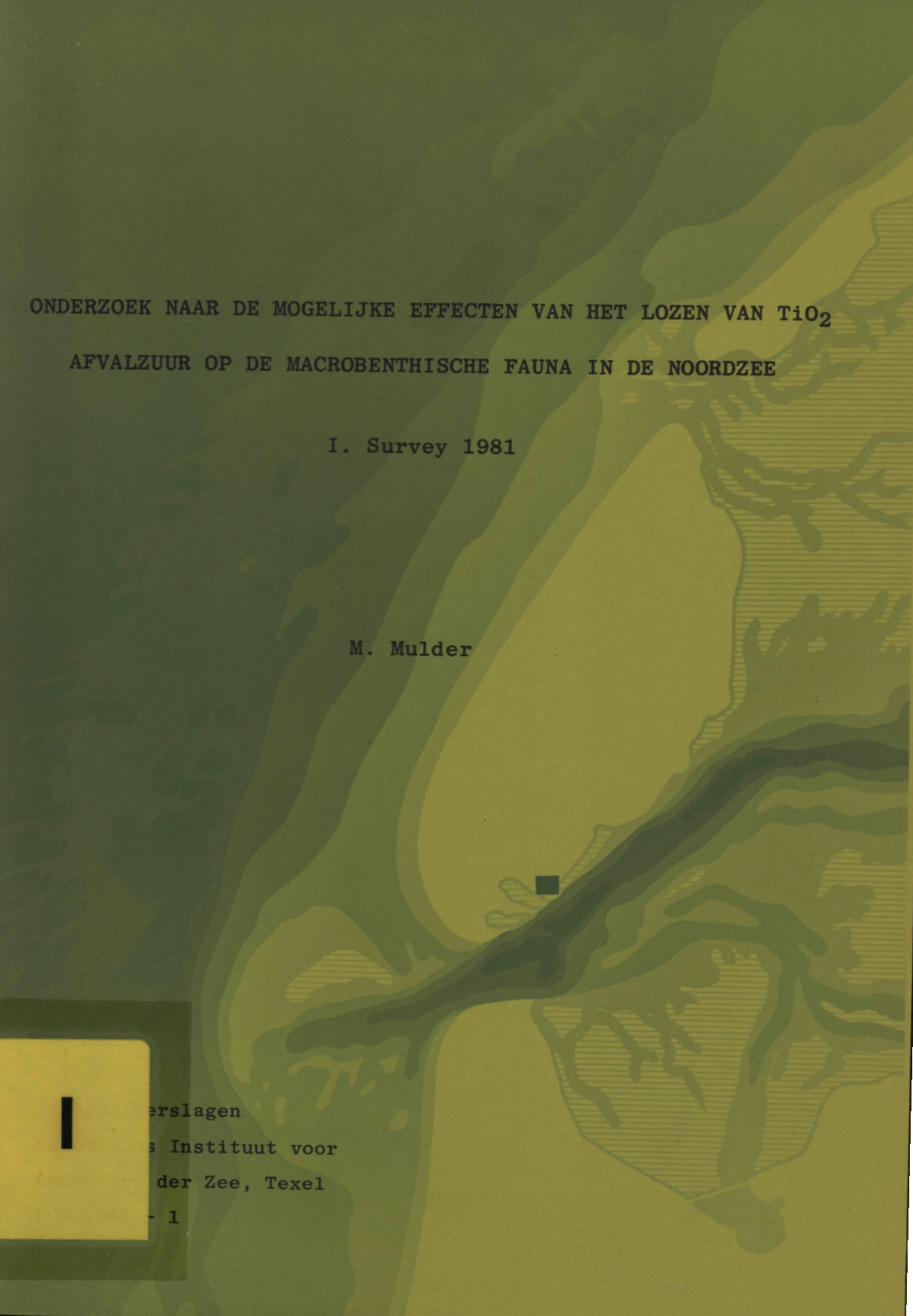


ONDERZOEK NAAR DE MOGELIJKE EFFECTEN VAN HET LOZEN VAN TiO_2
AFVALZUUR OP DE MACROBENTHISCHE FAUNA IN DE NOORDZEE

I. Survey 1981

M. Mulder



erslagen
s Instituut voor
der Zee, Texel

13009

All rights reserved

Internal reports are not to be reprinted or cited, it is only allowed by consent of the Netherlands Institute for Sea Research.

printed by



texel

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.

