

Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee

JAARVERSLAG 1977 (ten dele)

Projectonderzoek

Publicaties

Interne verslagen

I

INHOUD EN VERWIJZING NAAR PROJECTNUMMERS

	Blz.
2.01. Circulatie en warmtehuishouding in zee	1
2.01.1. H2-04; H2-06; H2-07	1
2.01.2. H2-05	1
2.02. Sediment en sediment transport	2
2.02.1. H4-01; H4-06	2
2.02.2. H4-01	3
2.02.3. H4-04	3
2.02.4. H4-03	3
2.02.5. H4-05	3
2.02.6. H4	4
2.03. Mineralisatie in het sediment, zwavelcyclus	4
2.03.1. B1-01	4
2.03.2. B1-02	4
2.04. Mineralisatie in de waterkolom	5
2.04.1. B1-03	5
2.04.2. H1-03	5
2.05. Uitwisseling voedingszouten tussen bodem en water	5
2.05.1. H1-05	5
2.06. Verspreiding voedingszouten in zee	6
2.06.1. H1	6
2.06.2. H1-02	7
2.06.3. H1-01	7
2.06.4. H4-02	7
2.06.5. H1-04	8
2.07. Mariene optica H2-01; H2-02	8
2.08. Fytoplankton en primaire productie	9
2.08.1. B3-06	9
2.08.2. B3-07	9
2.08.3. B4-07	9
2.08.4. H1	10
2.09. Zoöplankton en secundaire productie	10
2.09.1. B4-02; B4-04; B4-03	10
2.09.2. B4-04	11
2.09.3. B4-06; B4-11	11
2.10. Zoöplankton, interacties en gedrag	12
2.10.1. B2-12	12
2.11. Benthos, verspreiding en secundaire productie	13
2.11.1. B3-01	13
2.11.2. B3-10	14
2.11.3. B3-11	15
2.11.4. B2-15	15
2.12. Experimenteel werk in relatie tot de secundaire productie van het benthos	16

II

2.12.1.	B2-03	16
2.12.2.	B1-05	16
2.12.3.	B1-08	16
2.12.4.	B1-06	17
2.12.5.	B1-13	17
2.13.	Productie en verspreiding predatoren: macrobenthos	18
2.13.1.	B2-08	18
2.14.	Productie en verspreiding predatoren: vissen	19
2.14.1.	B2-11	19
2.14.2.	B2-13	19
2.14.3.	B2-02	19
2.14.4.	B2-01	19
2.14.5.	B2-09	20
2.15.	Experimenteel werk predatoren: vissen (en garnaal)	21
2.15.1.	B2-06	21
2.15.2.	B2-05	21
2.16.	Experimenteel werk over adaptaties aan abiotische mariene milieufactoren	21
2.16.1.	B1-12	21
2.16.2.	B2-04	21
2.16.3.	B1-04	22
2.16.4.	B1-12	22
2.16.5.	B1-10	23
2.16.6.	B2-10	23
2.17.	Productie en verspreiding predatoren: zeevogels	24
2.17.1.	B3-04	24
2.17.2.	B3-03	24
2.17.3.	B3-05	25
2.18.	Verontreinigende stoffen: verspreiding, chemie	25
2.18.1.	H2-03; H3-02; H3-03; H3-05	25
2.18.2.	H3-01; H3-04	26
2.19.	Verontreinigende stoffen: biologische effecten	26
2.19.1.	H3-06	26
4.2.1.	Publicaties NIOZ 1977	28
4.3.1.	Interne verslagen NIOZ 1977	32

III

PROJECTNUMMERS VERWEZEN NAAR JAARVERSLAG

Hoofdafdeling Hydrografie

Blz.

H1 Chemische Oceanografie	
H1-01 2.06.3	7
H1-02 2.06.2	7
H1-03 2.04.2	5
H1-04 2.06.5	8
H1-05 2.05.1	5
H1-06 -	
2.06.1	6
2.08.4	10
H2 Fysische Oceanografie	
H2-01 2.07	8
H2-02 2.07	8
H2-03 2.18.1	25
H2-04 2.01.1	1
H2-05 2.01.2	1
H2-06 2.01.1	1
H2-07 2.01.1	1
H3 Onderzoek Zeeverontreiniging	
H3-01 2.18.2	26
H3-02 2.18.1	25
H3-03 2.18.1	25
H3-04 2.18.2	26
H3-05 2.18.1	25
H3-06 2.19.1	26
H4 Mariene Geologie en Geochemie	
H4-01 2.02.1 - 2.02.2	2/3
H4-02 2.06.4	7
H4-03 2.02.4	3
H4-04 2.02.3	3
H4-05 2.02.5	3
H4-06 2.02.1	2
2.02.6	4

Hoofdafdeling Biologie

B1 Experimentele Biologie

B1-01 2.03.1	4
B1-02 2.03.2	4

IV

B1-03	2.04.1	5
B1-04	2.16.3	22
B1-05	2.12.2	16
B1-06	2.12.4	17
B1-08	2.12.3	16
B1-09	2.16.3	22
B1-10	2.16.5	23
B1-11		
B1-12	2.16.1 - 2.16.4	21/22
B1-13	2.12.5	17
B2 Autoecologie		
B2-01	2.14.4	19
B2-02	2.14.3	19
B2-03	2.12.1	16
B2-04	2.16.2	21
B2-05	2.15.2	21
B2-06	2.15.1	21
B2-08	2.13.1	18
B2-09	2.14.5	20
B2-10	2.16.6	23
B2-11	2.14.1	19
B2-12	2.10.1	12
B2-13	2.14.2	19
B2-14		
B2-15	2.11.4	15
B3 Benthische Systemen		
B3-01	2.11.1	13
B3-03	2.17.2	24
B3-04	2.17.1	24
B3-05	2.17.3	25
B3-06	2.08.1	9
B3-07	2.08.2	9
B3-10	2.11.2	14
B3-11	2.11.3	15
B3-12		
B3-15		
B4 Pelagische Systemen		
B4-01	2.09.1	10
B4-02	2.09.1	10
B4-03	2.09.1	10
B4-04	2.09.2	11
B4-05		

