

**Eindrapportage van contract BNO/NO/1994
in opdracht van AMINAL - Afdeling Natuur,
ministerie van de Vlaamse Gemeenschap**

Onderzoek naar de Ruimtelijke Variatie van het Macrobenthos voor de Westkust in functie van de ecologische bijsturing van een Kustverdedigingsproject

door

Steven Degraer & Magda Vincx

maart 1995

**Eindrapportage van contract BNO/NO/1994
in opdracht van AMINAL - Afdeling Natuur,
ministerie van de Vlaamse Gemeenschap**

Onderzoek naar de Ruimtelijke Variatie van het Macrobenthos voor de Westkust in functie van de ecologische bijsturing van een Kustverdedigingsproject

door

Steven Degraer & Magda Vincx

maart 1995

Inhoudstafel

Samenvatting

1. Inleiding	1
2. Materiaal en methode	3
2.1. Gebiedsbeschrijving	3
2.2. Staalname	3
2.2.1. Stationskeuze	3
2.2.2. Staalname & verwerking op zee	4
2.3. Omgevingsvariabelen	4
2.4. Bepaling van densiteiten en biomassa	4
2.5. Mathematische verwerking	6
3. Resultaten	7
3.1. Omgevingsvariabelen	7
3.2. Soortensamenstelling	8
3.3. Densiteiten	8
3.3.1. Densiteitsdistributie	8
3.3.2. Verspreidingskaarten	9
3.3.3. Relatie omgevingsvariabelen en totale densiteiten	9
3.3.3.1. Diepte - totale densiteit	9
3.3.3.2. Mediaan - totale densiteit	10
3.3.3.3. Diepte - mediaan	10
3.3.4. Multivariate technieken	10
3.3.4.1. Two Way Indicator SPecies ANalysis (TWINSpan)	10
3.3.4.2. Canonical Correspondance Analysis	11
3.4. Biomassa	12
3.4.1. Totale biomassa	13
3.4.2. Hogere taxa	13
3.4.3. Belangrijke Bivalvia	14
4. Algemene beschouwingen	16
4.1. Gemeenschapsstructuur	16
4.2. Voorkomen Zwarte zeeëend (<i>M. nigra</i>)	17

Literatuur

Lijst der tabellen en figuren

Samenvatting

De soortensamenstelling van het macrobenthos van de Kustbanken van de Midden- en de Westkust (83 soorten) wordt gekarakteriseerd door gelijkaardige gemeenschappen. Wel kan aangeduid worden dat er aan de Westkust een lichtjes hoger aantal soorten voorkomt, tot maximaal 30 soorten per station.

Enkel op basis van densiteiten kan een effectief onderscheid worden gemaakt tussen de verschillende zones in het gebied. Hierbij is het duidelijk dat zowel aan de Midden- als de Westkust armere en rijkere zones aangetroffen worden. Weliswaar lijkt de Westkust, algemeen gesproken, rijker dan de Middenkust. De groep rijke stations van de Westkust bereikt namelijk een gemiddelde densiteit van om en bij de 3900 ind./m², de rijke stations van de Middenkust zo'n 1700 ind./m². De arme stations van de Westkust bereiken gemiddeld 250 ind./m² en deze van de Middenkust ongeveer 300 ind./m².

De hoogste totale biomassa wordt gevonden aan de Westkust en dan voornamelijk in de dieper gelegen zones van het gebied. In dalende volgorde zijn voornamelijk de Bivalvia, de Polychaeta, de Decapoda en de Amphipoda van belang. Het grootste deel van de macrobenthische biomassa van het studiegebied wordt dus uitgemaakt door de Bivalvia, met als belangrijkste soorten *Spisula subtruncata*, *Macoma balthica*, *Abra alba* en *Tellina fabula*.

Binnen de geografische zones (Midden- en Westkust) bestaat er een duidelijk verschil tussen de hoge-biomassa groep en de lage-biomassa groep. De rijke Westkuststations bereiken een gemiddeld asvrij drooggewicht (ADW) van ongeveer 12 g/m², de armere Westkustgroep slechts zo'n 2 g ADW/m². Aan de Middenkust wordt hetzelfde fenomeen waargenomen: ongeveer 7 g ADW/m² tegenover 1 g ADW/m².

1. Inleiding

In het kader van de geplande kustverdedigingswerken aan de Vlaamse Westkust is het noodzakelijk de mogelijke effecten op het milieu goed in te kunnen schatten. De fysische effecten van dergelijke werken bestaan uit drie facetten: (1) het weghalen van sediment (baggeren), (2) het storten van sediment en (3) de veranderende zandtransporten en sedimentatie als gevolg van vb. het aanleggen van strandhoofden. Het is echter onmogelijk de verwachte invloed van deze werken in één keer op het totale ecosysteem in te schatten. Gezien de centrale rol van die het macrobenthos in het ecosysteem speelt en gezien de geplande werken een rechtstreekse invloed op het habitat van het macrobenthos hebben, is dit macrobenthos dé sleutel tot het oplossen van dit probleem. Als de effecten van de kustverdedigingswerken op het macrobenthos gekend zijn, kunnen de gevolgen op het totale ecosysteem ingeschat worden.

Sinds 1992 worden alle zeevogels van het B.K.P. - zoals zeeëenden, futen, zee-duikers, alken, sterns, - bestudeerd door het Instituut voor Natuurbehoud, i.s.m. het Wereldnatuurfonds (WWF-België) en later, de Beheerseenheid Mathematisch Model Noordzee en Westerschelde-estuarium (BMM). Deze studie resulteerde in een beeld van het ruimtelijk en temporeel distributiepatroon van de verschillende soorten. Hieruit blijkt dat het B.K.P., zowel tijdens de winter als de zomerperiode, een internationale betekenis voor zeevogels heeft. Specifiek op de Kustbanken verblijven tijdens de winterperiode bijvoorbeeld meer dan 1 % (=8000 ex) van de Europese populatie Zwarte zeeëenden (SEYS *et al.*, 1993). Dit maakt het gebied tot een internationaal belangrijk vogelgebied (RAMSAR-Conventie). De gebieden waar de Zwarte zeeëenden (*M. nigra*) in de winter van 1988-1989 voornamelijk aangetroffen werden, zijn voorgesteld in figuur 1 (DEVOS, 1990; MAERTENS *et al.*, 1990).

Het voorkomen van deze zeevogels wordt nu echter bepaald door diverse factoren: onder meer door de diepte van het water en de verspreiding van hun voedsel (KIRCHOFF, 1981). In het geval van de Zwarte zeeëend wordt een gebied met een diepte tussen 2 en 12 meter, rijk aan macrobenthos, vnl. *Bivalvia*, geprefereerd.

Dit macrobenthos speelt echter, naast voedselbron voor de vele Zwarte zeeëenden, ook een rol als voedselbron voor vele commercieel en niet-commercieel belangrijke bodemvissen, die op hun beurt als voedselbron voor andere vissen, zeevogels, zeezoogdieren, etc. dienen.

Over het macrobenthos van de ondiepe Belgische kustzone (minder dan 8 m), en meer specifiek de Kustbanken, is echter heden nog maar weinig gekend.

Deze studie is dan ook een voorstudie ter bepaling van de ruimtelijke variatie van het macrobenthos op enkele Kustbanken en kan reeds een goed inzicht geven in de

rijkdom en bijgevolg de kwetsbaarheid van het gebied of bepaalde delen van het gebied, en dit met het oog op verdere beschermingsmaatregelen van het gebied.

2. Materiaal en methode

2.1. Gebiedsbeschrijving (figuur 2)

Het studiegebied omvat een gedeelte van de Kustbanken gelegen tussen Oostende en de Belgisch-Franse grens. De Kustbanken worden onderscheiden van de andere zandbanken op het Belgisch Kontinentaal Plat (B.K.P.) door hun met de kustlijn parallelle WZW-ONO oriëntatie. Deze banken sluiten op verschillende plaatsen direct op de kust aan en hun diepte bevindt zich ongeveer tussen 0 en 8 meter diepte GLLWS (Gemiddeld Laag LaagWater bij Springtij). Ze komen over de ganse Belgische kustlijn voor.

In het te onderzoeken gebied kunnen twee geografisch uit elkaar gelegen zones onderscheiden worden: (1) Middenkust en (2) Westkust.

De onderzochte Kustbanken van de Middenkust, Stroom- en Balandbank, bevinden zich tussen Nieuwpoort en Oostende op minimum ongeveer 2 km van de kustlijn. De Stroombank wordt voor een groot deel door een geul, de Kleine Rede, van de kust gescheiden. Ten noordwesten van de Stroombank vormt de Balandbank het verbindingsstuk tussen de Stroom- en de Nieuwpoortbank (niet onderzocht). De diepte van beide banken varieert van 3 tot 8 meter. Hierbij worden de meest ondiepe plaatsen op de Stroombank gevonden.

De onderzochte Kustbanken van de Westkust zijn de Broersbank en Den Oever. Ook werd het dieper gelegen Potje naar zijn macrobenthos onderzocht. Deze banken sluiten onmiddellijk bij het strand aan en hun diepte varieert van 0 tot 8 meter. De meest ondiepe plaatsen zijn gelegen op de Broersbank.

2.2. Staalname

2.2.1. Stationskeuze (figuur 3)

In het totaal werden 40 stations bemonsterd. Deze kunnen opgedeeld worden in 2 groepen: 20 stations gelegen aan de Middenkust en 20 stations aan de Westkust. Dit laat toe de macrobenthische gemeenschappen van twee geomorfologisch analoge gebieden met elkaar te vergelijken.

De stations aan de Middenkust (O-stations) zijn alle gelegen op de Stroom- en de Balandbank. Hierbij zijn de stations zo uitgekozen dat de verschillende geomorfologische eenheden (banktop, zuid- & noordflank) bemonsterd werden.

De stations aan de Westkust zijn gelegen in het Potje en op de Broersbank en Den Oever (P-stations). Gezien de geringe geomorfologische verschillen in dit gebied werd hier geopteerd om 5 transecten loodrecht op de kust, elk met 4 stations te bemonsteren.

2.2.2. Staalname & verwerking op zee

De staalname werd uitgevoerd op 7 en 11 oktober 1994 aan boord van de OOSTENDE XI (samenwerking met de Dienst Der Kusthavens).

Per station werd 1 met lood verzwaarde Van Veen-grijper met een bemonsteringsoppervlak van 0,12 m² genomen. Uit de Van Veen-grijper werd onmiddellijk met een plastic buis (D=1 cm) één deelstaal voor granulometrie genomen. Tevens werden de diepte, de positie, de temperatuur en de saliniteit genoteerd.

De stalen werden met zeewater levend op een 1 mm-zeef opgespoeld en gefixeerd met neutrale formol (8%).

2.3. Omgevingsvariabelen

Voor het uitvoeren van de granulometrie werd per staalname werd één deelstaal aan de hand van een steekbuis (D=1 cm) genomen. Na de staalname werden de deelstalen aan de lucht gedroogd. De korrelgroottedistributie werd bepaald met een Coulter LS 100 met een meetbereik van 2 µm tot 900 µm; in geen enkel station werden partikels groter dan 900 µm gevonden. De volgende gegevens worden bekomen: volume, geometrisch gemiddelde, mediaan, modus, standaarddeviatie, variatiecoëfficiënt en scheefheid. Hiervan zijn de mediaan en de ratio mediaan-modus het meest kenmerkend voor een bepaald sediment: ze worden dan ook in de verdere analyse besproken.

De diepte werd op het moment van de staalname gemeten. Om de verschillende dieptes met elkaar te kunnen vergelijken, moet er natuurlijk ook nog rekening worden gehouden met de getijden: een standaardisatie is noodzakelijk. Aan de hand van de getijdencurven en een getijdenreductiecomputerprogramma, is het mogelijk alle opgemeten dieptes te standaardiseren naar de effectieve diepte bij gemiddeld laag laagwater spring (GLLWS). Om tot deze standaardisatie te komen werd gebruik gemaakt van de Dienst Der Kusthavens.

Andere omgevingsvariabelen die tijdens de staalname opgemeten werden zijn (1) de temperatuur a.h.v. een kwikthermometer en (2) de saliniteit a.h.v. een refractometer (ATAGO S/MILL 8809).

2.4. Bepaling van densiteiten en biomassa

In het labo werden de opgespoelde stalen gekleurd met Bengaals Roze. Dit maakt het makkelijker de dieren te onderscheiden van het sediment.

Aan de hand van decantatie werden de gefixeerde organismen gescheiden van het resterende sediment. Daarna werd het resterende sediment gecontroleerd op eventueel aanwezige zwaardere dieren, vb. Tweekleppigen of Bivalvia.

Vervolgens werden alle gevonden dieren, indien mogelijk, gedetermineerd en geteld tot op soortniveau. Enkel de aanwezige wormen, o.a. Nematoda, Sipunculida en Oligochaeta werden niet verder gedetermineerd.

Na standaardisatie naar "aantal individuen per vierkante meter (ind./m²)" wordt een matrix met de densiteiten per soort en per station bekomen.

Na determinatie en telling werd per soort, per station een schatting van de biomassa, asvrij drooggewicht (ADW), gemaakt. De biomassa werd op een van de volgende manieren bepaald:

1. aan de hand van lengte-biomassa of breedte-biomassa regressies.

Van 2 Polychaeta, *Nephtys cirrosa* en *Nephtys hombergii*, werden de volgende regressies tussen de breedte van het 10^e segment en de biomassa gevonden:

Nephtys cirrosa

$$ADW = 1,672 * B_{10}^{2,919}$$

Nephtys hombergii

$$ADW = 2,826 * B_{10}^{3,426}$$

Van beide soorten werd een eventueel verschil in regressie tussen de Midden- en de Westkust nagegaan. Beide soorten gaven echter een zelfde regressie voor de twee geografische gebieden, zodat dezelfde regressie voor zowel de Midden- als de Westkust werd gebruikt.

De lengte-biomassa regressies voor de Bivalvia (Tweekleppigen), Amphipoda (Vlokkreeftjes) en Decapoda (Krabben en Heremietskreeften) werden opgezocht in de literatuur: VERMEULEN (1982) voor *Abra alba* en *Tellina fabula*, GOVAERE (1978) voor de overige Bivalvia en de Amphipoda en niet gepubliceerde regressies voor de Decapoda.

2. Heel wat soorten Polychaeta waren echter veel te klein (of er waren te weinig volledige individuen) om een regressie op te kunnen stellen. Voor deze soorten werd dan gebruik gemaakt van een gemiddeld individueel gewicht. Dit gemiddeld individueel gewicht werd bekomen uit eigen schattingen (*Magelona papillicornis*, *Eumida sanguinea*, *Anaitides mucosa*, *Sigalion mathildae*, *Sthenelais boa*, *Pectinaria koreni*, *Ophelia limacina* & *Diogenes pugilator*). De gemiddelde individuele gewichten van de overige soorten werd gevonden in CRAEYMEERSCH *et al.* (1993), het betreft hierbij een ook een najaarscampagne.

2.5. Mathematische verwerking

De bekomen densiteitsgegevens werden aan de hand van twee multivariate technieken, TWINSpan (HILL, 1979) & CCA (TER BRAAK, 1988), naar hun structuur onderzocht. Om de grote densiteitsverschillen niet al te zwaar door te laten wegen werd op de volledige dataset een dubbele wortel-transformatie uitgevoerd (SOKAL & ROHLF, 1981; FIELD *et al.*, 1982).

TWINSpan (Two Way INdicator SPecies ANalysis) splitst de verschillende stations dichotomisch op basis van de aanwezigheid en abundantie van de verschillende soorten, zodat een dendrogram bekomen wordt waarbij de meest op elkaar lijkende stations samen gegroepeerd worden.

CCA (Canonical Correspondance Analysis) is een directe gradiëntanalyse. Het is een techniek waarbij stations en soorten geördend worden op basis van ingevoerde omgevingsvariabelen.

3. Resultaten

3.1. Omgevingsvariabelen (tabel 1)

De belangrijkste opgemeten omgevingsvariabelen voor het macrobenthos zullen hier de diepte en de granulometrie zijn. De temperatuur en de saliniteit zijn waarschijnlijk van geringer belang gezien het hier slechts om een momentopname gaat en deze variabelen op eenzelfde plaats sterk kunnen schommelen in de tijd. Hierna worden dan ook enkel de diepte en de granulometrie van het gebied besproken.

De gestandaardiseerde diepte (GLLWS) van alle stations wordt gevonden tussen 1m32 en 8m86. De stations van de Middenkust liggen alle op een diepte van minimaal 3m35 (O18) en maximaal 8m86 (O4), gemiddeld 5m91 (std= 1m74). Deze van de Westkust kunnen gevonden worden tussen 1m32 (P11) en 7m26 (P20), gemiddeld 3m13 (std= 2m92). Op de Westkust zijn echter ook twee stations gelegen in het interdaal: station P9 en P16.

De granulometrie kan het best besproken worden op basis van de mediaan en ratio gemiddelde-mediaan, deze laatste geeft een idee van de scheefheid weer. De mediaan van het ganse studiegebied varieert tussen 13.84 μm (O15) en 658.4 μm (P11). Deze twee stations zijn echter uitbijters in de dataset, ze worden dan ook in de verdere bespreking niet meegerekend. De mediaan van de overige stations kan gevonden worden tussen 171.7 μm (P8) en 397.4 μm (O3). De Middenkust blijkt iets grofzandiger dan de Westkust te zijn met een mediaan tussen 201.1 μm (O17) en 397.4 μm (O3) en een gemiddelde van 261 μm (std= 59 μm). Op de Westkust wordt minimaal een mediaan van 171.7 μm (P8) en maximaal een mediaan van 391.9 μm gevonden (gemiddeld: 227 μm , std= 57 μm). De ratio gemiddelde-mediaan, die een idee van de scheefheid weergeeft, bevindt zich voor het ganse gebied tussen 0.725 (O17 & P20) en 1.199 (O13). Dit houdt in dat het sediment van alle stations goed rond de mediaan gesorteerd is.

Enkel in het station O15 wordt slib aangetroffen. Het sediment van de rest van de stations bestaat enkel uit fijn tot grof zand. Dit is te wijten aan de hoge hydrodynamiek (stromingen en golfslag) waaraan zandbanken en ondiepere subtidale gebieden bloot staan. Vreemd is echter de fijnzandige situatie in de stations P5, P12, P13 & P20. Deze stations zijn alle gelegen op de steile noordoostflank, waar sterke stromingen worden verwacht. De fijnzandige situatie kan hier te wijten zijn aan het voorkomen van *Lanice*-banken, die wat betreft de hydrodynamiek een 'microklimaat' scheppen dat een stabiliteit van een fijner sediment mogelijk maakt.

3.2. Soortensamenstelling

Tijdens de determinatie werden in totaal 83 soorten/taxa geïdentificeerd (tabel 2).

De relatieve soortensamenstelling (figuur 4) van de beide gebieden blijkt ongeveer gelijk te zijn: van alle gevonden soorten/taxa zijn er ongeveer 40% Borstelwormen (Polychaeta), 20% Tweekleppigen (Bivalvia), 15% Vlokkreeftjes (Amphipoda), 5% Krabben en Heremietskreeften (Decapoda) en 20% kleinere taxa.

Wanneer de stations van de Middenkust vergeleken worden met deze van de Westkust op basis van hun soortenrijkdom (figuur 5), valt op dat 11 van de 20 Middenkuststations slechts 4 tot 7 soorten tellen. De meest soortenarme stations van de Westkust bevatten toch nog altijd minimaal 8 soorten.

Het twee soortenrijkste stations (P7 & P20) bevinden aan de Westkust (30 soorten).

3.3. Densiteiten

Een aantal van de gevonden soorten behoren tot het plankton (o.a. larven van Decapoda) en het zeer mobiele hyperbenthos (o.a. garnalen en aasgarnalen). Deze taxa worden met de Van Veen-grijper niet kwantitatief bemonsterd en worden dan ook uitgesloten bij de verdere analyses.

3.3.1. Densiteitsdistributie (figuur 6)

Aan de hand van de totale densiteitsdistributie kan opgemaakt worden dat er meer hogere densiteiten gevonden worden aan de Westkust: minimaal 100-200 ind./m² en maximaal > 6400 ind./m². Aan de Middenkust daarentegen hebben 14 stations een densiteit lager dan 400 ind./m² en bevatten de stations maximaal tot 3200 ind./m².

Wat betreft de densiteitsdistributie van de Polychaeta, wordt ongeveer dezelfde tendens terug gevonden als bij de totale densiteit: (1) de helft van de stations van de Middenkust bevat polychaetendensiteiten van minder dan 100 ind./m² (maximaal 3200 ind./m²); (2) aan de Westkust daarentegen bevat meer dan de helft van de stations meer dan 400 Polychaeta per m² (maximaal > 6400 ind./m²).

Ook de Bivalvia geven het verschil Middenkust-Westkust aan. 13 van de 20 Middenkuststations hebben een bivalvendensiteit van 0-20 ind./m² (maximaal 640 ind./m²). Aan de Westkust worden 13 van de 19 stations met een densiteit hoger dan 20 ind./m² gevonden. 1 Westkuststation bereikt zelfs een bivalvendensiteit van meer dan 1280 ind./m².

De Amphipoda tenslotte bevestigen het densiteitsverschil Middenkust-Westkust eens te meer: (1) de Middenkust met 13 stations met 0-10 ind./m² & maximaal tot 320

ind./m² en (2) de Westkust met 12 stations met meer dan 20 ind./m² & maximaal > 640 ind./m².

