlijn op de Slikken van den Dortsman werd een lege buis gevonden. Op deze laatste plaats werden op één m^2 ca 10 van dergelijke, boven de bodem uitstekende buizen waargenomen. Hieruit blijkt, dat de monstermethode met een relatief kleine steekbuis,ongeschikt is om een dergelijk organisme met een redelijke betrouwbaarheid kwantitatief te verzamelen.

III. 2.2.3. Oligochaeta

Peloscolex benedeni Udekum is in de Oosterschelde na de gastropode *Peringia ulvae* de meest dominerende soort (zie tabel 6 t/m 12). De op de Slikken van den Dortsman gevonden exemplaren zijn bijna zonder uitzondering allen afkomstig van de hoogstgenomen steekmonsters. In de monsters van het Grevelingenmeer werden slechts 41 individuen gevonden. De rottende, naar H_2S ruikende *Zostera marina*-resten, die hier in het vroege voorjaar op de oever lagen, bleken echter zeer veel oligochaeten, o.a. *P. benedeni* en *Tubifex costatus* te bevatten. Ofschoon het voorkomen van *P. benedeni* hier kennelijk samenhangt met de decompositie van zeegras, vertoont de temporele ontwikkeling van de soort in de Oosterschelde niet op alle monsterplaatsen hetzelfde beeld, zodat mag worden aangenomen, dat de populatiedichtheid niet uitsluitend van de mate van decompositie afhankelijk is.

Waarschijnlijk is *P. benedeni* sterk afhankelijk van het substraat: volgens Rasmussen (1973) geeft hij de voorkeur aan een bodem met veel plantenresten en een hoog gehalte organische stof. Ook in zuurstofarme omgeving met H_2S-vorming, zoals onder vergane zostera-resten wordt hij aangetroffen (Muus 1967). Giere (1975) konkludeert uit de verschillen in dichtheid tussen oligochaetenpopulaties in visueel en

abiotisch identieke substraten,dat het verspreidingspatroon van veel oligochaeten bepaald wordt door de aanwezigheid van bepaalde mikroörganismen. Dit zou erop wijzen, dat deze oligochaeten, waaronder *P. benedeni*, zich selektief zouden voeden. Het is mogelijk, dat het ontbreken van oligochaeten op de lager gelegen, relatief onbeschutte delen van de Slikken van den Dortsman samenhangt met het ontbreken van deze mikroörganismen.

Bij vergelijking van de monsters die binnen en buiten het zeegras genomen zijn, blijkt dat buiten het zeegras meer exemplaren van *P. benedeni* zijn gevonden. De meest voor de hand liggende verklaring hiervoor is predatie, o.a. door *Nereis diversicolor* (Hartmann-Schröder 1971; Giere, 1975).

Tubifex costatus, Claparède is op alle monsterplaatsen gevonden (zie tabel 6 t/m 13). Hierbij valt op, dat de gevonden aantallen hoger zijn op de hogergelegen monsterplaatsen (het Scheldestrand en de Krabbenkreek) en lager op de lagergelegen monsterplaatsen (de Slikken van den Dortsman, de Zandkreek en de Slikken van Vianen). Muus (1967) vond de soort in bijna alle substraten, behalve grof zand en grint, waarbij hij een voorkeur konstateerde voor plaatsen met een sterk wisselend zoutgehalte. Met dit laatste zou de gekonstateerde grotere populatiedichtheid in de hogere delen van de getijdezone kunnen samenhangen.

Bij een vergelijking van de binnen en buiten het zeegras genomen monsters (tabel 6 t/m 9), blijkt, dat binnen het zeegras meer dan driemaal zoveel individuen van deze soort zijn gevonden als erbuiten. Muus (1967) vermoedt dat *T. costatus* een voedingswijze heeft, die vergelijkbaar is, met die van *Peloscolex benedeni*, en dat beide soorten ook dezelfde predatoren hebben. Uit de gekonstateerde "voorkeur" van *P. benedeni* voor het kale slik, mag echter worden gekonkludeerd, dat er in dit opzicht toch verschillen tussen beide soorten bestaan.

In tabel 6, 7, 10, 11 en 12 valt bovendien op,dat *T. costatus* het sterkst vertegenwoordigd is in de wintermaanden, hetgeen ongetwijfeld samenhangt met de verhoogde decompositie in deze periode.

Het voorkomen van de soort in het Grevelingenmeer is vergelijkbaar

met die van *Peloscolex benedeni:* terwijl in de bodem tussen het levende zeegras slechts enkele oligochaeten werden gevonden, bleken de rottende, naar H_2S ruikende zeegrasvelden op de oever

Naast *P. benedeni* en *T. costatus* werden op het Scheldestrand, de Slikken van den Dortsman en in de Zandkreek enkele oligochaeten gevonden, die vanwege het ontbreken van volwassen exemplaren moeilijk te determineren waren. Waarschijnlijk behoren alle exemplaren tot het genus *Lumbricillus*.

III.2.2.4. *Hexapoda.*

Van de klasse *Hexapoda* werden slechts twee vertegenwoordigers aangetroffen, n.l. een vliegelarve, *Syntormon zelleri*, waarvan enkele exemplaren werden gevonden op het Scheldestrand, in de Zandkreek en in de Krabbenkreek en een muggelarve, *Chironomus spec.* waarvan 12 exemplaren in het Grevelingenmeer werden gevonden.

III.2.2.5. *Crustacea.*

Van de isopode *Idotea chelipes* (Pallas 1766) werden in het Grevelingenmeer in totaal 55 exemplaren gevonden, waarvan de meesten in de maanden mei en juni (zie tabel 13). Volgens Eckhart Gruner (1965, 1966) en Wolff (1973) komt de soort vooral voor in stilstaande brakke wateren; Wolff vond hem in het Deltagebied uitsluitend binnendijks. Dat *I. chelipes* echter niet strikt aan een dergelijk milieu is gebonden bewijzen enkele vondsten op de Slikken van den Dortsman, in de Zandkreek en in de Krabbenkreek. Volgens Grüner (1965), komt hij voor aan alle Noordzeekusten, vooral in de getijdezone bij riviermondingen. *I. chelipes* is omnivoor.

Het geslacht *Gammarus* is een lastig te determineren groep, waarvan in dit onderzoek vijf exemplaren werden gevonden. Eén exemplaar, gevonden in de Zandkreek en één op de Slikken van Vianen, werden gedetermineerd als *G. plumicornis*, Den Hartog 1964, drie exemplaren aangetroffen in het hoogstgenomen steekmonster in de Krabbenkreek als *G. duebeni* Lilljeborg 1851.

Over *G. plumicornis* schrijft Vader (1966), dat deze soort, die in Nederland zijn noordgrens bereikt, hier bijna uitsluitend bekend is uit diepe stroomgeulen en bij de laagwaterlijn, in de brandingszone van min of meer aan expositie blootstaande stranden en zandbanken; de dieren leven over het algemeen onder losdrijvend wier en ander aangespoeld materiaal. Zowel de Zandkreek als de Slikken van Vianen liggen in de onderste helft van de getijdezone, op korte afstand van stroomgeulen; op beide plaatsen werd veel aangespoeld wier gevonden.

G. duebeni is vooral bekend van oligo- en mesohaliene wateren, zoals de binnendijkse brakke wateren en de meer landinwaarts gelegen delen van het estuarium (Den Hartog 1964). Evenals de brakwatersoort *Streblospio shrubsolii*, die in dezelfde monsterserie is aangetroffen, zijn deze drie exemplaren van *G. duebeni* waarschijnlijk aangevoerd door een lozing van binnendijks brak water.

