

This paper not to be cited without prior reference to the authors.

Comparative investigation of the macrofauna of the Kwinte Bank and the Goote Report concerning the effects of sand and gravel exploitation on the benthic fauna.

C. Vanosmael and C. Heip.

Marine Biology Section, Zoology Institute, State University of Gent, Belgium.

ABSTRACT.

The macrobenthos of the Kwinte Bank and the Goote Bank was investigated at two stations on each sandbank for five and four years respectively. The four stations consist of clean sand with varying amounts of gravel. The fauna of both sandbanks is very similar considering species composition, richness and densities. An average density of 630 ind./m² was recorded on the Kwinte Bank in spring, while 470 ind./m² were found in autumn. On the Goote Bank the average density ranged from 740 ind./m² in spring to 605 ind./m² in autumn. The average diversity was respectively for both sandbanks : 2.4 and 2.1 bits/ind. in spring and 2.6 and 3.0 bits/ind. in autumn. Both parameters (density and diversity) showed irregular fluctuations during the study period.

The long-term effect of the sand and gravel exploitation on the benthic communities of both sandbanks is not yet assessed, however a large number of organisms are damaged during the exploitations themselves (Vanosmael et al., 1979).

RIJKSUNIVERSITEIT GENT
Instituut voor Dierkunde
Sektie Mariene Biologie
Dir. Prof. dr. A. Coomans

68162

VERGELIJKEND ONDERZOEK VAN DE BODEMFAUNA
VAN DE KWINTE BANK EN DE GOOTE BANK

INTERIM RAPPORT IN HET KADER
VAN DE ZAND- EN GRINDEXPLOITATIE IN DE BELGISCHE
KUSTWATEREN.

C. Vanosmael en C. Heip

Studie uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Volksgezondheid en Leef-
milieu, beheerseenheid van het Mathematisch Model Noordzee en Schelde-estuarium.

Maart 1984

SAMENVATTING

De evaluatie van de invloed van zand- en grindwinnig op de bodemfauna in de belgische kustwateren is reeds in verschillende onderzoeken aan bod gekomen (Vanosmael et al., 1979 en 1982). In de vorige studie kon geen duidelijke invloed op grote schaal van deze exploitaties worden aangetoond, al bewezen rechtstreekse metingen tijdens de werken dat een aanzienlijke hoeveelheid biomassa wordt vernietigd. Het voorliggend rapport behandelt densiteit en soortensamenstelling van twee zandbanken die beide geëxploiteerd worden : de Kwinte Bank (KB), waarover reeds uitgebreid onderzoek werd verricht, en de Goote Bank (GB), die tot nog toe niet werd bestudeerd alhoewel de hoeveelheden die er ontgonnen zijn veel groter zijn dan op de Kwinte Bank.

Op beide zandbanken werden twee stations gevolgd over 5 (KB) en 4 (GB) jaar met bemonstering in het voor- en het najaar. In dit rapport worden enkel densiteit en diversiteit van het macrobenthos behandeld. De meer gedetailleerde gegevens in verband met soortensamenstelling zullen in een volgend rapport worden verwerkt, waarin ook meer aandacht besteed zal worden aan de fauna van een intensief ontgonnen zone op de Kwinte Bank. Van de Goote Bank is niet precies bekend waar de ontginnigen gebeuren en de gegevens in dit rapport moeten dan ook beschouwd worden als baseline-gegevens die de toestand op (waarschijnlijk) niet ontgonnen gedeelten van de zandbanken weergeven.

De vier stations op beide zandbanken bestaan uit zuiver zand met een wisselend grindgehalte. De stations 40004 (KB) en 44003 (GB) bevatten het grofste zand en het hoogste grindgehalte. De stations 40009 (KB) en 44002 (GB) bevatten fijn zand en geen grind. De fauna van de beide zandbanken is sterk gelijkend zowel wat soorten als densiteiten aangaat. De dominante soorten zijn dezelfde op beide zandbanken.

Densiteits- en diversiteitswaarden vertonen onregelmatige schommelingen. Dit wijst op een sterk geperturbeerd milieu met populaties die nooit evenwichtswaarden bereiken. Deze perturbaties worden veroorzaakt door de zeer sterke hydrodynamische krachten die in dit milieu werkzaam zijn en waaraan de fauna is aangepast : vrijwel alle soorten zijn zeer beweeglijk en goede gravers. Deze aanpassingen in levenscyclus en morfologie aan een sterk geperturbeerd milieu stellen de populaties waarschijnlijk in staat om zand- en grindexploitaties op een niet te grote schaal te weerstaan. Zoals vermeld liggen deze stations (waarschijnlijk) niet in de exploitatiegebieden en geven zij een

beeld van de evolutie van de zandbanken over een aantal jaren. Op deze schaal werd geen invloed van de ontginning waargenomen dit ondanks het feit dat tijdens de ontginning een groot gedeelte van de organismen wordt vernietigd.

Slechts op station 44003 (GB) worden mogelijks gevolgen van de exploitaties geconstateerd. In april 1982 is de densiteit van het macrobenthos extreem laag en werden slechts 37 ind./m² van één enkele soort, de amphipode *Urothoe brevicornis*, aangetroffen. Op de Kwinte Bank werd een dergelijke daling niet waargenomen, zodat effecten van bijvoorbeeld een storm kunnen worden uitgesloten. Amphipoden zijn goede zwemmers en gravers en zijn daarom betere kolonistoren dan de normaal dominante polychaeten, die het substraat zelden verlaten. Ondanks deze zeer drastische verarming in april, was de toestand in november 1982 reeds hersteld en werden in die maand een relatief hoge densiteit (490 ind./m²) en diversiteit (3.7 bits/ind.) gevonden. Zulk een fenomeen van overshoot na herkolonisatie is karakteristiek voor gebieden waar een perturbatie de fauna doet verdwijnen. Dit wijst erop dat zulk een herkolonisatie mogelijk is en bovendien snel optreedt. Voor het beheer van de exploitatie is de voor de handliggende optie dat bepaalde gedeelten van de zandbank steeds gevrijwaard moeten blijven, zodat zij kunnen dienen als brongebieden van waaruit herkolonisatie kan plaatsgrijpen.

Ondanks het feit dat tot nog toe geen drastische invloeden van de zand- en grindexploitatie op beide zandbanken kon worden aangetoond blijft het noodzakelijk de monitoring van deze banken verder te zetten aangezien lange termijn effecten alleen op die manier kunnen worden opgespoord. Het tot nu toe gevolgde bemonsteringsschema (twee stations tweemaal per jaar per zandbank) lijkt voldoende om duidelijke veranderingen aan te tonen voor de hele zandbank. Om effecten op kleinere schaal te evalueren zullen de noorderkant van de Kwinte Bank en bijkomende stations op de Goote Bank worden bestudeerd.

INLEIDING

Sinds de late zeventiger jaren worden, in navolging van de buurlanden, ook in de belgische kustwateren zand en grind geëxploiteerd om aan de heersende behoeften inzake openbare werken en de bouwsector te voldoen.

De bedrijvigheden startten in 1977 en zijn in twee bij wet afgebakende zones toegelaten (fig. 1). Bij het vastleggen van deze zones werd rekening gehouden met de vaartroutes en de ligging van visgronden.

Een voorafgaand biologisch onderzoek van deze gebieden werd niet uitgevoerd. Een studie van de grotere bodemorganismen, het macrobenthos, van de wingebieden werd gestart met de toekenning van de concessies. Het doel van deze monitoring was en is nog steeds het nagaan van de eventuele impact van de exploitaties op de bodemfauna.

De macrofauna speelt een zeer belangrijke rol in de voedselketen : ze voeden zich met kleinere organismen uit het benthos en de waterkolom en zijn zelf voedsel voor de demersale vissen (Arntz, 1976). Naast hun belang in de voedselcyclus zijn zij bovendien een relatief gemakkelijker studieobject dan het veel kleinere meiobenthos.

In een eerste studie (Vanosmael et al., 1979) werd de invloed van de zand- en grindexploitatie tijdens de winning zelf behandeld. In een daarop volgend onderzoek (Vanosmael et al., 1982) werd een uitgebreide inventaris gemaakt van de bodemfauna in de exploitatiezones 1 (Thornton Bank en Goote Bank) en 2 (Oost Dijck, Buiten Ratel en Kwinte Bank). Ook een zandbank gelegen buiten de concessiezones (Middelkerke Bank) werd onderzocht.

In deze studies werden eveneens de soortensamenstelling, de biomassa en de diversiteit van het macrobenthos bepaald. Ook de affiniteiten tussen de bemonsterde stations onderling en tussen de zandbanken onderling werden onderzocht.

De voorliggende studie geeft de evolutie in de tijd van het macrobenthos van twee intensief afgegraven zandbanken : de Kwinte Bank en de Goote Bank. Op elke zandbank werden twee stations, tweemaal per jaar over respectievelijk 5 en 4 jaar gevolgd (fig. 2).

Tijdsreeksen laten toe de evolutie van de fauna over verschillende jaren te volgen en mogelijks natuurlijke fluctuaties te onderscheiden van de gevolgen van de exploitaties. Een continue monitoring van de ontginningsgebieden is dan ook hoogst noodzakelijk.

HET ONDERZOEKSGBIED

Voor de geologie en de hydrodynamica van de zandbanken verwijzen wij naar Bastin (1974), Houblot (1968) .

MATERIAAL EN METHODEN

Keuze en ligging van de stations

Vier stations, waarvan twee gelegen op de Kwinte Bank (40004 en 40009) en twee op de Goote Bank (44002 en 44003) werden viermaal per jaar bemonsterd (fig. 2). Wij onderzochten de stalen genomen in de lente (maart-april) en de herfst (september-oktober), periodes waarin de soortenrijkdom en abundantie meestal respectievelijk minimaal en maximaal zijn.

Van de stations 40004 en 40009 werd het materiaal van 1979, '80, '81, '82 en '83 verwerkt, van de stations 44002 en 44003 de stalen genomen in 1980, '81, '82 en '83.

