Een kwalitatief en kwantitatief onderzoek van de macrofauna van de zeegrasgemeenschap in de Krabbenkreek (Zeeland).

H. H. Hegger

mei t/m oktober 1978

Laboratorium voor Aquatische Oecologie
Katholieke Universiteit Nijmegen

INHOUD:

blz.

I. Inleiding 2

II. Terrein van onderzoek 5
II.1. Inleiding 5
II.2. Beschrijving van de monsterplaatsen 8
II.3. Chloridegehalte en temperatuur van het water 8
II.4. Klimaat en weersgesteldheid 10

III. Methoden 13
III.1. Bodemsamenstelling 13
III.2. Zeegras 15
III.3. Macrofauna 16
III.4. Verwerking van de gegevens 18

IV. Resultaten 21
IV.1. Bodemsamenstelling 21
IV.2. Zeegras 22
IV.2.1. Bedekking en bloei 22
IV.2.2. Biomassa 24
IV.3. Macrofauna 25
IV.3.1. Inleiding 25
IV.3.2. Aantallen 27
IV.3.3. Diversiteitsindex en evenness 30
IV.3.4. Biomassa 32
IV.3.5. Diversiteitsindex en evenness (betreffende biomassa) 42
IV.3.6. Biologische index 42
IV.3.7. Similariteit 45
IV.3.8. Ruimtelijke verdeling van de populaties 46
IV.3.9. Bespreking van de afzonderlijke soorten 47

V. Dankwoord 67

VI. Summary 68

VII. Literatuur 70

I. Inleiding.

In het kader van een onderzoek naar strukturele en funktionele aspekten van zeegrasgemeenschappen, dat door de afdeling Aquatische Oecologie, onder leiding van drs. R. Jacobs wordt verricht, heeft van mei t/m oktober 1978 een kwalitatief en kwantitatief oecologisch onderzoek plaatsgevonden (zowel ruimtelijk als temporeel) naar de macrofauna (dit is de fauna groter dan 1 mm) in de zeegrasgemeenschap in de Krabbenkreek (Deltagebied). Dit onderzoek zal door B. Ras-Willems worden voortgezet van november 1978 t/m april 1979, om gegevens over een heel jaar te verkrijgen. In de periode van april 1977 tot april 1978 is er een vergelijkbaar onderzoek verricht door F. Dubbers, waarbij meerdere zeegrasvelden, verspreid over het Deltagebied, werden onderzocht. Dit eerste onderzoek had een algemeen oriënterend karakter en leverde voornamelijk kwalitatieve gegevens op.
In andere landen is nog weinig onderzoek verricht naar de bodemfauna in zeegrasvelden. Er zijn slechts enkele studies bekend, waaronder een onderzoek van Orth in N. Amerika (1973) en een van Lappalainen in Finland (1975).
De zeegrassen worden taxonomisch gerekend tot de monocotyle Angiospermen. Zeegrassen komen gewoonlijk in enorme hoeveelheden voor en vormen dichte matten, die grote gebieden in de kustwateren bedekken, zowel in gematigde als in tropische streken. In W. Europa worden de zeegrassen vertegenwoordigd door twee soorten van het geslacht Zostera (Potamogetonaceae): Z. marina L. (Groot Zeegras) en Z. noltii Hornem. (Klein Zeegras) (Den Hartog, 1970). Beide soorten komen voor in de Krabbenkreek.
Het is bekend dat zeegrassen verscheidene funkties vervullen:
- stabilisering van de bodem,
- voedselbron: produktie van organisch materiaal, dat via de detritusketen ter beschikking komt,
- kinderkamer en schuilplaats voor bepaalde diergroepen,
- ophoping van materiaal uit het zeewater in de planten, (Den Hartog, 1977),

-"fosfaat-pomp" door fosfaten uit de sedimenten op te nemen, (McRoy et. al., 1972).

Een zeegrasveld is een zeer produktief en dynamisch oecosysteem. Het behoort tot de meest produktieve in de oceaan. De werkelijke waarde van de zeegrasvelden voor de mariene kustwateren is niet geheel bekend (McRoy & Helfferich, 1977). Verschillende aspekten van de zeegrasvelden dienen hiertoe nog bestudeerd te worden. Om de struktuur van de gehele gemeenschap te leren kennen, is het onder andere noodzakelijk de fauna te bestuderen. Dit is het doel van het hier beschreven onderzoek.

De dieren die in het zeegrasveld worden gevonden, kunnen in de volgende groepen worden onderscheiden:

- sessiele epifauna
- mobiele epifauna
- pelagische fauna
- benthische infauna
- fauna verbonden met afstervend zeegras.

De pelagische fauna kon als gevolg van de gebruikte monstermethode bij dit onderzoek niet bestudeerd worden.

Voor het verkrijgen van kwantitatieve, statistisch verantwoorde gegevens betreffende de macrofauna in zeegrasvelden, werd - als vervolg op het algemeen oriënterend onderzoek van Dubbers (1978) - het naar Nederlandse maatstaven goed ontwikkelde zeegrasveld in de Krabbenkreek (Daemen,1978; Den Hartog en Polderman, 1975) als monsterplaats gekozen.

Het onderzoek dat daar werd verricht, bestond uit de volgende onderdelen:

- Een maandelijks onderzoek van de macrofauna, waarbij gemonsterd werd op twee plaatsen in het zeegrasveld. Hierbij werden gegevens verzameld betreffende biomassa, aantallen en soortensamenstelling.
- Een maandelijkse beschrijving van het zeegrasveld in de nabijheid van de monsterplaatsen, waarbij de bedekking van de beide Zostera-soorten en het voorkomen van inflorescenties bij beide soorten werden genoteerd.

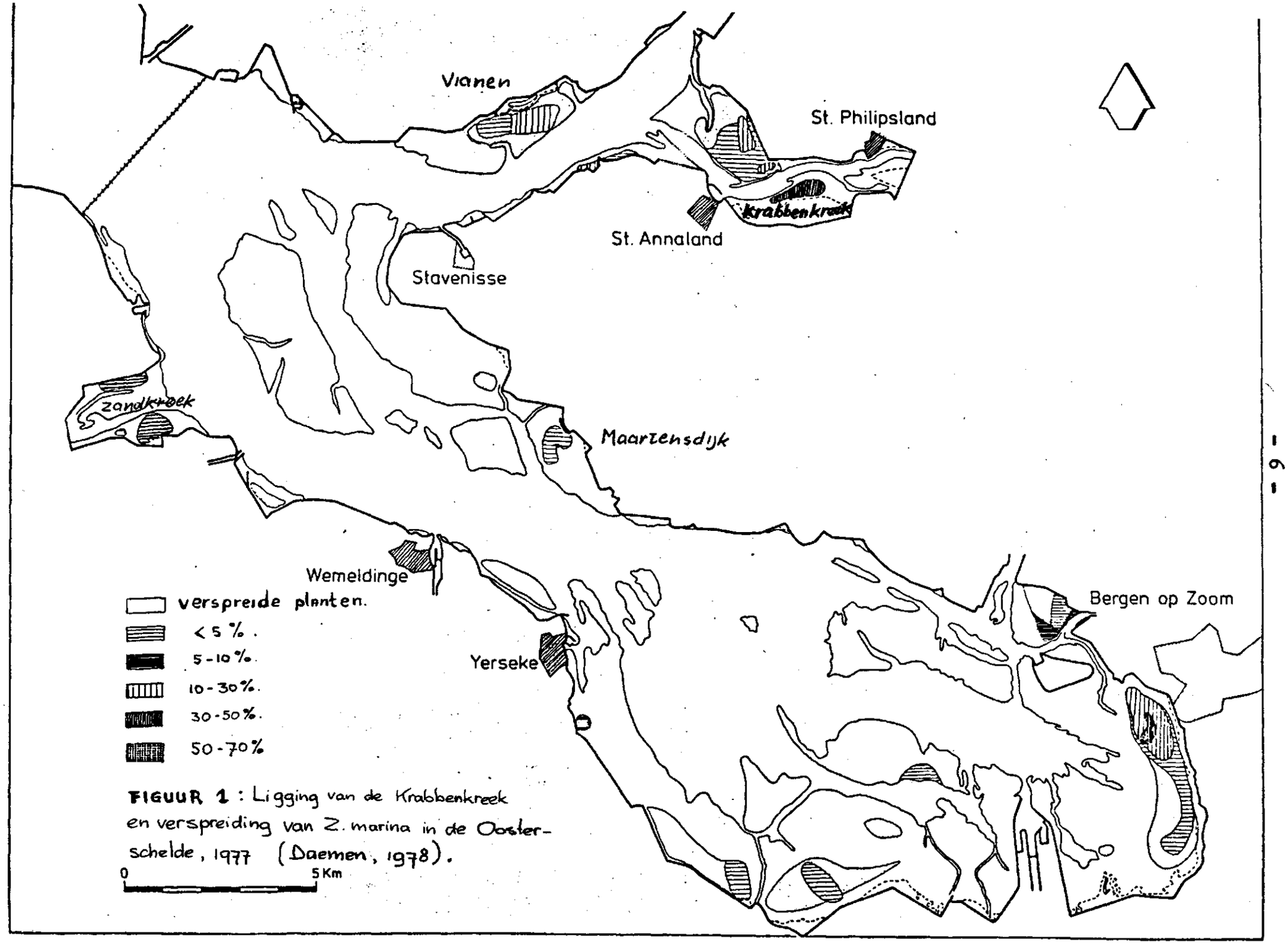
- Een eenmalige karakterisering van de bodem op de twee monsterplaatsen, door middel van korrelgrootte-analyse en bepaling van interstitieel watergehalte en "organisch stofgehalte".

Dit onderzoek werd verricht als een bijvak Aquatische Oecologie in het kader van een doctoraalstudie Biologie aan de Katholieke Universiteit van Nijmegen.

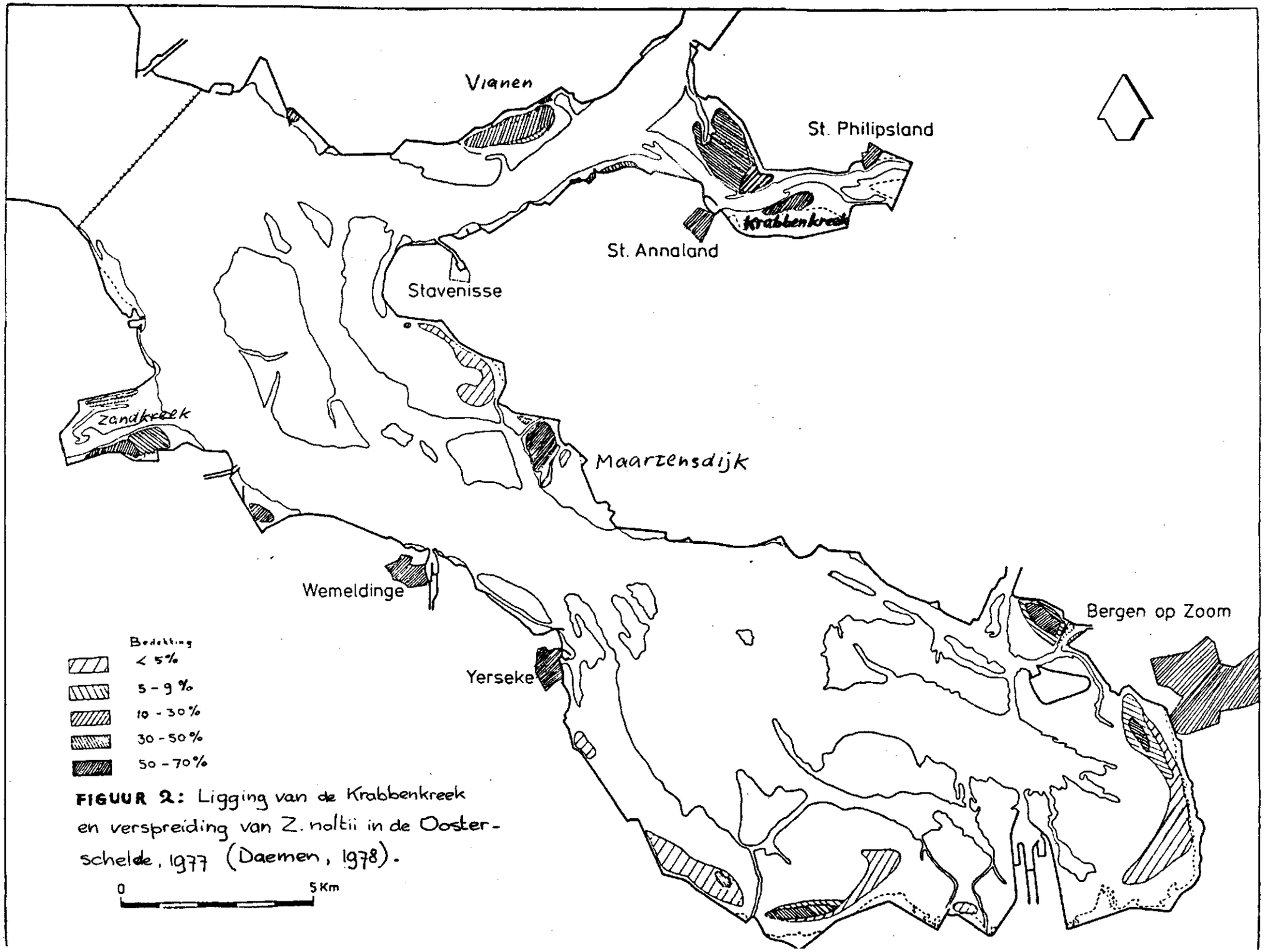
II. Terrein van onderzoek.

II.1. Inleiding.

Het onderzoek werd verricht in de Krabbenkreek, een zijtak van de Oosterschelde, die in open verbinding staat met de Noordzee (zie fig. 1 en 2).
De Krabbenkreek is gelegen tussen de eilanden Tholen en St. Philipsland. Sinds de afsluiting van de Eendracht is het een doodlopende arm van de Oosterschelde.
De monsterplaatsen werden aan de zuidkant van de Krabbenkreek, nabij St. Annaland, gekozen. Op deze plaats bevindt zich buiten de dijk een uitgestrekt schor (ca 700 m breed) met een typische, goed ontwikkelde schorvegetatie (o.a. Halimione portulacoides L., Aster tripolium L., Limonium vulgare Mill.). Achter het schor bevindt zich een slik. Schor en slik lopen over ca 1 km af, van even boven de hoogwaterlijn (HWL) tot even boven de laagwaterlijn (LWL).
Het schor wordt doorsneden door talrijke vrij diepe en brede kreken (maximaal ca. 2 m diep en ca. 3 m breed), waarin vooral Zostera marina plaatselijk zeer goed ontwikkeld is. De planten in de kreken zijn veel groter dan op het slik. In de kreken werden in de loop van de zomer talrijke levende strandkrabben (Carcinus maenas L.) aangetroffen: een verklaring van de naam "Krabbenkreek".
Het schor ligt niet erg beschut bij westenwind, getuige de duidelijk zichtbare golfschade bij de overgang schor-slik.
Achter het schor ligt het slik met een - in de zomer - goed ontwikkeld zeegrasveld, dat enkele honderden meters breed en enkele kilometers lang is. Het zeegrasveld bestaat uit beide soorten zeegras: Z. marina en Z. noltii, waarvan de dichtheid in ruimte en tijd zeer sterk varieert.
Over het algemeen is het zeegrasveld - naar Nederlandse maatstaven - erg goed ontwikkeld (Daemen, 1978; Den Hartog en Polderman, 1975; Dubbers, 1978), wat dan ook de reden was om juist in dit terrein het onderzoek te verrichten.



FIGUUR 1 : Ligging van de Krabbenkreek en verspreiding van Z. marina in de Oosterschelde, 1977 (Daemen, 1978).



FIGUUR 2: Ligging van de Krabbenkreek en verspreiding van Z. noltii in de Oosterschelde, 1977 (Daemen, 1978).

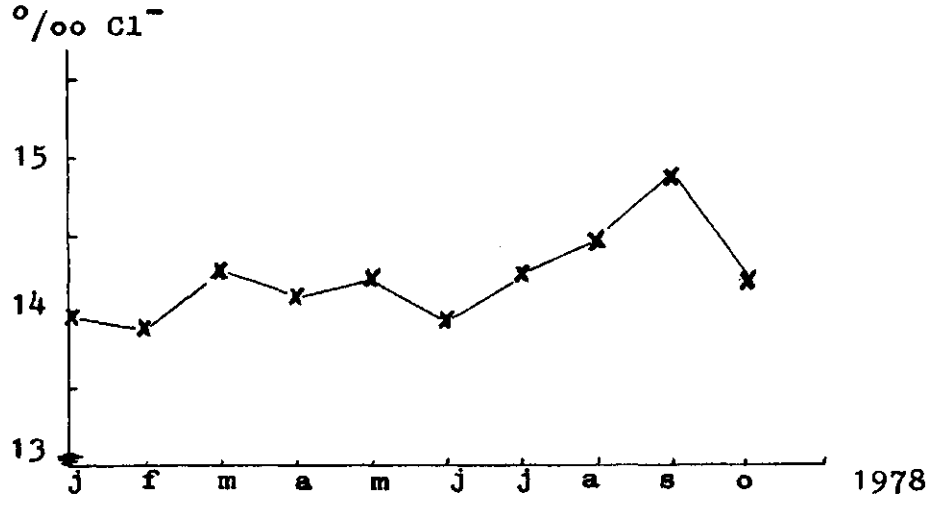
Voor verspreidingskaarten van Z. marina en Z. noltii in de Oosterschelde in de zomer van 1977 wordt verwezen naar de figuren 1 en 2.

II.2. Beschrijving van de monsterplaatsen.

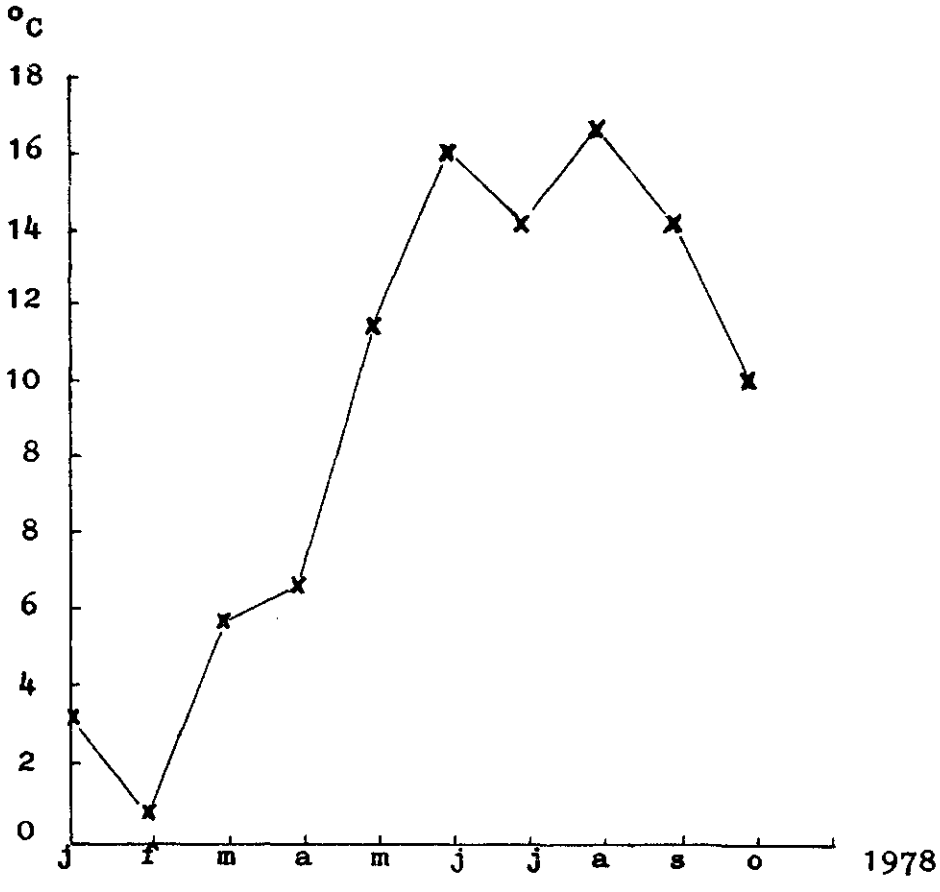
Op twee plaatsen werden monsters genomen, aangeduid als LAAG en HOOG.
Het monsterpunt LAAG werd in een goed ontwikkeld gedeelte van het zeegrasveld gekozen (ca. 100 m van de overgang schor-slik).
Iets dichter bij het schor, op een hoger gelegen deel van het slik aan de rand van het zeegrasveld, werd het monsterpunt HOOG gekozen. De punten HOOG en LAAG liggen naar schatting 200 m van elkaar verwijderd.
De monsterplaatsen worden aangeduid met HOOG en LAAG omdat het verschil in hoogte het belangrijkste is. Dit hoogteverschil wordt geschat op maximaal 0.5 m en is direkt of indirekt de oorzaak van alle andere verschillen die er bestaan, betreffende waterbedekking, bodemsamenstelling, bedekking van de twee zeegrassoorten, soortensamenstelling en biomassa van de macrofauna.