Bathyporeia sarsi, Watkin 1938, is een "selective depositfeeder", die leeft van de mikroörganismen en de detritus die de zandkorrels bedekken (Wolff 1973). In dit onderzoek is één exemplaar gevonden op de Slikken van den Dortsman. Volgens Vader (1965 en 1966) heeft *B. sarsi* zijn grootste verspreiding in het Deltagebied in grof en fijn zand in het getijdegebied van polyhaliene brakke wateren; hij trof de soort met een dichtheid van maximaal 1000 individuen per m^2 aan in de Krabbenkreek, bij het eiland Tholen. Ofschoon dit waarschijnlijk niet ver is van de plaats waar in dit onderzoek werd gemonsterd, is *B. sarsi* hier niet aangetroffen. De door Vader vermelde vondsten stammen echter van vóór de afsluiting van de Eendracht. Indien deze afsluiting de oorzaak is van het ontbreken van de soort, is het niet duidelijk welke met deze afsluiting gepaardgaande veranderingen de soort hier hebben doen verdwijnen.

Microdeutopus gryllotalpa, Costa 1853, is uitsluitend aangetroffen in de in augustus genomen monsterserie in het Grevelingenmeer. In deze serie behoort hij met 52 exemplaren tot de dominerende soorten. Zoals uit tabel 5 blijkt, valt het verschijnen van de soort samen met de grootste dichtheid van de zeegrasvegetatie. Volgens Muus (1967) is *M. gryllotalpa* sterk gebonden aan makrovegetatie als Ruppia en Ulva, waarop hij gangen bouwt evenals *Corophium insidiosum*. Hij vond de soort bijna uitsluitend in de maanden augustus tot november, als de vegetatie het dichtst is. Op plaatsen waar het gehele jaar *Chara* voorkwam, vond hij *M. gryllotalpa* het gehele jaar door. Volgens Schellenberg komt de soort ook voor in het zeegras: hij vermeldt hem als de meest algemene amphipode in de zeegrasgordel van de Zweedse Skagerrakkust en in dood zeegras in de Kieler Bocht; ook komt hij hier voor in Fjorden en riviermondingen.

Ofschoon Wolff (1973) *M. gryllotalpa* niet vermeldt, is de soort volgens Schellenberg (1940) wel eerder in het Deltagebied aangetroffen, n.l. in de haven van Vlissingen, het Kanaal door Walcheren en de Scheldemonding.

Van het genus *Corophium* werden twee vertegenwoordigers gevonden, die elkaar ruimtelijk uitsloten, n.l. *C. volutator* (Pallas 1766) en *C. insidiosum*, Crawford 1937. Beide soorten zijn "selective deposit-feeders" (Wolff 1973).

C. volutator werd uitsluitend in de Oosterschelde aangetroffen waarbij opvalt, dat de aantallen, waarin hij voorkomt, omgekeerd evenredig zijn met de dichtheid van de zeegrasvegetatie: binnen de zeegrasveldjes van het Scheldestrand en de Slikken van den Dortsman werden minder exemplaren gevonden dan op het kale slik (tabel 6 t/m 9); in de grotere zeegrasvelden van de Zandkreek, de Krabbenkreek en de Slikken van Vianen werd de soort slechts sporadisch aangetroffen (tabel 10, 11 en 12). Volgens Schellenberg (1940) is *C. volutator* weinig afhankelijk van de aard van het substraat, maar heeft hij wel veel zuurstof nodig. Dit zou de zeegrasvelden minder aantrekkelijk kunnen maken voor deze soort: de zostera-velden zijn onderhevig aan sterke schommelingen van het zuurstofgehalte, waarbij het gehalte in de ochtenduren zeer laag is (Muus 1967). *C. volutator* is een

euryhaliene soort, die voorkomt in wateren met een chloridegehalte van 1,2 tot 30‰, maar met een "voorkeur" voor 3 tot 12‰ (Wolff 1973). In de getijdezone bereikt de soort zijn optimum bij de hoogwaterlijn (Smidt 1951). In de wintermaanden liep het aantal gevonden exemplaren sterk terug, waarschijnlijk omdat *C. volutator* zich dan dieper ingraaft (Schellenberg 1940).

In het Grevelingenmeer werd *C. insidiosum* aangetroffen (zie tabel 13). Deze soort werd door Wolff (1973) uitsluitend in binnendijkse brakke wateren met een chloridegehalte van 8 tot 15‰ aangetroffen. Waarschijnlijk heeft de soort zich van hier uit verspreid over het Grevelingenmeer nadat dit was afgesloten. Volgens Muus (1967) komt *C. insidiosum* vaak voor tesamen met *Microdeutopus gryllotalpa*, met welke soort hij buizen bouwt op de vegetatie. Ook bij *C. insidiosum* werd een teruggang van het aantal exemplaren in de wintermaanden gekonstateerd.

De decapode *Crangon crangon* (Linnaeus 1758) werd eenmaal in de Krabbenkreek en eenmaal op de Slikken van Vianen gevonden. In beide gevallen betrof het dieren in minder goede konditie. Omdat de gebruikte monstermethode ongeschikt is voor het kwantitatief verzamelen van zich snel bewegende dieren zoals deze soort, mogen er aan deze vondsten geen konklusies verbonden worden.

De strandkrab, *Carcinus maenas* (Linnaeus 1758) is een omnivoor (Muus 1967). De soort was het sterkst vertegenwoordigd op de Slikken van Vianen, in de Zandkreek, de Krabbenkreek en binnen de zeegrasveldjes van het Scheldestrand. De meeste exemplaren werden hier gevonden in de zomermaanden (tabel 6 t/m 12).

Deze euryhaliene, omnivore soort komt vooral voor in het getijdegebied van estuaria (Muus 1967; Crothers 1968; Rasmussen 1973). Crothers en Rasmussen beschrijven het ritme van de aktiviteit van *C. maenas*, dat bepaald wordt door twee cycli: de dag-nachtcyclus en de getijdecyclus. De aktiviteit is het hoogst tijdens de nacht en bij hoogwater. Overdag, vooral tegelijk met laagwater verschuilt de krab zich in holen, getijdepoelen en onder de vegetatie. De

geringe aantallen op de kale slikken en in de kleine zeegrasveldjes van de Slikken van den Dortsman houden ongetwijfeld verband met het ontbreken van geschikte schuilplaatsen, die *C. maenas* tijdens zijn inaktieve periode nodig heeft. Op de monsterplaatsen, waar overdag en bij laagwater gemonsterd werd, is geen aktiviteit van *C. maenas* waargenomen. Bovendien is er een seizoenscyclus: in de wintermaanden trekt *C. maenas* terug naar dieper water (Crothers 1968; Rasmussen 1973), hetgeen in overeenstemming is met de bovengenoemde sterkere vertegenwoordiging in de zomer.

III.2.2.6. Gastropoda.

Littorina littorea (Linnaeus 1758) is een omnivoor die vooral op het substraat leeft. Het voedsel bestaat uit diatomeeën en andere algen en kleine dieren zoals zeepokken (Schäfer 1950). In de Zandkreek werd de soort gevonden op twee plaatsen, die slechts enkele meters van elkaar verwijderd waren, n.l. in het zeegrasveld en langs de met stenen bezaaide dijkrand, waar veel exemplaren van de zeepok *Elminus modestus* werden aangetroffen. *L. littorea* vertoonde echter een duidelijke "voorkeur" voor de dijkrand: er kwamen ongeveer vijfmaal zoveel exemplaren voor als in het zeegras. Het is niet duidelijk of deze voorkeur betrekking heeft op het aanwezige voedsel of op de behoefte aan een vastere ondergrond dan de weke bodem in het zeegrasveld. Volgens Wolff (1973) is de aard van het substraat onbelangrijk en komt de soort in het Deltagebied voor op stenen, zosterabladeren, mosselbanken en op slik. Schulz (1969) vermeldt de soort echter op grof tot fijn zand en slikhoudend zand, maar niet op zuiver en zandhoudend slik.