De coördinaten van de monsterpunten en de verschillende staalnameperiodes zijn opgenomen in tabel 1.

De gegevens van de Goote Bank voor de periodes maart 1980 en september 1980 werden verzameld en verwerkt door respectievelijk Meheus (1981) en De Rijcke (1982) in hun licentiaatsverhandeling.

Staalname

Alle stalen werden genomen met een Van Veen grijper (± 50 kg) met een bemonsteringsoppervlak van 0.1 m^2 . De stalen worden onmiddellijk gefixeerd met 40 % geneutraliseerde formol (met het zeewater vermengd geeft dit een ± 7 % formoloplossing).

Eens in het laboratorium wordt per station één subsample genomen voor sedimentanalyse.

Daarna worden de stalen opgespoeld op een PVC-goot (L : 6 m ; B : 15 cm ; H : 15 cm) volgens de Barnett-methode (1968), gebruikt in meiobenthos onderzoek (Heip, niet gepubliceerd). Aan het open einde van de goot wordt een zeef

geplaatst met een maaswijdte van 1 mm. Op deze wijze wordt het macrobenthos (> 1 mm) grotendeels gescheiden van het sediment. Tenslotte worden de organismen (polychaeten, archianneliden, oligochaeten, nemertinen, mollusken, crustaceeën en echinodermaten) uitgepikt, op soort gebracht en geteld. Daarnaast worden ze gemeten met het oog op verdere bepalingen.

Sedimentanalyse

Na het verwijderen van de grindfractie, met een zeef van 2 mm, wordt op het resterend substraat (+ 20 g) een korrelanalyse uitgevoerd volgens de methode van Buchanan en Kain (1971).

Volgende parameters worden bepaald :

- a. Mediane korrelgrootte, uitgedrukt in μm en phi-eenheden. Op basis hiervan kan het sediment als volgt worden ingedeeld (Wolff, 1973)

Md. in ϕ	Md. in μm	benaming
0 - 1	500 - 1000	grof zand
1 - 2	250 - 500	gemiddeld zand
2 - 3	125 - 250	fijn zand
3 - 3.75	75 - 125	zeer fijn zand
> 3.75	75	slib

- b. Sortering (ϕ)

sorteringscoëfficiënt	benaming
< 0.35	zeer goed gesorteerd
0.35 - 0.50	goed gesorteerd
0.50 - 2.00	minder goed gesorteerd
> 2.00	slecht gesorteerd

- c. Skewness (ϕ)

Sk ϕ	benaming
(+)1.0 - (+)0.3	positief sterk asymmetrisch
(+)0.3 - (+)0.1	positief asymmetrisch
(+)0.1 - (-)0.1	bijna symmetrisch
(-)0.1 - (-)0.3	negatief asymmetrisch
(-)0.3 - (-)1.0	negatief sterk asymmetrisch

d. Slibgehalte (%)

e. Grindgehalte (%)

Mathematische verwerking

a. Densiteit

Het aantal individuen per soort wordt bepaald en dit per replica (3 replica's per station). Van deze aantallen wordt de gemiddelde densiteit (\bar{N}/m^2) per soort, per station en per periode bepaald alsook de standaard fout.

b. Diversiteit en evenness

Voor het bepalen van de diversiteit (H) wordt de Brillouin-index (bits/individu), voorgesteld door Margalev (1958), gebruikt.

$$H = \frac{1}{N} \log_2 \frac{N!}{N_1! N_2! \dots N_i!}$$

waarbij : N : het totaal aantal individuen
N₁ tot N_i : het aantal individuen van soort 1 tot soort i.

De evenness (J) wordt berekend volgens de methode van Pielou (1966) :

$$J = \frac{H}{H_{\max}} \quad H_{\max} = \log_2 S \quad S = \text{aantal soorten}$$

RESULTATEN

1. Korrelanalyse

a. Kwinte Bank

Op de Kwinte Bank varieert de mediane diameter van de zandfractie tussen 217 μm en 902 μm met andere woorden we hebben hier te doen met fijn tot grof zand. Het reeds eerder vastgesteld onderscheid tussen het noordelijk grover sediment en het zuidelijk fijner zandsubstraat (Vanosmael et al., 1982) wordt in dit onderzoek bevestigd. In het noordelijk station 40004 is het zand merkkelijk grover (332 μm \langle Md \langle 902 μm ; uitgezonderd in de periode maart '80 : 218 μm (Md) wat overeenstemt met fijn zand) dan in het zuidelijk gelegen station 40009 (217 μm \langle Md \langle 388 μm).

Opvallend is ook het hoge grindgehalte in station 40004 (tot 22.4 %), waar we in station 40009 (uitgezonderd april '79) geen grind aantreffen. Het slibgehalte daarentegen is over de ganse zandbank zeer gering en schommelt tussen 0 % en 0.2 % (uitgezonderd 40004 in april '81 : 3.4 %).

Voor wat de sortering betreft vinden we in beide stations een zeer goed tot goed gesorteerd zandsubstraat (uitgezonderd station 40004 in september '79 : minder goed gesorteerd).

b. Goote Bank

Op de Goote Bank vinden we een fijn tot gemiddeld zandsubstraat met een mediane diameter (Md) tussen 232 μm en 390 μm . Het sediment van het oostelijk gelegen station 44002 is fijner (232 μm \langle Md \langle 290 μm , uitgezonderd maart '80) dan dat van het westelijk station 44003 (282 μm \langle Md \langle 390 μm). Ook hier vinden we in het monsterpunt met het grofste sediment het hoogste grindgehalte (tot 33.4 %).

In beide stations is het slibgehalte zeer laag : tussen 0.1 en 0.3 %.

De zandfractie is in station 44002 zeer goed tot goed gesorteerd, in station 44003 goed tot minder goed gesorteerd.

Voor beide onderzochte zandbanken mogen we stellen dat het substraat, althans de oppervlakte laag, uit zuiver zand is opgebouwd. Het sediment varieert van fijn tot grof zand met een hoog grindgehalte in de stations 40004 en 44003. De zandfractie is zeer goed tot minder goed gesorteerd.

De schommelingen in de sedimentkarakteristieken van eenzelfde station zijn het resultaat van 3 fenomenen :

1. We hebben ter hoogte van de zandbanken te doen met relatief kleine vlekken van verschillende sedimentsamenstelling (cf. oppervlaktestructuur van de zandbanken (Bastin, 1974)).
2. Als gevolg van de sterke turbulenties en stromingen treden vaak grote zandverplaatsingen op (extreem na storm).
3. Er zijn de problemen bij de staalnames, vaak is het moeilijk het schip precies op de juiste positie te brengen door de hevige stromingen.

2. Soortensamenstelling

Een inventaris van de macrofauna van de Kwinte Bank (stations 40004 en 40009, voor de jaren 1979, '80, '81, '82 en '83) en de Goote Bank (stations 44002 en 44003, voor de jaren 1980, '81, '82 en '83) is opgemaakt. De gedetailleerde soortenlijsten zullen einde juni 1984 als addendum bij dit verslag worden opstuurd.

Voor de Kwinte Bank ligt het aantal gevonden macrobenthos-soorten tussen de 9 en 27, op de Goote Bank tussen de 1 en 29 soorten (tabel 4). Op beide zandbanken zijn polychaeten dominant (50 % en meer van het totaal aantal macrobenthos-soorten).

Waar normaal een hoger soortenaantal wordt verwacht in het najaar (maximale speciesperiode) is dit niet altijd het geval. Op de Kwinte Bank vinden we een hoger aantal soorten in de minimale speciesperiode (voorjaar) in de jaren 1979 (40004 en 40009), 1982 (40009) en 1983 (40004 en 40009), op de Goote Bank in de jaren 1981 (44002) en 1983 (44003).

Op de Kwinte en de Goote Bank worden volgende soorten in alle stations over meer dan de helft van de periodes gevonden : *Hesionura augeneri*, *Nephtys cirrosa*, *Nephtys longosetosa*, *Scoloplos armiger*, *Spio filicornis*, *Spiophanes bombyx* en *Ophelia borealis* onder de polychaeten. *Gastrosaccus spinifer* en *Bathyporeia elegans* onder de crustaceeën. Voor de Goote Bank komen er *Spisula elliptica* (mollusk), *Urothoë brevicornis* en *Bathyporeia guilliamsoniana* (crustaceeën) bij.

3. Densiteit (\bar{N}/m^2)

De densiteitsverlopen van de stations gelegen op de Kwinte en de Goote Bank zijn opgenomen in tabel 2 en de figuren 3 en 4 ; de relatieve abundanties (%) zijn weergegeven in tabel 3.

Normaliter zouden we piekwaarden verwachten in het najaar en minimale densiteitswaarden in het voorjaar. Op geen van beide zandbanken vinden we deze tendens duidelijk terug, uitgezonderd ter hoogte van station 40004 voor de jaren 1979 en '81 ; 40009 voor de jaren 1980 en '81 en in station 44003 voor de jaren 1981 en '82.

De hoogste densiteiten op de Kwinte Bank zijn waargenomen in station 40004 in oktober 1981 (1220 ind./m²) en april 1982 (1170 ind./m²) en in station 40009 voor de periode april 1983 (1100 ind./m²). Op de Goote Bank vinden we een extreem hoge densiteit (1820 ind./m²) in station 44003 voor maart 1980.

Hoge densiteiten zijn verder ook gevonden in station 44002 in april (1320 ind./m²) en september 1983 (1310 ind./m²).

Met uitzondering van station 40009 (in april 1983 zijn hier de crustaceeën dominant : 84.5 %) hebben in hogervermelde monsterpunten en periodes de polychaeten het grootste aandeel in de totale fauna (respektievelijk 56%, 62.5%, 85.5%, 76.5% en 74%).

De hoge densiteit in station 40004 (oktober '81) is te wijten aan het voorkomen van de interstitiële polychaet *Hesionura augeneri* (330 ind./m²) en de interstitiële archiannelide *Polygordius appendiculatus* (320 ind./m²), voor de periode april '82 zijn het de interstitiële polychaet *Sphaerosyllis bulbosa* (220 ind./m²), *Goniadella bobretzkii* (250 ind./m²) en de archiannelide *Polygordius appendiculatus*. In station 40009 (april '83) vinden we een hoge densiteit voor *Bathyporeia elegans* (Crustacea) namelijk 885 ind./m².