V

B4-06	2.09.3	11
B4-07	2.08.3	9
B4-08		
B4-09		
B4-10		
B4-11	2.09.3	11

2. PROJECTONDERZOEK

2.01. CIRCULATIE EN WARMTEHUISHOUDING IN ZEE

2.01.1. Waterbeweging en menging in Noordzee en Waddenzee

Voortbouwend op de resultaten verkregen bij het onderzoek naar de wateruitwisseling tussen Noordzee en Waddenzee werd theoretisch onderzoek verricht aan (1) de opwekking van reststroomcirculaties over een onregelmatige bodemtopografie, (2) de Euler-Lagrange transformatie in getijgebieden en (3) de vorm van de diffusie vergelijking in gebieden waar restwervels voorkomen. Resultaat: ad (1) restwervels worden vooral geproduceerd door die onregelmatigheden in de bodemtopografie welke een afmeting hebben ter grootte van de getijweg; ad (2) de restdrift van een waterdeeltje wijkt vooral sterk af van de gebruikelijke uitdrukking "Euler + Stokes" indien het Eulerse restsnelheidsveld een onregelmatige structuur heeft met een lengteschaal van de orde van de getijweg; ad (3) in gebieden waar restwervels de dispersie grotendeels bepalen, kan diffusie beschreven worden m.b.v. de "telegraafvergelijking".

In het kader van een multidisciplinair onderzoek naar de hydrografie van het Balgzand (2.06.1) werd medewerking verleend i.v.m. de bepaling van wateruitwisseling en verblijftijden in dit gebied. De resultaten zijn in bewerking.

In het kader van de nationale projectgroep MLTP-4 (zie 3.3) werden afspraken gemaakt betreffende deelnemingen van het NIOZ aan het door het KNMI geïnitieerde onderzoek naar de variabiliteit van reststromen in de zuidelijke Noordzee. Het NIOZ zal daarbij in samenwerking met de Koninklijke Marine (Hydrografie) drijfvermetingen uitvoeren in gebieden die door het KNMI met verankerde stroommeters worden onderzocht. Voor dat doel is een begin gemaakt met de aanschaf van een Decca tracerboei systeem.

Een andere instrumentele ontwikkeling betreft de aanschaf van een laser-doppler snelheidsmeter welke vooral geschikt is voor het registreren van snelheidsfluctuaties over kleine tijdschalen (turbulentie). Dit apparaat zal o.a. worden gebruikt bij metingen in de seizoensthermocline van de centrale Noordzee.

2.01.2. Warmtehuishouding Waddenzee

Als onderdeel van een uitgebreid hydrografisch onderzoek op

het Balgzand (2.06.1) werd een meetcampagne opgezet om de warmtehuishouding van dat gebied gedurende 4 dagen intensief te volgen. De eerste resultaten komen thans beschikbaar.

Goed inzicht werd verkregen in het relatieve belang van de diverse processen welke de warmteoverdracht atmosfeer-Waddenzee bepalen. Vooral de verdamping blijkt van grote invloed te zijn op de hoogte van het dagelijks temperatuurmaximum van zowel water als wadbodem. Een publikatie is in voorbereiding.

2.02. SEDIMENT EN SEDIMENT TRANSPORT

2.02.1. Sediment transport Noordzee

In januari 1977 werd evenals in 1976 gesuspendeerd materiaal gemonsterd in de zuidelijke Noordzee en in het Kanaal en de estuaria van Thames, Schelde en Rijn. Deeltjesgrootte-bepalingen werden uitgevoerd met een Coulter Counter model TAILI waarmee deeltjes tot 0.3μ gemeten konden worden. Een tweede serie metingen werd gedaan tussen Noorwegen en Shetland met de "H.U. Sverdrup" in mei 1977, waarbij werd opgestapt bij een bodemonsterprogramma van het Geologisch Instituut van de Universiteit van Bergen (Noorwegen). Met behulp van de "Volans" van Rijkswaterstaat en in samenwerking met de Rijks Geologische Dienst werden boxmonsters en kernen genomen in de Duitse Bocht en ten oosten van Doggersbank. Van twee boxmonsters werden iedere 0.5 cm submonsters genomen, waarvan een gedeelte werd opgezonden naar Prof. Goldberg (Scripps Institute of Oceanography) voor bepaling van Pb 210. Het verzamelde materiaal werd uitgewerkt.

Ter voorbereiding van kleimineralenonderzoek in de Noordzee werd nagegaan op welke wijze organische stof het best uit de kleien verwijderd kan worden. De resultaten werden samengevat in een verslag (4.3.13). Tevens werd verder gewerkt aan een centrifugemethode voor het scheiden van kleimineralen.

Onderzoek naar de molluskenfauna's in de zuidelijke Noordzee. Verzameld schelpmateriaal is uitgezocht: onderscheiden kunnen worden een recente fauna (onder te verdelen in verschillende groepen), een subrecente fauna, een Holocene wadfauna, verscheidene Pleistocene mariene fauna's en een Pleistocene fluviatiele fauna. Deze fauna's konden gedateerd worden hetzij met behulp van C14, hetzij op grond van hun soorten-samenstelling. Van subrecente *Spisula* en de Holocene wadfauna zijn ook saliniteit en temperatuur bepaald met behulp van de C12/C13 en de O16/O18 verhoudingen (door W.G. Mook). De mate van omwerking kon nagegaan worden door een vergelijking

te maken met de dagzomen van Pleistocene formaties in de ondergrond. Nog enkele C14 dateringen en gegevens t.a.v. de ondergrond zijn nodig om dit onderzoek af te kunnen ronden.