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 + 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.

<i>Nephtys cirrosa</i>	97.1%	(87.5%)
<i>Bathyporeia elegans</i>	87.8%	(67.5%)
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	83.5%	(26.3%)
<i>Spio filicornis</i>	83.5%	(70.0%)
<i>Echinocyamus pusillus</i>	71.9%	(42.5%)
<i>Chaetozone setosa</i>	69.1%	(33.8%)
<i>Natica catena</i>	64.8%	(26.3%)
<i>Spiophanes bombyx</i>	59.7%	(52.5%)
<i>Ophelia limacina</i>	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 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 m² 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 dm² tegen 6 dm²). 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 m² 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 m² 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 $\frac{S}{\sqrt{n}}xt$, 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 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 aange-
troffen.

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 aange-
troffen.

Voedsel: onbekend

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

Sedimentvoorkeur: alle sedimenttypes

Reproductie: waarschijnlijk van juni-september in de Zuide-
lijke 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 J.F. Müller, 1766

Er werd één exemplaar van deze soort in de monsters aange-
troffen.

Voedsel: predator

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

Sedimentvoorkeur: variërend van zand tot slib

Reproductie: waarschijnlijk in de zomer.

Apistobranchnus 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.

Ophelia rathkei Mc-Intosh, 1908

Voedsel: a-selectieve deposit-feeder

Verspreiding: Noordelijke Atlantische Oceaan, Oostzee, Scan-
dinavische wateren

Sedimentvoorkeur: variërend van grof zand tot fijn zand met
slib

Reproductie: post-larvale stadia tussen maart en mei in de
Noordzee (Norfolk), (Hamond, 1966).

Mollusca 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).

Spisula solida Linnaeus, 1758

Voedsel: suspension-feeder

Verspreiding: rond Britse eilanden, Noordzee

Sedimentvoorkeur: zandige sedimenten

Reproductie: onbekend, waarschijnlijk pelagische larven.

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).

Crustacea Decapoda (Ingle, 1980)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).

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.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)

Adema et al. (1982) vond E. tumefacta vnl. in het Z-W deel van de Zuidelijke Noordzee.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 Doggersbank (Savage, 1926; Rees, 1952).

Crustacea Cumacea (Jones, 1976)Pseudocuma longicornis Bate, 1858

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

Verspreiding: Noordzee, rond Britse eilanden

Sedimentvoorkeur: slibrijke en zandige sedimenten van uiteenlopende 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

Corophium insidiosum Crawford, 1937

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

Sedimentvoorkeur: prefereert waarschijnlijk slibrijke sedi-
menten

Reproductie: Crawford (1937) vond eidragende ♀♀ in mei bij
Plymouth

C.insidiosum is beschreven door Crawford in 1937. Hij vond
het ♀ 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 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 benthische 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.

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

- Tellinacea. -Proc. malacol. Soc. London 38, 361-364.
- RACHOR, E., 1972. On the influence of industrial waste containing H_2SO_4 and $FESO_4$ 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. GERIACH, 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. Meeresunters. 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. -Fischer, 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.