Op de Goote Bank is de hoge densiteit in station 44003 (maart '80) het gevolg van een hoge densiteit aan *Hesionura augeneri* (920 ind./m²) ; in station 44002 (april '83) zijn de polychaeten *Scoloplos armiger* (410 ind./m²) en *Spiophanes bombyx* (490 ind./m²) dominant en voor de periode september '83 is dit *Spiophanes bombyx* (740 ind./m²).

Algemeen kunnen we stellen dat de polychaeten de belangrijkste macrobenthos-groep zijn op beide zandbanken. De archianneliden en oligochaeten hebben de hoogste densiteit in station 40004. De crustaceeën hebben een belangrijker aandeel in de populaties dan de mollusken. De echinodermaten-densiteiten zijn laag en de nemertinen worden niet in rekening genomen omdat zij vaak in stukken breken zodat de juiste densiteit moeilijk te bepalen is.

4. Diversiteit H (bits/individu)

De diversiteitswaarden voor beide zandbanken zijn terug te vinden in tabel 4 en figuren 5, 6, 7 en 8.

Zowel voor de totale macrofauna (nemertinen, oligochaeten en niet op soort gebrachte organismen uitgezonderd) als voor de polychaeten afzonderlijk werden de diversiteiten bepaald.

Voor beide zandbanken vertonen de diversiteitsindices van de polychaeten nagenoeg een gelijk verloop in de tijd als deze van het totale macrobenthos. Zoals reeds vermeld hebben de polychaeten de grootste vertegenwoordiging in de macrofauna. Dit verklaart meteen het hoger vermelde fenomeen. We zullen ons bij de bespreking van de resultaten dan ook beperken tot het totale macrobenthos.

Voor de twee stations gelegen op de Kwinte Bank schommelt de diversiteit tussen 1.18 (40009 ; april '83) en 3.51 bits/ind. (40004 ; oktober '82).

Voor de Goote Bank varieert deze van 0 (44003 ; april '82) tot 3.65 bits/ind. (44003 ; november '82).

De tendens waarbij men in het voorjaar de laagste en in het najaar de hoogste diversiteitswaarden vindt, blijkt niet duidelijk uit onze gegevens. Een hogere najaars-diversiteit vinden we op de Kwinte Bank wel terug in station 40004 voor de periodes september '80, oktober '81 en september '83. Op de Goote Bank stellen we een hogere najaars-diversiteit vast in station 44002 voor de periodes

september '80 en september '83 en in station 44003 voor de periodes september '80, november '82 en september '83.

Een hoge diversiteit hangt uiteraard samen met het aantal soorten (S) en de verdeling van de gevonden individuen over de soorten, de evenness (J')(cf. tabel 4). Zo stemt doorgaans een hoge diversiteit overeen met een hoge evenness en met een groot soortenaantal. Uitzondering hierop is station 40009 in april '83 (relatief hoog soortenaantal en toch een lage diversiteit en evenness). Een hoog soortenaantal met lage evenness en dus ook een relatief lage diversiteit vinden we ook in station 44002 (periode september '83). In beide gevallen gaat het om een dominante soort welke de diversiteit en de evenness naar beneden trekt (respektievelijk *Bathyporeia elegans* en *Spiophanes bombyx*.)

Een ander opvallend feit is de extreem lage diversiteit (0 bits/ind.) in station 44003 (april '82). Ook in station 44002 (eveneens gelegen op de Goote Bank) bereikt de diversiteit in deze periode haar minimum (1.54 bits/ind.). Op de Kwinte Bank daarentegen ligt deze duidelijk hoger in deze periode (40004 : 2.78 bits/ind. ; 40009 : 2.90 bits/ind.).

Op de Goote Bank verlopen de diversiteitsschommelingen in de twee stations over de verschillende periodes en jaren min of meer parallel. Dit kan niet gezegd worden van de twee monsterpunten gelegen op de Kwinte Bank. De diversiteiten waargenomen in 40009 liggen over het algemeen ook lager dan deze gevonden in 40004.

BESPREKING

Kijken we naar de soortensamestelling op de Kwinte Bank en de Goote Bank dan valt het onmiddellijk op dat beide zandbanken een sterk gelijkende fauna hebben. Onder de polychaeten vinden we 29 gemeenschappelijke soorten. Elf soorten vinden we alleen terug op de Kwinte Bank en tien soorten zijn beperkt tot de Goote Bank. Onder de archianneliden zijn er 3 gemeenschappelijke species en 1 soort die uitsluitend op de Kwinte Bank wordt teruggevonden. Voor de mollusken komen 6 gemeenschappelijke soorten voor ; 4 soorten zijn beperkt tot de Kwinte Bank ; 2 soorten tot de Goote Bank. Voor de crustaceeën zijn er 16 soorten gemeenschappelijk ; 5 soorten worden alleen op de Kwinte Bank gevonden en 9 soorten alleen op de Goote Bank. Onder de echinodermaten komen 2 soorten gemeenschappelijk voor op Kwinte Bank en Goote Bank. De overige echinodermaten soorten zijn beperkt tot één van beide zandbanken (respektievelijk 1 en 4 soorten).

Belangrijk is het te weten dat de soorten die beperkt zijn tot één van beide zandbanken doorgaans ook zeldzame soorten zijn voor het onderzochte gebied.

Onder de gemeenschappelijke soorten vermelden we bij de Polychaeta :

Gattyana cirrosa, *Pisione remota*, *Eteone longa*, *Hesionura augeneri*,
Anaitides subulifera, *A. maculata*, *A. mucosa*, *Eumida sanguinea*,
Microphthalmus similis, *Streptosyllis arenae*, *Nephtys cirrosa*,
N. caeca, *N. longosetosa*, *Glycera capitata*, *Goniadella bobretzkii*,
Scoloplos armiger, *Orbinia sertulata*, *Aricidea minuta*, *Spio filicornis*,
Spiophanes bombyx, *Aonides paucibranchiata*, *Scolelepis bonnierii*,
Magelona papillicornis, *Chaetozone setosa*, *Ophelia borealis*,
Notomastus latericeus, *Heteromastus filiformis*, *Pectinaria koreni*,
Polycirrus medusa.

Bij de Archiannelida : *Polygordius appendiculatus*, *Protodrilus sp.*,
Protodriloides chaetifer.

Bij de Mollusca : *Nucula sp.*, *Mysella bidentata*, *Tellina fabula*,
Abra alba, *Spisula elliptica*, *S. solida*.

Bij de Crustacea : *Gastrosaccus spinifer*, *Pseudocuma longicornis*,
Diastylis rathkei, *D. bradyi*, *Megaluropus agilis*, *Melita obtusata*,
Atylus swammerdamii, *A. falcatus*, *Urothoe poseidonis*, *Bathyporeia guilliamsoniana*,
B. elegans, *B. pilosa*, *Pontocrates arenarius*,

P. altamarinus, *Thia scutellata*, *Pinnotheres pisum*.

Bij de Echinodermata : *Echinocyamus pusillus*, *Echinocardium cordatum*.

Op enkele uitzonderingen na gaat het hier om typische zandsoorten, goed aangepast aan het leven in een gebied onderhevig aan een sterke hydrodynamische stress. Vele zijn dan ook mobiele soorten. Voor sessiele vormen wordt het settlen sterk bemoeilijkt door het regelmatig omwoelen van het substraat door stroming en storm. Sessiele vormen zijn daarenboven vaak filter-feeders en selective deposit feeders. Uiteraard is de voedselvoorziening in een gebied met grote turbulenties gering.

Onder de gevonden polychaeten-soorten vinden we 8 interstitiële vormen. Hun densiteiten zijn sterk onderschat. Door het gebruik van een 1 mm zeef verliezen we deze over het algemeen kleine polychaeten. Wij vonden in de grove fraktie (> 1 mm) van de onderzochte stalen volgende soorten : *Pisone remota*, *Hesionura augeneri*, *Microphthalmus similis*, *Typosyllis armillaris*, *Streptosyllis arenae*, *S. websteri*, *Spaerosyllis bulbosa*, *Macrochaeta helgolandica*. Zij bewonen de sedimenten tussen de zandkorrels (= interstitiële ruimten) en zijn daaraan ook volkomen geadapteerd. Een zuiver zandsubstraat is vereist voor de aanwezigheid van hogervermelde species.

Zoals reeds eerder aangehaald zijn de verwachte najaarspieken voor soorten-aantal, densiteit en diversiteit in de onderzochte stations vaak onduidelijk of helemaal afwezig. De hydrodynamica van het gebied heeft waarschijnlijk een belangrijke invloed op de soms onverwachte schommelingen in de biologische parameters. Wat bij dit fenomeen de rol is van de zandwinning is moeilijk te zeggen. Verder in de bespreking komen we hier nog op terug.

Piekwaarden in de densiteitsverlopen zijn steeds het gevolg van 1 of meerdere dominante soorten. Vaak gaat het om kleine interstitiële vormen die wanneer ze in grote aantallen voorkomen de zeef (maaswijdte 1 mm) verstoppen en er aldus op achterblijven. Het voorkomen van dominante soorten verklaart dan ook onmiddellijk waarom een piek in het densiteitsverloop niet noodzakelijk met een hoge densiteitswaarde overeenstemt. Soms is zelfs het tegendeel waar (vb. stations 40009 in april '83 : 1100 ind./m² ; H : 1.18 bits/ind. en 44003 in maart '80 : 1820 ind./m² ; H : 1.84 bits/ind.). Het vrij grote

verschil in soortenaantal (gemiddeld 19.2 en 13.6 soorten voor respectievelijk 40004 en 40009), densiteit en diversiteit tussen de stations 40004 en 40009 (beide op de Kwinte Bank) en dit over meerdere jaren, staft wat Vanosmael et al. (1982) vonden voor september 1978. Er is namelijk een duidelijk onderscheid tussen het noordelijk en zuidelijk deel van de Kwinte Bank. Dit verschijnsel is eveneens terug te vinden in de sedimentsamenstelling. In 40004 is de mediane diameter van de zandfractie niet alleen merkkelijk groter dan in 40009, ook het grindgehalte ligt hier hoger.

