

ONDERZOEK NAAR DE MOGELIJKE EFFECTEN VAN HET LOZEN VAN TiO_2

AFVALZUUR OP DE MACROBENTHISCHE FAUNA IN DE NOORDZEE

I. Survey 1981

M. Mulder

Interne Verslagen

Nederlands Instituut voor

Onderzoek der Zee, Texel

EON 1985 - 1

ONDERZOEK NAAR DE MOGELIJKE EFFECTEN VAN HET LOZEN VAN TiO_2
AFVALZUUR OP DE MACROBENTHISCHE FAUNA IN DE NOORDZEE

I. Survey 1981

door

M. Mulder

INHOUD

1. Summary en Samenvatting.....	1
2. Inleiding.....	2
3. Materiaal en methoden.....	3
4. Resultaten.....	4
4.1. Soortensamenstelling en verdeling over de stations	4
4.2. Vergelijking van de gegevens met de baseline survey van 1980.....	4
4.3. Betrouwbaarheid van de gegevens.....	6
4.4. Autoecologische gegevens van de nieuw gevonden soorten.....	6
5. Discussie.....	12
6. Literatuur.....	14

1. SUMMARY

Research on macrobenthos in the dumping area for TiO_2 waste acid has been continued in 1981. Sixteen stations have been sampled; on 13 stations 5 samples have been collected at each station, while on 3 stations 25 samples have been collected.

About 90 different species have been found; there are some indications that a shift has taken place in the macrobenthic fauna: 24 new species were found, whereas 23 species, present in the samples taken in 1980, were absent in 1981. It cannot be excluded, however, that this difference is due to an inadequate number of samples, the distribution of the macrobenthos species is very patchy.

In 1981 the density of a large number of species was significantly lower than in 1980; however the density of Spio filicornis was significantly higher.

SAMENVATTING

In 1981 werd het onderzoek naar de benthische fauna in het lozingsgebied van TiO_2 afvalzuur voortgezet. Er werden 16 stations bemonsterd; 13 stations met 5 bodemhappen per station en 3 stations bestaande uit 25 happen.

Er werden ongeveer 90 soorten aangetroffen. Het is mogelijk dat er een verschuiving in de fauna heeft plaatsgevonden: 24 nieuwe soorten werden aan de lijst toegevoegd, terwijl 23 soorten die in 1980 aanwezig waren niet werden teruggevonden.

Het kan echter niet worden uitgesloten dat dit het gevolg is van de patchy verspreiding van de soorten en de dichtheid van bemonstering. In 1981 werden significant lagere dichtheden van de talrijker soorten aangetroffen, met uitzondering van Spio filicornis; deze was in significant hogere dichtheden aanwezig.

2. INLEIDING

Tussen 30 maart en 2 april 1981 werd het onderzoek naar de macrobenthische fauna van het TiO_2 afvalzuur lozingsgebied in de Zuidelijke Noordzee voortgezet (Fig. 1).

Om de mogelijke effecten t.g.v. het lozen van TiO_2 afvalzuur te kunnen waarnemen, is gekeken naar het voorkomen, de verdeling en de aantallen individuen per soort op ieder station.

Uit de gegevens bleek echter dat bovenstaande meet-methode minder geschikt was in het TiO_2 lozingsgebied. Als probleem kwam daarbij naar voren dat tijdens de survey 1981 24 nieuwe soorten werden gevonden terwijl tegelijkertijd 23 soorten verdwenen waren. De Van Veen happer kan deze soorten gemist hebben vanwege hun lage dichtheden. Een tweede oorzaak voor de verdwijning van de 23 soorten kan zijn de patchiness van de fauna in het gebied.

Monitoring op basis van het voorkomen van bepaalde soorten c.q. dichtheden is om bovengenoemde redenen waarschijnlijk minder geschikt, althans voor het lozingsgebied.

Biomassa- en produktiemetingen zijn 2 andere mogelijkheden om effectstudies te verrichten. Deze verlangen echter bemonsteringen op regelmatige basis en zijn verder zeer arbeidsintensief.

Aangezien de variaties in biomassawaarden waarschijnlijk nog groter zullen zijn dan de variaties in dichtheden, kan geconcludeerd worden dat ook deze meetmethode niet goed toepasbaar is.

In dit rapport worden de resultaten van deze survey vergeleken met die van de baseline survey van 1980.

De autoecologische gegevens van de nieuw gevonden soorten worden vermeld.

Op 16 sta
Veen happe
tions werd
tions iede
De bodemha
wijdte va
bufferde f
De behande
op dezelfd

3. MATERIAAL EN METHODEN

Op 16 stations werden 139 bodemhappen m.b.v. een 0.2 m² Van Veen happer genomen in het lozingsgebied (Fig. 2). Drie stations werden bemonsterd met 25 happen per station en 13 stations ieder bestaande uit 5 happen.

De bodemhappen werden uitgezeefd op een zeef met een maaswijdte van 1mm² en het residue geconserveerd met 6%-ige gebufferde formaline.

De behandeling van de monsters in het laboratorium gebeurde op dezelfde wijze als in 1980 (Mulder & Stam, 1982).

4. RESULTATEN

4.1. Soortensamenstelling en de verdeling over de stations

Er werden in de monsters van 1981 $\pm$ 90 soorten aangetroffen (41 polychaeten, 11 mollusken, 31 crustaceeën en 3 echinodermen, plus een aantal niet nader gedetermineerde soorten). Dit is weergegeven in Tabel 1.

De verspreiding over de stations wordt ook in Tabel 1 vermeld.

De gemiddelde dichtheden van de soorten per m² worden vermeld in Tabel 2.

Negen soorten bleken dominant te zijn in meer dan 50% van alle monsters, terwijl 73 soorten in minder dan 20% van de monsters voorkwamen (Tabel 2).

De percentages van de belangrijkste soorten zijn hieronder weergegeven met tussen haakjes de percentages van 1980.

Nephtys cirrosa	97.1%	(87.5%)
Bathyporeia elegans	87.8%	(67.5%)
Gastrosaccus spinifer	83.5%	(26.3%)
Spio filicornis	83.5%	(70.0%)
Echinocyamus pusillus	71.9%	(42.5%)
Chaetozone setosa	69.1%	(33.8%)
Natica catena	64.8%	(26.3%)
Spiophanes bombyx	59.7%	(52.5%)
Ophelia limacina	58.3%	(61.3%)

De dichtheden van de amphipode Bathyporeia elegans, alsmede van de andere amphipoden zijn waarschijnlijk een onderschatting als gevolg van het schokgolfeffect van de Van Veen happer.