3.3.2. Verspreidingskaarten

Figuur 7 toont aan dat het gros van de hogere densiteiten (1000 tot > 8000 ind./m²) gevonden wordt aan de Westkust (9 stations) en blijkbaar in de diepere zones hiervan.

De Middenkust bestaat voornamelijk uit stations met lagere densiteiten (< 1000 ind./m²). Densiteiten lager dan 500 ind./m² kunnen teruggevonden worden op de Stroombanktop. Slechts 3 stations rond de Stroombank hebben een densiteit van 1000 tot 2000 ind./m². Op de Balandbank blijken algemeen densiteiten van 500 tot 1000 ind./m² gevonden te worden (3 stations).

De Polychaeta (figuur 8) vertonen een quasi identieke situatie als de totale densiteiten aan de Westkust. Aan de Middenkust blijven de, qua totale densiteiten, rijkere stations ook rijker wat betreft de Polychaeta, maar binnenin de groep van de armere stations treedt een differentiatie op: 4 stations op en rond de top van de Stroombank onderscheiden zich van de rest van de armere stations door een iets hogere (100-300 ind./m²) polychaetendensiteit. Twee daarvan zijn gelegen op de zuidelijke flank, één is gelegen op de top en het laatste ligt op de noordflank van de Stroombank.

Ook de Bivalvia (figuur 9) vertonen aan de Westkust eenzelfde situatie als de totale densiteiten. Enkel aan de Middenkust treden er aanzienlijke verschillen op: 6 stations bevatten helemaal geen Bivalvia, de twee, qua polychaetendensiteiten rijkere, stations op de zuidflank van de Stroombank zijn ook iets rijker aan Bivalvia en de Balandbank bevat er zeer weinig.

Enkel de densiteiten van de Amphipoda (figuur 10) vertonen een andere situatie op zowel de West- als de Middenkust, maar toch kan opnieuw de algemeen hogere densiteit aan de Westkust waargenomen worden. De Middenkust bevat slechts 9 stations waar Amphipoda gevonden worden. Hiervan zijn er drie op de Balandbank, drie op de Stroombanktop en drie op de noordflank van de Stroombank gelegen.

3.3.3. Relatie omgevingsvariabelen en totale densiteiten

3.3.3.1. Diepte - totale densiteit

Wanneer de totale densiteiten tegenover de diepte wordt uitgezet (figuur 11) blijkt dat de rijkste stations (> 2000 ind./m²) in diepere zones (> 3 m) voorkomen. In deze diepere zones komen ook nog wel heel wat armere stations (< 2000 ind./m²) voor.

Als er in dezelfde grafiek een onderscheid wordt gemaakt tussen de stations van de Westkust (P) en deze van de Middenkust (O) (figuur 12), dan blijken op één na alle rijke

stations aan de Westkust gelegen te zijn en dit tussen de 3 en 8 meter. De armere Westkuststations zijn op één na alle ondieper dan 5 meter.

De stations van de Middenkust bevinden zich alle tussen 3 en 10 meter en hebben op twee stations na alle een densiteit lager dan 1000 ind./m².

3.3.3.2. Mediaan - totale densiteit

In figuur 13 (boven) wordt de totale densiteit tegenover de mediaan van de korrelgrootte-distributie uitgezet. In eerste instantie vallen 2 stations op door hun afwijkende mediaan: (1) O15 met een mediaan van ongeveer 13 μm (ong. 500 ind./m²) en (2) P11 met een mediaan van zo'n 660 μm (ong. 1500 ind./m²). Om een beter kijk op de overige stations te verkrijgen werden deze twee stations even weggelaten.

Na weglaten van O15 en P11 (figuur 13, onder) blijkt dat de hogere densiteiten (>2000 ind./m²) steeds gevonden worden in combinatie met fijnere zanden (160-260 μm). De armere stations (<2000 ind./m²) worden over de ganse range van de mediaan aangetroffen.

Als een onderscheid tussen de Westkust- (P) en de Middenkuststations (O) wordt gemaakt (figuur 14), valt op dat op één na alle stations met meer dan 2000 ind./m² Westkuststations zijn. Wel treedt er bij de armere stations een min of meer homogene mengeling van de stations van de Midden- en Westkust op.

3.3.3.3. Diepte - mediaan

Uit figuur 15 blijkt dat er geen enkel verband tussen de diepte en de mediaan gevonden kan worden. Dit wijst erop dat beide omgevingsvariabelen in deze studie niet met elkaar gecorreleerd zijn en dus dat beide onafhankelijk op het macrobenthos inwerken.

3.3.4. Multivariate technieken

3.3.4.1. Two Way INDicator SPecies ANalysis (TWINSpan) (tabel 3 & figuur 16)

De TWINSpan-analyse op de volledige dataset, met uitsluiting van de zeldzame taxa (slechts 1x in de volledige dataset waargenomen), splitst op het eerste niveau de stations in twee groepen met in beide Middenkust- en Westkuststations. De vier cutlevels werden gekozen aan de hand van een gelijkmatige verdeling van de aantallen over de verschillende cutlevelintervallen.

De eerste afsplitsing gebeurt op basis van de bivalv, *Abra alba* (Witte dunschaal) en *Ensis* sp. (Mesheft), de polychaet, *Lanice conchilega* (Schelpkokerworm) en de amphipode, *Pariambus typicus* (Spookgarnaal), die kenmerkend zijn voor groep I (links op de figuur). De polychaet, *Nephtys cirrosa* (Zandzager) is typisch voor groep II (rechts op de figuur).

Het Middenkuststation O15 clustert samen met de linkse TWIN-groep (rijk). Dit station is echter een arm station. De reden van deze toch wel vreemde TWINSpan-groepering is de totaal afwijkende soortensamenstelling van O15 (tabel 3) en dit is een rechtsreeks gevolg van de mediaan: slechts zo'n 13 μm . Dit station bevat vnl. de bivalven *Barnea candida* (Witte boormossel), enige vindplaats in het studiegebied, en *Ensis* sp. (Mesheft). Daarnaast worden ook nog 5 soorten Polychaeta aangetroffen, waaronder *Nereis succinea* exclusief voor O15. Er wordt dan ook geopteerd dit afwijkende station in de verdere analyses niet meer te gebruiken.

De twee TWINSpan-groepen kunnen op basis van de geografische ligging opgesplitst worden in een Middenkust- en een Westkustgroep. Als de gemiddelde totale densiteit van deze vier groepen vergeleken wordt (figuur 17), blijkt dat groep I duidelijk rijker is dan groep II. Binnen de rijke groep kan zelfs nog een onderscheid worden gemaakt tussen de rijke Westkuststations (gemiddeld 3800 ind./m²) en de rijke Middenkust stations (gemiddeld 2600 ind./m²). Binnen de armere groep kan nauwelijks een verschil tussen de Westkust (gemiddeld 250 ind./m²) en de Middenkust (gemiddeld 300 ind./m²) worden waargenomen.

Figuur 18 (boven) toont de relatie tussen de vier groepen en de gemiddelde diepte. Hierbij kan gesteld worden dat binnen een geografische zone (Midden- en Westkust) de tendens bestaat tot het ondieper worden bij de armere stations: (1) de groep Westkust/Rijk bevindt zich op een gemiddelde diepte van ongeveer 4,5 meter terwijl de groep Westkust/Arm zich slechts op ongeveer 2,5 meter diepte bevindt; (2) de groep Middenkust/Rijk bevindt zich op een diepte van gemiddeld ongeveer 7,5 meter tegenover ongeveer 5,5 meter van de groep Middenkust/Arm.

De relatie tussen de vier groepen en de mediaan van de korrelgrootteverdeling (figuur 18, onder) levert een minder uitgesproken tendens op dan de diepte. Binnenin de geografisch gescheiden zones bestaat de (lichte) trend tot een grover sediment bij de armere stations. Hier tegenover staat de heel hoge standaarddeviatie (Std), die weergeeft dat de variatie wat betreft de mediaan tussen de verschillende stations binnenin één groep sterk kan verschillen.

3.3.4.2. Canonical Correspondance Analysis (CCA) (figuur 19)

Ten slotte worden aan de hand van een directe ordinatie (CCA) de vier groepen, bekomen uit de TWINSpan-analyse, gekoppeld aan de gemeten omgevingsvariabelen. Hierbij wordt speciaal aandacht besteed aan de diepte en de mediaan, gezien hun belang dat reeds vroeger werd aangetoond.

De Eigenwaarden van de canonische assen zijn: (1) $as1 = 0,44$; (2) $as2 = 0,38$ & (3) $as3 = 0,20$. Daaruit blijkt dat de eerste twee assen heel wat van de totale variatie

binnen de dataset bepalen. As3 daarentegen vertegenwoordigt slechts de helft van de variatie van as2 en wordt hier dus niet in rekening gebracht.

De armere stations van de Midden- en de Westkust clusteren grotendeels samen in het linksboven gelegen kwadrant. Ze vertegenwoordigen dus, volgend de as van de diepte, de stations die ondieper gelegen zijn.

De mediaan-as verklaart, zoals verwacht, heel wat minder variatie tussen de rijkere en de armere stations. De stations met de laagste mediaan zijn wel alle rijkere stations, behorend tot de Westkust.

3.4. Biomassa

Biomassabepalingen zijn in deze studie indirecte schattingen van de asvrije drooggewichten van de verschillende soorten in de verscheidene stations. Om tot de totale biomassa op hoger taxonomisch niveau te komen, werden de biomassa's van de verschillende soorten per station, per hoger taxon opgeteld.

Hierbij moeten volledigheidshalve volgende opmerkingen vermeld worden:

* *Ensis* sp. wordt, omwille van de onvolledige individuen en de enorme grootteverschillen, zodat een gemiddeld individueel gewicht waardeloos is, niet in rekening gebracht.

* *Hesionura augeneri* wordt wegens gebrek aan volledige individuen en literatuur uitgesloten bij de biomassaschattingen. *H. augeneri* wordt slechts ongeveer 3,2 mm lang (HARTMANN-SCHRÖDER, 1971) en wordt hier enkel met heel lage densiteiten (tot max. 50 ind./m²) in slechts drie stations gevonden.

* Ook worden enkele soorten geëxcludeerd omwille van hun extreem lage densiteit: maximaal 8 ind./m² in maximaal 1 station.

Aangezien deze studie tot doel heeft de Middenkust en de Westkust te vergelijken en te evalueren naar hun kwetsbare gebieden en aangezien productiebepalingen van het gebied in een volgend studieaspect aan bod komen, werd hier geopteerd de biomassaschattingen op hoger taxonomisch niveau (Polychaeta, Bivalvia, Amphipoda en Decapoda) te evalueren. Enkel de Bivalvia *Macoma balthica* & *Spisula subtruncata*, vanwege hun belangrijkheid als voedselbron voor de Zwarte zeeëend (*M. nigra*) en *Abra alba* & *Tellina fabula*, wegens hun hoge densiteiten, worden op soortniveau besproken.

De biomassa wordt besproken aan de hand van de vier TWIN-groepen uit 3.3.4.1. Op deze manier is het mogelijk aan te duiden of deze gebieden ook wat betreft hun biomassa van elkaar verschillen.

3.4.1. Totale biomassa (figuur 20)

De totale biomassa van het studiegebied kan gevonden worden tussen 60 mg ADW/m² (O9) en 30652 mg ADW/m² (P20).

Net zoals bij de totale densiteiten komt het verschil tussen de vier groepen duidelijk naar voor: een groep met hoge biomassa en een groep met lage biomassa en dit zowel aan de Midden- als de Westkust.

Binnen de geografische zones (Midden- en Westkust) bestaat er een duidelijk verschil tussen de hoge-biomassa groep en de lage-biomassa groep. De rijke Westkuststations bereiken een gemiddeld asvrij drooggewicht (ADW) van ongeveer 15 g/m², de armere Westkustgroep slechts zo'n 2 g ADW/m². Aan de Middenkust wordt hetzelfde fenomeen waargenomen: ongeveer 7,5 g ADW/m² tegenover 1,5 g ADW/m².

Duidelijk is ook het verschil in biomassa tussen de Midden- en de Westkust. Zowel de rijke als de arme groep van de Westkust (resp. 15 g ADW/m² en 2 g ADW/m²) bevatten heel wat meer biomassa dan deze van de Middenkust (resp. 7,5 g ADW/m² en 1,5 g ADW/m²).

3.4.2. Hogere taxa (figuur 21)

Als de totale biomassa (3.4.1.) opgesplitst wordt in de belangrijke hogere taxonomische niveaus (figuur 21), blijkt dat de tendens van de totale biomassa niet bij alle taxa teruggevonden kan worden.

De biomassa van de Polychaeta (figuur 21, linksboven) is duidelijk hoger in de rijkere stations van zowel de Midden- als de Westkust (resp. zo'n 4 en 5,5 g ADW/m²) t.o.v. de armere stations (resp. 1 en 0,5 g ADW/m²). De arme groep Westkuststations is echter, in tegenstelling tot de rijke groep, naar biomassa toe duidelijk armer dan deze van de Middenkust.

De Amphipoda-biomassa, die zeer laag gelegen is, (figuur 21, rechtsboven) vertoont in de beide geografische zones een omgekeerde trend. Aan de Westkust heeft de rijke groep een biomassa van om en bij de 16 mg ADW/m², terwijl de arme stations slechts een biomassa van ongeveer 11 mg ADW/m² hebben. De rijke stations van de Middenkust daarentegen hebben een lagere biomassa (5 mg ADW/m²) dan de armere stationsgroep (9 mg ADW/m²). De Westkust is wat betreft de Amphipoda in beide groepen (arm-rijk) rijker aan biomassa dan de Middenkust.

Naar biomassa toe vertonen de Decapoda (figuur 21, rechtsonder) een totaal vreemd patroon, gaande van maximaal ongeveer 300 mg ADW/m² in de groep Westkust/Arm tot minimaal ongeveer 20 mg ADW/m² in de groep Middenkust/Arm. Dit verschijnsel is te wijten zijn aan de lage densiteiten in combinatie met het soms hoge individueel gewicht.

Een volledig zelfde tendens als bij de totale biomassa kan enkel teruggevonden worden bij de Bivalvia (figuur 21, linksonder): de groep Westkust/Rijk bezit aan Bivalvia gemiddeld ongeveer 9,5 g ADW /m², de groep Middenkust/Rijk 3 g ADW/m², Westkust/Arm 2 g ADW/m² en Middenkust/Arm zo'n 0,5 g ADW/m².

Figuur 22 toont aan dat, in vergelijking met de overige taxa, de biomassa aan Bivalvia aan de Westkust dominant is op de biomassa van de overige hogere taxa: (1) Westkust/Rijk zo'n 60% en (2) Westkust/Arm ongeveer 75% van de totale biomassa. De dominante plaats aan de Middenkust wordt ingenomen door de Polychaeta: (1) Middenkust/Rijk met ongeveer 60% Polychaeta en (2) Middenkust/Arm met zo'n 70% Polychaeta. De Bivalvia nemen echter ook nog een belangrijke plaats in: resp. 30% en 25%. In de armere stations van de beide geografische zones bestaat de tendens tot een belangrijker aandeel in de totale biomassa van de overige taxa, nl. Amphipoda en Decapoda, dan in de twee rijkere stationsgroepen.

3.4.3. Belangrijke Bivalvia

Als voedsel voor de Zwarte zeeëend (*M. nigra*) zijn vooral de bivalven *Spisula subtruncata* en *Macoma balthica* (figuur 23) van belang. Dit is voornamelijk te wijten aan de grootte van deze bivalven: Zwarte zeeëenden (*M. nigra*) kunnen bivalven tot 40 mm lengte als voedsel gebruiken (CRAMP & SIMMONS, 1977). Hoe groter de bivalv, hoe positiever de kosten/baten analyse is.

Hoge biomassa aan *S. subtruncata* (figuur 23, boven) wordt enkel in de Westkust/Rijk groep gevonden (gemiddeld ongeveer 4 g ADW/m²). In de overige stationsgroepen worden ze slechts in heel wat lagere biomassa teruggevonden, gaande van enkele mg (Westkust/Arm) tot 0,5 g ADW/m² (Middenkust/Arm).

De maximale biomassa aan *M. balthica* (figuur 23, onder) wordt ook gevonden in de Westkust/Rijk groep (zo'n 750 mg ADW/m²). Daarnaast wordt *M. balthica* enkel nog gevonden in de Middenkust/Rijk groep en dit met een biomassa van slechts ongeveer 150 mg ADW/m².

De Bivalvia *Abra alba* en *Tellina fabula* (figuur 24) worden hier ook nog in detail behandeld wegens hun hoge densiteiten in bepaalde zones van het studiegebied. Wegens hun kleine afmetingen zijn deze bivalven echter minder geschikt als voedsel voor de Zwarte zeeëend (*M. nigra*).

A. alba (figuur 24, onder) wordt enkel aangetroffen in de twee rijkere groepen en telkens met een ongeveer gelijke biomassa, gemiddeld zo'n 1,5 g ADW/m². In beide armere stationsgroepen komt *A. alba* niet voor.

Beduidende biomassa aan *T. fabula* (figuur 24, onder) wordt enkel gevonden in de Westkust/Rijk groep: 1,6 g ADW/m². Verder wordt *T. fabula* met heel lage biomassa (enkele mg ADW/m²) nog aangetroffen in de beide arme groepen stations.

4. Algemene beschouwingen

4.1. Gemeenschapsstructuur

Wanneer de macrobenthische gemeenschappen binnen het studiegebied vergeleken worden, kan in eerste instantie opgemerkt worden dat de soortensamenstelling van alle stations in grote mate gelijk is. Er kan op basis van soortensamenstelling geen onderscheid worden gemaakt tussen de Midden- en de Westkust. Een vergaande vergelijking van de soortensamenstelling en de densiteiten resulterend uit deze studie met reeds vroeger in het gebied uitgevoerde studies kan niet gemaakt worden. Slechts één onderzoek richtte zich op de volledige macrobenthische gemeenschap van een gedeelte van de Kustbanken t.h.v. Nieuwpoort: GOVAERE (1975). De soortensamenstelling in GOVAERE (1975) is zeer gelijkaardig met deze gevonden in de huidige situatie. Van de Polychaeta worden nu echter enkele genera meer gevonden (o.a. *Glycera*, *Nereis*, *Sigalion*,...), de soorten *Bivalvia* zijn in de twee studies zo goed als identiek en wat betreft de Crustacea worden enkele soorten nu niet meer aangetroffen, het gaat hierbij echter om soorten met heel lage densiteiten.

Enkel op basis van densiteiten kan een effectief onderscheid worden gemaakt tussen de verschillende zones in het gebied. Hierbij is het duidelijk dat zowel aan de Midden- als de Westkust armere en rijkere zones aangetroffen worden. Weliswaar lijkt de Westkust, algemeen gesproken, rijker dan de Middenkust.

De hogere densiteiten aan de Westkust worden voornamelijk gevonden in de dieper gelegen stations. Hierbij is de zeewaarts gelegen zone tussen de 4 en de 8 meter diepte het rijkst aan macrobenthos, zelfs op basis van de *Bivalvia*. Dit laatste lijkt contradicto- risch met de studie van VAN ASSCHE & LOWAGIE (1991), waar de hoogste concentraties aan *Bivalvia* gevonden worden in de ondiepere zones. Weliswaar is de rijkere diepere zone in deze studie, in tegenstelling tot VAN ASSCHE & LOWAGIE (1991), gelegen op de steile noordoostflank van de Kustbanken. De noordoosthelling heeft dus een positieve invloed op het macrobenthos, mogelijks door hier aanwezige sterkere stromingen. Ditzelfde kan ook gezegd worden voor de rijkere stations in het Potje, waar de vloed-schaar ook voor hogere stroomsnelheden zorgt.

In deze studie kunnen geen duidelijke densiteitszones aan de Middenkust afgeba- kend worden. Enkel de zone Balandbank is lichtjes rijker aan macrobenthos dan de meeste overige stations. De overige stations met hoge densiteiten komen niet gegroepeerd voor zodat zones onderscheiden hier erg moeilijk wordt.

Indien de densiteiten van enkele nabij gelegen Vlaamse Banken op het B.K.P., nl. Kwintebank, Gootebank en Buiten Ratel (VANOSMAEL & HEIP, 19??) bekeken wordt, kan

opgemerkt worden dat ook hier tussen de verschillende stations heel grote dichtheitsverschillen optreden en zelfs tussen de verschillende staalnameperiodes binnen één station (VANOSMAEL & HEIP, 1977). De gemiddelde dichtheiten op de drie zandbanken is echter telkens lager dan deze van de rijkere zones op de Midden- en de Westkust. De maximaal waargenomen dichtheid ligt zelfs nog lager dan de gemiddelde dichtheid van de rijke stations aan de Westkust. De dichtheiten van de armere stations van beide gebieden stemmen eerder overeen met de dichtheiten gevonden op de Kwintebank, Gootebank en Buiten Ratel. Verscheidene zones van het gebied van de Kustbanken blijken aan macrobenthos dus duidelijk rijker dan de Vlaamse Banken te zijn.

De hoogste totale biomassa wordt gevonden aan de Westkust en dan voornamelijk in de dieper gelegen zones van het gebied. Weliswaar ligt de in deze studie gevonden biomassa lager dan deze gevonden in GOVAERE (1975), waar minimaal 4,1 en maximaal 38,1 g ADW/m² werd gevonden. In dalende volgorde zijn voornamelijk de Bivalvia, de Polychaeta, de Decapoda en de Amphipoda van belang.