Op de Goote Bank bestaat er eveneens een verschil in substraatsamenstelling tussen de stations 44002 en 44003, dit is echter minder opvallend. Het sediment in 44003 is iets grover en heeft een hoger grindgehalte dan 44002. Beide stations gelijken vooral qua diversiteit sterk op elkaar, voor de densiteit is dit niet zo.

Een uitschieter in onze gegevensreeksen is de reeds eerder genoemde val in densiteit en diversiteit in station 44003 (Goote Bank) in april '82. Eenzelfde situatie doet zich voor in 44002, maar minder extreem (ook geen dieptepunt in de densiteit). Dit fenomeen vinden we niet terug op de Kwinte Bank (station 40009 kent in deze periode zijn hoogste diversiteit). Daardoor wordt het vermoeden gewekt dat er in 44003 (mogelijks ook in 44002) zand is gewonnen kort voor onze staalname. In ieder geval mogen we zeggen, dat indien het gestelde waar is, de fauna zich na enkele maanden volledig hersteld heeft en dit zowel voor densiteit als diversiteit. Laatstgenoemde bereikt zelfs een maximale waarde in november 1982 (3.65 bits/ind.). Bij de herkolonisatie van ontgonnen gebieden speelt de hoge mobiliteit van de benthosorganismen uiteraard een positieve rol.

Een grote leemte in ons onderzoek is het ontbreken van de coördinaten van de gebieden, gelegen op de Goote Bank, die effectief geëxploiteerd worden. Wij weten alleen dat de hoeveelheid geëxtraheerd materiaal van de Goote Bank ($\pm 4 \cdot 10^6$ ton/jaar, sedert 1978) merkkelijk groter is dan van de Kwinte Bank (tussen de 330 000 en de 500 000 ton/jaar, sedert 1976). Het is dan ook erg moeilijk bepaalde waarnemingen in het licht te stellen van de zand en grindwinning. Bovendien beïnvloeden zeer veel factoren de bodemfauna, zeker in hoog dynamische gebieden als de zandbanken.

In hoeverre de onverwachte fluctuaties in densiteit en diversiteit in verband staan met de afgravingen is niet te zeggen.

Het is zelfs zo dat station 40009, dat niet geëxploiteerd wordt, eveneens onduidelijke en soms in het geheel geen najaarspieken vertoont.

DANKWOORD

Deze studie werd uitgevoerd in het kader van de Onderlinge Overlegde Akties Oceanografie, met de hulp van het Ministerie van Wetenschapsbeleid.

Wij danken de Beheerseenheid van het Mathematisch Model Noordzee en Westerschelde-estuarium van het Ministerie van Volksgezondheid en Leefmilieu voor de steun die ons geboden werd voor de campagnes op zee en voor de discussies rond dit onderwerp.

De stalen werden genomen aan boord van de onderzoeksschepen "Mechelen" en "Spa" van de belgische Zeemacht. Wij danken de bemanning voor hun bereidwillige hulp op zee.

Verder danken wij Alex Braeckman, Guy De Smet, Rudy Herman, Rudy Vanderhaeghen en Dirk Van Gansbeke voor het nemen van de stalen en de sedimentanalyses. Rosette De Boever danken wij voor haar hulp bij het trieëren.

LITERATUURLIJST

- Arntz, W.E. & D. Brunswig, 1976 : Studies on structure and dynamics of macrobenthos in het Western Baltic, carried out by the joint research programma "Interaction sea-seabottom".
(SFB 95 - Kiel) 10 th Symposium on Marine Biology, Ostend, Belgium, Sept. 17 - 23, 1975. 2 : 17 - 42.
- Barnett, P.R.O., 1968 : Distribution and ecology of Harpacticoid Copepods of an intertidal mudflat.
Int. Revue ges. Hydrobiol., 53 : 177 - 209.
- Bastin, A., 1974 : Regionale sedimentologie en morfologie van de zuidelijke Noordzee en van het Schelde-estuarium.
Doctoraatsverhandeling, K.U.L., 91 pp.

- Buchanan, J.B. & J.H. Kain, 1971 : Measurement of the physical and chemical environment.
In : Methods for the studie of Marine Benthos, IBP Handbook No 16. Eds. N.A. Holme and A.D. McIntyre. Blackwell Scient. Publ., Oxford.
- De Rycke, R., 1982 : Macrofauna en interstitiële anneliden van vijf zandbanken in de belgische kustwateren.
Licentiaatsverhandeling, R.U.G., 73 pp.
- Houbolt, J.J.H.C., 1968 : Recent sediments in the Southern Bight of the North Sea.
Geologie en Mijnbouw, 47 : 245 - 273.
- Margalev, R., 1958 : Information theory in ecology.
General Systems, 3 : 36 - 71.
- Meheus, L., 1981 : Vergelijkende studie van het macrobenthos van enkele zandbanken in de zuidelijke bocht van de Noordzee.
Licentiaatsverhandeling, R.U.G., 63 pp.
- Pielou, E.C., 1966 : The measurement of diversity in different types of biological collections.
J. Theoret. Biol., 13 : 131 - 144.
- Vanosmael, C., Heip, C., Vincx, M., Claeys, D., Rappé, G., Braeckman, A. & Van Gansbeke, D., 1979 : De invloed van zandwinning op de bodemfauna voor de belgische kust.
Intern Rapport Beheerseenheid van het Mathematisch Model Noordzee, 47 pp.
- Vanosmael, C., Heip, C., De Rycke, R., Meheus, L. & Govaere J., 1982 :
Studie van de bodemfauna van enkele zandbanken gelegen in de belgische kustwateren.
Eindrapport 1982, R.U.G., 40 pp.
- Vanosmael, C., Willems, K.A., Claeys, D., Vincx, M. & Heip, C., 1982 :
Macrobenthos of a sublittoral sandbank in the Southern Bight of the North Sea.
J. mar. biol. Ass. U.K., 62 : 521 - 534.
- Wolff, W.J., 1973 : The estuary as a habitat.
Zoöl. Verhand. Leiden, 126 : 1 - 242.