2.02.2. Sedimentologie Noordzee

Van de sedimentkernen afkomstig uit het Fladengrondgebied, noordelijke Noordzee, werden de resultaten van aanvullend pollen-, foraminiferen-, en molluskenonderzoek gerapporteerd door respectievelijk J. de Jong, J.W.C. Doppert en G. Spaink. Ook werden enkele chemische bepalingen uitgevoerd. Een publikatie over dit materiaal is in voorbereiding.

2.02.3. Sedimentologie Noorse Geul en Skagerrak

In 1977 werd nog een bodembemonsteringsprogramma uitgevoerd in het tot nu toe slecht bemonsterde gedeelte van de Noorse Geul. Verder werden de verkregen resultaten uitgewerkt en bewerkt voor publikatie.

2.02.4. Sedimentologie centrale Atlantische Oceaan (Angola Bekken)

De uitwerking van de resultaten verkregen in de herfst van 1976 is begonnen voor wat betreft het gesuspendeerde materiaal, de voedingsstoffen en de bodemonsters. Monsters werden verder verzonden naar Fanning (Florida) voor bepaling van B, Sholkovitz (Edinburgh) voor sporenelementen in gesuspendeerd materiaal, naar Burton (Southampton) voor sporenelementen in oplossing, naar Goldberg (Scripps) voor Pb 210 en Pu, naar van Grieken (Antwerpen) voor sporenelementen in suspensie, naar Salomons (Haren) voor hoofdelementen in water en sporenelementen in sediment, naar Edmond (Cambridge, Mass.) voor Ba.

Het onderzoeksprogramma voor 1978, dat vooral gericht zal zijn op de submarine fan van de Congo canyon, is in voorbereiding.

Enige C14 dateringen van in 1969 verkregen diatomeeënkernen uit het Walvisbaai gebied zijn uitgevoerd in Groningen, de sedimentatiesnelheid blijkt 50 tot 80 cm per 1000 jaar. Hetzelfde materiaal wordt voorbereid voor Si-32 datering, uit te voeren in India.

2.02.5. Sedimentatie op het Kaap Verde Plateau

De kernmonsters verzameld in herfst 1975 (met een aanvullend

monster genomen in 1976) werden beschreven en de stratigrafie werd bepaald aan de hand van foraminiferen. Sedimentatiesnelheden op het Kaap Verde Plateau en in de aangrenzende oceaan worden bepaald waaruit bleek dat het Kaap Verde Plateau hoogst waarschijnlijk niet van sedimentaire maar van tektonische oorsprong is. De resultaten werden samengevat in een artikel.

De verhoudingen U234/U238 van de intacte foraminiferen uit de sedimentkernen liggen alle duidelijk onder de 1. Dit betekent dat aanzienlijke mobilisatie van U234 optreedt en niet met Uraniumisotopen kan worden gedateerd. Aan de Th-isotopen wordt nog gewerkt. Het is de bedoeling dit onderzoek in 1978 af te ronden.

2.02.6. Paleomagnetische datering

Ouderdomsbepaling aan sedimenten door meting van het paleomagnetisme is een betrekkelijk nieuwe dateringsmethode.

Getracht wordt aan de hand van literatuur een overzicht samen te stellen dat de huidige stand van zaken op dit terrein weergeeft, met de nadruk op praktische aspecten (meetmethoden, apparatuur, dataverwerking etc.).

2.03. MINERALISATIE IN HET SEDIMENT, ZWAVELCYCLUS

2.03.1. Energetische en ecologische aspecten van microbiële activiteiten in het sediment

Met de verleden jaar ontwikkelde methode om via de activiteitsmeting van het elektronen transport systeem de mineralisatie te meten (4.2.1.31) werd de afbraak van organische stof bestudeerd op het Balgzand, in een geul van het Balgzand en in het Marsdiep. De resultaten hiervan werden vastgelegd voor publikatie.

In samenwerking met Dr. G. Billen (Brussel) werden experimenten omtrent het energie metabolisme van sulfaat reducerende bacteriën verricht, zowel in batch- als in continu cultuur. Voorlopige resultaten waren zeer hoopvol.

Verder werd tijd besteed aan het ontwikkelen van een methode om continu mineralisatie en/of fotosynthese te kunnen meten.

2.03.2. Sulfide-oxydatie: ecologische en metabolische aspecten

Thiomicrospira denitrificans werd verder gekarakteriseerd en

het metabolisme van een aantal gereduceerde zwavelverbindingen met zowel O_2 als NO_3^- als terminale electronenacceptor werd bestudeerd. De energiehuishouding werd vergeleken met die van *Thiobacillus denitrificans*. Pogingen werden ondernomen om de ecologische niche van de soort te bepalen. De tot nu toe verkregen resultaten werden in een proefschrift vastgelegd (4.2.1.44).

2.04. MINERALISATIE IN DE WATERKOLOM

2.04.1. Ecologische aspecten van heterotrophe bacteriën

In samenwerking met Geochemie Delft werd aandacht besteed aan de lipiden van *Desulfovibrio*, hierover verscheen een publikatie (4.2.1.8). Het onderzoek werd voortgezet door het effect van diverse milieufactoren op de lipidsamenstelling te bestuderen.

Het onderzoek waarin specifieke verbindingen als een soort gidsmoleculen in de voedselketen worden gevolgd, werd in samenwerking met Geochemie (Delft) en BOEDE (Texel) uitgevoerd. Een verslag over de lipiden van copepoden uit het Eems-Dollard gebied is in voorbereiding.