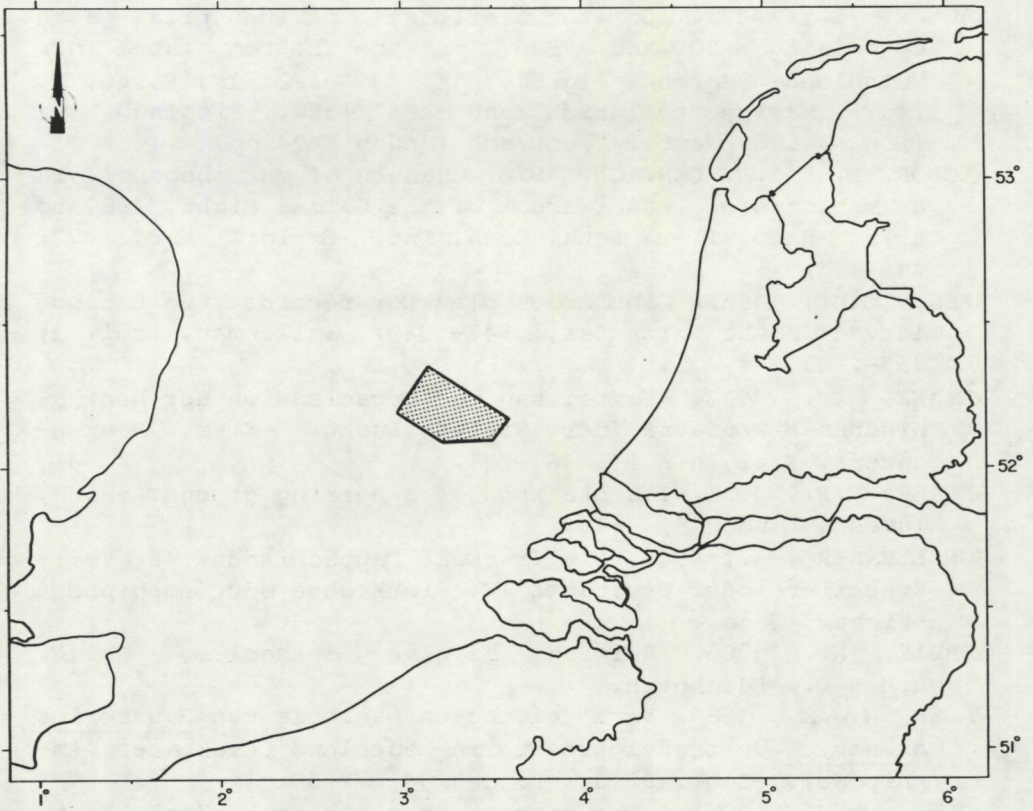


Fig. 1. De positie van het lozingsgebied in de Noordzee.