Voor het voorkomen van *L. littorea* is ook een beschutte ligging vereist: de soort ontbreekt op de relatief sterk aan golfslag blootgestelde Slikken van den Dortsman. Op andere monsterplaatsen komt hij vooral voor op de meest beschutte plaatsen: in het Grevelingenmeer werd een groot aantal exemplaren aan de binnenkant van ijzeren

tonnen aangetroffen, terwijl in het zeegras slechts enkele individuen werden gevonden. In de Krabbenkreek werd in augustus één van de submonsters genomen in een smalle kreek in het achterliggende schor. Hierin bevonden zich zes exemplaren van *L. littorea*, terwijl in de 41 submonsters, die gedurende het gehele jaar op het slik van de Krabbenkreek waren genomen, slechts drie exemplaren werden aangetroffen. Ook Ballantine (1961) toonde een negatieve correlatie aan tussen expositie en de aantallen waarin hij de soort op een plaats aantrof.

De drie op het Scheldestrand gevonden individuen werden allen binnen het zeegras aangetroffen. Omdat bij twee van deze vondsten de bedekking minder dan 5% bedroeg, mag verwacht worden, dat de oorzaak hiervan vooral berust op het verschil in beschikbaar voedsel binnen en buiten het zeegras, en minder op de door de begroeiing geboden beschutting.

Als minimaal chloridegehalte waarbij *L. littorea* voorkomt vermeldt Wolff (1973) waarden van 5 tot 10‰.

De gastropode *Peringia ulvae* (Pennant 1777) is op alle monsterplaatsen,met uitzondering van het Grevelingenmeer,de meest gevonden soort. Ook wat betreft biomassa is *P. ulvae* waarschijnlijk dominerend in het onderzochte gebied.

Het gedrag van *P. ulvae* gedurende de getijdecyclus wordt beschreven door Newell (1961): gedurende afgaand tij beweegt *P. ulvae* zich al grazend over het substraat en graaft zich bij laagwater in. Dit verschijnsel wordt in dit onderzoek bevestigd: vroeg in de laagwaterperiode werd *P. ulvae* in grotere aantallen op het substraat waargenomen dan laat in de laagwaterperiode, terwijl het totaal aantal exemplaren in de faunamonsters hiervan onafhankelijk was. Zodra het slik bij opkomend tij weer onder water staat, graaft *P. ulvae* zich weer uit en laat zich drijven; bij hoogwater laat *P. ulvae* zich zinken, om zich weer met detritus te voeden. Ook tijdens het drijven wordt voedsel opgenomen, hetgeen een verklaring kan zijn voor de relatief grote dichtheid op de Slikken van den Dortsman, ondanks het feit, dat het gehalte organische stof hier lager is dan op plaatsen

waar *P. ulvae* in kleinere aantallen voorkwam Wolff (1973) vermoedt, dat de soort op deze wijze terecht komt in het gebied met de fijnste sedimenten (mediane korrelgrootte 2,5 - 3,5 φ) en dus in het bovenste deel van de getijdezone. Het zich concentreren van *P. ulvae* in een bepaald deel van de getijdezone is echter geen passief proces, maar moet gezien worden als een duidelijke voorkeur voor een bepaald biotoop. Het feit, dat deze voorkeur met de leeftijd verandert wijst in deze richting. Terwijl volwassen exemplaren vooral in de bovenste helft van de getijdezone voorkomen, worden jonge exemplaren ($<$ 2 mm) in de gehele getijdezone gevonden (Smidt 1951) of vooral in de onderste helft daarvan, waar ze volgens Anderson (1971) minder aan uitdroging en extreme temperaturen worden blootgesteld. Deze jonge dieren werden van eind november tot januari massaal aangetroffen in de monsters van de Slikken van den Dortsman en in die van de Krabbenkreek. Deze periode wordt ook vermeld door Lappalainen (1973). Ofschoon in dit onderzoek geen duidelijke voorkeur van de soort voor een bepaalde hoogte in de getijdezone kon worden aangetoond, blijkt er wel een duidelijke correlatie te bestaan tussen de grootte van *P. ulvae* en de plaats in de getijdezone, zoals in tabel 17 is weergegeven.

Tabel 17.

Afmetingen in mm. lengte van Peringia ulvae in relatie tot de hoogte in de getijdezone. Monster 1 is het hoogstgenomen, monster 6 het laagstgenomen monster, allen genomen op 29-11-'77.

Monster		lengte	S.D.
Krabbenkreek	1	45,6	7,0
"	2	41,1	4,5
"	3	30,5	3,3
"	4	28,3	2,7
"	5	25,2	4,9
"	6	34,6	7,2
Slikken van den Dortsman	1	40,0	6,8
" " " "	6	28,6	6,3

De voorkeur van volwassen exemplaren voor hogergelegen plaatsen berust waarschijnlijk zowel op een voorkeur voor verminderde blootstelling aan golfslag als op een voorkeur voor de aan deze zone gebonden sedimenten (Newell 1965). Wolff (1973) vond de soort vooral in sedimenten met een mediane korrelgrootte van 2,5 tot 3,5 φ, een waarde die overeenkomt met de mediane korreldiameter van het onderzochte gebied. *P. ulvae* is een omnivoor (Newell 1965) waarvan het voedingsgedrag sterk samenhangt met de getijdecyclus zoals beschreven door Newell (1962). Het voedsel bestaat vooral uit diatomeeën, kleine algen en bacteriën (Wolff 1973; Newell 1965), die voorkomen in de fijne sedimenten, waar de nutriënten beter worden vastgehouden. Bij een vergelijking van de monsters die binnen en buiten de *Z. noltii*-velden genomen werden, blijkt dat de dichtheid van *P. ulvae* verreweg het grootst is binnen het zeegrasveld. Het relatieve verschil in dichtheid binnen en buiten het zeegras is het kleinst in de zomer en het grootst in het najaar, zoals blijkt uit tabel 6 t/m 9. Dit wijst erop, dat de periode waarin de afbraak van *Z. noltii* plaatsheeft een positieve invloed heeft op de dichtheid van de *P. ulvae*-populatie. Er is in dit onderzoek geen duidelijk verschil gebleken tussen de gevonden aantallen in de verschillende jaargetijden, zodat gekonkludeerd mag worden, dat *P. ulvae* zijn dieet enigszins aanpast gedurende het seizoen.

Het chloridegehalte en de waterbewegingen van de Oosterschelde komen vrijwel overeen met wat Muus (1967) vermeldt als optimale waarden van deze faktoren voor *P. ulvae* (zie fig. 17). Het feit, dat er geen andere Hydrobiidae werden gevonden is hiermee eveneens in overeenstemming. Volgens Fenchell (1976) zou het optimale chloridegehalte van *H. neglecta* echter tussen die van *P. ulvae* en *H. ventrosa* inliggen.

In het Grevelingenmeer werd *P. ulvae* niet gevonden; de laatste vermelding is van Wolff et al (1975) in 1973, twee jaar na de afsluiting. Konkluderend uit de gegevens van Muus (1967) zou de oorzaak het verdwijnen van de getijdebewegingen zijn. *H. ventrosa*, waarvoor de saliniteit en de verminderde waterbeweging wel geschikt zouden zijn, werd hier evenmin aangetroffen.