4.2. Vergelijking van de gegevens met de baseline survey van 1980

Tijdens het uitwerken van de gegevens van de survey van 1980 werd duidelijk dat 5 bodemhappen per station onvoldoende waren om een representatief beeld te krijgen van de fauna in het gebied. De relatie tussen monstergrootte en het aantal gevonden soorten werd berekend en uitgezet. Hieruit bleek dat veel meer happen per station nodig waren om alle daar

aanwezige
werd besle
(2, 8 en
Dit result
op deze
vangen en
respectie
Men moet
1980, deze
Reineck
levende
bodemhapp
onderscha
bestrijkt
Men moet
jaren op
ten.
Voor het
gelijking
het gebrui
De reste
pen per s
te zien v
mers 10 e
Zoals ee
nieuwe so
lijst ver
tion voor
waren 5
Deze soor
Van de
3 tot de
niet tot
Van de sc
polychaet
tot de
voor te l
De gemid
min of me
zienlijk
echter ee
in 1981
Om te bej

aanwezige soorten te kunnen vangen (Mulder & Stam, 1982). Er werd besloten dat gedurende de survey van 1981 op 3 stations (2, 8 en 11), 25 happen per station genomen zouden worden. Dit resulteerde in een vermeerdering van het aantal soorten op deze 3 stations. Op station 2 werden 21 soorten meer gevangen en op de stations 8 en 11 ging het aantal omhoog met respectievelijk 41 en 31 (Tabel 3).

Men moet wel bedenken dat gedurende de baseline survey van 1980, deze stations bemonsterd werden met een 0.06 m^2 Reineck box corer. Deze sampler bemonstert ook de dieperlevende fauna op adequate wijze, terwijl de Van Veen bodemhapper ondieper grijpt. Dit zou kunnen leiden tot een onderschatting van de dieperlevende soorten; de Van Veen bestrijkt echter wel een groter gebied (20 dm^2 tegen 6 dm^2). Men moet dus bij het vergelijken van de gegevens van beide jaren op deze 3 stations de nodige voorzichtigheid betrachten.

Voor het referentiepunt 15 geldt in feite hetzelfde: de vergelijking met de baseline survey is niet betrouwbaar i.v.m. het gebruik van 2 verschillende samplers.

De resterende stations werden in 1981 bemonsterd met 5 happen per station. Ook deze stations geven een vermeerdering te zien van het aantal soorten, met uitzondering van de nummers 10 en 16.

Zoals eerder is genoemd, werden tijdens deze survey 24 nieuwe soorten geïdentificeerd, terwijl 23 soorten van de lijst verdwenen. Het totaal aantal gevonden soorten per station voor 1980 en 1981 is weergegeven in Tabel 3. In 1980 waren 5 soorten dominant in meer dan 50% van de monsters. Deze soorten bleken dat ook te zijn in de monsters van 1981. Van de 24 nieuwe soorten behoorden er 8 tot de polychaeten, 3 tot de mollusken, 10 tot de crustaceeën, terwijl 3 soorten niet tot op soortsniveau gedetermineerd werden.

Van de soorten die verdwenen in 1981, behoorden er 13 tot de polychaeten, 3 tot de mollusken, 6 tot de crustaceeën en 1 tot de echinodermen. Ze bleken in 1980 in lage dichtheden voor te komen.

De gemiddelde dichtheden per m^2 in 1981 van de soorten die min of meer frequent voorkomen in beide surveys, waren aanzienlijk lager dan in 1980. De polychaet Spio filicornis nam echter een uitzonderingspositie in. De dichtheid per m^2 lag in 1981 77% hoger dan in 1980.

Om te bepalen of de verschillen in dichtheden van beide sur-

veys significant waren werd gebruik gemaakt van de non-parametrische Mann-Whitney U-test (Elliott, 1977). De test laat zien, dat de dichtheden voor 12 soorten significant verschillen bij 1% significantieniveau (Tabel 5).

4.3. Betrouwbaarheid van de gegevens

Dit is weergegeven in Tabel 4.

Voor het berekenen van de gemiddelde dichtheden per soort is uitgegaan van die monsters waarin de soort voorkwam.

De 95% betrouwbaarheidsintervallen werden berekend als $\frac{S}{\sqrt{n}} \times t$, waarbij S de standaarddeviatie is, n het aantal waarnemingen, terwijl t gehaald werd uit de Student-tabel bij n-1 vrijheidsgraden.

4.4. Autoecologische gegevens van de nieuw gevonden soorten

In dit hoofdstuk worden enkele ecologische en biologische gegevens van een aantal soorten beschreven. Het betreft de soorten die nog niet eerder in het lozingsgebied zijn aangetroffen.

Voor de andere soorten is dit reeds vermeld in het baseline rapport (Mulder & Stam, 1982).

De gegeven informatie, zoals voedsel, verspreiding, sedimentvoorkeur en reproductie is voornamelijk gebaseerd op determinatieliteratuur.

De verspreiding geldt in dit geval voor W-Europa.

Polychaeta (Hartmann-Schröder, 1971)

Eulalia pusilla Oersted, 1843

Er werd één exemplaar van deze soort in de monsters aangetroffen.

Voedsel: waarschijnlijk predator

Verspreiding: Noordelijke Atlantische Oceaan, Noordzee, Engelse Kanaal

Sedimentvoorkeur: slibrijk sediment

Reproductie: onbekend.

Gyptis ca
Voedsel:
Verspreid
Sediment
Reproduct

Eusyllis
Er werd
troffen.
Voedsel:
Verspreid

Sediment
Reproduct

Exogone l
Er werd
troffen.
Voedsel:
Verspreid

Sediment
Reproduct

Glycera l
Voedsel:
Verspreid

Sediment
Reproduct

Lumbrine
Er werd
troffen.
Voedsel:
Verspreid

Sediment
Reproduct

Gyptis capensis Day, 1963

Voedsel: predator, deposit-feeder?

Verspreiding: Noordzee, Engelse Kanaal (Plymouth)

Sedimentvoorkeur: fijn zand met slib

Reproductie: onbekend.

Eusyllis blomstrandii Malmgren, 1867

Er werd één exemplaar van deze soort in de monsters aangetroffen.

Voedsel: predator

Verspreiding: Noordelijke Atlantische Oceaan, Noordzee, Engelse Kanaal

Sedimentvoorkeur: alle sedimenttypes

Reproductie: van maart-augustus in de Zuidelijke Noordzee (Hamond, 1966).

Exogone hebes Webster & Benedict, 1884

Er werd één exemplaar van deze soort in de monsters aangetroffen.

Voedsel: onbekend

Verspreiding: Noordelijke Atlantische Oceaan, Skagerrak, Kieler Bocht, Zuidelijke Noordzee, Engelse Kanaal

Sedimentvoorkeur: alle sedimenttypes

Reproductie: waarschijnlijk van juni-september in de Zuidelijke Noordzee.

Glycera rouxii Audouin & Milne-Edwards, 1883

Voedsel: predator (Blegvad, 1914)

Verspreiding: Atlantische Oceaan, Noordzee, Scandinavische wateren, Engelse Kanaal

Sedimentvoorkeur: slibrijk sediment

Reproductie: waarschijnlijk in de herfst in de Noordelijke Noordzee.