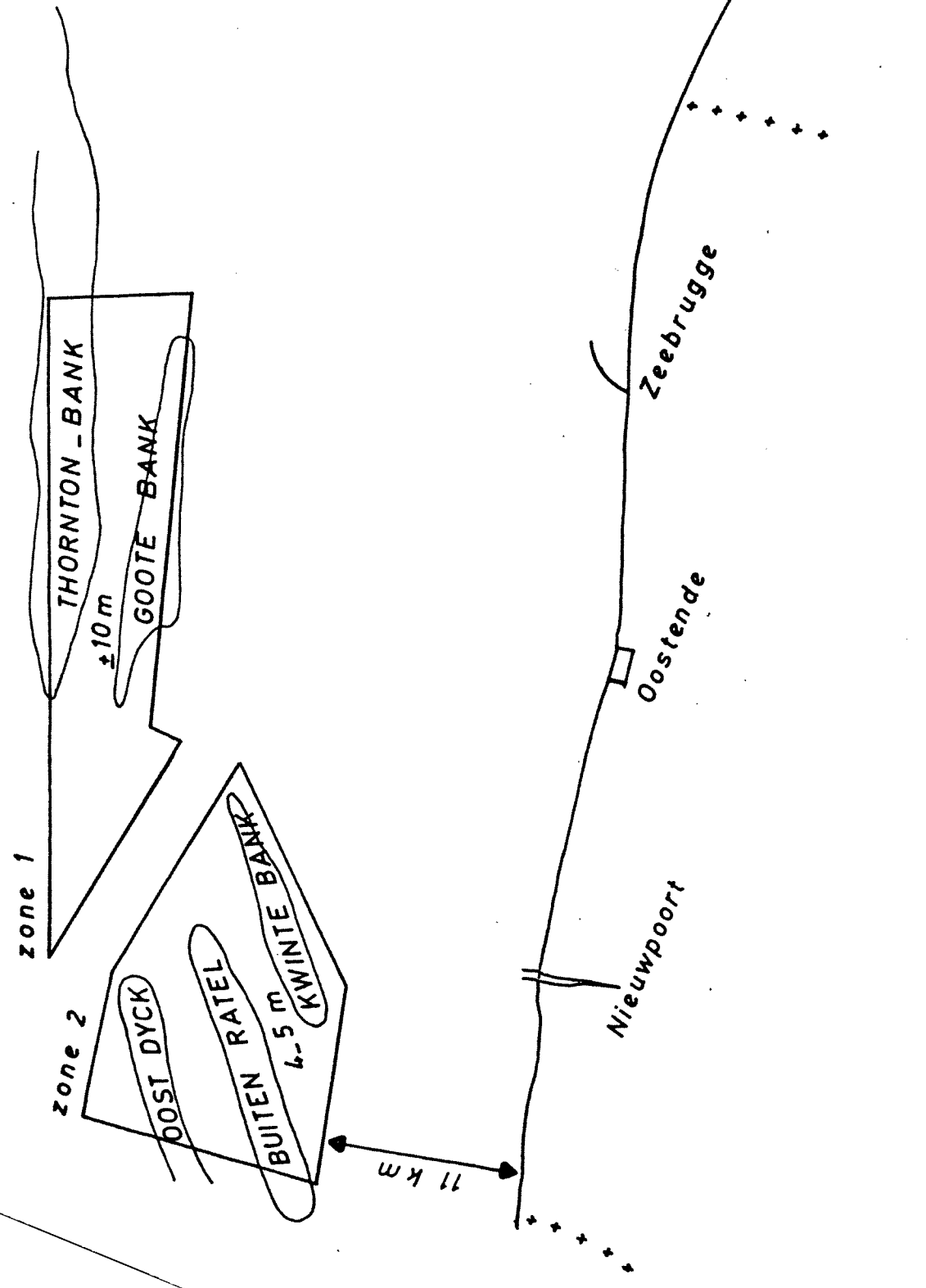


Fig. 1

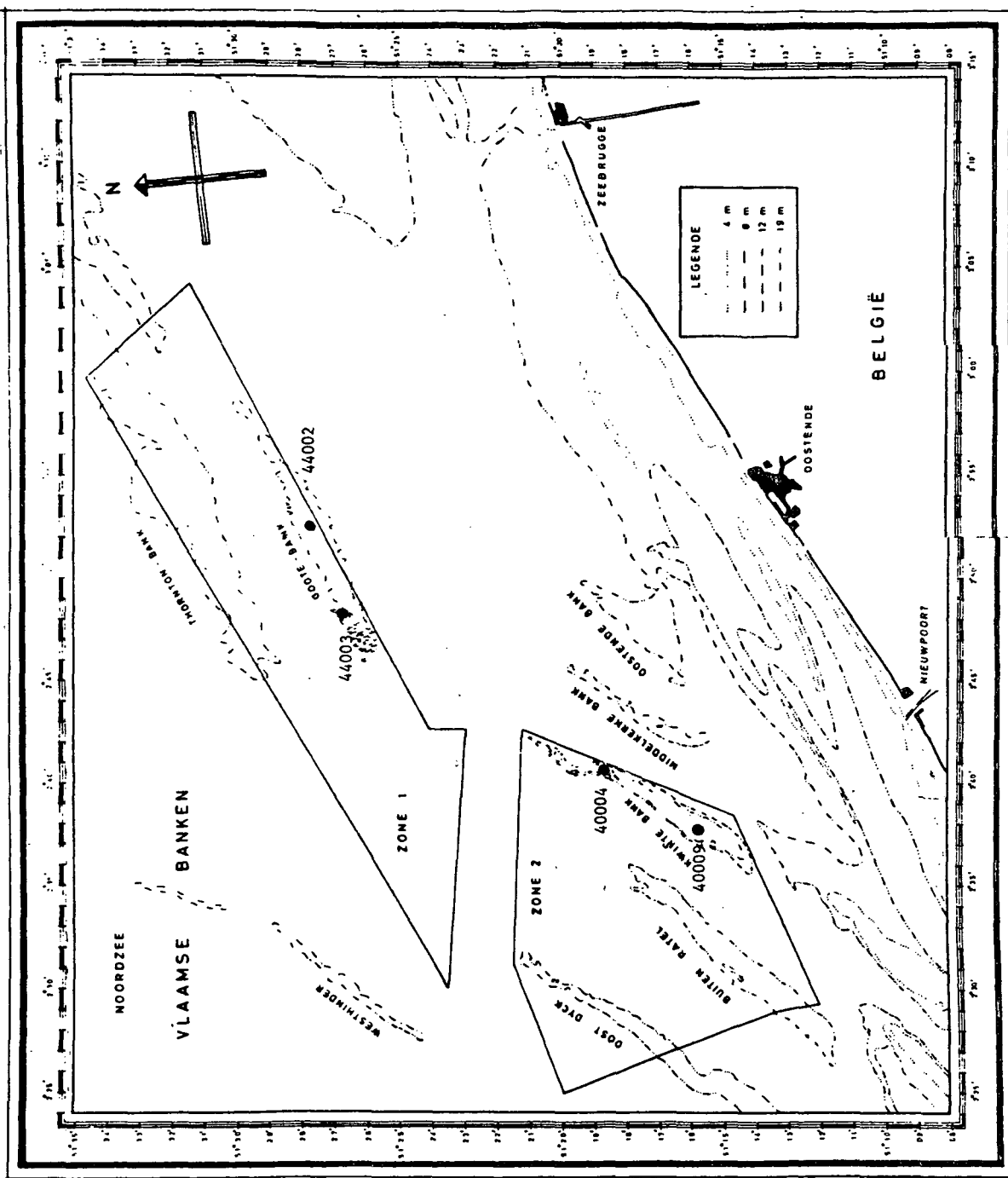


Fig. 2 Ligging van de bemonsterde stations.