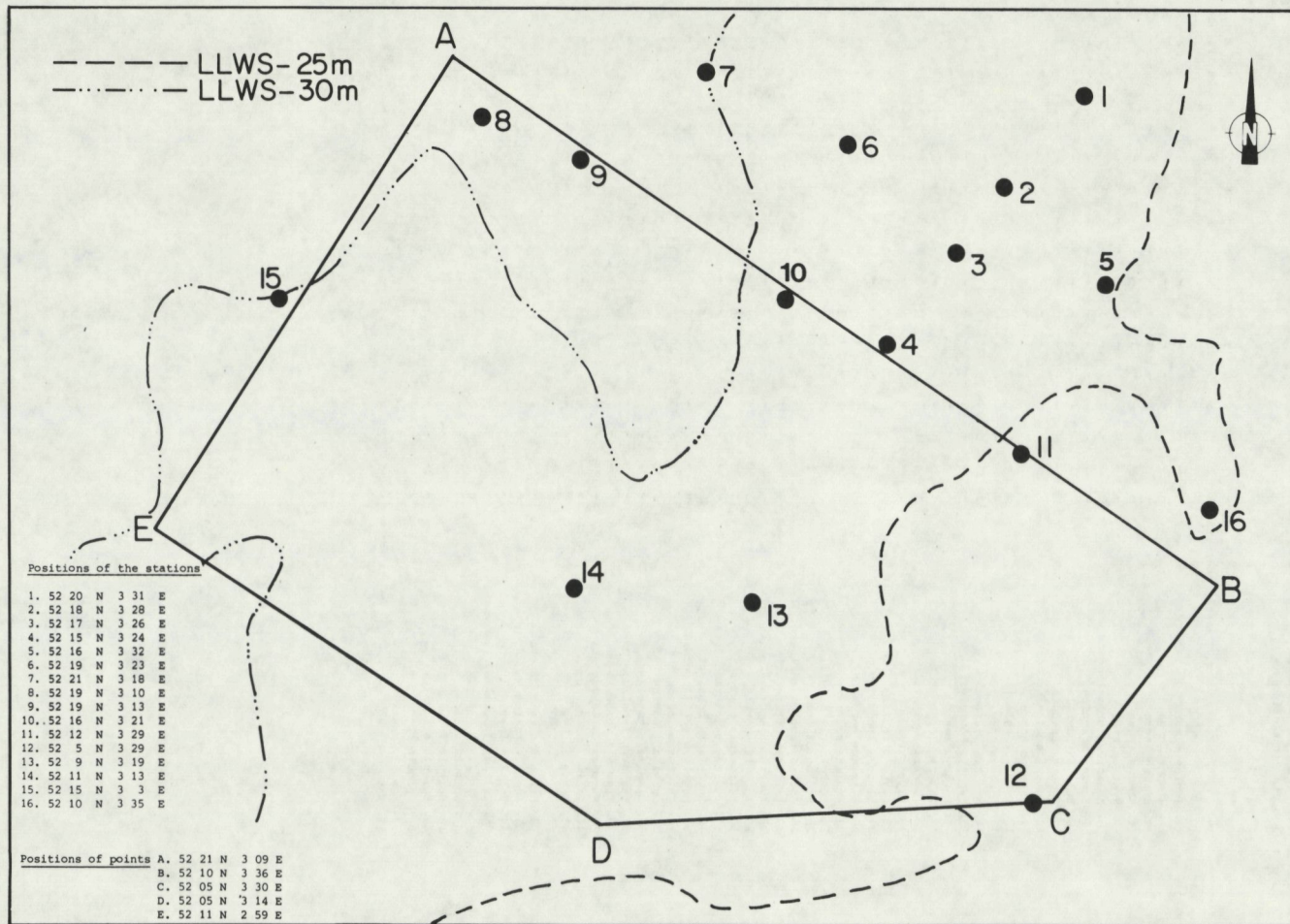


Fig. 2. De stations in het lozingsgebied met hun posities.