Lumbrineris fragilis O.F. Müller, 1766

Er werd één exemplaar van deze soort in de monsters aangetroffen.

Voedsel: predator

Verspreiding: Noordelijke Atlantische Oceaan, Noordzee, Scandinavische wateren, Engelse Kanaal

Sedimentvoorkeur: variërend van zand tot slib

Reproductie: waarschijnlijk in de zomer.

CrustaceaApistobrachus tullbergi Théel, 1879

Voedsel: selectieve deposit-feeder (Remane, 1933)

Verspreiding: Noordelijke Atlantische Oceaan, Noordzee,
Scandinavische wateren, Oostzee

Sedimentvoorkeur: variërend van grof zand tot slib

Reproductie: onbekend.

Macropipus

Voedsel: p

Verspreidi

Sedimentvo

Reproducti

Ophelia rathkei Mc-Intosh, 1908

Voedsel: a-selectieve deposit-feeder

Verspreiding: Noordelijke Atlantische Oceaan, Oostzee, Scan-
dinavische waterenSedimentvoorkeur: variërend van grof zand tot fijn zand met
slibReproductie: post-larvale stadia tussen maart en mei in de
Noordzee (Norfolk), (Hamond, 1966).Pinnothere

Voedsel: p

Verspreidi

Sedimentvo

Reproducti

PinnothereMollusca Bivalvia (Tebble, 1966)Donax vittatus Da Costa, 1778

Voedsel: suspension-feeder (Pohlo, 1969)

Verspreiding: rond Britse eilanden, Noordzee, Oostzee

Sedimentvoorkeur: zandige sedimenten

Reproductie: waarschijnlijk pelagische larven (Wolff, 1973).

Ebalia tun

Voedsel: p

Verspreid:

Sedimentvo

Reproducti

Adema et

van de Zu

Spisula solida Linnaeus, 1758

Voedsel: suspension-feeder

Verspreiding: rond Britse eilanden, Noordzee

Sedimentvoorkeur: zandige sedimenten

Reproductie: onbekend, waarschijnlijk pelagische larven.

Corystes c

Voedsel: p

Verspreid:

Sedimentvo

Reproducti

Spisula elliptica Brown, 1827

Voedsel: suspension-feeder (Newell, 1970)

Verspreiding: rond Britse eilanden, Noordzee, Engelse Kanaal

Sedimentvoorkeur: slibrijk zand, gravel met schelpfragmenten

Reproductie: waarschijnlijk pelagische larven (Wolff, 1973).

CrustaceaPseudocuma

Voedsel: c

Verspreid:

Sedimentvo

Reproducti

Crustacea Decapoda (Ingle, 1980)

izee,

Macropipus holsatus Fabricius, 1798

Voedsel: predator

Verspreiding: Noordzee, Ierse Zee, Engelse Kanaal

Sedimentvoorkeur: zand en gravel (Bruce et al., 1963)

Reproductie: eidragende oo in de Wash in april, juni, september (Hamond, 1971).

ee, Scan-

Pinnotheres pisum Linnaeus

Voedsel: predator

Verspreiding: Noordzee, Ierse Zee, Engelse Kanaal

Sedimentvoorkeur: onbekend

Reproductie: larven in augustus en september in de Wash (Rees, 1952)

Pinnotheres pisum leeft vaak als parasiet in tweekleppigen.

zand met

nei in de

Ebalia tumefacta Montagu, 1808

Voedsel: predator

Verspreiding: Noordzee, Ierse Zee, Engelse Kanaal

Sedimentvoorkeur: grovere sedimenten (Adema et al., 1982)

Reproductie: eidragende oo in de Wash in juni en augustus (Hamond, 1971)

ee

Adema et al. (1982) vond E. tumefacta vnl. in het Z-W deel van de Zuidelijke Noordzee.

E, 1973).

Corystes cassivelaunus Pennant, 1777

Voedsel: predator

Verspreiding: Noordzee, Ierse Zee, Engelse Kanaal

Sedimentvoorkeur: zandige sedimenten

Reproductie: larven in maart-juli in de Wash en op Doggers-bank (Savage, 1926; Rees, 1952).

rven.

Crustacea Cumacea (Jones, 1976)

se Kanaal

ragmenten

E, 1973).

Pseudocuma longicornis Bate, 1858

Voedsel: deposit-feeder (micro-organismen en detritus)

Verspreiding: Noordzee, rond Britse eilanden

Sedimentvoorkeur: slibrijke en zandige sedimenten van uit-eenlopende korrelgrootte (Foxon, 1936; Pike & le Sueur, 1958)

Reproductie: continu.

Crustacea Amphipoda (Schellenberg, 1942)

De specifieke voedselkeuze van onderstaande soorten is niet vermeld, i.v.m. de schaarse informatie over dit onderwerp in de gebruikte determinatie literatuur.

Amphipoden zijn in het algemeen carnivore en/of herbivore predatoren, alsmede deposit-feeders.

Hippomedon denticulatus Bate, 1857

Verspreiding: Oostelijke Atlantische Oceaan, Noordzee, Scandinavische wateren

Sedimentvoorkeur: variërend van fijn tot grof zand, alsmede slibrijke sedimenten

Reproductie: eidragende oo in maart, augustus en november in de Noordzee.

Orchomenella nana Krøyer, 1846

Verspreiding: Oostelijke Atlantische Oceaan, Noordzee, Scandinavische wateren

Sedimentvoorkeur: zandige en slibrijke sedimenten

Reproductie: onbekend.

Haustorius arenarius Slabber, 1769

Er werd één exemplaar van deze soort in de monsters aangetroffen.

Verspreiding: Atlantische Oceaan, Noordzee

Sedimentvoorkeur: grovere sedimenten, vaak gemengd met schelpfragmenten en gravel (Vader, 1969)

Vader (1969) beschrijft deze soort als een bewoner van de brandingzone langs de Noordzeekust. Hij dringt verder door tot in de mesohaline zone van estuaria (bijna altijd sublitoraal).

H. arenarius is beschreven door verscheidene auteurs. Geen van hen vond deze soort echter zo ver uit de kust. Hij is waarschijnlijk nieuw voor het TiO_2 lozingsgebied.

Unciola planipes Norman, 1867

Verspreiding: Britse kusten, Noordzee, Kieler Bocht, Scandinavische wateren

Sedimentvoorkeur: waarschijnlijk grovere sedimenten

Reproductie: onbekend

Corop
Versp

Sedim

Repro

C.ins
het o
Het
echte
lozin

Corophium insidiosum Crawford, 1937

Verspreiding: Noordzee, Engelse Kanaal, Deense wateren, Kie-
ler Bocht

Sedimentvoorkeur: prefereert waarschijnlijk slibrijke sedi-
menten

Reproductie: Crawford (1937) vond eidragende $\varnothing\varnothing$ in mei bij
Plymouth

C.insidiosum is beschreven door Crawford in 1937. Hij vond
het $\varnothing$ holotype bij Millbay, Plymouth.