2.04.2. Redox-reacties van anorganische stikstofverbindingen

In tegenstelling tot het voorgaande jaar lukte het in 1977 om een mariene ammonia-oxyderende bacterie gedurende langere tijd in continu cultuur te houden. Bepaling van de kinetische constanten bevestigde de voor terrestrische organismen waargenomen lage groeisnelheid. In experimenten bij $25^\circ C$ werd een μ_{max} van ca. 0.03 hr^{-1} en een generatietijd van ca. 36 hr gevonden.

In 1978 zal het onderzoek in continu cultures worden voortgezet, zo mogelijk uitgebreid met cultures van nitriet-oxydeerders.

2.05. UITWISSELING VOEDINGSZOUTEN TUSSEN BODEM EN WATER

2.05.1. Uitwisseling van stikstof en fosfor tussen bodem en water in de zuidelijke Noordzee

Dit onderzoek beoogt inzicht te geven in het belang dat de mineralisatie van organische stof in de zeebodem heeft voor de voedingsstoffenhuishouding van de Zuidelijke Bocht van de Noordzee.

Op een groot aantal plaatsen in het zeegebied tot 50 mijl uit de kust, van Hoek van Holland tot Texel, werden gespreid over het jaar met de boxcorer bodemonsters genomen waarin de gehalten aan voedingsstoffen van het poriënwater op een aantal diepten werden bepaald. De spreiding van de gevonden waarden, zelfs tussen monsters afkomstig van eenzelfde ankerstation, is zeer groot. Een seizoensvariatie kon niet worden aangetoond. In het grootste gedeelte van het onderzochte gebied werden ook geen duidelijke geografische gradiënten gevonden. Uitzonderingen hierop zijn: (a) een smalle kuststrook, vanaf het zuiden tot ongeveer de hoogte van Bergen, die veel rijker is dan het overige gebied. Door het kustgebied beter te bemonsteren wordt geprobeerd de overgangen hier nauwkeuriger te bepalen; (b) een frekwent bemonsterd gebiedje waar hoge zandribbels voorkomen (± 7 m hoog) en waar de gehalten aan voedingszouten van het poriënwater steeds erg laag zijn, terwijl hier tevens een laag organisch koolstofgehalte van het sediment werd gevonden.

Met de Noordzeecorer zijn diepere kernen en daardoor bruikbaar concentratieprofielen verkregen dan met de boxcorer mogelijk is.

Een eerste serie resultaten van organischekoolstof bepalingen in sedimentkernen lijkt erop te wijzen dat in de zomer de bovenste 5 à 10 cm van het sediment verrijkt is aan organische stof, en dat die extra organische stof in de winter weer verdwijnt, overeenkomstig hetgeen gevonden werd voor het Balgzand (4.2.113). Dit wordt verder onderzocht.

Om directe gegevens over de uitwisseling tussen poriënwater en bovenstaand water te verkrijgen zal op een geschikte plaats in de Waddenzee gedurende langere tijd een buis in de bodem worden geplaatst waaruit regelmatig op verschillende dieptes poriënwater uit het sediment kan worden afgetapt. Daarmee is b.v. hopelijk na te gaan tot welke diepte het poriënwater door een storm wordt uitgespoeld.

2.06. VERSPREIDING VOEDINGSZOUTEN IN ZEE

2.06.1. Chemische bestanddelen in de Waddenzee

Het reeds jaren lopende onderzoek naar de chemische bestanddelen in de Waddenzee richt zich op de studie van concentratieveranderingen als gevolg van produktie en organische belasting. Als voortzetting van het werk over fluorescerende stoffen verscheen een intern verslag (4.3.12) over fluorescentie in wadsedimenten.

Een uitgebreid onderzoek over 7 getijperioden naar de watercirculatie en de huishouding van zout, zuurstof, voedingsstoffen, fluorescentie, slib en organische koolstof in het water van het Balgzand is uitgevoerd in samenwerking met de Studiedienst van Rijkswaterstaat te Hoorn (zie ook 2.01.2, 2.06.3 en 2.08.2). De vele gegevens worden in een Intern Verslag vastgelegd.

2.06.2. Stikstofverbindingen in de Waddenzee

Had het onderzoek in voorgaande jaren voornamelijk betrekking op de chemische en hydrografische processen in de waterfase van het Eems-Dollard estuarium, dit jaar is het accent verlegd naar de bodem.

Op een aantal plaatsen werden kernen genomen en werden analyses uitgevoerd in de vaste fase zowel als in het interstitiële water. Naast nutriëntenbepalingen werden tellingen uitgevoerd van nitrificerende bacteriën.

Voorlopige resultaten wijzen op grotere aantallen nitrificerders in de nabijheid van de zoetwaterbronnen Eems en Westerwoldse Aa. In het sediment werden de grootste aantallen gevonden in de bovenste 2 cm.

2.06.3. Voedingszouten in de zuidelijke Noordzee

In de Zuidelijke Bocht leverde studentenonderzoek naar de variabiliteit van nutriënten concentraties als functie van de onderlinge afstand van de monsterpunten, steeds gemeten bij gelijkblijvende saliniteit, geen duidelijke relatie op. In ieder geval bleek het toegepaste variantie componentenmodel niet bruikbaar te zijn (4.3.16).

De relaties tussen voedingsstoffen concentraties, zuurstofconcentraties en mineralisatieactiviteit en de daarin optredende veranderingen gedurende een getijcyclus in april werden bestudeerd in Marsdiep en Balgzand geul, in samenwerking met 2.03.1. De primaire productie was beduidend hoger dan de afbraak van organisch materiaal vooral in het centrale deel van de westelijke Waddenzee.

Meegewerkt werd aan het Balgzand onderzoek (2.06.1) met het doel en verblijftijden en in situ voedingsstoffen producties te kunnen berekenen.

2.06.4. Kieselzuurcyclus in zee

Als studentenonderwerp werd getracht uit infraroodspectra de

hoeveelheid verontreiniging in diatomeeënpreparaten te bepalen. Voorlopige resultaten zijn bemoedigend.