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. Pholoe minuta	-	-	-	-	1	-	3	-	1	-	-	-	-	-	2	-
2. Eteone longa	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	5	-	-
3. Eteone lactea	-	1	-	1	-	1	1	1	-	1	1	4	-	2	-	2
4. Eteone flava	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. Mysta picta	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Anaitides groenlandica	3	1	-	2	11	-	1	8	1	-	1	-	-	18	2	9
7. Eumida sanguinea	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
8. Eulalia pusilla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
9. Qyptis capensis	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-
10. Eusyllis blomstrandii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
11. Ekogone hebes	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12. Nereis longissima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
13. Nephtys spec. juv.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1	-	-	-	-
14. Nephtys cirrosa	32	36	16	33	26	20	11	32	56	19	23	17	45	96	181	114
15. Nephtys hombergii	-	-	-	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	7	-	-
16. Nephtys caeca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
17. Nephtys longosetosa	1	-	1	-	-	-	3	-	1	1	2	-	-	2	-	5
18. Glycera capitata	1	1	1	2	6	-	2	2	-	1	2	5	3	50	4	20
19. Glycera alba	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
20. Glycera rouxii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
21. Glycera spec. juv.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	1
22. Glycinde nordmanni	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
23. Goniada maculata	1	-	-	2	-	1	3	-	-	-	-	-	-	3	10	-
24. Lumbrineris fragillis	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25. Scoloplos armiger	8	2	-	1	2	2	8	2	-	1	1	2	-	13	19	7
26. Apistobranchnus tullbergi	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-
27. Aricidea jeffreysii	-	-	1	1	2	-	-	6	-	1	5	1	3	3	13	7
28. Poecilochaetus serpens	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29. Spio filicornis	30	10	68	24	115	17	11	50	3	24	34	10	8	1214	10	178
30. Spiophanes bombyx	10	3	3	6	15	7	16	12	2	4	1	-	3	23	84	18
31. Aonides paucibranchiata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	3	1
32. Scolelepis bonnierii	45	1	-	4	-	-	4	4	3	1	1	4	-	3	4	4
33. Magelona papillicornis	19	-	2	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	2
34. Chaetozone setosa	4	2	6	15	30	20	5	10	4	5	14	1	2	37	45	35
35. Ophelia limacina	3	18	16	7	9	19	10	8	3	1	-	4	3	27	61	29
36. Ophelia rathkei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
37. Euzonus flabelligerus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-
38. Trivisia forbesii	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
39. Notomastus latericeus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
40. Lanice conchilega	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
41. Lagis koreni	-	-	-	-	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	1
MOLLUSCA:																
42. Montacuta ferruginosa	-	-	-	2	-	-	18	-	1	-	-	-	-	-	20	4
43. Donax vittatus	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44. Tellina fabula	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	1	-	-	1	4	1
45. Tellina (Moerella) pygmaeus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
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	-	-	-	-	2	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	10.70	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. Apistobranthus 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. Travisia 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. <i>Spisula subtruncata</i>	24.00	17.27	7.29	3.29	1.26	3.07
49. <i>Spisula elliptica</i>	25.00	17.99	9.20	6.40	1.65	4.44
50. <i>Spisula spec. juv.</i>	24.00	17.27	8.33	6.20	1.44	4.05
51. <i>Ensis ensis</i>	5.00	3.60	5.00	0.00	0.18	0.93
52. <i>Natica catena</i>	90.00	64.75	14.67	14.82	9.50	13.82
53. <i>Processa parva</i>	11.00	7.91	6.82	3.37	0.54	2.06
54. <i>Pontophilus trispinosus</i>	1.00	0.72	10.00	0.00	0.07	0.00