Het is een brakwatersoort. Vader (pers. med.) vond hem
echter ook in de Noordzee. C. insidiosum is nieuw voor het
lozingsgebied.

5. DISCUSSIE

Deze survey is uitgevoerd nadat er 1 jaar TiO_2 afvalzuur geloosd was in het gebied.

Tijdens het uitwerken van de gegevens bleek dat er een verschuiving in het voorkomen van soorten had plaatsgevonden. Dit kwam voor op alle stations.

Zoals eerder is genoemd werden 24 nieuwe soorten aangetroffen. Daartegenover stond het verdwijnen van 23 andere. De aantallen van zowel de nieuwe als de verdwenen soorten waren laag. Ook de stations 2, 8 en 11 met 25 bodemhappen per station lieten hetzelfde beeld zien.

Deze variaties in soortsvorkomen gedurende twee surveys kenschetst het probleem van monitoring m.b.v. aan- en afwezigheid van soorten.

Er kan dan ook geconcludeerd worden dat deze methode niet geschikt is om veranderingen in de fauna t.g.v. de lozingen waar te nemen.

Ten aanzien van de aantalsvariaties van de dominante soorten kan het volgende vermeld worden.

Zoals eerder is genoemd zijn de gemiddelde dichtheden per m^2 van de frequent gevonden soorten beduidend lager in 1981, behalve voor de polychaete Spio filicornis. Deze soort kwam in aanzienlijk hogere aantallen voor. Het verschil was significant en is moeilijk te verklaren. Een aantal factoren kan hierbij een rol spelen, b.v.

- a. vermindering van de predatiedruk door het wegvallen van predatoren,
- b. het verdwijnen van een soort, zodat Spio filicornis de gelegenheid krijgt om zich sterk uit te breiden, en
- c. misschien een verhoging van het voedselaanbod.

Rachor en Gerlach (1978) suggereerden, dat de vlokken ijzerhydroxide die ontstaan na de lozingen, naar de bodem zinken tijdens kalm weer en gekoloniseerd zouden kunnen worden door bacteriën. Deze vormen op hun beurt een voedselbron voor verscheidene deposit-feeders, zoals Spio filicornis.

Onze bevindingen t.a.v. Spio filicornis zijn in overeenstemming met hetgeen Rachor (1972) vond in het lozingsgebied van TiO_2 afvalzuur nabij Helgoland. Hij constateerde dat na anderhalf jaar lozen in dat gebied, de polychaete er in grote aantallen voorkwam. Voor de lozingen kwam Spio filicornis er niet voor. Na enkele jaren onderzoek in het Duitse lozingsgebied, deden Rachor en Gerlach (1978) de suggestie dat de

variatiën
"golf-ero
golfbeweg
peraturen
ken met e
cludeerde
zouden zi
De variat
kunnen e
"stress"
veel "za
van zo'n
med.) en
tische fa
De invloe
deze gege
van invlo
De versch
niet ont
jonge die
De survey
survey 1
nog geen
De conclu
lozen va
meten zul
factoren
er zo'n b

variaties in de fauna veroorzaakt zouden kunnen worden door "golf-erosie". Het gebied is erg instabiel in termen van golfbewegingen en zware stormen. Ook extreem lage wintertemperaturen spelen daar een rol. Verder hadden ook zij te maken met een patchy verdeling van de fauna. De auteurs concludeerden dat mogelijke lozingseffecten niet aantoonbaar zouden zijn in zo'n instabiel gebied.

De variaties in de fauna van het Nederlandse lozingsgebied kunnen evenwel ook veroorzaakt worden door bovengenoemde "stress" factoren. Het gebied ligt in een stuk Noordzee waar veel "zandduinen" voorkomen. Tijdens zware storm zou de top van zo'n zandduin kunnen verschuiven (Eisma, NIOZ, pers. med.) en een verstoring teweeg kunnen brengen in de bentische fauna, speciaal bij de kleinere polychaeten.

De invloed van de TiO_2 afvalzuur lozingen is aan de hand van deze gegevens niet te onderscheiden van andere factoren, die van invloed kunnen zijn op de lagere dichtheden van 1981.

De verschillen in de uitkomsten van 1980 en 1981 kunnen b.v. niet ontstaan zijn door seizoensvariatie (recruitment van jonge dieren).

De survey van 1980 werd namelijk gevaren in februari en de survey 1981 eind maart en er kan dus zo vroeg in het jaar nog geen sprake zijn van settlement van larven.

De conclusie lijkt gerechtvaardigd dat effecten van het lozen van TiO_2 afvalzuur in het lozingsgebied moeilijk te meten zullen zijn met het huidige meetprogramma, omdat factoren als patchiness, instabiliteit van het gebied, etc, er zo'n belangrijke rol in spelen.

zuur ge-

een ver-
gevonden.

ingetrof-
idere. De
en waren
per sta-

surveys
n afwe-

ode niet
lozingen

scorten

en per m²
n 1981,
ort kwam
as sig-
factoren

illen van

ornis de
en

en ijzer
i zinken
den door
on voor

eenstem-
bi van
at an-
n grote
ornis er
lozings-
e dat de

6. LITERATUUR

- ADEMA, J.P.H.M., F. CREUTZBERG & G.J. VAN NOORT, 1982. Notes on the occurrence of some poorly known Decapoda (Crustacea) in the southern North Sea. -Zool. Bijdr. no. 28. Rijksmuseum Nat. Hist. Leiden.
- BLEGVAD, H., 1914. Food and conditions of nourishment among the communities of invertebrate animals found on or in the sea bottom in Danish waters. -Rep. Danish Biol. Station 22, 41-77.
- BRUCE, J.R., J.S. COLMAN & N.S. JONES, 1963. Marine fauna of the Isle of Man and its surrounding seas. i-ix+307 pp. Liverpool Univ. Press., Liverpool.
- CRAWFORD, G.I., 1937. A review of the Amphipod genus Corophium with notes on the British species. -Journ. Mar. Biol. Ass. U.K. 21(2), 590-630.
- ELLIOTT, J.M., 1977. Statistical analysis of samples of benthic invertebrates. -Fresw. Biol. Ass. Scient. publ. no. 25 (2nd ed.).
- FOXON, G.E.H., 1936. Notes on the natural history of certain sand-dwelling Cumacea. -Ann. Mag. Nat. Hist. 10(17), 377-393.
- HAMOND, R., 1966. The Polychaeta of the coast of of Norfolk. -Cahiers de Biol. Mar. 7, 383-436.
- _____, 1971. The Leptostraca Euphausiid, Stomatopod and Decapod Crustacea of Norfolk. -Trans. Norfolk Norwich Nat. Soc. 22, 90-112.
- HARTMANN-SCHRÖDER, G., 1971. Annelida, Borstenwürmer Polychaeta. -Tierwelt Deutschlands 58, 1-594.
- INGLE, R.W., 1980. British Crabs. -British Museum (Nat. Hist.), 1-222. Oxford University Press.
- JONES, N.S., 1976. British Cumaceans. Arthropoda: Crustacea. Keys and notes for the identification of the species. -Synopsis of the British Fauna (New Series) no. 7. Academic Press, London, New York.
- MULDER, M. & A. STAM, 1982. The macrobenthic fauna in a discharge area for TiO_2 waste acid in the North Sea: a baseline study. -BOEDE Publ. en Versl. 1-1982.
- NEWELL, R.C., 1970. Biology of intertidal animals, 1-555. Logos Press Ltd., London.
- PIKE, R.B. & R.F. le SUEUR, 1958. The shore zonation of some Jersey Cumacea. -Ann. mag. Nat. Hist. 13(1), 515-523.
- POHLO, R., 1969. Confusion concerning deposit-feeding in the