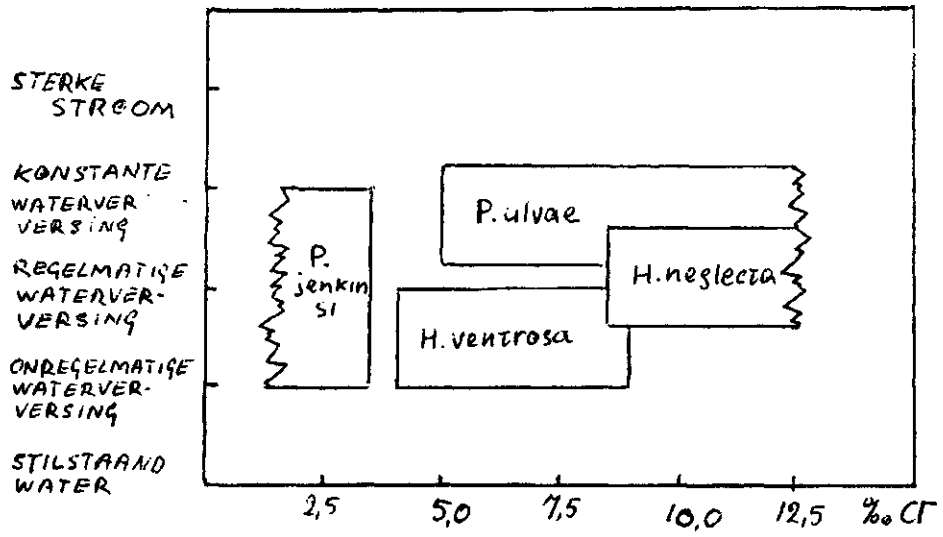

Fig. 17. Model voor de optimale distributie van de Hydrobiidae Potamopyrgus jenkinsi. Peringia ulvae, Hydrobia neglecta en H. ventrosa in relatie tot waterbeweging en chloridegehalte (vrij naar Muus, 1967).

Eikapsels, die *P. ulvae* bij voorkeur afzet op de schelpen van de eigen soort, werden in grote aantallen aangetroffen in mei en juni. Smidt (1951), Muus (1967) en Anderson (1971) vermelden een maximale afzetting van eikapsels van april tot juli. Anderson (1971) vond het gehele jaar door wel enige eikapsels, terwijl Muus (1967) alleen van maart tot december eieren vond.

De gastropode *Retusa obtusa* (Montagu 1803) is slechts in geringe aantallen aangetroffen op de Slikken van den Dortsman, op het Scheldestrand en in de Krabbenkreek.

Wolff (1973) geeft als minimaal chloridegehalte waarbij de soort nog voorkomt 12‰ op . Dit chloridegehalte wordt in de Oosterschelde overschreden. Het voedsel van *R. obtusa* bestaat uit *P. ulvae*, jonge exemplaren van de eigen soort, Foraminifera en Copepoda. *P. ulvae* vormt het hoofdvoedsel (Wolff 1973). Wolff (1973) trof *R. obtusa* aan in de gehele getijdezone, met uitzondering van de zone even onder de gemiddelde hoogwaterlijn, waar hij *P. ulvae* in zeer grote aantallen aantrof. Hij konkludeerde hieruit, dat *R. obtusa* geen lange periode van droogvallen kon doorstaan. Ofschoon de aantallen waarin de soort in dit onderzoek werden aangetroffen te klein zijn om een duidelijk

beeld van de verspreiding te kunnen geven, kan de bovengenoemde konklusie van Wolff toch worden tegengesproken: van de 22 exemplaren die werden gevonden, bevonden zich er 10 in de buurt van de gemiddelde hoogwaterlijn, waarvan 6 buiten het zeegras. Schulz (1969) vermeldt *R. obtusa* als een kensoort voor grof zand, dat hij aantrof op een diepte van ca 10 m. Wolff (1973) vond de soort in sedimenten met mediane korreldiameter van 1,6 tot 3,0 φ , met een voorkeur voor sedimenten van 2,6 tot 3,0 φ . Omdat *R. Obtusa* in dit onderzoek werd aangetroffen op monsterplaatsen waarvan de bodemdeeltjes een kleinere mediane korreldiameter hebben, is het mogelijk, dat het hiermee gepaard gaande hogere watergehalte van de bodem een verklaring is voor het feit, dat *R. obtusa* zo hoog in de getijdezone kan voorkomen. Er zijn vage aanduidingen, dat het aantal gevonden exemplaren op een bepaalde monsterplaats groter is, naarmate de *P. ulvae*-populatie op die plaats dichter is, vooral als gelet wordt op de verschillen tussen monsters die binnen en buiten het zeegras genomen zijn. De gevonden aantallen zijn echter te gering om een en ander statistisch aan te kunnen tonen. In uitgestrekte zeegrasvelden, zoals in de Zandkreek, de Krabbenkreek en op de Slikken van Vianen werd slechts één exemplaar van *R. obtusa* gevonden.

III.2.2.7. Bivalvia.

Van de mossel *Mytilus edulis* Linnaeus 1758, werden volwassen exemplaren uitsluitend aangetroffen in de monsters, afkomstig van de laaggelegen zeegrasvelden van de Slikken van Vianen. De drie exemplaren die op het Scheldestrand en op de Slikken van den Dortsman werden gevonden betreffen allen zeer jonge exemplaren ($<$ 6 mm), die het stadium van secundaire vestiging nog niet hebben bereikt, en moeten beschouwd worden als toevallige, door de getijdestroom aangevoerde vondsten.

Bij secundaire vestiging hecht *M. edulis* zich met draden aan het substraat, dat kan bestaan uit kiezel, algen en molluskenschalen (Schulz 1967), stenen en losse Fucus (Muus 1967), schalen van de eigen soort en van *Cardium edule* en kokers van de polychaet *Lanice conchilega* (Wolff 1973). *M. edulis* dient zelf als substraat voor *Elminius modestus*, zoals werd gekonstateerd bij buiten het zeegrasveld van de Zandkreek gevonden exemplaren. Op de Slikken van Vianen werd *Cardium edule* tussen de draden van *M. edulis* aangetroffen.

Afgezien van een mogelijkheid om zich vast te hechten lijkt *M. edulis* tamelijk onafhankelijk van het substraat te zijn; Wolff (1973) trof de soort in het Deltagebied aan in veel typen sedimenten maar konstateerde een voorkeur voor slik; Schulz (1969) vond de soort vooral in grof zand. Het is mogelijk, dat o.i.v. de pseudofaeces van *M. edulis* de slikfraktie wordt verhoogd, waardoor de mediane korreldiameter af- en de sorting-coëfficiënt toeneemt (Wolff 1973).

M. edulis is een suspensionfeeder, die voor zijn voedsel een zekere waterverversing nodig heeft (Wolff 1973). Dit verklaart de afwezigheid in de bovenste helft van de getijdezone, zoals op het Scheldestrand, de hogergelegen zeegrasvelden op de Slikken van Vianen en de Krabbenkreek. Sterke golfslag en de afwezigheid van mogelijkheden om zich vast te hechten, afgezien van enkele *Lanice*-kokers, zouden vestiging op de Slikken van den Dortsman verhinderen. De Zandkreek voldoet aan de eisen, die *M. edulis* aan waterbedekking, waterverversing en aan het substraat stelt. Ofschoon de soort hier wel langs de rand van het zeegrasveld voorkomt, werd hij niet aangetroffen in de binnen het zeegras genomen faunamonsters.

Van *Mysella bidentata* (Montagu 1803) zijn alle 14 gevonden exemplaren aangetroffen in monsters van het Scheldestrand, waarvan 13 in de monsterserie die enkele dagen na een storm verzameld werd. Rosenberg (1976) vermeldt *M. bidentata* als een pioniersoort na vervuiling, hetgeen echter niet de oorzaak van het plotseling

verschijnen is, omdat in de samenstelling van de fauna hiervoor geen enkele andere aanwijzing te vinden is. Gezien het bovenstaande en rekening houdend met het feit, dat Wolff (1973) de soort slechts aantrof in het onderste deel van de getijdezone, terwijl op het Scheldestrand in de bovenste helft gemonsterd werd, mag worden aangenomen, dat het hier door de storm aangevoerde exemplaren betreft, die in de zeegrasveldjes zijn terechtgekomen en die zich hier niet hebben kunnen handhaven.