Het grootste deel van de macrobenthische biomassa van het studiegebied wordt dus uitgemaakt door de Bivalvia, met als belangrijkste soorten *Spisula subtruncata*, *Macoma balthica*, *Abra alba* en *Tellina fabula*. Ook in het werk van VAN ASSCHE & LOWAGIE (1991) zijn de Bivalvia dominant en worden *S. subtruncata*, *M. balthica* en *T. fabula* als biomassadominante soorten gevonden. De biomassa ligt in 1991 wel aanzienlijk hoger. GOVAERE (1975) vond dezelfde in 1970-1972, maar met als biomassadominante soorten *A. alba*, *M. balthica* en *T. fabula*.

4.2. Voorkomen Zwarte zeeëend (*M. nigra*)

De Kustbanken voor de Middenkust, Stroom- & Balandbank, en de zone voor de Westkust, Potje, Broersbank & Den Oever, zijn reeds lang bekend als belangrijk overwinteringsgebied voor de Zwarte zeeëend (*M. nigra*) (SEYS *et al.*, 1993). Het is geweten dat de Bivalvia een belangrijke voedselbron voor zeeëenden vormen (MEISSNER & BRAGER, 1990; CRAMP & SIMMONS, 1977). Algemeen kan zelfs gesteld worden dat duikende eenden de belangrijkste Bivalvia-etende vogels van het Palearctische gebied zijn (MEIRE, 1993). De Bivalvia van de Kustbanken blijken nu echter, volgens dichtheiten en biomassa, voornamelijk op de Westkust voor te komen. De Middenkust bevat slechts enkele zones waar de Bivalvia in belangrijke aantallen voorkomen en deze liggen verspreid over het ganse gebied. Verwacht wordt dus dat de Zwarte zeeëenden (*M. nigra*) voornamelijk zullen overwinteren in het voor hen voedselrijkste gebied, nl. de Westkust. Uit literatuurgegevens (MAERTENS *et al.*, 1990; DEVOS *et al.*, 1990) blijkt echter dat het overwinteringsgebied in de winter 1988-1989 zich uitstrekt over zowel de West- als de

Middenkust. In de winter 1992-1993 verbleven de Zwarte zeeëenden (*M. nigra*) voornamelijk op en rond de Balandbank (pers. med. MEIRE P.). Het overwinteringsgebied van deze twee winters stemt dus niet volledig overeen met de verwachtingen uit dit onderzoek. Een mogelijke verklaring voor deze contractie kan het tijdsaspect zijn: wat enkele jaren geleden voorkwam aan macrobenthos in een gebied hoeft niet identiek te zijn als wat nu gevonden wordt. Zo is gekend dat in de winter van 1990-1991 hoge densiteiten aan *Bivalvia*, vnl. *Spisula subtruncata* en *Macoma balthica*, op Den Oever, tussen Koksijde-bad en Oostduinkerke voorkwamen (VAN ASSCHE & LOWAGIE, 1991). Ook in deze studie waren de stations in transecten loodrecht op de kust gelegen. Eén van die transecten (voor Koksijde-bad) komt overeen met het meest noordelijk gelegen transect uit deze studie. Wanneer de vergelijking tussen de staalname van 1991 en deze studie (1994) van dit transect wordt gemaakt, blijkt dat voornamelijk in de ondiepere zones in 1991 heel hoge densiteiten aan *Bivalvia* aangetroffen werden en dit in tegenstelling tot 1994. De recrutering van de planktonische larven van de *Bivalvia* bepaalt in grote mate het al dan niet voorkomen van grote populaties van deze soorten. Enkel temporele studies waarin de populatiedynamica van de *Bivalvia* wordt onderzocht, kunnen een inzicht verschaffen over deze problematiek. Of de gevonden verschillen tussen 1991 en 1994 kunnen te wijten zijn aan veranderingen in de bodem als gevolg van veranderende stromingspatronen (vb. aanleg van strandhoofden) dient nog verder onderzocht te worden.

Literatuur

- Craeymeersch J.A., Brummelhuis E.B.M., Dimmers W., Sistermans W. & Wessel E.G.J. (1993). *Het macrobenthos van de Westerschelde, de Oosterschelde, het Veerse meer en het Grevelingenmeer, najaar 1991*. rapportage in het kader van het Biologisch Monitoring Programma, 53 pp.
- Cramp S. & Simmons K.E.L. (1977). *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East, and North Africa : the Birds of the Western Palearctic*, Vol. 1 : Ostrich to Ducks, Oxford University Press, Oxford, 722 pp.
- Devos K. (1990). *Opmerkelijke aantallen watervogels op de Vlaamse Banken (Noordzee) tijdens het winterhalfjaar 1988-1989*. Oriolus 56(1):1-11.
- Field J.G., Clarke K.R. & Warwick R.M. (1982). *A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 8:37-52.
- Govaere J. (1975). *Kwalitatieve en kwantitatieve analyse van het macrobenthos ter hoogte van Nieuwpoort*. Mededelingen van het Rijksstation voor Zeevisserij, 99:315-327.
- Govaere J. (1978). *Numerieke analyse van het makrobenthos in de Southern Bight*. Doctoraatsthesis RUG, 220 pp. + fig.
- Hartmann-Schröder G. (1971). *Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta*. Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeressteile, Teil 58., 594 pp.
- Hill M.O. (1979). *TWINSPAN - A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes*. Cornell University, Ithaca, New York, 60 pp.
- Kirchhoff K. (1981). *Zur Verbreitung de Überwinternden Meeresenten auf der Offenen Kieler and Lubecker Bucht (westliche Ostsee)*. Corax, 8:197-207.
- Maertens L., Meire P., Devos K. & Kuijken E. (1990). *Vliegtuigtellingen van Watervogels voor de Belgische Kust, winters 1987-1988 en 1988-1989*, Oriolus, 56:12-19.

Meire P.M. (1993). *The Impact of Bird Predation on Marine and Estuarine Bivalve Populations : a Selective Review of Patterns and Underlying Causes*, in Dame R. (Editor), *Bivalve filter feeders and marine ecosystem processes*, NATO Advanced Research Workshop, Springer Verlag (in druk).

Meissner J. & Brager S. (1990). *The Feeding Ecology of Wintering Eiders Somateria mollissima and Common Scoters Melanitta nigra on the Baltic Sea Coasts of Schleswig-holstein, FRG*, Wader Study Group Bulletin, 58:10-12.

Seys J., Meire P., Devos K. & Kuijken E. (1993). *De Kust- en Vlaamse Banken : ecologisch belang, raakvlakken met andere functies en beheerssuggesties*. Concept I.N.

Sokal R. & Rohlf F.J. (1981). *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. Second edition. Freeman, W.H. & Company, San Francisco, 766 pp.

Ter Braak C.J.F. (1988). *CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondance analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1.)*. Agricultural Mat. Group., Ministry of Agriculture and Fisheries, 76 pp.

Van Assche A. & Lowagie H. (1991). *Het voorkomen van de zwarte zeeëend Melanitta nigra (L.) langs de Belgische kust*, stageverslag RUG.

Vanosmael C. & Heip C. (19??). *A comparative study of the macrobenthos of three sandbanks in the Belgian coastal waters in 1980-1984, has sand exploitation an influence on the macrobenthos ?*. rapport.

Vermeulen Y. (1982). *Samenstelling en fluktuatie van de benthische Mollusca in een fijnzandstation voor de Belgische kust met nadruk op de groei en produktie van Tellina fabula Gmelin en Abra alba (Wood)*. IWONL-rapport akademiejaar 1981-82, 49 pp.

Lijst der tabellen en figuren

Tabellen

tabel 1	omgevingsvariabelen
tabel 2	soortenlijst
tabel 3	TWINSpan

Figuren

figuur 1	verspreiding Zwarte Zeeëend winter 1988-1989
figuur 2	studiegebied
figuur 3	staalnameplaatsen
figuur 4	relatieve soortensamenstelling
figuur 5	soortenrijkdom West- t.o.v. Middenkust
figuur 6	densiteitsdistributie West- t.o.v. Middenkust
figuur 7	verspreidingskaart <i>Totale Densiteiten</i>
figuur 8	verspreidingskaart <i>Polychaeta</i>
figuur 9	verspreidingskaart <i>Bivalvia</i>
figuur 10	verspreidingskaart <i>Amphipoda</i>
figuur 11	relatie diepte-totale densiteit
figuur 12	relatie diepte-totale densiteit West- t.o.v. Middenkust
figuur 13b	relatie mediaan-totale densiteit
figuur 13o	relatie mediaan-totale densiteit zonder uitbijters
figuur 14	relatie mediaan-totale densiteit West- t.o.v. Middenkust
figuur 15	relatie diepte-mediaan
figuur 16	TWINSpan-dendrogram
figuur 17	totale densiteit TWIN-groepen
figuur 18b	relatie TWIN-groepen - diepte
figuur 18o	relatie TWIN-groepen - mediaan
figuur 19	CCA-analyse
figuur 20	TWIN-groepen versus totale biomassa
figuur 21	TWIN-groepen versus biomassa hogere taxa
figuur 22	relatieve biomassasamenstelling TWIN-groepen
figuur 23	TWIN-groepen versus biomassa <i>Spisula subtruncata</i> en <i>Macoma balthica</i>
figuur 24	TWIN-groepen versus biomassa <i>Abra alba</i> en <i>Tellina fabula</i>

AMINAL ruimtelijk Omgevingsvariabelen

Diep (m)	01	02	03	04	05	06	07	08	09	010	011	012	013	014	015	016	017	018	019	020
Temp (°C)	7.1	5.93	6.54	8.86	4.04	6.1	6.55	8.2	4.37	4.32	3.6	6.67	5.76	3.51	8.23	3.43	7.8	3.35	6.41	7.37
Sal i (PSU)	13.6	13.4	13.3	13.2	13.3	13.5	13.5	13.3	13.4	13.2	14	13				13.2	13		13	
Medi (µm)	32	32	33	32	30	30	30	29	28	32	27	29				30	30		33.5	
Mm-r	312.1	263.3	397.4	374.3	262.5	209.1	213.6	239.7	248.4	293.6	240.5	211.5	368.9	233.4	13.84	217.3	201.1	223	224.7	216.2
4µ	0.825	0.993	0.999	1.008	0.998	0.994	0.995	1.003	1.014	0.996	0.998	0.992	1.199	0.995	1.153	0.996	0.725	0.996	0.995	1.104
125µ	98.36	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	82.38	100	96.35	100	100	100
63µ	93.18	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	19.31	100	88.56	100	100	100
250µ	91.99	99.06	99.13	99.14	100	98.4	98.86	99.08	100	98.88	99.85	98.32	99.58	98.97	10.99	98.93	83.33	99.33	99.09	97.56
500µ	69.78	57.39	91.88	84.83	57.53	22.98	25.48	43.47	49.01	73.02	43.72	22.36	80.27	39.4	4.99	28.16	25.8	31.02	31.53	34.43
1000	15.13	0.27	24.33	21.74				0.72	1.43	1.49			33.93		1.21		3.14			10.29
(%)			1.38	3.05									17.12							

Tabel 1

Diep (m)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
Temp (°C)	3.35	5.02	2.25	6.78	6.71	2.19	3.14	4	-2.7	2.63	1.32	5.5	5.39	3.78	1.56	-5	1.53	3.65	4.2	7.26
Sal i (PSU)	13.8	14	13.5	13.4	13.3	13.5	13.5	12.5	12.5	13	14	13.2	13.2	13	13.2	13.9	13.2	12.5	13	13.3
Medi (µm)	31	30	32	36	31	32	29	32	37	31	34	32	34	32	32.5	33	36	34	32.5	36
Mm-r	185.2	210.7	232.3	278.2	203	233.2	256.9	171.7	173.4	391.9	658.4	187.3	182.8	246.4	338	189.4	226.8	228.6	200.9	167.8
4µ	0.909	0.992	0.994	1.026	0.998	0.996	1.072	0.997	0.998	1.162	0.984	0.921	0.887	0.991	1.048	1.006	0.993	0.99	0.852	0.725
63µ	99.12	100	100	100	100	100	99.6	100	100	100	99.9	99.24	98.84	100	100	100	99.78	100	98.67	96.2
125µ	96.2	100	100	100	100	100	98.08	100	100	100	99.65	96.9	95.68	100	100	100	98.44	100	94.42	88.16
250µ	91.06	97.73	98.88	98.48	96.77	99.23	95.41	88.81	90.9	100	99.39	92.19	90.89	98.68	100	95.07	94.19	98.06	92.46	79.57
500µ	12.89	24.42	38.94	59.44	22.13	39.37	51.93	6.87	5.93	88.09	95.25	12.84	9.53	47.82	84.48	15.1	39.82	36.54	19.06	8.56
1000				5.32	0	0	18.63			34.89	64.46				13.78		3.37			1.99
(%)				2.04	0	0	1.29			12.29	26.18				2.25		1.17			

Macrobenthos Kustbanken

Soortenlijst

Phylum Nematoda		Nema Phyl
Phylum Sipunculida		Sipu Phyl
Phylum cf. Pogonophora		
	cf. <i>Siboglinum</i> spec	Sibo spec
Phylum Annelida		
Classis Oligochaeta		Olig Clas
Classis Polychaeta		
Familia Magelonidae		
<i>Magelona papilicornis</i>		Mage papi
Familia Nephtyidae		
<i>Nephtys cirrosa</i>		Neph cirr
<i>Nephtys hombergii</i>		Neph homb
Familia Orbiniidae		
<i>Scoloplos armiger</i>		Scol armi
Familia Phyllodocidae		
<i>Anaitides mucosa</i>		Anai muco
<i>Eumida sanguinea</i>		Eumi sang
<i>Eteone longa</i>		Eteo long
<i>Hesionura augeneri</i>		Hesi auge
Familia Syllidae		Syll Fami
<i>Autolytus</i> spec		Auto spec
Familia Hesionidae		
<i>Microphthalmus similis</i>		Micr simi
Familia Spionidae		
cf. <i>Aonides</i> spec		cf. Aoni
<i>Polydora pulchra</i>		Poly pulc
<i>Pygospio elegans</i>		Pygo eleg
<i>Spio filicornis</i>		Spio fili
<i>Spiophanes bombyx</i>		Spio bomb
Familia Opheliidae		
<i>Ophelia limacina</i>		Ophe lima
Familia Glyceridae		
<i>Glycera capitata</i>		Glyc capi
<i>Glycera convoluta/alba</i>		Glyc conv
Familia Nereidae		
<i>Nereis longissima</i>		Nere long
<i>Nereis succinea</i>		Nere succ
Familia Cirratulidae		
<i>Chaetozone setosa</i>		Chae seto
<i>Tharyx marioni</i>		Thar mari
Familia Capitellidae		Capi Fami
<i>Capitella capitata</i>		Capi capi
<i>Notomastus latericeus</i>		Noto late
Familia Terebellidae		
<i>Lanice conchilega</i> + juv.		Lani conc/Juve

Tabel 2

	Familia Oweniidae	
	<i>Owenia fusiformis</i>	Owen fusi
	Familia Pectinariidae	
	<i>Pectinaria koreni</i>	Pect kore
	Familia Sigalionidae	
	<i>Pholoë inorata</i>	Phol inor
	<i>Sigalion mathildae</i>	Siga math
	<i>Sthenelais boa</i>	Sthe boa
	Familia Polynoidae	
	<i>Harmothoe spec</i>	Harm spec
Phylum Mollusca		
Classis Bivalvia		Biva Clas
	Familia Donacidae	
	<i>Donax vittatus</i>	Dona vitt
	Familia Scrobiculariidae	
	<i>Abra alba</i>	Abra alba
	<i>Macoma balthica</i>	Maco balt
	Familia Tellindae	
	<i>Tellina fabula</i>	Tell fabu
	<i>Tellina tenuis</i>	Tell tenu
	Familia Mactridae	
	<i>Mactra corralina</i>	Mact corr
	<i>Spisula solida</i>	Spis soli
	<i>Spisula subtruncata</i>	Spis subt
	Familia Solenidae	
	<i>Ensis spec</i>	Ensi spec
	Familia Veneridae	
	<i>Venerupis pullastra</i>	Vene pull
	Familia Pholadidae	
	<i>Barnea candida</i>	Barn cand
	Familia Montacutidae	
	<i>Montacuta ferruginosa</i>	Mont ferr
	Familia Mytilidae	
	<i>Mytilus edulis juv.</i>	Myti Juve
Classis Gastropoda		
	Familia Nassariidae	
	<i>Hinia reticulata</i>	Hini reti
Phylum Arthropoda		
Classis Crustacea		
Subclassis Copepoda		
Ordo Calanoida		Cala Orde
(Ordo) niet-Calanoida		Nica Ordo
Subclassis Cirripedia		
	Familia Balanidae	
	<i>Balanus spec.</i>	Bala spec
Subclassis Branchiopoda		Bran SuCl

Tabel 2

Subclassis Malacostraca		
Ordo Cumacea		
	Familia Pseudocumatidae	
	<i>Pseudocuma gilsoni</i>	Pseu gils
	Familia Diastylidae	
	<i>Diastylis bradyi</i>	Dias brad
Ordo Tanaidacea		
	Familia Leptognathiidae	
	<i>Pseudoparatanaïs batei</i>	Pseu bate
Ordo Mysidacea		
	Familia Mysidae	
	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	Gast spin
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	Meso slab
Ordo Isopoda		
	Familia Circolanidae	
	<i>Eurydice pulchra</i>	Eury pulc
	Familia Idoteidae	
	<i>Idotea lineata</i>	Idot line
Ordo Amphipoda		
	Subordo Gammaridea	Gamm SuOr
	Familia Oedicerotidae	
	<i>Pontocrates altamarinus</i>	Pont alta
	Familia Haustoriidae	
	<i>Bathyporeia spec</i>	Bath spec
	<i>Urothoe brevicornis</i>	Urot brev
	<i>Urothoe poseidonis</i>	Urot pose
	Familia Leucthoidae	
	<i>Leucothoe incisa</i>	Leuc inci
	Familia Atylidae	
	<i>Atylus swammerdami</i>	Atyl swam
	Familia Aoridae	
	<i>Microdeuteropus maculatum</i>	Micr macu
	Subordo Caprellidea	
	Familia Caprellidae	
	<i>Pariambus typicus</i>	Pari typi
	<i>Phisica marina</i>	Phti mari
Ordo Decapoda		
	zoea-larve	Deca zoea
	<i>Crangon crangon</i>	Cran cran
	<i>Diogenes pugilator</i>	Diog pugi
	<i>Pontophilus trispinosus</i>	Pont tris
	<i>Portumnus latipes</i>	Port lati
	<i>Thio scutellata</i>	Thio scut
	<i>Upogebia deltaura</i>	Upog delt
Phylum Echinodermata		
Classis Ophiuroidea		
	<i>Ophiura ophiura</i>	Ophi ophi
Classis Echinoidea		
	<i>Echinocardium cordatum</i>	Echi cord