Te
RACHOR
co
He
(e
(B
RACHOR
a
19
41
REES,
la
15
REMANE
ni
un
SAVAGE
In
SCHELL
Kr
-F
TEBBLE
H.
VADER,
ar
ph
WOLFF,
12

- Tellinacea. -Proc. malacol. Soc. London 38, 361-364.
- RACHOR, E., 1972. On the influence of industrial waste containing H_2SO_4 and F_2SO_4 on the bottom fauna off Helgoland (German Bight), pp. 390-392: In: Ruivo, M. (ed): Marine pollution and sea life. Fishing News (Books) Ltd. West Byfleet and London. 624 pp.
- RACHOR, E. & S.A. GERLACH, 1978. Changes of macrobenthos in a sublittoral sand area of the German Bight, 1967 to 1975. -Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 172: 418-431.
- REES, C.B., 1952. Continuous plankton records: the Decapod larvae in the North Sea, 1947-1949. -Bull. mar. Ecol. 3, 157-184.
- REMANE, A., 1933. Verteilung und Organisation der benthonischen Mikrofauna der Kieler Bucht. -Wiss. Meeres-unters. Kiel, N-F 21, 161-221.
- SAVAGE, R.E., 1926. The plankton of a herring ground. -Fish. Invest. London 9, 1-35.
- SCHELLENBERG, A., 1942. Die Tierwelt Deutschlands. 40. Teil: Krebstiere oder Crustacea IV: Flohkrebse oder Amphipoda. -Fisher, Jena.
- TEBBLE, N., 1966. British bivalve seashells, 1-212. H.M.S.O., Edinburgh.
- VADER, W.J.M., 1969. Verspreiding en biologie van Haustorius arenarius de zandvlokreeft, in Nederland (Crustacea, Amphipoda). -Zool. Bijdr. Leiden 11, 49-58.
- WOLFF, W.J., 1973. The estuary as a habitat. -Zool. Verh. 126, 1-242.

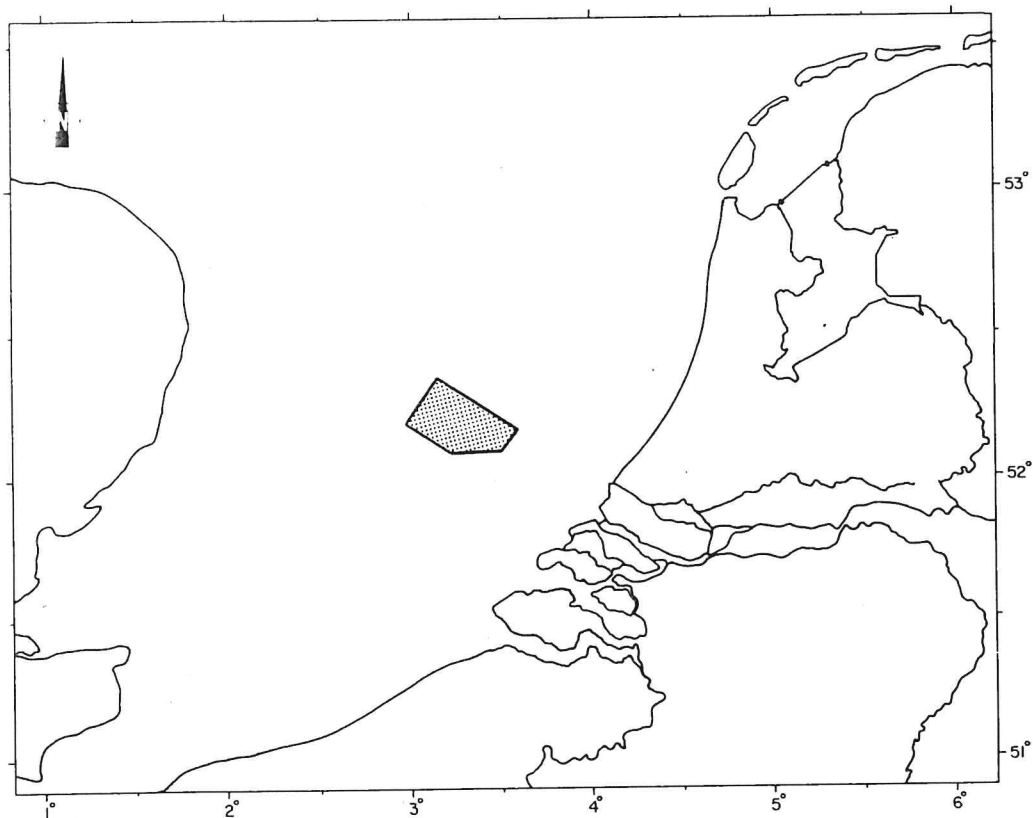


Fig. 1. De positie van het lozingsgebied in de Noordzee.