Het is mogelijk gebleken de herkomst van de diepe waterlagen (1500m tot bodem) in de Atlantische Oceaan te bepalen met opgelost silikaat als tracer. Resultaten zijn uitgewerkt voor enkele CICAR-stations in het Guyanabekken.

2.06.5. Voedingszouten en primaire productie in de centrale Atlantische Oceaan onder invloed van Zaïre en Niger

In het najaar van 1976 werden op een aantal stations in de Golf van Guinee tot Zaïre potentiële en gesimuleerde in situ primaire productie metingen gedaan. Tevens werden chlorofyll-a metingen en algentellingen verricht. Deze monsters werden grotendeels uitgewerkt. Voor het eerst werden algentellingen en de verdeling van deze algen over verschillende grootteklassen m.b.v. een plankton microscoop aan boord uitgevoerd. Vergelijking met geconserveerde monsters, welke later in het laboratorium werden geteld, wijzen uit dat het conserveren niet verhoedt dat toch algen verdwijnen. De gesimuleerde in situ metingen geven soms waarden die weinig in overeenstemming zijn met de potentiële productie waarden, vermoedelijk omdat de gesimuleerde in situ methode in oceaanwater toch minder geschikt is dan een echte in situ meting. Met de gebruikte methode bleek het niet goed mogelijk het CO₂ gehalte van het Zaïre-water vast te stellen. Eén en ander maakt het bijzonder wenselijk het onderzoek nog aan te vullen met meer direct aan boord uitgevoerde planktontellingen, enkele in situ productiemetingen en een betere CO₂ bepaling van het Zaïre water (bijv. met het Total Carbon System).

Ook de overige resultaten zijn in bewerking en hebben geleid tot interne discussie-stukken.

2.07. MARIENE OPTICA

Ten behoeve van het oceaanonderzoek in de N-Equatoriale Stroom (2.09.3) werd een foton-irradiatiemeter ontworpen welke de totale hoeveelheid licht beschikbaar voor fotosynthese in situ meet. Tijdens het onderzoek werden aan boord tevens spectrale verstrooiingsmetingen verricht aan watermonsters van verschillende diepten. Getracht werd een correlatie te vinden tussen deze metingen, de deeltjesverdeling en het chlorophyll-gehalte. De irradiatiemetingen in combinatie met de chlorophyll-fluorescentie metingen in situ hebben aangetoond dat er

in de buurt van het 1% irradiantie niveau een scherp maximum in de chlorophyllconcentratie aanwezig is. Dit was voor zover bekend, in de Atlantische Oceaan nog niet eerder waargenomen.

Uitwerking van de fluorescentiewaarnemingen gedaan tijdens het onderzoek naar de hydrografie van de Golf van Guinea in 1976 hebben bevestigd dat er een groot verschil bestaat in fluorescentie van water afkomstig uit de rivieren Congo en Niger. In principe moet de menging van de van deze rivieren afkomstige watermassa's dus met behulp van natuurlijke optische tracers kunnen worden onderzocht. Het is echter gebleken dat het monsternet tijdens de najaarstocht van 1976 te ver uit de kust heeft gelegen om de menging van de betreffende watermassa's ook daadwerkelijk vast te stellen.

2.08. FYTOPLANKTON EN PRIMAIRE PRODUCTIE

2.08.1. Primaire productie in de Waddenzee

De serie productiemetingen van het microfytobenthos op het NIOZ wad is nu de langste serie die bekend is. Vooral de relatief grote jaar tot jaar variatie vormt een interessant aspect van deze serie. Dit geeft tevens aan dat korte series van één of enkele jaren van geringe waarde zijn.

De serie productiemetingen aan plankton in HW monsters uit het Marsdiep (met speciale aandacht voor de voorjaarspiek) zijn nu ook een aantal jaren voortgezet, zodat vergelijking mogelijk is van de verschillende jaren. Van deze HW monsters werden ook voedingsstoffen bepaald, dit onderzoek wordt verricht in samenwerking met 2.06.2 en 2.06.4.

2.08.2. Aanvoer van allochtoon organisch materiaal in de Waddenzee

Veel tijd werd besteed aan het inwerken op het nieuwe koolstof-apparaat (Total Carbon System). Tijdens de Balgzandweek (2.06.1) werden op uitgebreide schaal monsters verzameld van zwevend materiaal, en opgelost-, gesuspendeerd-, en totaal koolstof in de hoop enig inzicht te verkrijgen in aan- en afvoer van dit materiaal in het Balgzand gebied. Deze gegevens zijn ten dele bewerkt maar de bewerking zal nog wel enige tijd in beslag nemen.

2.08.3. Primaire productie in de zuidelijke Noordzee

In vorige jaren werden productie en consumptie van plantaardig

materiaal bestudeerd in het voorjaar, dit jaar lag de nadruk op de situatie zoals die zich voordoet in de zomer. Binnen een maand werd vier maal een groot zeegebied (de oostelijke helft van de Zuidelijke Bocht) afgevaren om de snelle veranderingen gedurende de zomer in het fytoplankton-compartiment van het ecosysteem te kunnen vastleggen.

2.08.4. Primaire productie in de oceaan

Het in 1976 aangevangen literatuuronderzoek over de primaire productie van zeeën en oceanen van de gehele aarde, met inbegrip van de productie van macroalgen, mariene angiospermen en koraalriffen werd dit jaar voltooid. Dit onderzoek is een deel van een samenhangend onderzoek naar de totale koolstofcyclus in de biosfeer, opgezet door SCOPE (Scientific Committee on Problems of the Environment). Over het geheel zal een boek over de koolstofcyclus ("The Global Carbon Cycle") worden gepubliceerd.