II.3. Chloridegehalte en temperatuur van het water.

Gegevens over chloridegehalte en temperatuur van het water zijn verstrekt door de "Deltadienst Rijkswaterstaat" in Middelburg".
De waarden van het chloridegehalte van het water in de Krabbenkreek in de periode van januari t/m oktober 1978 zijn weergegeven in fig. 3. Het gemiddelde chloridegehalte in de Krabbenkreek (van januari t/m oktober 1978) blijkt 14.2 °/oo te zijn. Het water in de Noordzee bevat ca. 18 °/oo Cl^-. In de Krabbenkreek blijkt het chloridegehalte aanmerkelijk lager te zijn dan in de Noordzee, als gevolg van menging met zoet water dat erin geloosd wordt. Uit fig. 3 blijkt dat de aanvoer van zoet water in het najaar minder is dan in het voorjaar en de zomer.



Figuur 3: Chloridegehalte van het water in de Krabbenkreek.

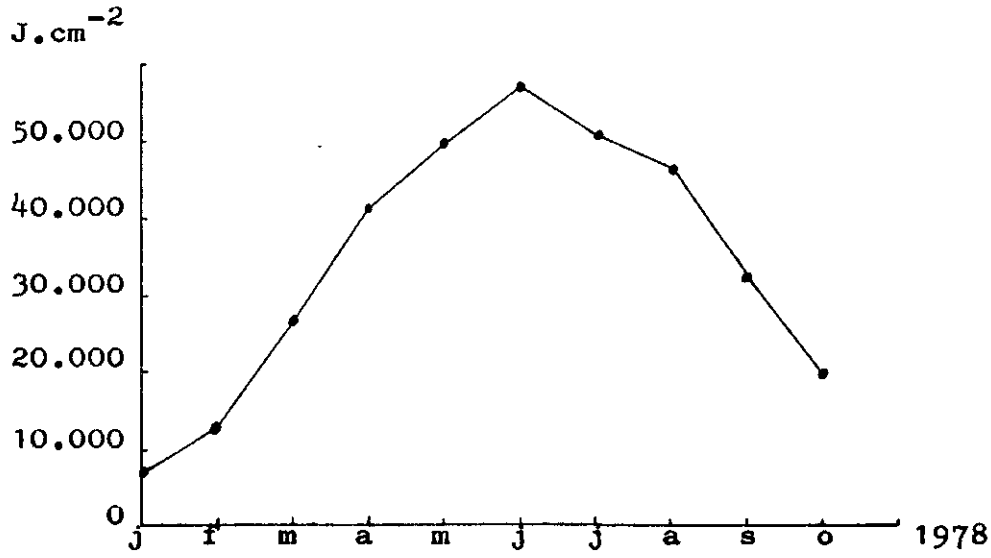


Figuur 4: Gemiddelde watertemperatuur per maand, aan het wateroppervlak van de Krabbenkreek in 1978.

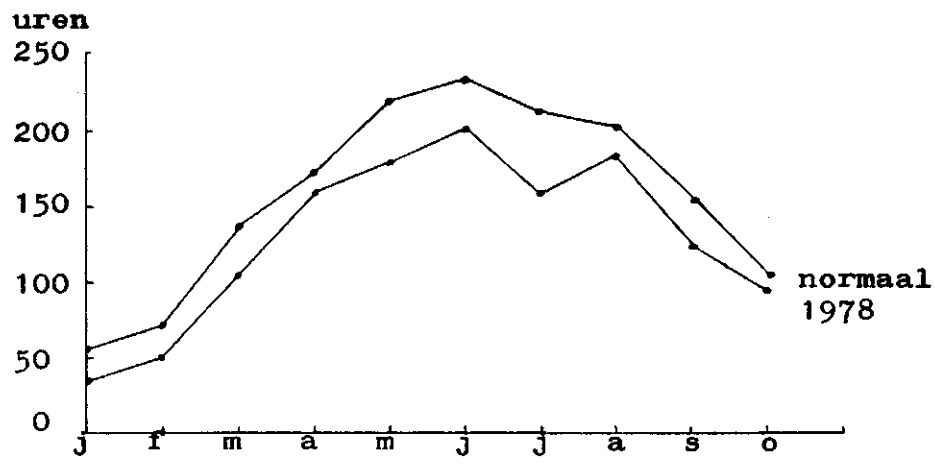
Het verloop van de watertemperatuur aan het wateroppervlak in de Krabbenkreek van januari t/m oktober 1978, is weergegeven in fig. 4. De hoogste watertemperatuur blijkt in de zomer op te treden, waarbij het maximum in augustus wordt bereikt (18.7 °C). De laagste watertemperatuur blijkt in februari op te treden (0.9 °C).

II.4. Klimaat en weersgesteldheid.

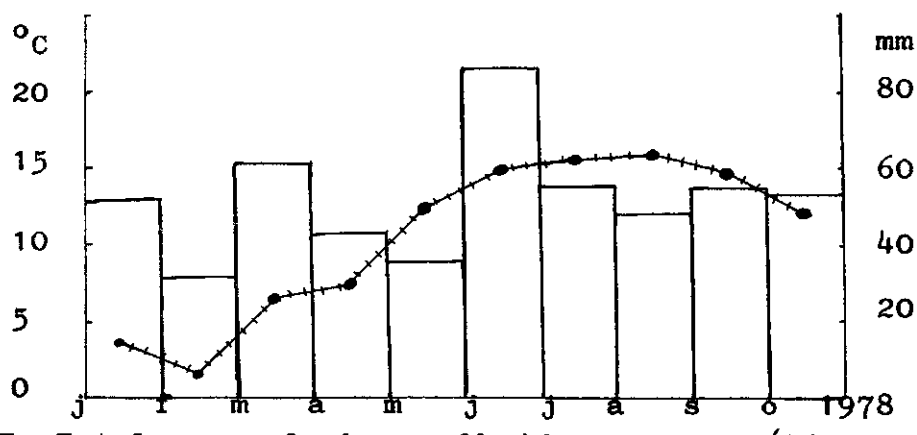
Het Deltagebied heeft een sterk door de zee beïnvloed klimaat, waar extreme luchttemperaturen ontbreken. Gemiddeld daalt de temperatuur in Vlissingen slechts 31 dagen per jaar onder 0°C, terwijl het maandelijkse gemiddelde van de dagelijkse minimumtemperaturen voor alle maanden van het jaar boven 0°C ligt. Aan de andere kant stijgt de temperatuur in Vlissingen slechts 10 dagen per jaar boven 25°C (Dubbers, 1978). De acht winters voorafgaande aan dit onderzoek kunnen beschouwd worden als zachter dan normaal (gemiddeld over 1931-1960).
Sterke verstoringen van de faunasamenstelling, zoals Wolff (1973) konstateerde na de strenge winter van 1962-1963, toen een aantal soorten verdwenen, hebben zich gedurende een vrij lange periode, voorafgaande aan dit onderzoek, niet voorgedaan (Dubbers, 1978).
Van januari t/m oktober 1978 was in De Bilt (Anonymus, 1978) de gemiddelde temperatuur 10.0°C (normaal 10.3°C); het aantal vorstdagen 6 (normaal 9); het aantal uren zon 1220 (normaal 1481); de neerslag 506 mm (normaal 631 mm). De normalen zijn gemiddelden berekend uit metingen in het tijdvak 1931-1960.
Over de periode van januari t/m oktober 1978 zijn de volgende weergegevens van het KNMI-station te Vlissingen grafisch weergegeven in de figuren 5, 6 en 7:
- maandelijkse instraling ($J.cm^{-2}$),
- maandelijks aantal uren zonneschijn, vergeleken met normaal,
- maandelijkse neerslaghoeveelheden (mm) en gemiddelde luchttemperatuur (°C).



Figuur 5: Totale instraling per maand gedurende 1978 (KNMI-station Vlissingen).



Figuur 6: Totaal aantal uren zonneschijn per maand gedurende 1978, vergeleken met normaal (KNMI-station, Vlissingen).



Figuur 7: Totale neerslaghoeveelheid per maand (histogram) en gemiddelde luchttemperatuur per maand (+-+-+-+-+-) (KNMI-station Vlissingen).

Bij vergelijking van de figuren 4, 5 en 6 blijkt er een duidelijk verband te bestaan tussen het aantal uren zonneschijn en de instraling enerzijds en de watertemperatuur anderzijds.
Dit blijkt vooral uit de gegevens van de maand juli: instraling en aantal uren zonneschijn waren toen beneden normaal, waardoor ook de watertemperatuur een onverwacht sterke daling vertoonde.
De luchttemperatuur en de watertemperatuur (resp. fig. 7 en 4) blijken op ongeveer dezelfde manier te veranderen in de loop van het jaar.
Bij vergelijking van de figuren 3 en 7 blijkt er een duidelijk verband te bestaan tussen neerslaghoeveelheid en chloridegehalte van het water in de Krabbenkreek. In de maand juni was de neerslag maximaal. Dit had tot gevolg dat het chloridegehalte van het water in die maand minimaal was.

III. Methoden.

III.1. Bodemsamenstelling.

Aan bodemmonsters van de monsterplaatsen HOOG en LAAG, die in december 1978 waren verzameld, werden de volgende faktoren eenmalig bepaald: watergehalte, "organisch stofgehalte" en de verdeling van de korrelgrootte. Het "organisch stofgehalte" werd twee maal bepaald, namelijk in oktober en december.

Watergehalte.

Het interstitieel watergehalte werd bepaald door een afgewogen hoeveelheid gedurende 3 dagen te drogen in een stoof bij 50 °C en deze vervolgens, na afkoeling in een exciccator, weer te wegen.
Dit gedroogde materiaal werd gebruikt voor de bepalingen van het "organisch stofgehalte" en de korrelgrootte-analyse.
Het interstitieel watergehalte is berekend als percentage van het drooggewicht.

"Organisch stofgehalte" (asvrijdrooggewicht).

Van het gedroogde materiaal werd een hoeveelheid afgewogen en gedurende 5 uur bij 550 °C verast in een van te voren verhit en gewogen metalen bakje.
Hierna werd het materiaal weer gewogen voor het bepalen van het asvrijdrooggewicht ("organisch stofgehalte"), uitgedrukt als percentage van het drooggewicht.
Omdat bij bovengenoemde temperatuur oxidatie van enkele metalen en ontleding van carbonaten optreedt (Vollenweider, 1969), werd hiervoor gekorrigeerd:

- De aluminium bakjes werden van te voren 3 uur verhit bij 550 °C, om te voorkomen dat ze tijdens het verassen door oxidatie zwaarder zouden worden. Dit was noodzakelijk, omdat bij het bepalen van droog- en asvrijdrooggewicht ervan werd uitgegaan dat het gewicht van het bakje konstant was.

- Door een afgewogen hoeveelheid gedroogde bodem te titreren met HCl totdat alle bicarbonaat uit de oplossing was verdwenen (pH 4.2), kon het percentage bicarbonaat (anorganische koolstof) in de bodem berekend worden. Dit resultaat werd gebruikt om het percentage "organische stof" te korrigeren.

Verdeling van de korrelgrootte.

De korrelgrootte-verdeling werd bepaald met behulp van een elektronische sedimentatiebalans (Sartorius 4610).
Hiermee werden de bodemdeeltjes die kleiner waren dan 50 μ, zeer nauwkeurig geanalyseerd. De bodem werd daartoe gedestrueerd met 97 % H_2SO_4 en geoxideerd met H_2O_2 om organische stof en kittende bestanddelen te verwijderen. Daarna werd de gezuiverde bodem gezeefd door een 50 μ-zeef. De fraktie groter dan 50 μ werd gewogen.
De fraktie die kleiner was dan 50 μ werd in de sedimentatiebalans in een waterkolom van 20 cm hoogte gebracht, die was verbonden met een recorder.
Resultaat van de analyse was een gewicht-tijd-diagram.
Volgens de formule van Stokes is de valtijd van een deeltje in een bepaalde vloeistofkolom (ervan uitgaande dat alle deeltjes ideaal bolvormig zijn), slechts afhankelijk van zijn diameter. De formule van Stokes luidt als volgt:

$$r = \sqrt{\frac{9\eta}{2g(\rho_k - \rho_f)}} \cdot \sqrt{v}$$

r = radius van de deeltjes (cm)
η = viskositeit van de sedimentatievloeistof ($g.cm^{-1}.sec^{-1}$)
g = valversnelling = 981 $cm.sec^{-2}$
ρ_k = soortelijk gewicht van de deeltjes ($g.cm^{-3}$)
ρ_f = " " " " sedimentatievloeistof ($g.cm^{-3}$)
v = valsnelheid = $\frac{h}{t}$ (hoogte/tijd) ($cm.sec^{-1}$)

Bij de gebruikte proefopstelling golden de volgende waarden:

η_{water} = 1.002

ρ_k (kwarts) = 2.657

ρ_f (water) = 0.998

h = 20

diameter (d) = 2r

Bodems bestaan uit de volgende frakties:

zand : deeltjes groter dan 50 μ,

slik (silt): " tussen 2 en 50 μ,

klei (lutum): " kleiner dan 2 μ.

Van elk van deze frakties werd berekend hoe groot het gewichtspercentage was. Om de slikfraktie iets duidelijker te karakteriseren, werd ook 25 μ als grenswaarde genomen, naast 2 μ en 50 μ.

Met behulp van bovenstaande formule kon uit het gewicht-tijd-diagram nauwkeurig berekend worden, hoe groot de verschillende frakties waren.

III.2. Zeegras.

Om naast de minder nauwkeurige schattingen van de zeegrasbedekking meer exacte gegevens te krijgen over de ontwikkeling van het zeegrasveld, werden biomassa-bepalingen verricht. Hiertoe werd het zeegras verzameld dat zich in de bodemmonsters bevond, die voor fauna-onderzoek bestemd waren.

Dit zeegras werd gescheiden in boven- en ondergrondse delen.

Het afzonderlijk bewerken van Z. marina en Z. noltii-planten was praktisch niet uitvoerbaar.

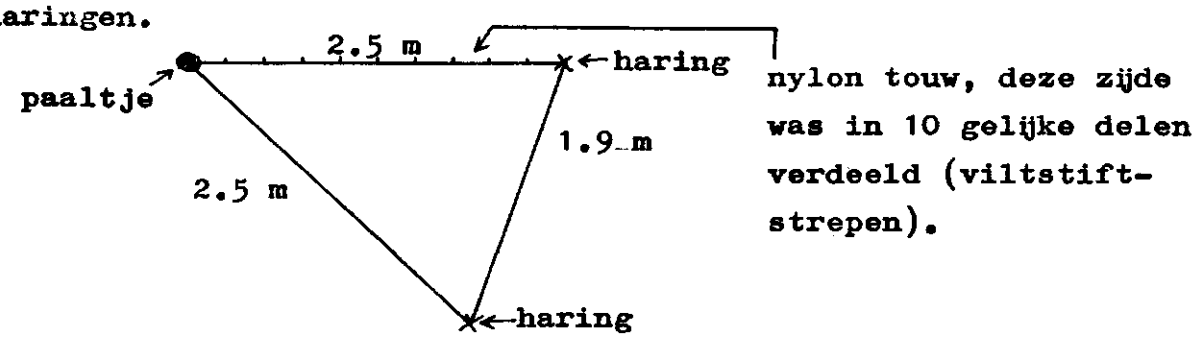
Het zeegras werd bij de bepaling van droog- en asvrijdroog-gewicht op exact gelijke wijze behandeld als de fauna (zie III.3.).

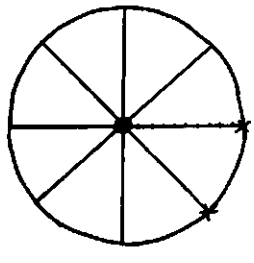
In de maanden mei en juni was de Zostera-bedekking zo gering dat biomassa-bepaling zinloos was.

III.3. Macrofauna.

Bij het steken van de monsters voor het bestuderen van de macrofauna, werd gebruik gemaakt van een messing monsterbuis met een doorsnede van 9 cm. Hiermee werden bodemmonsters 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 alle soorten met een redelijke betrouwbaarheid kwantitatief werden verzameld (Dubbers, 1978).

Monstername geschiedde statistisch verantwoord volgens Orth(1973). Per monsterplaats werden maandelijks ad random 15 monsters verzameld, binnen een cirkel met een straal van 2.5 m. Het middelpunt van een cirkel werd aangeduid door een paaltje, dat permanent was opgesteld gedurende de periode van het onderzoek. Bij het monsteren werd de cirkel afgebakend en in 8 sectoren verdeeld door een nylon touw en haringen.





Met behulp van het touw werd de cirkel in 80 vakjes verdeeld (8 sectoren, elk 10 vakjes). De nummering van de vakjes was als volgt: nr. 1 bij het paaltje, nr. 10 bij de haring. Daarna werden de haringen verplaatst: 11 t/m 20, etc. Van te voren werd een lijstje samengesteld met 15 willekeurig gekozen cijfers tussen 0 en 81, om in de overeenkomstig genummerde vakjes de monsters te steken. Deze methode werd gekozen om ad random de monsters te kunnen steken, zonder beïnvloed te worden door persoonlijke voorkeur voor bepaalde plaatsen.

Monstername geschiedde op de volgende data in 1978:

10 mei	(uitsluitend monsterplaats	LAAG)
17 mei	(" "	HOOG)
4 juni	(beide monsterplaatsen)	
10 juli	(" ")	
14 aug.	(" ")	
17 sep.	(" ")	
20 okt.	(" ")	

De monsters werden naar het laboratorium gebracht, waar ze in de koelkamer bij 4 °C werden bewaard tot ze werden uitgezocht (binnen een week na monstername).
De monsters werden uitgespoeld met leidingwater in 3 zeven van respektievelijk 4, 1 en 0.5 mm, waarna het overgebleven materiaal in bakken werd uitgezocht.
De gevonden fauna werd gefixeerd in een oplossing van 4 % formaline in zeewater en daarna gedetermineerd.
Aan één soort, namelijk de in aantal en biomassa zeer sterk dominante *Peringia ulvae*, werden lengtemetingen verricht. Dit gebeurde tot op 0.1 mm nauwkeurig, met behulp van een loupe. De metingen werden maandelijks verricht aan 50 willekeurig gekozen exemplaren per monsterplaats.

Na determinatie en telling van de dieren vond biomassabepaling plaats (Lappalainen & Kangas, 1975):

- Het gewicht van de dieren werd per maand, per soort en per monsterplaats bepaald.
- Bij het biomassa-onderzoek werden aluminium bakjes gebruikt, die vooraf 3 uur in de oven (550 °C) werden verhit, om te voorkomen dat ze tijdens het verassen van de fauna zouden oxideren en zwaarder worden.
- Alle exemplaren van één soort uit 15 monsters van één monsterplaats, werden gespoeld met aqua bidest, om verstoring van de gewichten als gevolg van zout en formaline te voorkomen.
- Dit materiaal werd in de aluminium bakjes gedroogd in een stoof (105 °C) gedurende 24 uur.
- Hierna kon door wegen het drooggewicht worden bepaald.