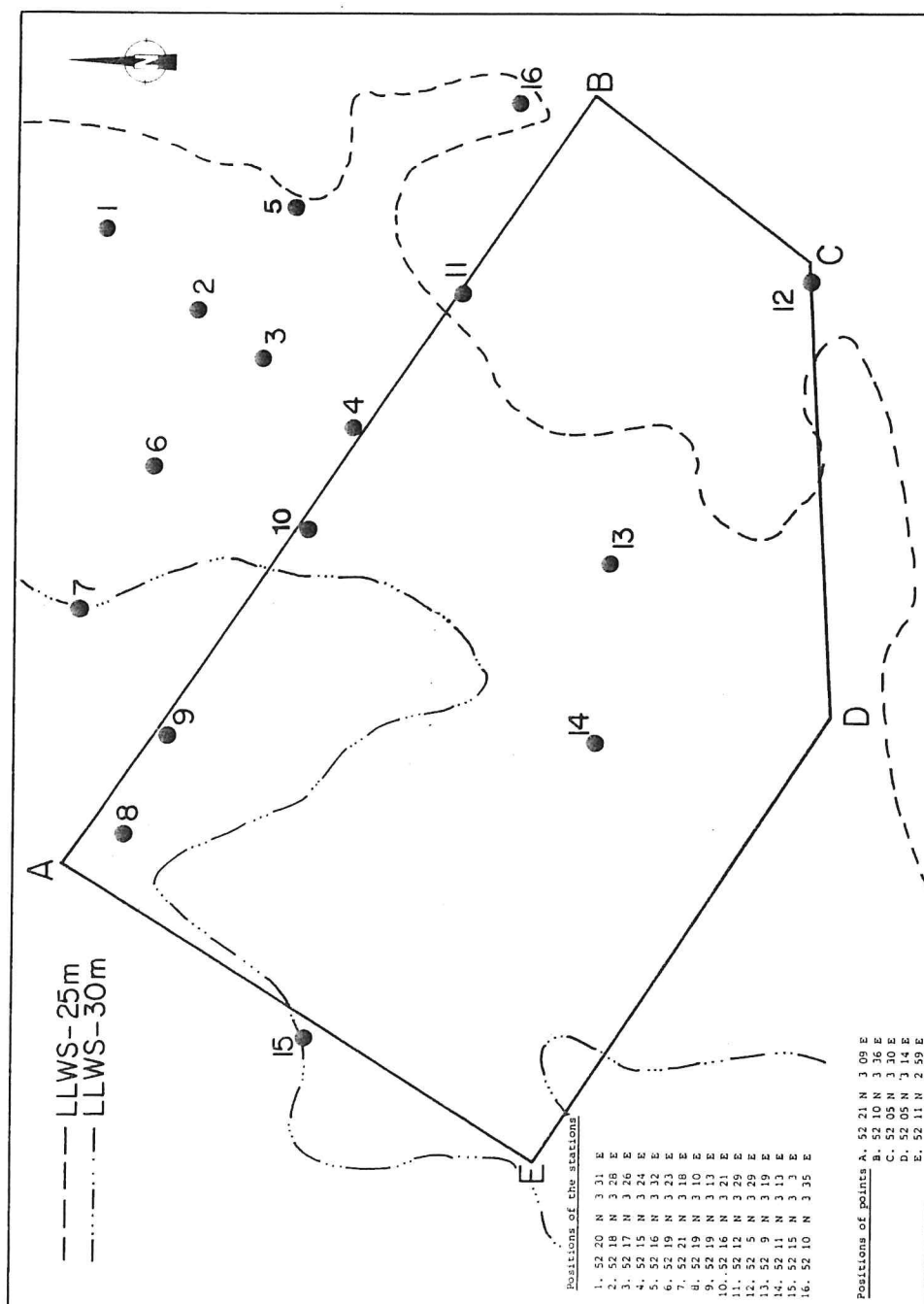


Fig. 2. De stations in het lozingsgebied met hun posities.

Tabel 1. Aantal individuen per station
Aantal soorten per station

		Station: 1	3	4	5	6	7	9	10	12	13	14	15	16	2	8	11	
		Aantal monsters: 5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	25	25	24	
POLYCHAETA:	1. Holoe minuta	-	-	-	-	1	-	3	-	-	1	-	-	-	-	2	-	53
	2. Eteone longa	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	5	-	-	54
	3. Eteone lactea	-	1	-	1	-	1	1	1	-	1	1	4	-	2	-	2	55
	4. Eteone flava	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56
	5. Mysta picta	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57
	6. Anaitides groenlandica	3	1	-	2	11	-	1	8	1	-	1	-	-	18	2	9	58
	7. Eumida sanguinea	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	59
	8. Eulalia pusilla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	60
	9. Opytis capensis	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	61
	10. Eusyllis blomstrandii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62
	11. Exogone hebes	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63
	12. Nereis longissima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	64
	13. Nephtys spec. juv.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65
	14. Nephtys cirrosa	32	36	16	33	26	20	11	32	56	19	23	17	45	96	181	114	66
	15. Nephtys hombergii	-	-	-	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	7	-	-	67
	16. Nephtys caeca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	68
	17. Nephtys longosetosa	1	-	1	-	-	-	3	-	-	1	1	2	-	2	-	5	69
	18. Glycera capitata	1	1	1	2	6	-	2	2	-	1	2	5	3	50	4	20	70
	19. Glycera alba	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	71
	20. Glycera rouxii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	72
	21. Glycera spec. juv.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	1	73
	22. Glycinde nordmanni	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	74
	23. Goniada maculata	1	-	-	2	-	1	3	-	-	-	-	-	-	3	10	-	75
	24. Lumbrineris fragilis	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76
	25. Scoloplos armiger	8	2	-	1	2	2	8	2	-	1	1	2	-	13	19	7	77
	26. Apistobanchus tullbergi	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	78
	27. Aricidea jeffreysii	-	-	1	1	2	-	-	6	-	1	5	1	3	3	13	7	79
	28. Pöcilochaetus serpens	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80
	29. Spio filicornis	30	10	68	24	115	17	11	50	3	24	34	10	8	1214	10	178	81
	30. Spiophanes bombyx	10	3	3	6	15	7	16	12	2	4	1	-	3	23	84	18	82
	31. Aonides paucibranchiata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	3	1	83
	32. Scolelepis bonnierii	45	1	-	4	-	-	-	4	4	3	1	1	4	3	4	4	84
	33. Magelona papillicornis	19	-	2	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85
	34. Chaetozone setosa	4	2	6	15	30	20	5	10	4	5	14	1	2	37	45	35	86
	35. Ophelia limacina	3	18	16	7	9	19	10	8	3	1	-	4	3	27	61	29	87
	36. Ophelia rathkei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	88
	37. Euzonus flabelligerus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	20	-	-	89
	38. Trivisia forbesii	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	90
	39. Notomastus latericeus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	91
	40. Lanice conchilega	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	92
	41. Lagis koreni	-	-	-	-	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	1	93
MOLLUSCA:	42. Montacuta ferruginosa	-	-	-	2	-	-	18	-	1	-	-	-	-	-	20	4	94
	43. Donax vittatus	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Tot. aantal individuen
	44. Tellina fabula	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	1	-	-	1	4	1	Tot. aantal soorten
	45. Tellina (Moerella) pygmaeus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	Nematoda en Hydrozoa
	46. Myrella bidentata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
	47. Spisula solida	2	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	
	48. Spisula subtruncata	-	-	-	2	2	1	-	-	-	-	1	3	-	10	12	4	
	49. Spisula elliptica	-	-	-	-	1	-	-	3	-	2	9	2	-	-	8	21	
	50. Spisula spec. juv.	2	1	1	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	20	1	9	
	51. Ensis ensis	-	1	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	
	52. Natica catena	-	2	3	4	36	12	27	26	5	9	12	-	1	25	51	51	