2.09. ZOOPLANKTON EN SECUNDAIRE PRODUCTIE

2.09.1. Populatiedynamica en productie zoöplankton in Waddenzee en zuidelijke Noordzee

Voor 1973 en 1974 werden verspreidingskaarten vervaardigd voor alle zoöplanktonsoorten. Van de factoren diepte, getijde, transparantie, afstand kust, zoutgehalte, watertemperatuur, lichtinstraling en afstand Calais waren de eerste 4 enigszins negatief, de andere positief gecorreleerd met het totale zoöplanktondrooggewicht per m^3 . De hoogste percentages variatie werden verklaard door de afstand tot de kust (16%) en zoutgehalte en diepte (beide 10%).

Uit de biomassabepalingen en schattingen van de ontwikkelingssnelheden van ontwikkelingsstadia kan voor 1973 een globale schatting van de secundaire productie worden gemaakt. Deze blijkt in de zuidelijke Noordzee het hoogst te zijn binnen 30 mijl uit de Nederlandse kust (tot $45 \text{ g C} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$).

In juni-juli werden planktonmonsters genomen om na te gaan, of de in juli optredende afname van de herbivorenpopulaties moet worden toegeschreven aan een voedseltekort of aan predatie door carnivoren. De mogelijke invloed van de meest dominante predatoren, de vislarven en de hydromedusae, zal hierbij worden onderzocht.

De maandelijkse bemonstering van de westelijke Waddenzee werd voortgezet.

2.09.2. Analyse van het pelagische systeem van de zuidelijke Noordzee

Het model SIMPEL voor simulatie van de dynamiek van een pelagisch ecosysteem werd verder uitgebouwd. Een rapport over de uitgangspunten, de definitie van de relaties en de resultaten van simulatie, werd verspreid onder belangstellenden. Een kritische beoordeling door onderzoekers van de verschillende in het model opgenomen interacties tussen elementen van pelagische systemen kan er toe leiden, dat hieruit een verklarend model ontstaat dat bij de bestudering van uiteenlopende aquatische systemen kan worden toegepast.

2.09.3. Planktononderzoek in de gestratificeerde oceaan

Na enkele proefvaarten met Hr. Ms. Tijdeman om de apparatuur te testen vond in de herfst de eerste NECTAR (Noord Equatoriale Stroom van de Atlantische Oceaan) expeditie plaats. De gevolgde route in de Noord Equatoriale Stroom werd uitgevoerd op een zevental stations op 20° N.B. in september-oktober. Het onderzoek van de euphotische zone van de permanent gestratificeerde Atlantische Oceaan richtte zich op stabiliteit, verticale opbouw, dagelijkse gang en snelheid in processen binnen het planktonsysteem. De verticale verdeling van zoutgehalte, voedingsstoffen en zuurstof kwamen voor rekening van de chemici. De voedingsstoffen concentraties nemen in de diepte langzaam af naar het westen.

In situ metingen werden verricht naar de primaire productie met de ^{14}C -methode. De meeste productie, aldus gemeten, vond plaats in de bovenste 50 m. Tevens werd gedetailleerd de verticale chlorophyll-verdeling vastgesteld met behulp van de nieuwe VarioSens (fluorometrische metingen). Gebleken is dat er een zeer uitgesproken chlorophyll-maximum te vinden is in de diepte, gelegen op 50 m dichtbij Afrika, en steeds dieper in westelijke richting; op 150 m halfweg Afrika en West-Indië. Uit fraktioneringsproeven bleek dat het grootste deel van de chlorophyll-dragers (meest algencellen) niet groter was dan 1 micron. Incidenteel werd besloten het chlorophyllmaximum ook te bestuderen met simultane chlorophyll- en zuurstofbepalingen. Bij de grazingexperimenten werden de voedingsstoffen-veranderingen bestudeerd.

De vaart in westelijke richting vanaf de Afrikaanse kust werd gekarakteriseerd door een sterke afname in zoöplanktonbiomassa in samenhang met afnemende nutriëntenconcentraties en chlorophyllhoeveelheden.

Het zooplankton materiaal werd deels geconserveerd in formaline, deels gevriesdroogd zodat naast drooggewichtberekeningen ook koolstof-, nitraat- en fosfaatgehalten en calorische waarden bepaald kunnen worden. Min of meer in situ uitgevoerde graasproeven geven aan dat het aantal trofische niveau's groot is en dat in de fotische zone van de oceaan de productie van de autotrofen mogelijk sterk afhankelijk is van de geproduceerde voedingsstoffen door mineralisatie van het zooplankton. Om een beter inzicht in de verticale verdeling en beweging van het zooplankton te krijgen worden momenteel diverse nieuwe vangmethoden met de planktontorpedo ontwikkeld voor gebruik tijdens de tweede NECTAR-expeditie in 1978.

Tijdens de expeditie werd op elk station van 4 verschillende fracties op 6 verschillende dieptes in de waterkolom de activiteit van het elektronen transportsysteem bepaald. Resultaten van bemonstering met een Rosette-sampler, planktonpomp en planktontorpedo werden met elkaar vergeleken. Van een aantal monsters werd de ETS activiteit vergeleken met de direct gemeten O_2 consumptie.

Samenwerking van het chemisch onderzoek met het respiratie en mineralisatie onderzoek leidde tot gedeeltelijk positieve resultaten.

2.10. ZOOPLANKTON, INTERACTIES EN GEDRAG

2.10.1. Experimenteel onderzoek aan zoöplankton

In aansluiting op het populatie-dynamische onderzoek aan zoöplankton in de Noordzee (2.09.1) is het doel van het onderzoek informatie te verkrijgen over de ontwikkeling, groei, overleving en voortplanting van enkele kwantitatief belangrijke copepoden-soorten.