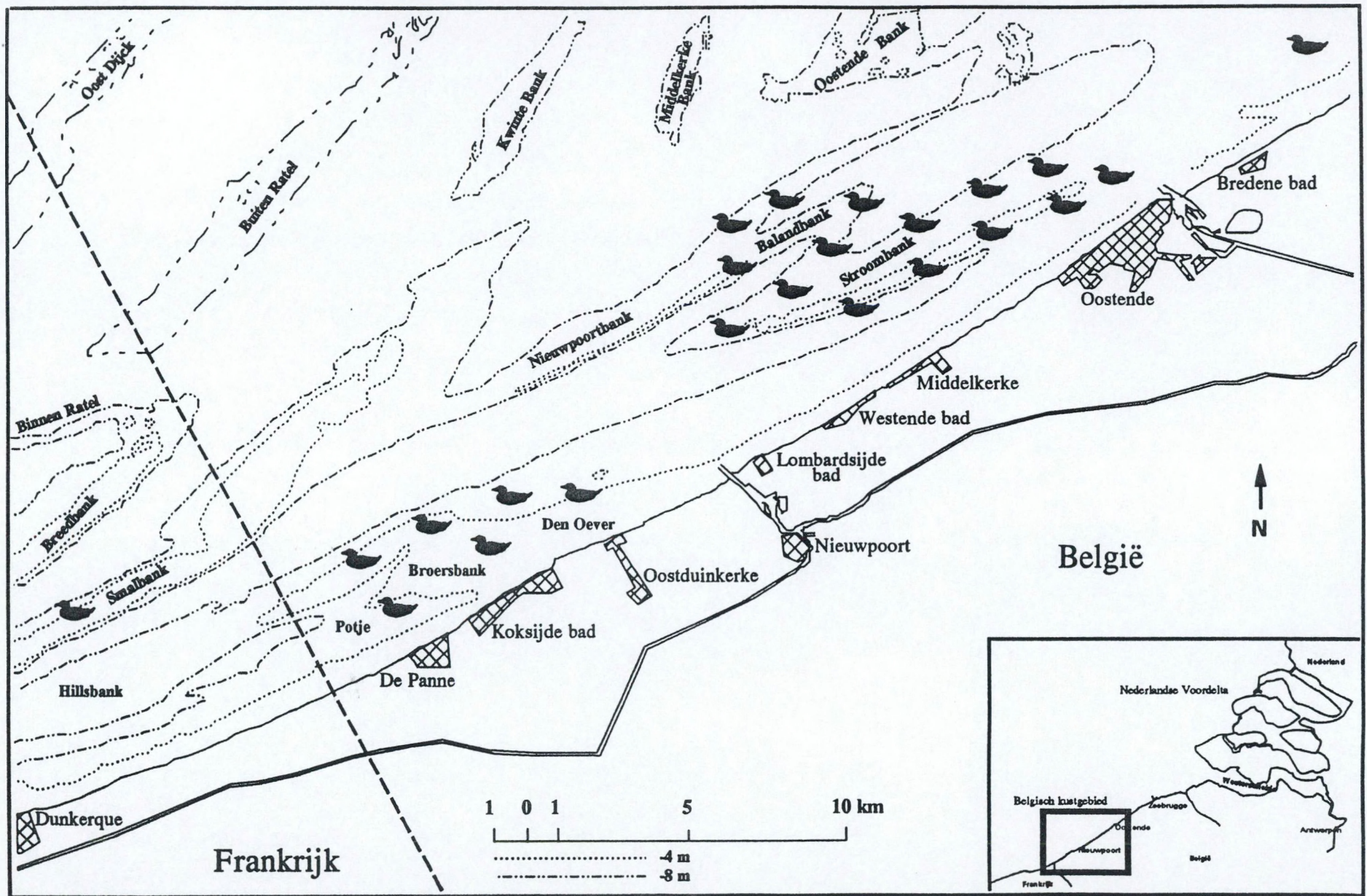
Tabel 2

7	Neph	homb	112231234	--121	----	1----	1----	1-1----	0000
26	Siga	mati	1-2121	-----	-----	1-----	-----	-----	00010
38	Tell	fabu	2-33433	-4----	-1----	11----	1-----	-----	00010
10	Eumi	sang	3---4	4344-4	-----	2-1----	-----	-----	00011
31	Capi	capi	11-12	-422-1	-----	1-----	-----	1----	00011
45	Mont	ferr	--2----	-3-----	-----	-----	-----	1	00011
58	Leuc	inci	1-112	-1-32	-----	1-1----	-----	-----	00011
22	Chae	seto	-----	11-----	-----	-----	-----	-----	0010
41	Maco	balt	-1-11	-1-1-	-----	-----	-----	-----	0010
47	Hini	reti	---22	12-2-	-----	-----	-----	-----	0010
53	Idot	line	----	2-----	-----	-----	-----	-----	0010
13	Auto	spec	1-----	1-12	-----	-----	-----	-----	00110
23	Noto	late	----122	232-2-	-----	-----	-----	-----	00110
24	Lani	conc	2-121	-3443-2	-----	-----	-----	-----	00110
37	Abra	alba	-2122	23442-21	-----	-----	1-----	-----	00110
49	Bala	spec	-----	3-----	2-----	-----	-----	-----	00110
29	Pect	kore	-----	1-----	-----	-----	-----	-----	00111
30	Thar	mari	1-----	3-----	-----	-----	-----	-----	00111
33	Capi	Fami	-----	1-----	-----	-----	-----	-----	00111
65	Ophi	ophi	-----	31-----	-----	-----	-----	-----	00111
20	Nere	long	-----	3312	-----	-----	-----	-----	01000
27	Sthe	boa	-----	11-1	-----	-----	-----	-----	01000
4	Olig	Clas	-----	3-112	-----	-----	-----	-----	01001
9	Eteo	long	1-----	1-----	-----	-----	-----	-----	01001
11	Anai	muco	-----	1123212	-----	-----	1--	-----	01001
16	Spio	fili	-----	11-----	-----	-----	-----	-----	01001
17	Poly	pulc	-----	2-1	-----	-----	-----	-----	01001
21	Nere	succ	-----	1-----	-----	-----	-----	-----	01001
25	Lani	Juve	-----	2-----	-----	-----	-----	-----	01001
28	Phol	inor	-----	1-----	-----	-----	-----	-----	01001
42	Vene	pull	---	111-2	-----	-----	-----	-----	01001
44	Barn	cand	-----	3-----	-----	-----	-----	-----	01001
59	Micr	macu	-----	1-2-4	-----	-----	-----	-----	01001
60	Atyl	swam	-----	1-----	-----	-----	-----	-----	01001
61	Pari	typi	1--12	-2-24-41	-----	-----	-----	-----	01001
19	Glyc	capi	-----	1-3121	-----	-----	1	-----	01010
15	Spio	bomb	1--1	-12141-2	-----	11-----	1--1	-----	01011
18	Glyc	conv	---	22-1-1	-----	1-----	-----	-----	01011
32	Harm	spec	-----	1-21-1	-----	1-----	-----	-----	01011
39	Spis	subt	--1-	-2222-41	-----	1-----	1-----	1	01011
14	Micr	simi	-----	24-----	-----	-----	2-2	-----	011
40	Spis	solu	-----	1-1-----	-----	-----	1-----	-----	011
43	Ensi	spec	1--422	224123-4	-----	11--1--1--1--1--21	-----	-----	011
5	Mage	papi	4-444	44-1--444	2121-14221-21-11	-----	-----	-----	10
56	Urot	pose	2-11	-21-----	1111-1--1	-----	-----	-----	10
62	Diog	pugi	-1-	-1-----	1-1-----	-----	-----	-----	10
12	Hesi	auge	-----	2-----	-----	-----	2--1	-----	1100
46	Myti	Juve	-----	24-----	-----	-----	1313	-----	1100
1	Nema	Phyl	2221	134443133-2-1121-12-122	24232312	-1-	-----	-----	1101
2	Sipu	Phyl	-----	2-----	-----	1-----	1-----	-----	1101
35	Biva	spec	-----	1-----	-----	1-----	-----	-----	1101
63	Port	lati	---	1--1-2	-----	1-----	11-1-11-1--	-----	1101
8	Scol	armi	-----	1-----	-----	11-1-1--1--1--111	-----	-----	11100
34	Ophe	lima	-----	-----	-----	-----			

Tabel 3

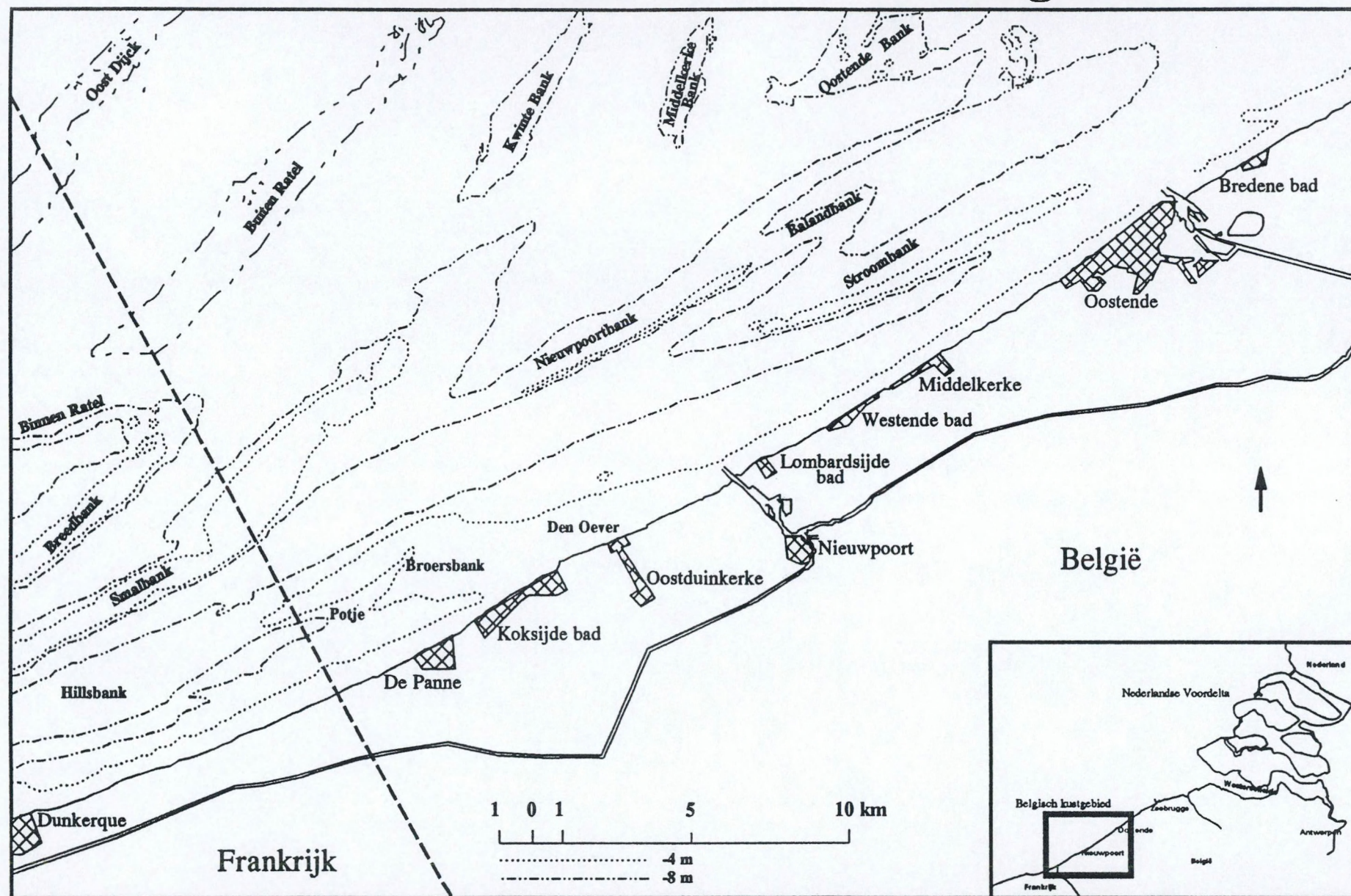
Macrobenthos Kustbanken - Zwarte Zeeëend in 1988-1989

Figuur 1



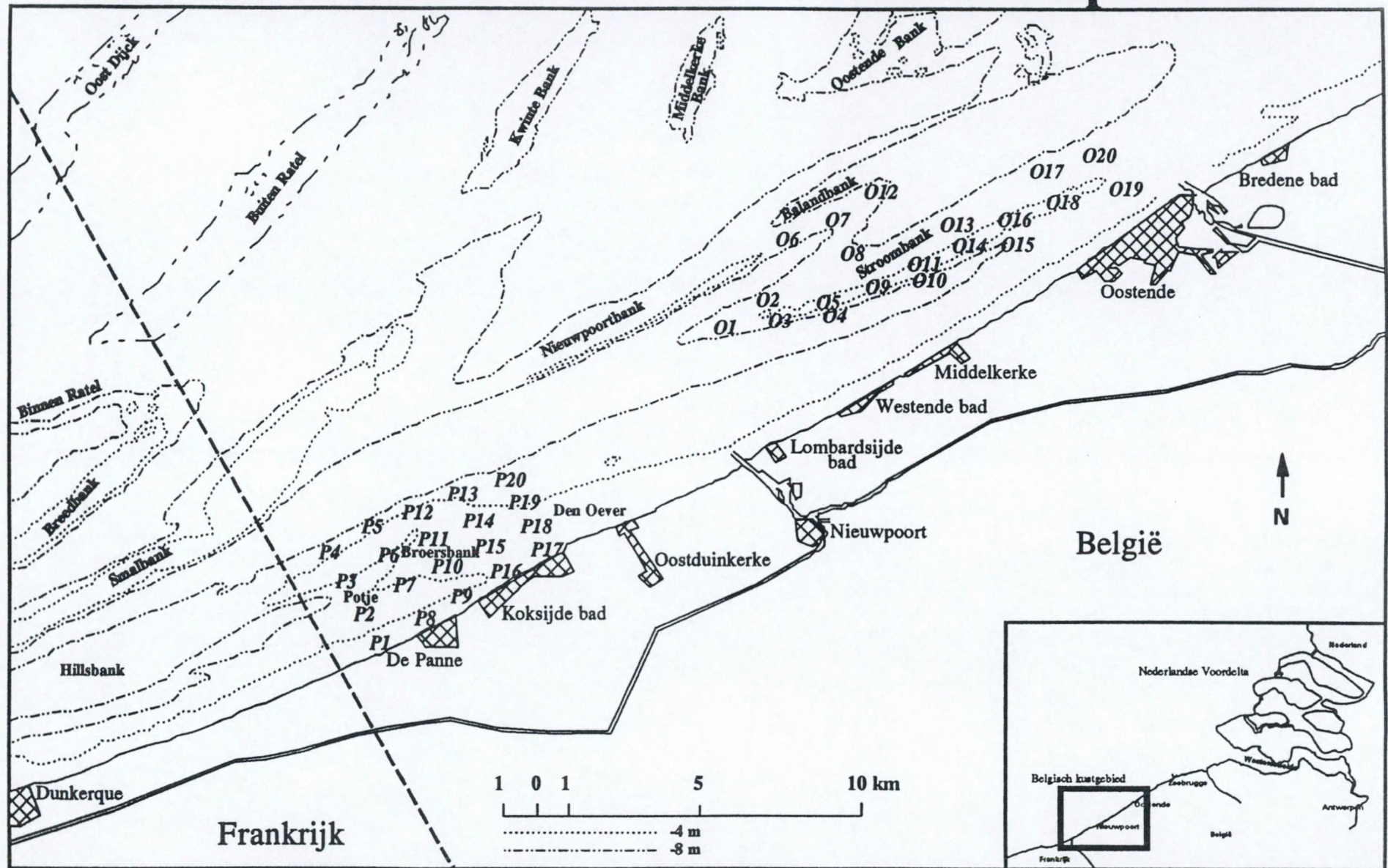
Macrobenthos Kustbanken - Studiegebied

Figuur 2



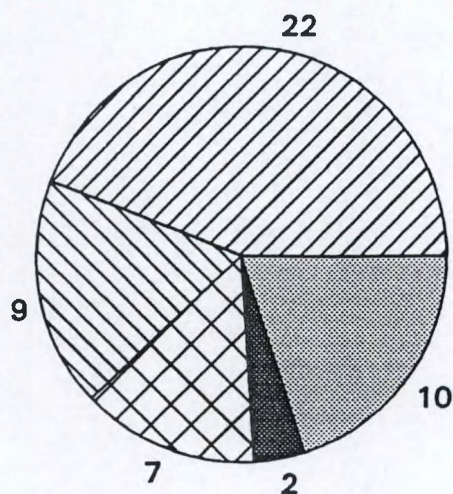
Macrobenthos Kustbanken - Staalnameplaatsen

Figuur 3

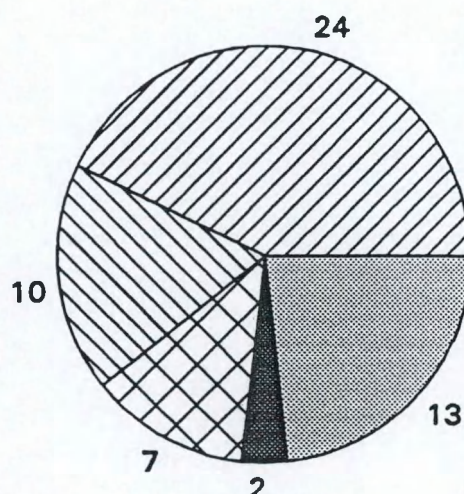


Macrobenthos Kustbanken

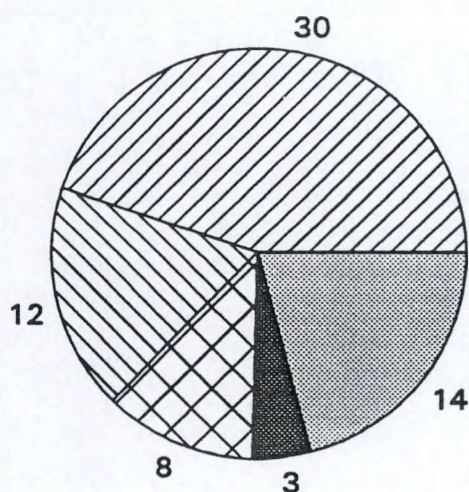
Soortensamenstelling



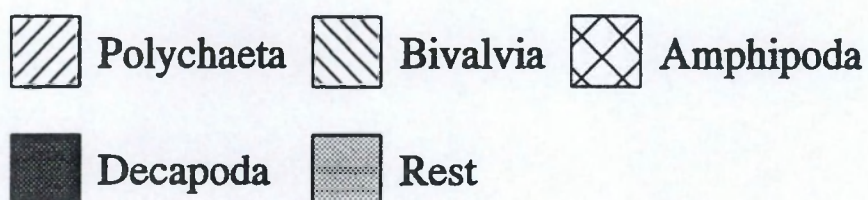
Middenkust



Westkust



Samen

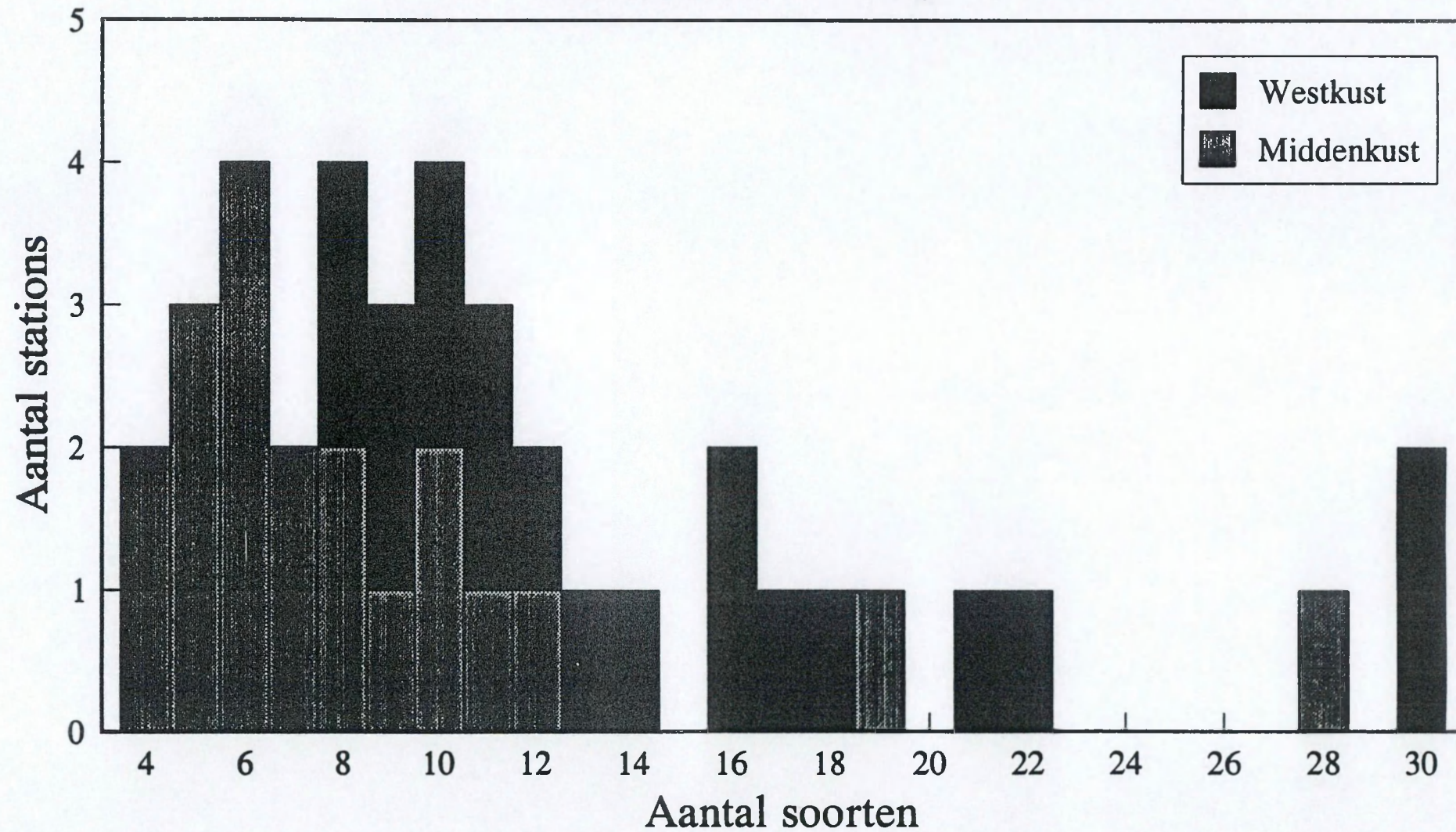


Figuur 4

Macrobenthos Kustbanken

Soortensamenstelling

Figuur 5

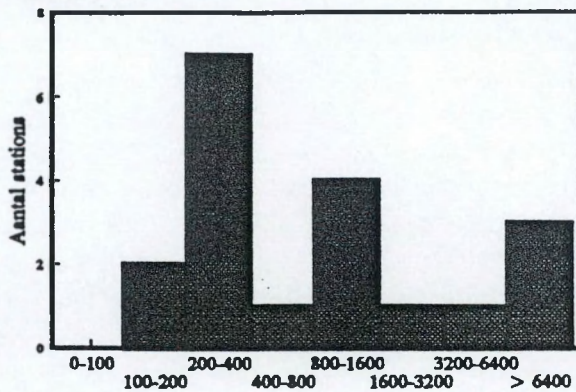
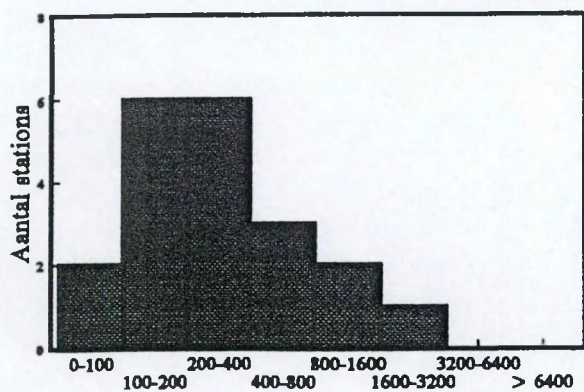