Tabel 2. Percentage voorkomen en de gem. dichtheden per m²
 A = aantal monsters, waarin een soort voorkomt (M)
 B = M als % van het totaal aantal monsters (139) (n)
 C = ge. aantal ind. per m² in M
 D = standaard deviatie van C
 E = gem. aantal ind. per m² in n
 F = standaard deviatie van E

	A	B	C	D	E	F
1. Pholoe minuta	6.00	4.32	5.83	2.04	0.25	1.25
2. Eteone longa	6.00	4.32	5.83	2.04	0.25	1.25
3. Eteone lactea	13.00	9.35	5.77	1.88	0.54	1.77
4. Eteone flava	2.00	1.44	5.00	0.00	0.07	0.00
5. Mysta picta	1.00	0.72	5.00	0.00	0.04	0.00
6. Anaitides groenlandica	36.00	25.90	7.92	6.37	2.05	4.73
7. Eumida sanguinea	2.00	1.44	7.50	0.00	0.11	0.00
8. Eulalia pusilla	1.00	0.72	5.00	0.00	0.04	0.00
9. Gyptis capensis	2.00	1.44	5.00	0.00	0.07	0.00
10. Eusyllis blomstrandii	1.00	0.72	5.00	0.00	0.04	0.00
11. Exogone hebes	1.00	0.72	5.00	0.00	0.04	0.00
12. Nereis longissima	1.00	0.72	5.00	0.00	0.04	0.00
13. Nephtys spec. juv.	4.00	2.88	8.75	4.79	0.25	1.63
14. Nephtys cirrosa	135.00	97.12	28.04	15.19	27.23	15.69
15. Nephtys hombergii	8.00	5.76	6.87	3.72	0.40	1.81
16. Nephtys caeca	4.00	2.88	5.00	0.00	0.14	0.84
17. Nephtys longosetosa	15.00	10.79	5.33	1.29	0.58	1.71
18. Glycera capitata	56.00	40.29	8.93	5.28	3.60	5.52
19. Glycera alba	4.00	2.88	10.00	4.08	0.29	1.78
20. Glycera rouxii	1.00	0.72	10.00	0.00	0.07	0.00
21. Glycera spec. juv.	4.00	2.88	6.25	2.50	0.18	1.11
22. Glycinde nordmanni	4.00	2.88	5.00	0.00	0.14	0.84
23. Goniada maculata	17.00	12.23	5.88	1.96	0.72	2.05
24. Lumbrineris fragilis	1.00	0.72	5.00	0.00	0.04	0.00
25. Scoloplos armiger	43.00	30.94	7.91	5.03	2.45	4.60
26. Apistobrachius tullbergi	4.00	2.88	5.00	0.00	0.14	0.84
27. Aricidea jeffreysii	34.00	24.46	6.32	3.55	1.55	3.23
28. Poecilochaetus serpens	2.00	1.44	5.00	0.00	0.07	0.00
29. Spio filicornis	116.00	83.45	77.84	105.15	64.96	100.28
30. Spiophanes bombyx	83.00	59.71	12.47	10.07	7.45	9.90
31. Aonides paucibranchiata	8.00	5.76	5.00	0.00	0.29	1.17
32. Scolelepis bonnierii	27.00	19.42	14.44	41.17	2.81	18.77
33. Magelona papillicornis	10.00	7.19	13.00	23.59	0.94	6.90
34. Chaetozone setosa	96.00	69.06	12.24	9.62	8.45	9.80
35. Ophelia limacina	81.00	58.27	13.46	10.97	7.84	10.68
36. Ophelia rathkei	2.00	1.44	5.00	0.00	0.07	0.00
37. Euzonus flabelligerus	12.00	8.63	8.75	6.08	0.76	3.00
38. Traviisia forbesii	3.00	2.16	5.00	0.00	0.11	0.73
39. Notomastus latericeus	2.00	1.44	5.00	0.00	0.07	0.00
40. Lanice conchilega	3.00	2.16	5.00	0.00	0.11	0.73
41. Lagis koreni	7.00	5.04	5.71	1.89	0.29	1.31
42. Montacuta ferruginosa	15.00	10.79	15.00	12.54	1.62	6.14
43. Donax vittatus	2.00	1.44	5.00	0.00	0.07	0.00
44. Tellina fabula	9.00	6.47	6.11	3.33	0.40	1.71
45. Tellina (Moerella) pygmaeus	2.00	1.44	5.00	0.00	0.07	0.00
46. Mysella bidentata	2.00	1.44	5.00	0.00	0.07	0.00
47. Spisula solida	5.00	3.60	9.00	4.18	0.32	1.83

Tabel 2 vervolg

48. Spisula subtrunca
49. Spisula elliptica
50. Spisula spec. juv
51. Ensis ensis
52. Natica catena
53. Processa parva
54. Pontophilus trisp
55. Pagurus bernhardu
56. Macropipus marmor
57. Macropipus holat
58. Pinnotheres pisum
59. Ebalia tumefacta
60. Thia scutellata
61. Corystes cassivel
62. Callinassa tyrrh
63. Gastrosaccus spin
64. Iphinoe trispinos
65. Pseudocuma longic
66. Diastylis bradyi
67. Diastylis spec. j
68. Eurydice spiniger
69. Megaluropus agili
70. Atylus swammerdam
71. Atylus falcatus
72. Hippomedon dentic
73. Orchomenella nana
74. Leucothoe incisa
75. Iphimedia obesa
76. Urothoe poseidoni
77. Bathyporeia elega
78. Bathyporeia guill
79. Haustorius arenar
80. Pericrionides long
81. Synchelidium hapi
82. Unciola planipes
83. Corophium insidio
84. Ophiura albida
85. Echinocardium cor
86. Echinocyamus pusi
87. Nemertinea
88. Nematoda
89. Hydrozoa
90. Amphioxus
91. Placice-eggs
92. Sagitta elegans
93. Fish-larvae
94. Turbellaria