- Vervolgens werd het gedroogde materiaal gedurende 3 uur verast in een oven (550 °C), waarna het asgewicht werd bepaald.
- Tijdens het afkoelen werden de bakjes steeds in een exsiccator geplaatst.

  Het verschil tussen droog- en asgewicht is het asvrijdrooggewicht ("organische stof").

III.4. Verwerking van de gegevens.

Voor het verwerken van de gegevens werd gebruik gemaakt van:
-a- Biologische index (Orth, 1973).
-b- Diversiteitsindex en evenness (Shannon & Weaver, 1964).
-c- Similariteit (Goodall, 1973).

-a- Biologische index.

De biologische index geeft de abundantie en de frekwentie van het voorkomen van een soort in een monster.
De soorten worden gerangschikt naar totale aantallen per monsterplaats, per maand, waarbij de meest voorkomende soort 5 punten krijgt; de volgende soorten met afnemende aantallen krijgen respektievelijk 4, 3, 2 en 1 punt.
Door de biologische indices van de verschillende maanden per monsterplaats per soort bij elkaar op te tellen, wordt een biologische index over de gehele periode van 6 maanden verkregen. Op deze manier kan een dominante soort maximaal 30 punten behalen.
Naast de biologische index van de aantallen, is ook die van de asvrijdrooggewichten berekend. Per maand per monsterplaats krijgt nu de soort met het grootste asvrijdrooggewicht 5 punten. In totaal worden er 90 punten verdeeld. Het maximale aantal punten voor één soort bedraagt 30.

-b- Diversiteitsindex en evenness.

De biologische betekenis van het diversiteitsbegrip is, dat een hogere diversiteitsindex gepaard gaat met langere voedselketens, meer interakties tussen de individuen en een grotere mogelijkheid voor negatieve feedback-kontrole, die fluktuaties binnen het oecosysteem vermindert en zodoende

de stabiliteit vergroot (Odum, 1971).
De diversiteit is afhankelijk van aantal soorten en aantal individuen.
Er bestaan een aantal wiskundige formules die de diversiteit uitdrukken als een funktie van het aantal soorten en het aantal individuen. Bij de verwerking van de gegevens van dit onderzoek is gebruik gemaakt van de volgende formule:

Diversiteitsindex volgens Shannon & Weaver (H),

$$H = \sum_{i=1}^{s} \left(\frac{n_i}{N}\right) \ln \left(\frac{n_i}{N}\right)$$

N = totaal aantal individuen
n_i = aantal individuen van soort i
s = totaal aantal soorten
De diversiteit H is groter naarmate er meer soorten zijn en de verdeling van de individuen over deze soorten gelijkmatiger is.

De evenness geeft aan in hoeverre de individuen evenredig over de soorten zijn verdeeld. Het begrip evenness is nauw verwant aan het begrip diversiteit. De verwantschap blijkt duidelijk uit de formule:

$$E = H / \ln S$$

E = evenness
H = diversiteitsindex van Shannon
S = totaal aantal soorten
Bij een uniforme verdeling, waarbij alle soorten in gelijke aantallen vertegenwoordigd zijn, is de evenness maximaal (1). Zodra er dominante soorten verschijnen wordt de evenness kleiner dan één.

-c- Similariteit.

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

1. Kwalitatief, met behulp van de "coëfficiënt of community" van Sørensen: $\frac{2A}{2A + B + C} \times 100\ \%$

   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.

2. Kwantitatief, met behulp van de "percentage similarity"

$$PS = \frac{2 \sum \min.(x_i, y_i)}{\sum (x_i + y_i)} \times 100\ \%$$

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, dat op monsterplaats X voorkomt.

y_i = het aantal exemplaren van soort i, dat op monsterplaats Y voorkomt.

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

IV. Resultaten.

IV.1. Bodemsamenstelling.

Tabel 1: Gegevens betreffende de bodemsamenstelling.

	HOOG (%)	LAAG (%)	Krabbenkreek, 1977 (Dubbers, 1978) (%)
watergehalte	28	37	23
"organisch stofgehalte"	2.10 (okt) 1.17 (dec)	2.02 (okt) 2.34 (dec)	1.7
korrelanalyse:			
zand > 50 µ	96.5	96.4	
grof slik 25-50 µ	2.3	0.4	
fijn slik 2-25 µ	1.0	3.0	
klei < 2 µ	0.3	0.3	

Alle gegevens in tabel 1 zijn uitgedrukt in gewichtsprocenten ten opzichte van het drooggewicht. Het resultaat van de korrelgrootte-analyse is niet goed te vergelijken met de gegevens van Dubbers (1978), omdat de gebruikte methoden zeer verschillen in nauwkeurigheid. Dubbers heeft slechts de fraktie die groter was dan 75 µ geanalyseerd.
Op beide monsterplaatsen blijkt de bodem een zeer zandig karakter te hebben. Er is nauwelijks verschil in de gehalten zand en klei op beide monsterplaatsen. Ook het totale slikgehalte blijkt gelijk, echter HOOG bevat vooral grof slik, terwijl LAAG vooral fijn slik bevat.

Waarschijnlijk zijn er naast de bekende faktoren nog vele onbekende faktoren, zoals temperatuur en golfslag, die een invloed hebben op de faunasamenstelling ter plaatse. Deze faktoren zijn echter minder belangrijk voor de fauna dan de bodemsamenstelling. De struktuur van de bodem is bepalend voor de fauna ter plaatse. Hoe fijner de bodem (met andere woorden; hoe meer slib), des te meer interstitieel water en des te groter het organisch stofgehalte. Dit betekent dan ook dat deze bodem voedselrijker is voor detrituseters en dieren die specifiek van microflora (bijvoorbeeld bacteriën) leven.

Betreffende de verzamelde bodemgegevens kan gekonkludeerd worden dat watergehalte, "organisch stofgehalte" en fijn slikgehalte bij LAAG beduidend hoger zijn dan bij HOOG. Dit betekent dat de bodem van monsterplaats LAAG voedselrijker is dan die van HOOG. (Deze konklusie is gebaseerd op gegevens van een eenmalige bepaling. De bodemsamenstelling is zeer variabel in de tijd! Zie gegevens betreffende het "organisch stofgehalte".)

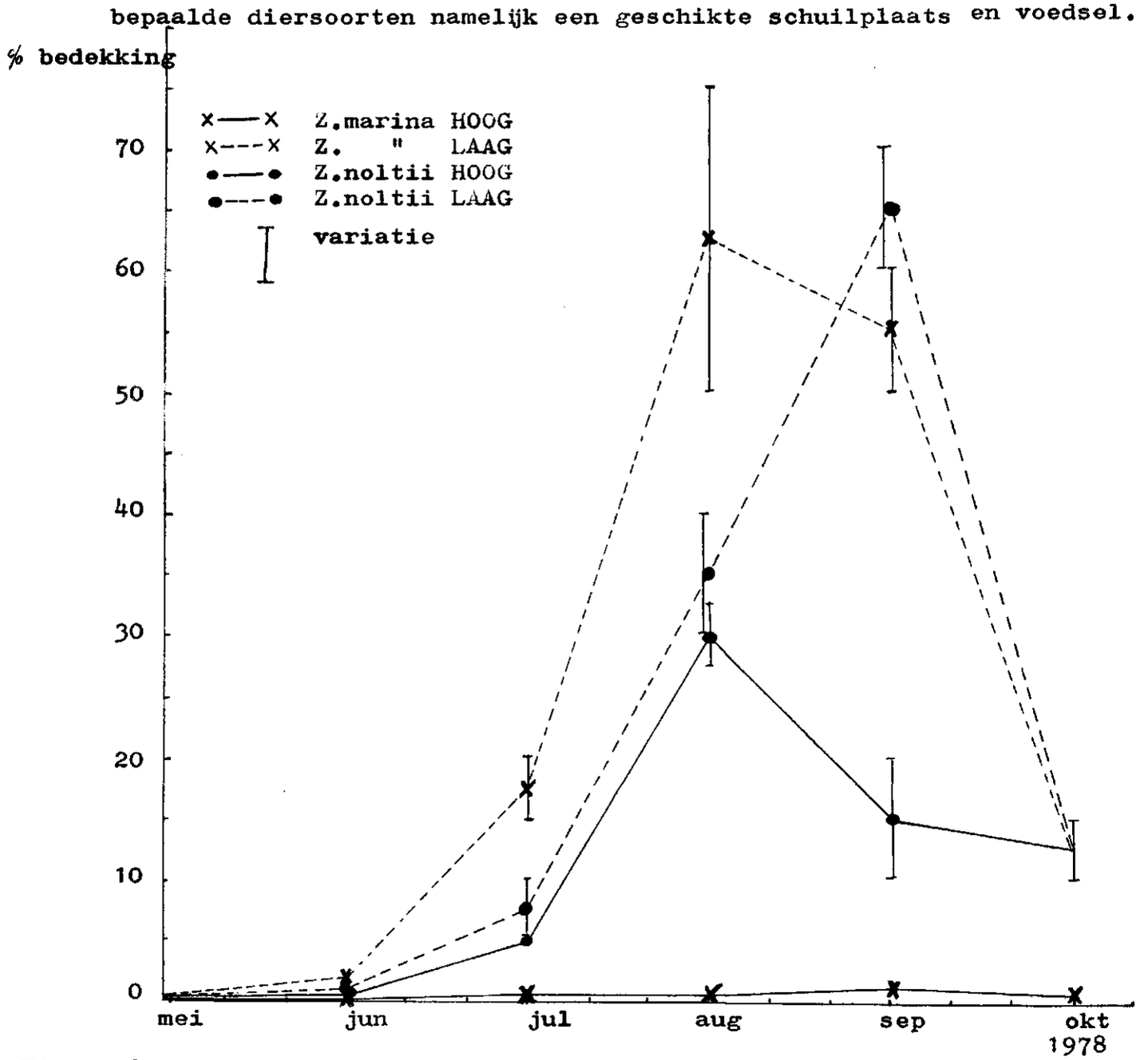
IV.2. Zeegras.

IV.2.1. Bedekking en bloei.

De enige planten die op de monsterplaatsen groeiden, waren Zostera marina en Z. noltii.
In figuur 8 staat de geschatte bedekking van beide soorten uitgezet tegen de tijd.
De bedekking van Z. marina op monsterplaats HOOG was maximaal 1 %. Dit is een groot verschil met monsterplaats LAAG, waar Z. marina een maximale bedekking had van 50 tot 75 %. Ook de bedekking van Z. noltii was bij monsterplaats HOOG veel lager dan bij monsterplaats LAAG. Uit de Zostera-bedekking valt duidelijk af te leiden dat monsterplaats HOOG aan de rand van het zeegrasveld gelegen was.
Het is duidelijk dat de zeegrasbedekking zéér sterk varieerde in de loop van het jaar: in de maanden augustus en september was de bedekking maximaal, ervoor en erna was ze aanzienlijk minder.

Van juli t/m oktober werden steeds bloeiende exemplaren van beide soorten aangetroffen. De bloei was maximaal in augustus, toen 100 % van de Z. marina-planten op monsterplaats LAAG bloeide. Vanaf augustus werd er bij beide soorten zaad aangetroffen. Opvallend was, dat in september bijna alle zeegras was uitgebloeid, terwijl er in oktober weer vrij veel, blijkbaar nieuwe bloeiwijzen aanwezig waren. Waarschijnlijk is het zeegras opnieuw gaan bloeien na het mooie weer in oktober.

In het zeegrasveld werden soms meerdere soorten ingespoelde algen aangetroffen (onder andere kleine hoeveelheden Ulva lactuca L. en grote hoeveelheden Chaetomorpha linum Kütz.), die hier en daar oppervlakten van maximaal enkele vierkante meters konden bedekken. Deze algen waren slechts tijdelijk op een bepaalde plaats aanwezig, maar bleken toch van invloed op de faunasamenstelling ter plaatse: tussen de algen vonden bepaalde diersoorten namelijk een geschikte schuilplaats en voedsel.



Figuur 8: Bedekkingspercentage van Z. marina en Z. noltii op het hooggelegen en laaggelegen monsterpunt in de Krabbenkreek. Met"variatie" wordt de variatie in de bedekking bedoeld, zoals die in het veld werd geschat.

IV.2.2. Biomassa.

Zeegrassen zijn overjarige planten. Echter, in Nederland manifesteert Z. marina zich als annuel. In het voorjaar vindt zaadkieming plaats; er ontstaan jonge planten met korte rhizomen. Zodra er bloeiwijzen gevormd worden, vindt geen rhizoom- en bladgroei meer plaats. Alle energie wordt in de voortplanting gestoken; daarna sterven de planten af. Z. noltii heeft overwinterende planten en rhizomen. De produktie gaat in de winter langzaam door. Het bovengrondse materiaal wordt echter voor het grootste deel weggevreten door vogels (Van Ierland, 1977).
Vanaf juni beginnen de bovengrondse delen van Z. noltii zich te ontwikkelen uit de overwinterende ondergrondse rhizomen en tegelijkertijd beginnen de kiemplanten van Z. marina zich te ontwikkelen. Na augustus/september sterft het bovengrondse zeegras langzaam af en komt de decompositie op gang.
Bovenstaande gegevens zijn in overeenstemming met de verzamelde biomassa-gegevens betreffende het zeegras, die zijn verwerkt in de figuren 9, 10 en 11.

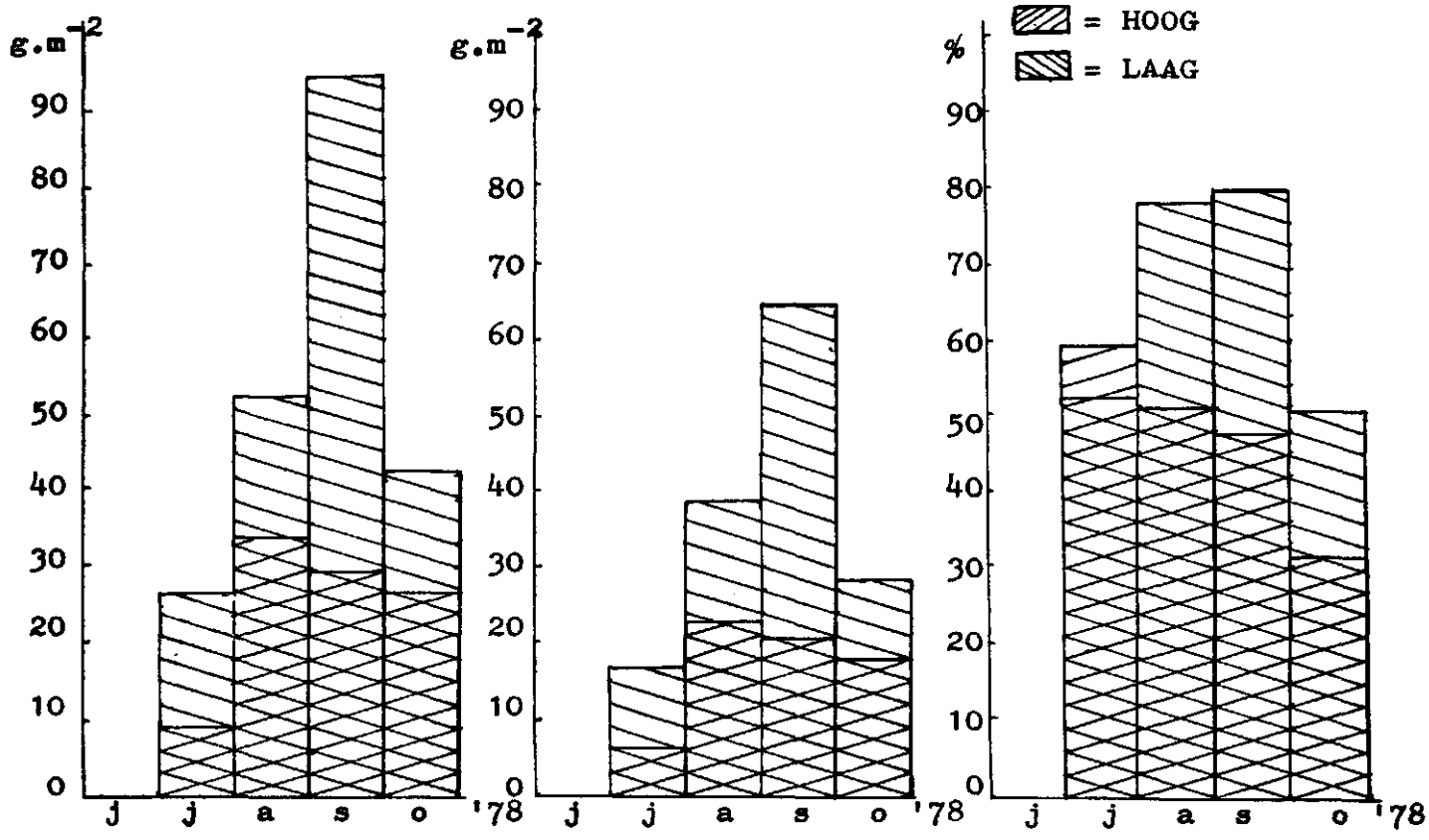


Fig.9. Drooggewicht Zostera (boven- +ondergronds)

Fig.10 Asvrijdrooggewicht Zostera (boven- + ondergronds).

Fig.11 Bovengronds deel van het totale drooggewicht (%) Zostera

Het zeegrasveld LAAG was veel beter ontwikkeld dan HOOG, dit blijkt duidelijk uit de biomassa-gegevens.
Het drooggewicht bij HOOG was maandelijks gemiddeld ca. 30 $g.m^{-2}$ en het asvrijdrooggewicht ca. 20 $g.m^{-2}$ lager dan bij LAAG.
De maximale biomassa werd bij LAAG in september en bij HOOG in augustus gekonstateerd (Z. noltii is bepalend voor de biomassa).

Het aandeel van de bovengrondse delen bij HOOG was gemiddeld maar liefst ca. 20 % lager dan bij LAAG. Dit is te verklaren door het grotere aandeel van Z. marina (met weinig ondergrondse delen) in het zeegrasveld LAAG. Z. marina heeft relatief veel meer bovengrondse delen dan Z. noltii.
In figuur 11 is te zien dat in HOOG (waar bijna alle zeegras Z. noltii is, zie figuur 8) het bovengrondse aandeel van het totale drooggewicht in het begin van het seizoen het grootste was en daarna steeds afnam.

Bij het interpreteren van de macrofauna-gegevens moet rekening gehouden worden met het feit dat faunistische verschillen tussen HOOG en LAAG mogelijk kunnen worden verklaard door de verschillen in ontwikkeling van het zeegrasveld ter plaatse.

"Uit een vergelijking van de diversiteit van de fauna binnen en buiten de zeegrasveldjes op enkele plaatsen in Zeeland, blijkt een geringe invloed van zeegras op de fauna." (Dubbers, 1978). Er zal - zo dat mogelijk is - worden nagegaan of de gegevens die in 1978 in de Krabbenkreek zijn verzameld, overeenstemmen met bovenstaande opmerking.

IV.3. Macrofauna.

IV.3.1. Inleiding.

In totaal werden er 32 soorten gevonden, waarvan 3 soorten uitsluitend HOOG en 4 soorten uitsluitend LAAG voorkwamen (tabel 2).

Tabel 2: Overzicht van alle aangetroffen soorten in de Krabbenkreek.