Macrobenthos Kustbanken Densiteitdistributie

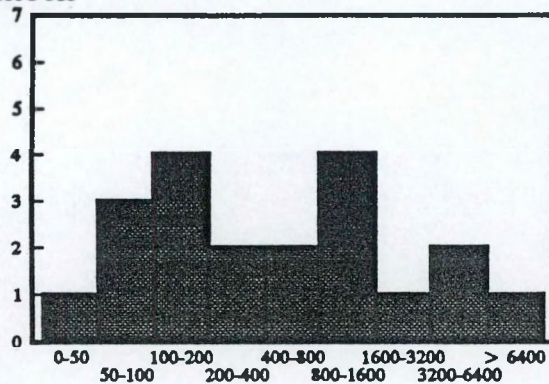
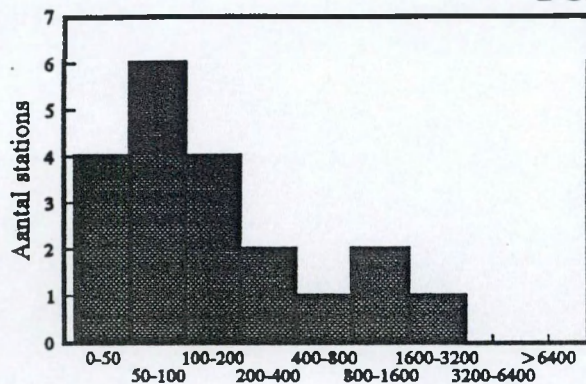
Middenkust

Westkust

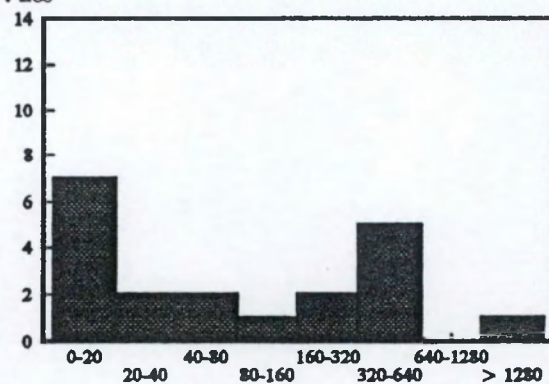
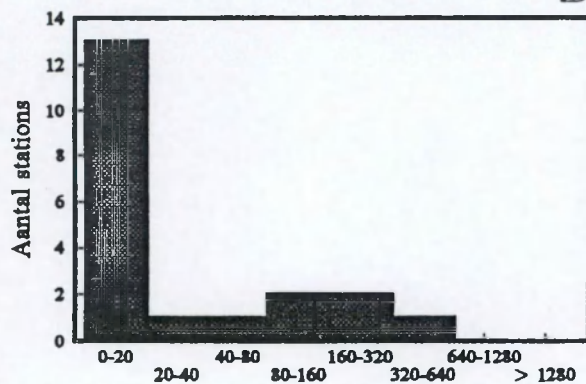
Totale densiteit



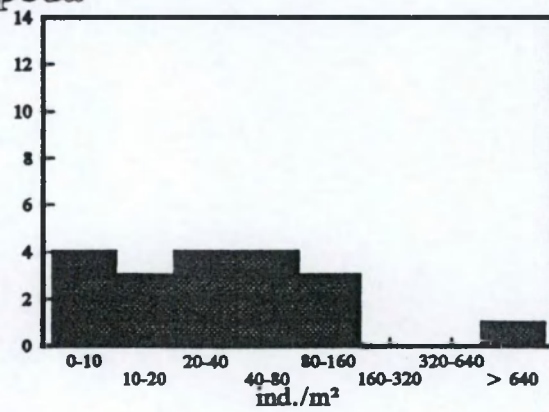
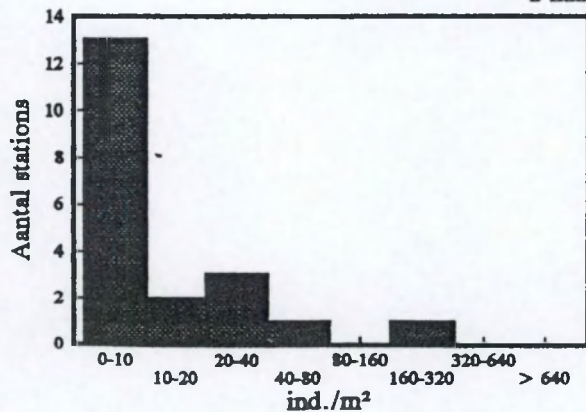
Polychaeta



Bivalvia



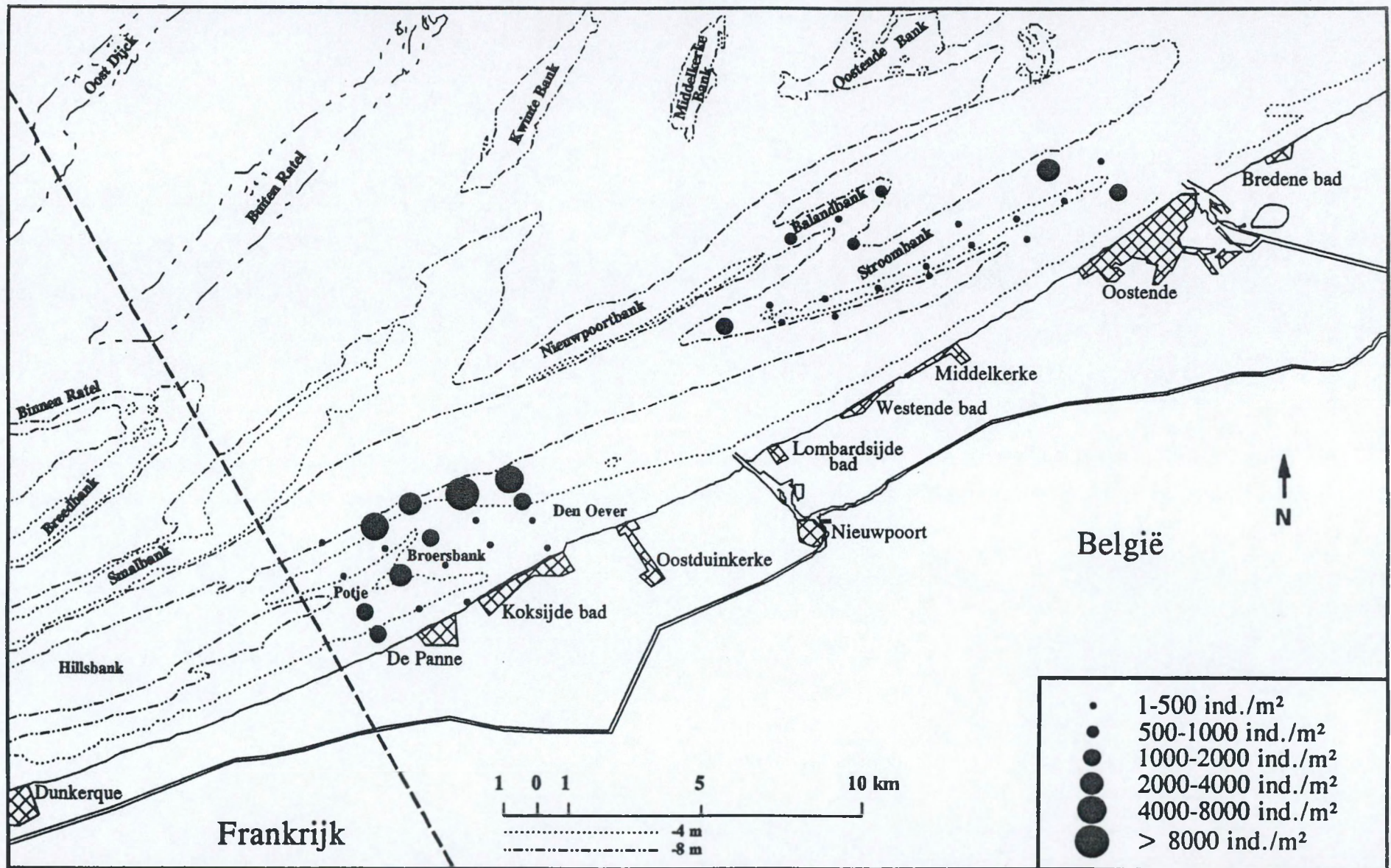
Amphipoda



Figuur 6

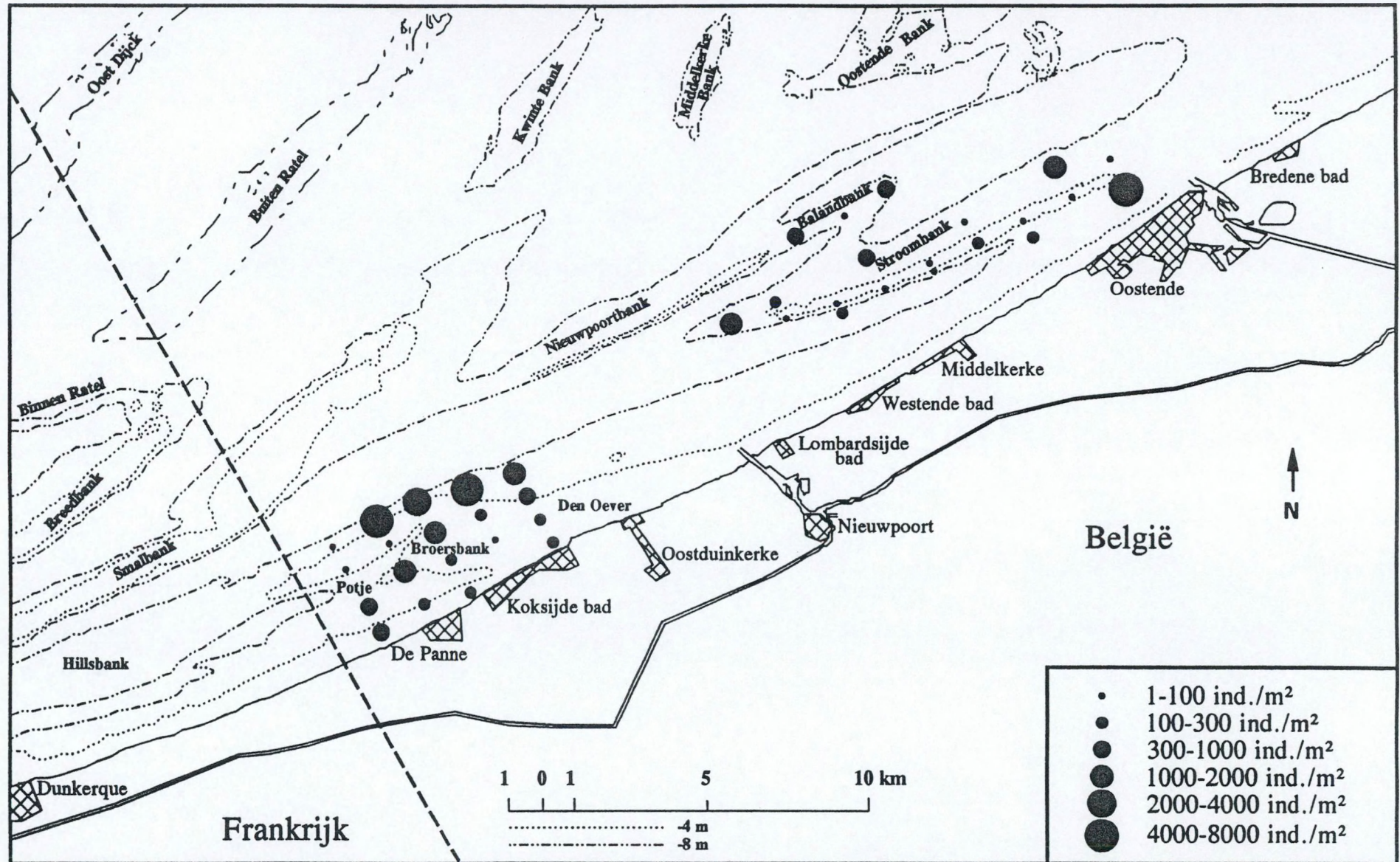
Macrobenthos Kustbanken - Totale densiteiten

Figuur 7



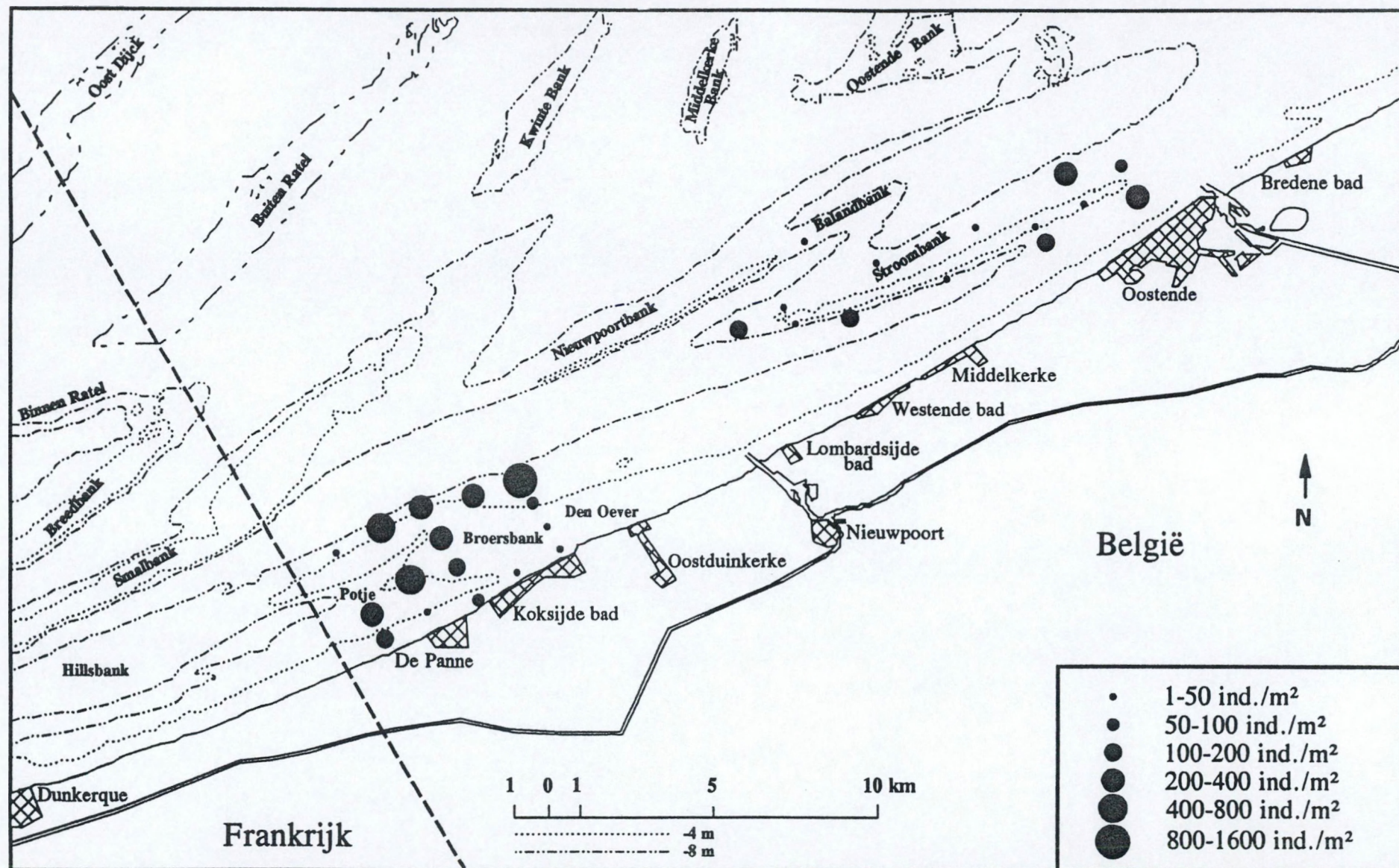
Macrobenthos Kustbanken - Densiteiten Polychaeta

Figuur 8



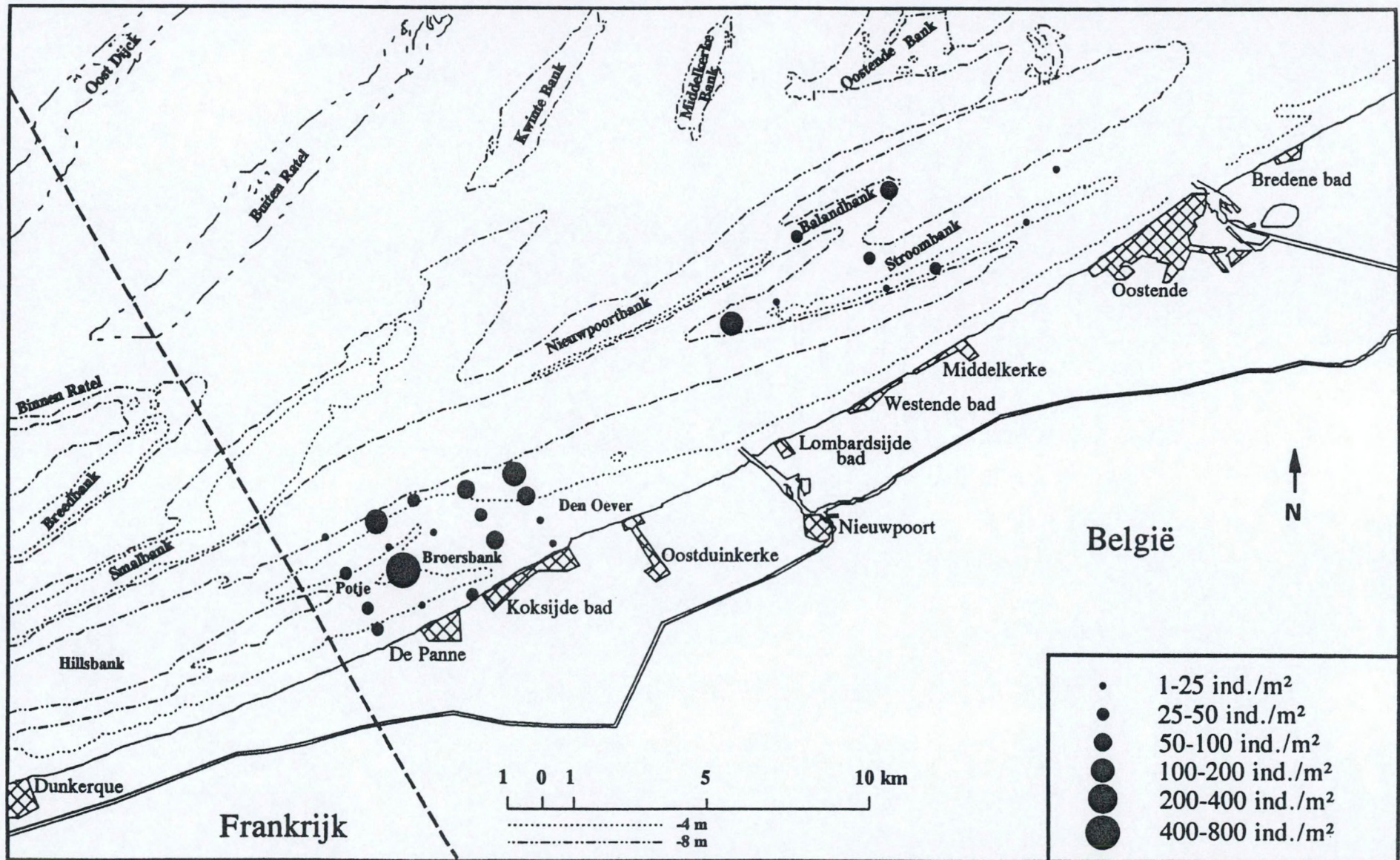
Macrobenthos Kustbanken - Densiteiten Bivalvia