Tabel 3. Aantal soorten

Station	1
Survey 1980	20
Survey 1981	28
Toename/afname	+8
Aantal bodemhappen per	

Tabel 2 vervolg

48. Spisula subtruncata	24.00	17.27	7.29	3.29	1.26	3.07
49. Spisula elliptica	25.00	17.99	9.20	6.40	1.65	4.44
50. Spisula spec. juv.	24.00	17.27	8.33	6.20	1.44	4.05
51. Ensis ensis	5.00	3.60	5.00	0.00	0.18	0.93
52. Natica catena	90.00	64.75	14.67	14.82	9.50	13.82
53. Processa parva	11.00	7.91	6.82	3.37	0.54	2.06
54. Pontophilus trispinosus	1.00	0.72	10.00	0.00	0.07	0.00
55. Pagurus bernhardus	4.00	2.88	5.00	0.00	0.14	0.84
56. Macropipus marmoreus	4.00	2.88	5.00	0.00	0.14	0.84
57. Macropipus holsatus	2.00	1.44	5.00	0.00	0.07	0.00
58. Pinnotheres pisum	2.00	1.44	5.00	0.00	0.07	0.00
59. Ebalia tumefacta	8.00	5.76	5.00	0.00	0.29	1.17
60. Thia scutellata	46.00	33.09	6.52	2.96	2.16	3.51
61. Corystes cassivelaunus	2.00	1.44	5.00	0.00	0.07	0.00
62. Callianassa tyrrenna	2.00	1.44	10.00	0.00	0.14	0.00
63. Gastrosaccus spinifer	116.00	83.45	18.28	17.37	15.25	17.26
64. Iphinoe trispinosa	16.00	11.51	8.12	7.72	0.94	3.64
65. Pseudocuma longicornis	3.00	2.16	5.00	0.00	0.11	0.73
66. Diastylis bradyi	18.00	12.95	7.22	3.52	0.94	2.73
67. Diastylis spec. juv.	4.00	2.88	6.25	2.50	0.18	1.11
68. Eurydice spinigera	1.00	0.72	5.00	0.00	0.04	0.00
69. Megaluropus agilis	16.00	11.51	6.25	2.24	0.72	2.13
70. Atylus swammerdami	30.00	21.58	12.00	11.26	2.59	7.16
71. Atylus falcatus	13.00	9.35	6.92	3.25	0.65	2.24
72. Hippomedon denticulatus	11.00	7.91	5.91	2.02	0.47	1.69
73. Orchomenella nana	3.00	2.16	33.33	49.07	0.72	7.65
74. Leucothoe incisa	16.00	11.51	9.69	7.41	1.12	3.95
75. Iphimedia obesa	1.00	0.72	5.00	0.00	0.04	0.00
76. Urothoe poseidonis	52.00	37.41	57.02	80.04	21.33	55.99
77. Bathyporeia elegans	122.00	87.77	43.81	64.88	38.45	62.44
78. Bathyporeia guilliamsoniana	66.00	47.48	15.23	12.99	7.23	11.74
79. Haustorius arenarius	1.00	0.72	5.00	0.00	0.04	0.00
80. Pericoculodes longimanus	18.00	12.95	12.78	9.88	1.65	5.53
81. Synchelidium haplocheles	23.00	16.55	6.30	2.70	1.04	2.59
82. Unciola planipes	11.00	7.91	7.73	5.18	0.61	2.52
83. Corophium insidiosum	11.00	7.91	6.82	3.37	0.54	2.06
84. Ophiura albida	57.00	41.01	32.11	37.59	13.17	28.72
85. Echinocardium cordatum	56.00	40.29	12.68	9.49	5.11	8.65
86. Echinocyamus pusillus	100.00	71.94	24.25	24.54	17.45	23.49
87. Nemertinea	44.00	31.65	7.27	3.81	2.30	4.00
88. Nematoda	31.00	22.30	0.00	0.00	0.00	0.00
89. Hydrozoa	7.00	5.04	0.00	0.00	0.00	0.00
90. Amphioxus	6.00	4.32	5.00	0.00	0.22	1.02
91. Plutea-eggs	25.00	17.99	6.80	4.30	1.22	3.18
92. Sagitta elegans	1.00	0.72	5.00	0.00	0.04	0.00
93. Fish-larvae	5.00	3.60	5.00	0.00	0.18	0.93
94. Turbellaria	1.00	0.72	5.00	0.00	0.04	0.00

Tabel 3. Aantal soorten per station van de survey 1981 in vergelijking met de baseline survey 1980.

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Survey 1980	20	27	16	13	23	30	27	22	44	40	19	19	30	30	17	32
Survey 1981	28	48*	33	20	30	33	35	63*	45	30	50*	24	32	30	27	22
Toename/afname	+8	+21	+17	+7	+7	+3	+8	+41	+1	-10	+31	+5	+2		+10	-10

Aantal bodemhappen per station: 5, behalve voor stations 2, 8 en 11 (*) in 1981: 25 bodemhappen.

Tabel 4. Gemiddelde dichtheden van de meest voorkomende soorten.

soort	gem. dicht- heid/m ²	95% betr.baarheidsinterval ±		S	S ²	aantal waar- nemingen
		abs.	rel.			
Eteone lactea	6	1.1	18%	2	4	13
Nephtys cirrosa	28	2.6	9%	15	225	135
Glycera capitata	9	1.4	16%	5	25	56
Scoloplos armiger	8	1.5	19%	5	25	43
Spio filicornis	78	19.3	25%	105	11.025	116
Spiophanes bombyx	13	2.2	17%	10	100	83
Chaetozone setosa	12	2.0	17%	10	100	96
Ophelia limacina	14	2.4	17%	11	121	81
Montacuta ferruginosa	15	6.9	46%	13	169	15
Natica catena	15	3.1	21%	15	225	90
Thia scutellata	7	0.9	13%	3	9	46
Gastrosaccus spinifer	18	3.2	18%	17	289	116
Echinocardium cordatum	13	2.5	19%	10	100	56
Echinocyamus pusillus	24	4.9	20%	25	625	100

Tabel 5. Vergelijking van de gegevens van 1980 en 1981, met gebruikmaking van Mann-Whitney U-test, inclusief 0-waarden.

z = gestandaardiseerde waarde van U (= t waarde in t-tabel).

Verschil in dichtheid is significant indien z is > 2.58 (P=0.01)

Gem. dichtheden/m² berekend uit monsters waarin soorten voorkomen.

soort	gem. dichtheden/m ²		minimum/maximum waarden/m ²				z
	1980	1981	min.'80	max.'80	min.'81	max.'81	
Eteone lactea	14	6	5	50	5	10	11.69
Nephtys cirrosa	38	28	5	100	5	80	0.37
Glycera capitata	16	9	5	50	5	30	10.74
Scoloplos armiger	31	8	5	200	5	25	3.98
Spio filicornis	44	78	5	217	5	445	3.21
Spiophanes bombyx	26	13	5	83	5	55	3.52
Chaetozone setosa	17	12	5	50	5	75	9.63
Ophelia limacina	40	14	5	467	5	55	1.41
Montacuta ferruginosa	73	15	5	367	5	50	11.10
Natica catena	15	15	5	33	5	90	11.87
Thia scutellata	14	7	5	50	5	15	10.89
Gastrosaccus spinifer	20	18	5	67	5	110	12.40
Echinocardium cordatum	20	13	5	83	5	45	10.00
Echinocyamus pusillus	42	24	5	133	5	130	6.70

Aantal monsters 1980: 80

Aantal monsters 1981: 139