FYLUM	KLASSE	ORDE	SOORT
Platyhelminthes	Turbellaria		° Dugesia sp.
Nemertini			Lineus cf. ruber (Müller, 1774)
Annelida	Polychaeta	Sedentaria	Pygospio elegans Claparède, 1863
			* Polydora quadrilobata Jacobi, 1883
			* Polydora ligni Webster, 1879
			Scoloplos armiger (Müller, 1776)
			Arenicola marina (Linnaeus, 1758)
			Capitella capitata (Fabricius, 1780)
			Heteromastus filiformis (Claparède, 1864)
			Tharyx marioni (Saint Joseph, 1894)
			* Ampharete acutifrons (Grube, 1860)
		Errantia	Nephtys hombergii (Savigny, 1818)
			Anaitides maculata (Linnaeus, 1767)
			Nereis diversicolor (Müller, 1776)
			Eteone longa (Fabricius, 1780)
	Oligochaeta		Peloscolex benedeni Udekum
			Tubifex cf. pseudogaster (Dahl, 1960)
Sipunculida			Golfingia sp.
Arthropoda	Apterygota	Collembola	* Anurida maritima (Guérin)
	Hexapoda		° Syntormon zelleri Loew
	Crustacea	Decapoda	Crangon crangon (Linnaeus, 1758)
			Carcinus maenas (Linnaeus, 1758)
		Isopoda	Idotea chelipes (Pallas, 1766)
		Amphipoda	Corophium volutator (Pallas, 1766)
			Gammarus crinicornis Stock, 1966
			° Hyale nilssoni (Rathke, 1837)
Mollusca	Gastropoda		Peringia ulvae (Pennant, 1777)
			Littorina littorea (Linnaeus, 1758)
			Retusa obtusa (Montagu, 1803)
	Bivalvia		Cerastoderma edule (Linnaeus, 1758)
			Scrobicularia plana (Da Costa, 1778)
			Macoma balthica (Linnaeus, 1758)

* Deze soorten werden uitsluitend op monsterplaats LAAG aangetroffen.

° Deze soorten werden uitsluitend op monsterplaats HOOG aangetroffen.

In zijn oriënterend onderzoek vond Dubbers (1978) in de Krabbenkreek 25 soorten. Hiervan werden er nog 22 aangetroffen bij het hier beschreven onderzoek. Een eenvoudige rekensom leert ons dat er bij dit onderzoek, waarbij gebruik werd gemaakt van een zeer intensieve, statistisch verantwoorde monstermethode, 10 soorten zijn aangetroffen die door Dubbers (1978) niet werden vermeld.
De soorten Streblospio shrubsolii, Gammarus duebeni (beide brakwatersoorten) en Tubifex costatus werden nu niet meer aangetroffen. Van beide eerstgenoemde soorten werd door Dubbers (1978) terecht verondersteld, dat ze slechts tijdelijk in de Krabbenkreek aanwezig waren ten gevolge van een lozing van binnendijks brak water. De in 1978 gevonden Tubifex werd door Erséus gedetermineerd als Tubifex cf. pseudogaster. Hoewel het niet geheel zeker is, door het feit dat oligocaeten zo moeilijk te determineren zijn wanneer ze niet geslachtsrijp zijn, wordt verondersteld dat T. costatus in 1978 niet meer aangetroffen is. Daarbij is het onzeker of alle Tubificidae uit 1977 tot de soort T. costatus behoorden.
Als 10 nieuwe soorten kunnen worden genoemd: Dugesia sp., Lineus cf. ruber, Polydora quadrilobata, P. ligni, Ampharete acutifrons, Tubifex cf. pseudogaster, Golfingia sp., Anurida maritima, Gammarus crinicornis en Hyale nilssoni .
Van deze soorten werden slechts één of enkele exemplaren aangetroffen, met uitzondering van T. cf. pseudogaster en G. crinicornis, die in grote aantallen voorkwamen.

Het aantal soorten dat per maand op de verschillende monsterplaatsen voorkwam, is grafisch uitgezet in figuur 12.
Het soortenaantal van beide monsterplaatsen was vrijwel gelijk: gemiddeld per maand 20.2 soorten HOOG en 19.8 LAAG.

IV.3.2. Aantallen.

In de tabellen 3 en 4 staan de gegevens van de monsterplaatsen HOOG, respektievelijk LAAG, betreffende het aantal dieren per soort, dat per maand en per m^2 werd gevonden.

Tabel 3: Aantal dieren per soort, dat per maand omgerekend per m^2 op monsterplaats HOOG in de Krabbenkreek werd gevonden (mei t/m oktober 1978).

Soort	mei	jun	jul	aug	sep	okt
Dugesia sp.			11			
Lineus cf. ruber				21	11	31
Pygospio elegans	63	241	796	210	84	105
Scoloplos armiger	1530	1404	1792	2148	1802	1656
Arenicola marina	105	189	178	115	84	105
Capitella capitata	1939	1551	1394	1017	608	545
Heteromastus filiformis	168	388	514	671	356	189
Tharyx marioni	21		21	11	42	
Nephtys hombergii	11					
Anaitides maculata			283	503	252	807
Nereis diversicolor	126	157	105	42	11	
Eteone longa	157	388	555	744	545	503
Peloscolex benedeni	5900	5659	3961	3469	1782	2085
Tubifex cf pseudogaster	545	1195	765	796	409	314
Golfingia sp.			21			
Syntormon zelleri	11	31	11			
Crangon crangon			21	147	73	63
Carcinus maenas			168	178		31
Idotea chelipes				11	21	94
Corophium volutator	63	21	115	31	84	157
Gammarus crinicornis						1520
Hyale nilssoni				11		
Peringia ulvae	12250	10396	7367	8457	10333	16033
Littorina littorea		11	21	31	94	157
Retusa obtusa			157	210	241	31
Cerastoderma edule	63	52	136	461	398	356
Scrobicularia plana	42	21	54	52	31	11
Macoma balthica	94	105	199	136	157	168

Tabel 4: Aantal dieren per soort, dat per maand omgerekend per m^2 op monsterplaats LAAG in de Krabbenkreek werd gevonden (mei t/m oktober 1978).

Soort	mei	jun	jul	aug	sep	okt
Lineus cf. ruber						11
Pygospio elegans	534	1404	1446	283	52	21
Polydora quadrilobata						21
Polydora ligni						11
Scoloplos armiger	954	2085	1897	1352	828	765
Arenicola marina	31	52	21		21	
Capitella capitata	199	94	147	52	199	178
Heteromastus filiformis	398	629	597	503	650	293
Tharyx marioni	2306	4569	4066	3395	1897	1582
Ampharete acutifrons			11			
Nephtys hombergii	11		11			11
Anaitides maculata			430	461	440	985
Nereis diversicolor	63	31	105	115	31	11
Eteone longa	178	472	472	440	147	84
Peloscolex benedeni	3490	3919	2557	2609	2096	1593
Tubifex cf pseudogaster	597	1792	671	367	608	1247
Golfingia sp.			11			
Anurida maritima				21	21	
Crangon crangon			42	63	31	
Carcinus maenas			73	210	136	21
Idotea chelipes			42	136	52	189
Corophium volutator		11				
Gammarus crinicornis				11	168	555
Peringia ulvae	9746	18894	18905	16191	21870	20519
Littorina littorea		84	11	304	723	629
Retusa obtusa			73	105	21	
Cerastoderma edule	94	262	283	503	220	115
Scrobicularia plana	63	42	52	31	21	52
Macoma balthica	42	63	63	52	42	42

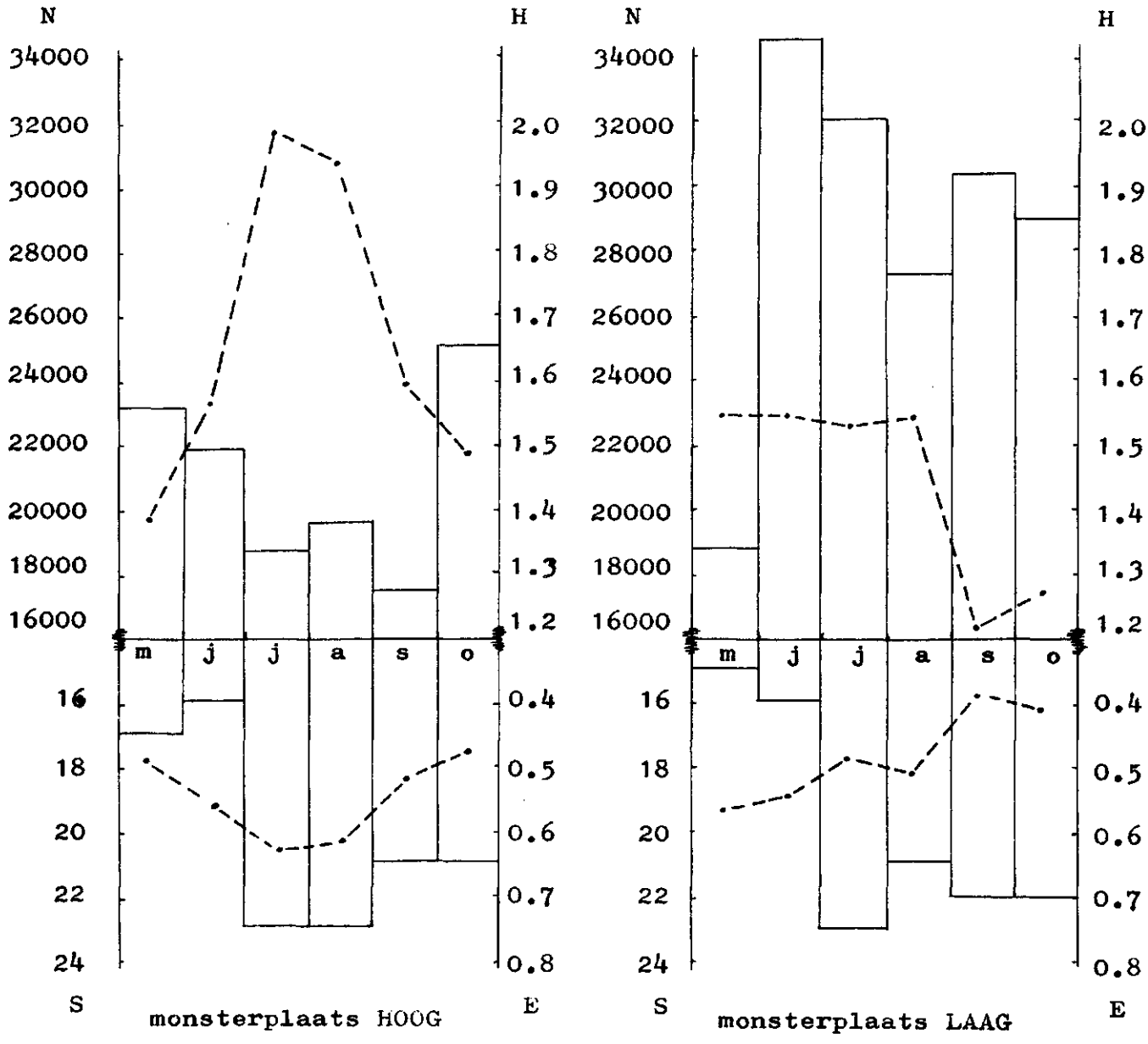
De gegevens uit tabel 3 en 4 werden gebruikt om de totale aantallen individuen die per maand en per m^2 op elke monsterplaats werden gevonden, grafisch uit te zetten in figuur 12:
Het totaal aantal individuen varieerde sterk in de verschillende maanden. De totale aantallen van LAAG vertoonden een toename vanaf mei, tot een maximum in juni, daarna trad een geleidelijke afname op. De totale aantallen van HOOG namen af in de periode van mei t/m september; in oktober trad een plotselinge sterke toename van het aantal dieren op.
De verhouding tussen de totale aantallen van de monsterplaatsen HOOG en LAAG was zeer wisselvallig.
Uit figuur 12 blijkt zeer duidelijk dat, behalve in de maand mei, het totale aantal individuen bij LAAG veel groter was dan bij HOOG. Het verschil bedroeg per maand gemiddeld bijna 7700 individuen per m^2!

Om dit verschil te kunnen verklaren, moet er rekening gehouden worden met faktoren zoals: bodemgesteldheid (korrelgrootte-verdeling, organisch stofgehalte, interstitieel watergehalte), waterbedekking en ontwikkeling van het zeegrasveld.
Bij de bespreking van de afzonderlijke soorten die hierna volgt, zal telkens worden getracht om de verschillen in faunasamenstelling van de monsterplaatsen HOOG en LAAG te verklaren.

IV.3.3. Diversiteitsindex en evenness.

Figuur 12 geeft - behalve het aantal individuen en het aantal soorten - ook het verloop van de diversiteitsindex volgens Shannon en de evenness weer.

"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 en evenness..." (Dubbers, 1978).



Figuur 12: Totale aantallen dieren per m^2 (N); aantal soorten (S); diversiteitsindex van Shannon (H) en evenness (E) op de monsterplaatsen HOOG en LAAG in de Krabbenkreek (1978).
N en S: in histogram. H en E: -----

Uit figuur 12 blijkt dat de diversiteit op monsterplaats HOOG, behalve in mei, steeds aanmerkelijk hoger is dan bij LAAG (het maandelijks verschil is gemiddeld 0.21). Ook de evenness blijkt, de maand mei uitgezonderd, een grotere waarde te bereiken op monsterplaats HOOG als deze wordt vergeleken met LAAG (dit verschil bedraagt per maand gemiddeld 0.06). Dit wil zeggen

dat op monsterplaats HOOG de individuen meer gelijk over de aanwezige soorten zijn verdeeld. Er moeten dus in vergelijking minder dominante soorten aanwezig zijn geweest.
De biologische interpretatie van de gegevens betreffende diversiteit en evenness is, dat de zeegrasgemeenschap HOOG stabieler is dan LAAG (zie III.4.).

Ter vergelijking volgen hieronder enkele resultaten van Orth (1973), die een gelijksoortig onderzoek verrichtte in zeegrasvelden in de Chesapeake baai (N. Amerika):

Tabel 5: Enkele resultaten van een vergelijkbaar fauna-onderzoek dat door Orth (1973)in de Chesapeake baai werd verricht.

	maximaal	minimaal	gemiddeld
Aantal individuen (N)	32913	2348	14285
Aantal soorten (S)	62	25	42
Evenness (E)	0.78	0.53	0.65

De diversiteit (H) werd door Orth niet met behulp van de formule van Shannon & Weaver berekend, maar op een andere manier. Deze is daardoor niet vergelijkbaar met figuur 12 en werd daarom hier niet gereproduceerd.

Er blijken grote verschillen te bestaan bij vergelijking van de waarden uit figuur 12 en tabel 5: in de Krabbenkreek is het aantal dieren per m^2 veel groter, het aantal soorten veel kleiner en de evenness iets lager dan in de Chesapeake baai.

IV.3.4. Biomassa.

Zoals eerder vermeld, was dit onderzoek erop gericht om vooral kwantitatieve gegevens te verzamelen. In de tabellen 6, 7, 8 en 9 staan de resultaten betreffende droog- en asvrijdrooggewicht vermeld voor de monsterplaatsen HOOG en LAAG. Het gewicht wordt per soort vermeld; uitgedrukt in gram per 15 steekmonsters (= gram per 950 cm^2 bodemoppervlakte).

Tabel 6: Drooggewichten van de afzonderlijke soorten; uitgedrukt in gram per 15 steekmonsters = gram per 950 cm^2 bodemoppervlakte.
Monsterplaats HOOG, Krabbenkreek, 1978.

Soort	mei	jun	jul	aug	sep	okt
Dugesia sp.			0.0009			
Lineus cf. ruber					0.0005	0.0060
Pygospio elegans	0.0014	0.0042	0.0114	0.0031	0.0008	0.0019
Scoloplos armiger	0.3100	0.1972	0.3632	0.4061	0.4938	0.5253
Arenicola marina	0.2421	0.1740	0.4748	0.1678	0.3590	0.4333
Capitella capitata	0.0469	0.0324	0.0394	0.0290	0.0154	0.0182
Heteromastus filiformis	0.1018	0.1154	0.1033	0.0551	0.0658	0.0930
Tharyx marioni	0.0008		0.0003	0.0004	0.0004	
Nephtys hombergii	0.1034					
Anaitides maculata			0.0103	0.0304	0.0276	0.1377
Nereis diversicolor	0.2891	0.1659	0.0439	0.0849	0.0461	
Eteone longa	0.0101	0.0176	0.0257	0.0147	0.0124	0.0147
Peloscolex benedeni	0.0990	0.0682	0.0531	0.0545	0.0373	0.0466
Tubifex cf pseudogaster	0.0065	0.0089	0.0058	0.0058	0.0051	0.0039
Golfingia sp.			0.0090	0.0016		
Syntormon zelleri	0.0046	0.0072	0.0060			
Crangon crangon			0.0026	0.0177	0.0037	0.0109
Carcinus maenas			0.0048	0.0362		0.0125
Idotea chelipes				0.0035	0.0006	0.0043
Corophium volutator	0.0042	0.0002	0.0019	0.0004	0.0003	0.0028
Gammarus crinicornis						0.0733
Hyale nilssoni				0.0008		
Peringia ulvae	4.5882	3.1176	2.3116	3.2619	5.0230	7.9251
Littorina littorea		0.0101	0.1409	0.0285	0.1508	0.5155
Retusa obtusa			0.0328	0.0711	0.1126	0.0146
Cerastoderma edule	2.2420	3.7300	2.9734	8.7076	4.6294	6.3683
Scrobicularia plana	1.0756	1.0517	1.8607	0.9592	1.0492	0.2197
Macoma balthica	0.9044	0.2636	0.6603	0.1983	0.3944	0.4586

Tabel 7: Drooggewichten van de afzonderlijke soorten, uitgedrukt in gram per 15 steekmonsters = gram per 950 cm^2 bodemoppervlakte.
Monsterplaats LAAG, Krabbenkreek, 1978.

Soort	mei	jun	jul	aug	sep	okt
Lineus cf. ruber						0,0192
Pygospio elegans	0,0055	0,0258	0,0122	0,0068	0,0014	0,0004
Polydora quadrilobata						0,0017
Polydora ligni						0,0008
Scoloplos armiger	0,0183	0,0547	0,1328	0,1379	0,0820	0,0925
Arenicola marina	0,3534	0,0101	0,0477		0,1915	
Capitella capitata	0,0040	0,0047	0,0038	0,0034	0,0412	0,0139
Heteromastus filiformis	0,2770	0,1414	0,1475	0,1179	0,0951	0,0632
Tharyx marioni	0,0346	0,0449	0,0456	0,0408	0,0209	0,0217
Ampharete acutifrons			0,0003			
Nephtys hombergii	0,0145		0,0005			0,0360
Anaitides maculata			0,0086	0,0135	0,0194	0,1232
Nereis diversicolor	0,0782	0,0018	0,0850	0,0310	0,1186	0,0061
Eteone longa	0,0102	0,0078	0,0086	0,0113	0,0065	0,0009
Peloscolex benedeni	0,0636	0,0666	0,0305	0,0369	0,0352	0,0277
Tubifex cf pseudogaster	0,0045	0,0116	0,0037	0,0031	0,0049	0,0103
Golfingia sp.			0,0809			
Anurida maritima				0,0001	0,0001	
Crangon crangon			0,0137	0,0052	0,0050	
Carcinus maenas			0,0022	0,0505	0,2352	0,0059
Idotea chelipes			0,0042	0,0502	0,0034	0,0122
Corophium volutator		0,0003				
Gammarus crinicornis				0,0013	0,0305	0,0296
Peringia ulvae	6,8176	6,5827	6,6588	7,2272	12,7011	11,7046
Littorina littorea		0,4491	0,0187	1,4199	4,6610	6,9413
Retusa obtusa			0,0238	0,0494	0,0089	
Cerastoderma edule	2,0903	6,6742	5,1655	7,4189	8,4018	7,3941
Scrobicularia plana	0,5819	1,0201	0,6020	0,7114	1,4351	1,6254
Macoma balthica	0,4841	0,4731	0,1254	0,2845	0,0943	0,9196

Tabel 8: Asvrijdrooggewichten van de afzonderlijke soorten, uitgedrukt in gram per 15 steekmonsters = gram per 950 cm^2 bodemoppervlakte.
Monsterplaats HOOG, Krabbenkreek, 1978.