Figuur 9

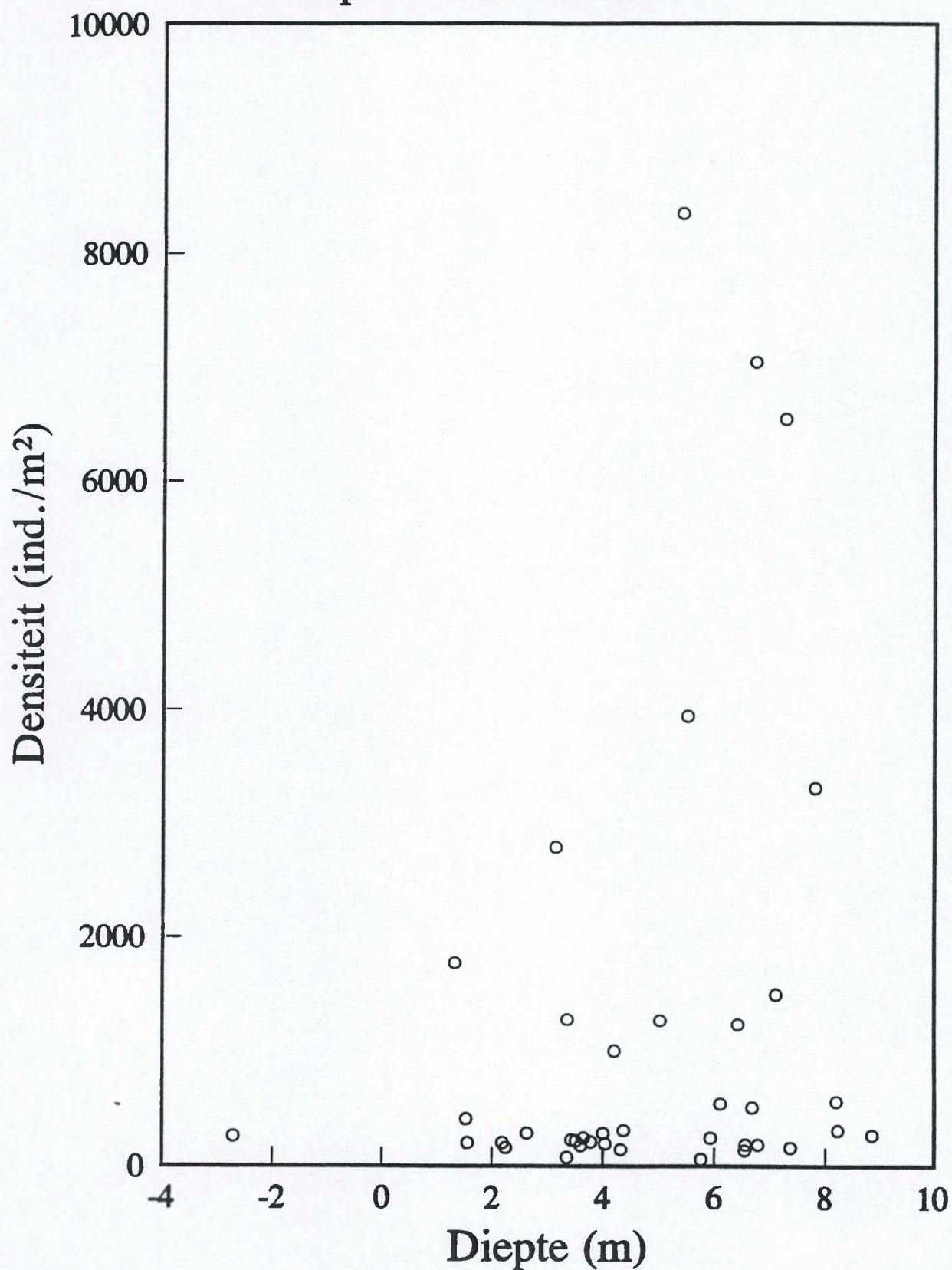


Macrobenthos Kustbanken - Densiteiten Amphipoda

Figuur 10



Diepte-totale densiteit

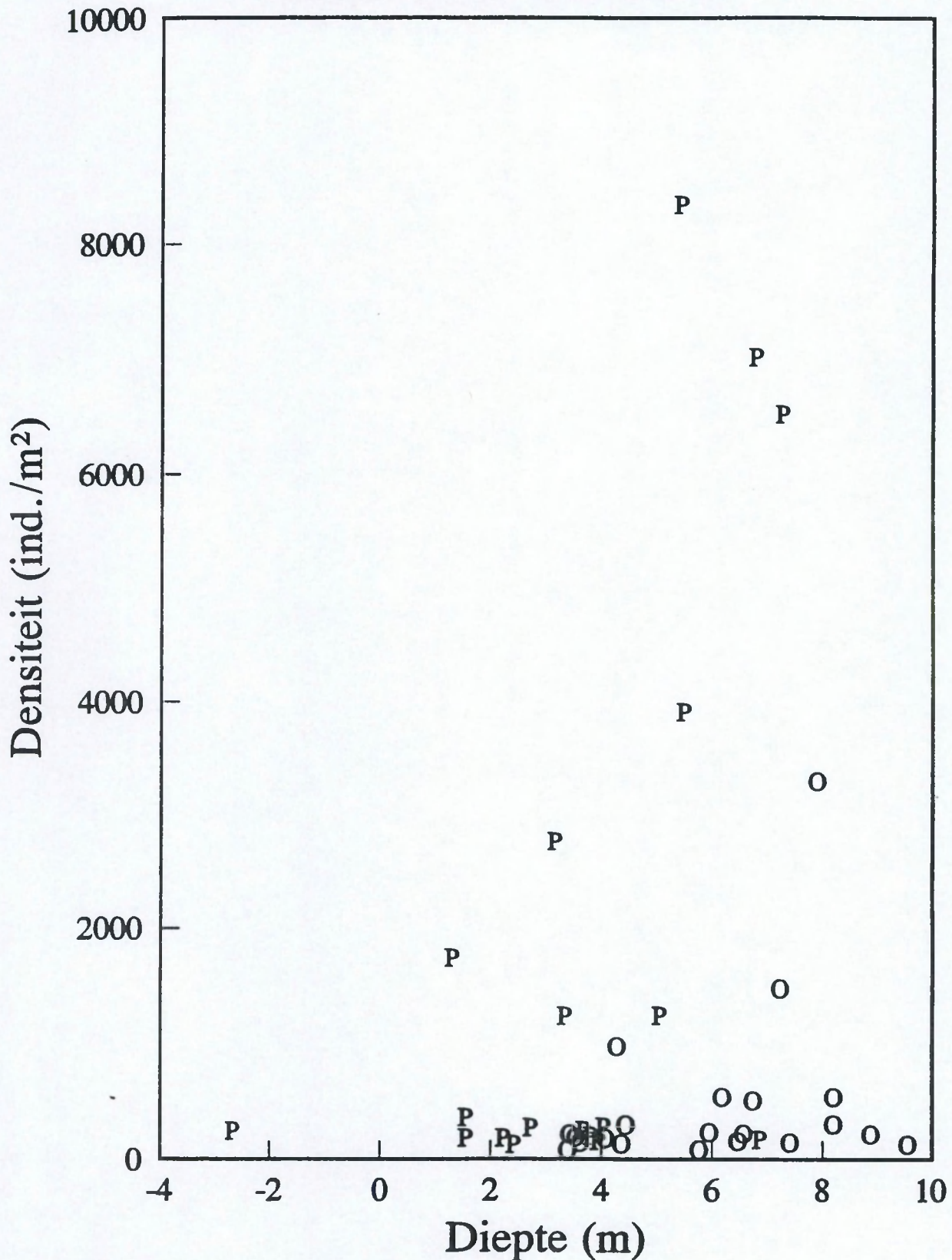


Figuur 11

Macrobenthos Kustbanken

Relatie omgevingsvariabelen-densiteiten

Diepte-totale densiteit

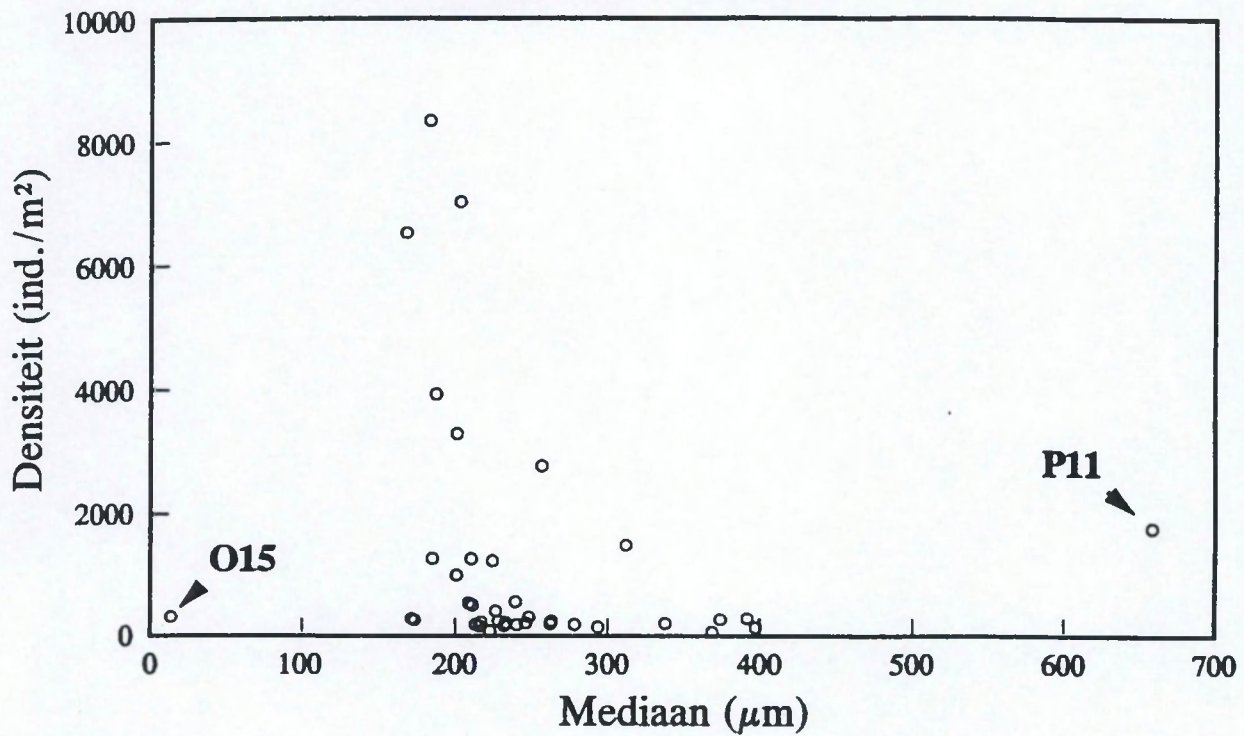


Figuur 12

Macrobenthos Kustbanken

Relatie omgevingsvariabelen-densiteiten

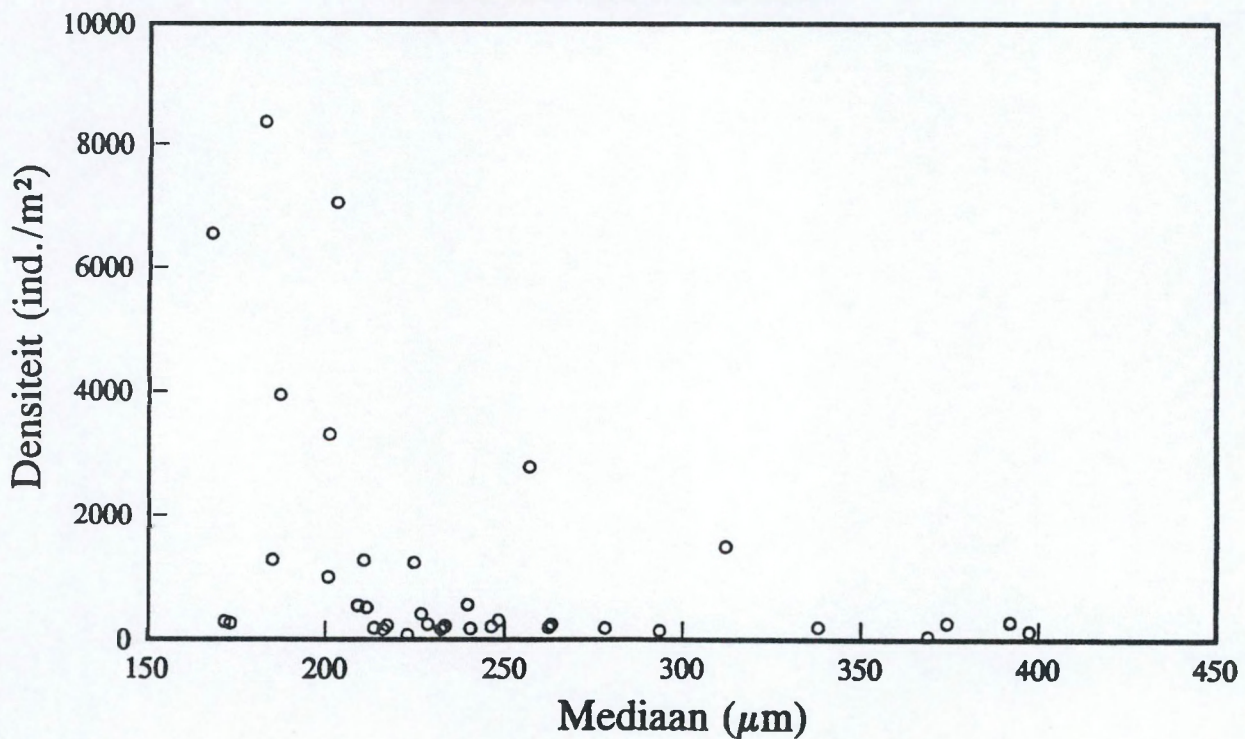
Mediaan-totale densiteit



Macrobenthos Kustbanken

Relatie omgevingsvariabelen-densiteiten

Mediaan-totale densiteit

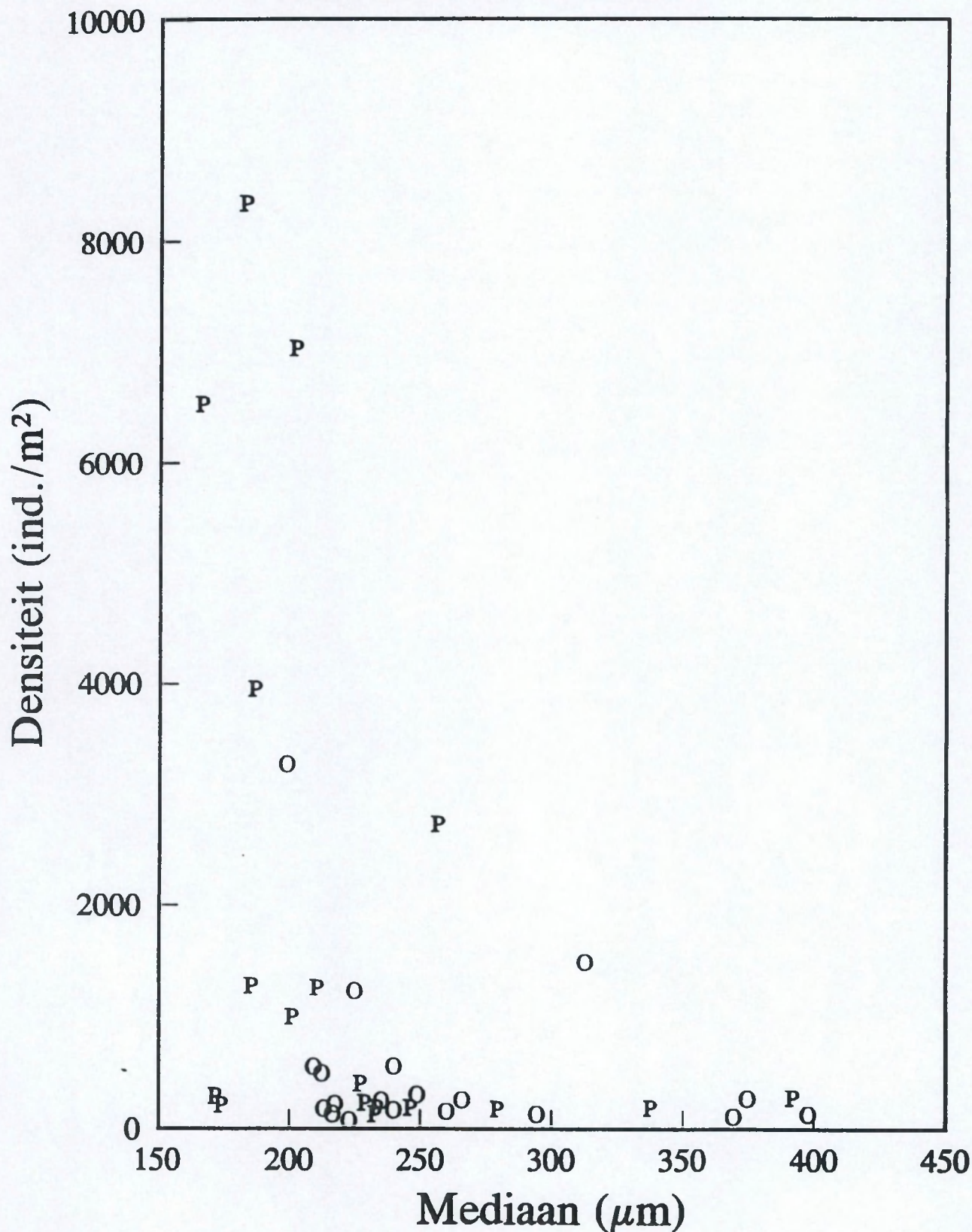


Figuur 13

Macrobenthos Kustbanken

Relatie omgevingsvariabelen-densiteiten

Mediaan-totale densiteit

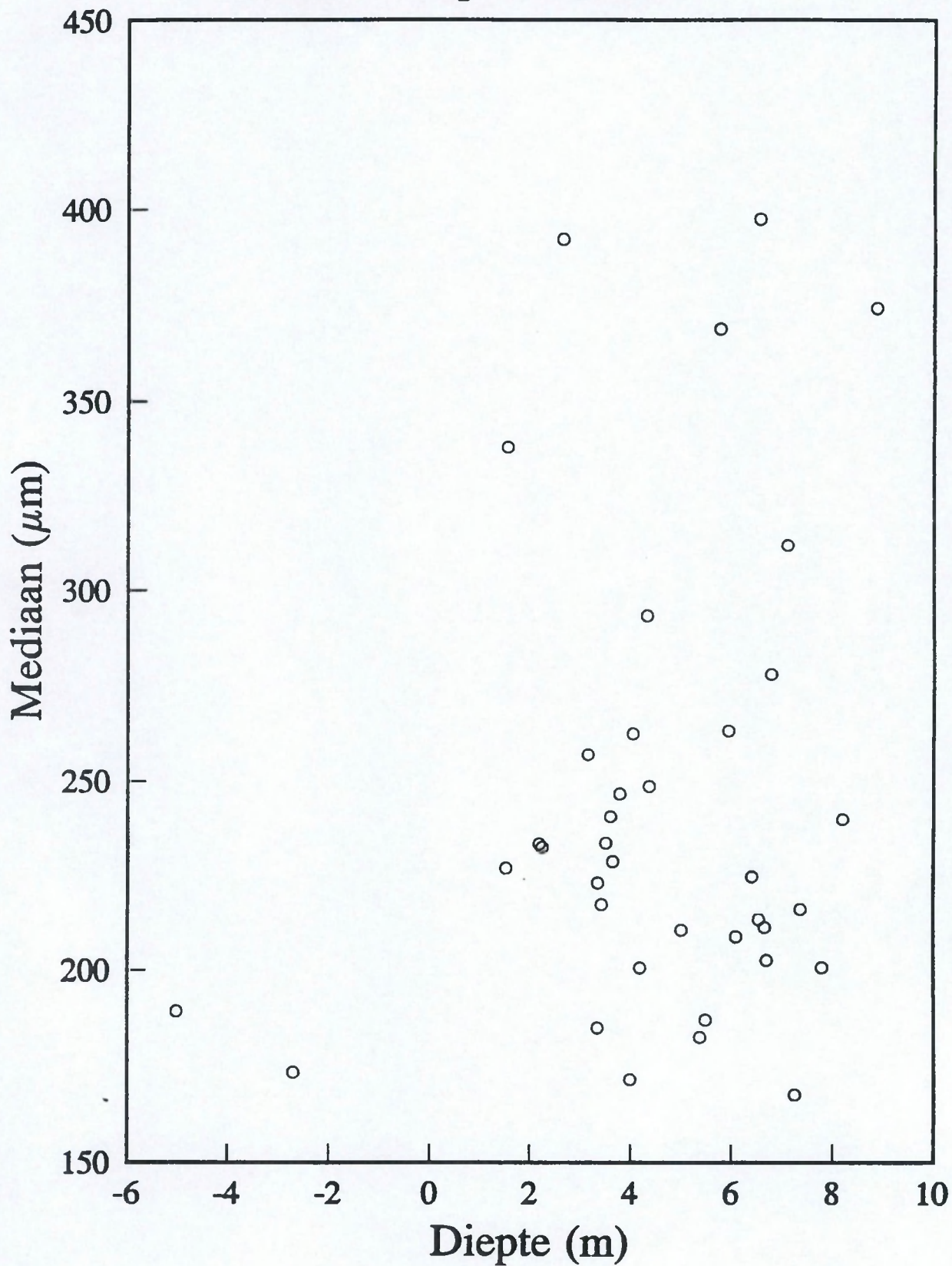