Densiteit KWINTE BANK

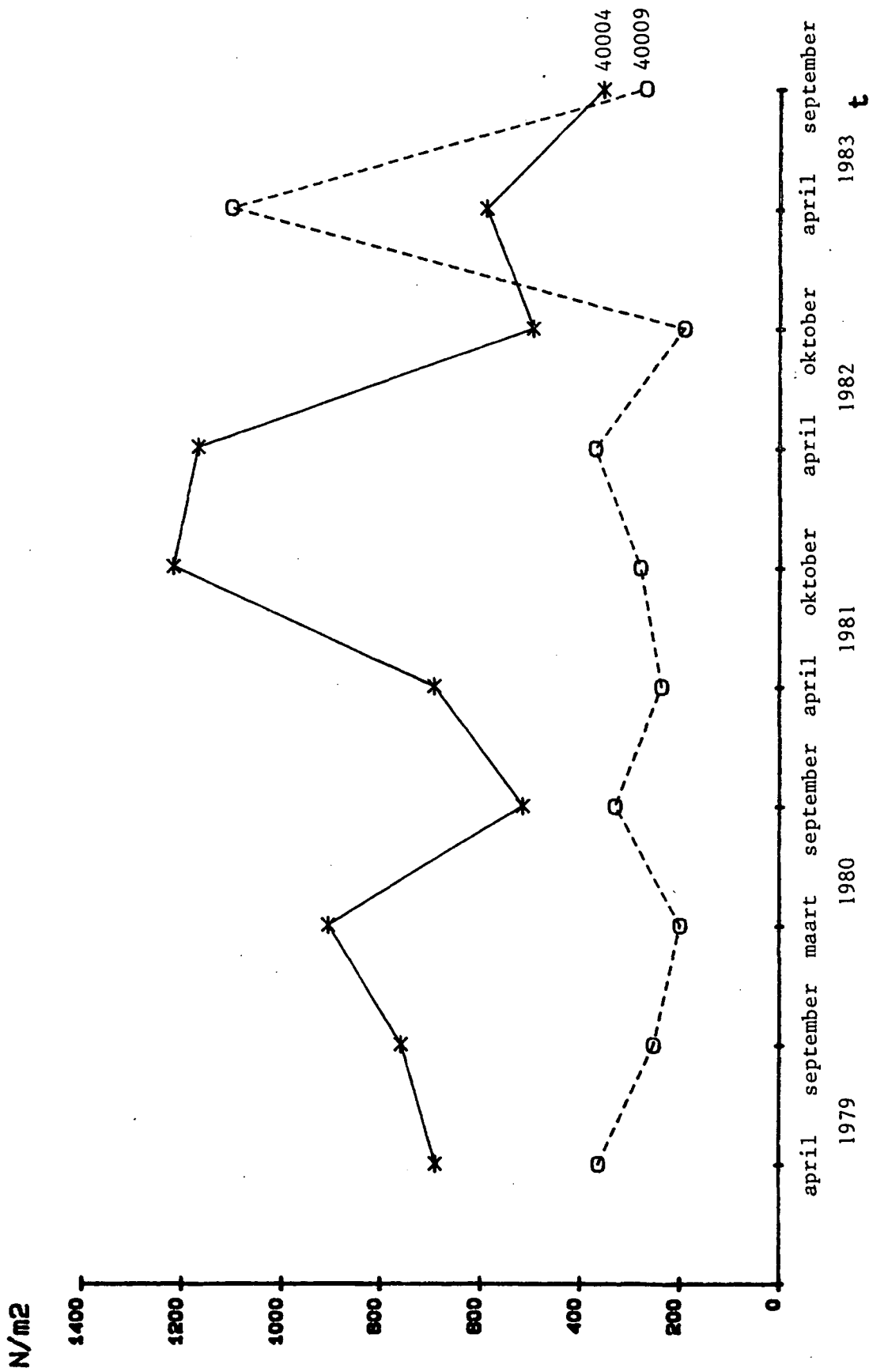


Fig. 3

Densiteit GOOTE BANK

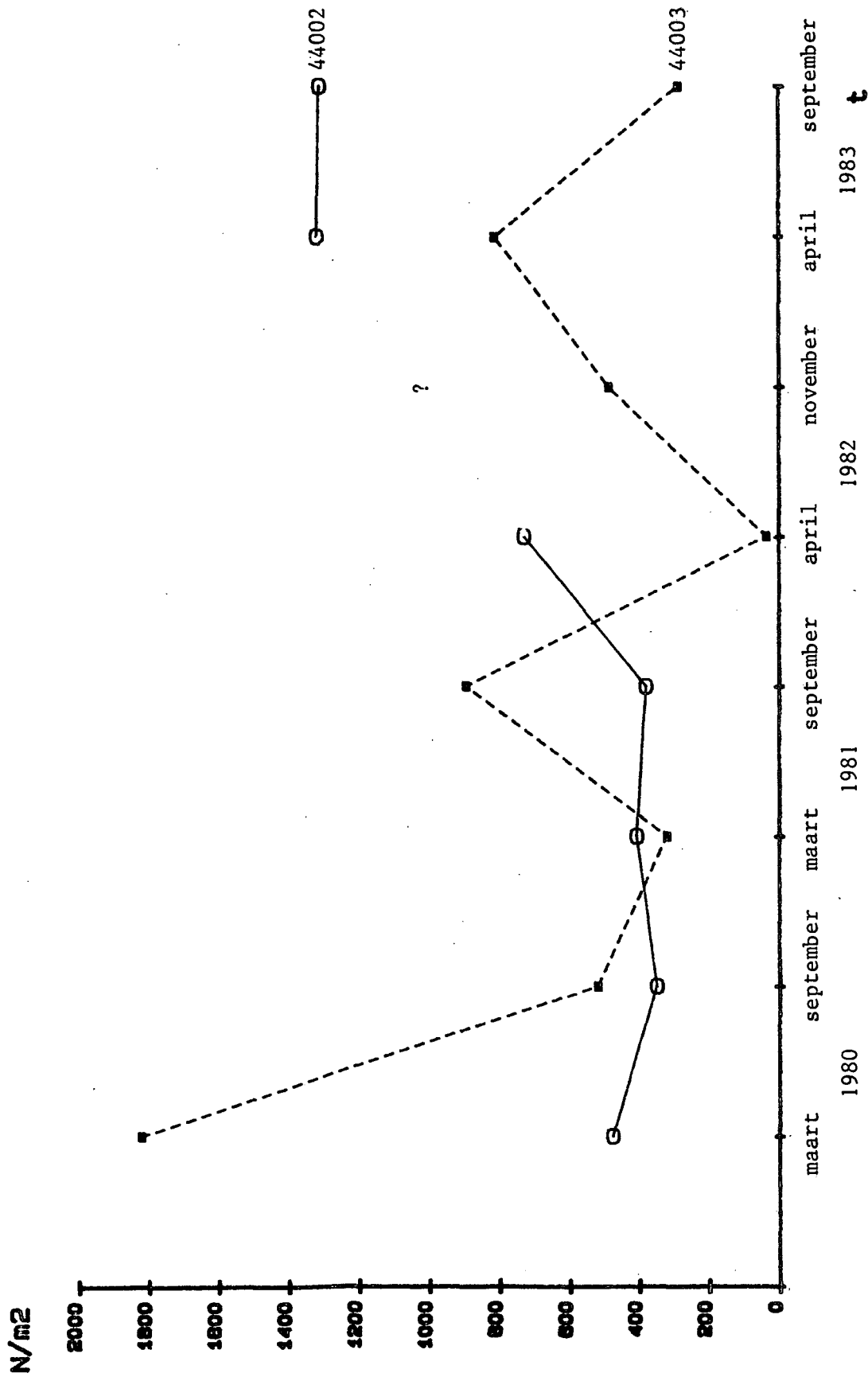


Fig. 4

Diversiteit macrofauna KWINTE BANK

Diversiteit macrofauna KWINTE BANK

H (bits/ind.)

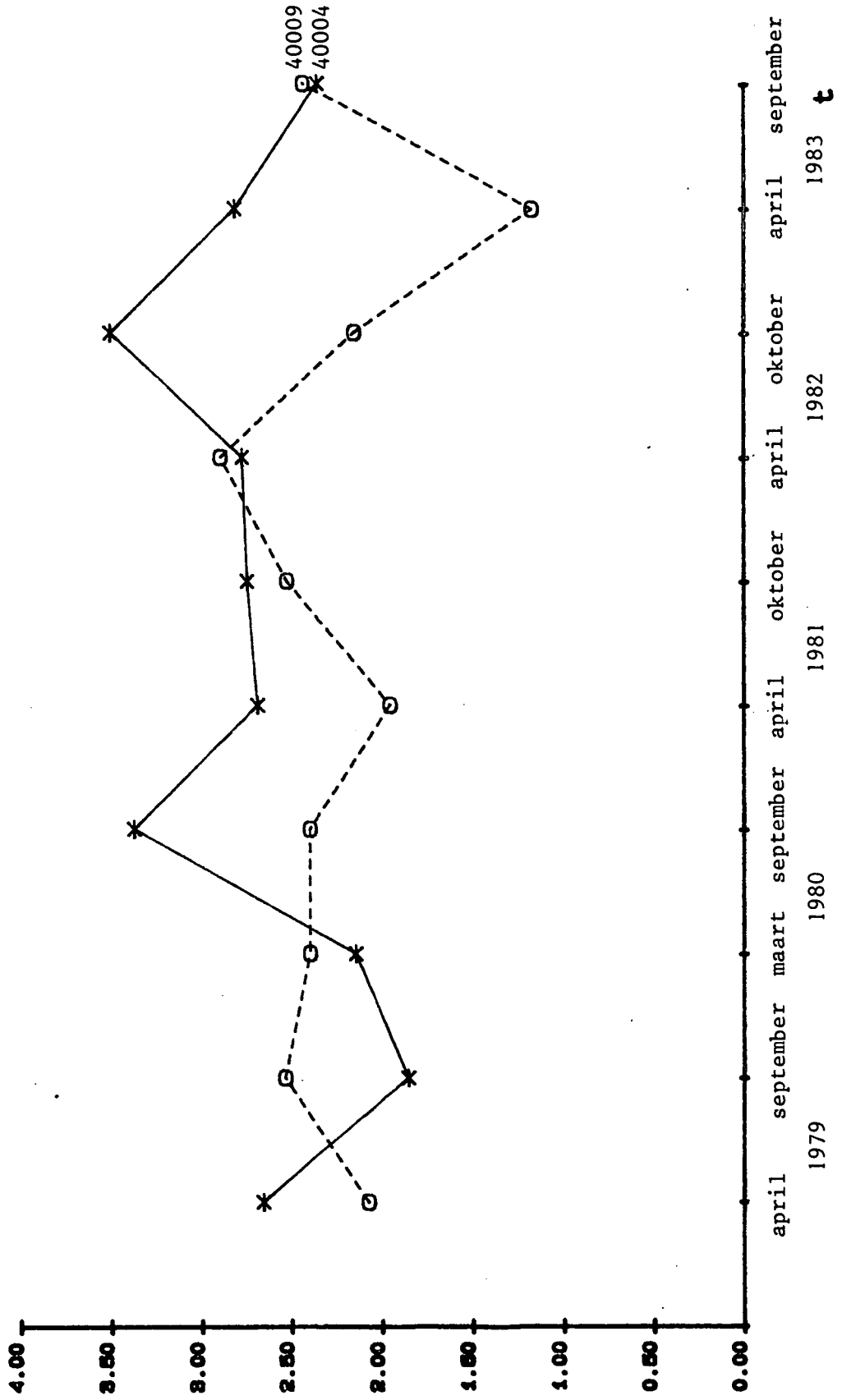


Fig. 5

Diversiteit polychaeta KWINTE BANK

H (bits/ind.)

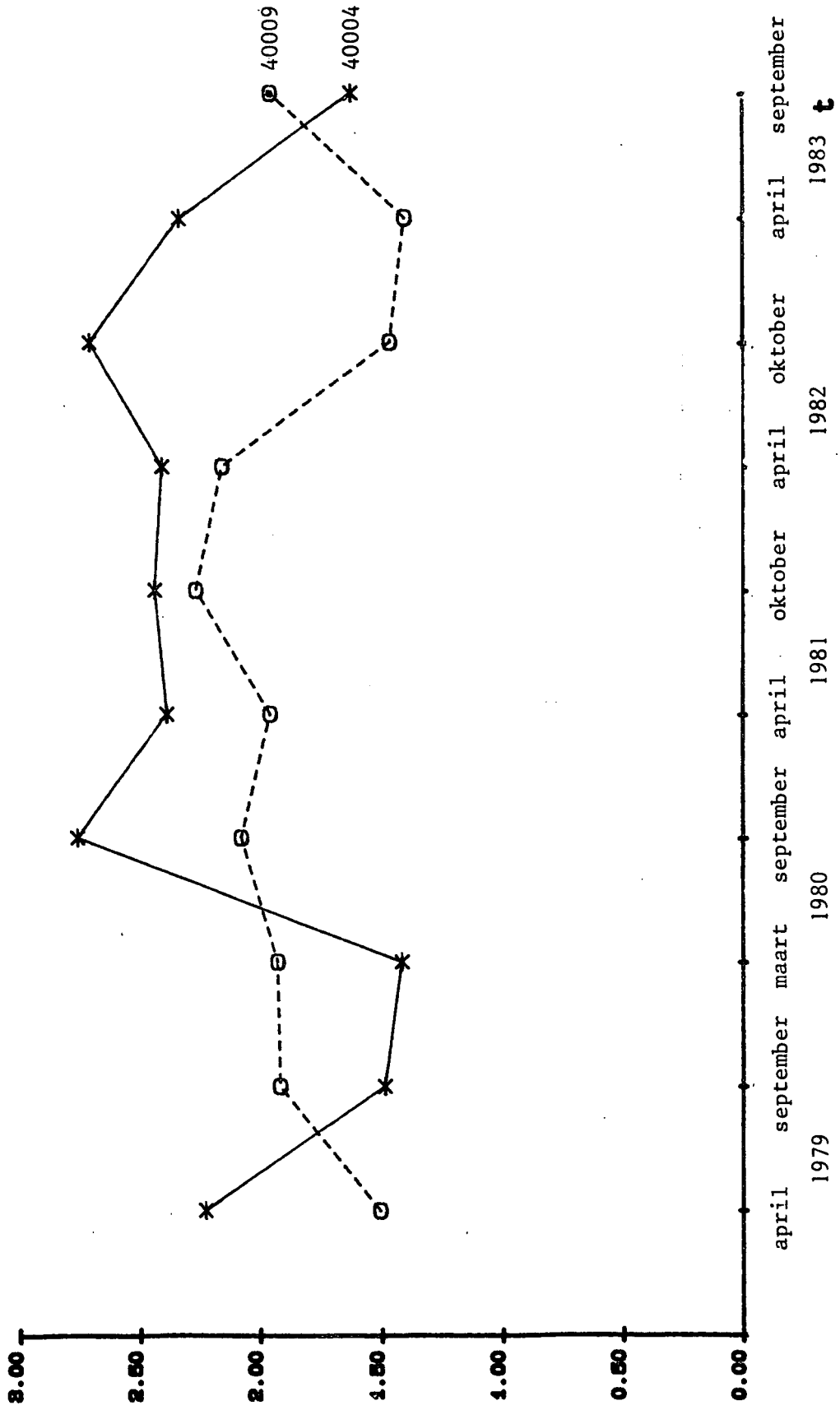


Fig. 6

Diversiteit macrofauna GOOTE BANK

H(bits/ind.)