Als voedsel voor de copepoden werd een aantal algensoorten verzameld of uit zee geïsoleerd, waardoor momenteel cultures van 9 algensoorten aanwezig zijn. Met deze soorten wordt sinds kort in klimaatkamers in continu cultures geëxperimenteerd. Twee turbidostaten zijn nog in ontwikkeling en zullen bij de automatisering van de algenproductie worden ingezet. Aandacht wordt nog besteed aan verbetering van filtratietechnieken en aan het samenstellen van een volwaardig medium om de algen continu op te laten groeien.

Verschillende soorten copepoden werden in een provisorische opstelling een aantal weken in leven gehouden, waarbij het soms tot eiafzetting en ontwikkeling van nauplii kwam. Het levend determineren en isoleren van de diverse *Acartia*-soorten

op grond van morfologische details bleek mogelijk voor *A. clausi*, *A. discaudata* en *A. bifilosa/tonsa*. In afwachting van de bouw van twee perspex kweeksystemen, wordt met *Acartia* en *Temora* in diverse soorten bakken verder geëxperimenteerd, waarbij vooral het soort voedsel en de automatisering van de toediening ervan de aandacht vragen.

2.11. BENTHOS, VERSPREIDING EN SECUNDAIRE PRODUCTIE

2.11.1. Secundaire productie en populatiedynamica van bodemdieren in Waddenzee en aangrenzende Noordzee

De jaarlijkse bemonsteringen van de macro-bodemfauna op het Balgzand, in het Molengat en bij Terschelling werden voortgezet. Gemeten worden gedurende een lange reeks van jaren zowel aantalsveranderingen als groeisnelheden. Het doel is de productie van verschillende soorten te meten en de grootte ervan te verklaren.

Dit jaar werd bovendien een bemonstering uitgevoerd langs ruim 40 raaien in de westelijke Waddenzee. Vergeleken met de resultaten van een dergelijke survey in 1971-1972 bleken de veranderingen in de macro-bodemfauna niet groot. Slechts enkele soorten waren sterk toe- of afgenomen. De gemiddelde biomassa bleek nu enkele procenten groter te zijn. De soortenrijkdom was wat sterker toegenomen, vooral door het veelvuldiger voorkomen van soorten, die hun hoofdverspreidingsgebied in de Noordzee hebben. De gegevens van dergelijke surveys worden in de eerste plaats gebruikt om de resultaten van meer gedetailleerde metingen op het Balgzand te kunnen extrapoleren naar grotere gebieden. Hoewel op het Balgzand nagenoeg alle wadtypen voorkomen is er een over-representatie van min of meer slikkig wad met hoge biomassa's van macro-zoobenthos, terwijl arme, sterk-geëxponeerde wadden in het Balgzandgebied weinig voorkomen in vergelijking tot de rest van de westelijke Waddenzee.

Er zijn dit jaar gedetailleerde waarnemingen gedaan aan de groeisnelheid van de tweekleppige *Cerastoderma (Cardium) edule* en de worm *Nephtys hombergii*. De redenen voor deze keus waren de volgende. *Cardium* is verreweg de grootste producent van schelpkalk in de Waddenzee en een nauwkeuriger schatting van deze schelpkalkproductie is gewenst onder meer om te kunnen beoordelen of vorming en winning van schelpkalk in de Waddenzee in evenwicht zijn. Verder zijn er betrekkelijk veel oude gegevens over de groeisnelheid van deze soort en lijkt een

vergelijking met de huidige toestand, die qua watersamenstelling en mogelijk ook voedselaanbod sterk veranderd zal zijn, interessant. De voorlopige gegevens wijzen eerder op een vergroting dan een verkleining van de groeisnelheid van de kokkel, vergeleken met de periode rond 1950 (waarnemingen van Kristensen).

Nephtys is de eerste in een rij van wormensoorten, waarvan betere gegevens over de groeisnelheid nodig blijken te zijn om een verantwoorde schatting van hun productie mogelijk te maken.

Van het studenten-onderzoek over de voedselopname van *Macoma* (aard, hoeveelheid, eetritme in verband met getij en seizoen) kwam een concept verslag gereed. Bij de werkgemeenschap Aquatische Oecologie van BION werd een subsidie aangevraagd om dit veelbelovende onderzoek te kunnen voortzetten.

2.11.2. Productie van bodemdieren in de Waddenzee door regeneratie

Dit project werd in 1975 gestart en wordt door ZWO via BION gesubsidieerd.

In laboratoriumproeven bleek *Macoma* een toegebracht verlies van 30% van het gewicht van de instroomsipho in gemiddeld 18 dagen volledig te compenseren. Herhaald amputeren van dezelfde sipho resulteerde in een sterkere regeneratieve groei per dag.

Deze groeisnelheden zijn voldoende om de gemiddelde vraat van schol op het Balgzand in alle seizoenen bij te houden. Wel zijn er aanwijzingen dat in mei en juni 1975 op zwaar door schol bepredeerde plaatsen van het Balgzand de siphongewichten lager waren dan op plaatsen, waar de verhouding dichtheid schol : dichtheid *Macoma* lager was.

Bij proeven met *Arenicola* bleken wadpieren het verlies van de laatste staartsegmenten te herstellen door groei van de overgeblevene. Dit gaat duidelijk ten koste van de groei van het kopgedeelte, zodat de verhouding kopgewicht-staartgewicht binnen een maand weer op zijn oude waarde is teruggekeerd. Een dergelijk dier is dan in het veld niet meer te onderscheiden van een niet-bepredeerd, iets lichter dier met iets minder segmenten.

Uit het onderzoek van platvis-magen in 1976 (samenwerking met 2.14.3) bleken afhankelijk van de plaats 100 tot 300 segmenten/m²/jaar (0.5 tot 1.5 gram/m²) door schol gegeten te worden, vooral in de maanden mei en juni. Dit lijkt goed overeen te komen met de gewichten van de pieren op het Balgzand, die in mei en juni een duidelijke terugval vertonen.

Het veldwerk en de proefnemingen voor dit onderzoek werden in 1977 beëindigd. Het is de bedoeling, dat de verwerking van de resultaten in 1978 voltooid zal worden.