Wolff (1973) trof *M. bidentata* aan tot de isohalien van 15‰ Cl^- en in sedimenten met een mediane korreldiameter van 2,2 tot 3,3 Φ, zodat de aanwezigheid op de laaggelegen monsterplaatsen, alhoewel niet aangetoond, niet uitgesloten mag worden geacht.

De kokkel *Cardium edule* Linnaeus 1758, behoort, gezien de biologische index, op een aantal monsterplaatsen tot de vijf dominante soorten, waarbij hij plaatselijk zelfs het grootste deel van de dierlijke biomassa vormt. *C. edule* is een "suspensionfeeder" (Jørgenson 1966) en heeft derhalve een zekere waterbedekking nodig voor zijn voedselvoorziening. Dit wordt bevestigd bij vergelijking van de monsterplaatsen: hogergelegen plaatsen zoals het Scheldestrand, de Krabbenkreek en het hoogstgelegen zeegrasveld op de Slikken van Vianen was de soort veel minder sterk vertegenwoordigd dan op de lagergelegen plaatsen als de Zandkreek, de Slikken van den Dortsman en de lagergelegen zeegrasvelden van de Slikken van Vianen (zie tabel 6 t/m 12).
De verdeling van de soort over de drie zeegrasvelden op de Slikken van Vianen is weergegeven in tabel 18.

Tabel 18. Verdeling van *Cardium edule* over de drie zeegrasvelden op de Slikken van Vianen.

datum	*Z. noltii*/hoog	*Z. marina*/midden	*Z. noltii*/laag
240577	1	7	21
180777	3	17	6
220877	2	24	6
011177	2	6	17
131277	4	9	14
310178	3	1	4
140378	2	14	2

Volgens Wolff (1973) is *C. edule* onafhankelijk van de aard van het substraat, maar afhankelijk van de hydrodynamische omstandigheden die met de aanwezigheid van een bepaald type sediment gepaard gaan: de stroom mag niet zo sterk zijn, dat de kokkels worden uitgewassen, maar moet sterk genoeg zijn om voldoende voedsel aan te kunnen voeren en om te voorkomen, dat de kokkels bedekt worden met een laag detritus. Bovendien worden jonge kokkels na een metamorfose door de stroom afgezet waar ook sedimentatie van fijne deeltjes plaatsvindt (Wolff 1973). De mediane korreldiameter van de monsterplaatsen waar *C. edule* in dit onderzoek in grote aantallen werd aangetroffen varieerde van 2,7 tot 3,6 Φ. Schulz (1969) trof *C. edule* in grote hoeveelheden aan in grof tot fijn zand, maar in veel mindere mate in slikhoudend zand, zandhoudend slik en in slik.

Volgens Tebble (1966) en Wolff (1973) komt de soort voor tot de isohaline van 10-12‰ Cl^-. Muus (1967) vermeldt 18-20‰ zout, hetgeen ongeveer hetzelfde is. Het lage aantal waarin de soort in het Grevelingenmeer werd gevonden in vergelijking met de periode vóór de afsluiting (Wolff & Wolf 1977) kan, behalve door een gebrek aan stroming, veroorzaakt zijn door het feit, dat *C. edule* hier aan de grens van zijn zouttolerantie voorkomt. Ook Wolff et al. (1975) konstateerden hier een achteruitgang na de afsluiting.

In dit onderzoek bleek, dat het aantal gevonden kokkels min of meer evenredig was met de zeegrasbedekking op die plaats.

- Op het Scheldestrand werd in de zomer driemaal een groter aantal kokkels binnen het zeegras gevonden dan erbuiten en éénmaal, in maart, een groter aantal buiten dan binnen het in geringe hoeveelheid aanwezige zeegras.
- Op de Slikken van den Dortsman was in alle monsters, behalve in januari, toen er bijna geen zeegras was, het aantal kokkels binnen het zeegras groter dan erbuiten.
- In het Grevelingenmeer werden de twee exemplaren tijdens en direkt na de hoogste bedekking van *Z. marina* gevonden.
- Bovendien was het aantal kokkels in de dichtere en grotere zeegrasvelden op de Slikken van Vianen en in de Zandkreek groter dan in de kleine veldjes op de Slikken van den Dortsman.

- Op alle monsterplaatsen, behalve de Zandkreek, veranderde de dichtheid van de kokkelpopulatie met de zeegrasbedekking, terwijl het aantal kokkels buiten de zeegrasveldjes op de Slikken van den Dortsman ongeveer konstant bleef.

Als op de Slikken van Vianen onderscheid wordt gemaakt tussen de drie zeegrasvelden (tabel 18), blijkt, dat in de periode, dat *Z. marina* in het middelste veld aanwezig was, de dichtheid van de kokkelpopulatie hier het grootst was, en dat buiten deze periode de dichtheid in het laagstgelegen *Z. noltii*-veld groter was. Het is mogelijk, dat *Z. marina* beter substraat voor *C. edule* is dan *Z. noltii*, maar ook verschillen in stroomsnelheid en waterbedekking kunnen hierin een rol gespeeld hebben. Ook Spooner en Moore (1940) konstateerden een positieve correlatie tussen de aanwezigheid van *Z. marina* en de gevonden aantallen *C. edule*.

Scrobicularia plana (Da Costa 1778), werd op alle monsterplaatsen in de Oosterschelde aangetroffen, waarbij de soort het sterkst was vertegenwoordigd op plaatsen met een relatief hoog gehalte organisch materiaal, zoals het Scheldestrand en de Zandkreek (zie tabel 4, 6 t/m 12). Bovendien werden meer exemplaren gevonden binnen de zeegrasveldjes van het Scheldestrand en de Slikken van den Dortsman dan erbuiten. Dit houdt waarschijnlijk verband met de voedingswijze van de soort, een "selective depositfeeder" en bij hoogwater eventueel een "suspensionfeeder". Als "depositfeeder" zou *S. plana* gebonden zijn aan bodems met een zeker gehalte aan organisch materiaal.

Hiernaast blijkt er een zekere invloed van het substraat: ondanks het hoge gehalte organisch materiaal in de Zandkreek werden in dit grove substraat minder exemplaren gevonden dan op het Scheldestrand (zie tabel 4, 6 t/m 10). Wolff (1973) vond de soort vooral in sedimenten met een mediane korrelgrootte $> 3{,}0\ \phi$; Tebble (1966) noemt zachte modder als een karakteristiek substraat voor *S. plana*. Schulz (1969) vond hem echter in alle substraten van grof zand tot slik. Een hoog gehalte aan organisch materiaal in een bodem gaat vaak samen met fijne sedimenten, terwijl bovendien kleinere

deeltjes door hun relatief grotere oppervlak een grotere bedekking hebben met mikroörganismen, het voedsel voor "selective deposit-feeders". Het is daarom mogelijk, dat *S. plana* slechts indirekt afhankelijk is van de mediane korreldiameter van het substraat. Ook Wolff (1973) komt tot een dergelijke konklusie.