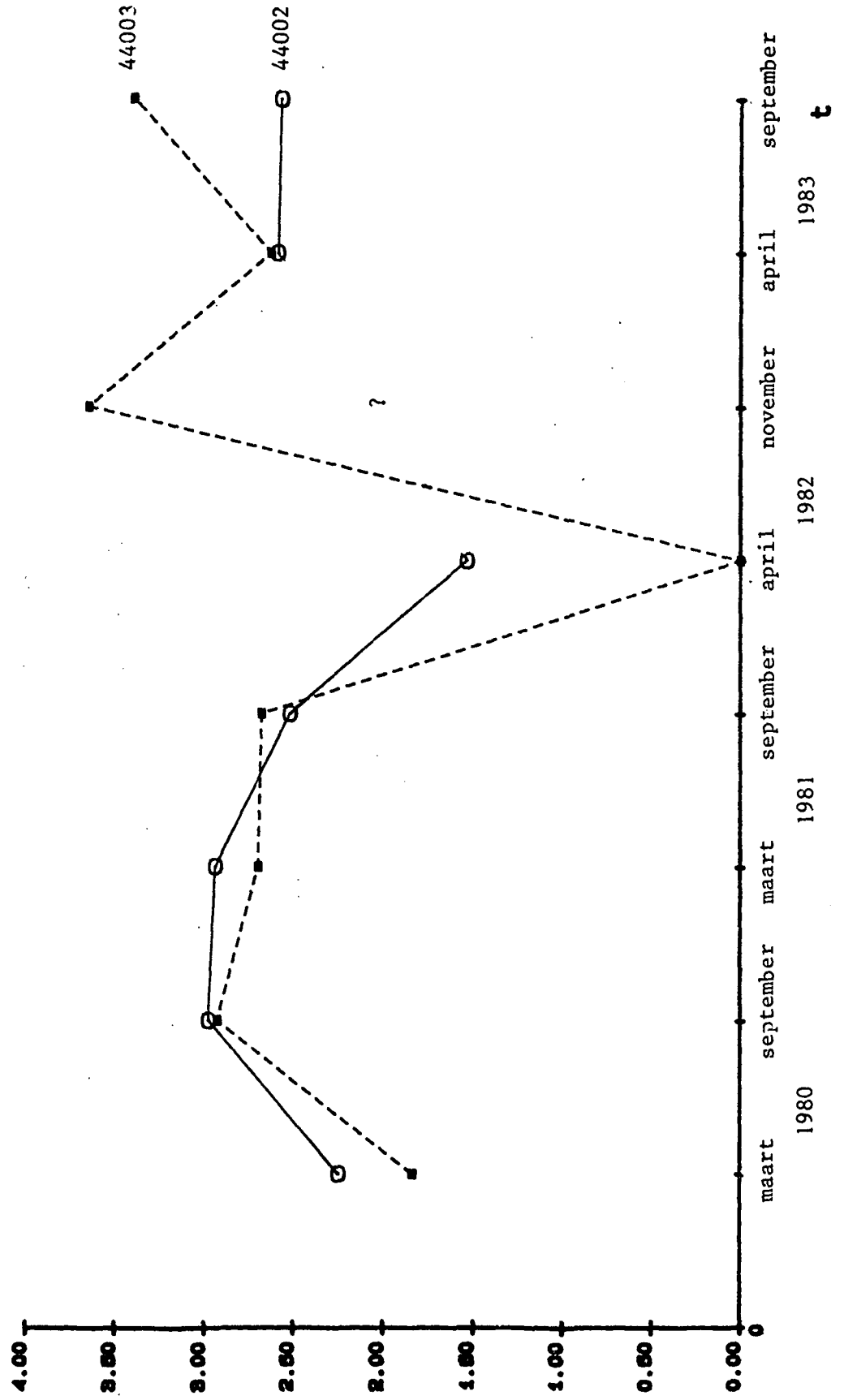


Fig. 7

Diversiteit polychaeta GOOTE BANK

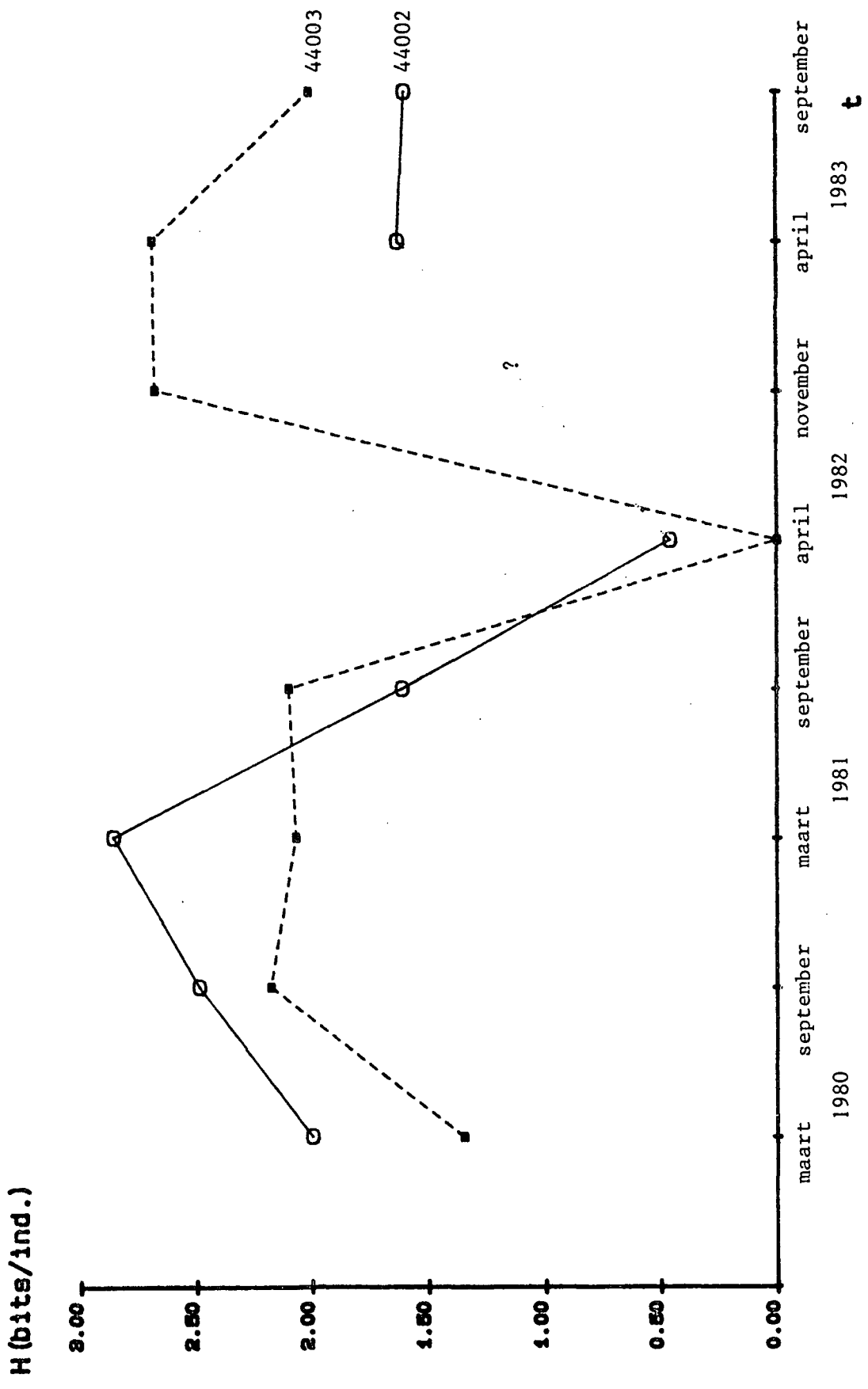


Fig. 8

Tabel 1 Coördinaten en sedimentkarakteristieken van de 4 stations op de Kwinte Bank en de Goote Bank

STATION	PERIODE	COORDINATEN		DIEPTE (m)	MEDIANE φ	diameter /μm	SORTERING		SLIB(%)		GRINT(%) >2000 μm	
		NL	OB				Sk φ	Sk φ	<63/μm	>2000 μm		
40004	04.'79	51°18'40"	2°40'45"	16	1.59	333	-	-	0.18	0.18	9.49	
	09.'79			21	1.59	332	0.38	-0.09	0	0	0	
	03.'80			18	2.20	218	0.34	-0.01	0.16	0	0	
	09.'80			21	1.61	328	0.45	0.13	0.07	0	0	
	04.'81			15	0.38	768	-	-	3.42	2.71	2.71	
	11.'81			17	1.14	454	-	-	0.23	10.55	10.55	
	04.'82			17	1.17	444	-	-	0.23	13.36	13.36	
	09.'82			17	0.86	551	-	-	0.12	0.74	0.74	
	04.'83			12.5	1.12	461	-	-	0.14	7.72	7.72	
	09.'83			13	0.15	902	-	-	0	22.40	22.40	
40009	04.'79	51°15'35"	2°37'35"	10.5	1.39	382	-	-	0	0	18.27	
	09.'79			11.5	1.37	388	0.52	-0.21	0.04	0.04	0	
	03.'80			11	1.70	307	0.35	0.06	0.04	0	0	
	09.'80			11	1.81	286	0.41	0.05	0.20	0	0	
	04.'81			6	2.07	238	0.34	-0.03	0.17	0	0	
	11.'81			10	1.89	270	0.35	-0.03	0.05	0	0	
	04.'82			13	2.17	222	0.31	-0.05	0.02	0	0	
	09.'82			12	1.84	279	0.29	0.03	0.06	0	0	
	04.'83			8.5	2.20	217	0.41	-0.07	0.09	0	0	
	09.'83			17	1.96	257	0.42	0	0.11	0	0	
44002	03.'80	51°27'37"	2°52'20"	16	1.47	361	-	-	0.07	0.07	3.17	
	09.'80			14	1.79	290	0.37	-0.02	0.60	0.60	0	
	03.'81			12	1.89	270	0.37	-0.04	0.19	0	0	
	11.'81			22.5	1.83	282	0.32	0.02	0.11	0	0	
	04.'82			20	2.10	233	0.34	0.01	0.29	0	0	
	11.'82			-	-	-	-	-	-	-	-	
	04.'83			20	2.11	232	0.34	0.01	0.10	0.10	0	
	09.'83			?	0.10	234	0.35	-0.04	0.32	0.32	0	
	44003	03.'80	03°26'37"	2°48'12"	21	1.42	374	-	-	0	0	33.42
		09.'80			20	1.49	357	0.40	-0.03	0.27	0.27	4.30
03.'81				22	1.55	343	0.71	-0.33	0.09	0.09	6.20	
11.'81				22.5	1.83	282	0.42	-0.03	0.22	0.22	7.78	
04.'82				23	1.51	351	0.38	-0.02	0.25	0.25	11.57	
11.'82				20	1.57	337	0.54	-0.03	0.11	0.11	15.73	
04.'83				24	1.36	390	0.52	0.04	0.26	0.26	5.29	
09.'83				25	1.73	302	0.41	-0.04	0.13	0.13	0	