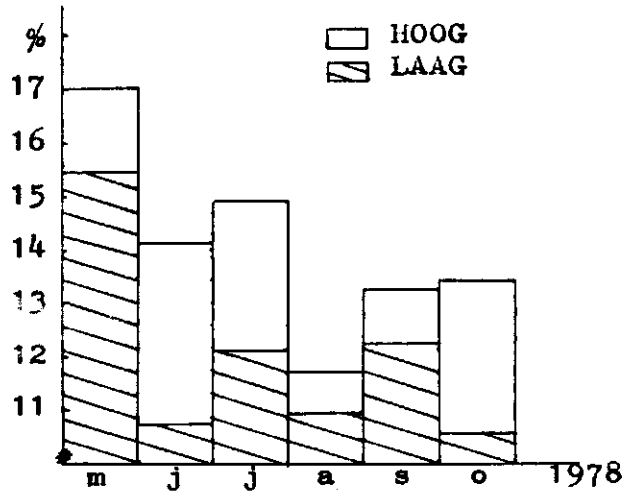
Soort	mei	jun	jul	aug	sep	okt
Dugesia sp.			0,0005			
Lineus cf. ruber					0,0003	0,0039
Pygospio elegans	0,0007	0,0021	0,0071	0,0017	0,0004	0,0012
Scoloplos armiger	0,1895	0,1363	0,2224	0,2626	0,3065	0,3418
Arenicola marina	0,0382	0,0707	0,1126	0,0412	0,0674	0,0773
Capitella capitata	0,0345	0,0226	0,0297	0,0214	0,0114	0,0107
Heteromastus filiformis	0,0603	0,0592	0,0638	0,0368	0,0376	0,0448
Tharyx marioni	0,0005		0,0003	0,0002	0,0003	
Nephtys hombergii	0,0790					
Anaitides maculata			0,0079	0,0223	0,0176	0,0975
Nereis diversicolor	0,1932	0,1117	0,0319	0,0583	0,0112	
Eteone longa	0,0081	0,0144	0,0227	0,0123	0,0096	0,0118
Peloscolex benedeni	0,0738	0,0476	0,0356	0,0370	0,0250	0,0298
Tubifex cf pseudogaster	0,0046	0,0070	0,0044	0,0042	0,0035	0,0028
Golfingia sp.			0,0068	0,0006		
Syntormon zelleri	0,0042	0,0065	0,0053			
Crangon crangon			0,0021	0,0142	0,0027	0,0086
Carcinus maenas			0,0027	0,0174		0,0062
Idotea chelipes				0,0012	0,0004	0,0034
Corophium volutator	0,0034	0,0001	0,0014	0,0001	0,0002	0,0020
Gammarus crinicornis						0,0549
Hyale nilssoni				0,0006		
Poringia ulvae	0,6022	0,3548	0,3228	0,3963	0,6472	1,0265
Littorina littorea		0,0004	0,0029	0,0013	0,0026	0,0447
Retusa obtusa			0,0041	0,0060	0,0074	0,0017
Cerastoderma edule	0,1791	0,2876	0,2025	0,5850	0,3071	0,4130
Scrobicularia plana	0,1257	0,1060	0,1790	0,1038	0,1331	0,0337
Macoma balthica	0,1033	0,0395	0,0867	0,0291	0,0561	0,0541

Tabel 9 : Asvrijdrooggewichten van de afzonderlijke soorten, uitgedrukt in gram per 15 steekmonsters = gram per 950 cm^2 bodemoppervlakte.
Monsterplaats LAAG, Krabbenkreek, 1978.

Soort	mei	jun	jul	aug	sep	okt
Lineus cf. ruber						0.0173
Pygospio elegans	0.0034	0.0113	0.0079	0.0032	0.0004	0.0003
Polydora quadrilobata						0.0014
Polydora ligni						0.0005
Scoloplos armiger	0.0118	0.0415	0.0826	0.1035	0.0630	0.0690
Arenicola marina	0.1721	0.0049	0.0255		0.0414	
Capitella capitata	0.0028	0.0030	0.0034	0.0024	0.0289	0.0088
Heteromastus filiformis	0.1666	0.0907	0.0972	0.0788	0.0697	0.0417
Tharyx marioni	0.0266	0.0327	0.0377	0.0312	0.0160	0.0157
Ampharete acutifrons			0.0002			
Nephtys hombergii	0.0122		0.0002			0.0243
Anaitides maculata			0.0075	0.0110	0.0152	0.0878
Nereis diversicolor	0.0546	0.0006	0.0575	0.0225	0.0938	0.0041
Eteone longa	0.0086	0.0050	0.0074	0.0093	0.0053	0.0005
Peloscolex benedeni	0.0445	0.0434	0.0223	0.0250	0.0230	0.0176
Tubifex cf pseudogaster	0.0037	0.0087	0.0029	0.0022	0.0037	0.0080
Golfingia sp.			0.0693			
Anurida maritima				0.0001	0.0001	
Crangon crangon			0.0109	0.0029	0.0036	
Carcinus maenas			0.0012	0.0230	0.1031	0.0025
Idotea chelipes			0.0031	0.0313	0.0023	0.0100
Corophium volutator		0.0001				
Gammarus crinicornis				0.0012	0.0243	0.0211
Peringia ulvae	0.8132	0.7018	0.7696	0.8633	1.8653	1.4031
Littorina littorea		0.0209	0.0004	0.1062	0.3632	0.6166
Retusa obtusa			0.0025	0.0035	0.0001	
Cerastoderma edule	0.1930	0.5033	0.2982	0.4909	0.5414	0.4722
Scrobicularia plana	0.0826	0.1291	0.0768	0.0758	0.1567	0.1711
Macoma balthica	0.0784	0.0632	0.0188	0.0388	0.0125	0.0764

Opmerking bij de tabellen 6 t/m 9:
Van enkele soorten was de biomassa te klein om het juiste gewicht te kunnen bepalen: zowel droog- als asvrijdrooggewicht wordt vermeld als 0.0001 gram/950 cm^2 bodemoppervlakte. In werkelijkheid zal het asvrijdrooggewicht echter kleiner zijn geweest dan het drooggewicht.

Figuur 13 geeft het percentage "organische stof" (verhouding tussen asvrijdrooggewicht en drooggewicht, uitgedrukt in %), berekend voor de totale biomassa per maand per monsterplaats.



Figuur 13: Verhouding tussen asvrijdrooggewicht en drooggewicht (%) van de totale macrofauna, per maand en per monsterplaats.

De verhouding tussen asvrijdrooggewicht en drooggewicht is sterk afhankelijk van soort, leeftijd en voedingswijze van de individuen:

- Mollusca bevatten als gevolg van hun schelpen slechts een laag percentage "organische stof" (minimaal 2 %, maximaal 16 %, gemiddeld LAAG 11.5 % en gemiddeld HOOG 9.8 %).
- Annelida bestaan voor een groter gedeelte uit "organische stof" (minimaal 15 %, maximaal 90 %, gemiddeld LAAG 68.1 % en gemiddeld HOOG 64.5 %).
- Arthropoda hebben een "organisch stofgehalte" dat ongeveer gelijk is aan dat van de Annelida (minimaal 25 %, maximaal 92 %, gemiddeld LAAG 66.9 % en gemiddeld HOOG 69.8 %).
- Jonge exemplaren bevatten minder harde, anorganische delen dan oude.

- "Non- selective deposit-feeders" hebben vaak veel zand in hun lichaam, waardoor het drooggewicht toeneemt en de verhouding tussen asvrijdrooggewicht en drooggewicht afneemt.

Het feit dat het "organisch stofgehalte" op monsterplaats HOOG gemiddeld per maand 2.1 % hoger is dan op monsterplaats LAAG (zie figuur 13: HOOG gemiddeld per maand 14.1 %, LAAG 12.0 %), moet verklaard worden door verschillen in soortensamenstelling, leeftijd van de populatie en voedingswijze.

Uit figuur 13 blijkt dat de verhouding tussen asvrijdrooggewicht en drooggewicht geleidelijk afneemt gedurende het seizoen. Dit wordt veroorzaakt door een duidelijke stijging van het aandeel van de Mollusca in de totale biomassa (zie tabellen 5 t/m 8) en eventueel het ouder worden van de populatie.

De figuren 14 en 15 zijn samengesteld om de biomassa-gegevens overzichtelijk te rangschikken en zodoende de verschillen tussen de monsterplaatsen HOOG en LAAG duidelijk te demonstreren. Ook de verandering van de biomassa in de loop van het seizoen wordt op deze wijze in beeld gebracht.

In de figuren 14 en 15 is onder andere het totale drooggewicht en het totale asvrijdrooggewicht op beide monsterplaatsen per maand weergegeven, uitgedrukt in $g.m^{-2}$.
Een goed ontwikkeld zeegrasveld (LAAG) blijkt hier duidelijk gepaard te gaan met een kwantitatief goed ontwikkelde fauna.
De droog- en asvrijdrooggewichten van monsterplaats LAAG zijn veel groter dan die van monsterplaats HOOG:
Wat de drooggewichten betreft is het verschil tussen LAAG en HOOG gemiddeld per maand ca. 75 $g.m^{-2}$. Voor de asvrijdrooggewichten is het gemiddelde verschil ca. 6 $g.m^{-2}$ per maand.

Uit de figuren 14 en 15 blijkt dat de biomassa op de monsterplaatsen HOOG en LAAG duidelijk toeneemt in de periode van mei t/m oktober. Deze toename is niet konsekwent, maar vertoont een aantal schommelingen. Fluktuaties in de drooggewichten blijken min of meer genivelleerd te worden in de asvrijdrooggewichten.

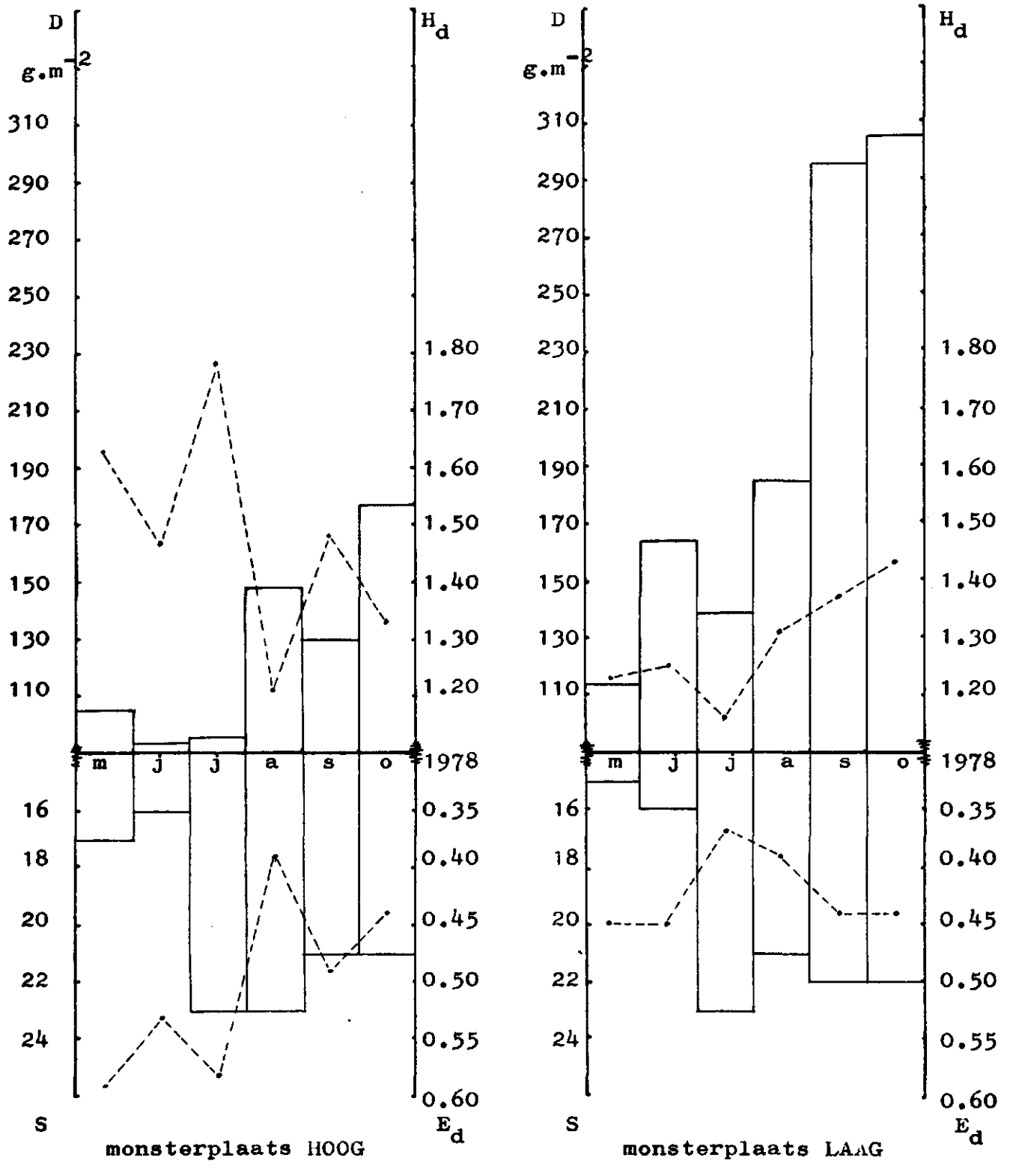
De klimaatsfaktoren zoals temperatuur, instraling en aantal zonne-uren blijken allemaal een vloeiende kurve te vormen,

als de betreffende gegevens over de periode van mei t/m oktober grafisch worden uitgezet (zie II.4.). Ofschoon deze klimaatsfaktoren van direkt belang zijn bij de ontwikkeling van een zeegrasveld (groeisnelheid van zeegras is sterk afhankelijk van de instraling - Galle, 1978), blijkt hun relatie met de fauna minder duidelijk te zijn. Toch blijkt de watertemperatuur een belangrijke invloed te hebben op de biomassa (zie figuur 4). Bij stijging van de temperatuur treedt na een vertraging van 2 maanden een stijging van de biomassa op. De vertraging wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het feit dat slechts dieren die groter zijn dan 1 mm worden verwerkt.

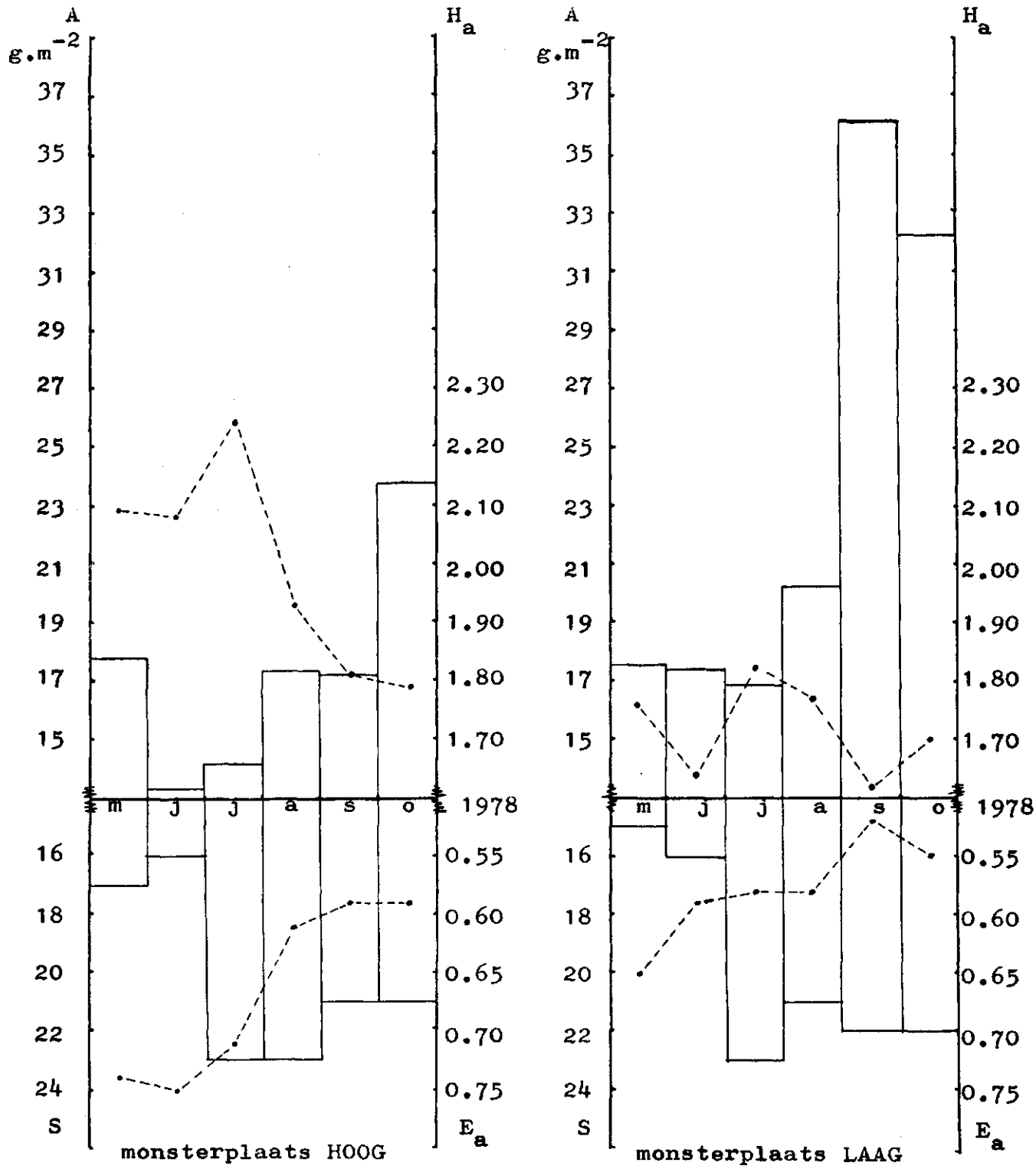
De biomassa-schommelingen kunnen niet geweten worden aan de monstermethode, daar deze zeer konsekwent en zeer intensief was.

De oorzaak van de schommelingen in biomassa (en aantallen) moet derhalve gezocht worden in abiotische en biotische faktoren, zoals interakties tussen de diersoorten, massale voortplanting en/of afsterving, emi- en immigratie van larven en adulten, wisselende watertemperatuur, waterbewegingen, tijdelijke verstoring van de sedimenten door onbekende externe oorzaken, etc.
Bij de behandeling van de afzonderlijke soorten zullen enkele faktoren ter sprake komen. Het is echter onmogelijk om het komplex van faktoren, waardoor de zeegrasgemeenschap beïnvloed wordt, te analyseren en met behulp van die analyse de ontwikkelingen van de fauna te verklaren. Vaak moet worden volstaan met een konstatering van de feiten, zonder dat daarvoor een afdoende verklaring gegeven kan worden.

Uit berekeningen en vergelijking van de figuren met totale aantallen en totale biomassa (figuren 12, 14 en 15) blijkt, dat er geen vaste korrelatie bestaat tussen aantallen en gewichten. Het gewicht per individu blijkt zeer variabel te zijn. Dit is zeer eenvoudig te verklaren: individuen van verschillende soorten en verschillende leeftijd variëren zeer sterk in gewicht.



Figuur 14: Drooggewichten van de totale macrofauna per m^2 (D); aantal soorten (S) en diversiteitsindex en evenness, beide berekend met de drooggewicht-gegevens (respectievelijk H_d en E_d). Krabbenkreek, HOOG en LAAG. D en S: histogram. H_d en E_d : •------•



Figuur 15: Asvrijdrooggewichten van de totale macrofauna per m^2 (A); aantal soorten (S); diversiteitsindex en evenness, beide berekend met de asvrijdrooggewichtgegevens (respectievelijk H_a en E_a). Krabbenkreek, HOOG en LAAG.

A en S: histogram. H_a en E_a: •------•

IV.3.5. Diversiteitsindex en evenness (betreffende biomassa).