Alhoewel *S. plana* euryhalien is en in de Oosterschelde ook onder de laagwaterlijn voorkomt (Wolff 1973), is de soort niet gevonden in het Grevelingenmeer. Ongetwijfeld wordt dit in belangrijke mate veroorzaakt door het lage gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

Macoma balthica (Linnaeus 1758), is een "selective deposit-feeder" (Wolff 1973) en bij hoogwater ook een "suspensionfeeder" (Brafield & Newell, 1961; Rasmussen 1973). Volgens Newell (1965) bestaat het hoofdvoedsel uit de laag organisch materiaal met bakteriën op het slik, waarbij alleen de bakteriën verteerd worden. Omdat het verband tussen de gevonden aantallen en het gehalte organische stof in dit onderzoek niet duidelijk kon worden aangetoond (zie tabel 4, 6 t/m 12) mag worden aangenomen dat ook konkurrentie van andere soorten, vooral van de zich op vergelijkbare wijze voedende *Peringia ulvae*, hierin een rol speelt. Ook het feit , dat op het Scheldestrand meer exemplaren buiten het zeegras werden gevonden dan erbinnen, wordt waarschijnlijk door deze konkurrentie veroorzaakt. Gelet op de mediane korreldiameter (tabel 4) op de verschillende monsterplaatsen en de aantallen waarin de soort voorkomt, blijkt *M. balthica* in fijnere sedimenten meer over zijn konkurrenten te gaan domineren. Bovendien blijkt, dat de soort over het algemeen het sterkst vertegenwoordigd is in het najaar, als de decompositie het hoogst is. Volgens Smidt (1951) en Wolff (1973) komt *M. balthica* op de meeste substraten voor, maar de laatstgenoemde konstateerde wel een voorkeur voor sedimenten met een mediane korreldiameter van 3,0 tot 4,0 Φ . Volgens Eisma (1966) is dit 2,25 tot 2,75 Φ met 0,5 tot 10% slik. Schulz (1969) trof de soort aan in alle substraten behalve in zuiver slik, met een voorkeur voor fijn tot slikhoudend zand. Newell (1965) toonde

een positieve correlatie aan tussen de mediane korreldiameter in Φ en het gehalte aan koolstof en stikstof van decompositie afkomstige levende bakteriën, waarmee *M. balthica* zich voedt.

In het Grevelingenmeer werd de soort niet aangetroffen. *M. balthica* is evenwel euryhalien en bereikt in het Deltagebied, waar hij in de getijdezone en sublitoraal voorkomt, de isohaline van 2‰ Cl^- (Wolff 1973), maar heeft een voorkeur voor het mariene deel van een estuarium (Spooner & Moore 1940; Wolff 1973). Het ontbreken van de soort in het Grevelingenmeer houdt waarschijnlijk verband met het lage gehalte aan organische stof in de bodem, terwijl de decompositie van de bovengrondse delen van *Zostera marina* vooral plaatsvindt na aanspoeling op de oever.

Mya arenaria Linnaeus 1758, is een langzame "suspensionfeeder", maar waarschijnlijk ook fakultatief "depositfeeder" (Rasmussen 1973). Deze soort werd uitsluitend gevonden op het Scheldestrand en in de Zandkreek (tabel 6, 7 en 10), waar het gehalte asvrij drooggewicht van de bodem van alle monsterplaatsen het hoogst was (zie tabel 4). De soort was hier kennelijk afhankelijk van het organische stofgehalte van de bodem en kwam vooral voor op hooggelegen plaatsen als het Scheldestrand, waar "suspensionfeeders" slechts korte tijd kunnen fourageren. Dit wijst erop, dat detritus als voedselbron mogelijk belangrijker kan zijn, dan Rasmussen doet vermoeden.

Het is mogelijk, dat de gebruikte monstermethode ongeschikt is om deze soort betrouwbaar kwantitatief te verzamelen, omdat volwassen exemplaren dieper dan 10 cm. kunnen voorkomen (Wolff 1973). Omdat op de laaggelegen Slikken van den Dortsman wel zeer veel fossielen van *M. arenaria* werden gevonden, is het mogelijk, dat de soort op laaggelegen detritusarme plaatsen dieper leeft en zich bij hoogwater voedt als "suspensionfeeder".

M. arenaria is euryhalien, maar is aan het estuarium gebonden door zijn behoefte aan een voedselrijke omgeving (Wolff 1973). Wolff vond hem vooral in slik, maar Schulz (1969) trof hem in alle sedimenten aan van grof zand tot zandhoudend slik, maar niet in zuiver slik. Ook Rasmussen vond hem in vele bodemtypen maar konstateerde een voorkeur voor modderig zand.

Dankwoord.

Gaarne wil ik iedereen bedanken, die direkt of indirekt aan de totstandkoming van dit verslag heeft meegewerkt. Met name wil ik hier noemen:

- René Jacobs, onder wiens leiding dit onderzoek plaatsvond, die mij bijstond met adviezen, voor vervoer van en naar de monsterplaatsen zorgde en het concept van dit verslag kritisch doornam.
- Dr. D. Teunissen en Drs. A.J. Kempers van de afdeling Biogeologie, die mij materiaal, ruimte en adviezen verstrekten bij de uitvoering van de korrelgrootteanalyse.
- Dr. C. Erseus die enkele oligochaeten determineerde.
- De heer A.W. Lacourt die de determinatie van enkele mollusken kontroleerde.
- Dr. G. Hartmann-Schröder, voor haar toelichting betreffende de taxonomische kenmerken van het genus Malacoceros en voor de determinatie van enige vertegenwoordigers van dit geslacht.
- De Deltadienst Rijkswaterstaat, voor het verstrekken van gegevens betreffende zoutgehalte en temperatuur van het water.
- Mijn echtgenote, Rita, die haar vrije tijd opofferde om dit verslag te typen.
- En last but not least Prof. Dr. C. den Hartog, op wiens afdeling ik dit onderzoek mocht verrichten ten behoeve van mijn hoofdvak Aquatische Oecologie.

Summary.

From April 1977 till April 1978 the ecology of the benthic macrofauna was investigated on the tidal mudflats, covered with the eelgrasses, *Zostera marina L.*, and *Zostera noltti Hornem*, in the Eastern Scheldt estuary and in the *Zostera marina*-beds in Lake Grevelingen, a brackish stagnant water in the S.W. Netherlands.

In the Eastern Scheldt five sampling stations have been selected:

A. The "Scheldestrand" near Bergen op Zoom;
B. The "Slikken van den Dortsman" near Maartensdijk;
C. The "Zandkreek";
D. The "Krabbenkreek";
E. The "Slikken van Vianen".

At each of these stations bottom-samples were taken to determine some abiotic factors: interstitial water, which varied from 22% to 29%; ashfree dry weight, which varied from 1.2% to 3.3%. Grain-size data were determined by dry sieving. The median grain-size varied from 2.7 Φ-units to 3.7 Φ-units. The sorting-coëfficiënt varied from 0.7 Φ-units to 1.4 Φ-units.

In Lake Grevelingen samples were taken near Herkingen. Interstitial water of the bottom was 24%, ashfree dry weight was 0.6%, the median grain-size was 3.2 Φ and the sorting-coëfficiënt was 0.8 Φ-units.

Positive correlations could be shown between interstitial water and median grain-size in Φ-units; between ashfree dry weight and median grain-size in Φ-units and between interstitial water and ashfree dry weight.

The vegetation at the sampling stations was described when the fauna was sampled.
In the Eastern Scheldt *Zostera noltii* was dominating, reaching a coverage up to 100% in summer. *Zostera marina* reached its maximum

coverage in the Krabbenkreek; 30%, but was still dominated by *Zostera noltii*. At the other stations however, only a few *Z. marina* plants were found. In Lake Grevelingen, the seagrass meadows contained only *Zostera marina*, reaching 70% coverage in summer. *Zostera marina* disappeared in winter.