Figuur 14

Macrobenthos Kustbanken

Omgevingsvariabelen

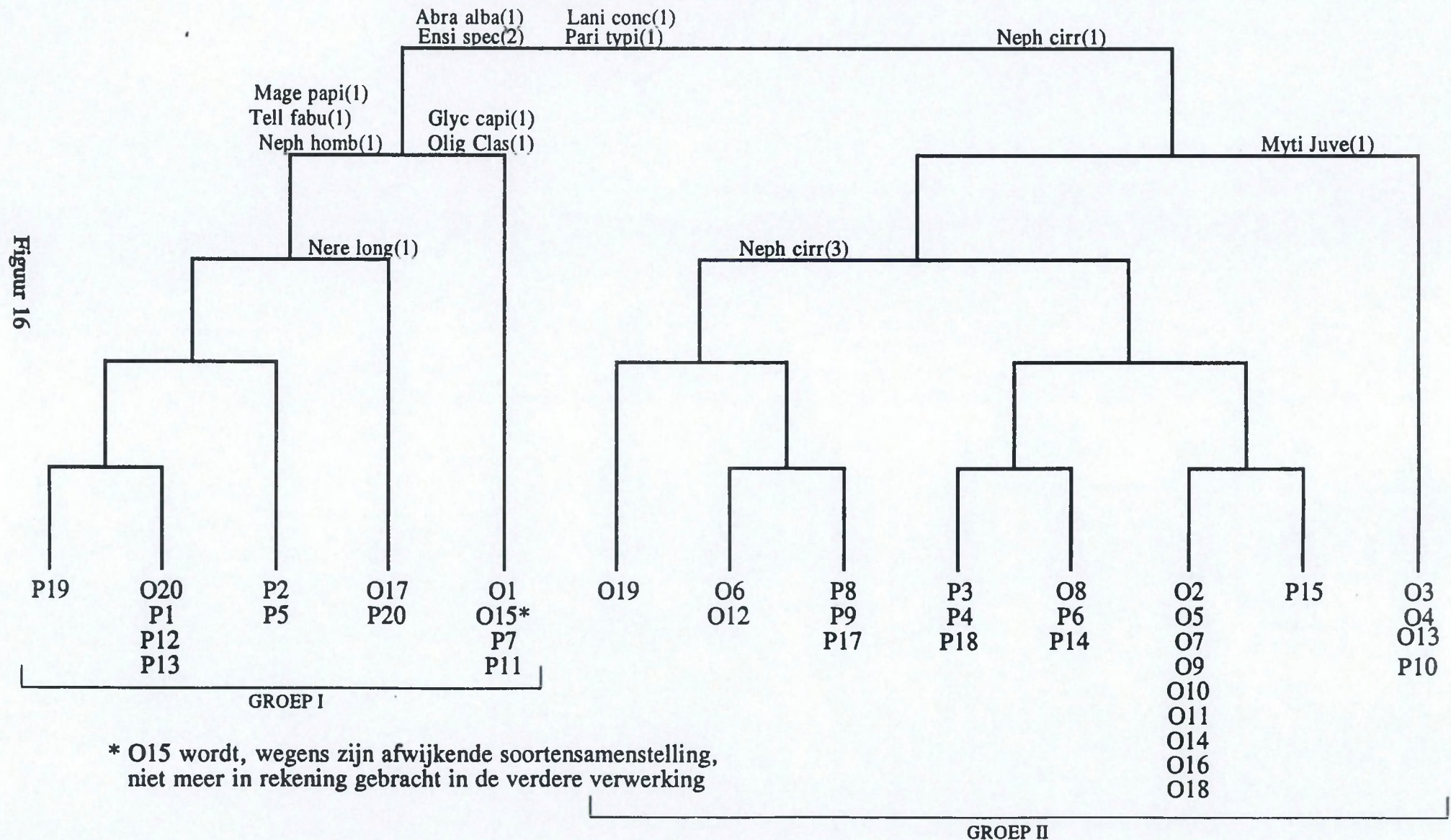
Relatie diepte-mediaan



Figuur 15

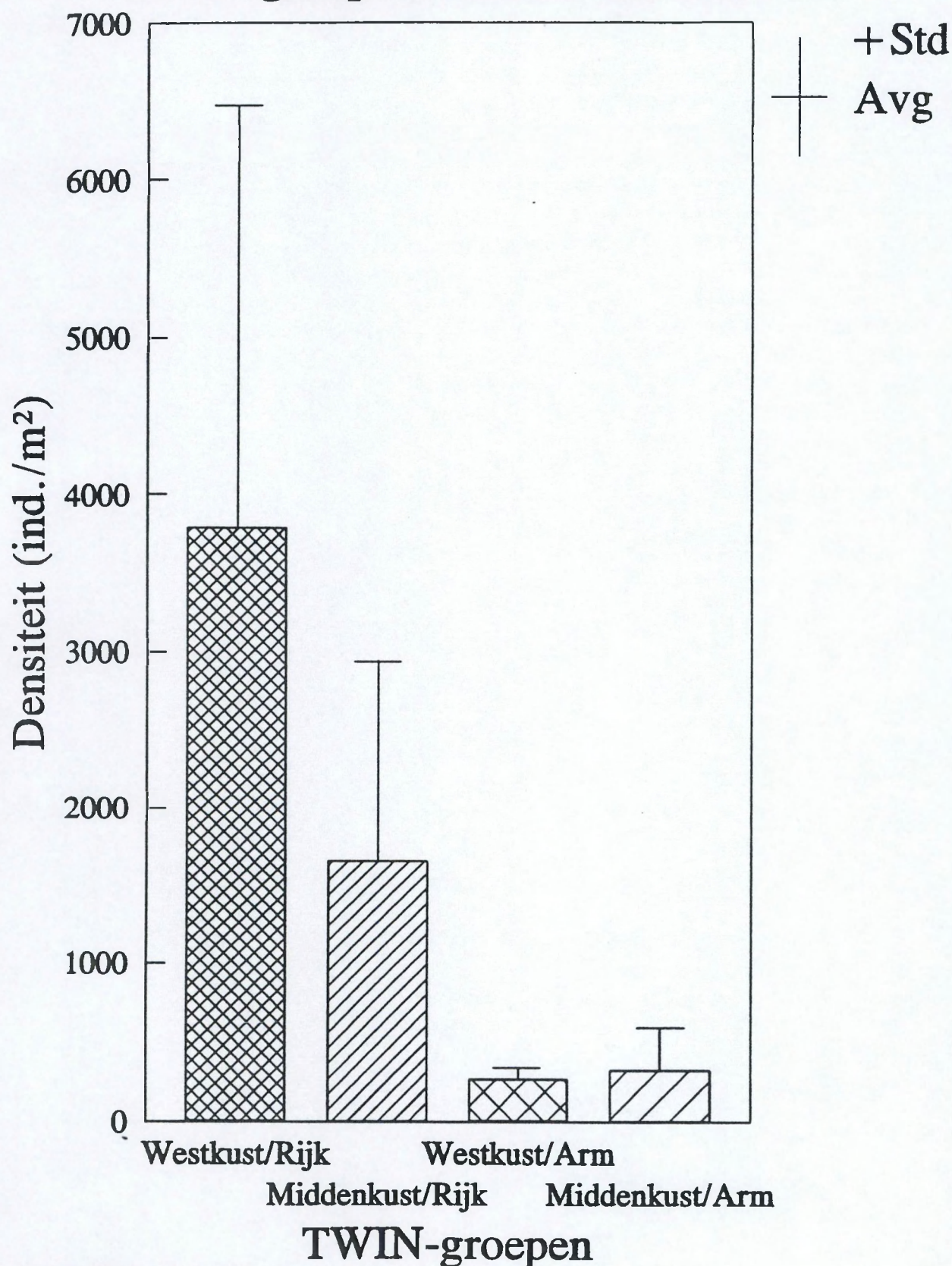
Macrobenthos Kustbanken

TWINSPAN-dendrogram



Macrobenthos Kustbanken

TWIN-groepen versus totale densiteit

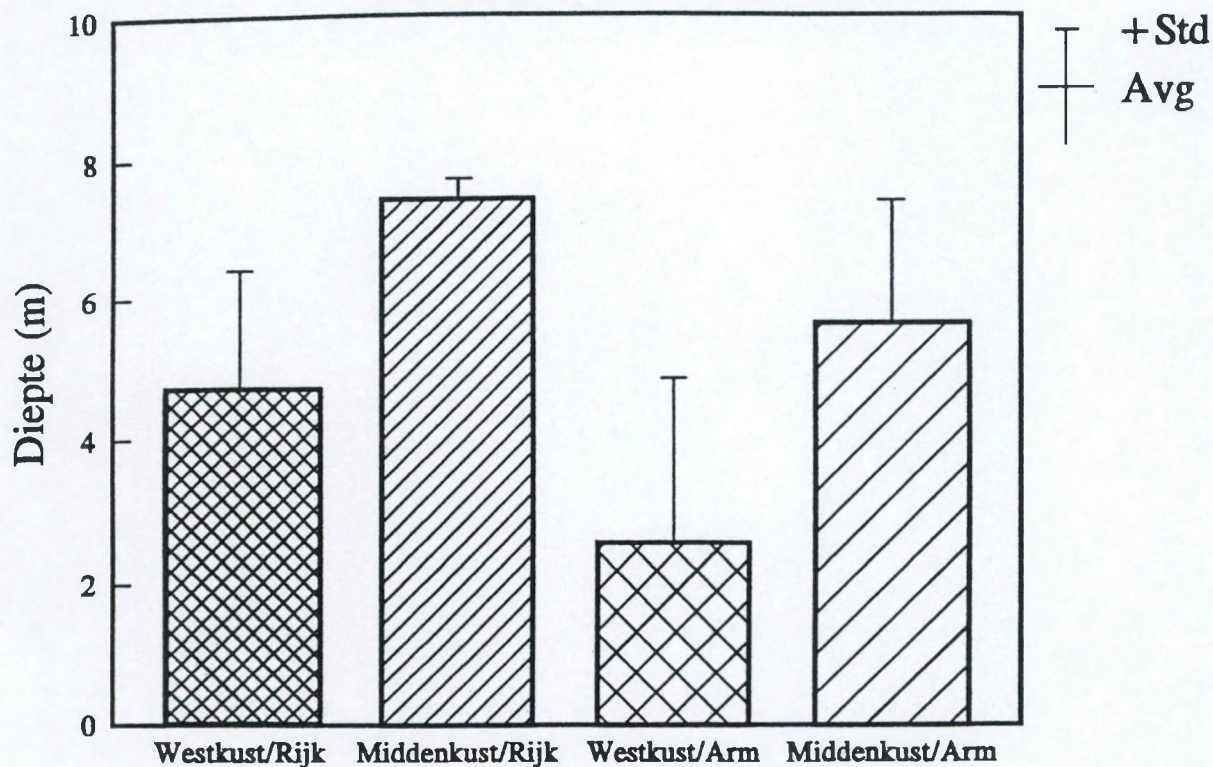


* O15 niet geïncludeerd

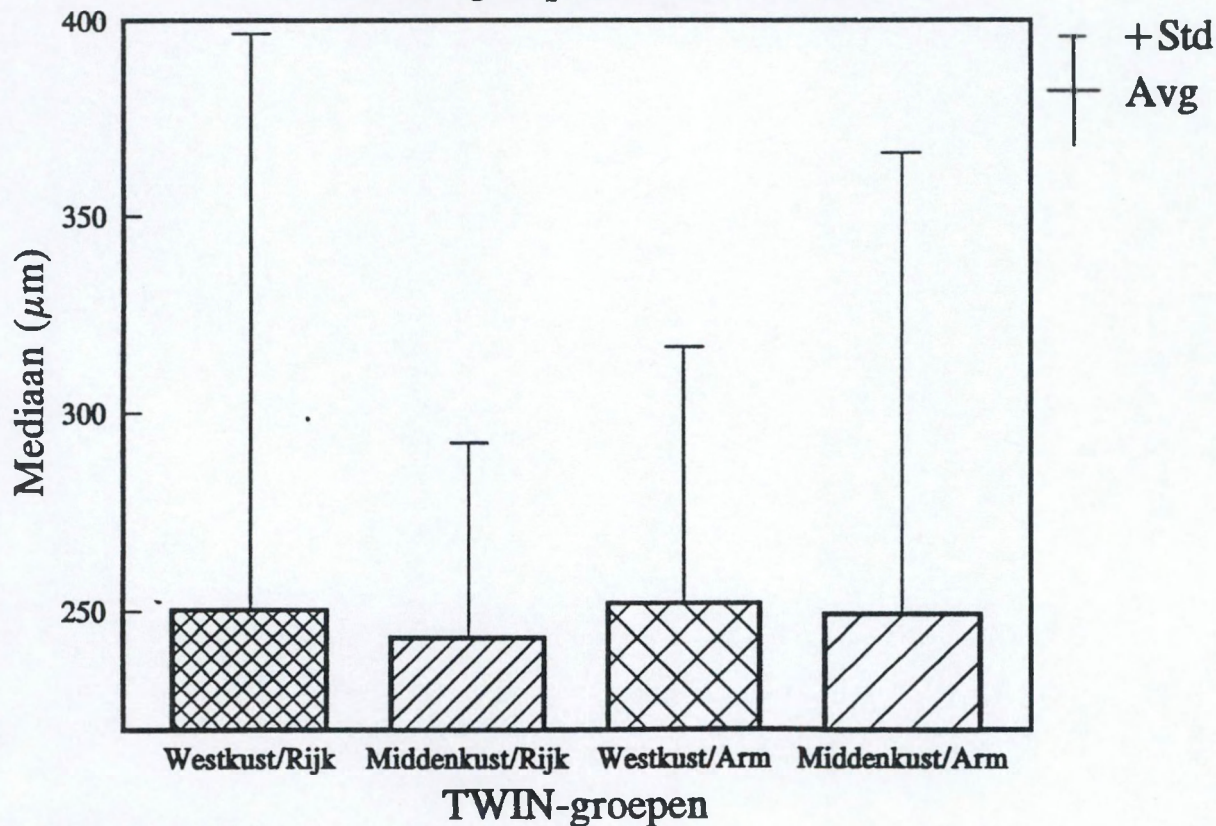
Figuur 17

Macrobenthos Kustbanken

TWIN-groepen versus diepte



TWIN-groepen versus mediaan



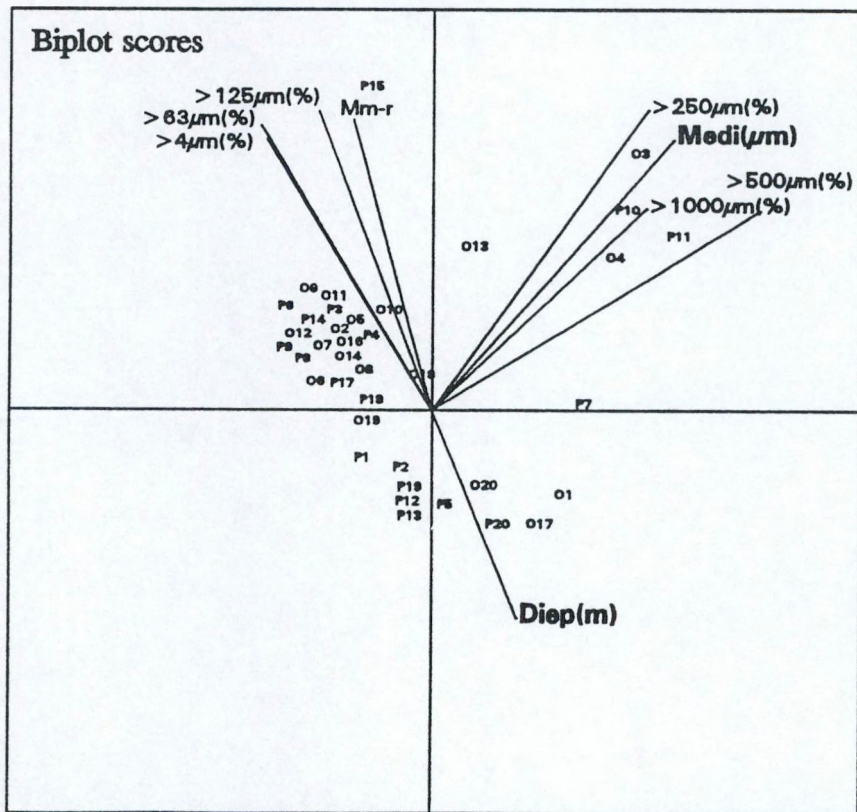
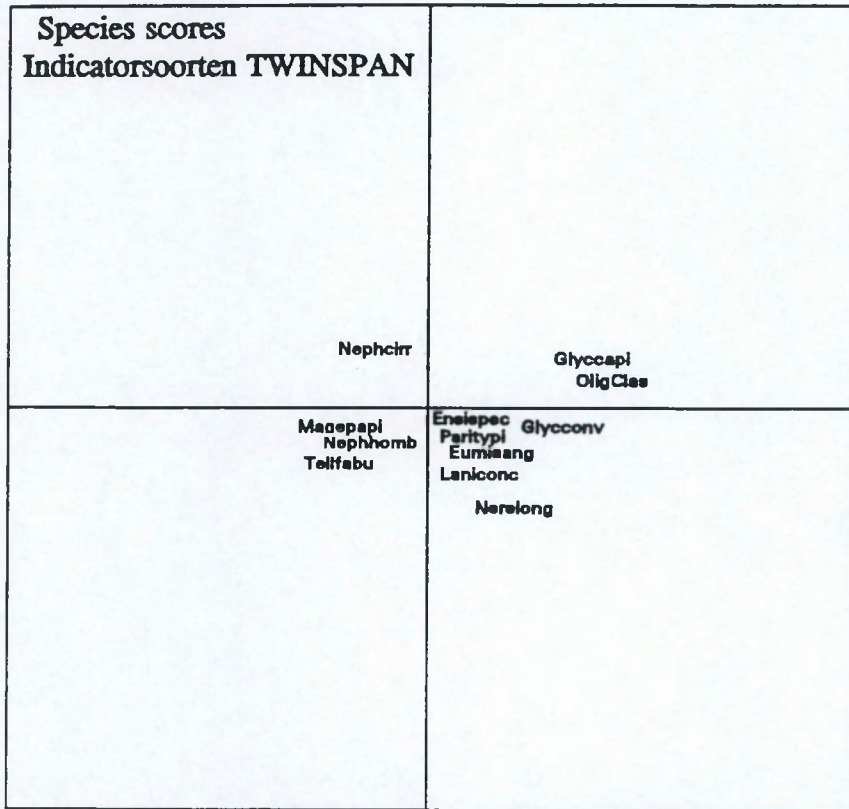
* O15 niet geïncubeerd

Figuur 18

Macrobenthos Kustbanken

CCA-analyse

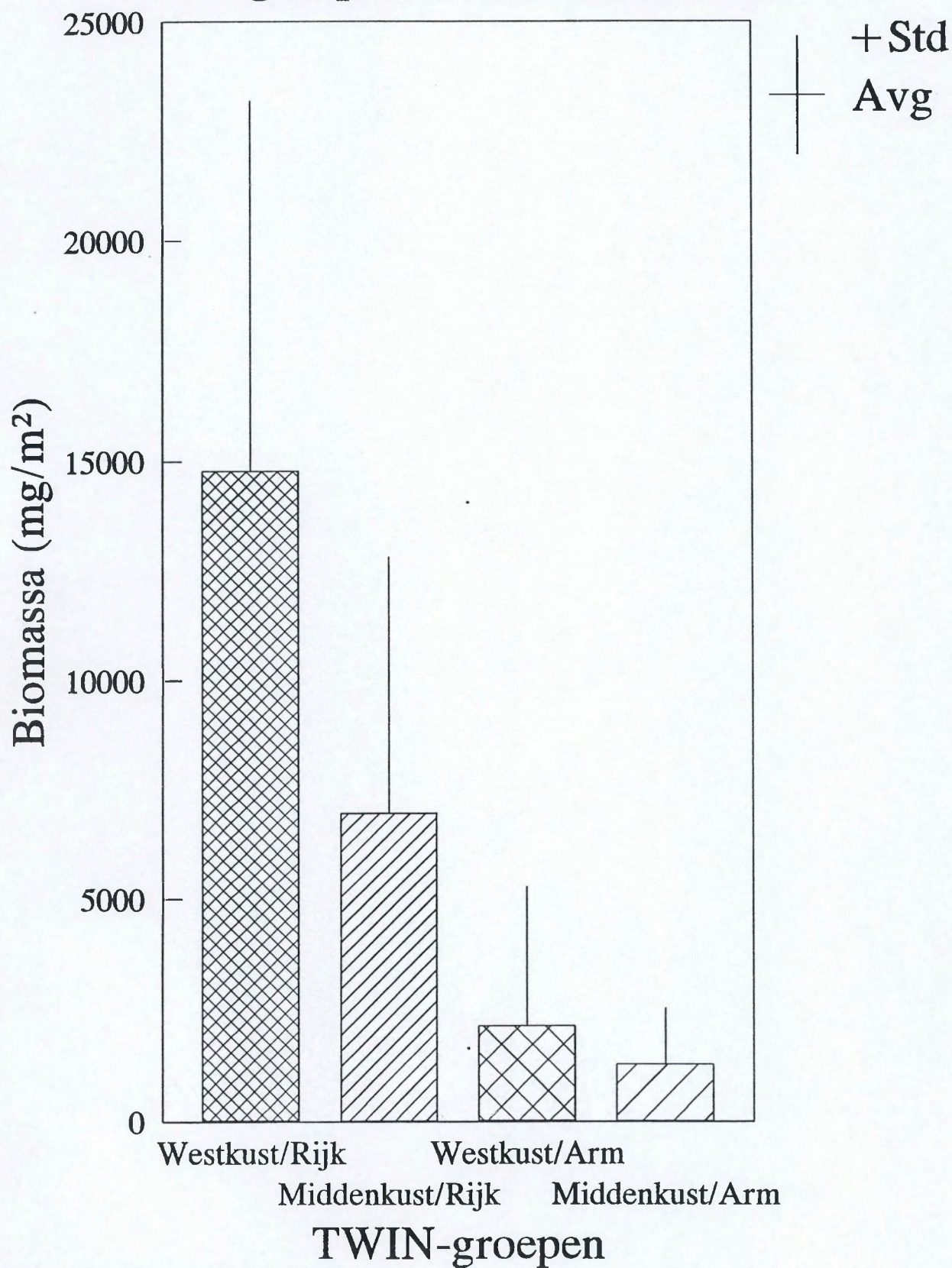
Eigenwaarden : $A_{s1} = 0,44$
 $A_{s2} = 0,38$
 $A_{s3} = 0,20$