Evenals bij de gegevens over de aantallen, wordt ook bij de biomassa-gegevens gebruik gemaakt van de diversiteitsindex (volgens Shannon & Weaver) en de evenness.
In de figuren 14 en 15 zijn naast biomassa en soortenaantal ook diversiteitsindex en evenness van respektievelijk droog- en asvrijdrooggewichten, per maand en per monsterplaats grafisch uitgezet.
In figuur 14,betreffende de drooggewichten, blijken de diversiteitsindex en de evenness op monsterplaats HOOG gemiddeld per maand respektievelijk 0.19 en 0.07 groter te zijn dan bij LAAG. In figuur 15,betreffende de asvrijdrooggewichten, zijn deze verschillen 0.27 en 0.09.
Dit betekent dat de gewichten bij HOOG gelijkmatiger over de diverse soorten verdeeld zijn en dat het maandelijks aantal soorten er groter is dan bij LAAG. Uit de indices van de asvrijdrooggewichten kan, veel duidelijker dan uit die van de drooggewichten, gekonkludeerd worden, dat diversiteit en evenness bij HOOG groter zijn dan bij LAAG.
In de eerste maanden van de periode van mei t/m oktober blijkt de diversiteit het hoogste en de biomassa het beste over de soorten verdeeld te zijn.

Uit een vergelijking van de diversiteitsindex en de evenness betreffende de biomassa met de diversiteitsindex en de evenness betreffende de aantallen, blijkt dat er duidelijke verschillen bestaan. Bij de aantallen-gegevens zijn diversiteit en evenness maximaal in juli/augustus. Bij de asvrijdrooggewicht-gegevens zijn ze maximaal in de eerste maanden, waarna een afname optreedt (bij de drooggewicht-gegevens is dit minder duidelijk): naarmate de biomassa toeneemt, nemen diversiteit en evenness beide af.

IV.3.6. Biologische index.

Tot nu toe werd alleen het totaal aantal soorten en de totale biomassa bekeken. Om na te gaan wat de volgorde in belangrijkheid is van de verschillende soorten, werd de

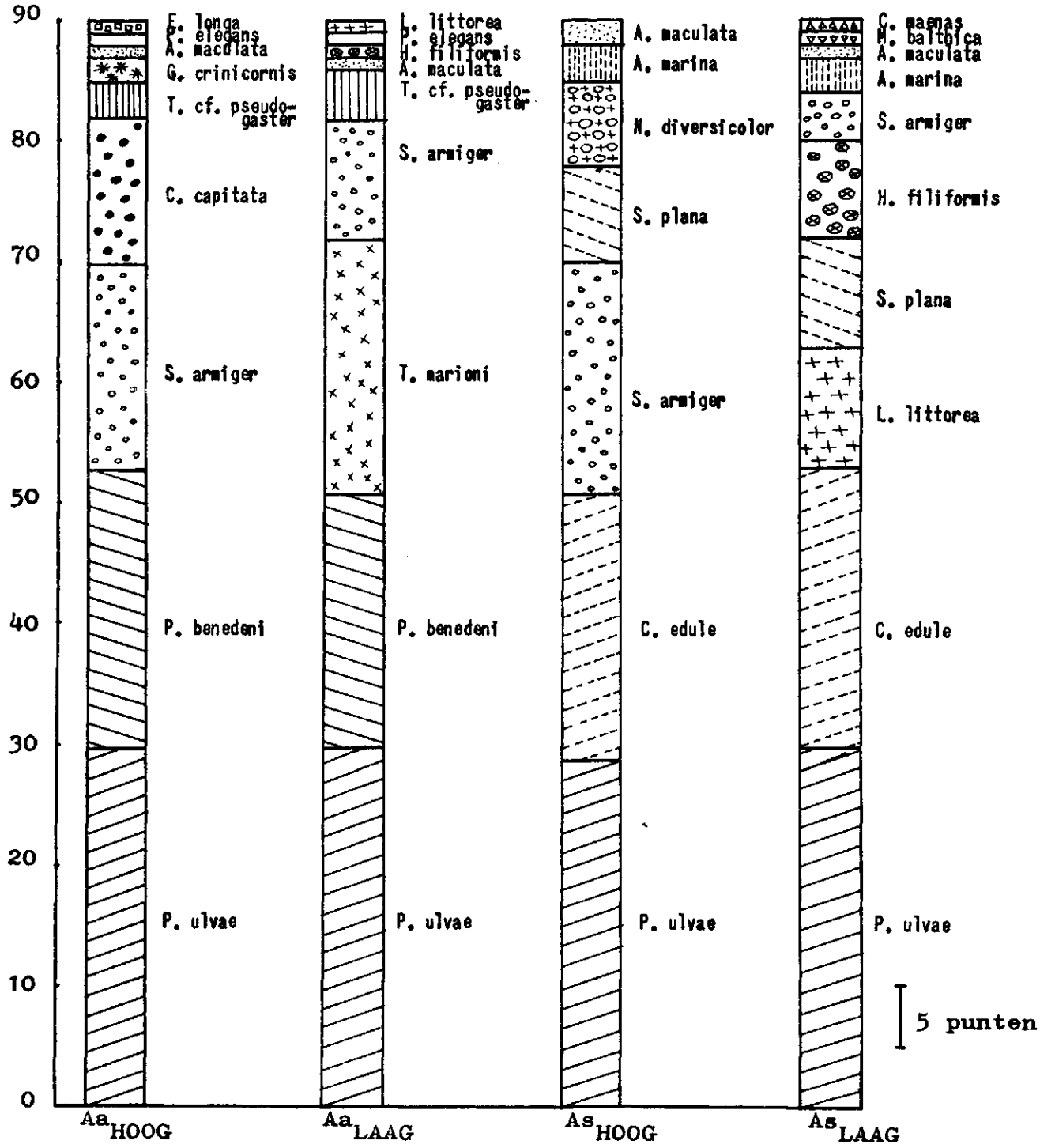
biologische index berekend van zowel de aantallen als de asvrijdrooggewichten. Deze laatste gegevens werden gepreferreerd boven die van de drooggewichten, omdat "organische stof"-gegevens een zuiverder beeld geven van het belang van een soort voor de voedselketen dan drooggewicht-gegevens, die een vertekend beeld vormen. Zware schelpen zijn bijvoorbeeld van geen enkele betekenis voor mogelijke predatoren en hun gewicht kan daarom bij het bepalen van biologische indices beter niet meegerekend worden.

In figuur 16 staan de biologische indices , berekend over een periode van 6 maanden, weergegeven. In totaal waren er per monsterplaats 90 punten te verdelen, waarvan één soort er maximaal 30 kon behalen.

Opvallend zijn de duidelijke verschillen, zowel tussen de beide monsterplaatsen, als tussen de indices van aantallen en asvrijdrooggewichten. Wat betreft aantallen en asvrijdrooggewichten is Peringia ulvae de absoluut dominante soort op beide monsterplaatsen. Daarnaast scoren slechts Anaitides maculata (op beide monsterplaatsen) en Scoloplos armiger (alleen in HOOG) nog ongeveer gelijke indices voor aantallen en asvrijdrooggewichten. Alle andere soorten tonen een zeer sterke variatie in biologische indices van aantallen en asvrijdrooggewichten.
De soorten Peloscolex benedeni, Tharyx marioni, Capitella capitata, Tubifex cf. pseudogaster, en in mindere mate Gammarus crinicornis, Pygospio elegans en Eteone longa zijn wel van groot belang qua aantallen, maar niet qua biomassa. Omgekeerd geldt voor de soorten Cerastoderma edule, Littorina littorea, Scrobicularia plana, Heteromastus filiformis, Nereis diversicolor, Arenicola marina en in mindere mate Macoma balthica en Carcinus maenas, dat ze wel belangrijk zijn qua gewicht, maar niet qua aantallen.

Als het reële belang van beide biologische indices wordt nagegaan, blijkt dat de biologische index van de asvrijdrooggewichten verreweg de meeste waarde heeft. Deze getallen kunnen beter gerelateerd worden aan het aandeel dat een bepaalde soort heeft in de energiestroom binnen de zeegrasgemeenschap.

Bij vergelijking van de monsterplaatsen HOOG en LAAG blijken de volgende soorten verschillen te vertonen; Tharyx marioni, Heteromastus filiformis, Littorina littorea, Macoma balthica en Carcinus maenas komen voornamelijk LAAG voor. Capitella capitata, Eteone longa, Nereis diversicolor, Scoloplos armiger en Gammarus crinicornis komen voornamelijk HOOG voor.



Figuur 16: Biologische index van aantallen (Aa) en asvrij-drooggewichten (As) op beide monsterplaatsen, berekend over het gehele seizoen.

IV.3.7. Similariteit.

Ter vergelijking van de monsterplaatsen HOOG en LAAG is de similariteit berekend. Dit gebeurde op 2 manieren:
- Kwalitatieve benadering: "coëfficiënt of community" van Sørensen, waarbij alleen het aantal soorten van beide monsterplaatsen van belang is.
- Kwantitatieve benadering: "percentage similarity", waarbij naast het aantal soorten ook het aantal individuen per soort een rol speelt.

De kwantitatieve berekening geeft waarschijnlijk een reëler beeld van de similariteit dan de kwalitatieve, omdat bij de eerstgenoemde methode de soorten die door zeer uiteenlopende aantallen individuen vertegenwoordigd worden, niet gelijkwaardig beoordeeld worden.

De resultaten van de berekeningen staan in tabel 10. Deze berekeningen zijn verricht met de gegevens betreffende de afzonderlijke maanden en met de gegevens betreffende de gehele periode van mei t/m oktober 1978.

Tabel 10: Similariteit van de monsterplaatsen HOOG en LAAG in de Krabbenkreek, in de periode van mei t/m oktober 1978.

	Coëfficiënt of community	Percentage similarity
mei	94	74
juni	94	65
juli	87	60
augustus	86	68
september	88	62
oktober	79	78
mei t/m okt.	88	71

Uit de beide berekeningen blijkt, dat beide monsterplaatsen een zeer grote mate van overeenkomst vertonen. De "coëfficiënt of community" vertoont een geleidelijke afname in de periode van mei t/m oktober, terwijl de "percentage similarity"

daalt in de periode mei/juli en stijgt in de periode september/oktober.

IV.3.8. Ruimtelijke verdeling van de populaties.

De ruimtelijke verdeling van de populaties is per soort, per maand en per monsterplaats beoordeeld en weergegeven op onderstaande manier:

1 = normale verdeling
2 = " " , n is groter dan 30
3 = aselecte "
4 = geaggregeerde verdeling

De resultaten per soort per monsterplaats, gemiddeld over de periode van 6 maanden, zijn in tabel 11 vermeld.

Tabel 11: Ruimtelijke verdeling van de soorten op de monsterplaatsen HOOG en LAAG, gemiddeld over de periode van mei t/m oktober 1978.

Soort	HOOG	LAAG	Soort	HOOG	LAAG
Dugesia sp.	3		Tubifex cf pseudogaster	4	4
Lineus cf. ruber	3	3	Golfingia sp.	3	3
Pygospio elegans	3.33	3.67	Anurida maritima		3.5
Polydora quadrilobata		3	Syntormon zelleri	3	
P. ligni		3	Crangon crangon	3.25	3
Scoloplos armiger	3.33	4	Carcinus maenas	3.67	3.5
Arenicola marina	2.67	3	Idotea chelipes	3.33	3.25
Capitella capitata	4	3.17	Corophium volutator	3	3
Heteromastus filiformis	3.5	2.83	Gammarus crinicornis	4	3.67
Tharyx marioni	3	4	Hyale nilssoni	3	
Ampharete acutifrons		3	Peringia ulvae	4	4
Nephtys hombergii	3	3	Littorina littorea	3.4	3.6
Anaitides maculata	3.25	3	Retusa obtusa	3	3
Nereis diversicolor	3.4	3	Cerastoderma edule	3.67	2.83
Eteone longa	2.17	2.5	Scrobicularia plana	3	3
Peloscolex benedeni	4	4	Macoma balthica	3	3

De meeste soorten blijken geaggregeerd voor te komen. Slechts enkele soorten vertonen af en toe een normale verdeling.
De soort met de laagste beoordeling (op beide monsterplaatsen!) is Eteone longa; dit betekent dat deze de meest gelijkmatig verspreide soort is.

Peringia ulvae, Peloscolex benedeni en Tubifex cf. pseudogaster zijn de soorten met de hoogste beoordeling, dus de meest geaggregeerde verdeling op beide monsterplaatsen.

Bij vergelijking van HOOG en LAAG vertonen slechts enkele soorten verschillen $\geqslant$ 0.5 eenheid. Dit zijn Scoloplos armiger en Tharyx marioni, die bij HOOG duidelijk gelijkmatiger verdeeld voorkomen dan bij LAAG. Omgekeerd geldt voor Capitella capitata, Heteromastus filiformis en Cerastoderma edule dat ze bij LAAG het gelijkmatigst verspreid zijn.

Na het berekenen van de gemiddelde ruimtelijke verdeling per monsterplaats per half jaar, blijkt dat er in totaal nauwelijks verschil bestaat tussen de verdeling van de afzonderlijke soorten van de beide monsterplaatsen (HOOG 3.28 en LAAG 3.26).

IV.3.9. Bespreking van de afzonderlijke soorten.

Inleiding.

Om aan te sluiten op het doctoraalverslag van Dubbers (1978) wordt hierna de fauna per soort besproken in systematische volgorde. Hierbij worden de resultaten gerelateerd aan de literatuurgegevens. Echter: gegevens die Dubbers (1978) al in zijn verslag vermeldde, worden zo mogelijk niet herhaald. Alleen relevante opmerkingen in verband met de resultaten van dit onderzoek worden geplaatst.

In navolging van Dubbers (1978) wordt bij de behandeling van de voedingswijze van een soort gebruik gemaakt van de Engelse terminologie, omdat vertalingen misverstand 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 micro-organismen), 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 micro-organismen als voedsel. Er zijn "selective deposit-feeders", die alleen bepaalde voedseldeeltjes opnemen en "non-selective deposit-feeders", die zich voeden met onverschillig welk organisme, 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 macroscopische bodemfauna niet zijn aangetroffen. Soorten die zich met microscopische algen voeden, worden beschouwd als suspension- of deposit-feeder.
6. "Omnivoren", die zich voeden volgens twee of meer van de bovengenoemde methoden.

In navolging van Wolff (1973) werd nagegaan hoe de voedselketen in de Krabbenkreek was opgebouwd. Hierbij werd geen onderscheid gemaakt tussen de afzonderlijke monsterplaatsen, omdat er slechts een zeer gering verschil bestond in soortensamenstelling.
In totaal werden 32 soorten aangetroffen (zie IV.3.1.), die als volgt te karakteriseren zijn:

Tabel 12: Karakterisering op grond van het voedingsgedrag, van de soorten die in de Krabbenkreek werden aangetroffen.

Voedingswijze	Aantal soorten	% van het totaal aantal soorten
suspension-feeders	3	9.4
non-selective deposit-feeders	4	12.5
selective deposit-feeders	7	21.9
predators	6	18.7
scavengers	-	-
herbivoren	-	-
omnivoren	9	28.1
onbekend	3	9.4

Ter verduidelijking worden een aantal gegevens van de afzonderlijke soorten vermeld in tabel 13. Deze gegevens behoeven dan niet meer per soort vermeld te worden, ze staan overzichtelijk bij elkaar en kunnen onderling vergeleken worden. Per monsterplaats zijn de totale aantallen per soort vermeld. Om vergelijking van de soorten en de monsterplaatsen gemakkelijker te maken, zijn de aantallen ook uitgedrukt in percentage van het totaal aantal dieren per monsterplaats.
De gegevens over het asvrijdrooggewicht zijn op dezelfde manier vermeld als de aantallen: totale asvrijdrooggewichten per soort per monsterplaats en percentage asvrijdrooggewicht van elke soort ten opzichte van het totaal aantal soorten. Bovendien wordt per monsterplaats per soort vermeld, wat de verhouding was tussen asvrijdrooggewicht en drooggewicht per individu (%).

Voor verdere vergelijking van de soorten en bepaling van hun "rangorde" ten opzichte van andere soorten, kunnen de biologische indices van figuur 16 geraadpleegd worden (IV.3.6.).

Bespreking van de soorten:

Dugesia sp.

Dugesia sp. behoort tot de Plathyhelminthes (platwormen) en wel tot de klasse van de Turbellaria (trilwormen). Van dit geslacht is slechts één exemplaar aangetroffen in juli (HOOG). Determinatie tot op de soort was niet mogelijk. Dugesia komt vooral voor in zuurstofrijk, zoet water en is een predator die levend dierlijk voedsel prefereert (Den Hartog, 1962).Dit geslacht werd door Wolff (1973) en Dubbers (1978) niet vermeld. Het éne aangetroffen exemplaar zal wel afkomstig geweest zijn van een lozing van binnendijks zoet water.

Lineus cf. ruber

Lineus cf. ruber behoort tot het phylum van de Nemertini (snoerwormen). In de maanden september en oktober werden op monsterplaats HOOG 3 exemplaren gevonden en in oktober werd bij LAAG 1 exemplaar aangetroffen.

Tabel 13: Aantallen en biomassa-gegevens van de afzonderlijke soorten, over de gehele periode van mei t/m oktober 1978, op de monsterplaatsen HOOG en LAAG in de Krabbenkreek.

	HOOG					LAAG				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Dugesia sp.	1	0.01	0.0005	0.01	55.6	-	-	-	-	-
Lineus cf. ruber	4	0.03	0.0042	0.04	62.5	1	0.01	0.0173	0.13	90.1
Pygospio elegans	143	1.20	0.0132	0.13	55.1	357	2.18	0.0265	0.20	53.5
Polydora quadrilobata	-	-	-	-	-	1	0.01	0.0014	0.01	82.4
Polydora ligni	-	-	-	-	-	2	0.01	0.0005	0.004	62.5
Scoloplos armiger	986	8.24	1.4591	14.74	63.9	752	4.59	0.3714	2.78	71.6
Arenicola marina	74	0.62	0.4074	4.12	23.6	12	0.07	0.2439	1.82	43.1
Capitella capitata	673	5.62	0.1303	1.32	70.9	83	0.51	0.0493	0.37	71.2
Heteromastus filiformis	218	1.82	0.3065	3.10	57.4	293	1.79	0.5447	4.08	66.1
Tharyx marioni	9	0.08	0.0013	0.01	71.9	1698	10.37	0.1599	1.20	76.4
Ampharete acutifrons	-	-	-	-	-	1	0.01	0.0002	0.001	66.7
Nephtys hombergii	1	0.01	0.0790	0.80	76.4	3	0.02	0.0367	0.27	63.9
Anaitides maculata	176	1.47	0.1453	1.47	71.2	221	1.35	0.1215	0.91	79.6
Nereis diversicolor	42	0.35	0.4063	4.11	60.0	34	0.21	0.2331	1.74	65.0
Eteone longa	276	2.31	0.0789	0.80	82.0	171	1.04	0.0361	0.27	75.7
Peloscolex benedeni	2181	18.23	0.2488	2.51	68.4	1552	9.48	0.1758	1.32	67.5
Tubifex cf pseudogaster	384	3.21	0.0265	0.27	73.0	507	3.10	0.0292	0.22	76.7
Golfingia sp.	4	0.03	0.0074	0.07	56.6	1	0.01	0.0693	0.52	85.7
Anurida maritima	-	-	-	-	-	4	0.02	0.0002	0.001	100.0
Syntormon zelleri	5	0.04	0.0160	0.16	88.1	-	-	-	-	-
Crangon crangon	29	0.24	0.0276	0.28	78.2	13	0.08	0.0174	0.13	69.1
Carcinus maenas	36	0.30	0.0263	0.27	51.3	42	0.26	0.1298	0.97	46.6
Idotea chelipes	12	0.10	0.0050	0.05	60.0	40	0.24	0.0467	0.35	71.5
Corophium volutator	45	0.38	0.0072	0.07	61.3	1	0.01	0.0001	0.001	33.3
Gammarus crinicornis	145	1.21	0.0549	0.55	74.9	70	0.43	0.0466	0.35	81.1
Hyale nilssonii	1	0.01	0.0006	0.01	75.0	-	-	-	-	-
Peringia ulvae	6187	51.71	3.3498	33.84	12.8	10127	61.87	6.4163	48.00	11.6
Littorina littorea	30	0.25	0.0519	0.52	4.2	167	1.02	1.1073	8.28	6.2
Retusa obtusa	61	0.51	0.0192	0.19	9.8	19	0.12	0.0061	0.05	18.7
Cerastoderma edule	140	1.17	1.9743	19.95	7.1	143	0.87	2.4990	18.70	7.0
Scrobicularia plana	20	0.17	0.6813	6.88	11.7	25	0.15	0.6921	5.18	12.0
Macoma balthica	82	0.69	0.3688	3.73	13.4	29	0.18	0.2881	2.16	13.3
totaal	11965	100.00	9.8976	100.00		16369	100.00	13.3665	100.00	

A = aantal per m^2
B = % van het totale aantal
C = asvrijdrooggewicht per m^2
D = % van het totale asvrijdrooggewicht
E = % asvrijdrooggewicht/drooggewicht, per individu

Lineus ruber komt in Denemarken vooral voor tussen Laminaria sp. en de wortelstokken van Zostera sp. Het is daar een belangrijke predator die niet erg gevoelig is voor veranderingen in saliniteit en temperatuur (Brunberg, 1964).
De aangetroffen exemplaren behoorden allen tot de groene variëteit. Daarnaast bestaat nog een rode variëteit (Brunberg, 1964).
Dit geslacht werd door Wolff (1973) en Dubbers (1978) niet vermeld.