Macrofauna samples were taken with a messing corer, Ø 9 cm, which was driven about 10 cm into the bottom.On each sampling station, every six to eight weeks a set of six samples was taken, on the "Scheldestrand" and the "Slikken van den Dortsman" both inside and outside the *Zostera*-patches. From each set of samples the diversity index was calculated, from each sampling station the similarity to the other ones and from each species the biological index. The numbers of species, found in the samples were correlated with the biotic and abiotic environmental factors.

The similarity between the Eastern Scheldt samples was high, compared with Lake Grevelingen. In the Eastern Scheldt the gastropod *Peringia ulvae* (Pennant) and the oligochaete *Peloscolex benedeni* Udekum were the dominating species.

After closure in 1971 the Grevelingen estuary became the brackish stagnant Lake Grevelingen. This resulted in changes in fauna: *Peringia ulvae* disappeared and *Peloscolex benedeni* became much less dominating. Other species appeared: the isopod *Idotea chelipes* (Pallas), the ampipods *Microdeutopus gryllotalpa* Costa and *Corophium insidiosum* Crawford, the polychaete *Polydora ligni* Webster and some chironomids, all known from brackish stagnant waters. The polychaete *Malacoceros fuliginosus* (Claparède) who has only been recorded twice in the Netherlands, became a dominating species.

LITERATUUR.

Anderson, A., 1971. Intertidal activity, breeding and the floating habit of Hydrobia ulvae in the Ythan estuary. - J. mar. biol. Ass. U.K., 51: 423-427.

Anonymus, 1975. Almanak voor watertoerisme deel 1. - Uitgave Kon. Ned. Toeristenbond A.N.W.B.

Anonymus, 1977. Maandelijkse overzichten der weersgesteldheid, 75e jaargang. - Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut.

Augustin, A. & K. Anger, 1974. Experimente über Substratpräferenzen von Capitella capitata (Fabricius). - Kieler Meeresf., 30: 28-36.

Ballantine, W.J., 1961. A biologically defined exposure scale for the comparative description of rocky shores. - Field Studies, 1 (3): 1-19.

Boyden, C.R. & Little, C., 1973. Faunal distribution in soft sediments of the Severn Estuary. - Estuarine and Coastal Marine Science, 1: 203-223.

Brafield, A.E. & G.E. Newell, 1961. The behaviour of Macome balthica (L.). - J. mar. biol. Ass. U.K., 41: 81-87.

Claassen, E., 1978. Doctoraalverslag aquatische oecologie (in voorbereiding).

Crothers, J.H., 1968. The biology of the shore crab Carcinus maenas (L.) 2. The life of the adult crab. - Field studies, 2 (5): 579-614.

Day, J.H. & D.P. Wilson, 1934. On the relation of the substratum to the metamorphosis of Scolecolepis fulliginosa (Claparède). - J. mar. biol. Ass. U.K., 19: 655-662.

Daemen, 1978. Doctoraalverslag aquatische oecologie (in voorbereiding).

Eisma, D., 1966. The distribution of bentic marine molluscs off the main Dutch coast. - Netherl. J. Sea Res. 3: 107-163.

Eliason, A., 1962. Weitere Untersuchungen über die Polychaetenfauna des Öresunds. - Lunds Univ. Årsskrift, (n. ser.) (2) 58 (9): 1-98.

Entrop, B., z.j. Schelpen vinden en herkennen. - Thieme, Zutpen. 324 pp.

Fenchel, T. & L.H. Kofoed, 1976. Evidence for exploitative interspecific competition in mud snails (Hydrobiidae). - Oikos 27: 367-376.

Filice, F.P., 1958. Invertebrates from the estuarine portion of San Francisco Bay and some factors influencing their distribution. - Wasmann J. Biol. 16: 159-211.

Folk, R.L., 1966. A review of grain-size parameters. - Sedimentology, 6: 73-93.

Giere, O., 1975. Population structure, food relations and ecological role of marine oligochaetes with special reference to Meiobantic species. - Marine Biology 31: 139-156.

Goodall, D.W., 1973. Sample similarity and species correlation. - Uit: R.H. Whittaker (ed.). Handbook of vegetation, The Hague.

Grüner, H.E., 1965. Krebstiere oder Crustacea V. Isopoda 1. Lieferung. - Tierwelt Deutschlands, 51: 1-160.

Hartmann-Schröder, G., 1971. Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta. - Tierwelt Deutschlands, 58: 1-594.

Hartog, C. den, 1964. The amphipods of the Deltaic region of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt in relation to the hydrography of the area. III. The Gammaridae. - Netherlands J. Sea Res., 2: 407-457.

Heerebout, G.R., 1974. Distribution and ecology of the Decapoda Natantia of the estuarine region of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt. - Netherl. J. of Sea Research 8 (11): 73-93.

Hempel, C., 1957. Zur Ökologie einiger Spioniden (polychaeta Sedentaria) der deutschen Küsten. - Kieler Meeresforsch. 13: 175-288.

Jacobs,R.P.W.M. & F.A.A. Dubbers, 1978. Malacoceros fuliginosus (Claparède, 1868), (Polychaeta, Spionidae) in het Grevelingenmeer. - Het Zeepaard, 38: 31-34.

Jacobs,R.P.W.M.& F.A.A. Dubbers, 1978a. New Records of Malacoceros fuliginosus (Claparède 1868), (Polychaeta, Spionidae) in the Netherlands. - In voorbereiding.

Janssen, A.W., 1975. Systematische lijst van Nederlandse recente en fossiele Mollusken. - Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., 12 (4): 115-170.

Jørgensen, C.B., 1966. Biology of Suspensionfeeding. - (Pergamon Press, London), 1-357.

Jutting, T.,van Benthem, 1933. Mollusca (1). A. Gastropoda Prosobranchia et Pulmonata. - Fauna Nederland, 7: 1-387.

Jutting, T., van Benthem & H. Engel, 1936. Mollusca (1) B. Gastropoda Opisthobranchia; Amphineura et Scaphopoda. - Fauna Nederland, 8: 1-106.

Jutting, T., 1943. Mollusca C. Lamellibranchia. - Fauna van Nederland 12: 1-477.

Lappalainen, A., 1973. Biotic fluctuations in a Zostera marina community. - Oikos Supp. 15: 74-8.

Lappalainen, A. & P. Kangas, 1975. Species diversity of Macrobenthos in a Zostera marina community in Tvärminne, S. Finland. - Merentukimuslait Julk/Havs. forsknings inst. Skr. nr. 239: 316-324.

Lappalainen, A., G. Hällfors & P. Kangas, 1977. Littoral benthos of the northern Baltic Sea IV. Pattern and dynamics of biota of a sand-bottom Zostera marina community. - Int. Revue ges. Hydrobid., 62 (4): 465-504.

Longbottom, M.R., 1970. The distribution of Arenicola marina (L.) with particular reference to the effects of particle size and organic matter of sediments. - J. exp. mar. Biol. Ecol., 5: 138-157.

Luther, H., G. Hällfors, A. Lappalainen & P. Kangas, 1975. Littoral benthos of the northern Baltic sea. I Introduction. - Int. Revue ges. Hydrobid., 60 (3): 289-296.

McManus, D.A., 1963. A criticism of certain usage of the notation. - J. Sediment. Petrol., 33: 670-674.

McRoy, C.P., 1973. Seagrass ecosystems, recommendations for research.- Proc. of the Int. Seagrass Workshop Leiden, The Netherlands.

Muus, B.J., 1967. The fauna of Danish estuaries and lagoons. Distribution and ecology of dominating species in the shallow reaches of the mesohaline zone. - Medd. Danmarks Fisk. Havundersøg., (n. ser) 5 (1): 1-316.

Newell, R., 1962. Behavioural aspects of the ecology of Peringia (= Hydrobia) ulvae (Pennant) (Gasteropoda, Prosobranchia). - Proc. Zool. Soc. London 138: 49-75.