Tabel 2 Densiteit (\bar{N} / m^2) en standard error KWINTE BANK

	1979				1980				1981			
	APRIL		SEPT.		MAART		SEPT		APRIL		OKTOBER	
	40004	40009	40004	40009	40004	40009	40004	40009	40004	40009	40004	40009
Polychaeta	273±73	330±135	680	150±21	650±209	167±46	343±94	273±93	620±323	237±61	770±218	227±32
Archiann.	43±34	-	-	-	87±56	-	-	-	10±10	-	340±230	7±7
Oligochaeta	290±146	-	-	-	67±48	3±3	3±3	-	37±23	-	73±64	7±7
(Nemertini)	63±30	7±3	290	120±23	70±21	30±6	110±59	107±22	50±12	40±6	157±70	87±33
Mollusca	83±9	3±3	30	10±6	90±6	3±3	10±10	3±3	20±10	-	20±15	-
Crustacea	-	30±10	50	93±30	3±3	27±12	143±79	47±3	7±3	-	17±12	40±12
Echinod.	-	-	-	3±3	10±10	-	17±12	7±3	-	-	-	-
TOT. Macro-	690±185	363±144	760	253±32	907±181	200±53	547±99	330±96	69±354	237±61	1220±369	280±21
benthos												

	1982				1983							
	April		Oktober		April		September					
	40004	40009	40004	40009	40004	40009	40004	40009				
Polychaeta	747±161	170±84	333±49	123±61	393±188	130±17	135±135	227±99				
Archiann.	313±273	-	27±22	-	67±57	3±3	100±30	-				
Oligochaeta	40±40	-	30±12	-	80±75	-	-	-				
(Nemertini)	27±9	17±9	40±6	3±3	57±26	7±7	5±5	30±10				
Mollusca	70±44	20±10	70±31	-	40±35	30±20	30±30	-				
Crustacea	-	170±125	37±27	60±15	10±10	937±537	85±85	43±3				
Echinod.	-	10±6	-	-	-	3±3	-	-				
TOT. Macro-	1170±105	370±154	497±43	193±65	590±265	1103±501	355±155	270±96				
benthos												

GOOTE BANK

	1979		1980		1981				
	MAART 44002	MAART 44003	SEPT. 44002	SEPT. 44003	MAART 44002	MAART 44003	September 44002	September 44003	
Polychaeta		437±124	1560±124	220±55	273±66	320±64	280±12	123±48	405±45
Archiamn.		7±3	13±4	-	-	-	-	-	3±3
Oligochaeta		3±1	217±36	7±7	87±43	7±7	-	3±3	15±15
(Nemertini)		-	-	57±13	107±38	10±6	23±8	17±12	60±60
Mollusca		7±1	13±4	17±17	13±3	20±12	10±6	13±9	45±5
Crustacea		20±10	20±15	107±67	143±44	60±29	30±25	240±103	420±140
Echinod.		-	-	-	7±7	-	-	-	7±7
TOT. Macro- benthos		477±125	1823±319	350±104	520±210	407±81	320±38	380±58	895±155
<hr/>									
	1982		1983		1983				
	April 44002	April 44003	November 44002	November 44003	April 44002	April 44003	September 44002	September 44003	
Polychaeta	520±330	-	257±103	1027±334	223±46	1013±899	173±23		
Archiamn.	-	-	-	-	-	-	-	-	
Oligochaeta	-	-	7±3	-	10±6	-	7±3	-	
(Nemertini)	-	-	217±142	23±15	73±15	57±29	90±32	-	
Mollusca	-	-	23±3	17±3	27±17	83±69	10±6	-	
Crustacea	210±180	37±19	187±104	267±52	467±165	213±104	77±72	-	
Echinod.	-	-	13±9	10±6	87±52	3±3	20±15	-	
TOT. Macro- benthos	730±510	37±19	487±214	1320±372	813±151	1313±1074	287±63	-	

Tabel 3

Relatieve abundantie (%)

KWINTE BANK

	1979		1980		1981		1982		1983											
	April	Sept.	Maart	Sept.	April	Okt.	April	Okt.	April	Sept.										
40004 40009	40004	40009	40004	40009	40004	40009	40004	40009	40004	40009										
Polychaeta	36.3	89.2	64.8	39.9	66.5	72.6	54.8	62.5	83.3	85.6	55.9	61.7	62.4	43.9	62.0	93.2	60.7	11.7	38.0	75.7
Archian.	5.7	0	0	0	8.9	0	0	0	1.3	0	24.7	1.9	26.1	0	5.0	0	10.4	0.3	28.2	0
Oligochaeta	38.6	0	0	0	6.9	1.3	0.5	0	5.0	0	5.3	1.9	3.3	0	5.6	0	12.4	0	0	0
Nemertini	8.4	1.9	27.6	31.9	7.2	13.0	17.6	24.5	6.7	14.4	11.4	23.6	2.3	4.4	7.4	2.3	8.8	0.6	1.4	10.0
Mollusca	11.0	0.8	2.9	2.7	9.2	1.3	1.6	0.7	2.7	0	1.5	0	5.8	5.2	13.0	0	6.2	2.7	8.5	0
Crustacea	0	8.1	4.8	24.7	0.3	11.7	22.8	10.8	0.9	0	1.2	10.9	0	43.9	6.9	4.5	1.5	84.4	23.9	14.3
Echinod.	0	0	0	0.8	1.0	0	2.7	1.6	0	0	0	0	0	2.6	0	0	0	0.3	0	0

GOOTE BANK

	1979		1980		1981		1982		1983						
	Maart	Sept.	Maart	Sept.	April	Okt.	April	Okt.	April	Sept.					
44002 44003	44002	44003	44002	44003	44002	44003	44002	44003	44002	44003					
Polychaeta	92.2	85.6	53.9	43.3	76.7	81.6	31.1	42.4	71.2	0	36.5	76.4	25.1	74.0	45.9
Archian.	1.5	0.7	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	0.6	11.9	1.7	13.8	1.7	0	0.8	1.6	0	0	Geen	1.0	0	1.1	0
Nemertini	0	0	14.0	17.0	2.4	6.7	4.3	6.3	0	0	gege-	30.8	1.7	8.2	4.2
Mollusca	1.5	0.7	4.2	2.1	4.8	2.9	3.3	4.7	0	0	vens	3.3	1.3	3.0	6.1
Crustacea	4.2	1.1	26.2	22.7	14.4	8.7	60.6	44.0	28.8	100.0	26.6	19.9	52.6	15.6	20.4
Echinod.	0	0	0	1.1	0	0	0	0.7	0	0	1.8	0.7	9.8	0.2	5.3

Tabel 4 Diversiteit (H), evenness (J') en aantal soorten (S)

Kwinte Bank

	40004						40009					
	Macrofauna		Polychaeta		Macrofauna		Polychaeta		Macrofauna		Polychaeta	
	H	J'	H	J'	H	J'	H	J'	H	J'	H	J'
1979	2.66	0.84	2.23	0.80	2.08	0.62	1.51	0.52	2.08	0.80	1.93	0.86
September	1.86	0.62	1.49	0.55	2.54	0.87	1.92	0.83	2.54	0.87	2.08	0.75
1980	2.15	0.56	1.42	0.43	2.40	0.95	1.93	0.86	2.40	0.80	1.93	0.86
September	3.38	0.88	2.76	0.85	2.40	0.80	2.08	0.75	2.40	0.80	2.08	0.75
1981	2.69	0.70	2.39	0.68	1.96	0.82	1.96	0.82	1.96	0.82	1.96	0.82
Oktober	2.75	0.68	2.44	0.69	2.53	0.89	2.27	0.87	2.53	0.89	2.27	0.87
1982	2.78	0.72	2.41	0.70	2.90	0.86	2.16	0.97	2.90	0.86	2.16	0.97
Oktober	3.51	0.91	2.71	0.85	2.16	0.96	1.47	0.88	2.16	0.96	1.47	0.88
1983	2.82	0.84	2.34	0.82	1.18	0.32	1.41	0.78	1.18	0.32	1.41	0.78
September	2.36	0.83	1.63	0.78	2.44	0.88	1.96	0.84	2.44	0.88	1.96	0.84

Diversiteit (H), evenness (J') en aantal soorten (S)

Goote Bank

	44002						44003					
	Macrofauna		Polychaeta		Macrofauna		Polychaeta		Macrofauna		Polychaeta	
	H	J'	H	J'	H	J'	H	J'	H	J'	H	J'
1980	2.25	0.74	2.00	0.76	1.84	0.55	1.35	0.54	1.84	0.55	1.35	0.54
September	2.98	0.89	2.49	0.90	2.93	0.89	2.18	0.85	2.93	0.89	2.18	0.85
1981	2.94	0.92	2.86	0.90	2.70	0.86	2.07	0.77	2.70	0.86	2.07	0.77
September	2.52	0.84	1.61	0.94	2.68	0.66	2.10	0.64	2.68	0.66	2.10	0.64
1982	1.54	0.51	0.46	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
April	-	-	-	-	3.65	0.96	2.68	0.92	3.65	0.96	2.68	0.92
November	2.59	0.62	1.63	0.50	2.63	0.63	2.69	0.90	2.63	0.63	2.69	0.90
1983	2.57	0.59	1.60	0.45	3.40	1.03	2.01	0.95	3.40	1.03	2.01	0.95
September												