Pygospio elegans

Pygospio elegans is een sedentaire polychaet die tot de familie van de Spionidae behoort.
De soort werd steeds op beide monsterplaatsen aangetroffen, echter in sterk variërende aantallen. Deze is vrij onbelangrijk in de zeegrasgemeenschap, in die zin, dat ze een relatief klein aandeel heeft in totale aantallen en totale biomassa.
Een duidelijk maximum verscheen op beide monsterplaatsen in juli (HOOG 76, LAAG 138 exemplaren). Ook Dubbers (1978) vond in de periode van mei t/m oktober de grootste aantallen van Pygospio elegans in juni/juli. Dit maximum is waarschijnlijk het gevolg van de sexuele voortplanting. Alleen in juni werden adulte exemplaren met eieren aangetroffen.
Pygospio elegans bleek het meest voor te komen op de monsterplaats LAAG. Het is een "selective deposit-feeder" en facultatief een "suspension-feeder". Het belangrijkste voedsel bestaat uit kleine groene algen en diatomeën (Wolff, 1973). Waarschijnlijk kunnen de grotere aantallen bij LAAG verklaard worden door een grotere hoeveelheid beschikbaar voedsel aldaar, als gevolg van de grotere hoeveelheden zeegras en algen, die als substraat voor epifyten fungeren.

Polydora quadrilobata.

Polydora quadrilobata hoort evenals Pygospio elegans tot de familie der Spionidae.
Er werd slechts één exemplaar van deze soort aangetroffen, en wel in oktober op monsterplaats LAAG.
Polydora quadrilobata komt voor op slik- of zand-slik-bodems met eventueel afgestorven zeegras. Het is een "suspension-feeder" die met zijn tentakels detritus naar zijn mond brengt of zandkorrels afgraast (Hartmann-Schröder, 1971).
Deze soort werd door Wolff (1973) en Dubbers (1978) niet vermeld.

Polydora ligni.

Ook Polydora ligni behoort tot de familie der Spionidae.
Er werden in totaal twee exemplaren van deze soort aangetroffen in oktober op monsterplaats LAAG.
De soort is een "suspension-feeder" en ook wel een "deposit-feeder" (Wolff, 1973).
Dubbers (1978) heeft deze soort niet in de Krabbenkreek, wel in het Grevelingenmeer aangetroffen.

Scoloplos armiger.

Scoloplos armiger is een sedentaire polychaet, die in de Krabbenkreek als enige de familie der Orbiniidae vertegenwoordigde.
Uit tabel 13 blijkt dat Scoloplos armiger een belangrijke soort was, die op beide monsterplaatsen in vrij grote aantallen en met een vrij grote biomassa voorkwam.
In aantal en vooral in biomassa vertoonde de soort een duidelijke voorkeur voor HOOG.
Op monsterplaats HOOG waren de aantallen maximaal in augustus (205 exemplaren), terwijl bij LAAG in juni al een duidelijk maximum te zien was (199 exemplaren). In juni werd een hiermee overeenstemmende waarneming gedaan: op monsterplaats LAAG werden toen al juvenielen aangetroffen, terwijl op monsterplaats HOOG nog adulten met eieren aanwezig waren.

Bij HOOG waren de aantallen in stijgende lijn tot augustus om daarna weer langzaam te dalen. Hetzelfde was bij LAAG te zien, met dit verschil, dat de afname al na juni optrad.
Uit deze gegevens blijkt dat het tijdstip van voortplanting bij LAAG, om onbekende redenen, twee maanden eerder optrad dan bij HOOG.
De biomassa-gegevens verliepen niet parallel aan die betreffende de aantallen. Dit werd veroorzaakt door het feit dat de individuen steeds zwaarder werden. Het gewicht per individu was maximaal in oktober (op beide monsterplaatsen) en minimaal in mei op monsterplaats LAAG en in juni op monsterplaats HOOG.
Exemplaren met eieren werden aangetroffen in juni en oktober (HOOG).
Scoloplos armiger is een "non-selective deposit-feeder" (Wolff, 1973), die niet gebonden is aan een bepaald substraat.
Dubbers (1978) konstateerde grotere aantallen op het kale slik; waarschijnlijk heeft de soort voor zijn voedselvoorziening een los, niet door rhizomen bijeengehouden substraat nodig.
Zostera noltii vormt een minder ongunstige omgeving voor Scoloplos armiger dan Z. marina, door een andere struktuur van het wortelstelsel (Dubbers, 1978). Het feit dat S. armiger meer voorkwam op monsterplaats HOOG, is in overeenstemming met de resultaten en konklusies van Dubbers (1978): de soort komt het meest voor op het kale slik.

Arenicola marina.

Arenicola marina is een sedentaire polychaet, behorende tot de familie der Arenicolidae.
Het was een niet onbelangrijke soort in de Krabbenkreek, waarbij opgemerkt dient te worden dat de biomassa belangrijker was dan de aantallen. Dit werd veroorzaakt door het grote gewicht per individu. Een probleem deed zich voor bij de biomassa-bepaling: bij de gebruikte monstermethode werden

nooit komplete Arenicola-exemplaren aangetroffen, omdat deze zo groot waren. Dit bracht met zich mee dat de genoteerde aantallen vrij betrouwbaar waren, terwijl de biomassa in werkelijkheid groter zou kunnen zijn dan de gegevens doen vermoeden.
Omdat A. marina een dieper gravende soort is (Dubbers, 1978) en omdat vermoed werd dat de aantallen in de steekmonsters lager zouden zijn dan de werkelijke aantallen, werden er over deze soort extra gegevens verzameld: maandelijks werden met behulp van een raster de aantallen zeepierenhoopjes per m^2 geteld.

Tabel 14: Gegevens betreffende de aantallen per m^2 van de soort A. marina, op twee verschillende manieren verzameld.

	Raster		Steekmonsters	
	HOOG	LAAG	HOOG	LAAG
mei	38	20	105	31
juni	30	26	189	52
juli	16	10	178	21
augustus	23	10	115	0
september	67	18	84	21
oktober	30	17	105	0
gemiddeld	34	17	129	21

Uit tabel 14 blijkt dat de tellingen van de zeepierenhoopjes in het veld niet zinvol waren. Er werden veel meer exemplaren in de bodem aangetroffen dan op grond van de telling in het veld vermoed werd.

Het percentage asvrijdrooggewicht per individu van deze soort, was vergeleken met alle andere wormen erg laag. De verklaring hiervoor is de voedingswijze ("non-selective deposit-feeder") van de dieren: een groot gedeelte van het drooggewicht bestond uit zand dat zich in de darm bevond .
Juvenielen werden aangetroffen van mei t/m juli.
Zowel wat aantallen als wat biomassa betreft, had de soort een voorkeur voor HOOG. Het vermoeden bestaat dat A.marina

bij het graven teveel door rhizomen gehinderd wordt in een zeegrasveld (Dubbers, 1978). Het is ook mogelijk dat de bodem bij LAAG te vast was, de dieren moeten zich er namelijk doorheen eten.

Capitella capitata.

Capitella capitata is een sedentaire polychaet die tot de familie der Capitellidae behoort.
De soort werd steeds op beide monsterplaatsen aangetroffen. C.capitata was vooral op monsterplaats HOOG een belangrijke soort wat betreft de aantallen en vertoonde een zeer duidelijke voorkeur voor monsterplaats HOOG. Hier werd het maximale aantal in mei bereikt (185 exemplaren), waarna het aantal geleidelijk afnam. Op monsterplaats LAAG viel geen duidelijke ontwikkelingslijn in het aantal te ontdekken, dit was aan sterke schommelingen onderhevig (maximaal 19 exemplaren per maand).
In juni en augustus werden adulte exemplaren met eieren aangetroffen.

C. capitata is een "non-selective deposit-feeder", die onder andere in de Krabbenkreek zowel temporeel als ruimtelijk het komplement vormt van de nauw verwante Heteromastus filiformis, die zich op dezelfde wijze voedt. H. filiformis komt vooral in slecht gesorteerde sedimenten met een hoog slikgehalte voor en C. capitata vooral in de meer homogene substraten. Beide soorten hebben een grote tolerantie ten opzichte van een lage zuurstofspanning en een behoefte aan een bodem met een hoog gehalte aan organische stof (Dubbers, 1978).

Uit de gegevens van het hier beschreven onderzoek blijkt dat C. capitata en H. filiformis ruimtelijk min of meer elkaars komplement vormen, zoals door Dubbers (1978) werd gekonstateerd. Uit de gegevens komt echter nauwelijks naar voren dat beide soorten elkaar komplementeren in de tijd, wat ook door Dubbers (1978) werd opgemerkt.

De bodemgegevens van beide monsterplaatsen kunnen de verspreidingsverschillen tussen C. capitata en H. filiformis niet verklaren.

Heteromastus filiformis.

Heteromastus filiformis behoort evenals C. capitata tot de familie der Capitellidae.
Deze soort werd steeds op beide monsterplaatsen aangetroffen. In tegenstelling tot C. capitata vertoont H. filiformis de grootste aantallen op monsterplaats LAAG.
H. filiformis is op monsterplaats LAAG een niet onbelangrijke soort in de zeegrasgemeenschap, in die zin dat ze een behoorlijk aandeel heeft in het totale aantal soorten en vooral in de totale biomassa.
Op monsterplaats HOOG vertoonden de aantallen een stijgende lijn van mei t/m augustus, waarna ze weer afnamen. Op monsterplaats LAAG was een minder duidelijk maximum waarneembaar; de aantallen waren vrij hoog van juni t/m september, die van mei en oktober waren aanmerkelijk lager.
Adulte exemplaren met eieren werden in juni en augustus gevonden (evenals bij C. capitata).

Tharyx marioni.

Tharyx marioni is een sedentaire polychaet van de familie der Cirratulidae.
Er is een zeer sterke voorkeur gekonstateerd voor monsterplaats LAAG. Op monsterplaats HOOG werd T. marioni niet of in zeer kleine aantallen aangetroffen.
LAAG werden opvallend grote aantallen, maar relatief kleine biomassa's gevonden: de biomassa per individu was erg laag.
Het aantal exemplaren was maximaal in juni en nam daarna geleidelijk af.
Adulte exemplaren met eieren werden van juni t/m augustus aangetroffen.
T. marioni is een "selective deposit-feeder" (Wolff, 1973) die in grote aantallen werd aangetroffen op plaatsen waar

de bodem een hoog organisch stofgehalte had (Dubbers, 1978). Dit is volledig in overeenstemming met de voorkeur voor LAAG, waar in de bodem een aanmerkelijk hoger "organisch stofgehalte" gemeten werd dan bij HOOG.

Ampharete acutifrons.

Ampharete acutifrons is een sedentaire polychaet die behoort tot de familie der Ampharetidae.
Van deze soort werd slechts één exemplaar aangetroffen op monsterplaats LAAG in juli.
De soort leeft op alle substraten, onder andere op slibbodems met Zostera sp. Bij laagwater heeft ze nog een geringe waterbedekking nodig (Hartmann-Schröder, 1971).
Deze soort werd door Dubbers (1978) niet aangetroffen, echter wel door Wolff (1973), die vermeldt dat de soort bij de "selective deposit-feeders" hoort en voorkomt op modderige zandbodems.

Nephtys hombergii.

Nephtys hombergii is een errante polychaet die tot de familie van de Nephtyidae behoort.
In totaal werden slechts vier exemplaren aangetroffen, waarvan drie op monsterplaats LAAG, verspreid over het gehele seizoen.
Dubbers (1978) vond in de Krabbenkreek slechts één exemplaar.
Volgens Wolff(1973) komt de soort in de gehele getijdenzone voor, met uitzondering van de bovenste 30 %. N. hombergii is een carnivoor.

Anaitides maculata.

Anaitides maculata is een errante polychaet die tot de familie der Phyllodocidae behoort.
Opvallend was, dat deze soort in mei en juni niet werd aangetroffen, terwijl ze in de maanden daarna in redelijk grote aantallen op beide monsterplaatsen werd gevonden. Het is niet bekend waarom de soort vóór juli niet werd aangetroffen.

Wat aantallen betreft kwamen de beide monsterplaatsen sterk overeen : tussen het totale aantal van HOOG en LAAG bestond geen duidelijk verschil. Dit gold ook voor de biomassa.

Dubbers (1978) kwam tot de konklusie dat A. maculata (carnivoor en "scavenger") meer voorkomt op minder homogene substraten met veel rhizomen, algen, stenen en fossiele schelpen. Op grond van deze konklusie zouden grotere aantallen van A. maculata op monsterplaats LAAG verwacht worden. Deze werden echter niet aangetroffen.

Nereis diversicolor.

Nereis diversicolor is een errante polychaet die tot de familie der Nereïdae behoort.
De soort kwam in vrij kleine aantallen voor op beide monsterplaatsen, met een zwakke voorkeur voor HOOG. Op deze plaats had N. diversicolor een redelijk aandeel in de totale biomassa. Hier werden na mei, juni en juli bijna geen exemplaren meer gevonden. Bij LAAG werden de grootste aantallen gevonden in juli en augustus.
N. diversicolor is een omnivoor, die het meeste voorkomt op hoger gelegen plaatsen in het getijdengebied (Dubbers,1978; Wolff, 1973).

Eteone longa.

Eteone longa is een errante polychaet die evenals Anaitides maculata tot de Phyllodocidae behoort.
E. longa werd in redelijk grote aantallen op beide monsterplaatsen aangetroffen, waarbij de grootste aantallen werden gevonden bij HOOG. Dit voorkomen is niet te verklaren met behulp van gegevens betreffende abiotische faktoren.
E. longa voedt zich waarschijnlijk voornamelijk met Spioniden (Wolff, 1973) en komt volgens Hartmann-Schröder (1971) vaak voor samen met Pygospio elegans. Dit is niet in overeenstemming met de resultaten dat E. longa meer voorkomt bij HOOG en P. elegans bij LAAG.
De biomassa per individu is vrij laag, vandaar dat de

biomassa van E. longa slechts een klein gedeelte is van de totale biomassa.
Bij monsterplaats HOOG zijn de aantallen maximaal in augustus, bij LAAG in juni en juli.

Peloscolex benedeni.

Peloscolex benedeni is een oligochaet.
Deze soort was na Peringia ulvae de meest dominante soort op beide monsterplaatsen. De biomassa van de grote aantallen van P. benedeni was vrij gering.
De aantallen per maand namen geleidelijk af in de periode van mei t/m oktober. P. benedeni is een "selective deposit-feeder" die sterk afhankelijk is van de decompositie van het zeegras. Dit kan verklaren waarom de aantallen van deze soort afnamen naarmate het seizoen vorderde.
Geslachtsrijpe exemplaren werden in mei en juni aangetroffen.
P. benedeni kwam in duidelijk grotere aantallen voor bij HOOG. Dit voorkomen is moeilijk verklaarbaar: P. benedeni is afhankelijk van de decompositie van zeegras en leeft graag in een bodem met veel plantenresten en een hoog gehalte aan organische stof. Op grond daarvan zou men de soort voornamelijk LAAG verwachten.
Dubbers (1978) vond meer exemplaren buiten dan binnen het zeegrasveld, waarbij hij predatie, onder andere door Nereis diversicolor, als verklaring gaf. N. diversicolor bleek voor te komen in hetzelfde biotoop als P. benedeni. Predatie is dus niet uitgesloten.
Volgens Giere (1975) wordt het verspreidingspatroon van veel oligochaeten bepaald door de aanwezigheid van bepaalde micro-organismen, die als voedsel dienen. Deze faktor kan de oorzaak zijn van de verspreiding van P. benedeni in de Krabbenkreek.

Tubifex cf. pseudogaster.

Tubifex cf. pseudogaster is een oligochaet, die in veel kleinere aantallen voorkwam dan P. benedeni. De aantallen

waren op monsterplaats LAAG maximaal in juni en oktober.
Op monsterplaats HOOG werd alleen in juni een maximum aantal aangetroffen.
T. cf. pseudogaster kwam in iets grotere aantallen voor op monsterplaats LAAG.
P. benedeni en T. cf. pseudogaster zijn beide "selective deposit-feeders", toch verschijnen hun maxima op verschillende plaatsen in het litoraal. Hieruit mag gekonkludeerd worden dat er toch verschillen bestaan betreffende voedingswijze en predatoren.
Door Dubbers (1978) en Wolff (1973) werd T. cf. pseudogaster niet vermeld. Dubbers (1978) vond van dit geslacht alleen de soort T. costatus. Omdat Tubifex sp. zeer moeilijk te determineren is, kan men zich afvragen of er inderdaad in twee achtereenvolgende jaren verschillende soorten gevonden werden. Vast staat dat determinatie van Tubifex sp. twijfelachtig blijft, zolang er geen geslachtsrijpe exemplaren beschikbaar zijn (Erséus, pers. meded.).

Golfingia sp.

Van het phylum Sipunculida werden in totaal 5 exemplaren gevonden. Ze behoren tot het geslacht Golfingia.
Dubbers (1978) en Wolff (1973) hebben geen exemplaren van deze groep gevonden.
Sipunculida zijn wormvormige sedentaire dieren die uitsluitend in mariene wateren voorkomen (Gibbs, 1977).

Anurida maritima.

Anurida maritima behoort tot de Collembola (springstaarten) en heeft een gereduceerde springvork.
In de monsters werden in totaal 5 exemplaren gevonden, op het schor en in de kreken werden dieren van deze soort plaatselijk massaal aangetroffen. Volgens Buitendijk (1941) is het een mariene soort die in de getijzone onder wier leeft.

Syntormon zelleri.

Van de Hexapoda werden alleen 5 vliegelarven - Syntormon zelleri - aangetroffen.
Ook Dubbers (1978) had deze soort in de Krabbenkreek gevonden.

Crangon crangon.

Van de decapode Crangon crangon werd op beide monsterplaatsen een aantal exemplaren gevonden. Deze soort kan zich snel door het water voortbewegen. Voor het vangen van dergelijke dieren is de gebruikte monstermethode niet geschikt. Het is dan ook de vraag in hoeverre de gevonden aantallen representatief zijn.

Carcinus maenas.

De omnivore strandkrab Carcinus maenas werd van juli t/m oktober gevonden op beide monsterplaatsen. In oktober werden nog slechts enkele exemplaren gevonden.
Deze soort werd alleen 's zomers aangetroffen, omdat ze 's winters naar dieper water wegtrekt. C. maenas schuilt overdag bij laagwater (= tijdstip van monstername) onder de vegetatie van zeegras en ingespoelde algen (Crothers, 1968; Rasmussen, 1973).
Terwijl in de kreken vaak grote exemplaren (4 tot 5 cm breed) te zien waren, werden in het zeegrasveld slechts exemplaren gevonden waarvan de carapax-breedte variëerde van 0.2 tot 1.0 cm.