Newell, R., 1965. The role of detritus in the nutrition of two marine depositfeeders, the prosobranch Hydrobia ulvae and the bivalve Macoma balthica. - Proc. zool. Soc. London, 144 (1): 25-46.

Nienhuis, P.H. & B.H.H. de Bree, 1977. Production and ecology of eelgrass (Zostera marina L.) in the Grevelingen estuary, the Netherlands, before and after closure. - Hydrobiologia, 52: 55-66.

Oglesby, L.C., 1965. Steady-state parameters of water and chloride regulation in estuarine nereid polychaetes. - Comp. Biochem. Physiol., 14: 621-640.

Orth, R.J., 1973. Benthic infauna of eelgrass Zostera marina beds. - Chesapeake Science, 14 (4): 258-269.

Pearson, T.H., 1975. The benthic ecology of Loch Linnhe and Loch Eil, a sea-loch system on the west coast of Scotland. IV Changes in the fauna attributable to organic enrichement. - J. Exp. mar. Biol. Ecol., 20: 1-41.

Rasmussen, E., 1973. Systematics and ecology of the Isefjord marine fauna. - Ophelia 11: 1-495.

Rhoads, D.C. & D.K. Young, 1970. The influence of depositfeeding organisms on sediment stability and community trophic structure. - J. mar. Res., 28: 150-178.

Rosenberg, R., 1976. Benthic faunal dynamics during succession following pollution abatement in a Swedish estuary. - Oikos 27: 414-427.

Schäfer, W., 1941. Über Nahrung und Wanderung im Biotop bei der Strandschnecke Littorina littorea. - Arch. Molluskenk., 79: 1-8.

Schellenberg, A., 1942. Krebstiere oder Crustacea IV. Flohkrebse oder Amphipoda. - Die Tierwelt Deutschlands, teil 40. Gustav Fischer, Jena. 252 pp.

Schulz, S., 1969. Benthos und Sediment in der Mecklenburger Bucht. - Beitr. Meeresk., 24-25: 15-55.

Shannon, C.E. & W. Weaver, 1963. The mathematical theory of communication. - Univ. Ill. Press Urbana, 117 pp.

Smidt, E.L.B., 1951. Animal production in the Danish Waddensea. - Meddelel.Komm. Danmarks Fisk.-Havundersøg. (Fisk.) 11 (6): 1-151.

Smith, R.I., 1963. On the occurrence of Nereis (Neanthes) succinea at the Kristineberg Zoölogical Station, Sweden, and its recent northward spread. - Ark. Zool., 15: 437-441.

Spooner, G.M. & H.B. Moore, 1940. The ecology of the Tamar estuary. VI. An account of the macrofauna of the intertidal muds. - J. mar. biol. Ass. U.K., 24: 283-330.

Stock, J.H., 1952. Some notes on the taxonomy, the distribution and the ecology of four species of the Amphipod genus Corophium. - Beaufortia, 21: 1-10.

Stock, J.H. & S. Pinkster, 1968. Tabel tot de soorten van Gammarus en verwanten in Noord Europa (Z. Noorwegen - Franse Mediterrane gebied). - Uitgave Zoölogisch Museum der Universiteit van Amsterdam.

Tebble, N., 1966. British bivalve seashells. A handbook for identification: 1-212. (British Museum, London).

Vader, W.J.M., 1965. Intertidal distribution of haustoriid amphipods in the Netherlands. - Bot. Gothoburgensia, 3: 233-246.

Vader, W.J.M., 1966. Een overzicht van de zandbewonende amphipoden uit het Oosterscheldegebied. - Het Zeepaard, 26: 102-124.

Vos, A.P.C. de, 1936. Chaetopoda. 2. Polychaeta. In: H.C. Redeke (ed.), Suppl. Flora Fauna Zuiderzee: 88-96. (Ned. Dierk. Ver., Den Helder).

Warren, L.M., 1977. The ecology of Capitella capitata in British waters. - J. mar. biol. Ass. U.K., 57: 151-159.

Westheide, W., 1966. Zur Polychaetenfauna des Eulitorals der Nordseeinsel Sylt. - Helgoländer wiss. Meeresunters., 13: 203-209.

Withers, R.G., 1977. Soft-shore macrobenthos along the South-West coast of Wales. - Estuarine and Coastal Marine Science, 5: 467-484.

Wolff, W.J., 1968. De familie Nephthydae (Polychaeta). - Tabellenserie K.N.N.V., nr. 22.

Wolff, W.J., 1971. Distribution of four species of Nephtys (Polychaeta) in the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse, and Scheldt. - Vie et Milueu, Suppl. 22: 677-698.

Wolff, W.J., 1973. The estuary as a habitat. An analysis of data on the soft-bottom macrofauna of the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt. - Zoöl. Verhand. Rijksmuseum Nat. Hist., Leiden 126: 1-242.

Wolff, W.J., F. Vegter, H.G. Mulder & T. Meys, 1975. The production of benthic animals in relation to the phytoplankton observations in the saline Lake Grevelingen, The Netherlands. - 10th. European Symposium on Marine Biology. Ostend Belgium. Sept. 17-23, 1975, Vol., 2: 653-672.

Wolff, W.J. & L. de Wolf, 1977. Biomass and production of zoöbenthos in the Grevelingen Estuary, the Netherlands. - Estuarine and Coastal Marine Science 5: 1-24.

Ziegelmeier, E., 1957. Die Muscheln (Bivalvia) der deutschen Meeresgebieten (Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg 50).

Ziegelmeier, E. 1966. Die Schnecken (Gastropoda, Prosobranchia) der deutschen Meeresgebiete und brackigen Küstengewässer.

==========

Bijlage 1.

Faunasamenstelling in de zeegrasvelden bij Terschelling.

In mei en in juli 1977 werden bij Terschelling een aantal steekmonsters genomen met dezelfde monsterbuis als bij het onderzoek in Zeeland.

Het uitzoeken en determineren van deze monsters is één van de werkzaamheden die naast het onderzoek in Zeeland verricht werden.

Omdat de monsters door een ander,en mogelijk niet volgens hetzelfde patroon als in Zeeland,genomen werden en omdat de beschrijving van de zeegrasvelden, een vrij subjektieve handeling, uit de tweede hand werd vernomen, zijn de resultaten van deze monsternamen niet bij de konklusies van het onderzoek in Zeeland betrokken.

Er werd gemonsterd:

A) binnen de strekdam van de Ans (schor ten W. v.d. kom).

B) tussen de kom van het wad bij Oosterend en de dijk bij paal 122.

A) Wad bij de Ans.

datum	030577	310577	050777
aantal steekmonsters	2	2	2
Eteone longa	-	-	2
Nereis diversicolor	1	1	6
Scoloplos armiger	1	5	3
Malacoceros fuliginosus	-	-	2
Pygospio elegans	-	-	2
Capitella capitata	1	1	-
Peloscolex benedeni	31	96	75
Corophium volutator	2	2	16

Bijlage 2.

B) wad bij Oosterend.

datum	030577	310577	050777
zeegrasbedekking	0 - 5%	1 - 40%	20 - 50%
aantal steekmonsters	8	9	8
Harmothoe spec.	-	1	-
Nereis diversicolor	5	4	7
Scoloplos armiger	39	24	44
Pygospio elegans	-	5	-
Capitella capitata	3	5	1
Heteromastus filiformis	-	5	1
Tharyx marioni	3	-	-
Arenicola marina	1	1	-
Peloscolex benedeni	184	325	181
Carcinus maenas	1	1	1
Corophium volutator	8	-	4
Mytilus edulis	-	-	5
Cardium edule	-	5	3
Macoma balthica	2	6	3
Peringia ulvae	-	-	1