Figuur 19

Macrobenthos Kustbanken

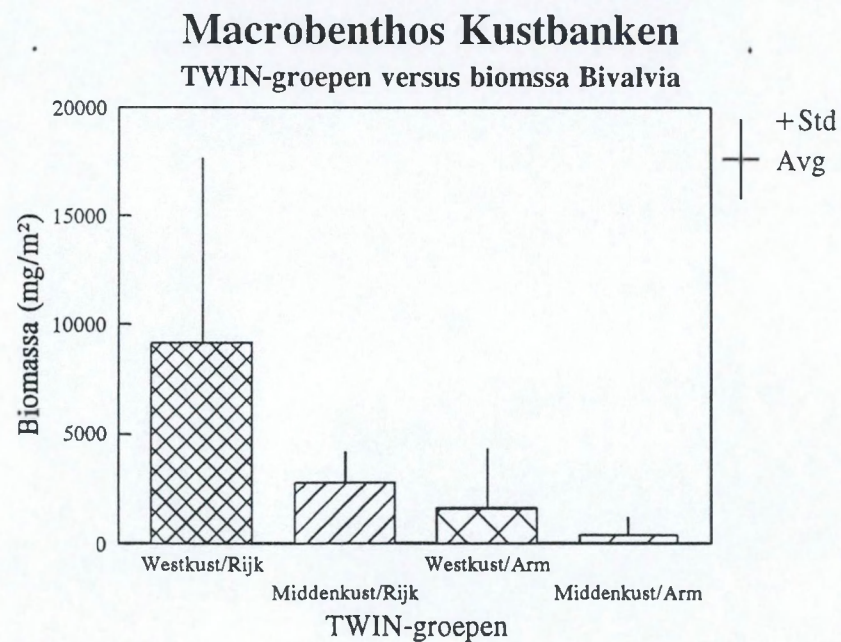
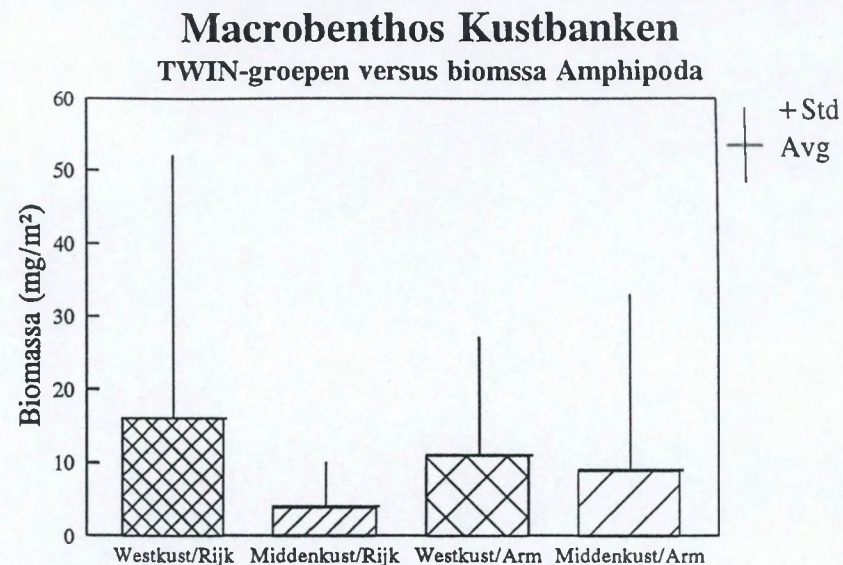
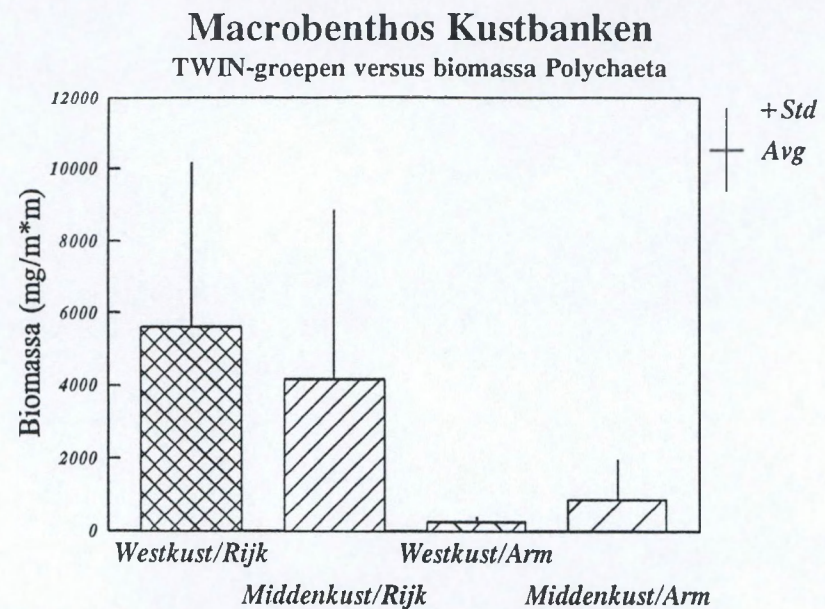
TWIN-groepen versus totale biomassa



* O15 niet geïncludeerd

Figuur 20

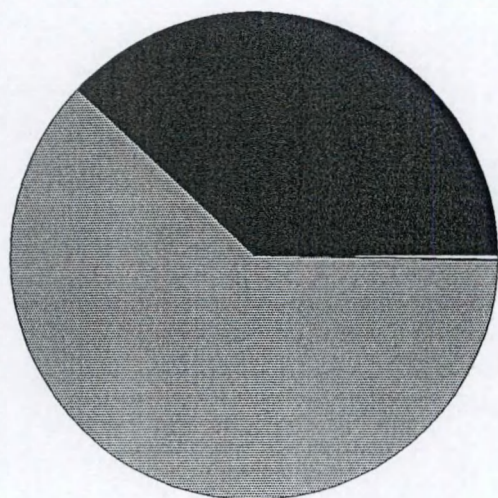
Figuur 21



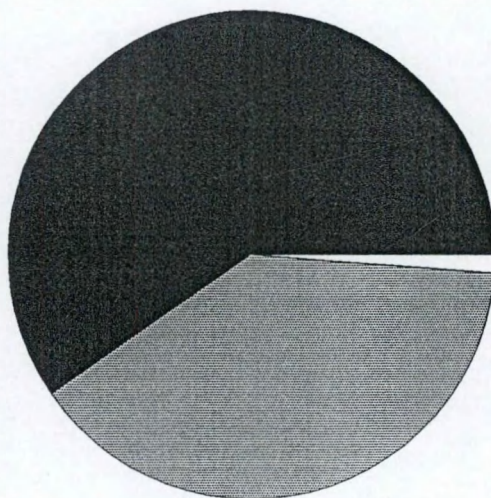
* 015 niet geïncubeerd

Macrobenthos Kustbanken

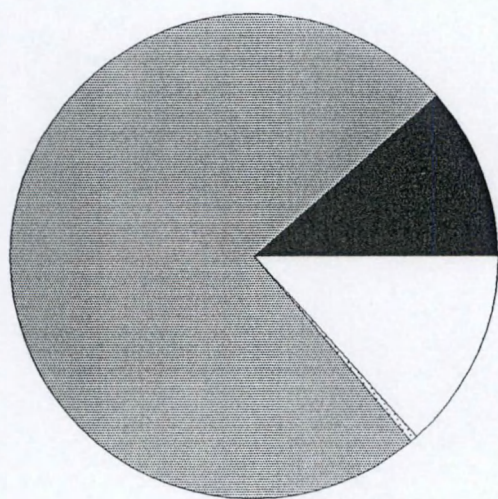
Relatieve biomassasamenstelling



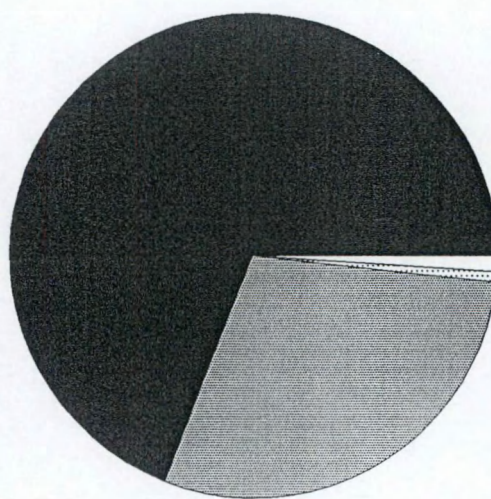
Westkust/Rijk



Middenkust/Rijk



Westkust/Arm



Middenkust/Arm

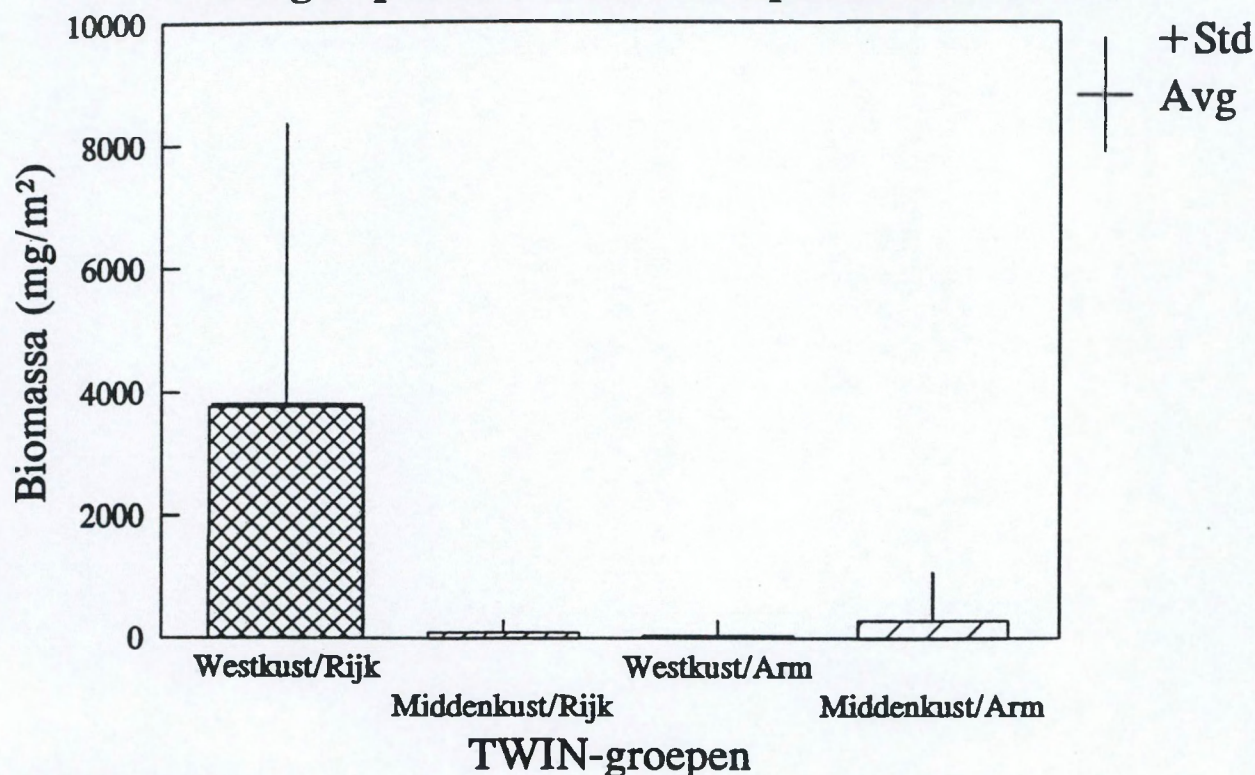


* O15 niet geïnccludeerd

Figuur 22

Macrobenthos Kustbanken

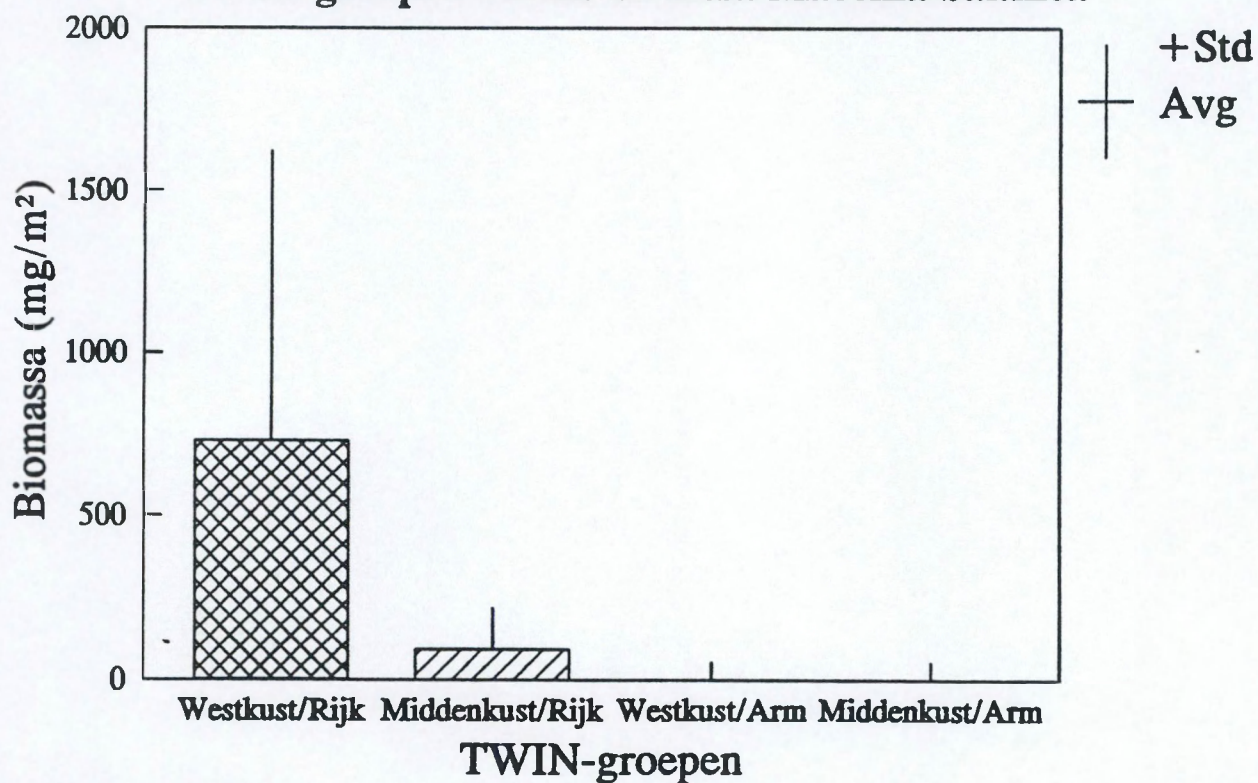
TWIN-groepen versus biomssa *Spisula subtruncata*



* 015 niet geïncludeerd

Macrobenthos Kustbanken

TWIN-groepen versus biomssa *Macoma balthica*

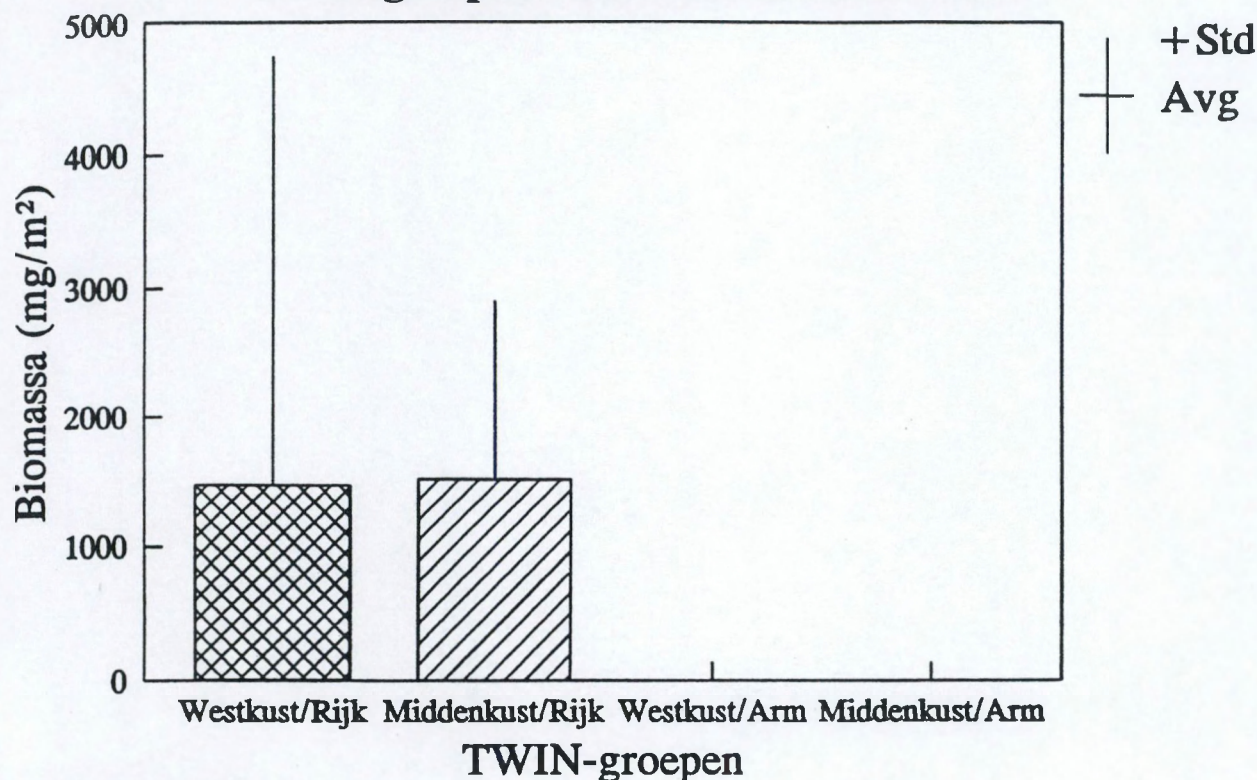


* 015 niet geïncludeerd

Figuur 23

Macrobenthos Kustbanken

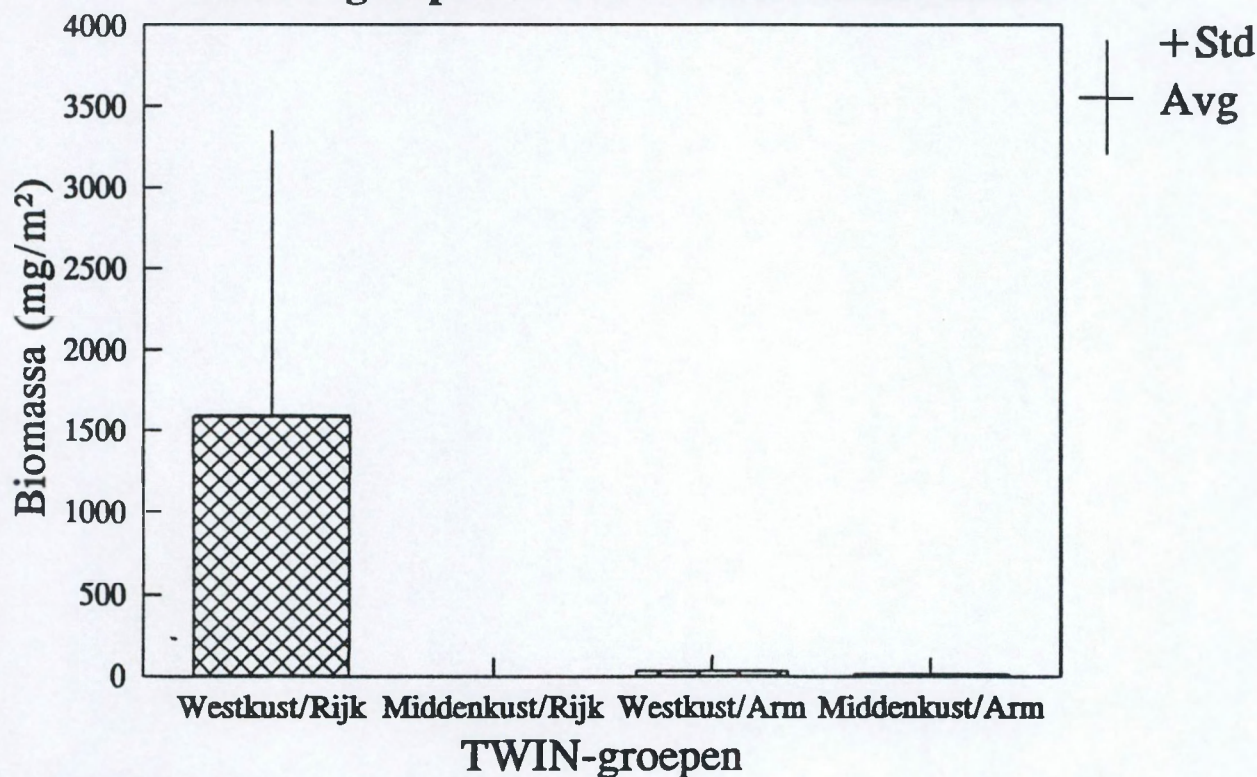
TWIN-groepen versus biomssa *Abra alba*



* O15 niet geïncubeerd

Macrobenthos Kustbanken

TWIN-groepen versus biomssa *Tellina fabula*



* O15 niet geïncubeerd

Figuur 24