Idotea chelipes.

De omnivore isopode Idotea chelipes werd van juli t/m oktober op beide monsterplaatsen aangetroffen, met beduidend grotere aantallen bij LAAG, waar meer voedsel (voornamelijk algen) en betere schuilmogelijkheden waren tussen het zeegras.

Corophium volutator.

De amphipode Corophium volutator werd uitsluitend aangetroffen op monsterplaats HOOG, waar elke maand een redelijk aantal gevonden werd.
Dubbers (1978) vond C. volutator ("selective deposit-feeder") uitsluitend in de Oosterschelde, waar de aantallen dieren omgekeerd evenredig waren met de dichtheid van de zeegrasvegetatie. Dit werd veroorzaakt door een zuurstoftekort in het zeegrasveld. C. volutator heeft namelijk een zuurstofrijke omgeving nodig. Hiermee kan verklaard worden waarom C. volutator niet voorkwam op monsterplaats LAAG, waar het zeegrasveld erg goed ontwikkeld was.

Gammarus crinicornis.

De amphipode Gammarus crinicornis ("selective deposit-feeder") werd door Dubbers (1978) niet in de Krabbenkreek gevonden. Hij schrijft dat deze dieren over het algemeen onder losdrijvend wier en ander aangespoeld materiaal leven. Dit komt geheel overeen met de gevonden resultaten: op monsterplaats HOOG werd deze soort slechts eenmaal gevonden (in oktober). Er zaten toen maar liefst 145 exemplaren in een monster met erg veel ingespoelde wieren. Op monsterplaats LAAG werd G. crinicornis in augustus, september en oktober tussen aangespoelde wieren gevonden.

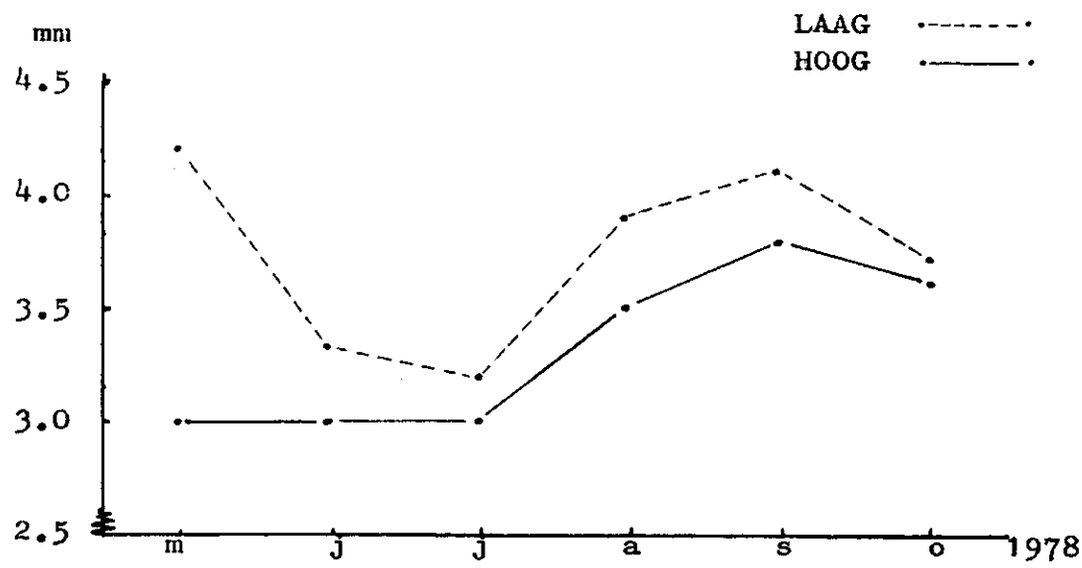
Hyale nilssoni .

De amphipode Hyale nilssoni werd slechts éénmaal aangetroffen (één exemplaar).
Dubbers (1978) en Wolff (1973) hebben deze soort niet eerder gevonden in het Deltagebied. De soort is algemeen in het eulitoraal van dijkglooiingen.

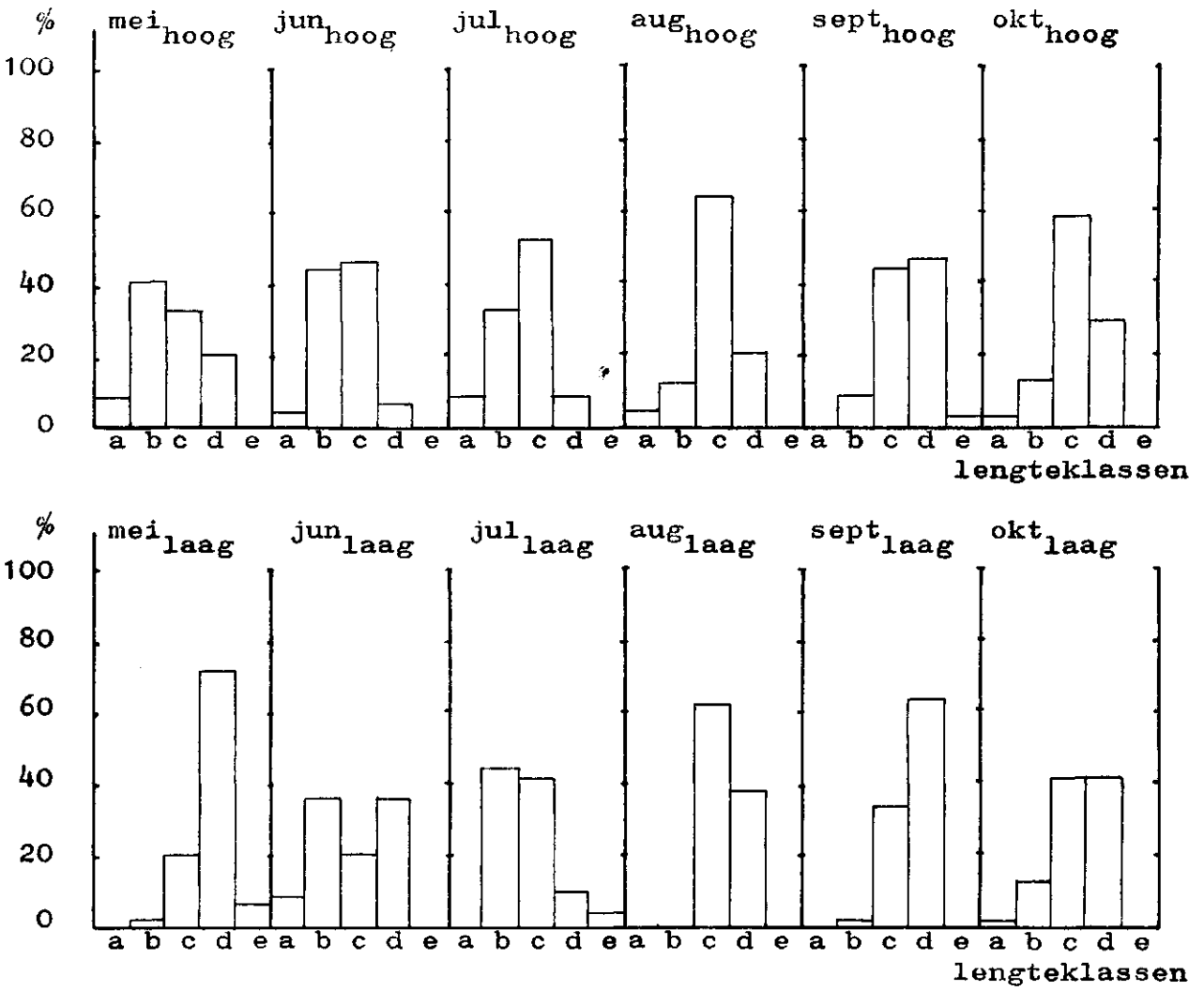
Peringia ulvae.

De gastropode Peringia ulvae was, zowel wat aantallen, als wat biomassa betreft, de absoluut dominante soort op beide monsterplaatsen. Ook Dubbers (1978) en Wolff (1973) konstateerden dat P. ulvae in het Deltagebied sterk domineerde over alle andere soorten.

De soort kwam met maximale aantallen voor op monsterplaats LAAG. Hier werd weinig variatie in de maandelijkse aantallen gekonstateerd. Op monsterplaats HOOG namen de aantallen af van mei t/m juli, om daarna van juli t/m oktober weer toe te nemen.
Eikapsels, afgezet op soortgenoten, werden aangetroffen in mei, juni en juli.
Uit de figuren 17 en 18 blijkt dat de gemiddelde lengte van P. ulvae op monsterplaats LAAG aanmerkelijk groter was dan op monsterplaats HOOG, dit in tegenstelling tot de gegevens van Dubbers (1978).
Uit de grotere aantallen en de grotere lengte van P. ulvae op monsterplaats LAAG blijkt dat de situatie daar erg gunstig was voor de ontwikkeling van deze dieren: voedsel (diatomeeen, kleine algen en bacteriën) was ruim voldoende aanwezig in het dichte zeegrasveld. Bovendien werd door het zeegras bescherming geboden tegen extreme temperaturen, uitdroging en golfslag.
Uit de gemiddelde lengten (figuur 17) kan men konkluderen dat er een nieuwe generatie opkwam in de periode juli/september. De afname van de gemiddelde lengte in de periode september/oktober wijst op het afsterven van de volwassen exemplaren, er kwamen toen immers geen juvenielen meer bij.



Figuur 17: De gemiddelde lengte van Peringia ulvae (in mm), die per maand en per monsterplaats gemeten is.



Figuur 18: Lengte van <u>Peringia ulvae</u> uitgezet in een frekwentie-diagram, waarbij de verdeling van de individuen over de verschillende lengteklassen wordt weergegeven in % van het totaal aantal exemplaren, per maand en per monsterplaats.

Indeling van de lengteklassen:

a = 1.0 - 1.9 mm
b = 2.0 - 2.9 mm
c = 3.0 - 3.9 mm
d = 4.0 - 4.9 mm
e = 5.0 - 5.9 mm

Opmerking bij de figuren 17 en 18:
Dieren die kleiner zijn dan 1 mm worden door de zeef gespoeld en als gevolg daarvan ontbreken ze. Hierdoor zijn de gegevens betreffende de populatie-opbouw steeds onvolledig!

Uit figuur 18 blijkt dat bij LAAG in mei bijna alle exemplaren volwassen zijn en dat er in juni en juli realtief veel juvenielen zijn, die na augustus langzaam uitgroeien tot adulten.

Littorina littorea.

De omnivore gastropode Littorina littorea kwam op beide monsterplaatsen in redelijke aantallen voor, met een duidelijke voorkeur voor LAAG.
In de periode van mei t/m oktober nam het maandelijkse aantal steeds toe.
Een beschutte ligging is vereist voor het voorkomen van L. littorea. Aangenomen mag worden dat LAAG meer beschutting en meer voedsel (algen en kleine dieren) bood dan HOOG.
De soort werd vaak ingegraven in de bovenste laag van de bodem aangetroffen.

Retusa obtusa.

De gastropode Retusa obtusa werd van juli t/m oktober op beide monsterplaatsen aangetroffen, met de grootste aantallen bij HOOG. Dubbers (1978) vermeldt dat er aanduidingen zijn, dat de carnivoor R. obtusa in grotere aantallen voorkomt naarmate de Peringia ulvae-populatie dichter is. R. obtusa voedt zich namelijk voor een belangrijk deel met P. ulvae.
Deze veronderstelling van Dubbers (1978) wordt tegengesproken door het feit dat beide soorten bij het hier beschreven onderzoek op verschillende monsterplaatsen in maximale aantallen voorkwamen.

Cerastoderma edule.

Cerastoderma edule behoort tot de Bivalvia. Deze soort heeft een belangrijk aandeel in de biomassa.
C. edule kwam steeds op beide monsterplaatsen voor, zonder een voorkeur te tonen voor één van beide. De door Dubbers (1978) gekonstateerde positieve korrelatie tussen C. edule en de zeegras-bedekking blijkt niet uit deze gegevens.

Scrobicularia plana.

Scrobicularia plana hoort tot de Bivalvia. Deze soort kwam, vergeleken met Cerastoderma edule, in veel geringere aantallen en met een geringere biomassa op beide monsterplaatsen voor.
Er bleek geen voorkeur voor één van de monsterplaatsen.
Dit is niet in overeenstemming met de konklusie van Dubbers (1978) dat S. plana meer voorkomt in bodems met een hoger "organisch stof-gehalte".

Macoma balthica.

Macoma balthica behoort tot de Bivalvia. De soort kwam in redelijke aantallen op beide monsterplaatsen voor, met beduidend grotere aantallen op monsterplaats HOOG.
Volgens Dubbers (1978) is M. balthica een "selective deposit-feeder" en bij hoogwater een "suspension-feeder", die vooral veel konkurrentie ondervindt van Peringia ulvae, die zich op dezelfde wijze voedt. Deze konkurrentie van P. ulvae zou de grotere aantallen van M. balthica bij HOOG kunnen verklaren.

V. Dankwoord.

Een woord van dank aan alle mensen die bijgedragen hebben aan dit onderzoek, is hier zeker op zijn plaats:

- Prof. dr. C. den Hartog, die mij de gelegenheid bood een onderzoek te verrichten op zijn afdeling.

- Drs. René Jacobs, die mij bij dit onderzoek op een zeer waardevolle manier begeleidde.

- Jan Roelofs, die hulp verleende bij het verrichten van de korrelgrootte-analyse.

- Drs. G. van der Velde, die mij hielp bij het determineren van Dugesia sp. en Anurida maritima.

- Dr. C. Erséus uit Göteborg, die Tubifex cf. pseudogaster determineerde.

- De Deltadienst Rijkswaterstaat, die gegevens betreffende zoutgehalte en watertemperatuur verstrekte.

- Tenslotte de boer uit Zeeland, waarvan ik de naam niet ken. Hij heeft met zijn trekker René's auto uit de klei getrokken.

VI. Summary.

From May until November 1978 the macrofauna of the seagrass-community of the "Krabbenkreek" (Easternscheldt, The Netherlands) was examined.

- The sandy sediment was analysed once (in December 1978): interstitial water content, ashfree dry weight and sediment particle size distribution were determined.
- The development of the seagrass beds (consisting of Zostera marina and Z. noltii) was followed every month by estimating the density and by determining the biomass of the seagrasses in the samples.
- Thirty samples were taken monthly at the two stations HIGH and LOW, using a brass corer with an inside diameter of 9 cm. The animals from those samples were identified and counted. Afterwards their biomass (dry weight and ashfree dry weight) was measured. The diversity index of Shannon & Weaver, the evenness, the biological index and the similarity were calculated.

The seagrass bed appeared to develop quickly from July till October. In October its rapid decomposition started. The biomass of the seagrasses at the station LOW was much higher than at the station HIGH.

Totally, there were found 32 species of macrofauna. Three of them were only found at station HIGH and four of them were exclusively found at station LOW.
There were much more animals at the station LOW than at the station HIGH (the mean difference was 7700 animals per m^2 per month!).
The biomass was also greatest at station LOW: the difference in dry weight between stations LOW and HIGH was 75 $g.m^{-2}.month^{-1}$; the difference in ashfree dry weight was 6 $g.m^{-2}.month^{-1}$.
Evenness and diversity index at the station HIGH were always higher than those at the station LOW.
The biological index was calculated in two ways: viz. by calculation from numbers of animals and of their ashfree dry weights respectively. The gastropode Peringia ulvae

appeared to be absolutely dominating in number and in biomass at both stations.
The similarity of the two stations was calculated in two ways: by using a qualitative approach (coëfficiënt of community of Sørensen) resulting in 87.7 per cent similarity, and by a quantitative approach (percentage similarity) resulting in 71.2 per cent similarity.
Almost all species were aggregated and aselectly distributed.

VII. Literatuur.

ANONYMUS, 1978. Maandelijks overzicht der weersgesteldheid, 76e jaargang. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt.

BRUNBERG, L., 1964. On the nemertean fauna of Danish waters. Ophelia, 1 : 77-111.

BUITENDIJK, A.M., 1941. Collembola.- Fauna van Nederland, aflevering XI.- Sijthoff, Leiden. 99 pp.

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

DAEMEN, E., 1978. Doctoraalverslag Lab. v. Aq. Oec., K.U. Nijmegen. In voorbereiding.

DUBBERS, F., 1978. Een oriënterend oecologisch onderzoek naar de macrofauna van de zeegrasvelden in de Oosterschelde en het Grevelingenmeer. Doctoraalverslag Lab. v. Aq. Oec., K.U. Nijmegen.

GALLE, F., 1978. De primaire productie en biomassa van Zostera marina te Roscoff. Doctoraalverslag Lab. v. Aq. Oec., K.U. Nijmegen.

GIBBS, P.E., 1977. British Sipunculans. Synopses of the British Fauna (New Series) No 12. Academic Press, London. 35 pp.

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

GOODALL, D.W., 1973. Sample similarity and species correlation. In: R.H. Whittaker (Ed.). Handbook of vegetation. Junk, The Hague. pp. 105-157.

HARTMANN-SCHRODER, G., 1971. Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta. Tierwelt Deutschlands, 58. Fischer Verlag, Jena. 594 pp.

HARTOG, C. DEN, 1962. De Nederlandse platwormen, Tricladida.- Wetensch. Meded. K.N.N.V., no 42. 40 pp.

HARTOG, C. DEN, 1970. The sea-grasses of the world. Verh. Kon. Ned. Ak. Wetensch. Afd. Natuurk., Ser. II, 59 (1): 1-275.

HARTOG, C. DEN, 1977. Structure, function and classification in seagras communities. In: C.P. McRoy & C. Helfferich (Eds.), Seagrass ecosystems. Marcel Dekker, New York. pp. 89-121.

HARTOG, C. DEN & P.J.G. POLDERMAN, 1975. De zeegrassen in de Waddenzee. Wetensch. Meded. K.N.N.V., no 107. 32 pp.

IERLAND, E.T. VAN, 1977. Een poging tot kwantificering van de zeegrasconsumptie in het Grevelingenmeer gedurende het groeiseizoen. Studentenverslagen nr. D2. Delta Instituut van Hydrobiologisch Onderzoek, Yerseke. 43 pp.

LAPPALAINEN, A. & P. KANGAS, 1975. Littoral benthos of the northern Baltic Sea. II. Interrelationships of wet, dry and ashfree dry weights of macrofauna in the Tvärminne area. Int. rev. ges. Hydrobiol, 60 : 299-312.

LAPPALAINEN, A. & P. KANGAS, 1975. Species diversity of macrofauna in a Zostera marina community in Tvärminne, Finland. Meerentutkimurlait, Julk./Havsforskningsint. Skr. no. 239: 316-324.

McROY, C.P., & C. HELFFERICH (Eds.), 1977. Seagrass ecosystems, a scientific perspective. Marcel Dekker, New York. 314 pp.

McROY, C.P., R.J. BARSDATE, M. NEBERT, 1972. Phosphorus cycling in an eelgrass (Zostera marina L.) ecosystem. Limnol. Oceanogr., 17 (1): 58-67.

ODUM, E.P., 1971. Fundamentals of ecology. Saunders Company, Philadelphia. 573 pp.

ORTH, R.J., 1973. Benthic infauna of eelgrass, Zostera marina beds. Cheasapeake Science, 14 : 258-269.

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

SHANNON, C.E. & W. WEAVER, 1964. The mathematical theory of communication. The university of Illinois Press, Urbana. 125 pp.

VOLLENWEIDER, R.A. (Ed.), 1969. A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. IBP Handbook no. 12. Blackwell, London. 225 pp.

WOLFF, W.J., 1973. The estuary as a habitat. Zoölogische Verhandelingen, no. 126. 242 pp.