55. <i>Fagurus bernhardus</i>	4.00	2.88	5.00	0.00	0.14	0.84
56. <i>Macropipus marmoreus</i>	4.00	2.88	5.00	0.00	0.14	0.84
57. <i>Macropipus holsatus</i>	2.00	1.44	5.00	0.00	0.07	0.00
58. <i>Pinnotheres pisum</i>	2.00	1.44	5.00	0.00	0.07	0.00
59. <i>Eballia tumefacta</i>	8.00	5.76	5.00	0.00	0.29	1.17
60. <i>Thia scutellata</i>	46.00	33.09	6.52	2.96	2.16	3.51
61. <i>Coryastes cassivelaunus</i>	2.00	1.44	5.00	0.00	0.07	0.00
62. <i>Callianassa tyrrhena</i>	2.00	1.44	10.00	0.00	0.14	0.00
63. <i>Gastrosaccus spinifer</i>	116.00	83.45	18.28	17.37	15.25	17.26
64. <i>Iphinoe trispinosa</i>	16.00	11.51	8.12	7.72	0.94	3.64
65. <i>Pseudocuma longicornis</i>	3.00	2.16	5.00	0.00	0.11	0.73
66. <i>Diastylis bradyi</i>	18.00	12.95	7.22	3.52	0.94	2.73
67. <i>Diastylis spec. juv.</i>	4.00	2.88	6.25	2.50	0.18	1.11
68. <i>Eurydioe spinigera</i>	1.00	0.72	5.00	0.00	0.04	0.00
69. <i>Megaluropus agilis</i>	16.00	11.51	6.25	2.24	0.72	2.13
70. <i>Atylus swammerdami</i>	30.00	21.58	12.00	11.26	2.59	7.16
71. <i>Atylus falcatus</i>	13.00	9.35	6.92	3.25	0.65	2.24
72. <i>Hippomedon denticulatus</i>	11.00	7.91	5.91	2.02	0.47	1.69
73. <i>Orchomenella nana</i>	3.00	2.16	33.33	49.07	0.72	7.65
74. <i>Leucothoe incisa</i>	16.00	11.51	9.69	7.41	1.12	3.95
75. <i>Iphimedia obesa</i>	1.00	0.72	5.00	0.00	0.04	0.00
76. <i>Urothoe poseidonis</i>	52.00	37.41	57.02	80.04	21.33	55.99
77. <i>Bathyporeia elegans</i>	122.00	87.77	43.81	64.88	38.45	62.44
78. <i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	66.00	47.48	15.23	12.99	7.23	11.74
79. <i>Haustorius arenarius</i>	1.00	0.72	5.00	0.00	0.04	0.00
80. <i>Perioculodes longimanus</i>	18.00	12.95	12.78	9.88	1.65	5.53
81. <i>Synchelidium haplocheles</i>	23.00	16.55	6.30	2.70	1.04	2.59
82. <i>Unciola planipes</i>	11.00	7.91	7.73	5.18	0.61	2.52
83. <i>Corophium insidiosum</i>	11.00	7.91	6.82	3.37	0.54	2.06
84. <i>Ophiura albida</i>	57.00	41.01	32.11	37.59	13.17	28.72
85. <i>Echinocardium cordatum</i>	56.00	40.29	12.68	9.49	5.11	8.65
86. <i>Echinocyamus pusillus</i>	100.00	71.94	24.25	24.54	17.45	23.49
87. <i>Nemertinea</i>	44.00	31.65	7.27	3.81	2.30	4.00
88. <i>Nematoda</i>	31.00	22.30	0.00	0.00	0.00	0.00
89. <i>Hydrozoa</i>	7.00	5.04	0.00	0.00	0.00	0.00
90. <i>Amphioxus</i>	6.00	4.32	5.00	0.00	0.22	1.02
91. <i>Plaice-eggs</i>	25.00	17.99	6.80	4.30	1.22	3.18
92. <i>Sagitta elegans</i>	1.00	0.72	5.00	0.00	0.04	0.00
93. <i>Fish-larvae</i>	5.00	3.60	5.00	0.00	0.18	0.93
94. <i>Turbellaria</i>	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. dichtheid/m ²	95% betr.baarheidsinterval ±		S	S ²	aantal waarnemingen
		abs.	rel.			
<i>Eteone lactea</i>	6	1.1	18%	2	4	13
<i>Nephtys cirrosa</i>	28	2.6	9%	15	225	135
<i>Glycera capitata</i>	9	1.4	16%	5	25	56
<i>Scoloplos armiger</i>	8	1.5	19%	5	25	43
<i>Spio filicornis</i>	78	19.3	25%	105	11.025	116
<i>Spiophanes bombyx</i>	13	2.2	17%	10	100	83
<i>Chaetozone setosa</i>	12	2.0	17%	10	100	96
<i>Ophelia limacina</i>	14	2.4	17%	11	121	81
<i>Montacuta ferruginosa</i>	15	6.9	46%	13	169	15
<i>Natica catena</i>	15	3.1	21%	15	225	90
<i>Thia scutellata</i>	7	0.9	13%	3	9	46
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	18	3.2	18%	17	289	116
<i>Echinocardium cordatum</i>	13	2.5	19%	10	100	56
<i>Echinocyamus pusillus</i>	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	
<i>Eteone lactea</i>	14	6	5	50	5	10	11.69
<i>Nephtys cirrosa</i>	38	28	5	100	5	80	0.37
<i>Glycera capitata</i>	16	9	5	50	5	30	10.74
<i>Scoloplos armiger</i>	31	8	5	200	5	25	3.98
<i>Spio filicornis</i>	44	78	5	217	5	445	3.21
<i>Spiophanes bombyx</i>	26	13	5	83	5	55	3.52
<i>Chaetozone setosa</i>	17	12	5	50	5	75	9.63
<i>Ophelia limacina</i>	40	14	5	467	5	55	1.41
<i>Montacuta ferruginosa</i>	73	15	5	367	5	50	11.10
<i>Natica catena</i>	15	15	5	33	5	90	11.87
<i>Thia scutellata</i>	14	7	5	50	5	15	10.89
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	20	18	5	67	5	110	12.40
<i>Echinocardium cordatum</i>	20	13	5	83	5	45	10.00
<i>Echinocyamus pusillus</i>	42	24	5	133	5	130	6.70

Aantal monsters 1980: 80

Aantal monsters 1981: 139