2.11.3. Bodemfauna in de zuidelijke Noordzee

De survey van najaar 1976 laat een enorme ruimtelijke heterogeniteit zien in biomassa's. Met name de Mollusca met 0 tot 16.7 g ADW/m² langs de kust en 0 tot 10.2 g ADW/m² op de verste stations. Waarden voor de biomassa van Polychaeta blijken in het algemeen kleiner dan 1 g ADW/m² maar door de snellere reproductie kan de productie toch belangrijk zijn. Van de wintersurvey staan nog geen resultaten ter beschikking. Bovendien werden regelmatig de permanente stations bemonsterd, ter verkrijging van groei- en mortaliteitsgegevens.

Tot nu toe is geen relatie gevonden tussen de biomassa van de bodemfauna en de concentraties aan voedingsstoffen in het interstitiële water (2.05.1). Langs de kust is nu de *Abra alba* populatie die vanaf zomer 1976 zo talrijk was, weer vrijwel verdwenen. Jonge *Spisula* en *Tellina fabula* en in mindere mate *Macoma* lijken de opengevallen ruimte bij het permanente station Castricum op te vullen, zodat de biomassa aan Mollusca en daarmee het voedselaanbod voor vis toch gelijk kan blijven. De ontwikkeling van een nieuwe *Abra alba* populatie op de permanente stations Noordwijk en Castricum verloopt identiek; de groeicurves laten geen significante verschillen zien.

Voor verwerking van de resultaten is aansluiting gezocht bij het BOEDE. De komende tijd zal gewerkt worden aan verdere verwerking van het nu verkregen materiaal, namelijk van de wintersurvey en van de anderhalf jaar lopende serie permanente stations.

2.11.4. Meiofauna

De in 1976 begonnen bemonstering van de meiofauna op het Balgzand werd in begin 1977, na één jaar bemonstering, afgesloten. De uitwerking, gericht op het vastleggen van locale en temporale aantals- en biomassavariaties in groepen als nematoden, harpacticide copepoden, etc., is vrijwel voltooid. Bij de meeste groepen bleek de verspreiding sterk gecorreleerd met sedimentkarakteristieken als korrelgrootte, slibgehalte, etc. en met submersie-duur. Bij de nematoden kan geen duidelijk seizoensverloop in de aantallen worden aangetoond, terwijl de copepoden vooral talrijk waren in de zomer (juli-september). De biomassa van de nematoden, de belangrijkste groep, bedroeg minder dan 1 g asvrij drooggewicht per m².

2.12. EXPERIMENTEEL WERK IN RELATIE TOT DE SECUNDAIRE PRODUCTIE VAN HET BENTHOS

2.12.1. Voedingsmechanismen van Lamellibranchiaten

Experimenten worden voor dit project niet meer uitgevoerd. De beschikbare gegevens betreffende de activiteit van de laterale ciliën en de reacties van het voedingsmechanisme op een hoog voedselaanbod zijn vastgelegd als Intern Verslag (4.3.1.6).

2.12.2. Energieverbruik door waddieren

Drs H. Salzwedel (Institut für Meereskunde, Bremerhaven) voltooide zijn metingen naar het zuurstofverbruik van *Tellina tenuis*. Een student deed in samenwerking met 2.18.2 onderzoek naar de invloed van zware metalen op de groei, het pompvolume en het zuurstofverbruik van *Arenicola*. Ook werd een groot aantal C- en N-bepalingen aan allerlei sedimenten gedaan om een indruk te krijgen van de voedingswaarde ervan voor *Arenicola*.

Het onderzoek naar het paaien en het paaimechanisme van *Macoma* werd afgerond. Veel aandacht wordt nu besteed aan de ontwikkeling van oocyten en paaimechanisme van *Arenicola* (zie 2.12.4).

Drs L. Meyer (Universiteit Lille), geïnteresseerd in de hormonen welke bij rijping en bevruchting van de oocyten van *Arenicola* een rol spelen, deed enige bepalingen aan de hormoonactiviteit. In tegenstelling tot de meeste Franse populaties, blijken de hormonen van de hier levende wadpieren slechts gedurende zeer korte tijd werkzaam te zijn.

De samenwerking met de T.H. Delft, afd. Geochemie werd voortgezet. In hoofdzaak wordt gekeken naar de overdracht van organische stof in de voedselketens met behulp van z.g. gidsmoleculen. Aangetoond kon worden dat vetzuren afkomstig van *Desulfovibrio* via de wadpier aan schol en tong doorgegeven kunnen worden.

2.12.3. Meting zuurstofverbruik door benthische gemeenschappen in situ

Er bleken nog steeds technische problemen te kleven aan het meten met behulp van doorstromingskamers. Vooral de uitwisseling van water onder de randen van de meetkamers door levert veel moeilijkheden op. In de loop van het jaar werden talrijke modificaties aangebracht. In samenwerking met het Limnologisch Laboratorium van de G.U. worden thans metingen op het wad, in

de wadbakken (2.12.4) en in laboratorium-opstellingen verricht. Hierbij wordt ook gebruik gemaakt van gesloten meetkamers.

2.12.4. Wadoecosysteembakken

Het onderzoek naar het verloop van dichtheden en biomassa van *Arenicola* en *Nereis* liet voor beide soorten een teruggang zien, dit terwijl er regelmatig reproductie plaats vond. In de zuidelijke van de twee grote getijddebakken werd een koelinstallatie in gebruik genomen; getracht zal worden door een negatieve thermische shock de paaiactiviteit van *Arenicola* te synchroniseren. Ook de primaire productie werd bepaald (2.08.1).

Om een goede voortgang van het onderzoek naar de effecten van bioturbatie in de wadbakken te verzekeren kon in 1976 via BION een onderzoeker (bio-geochemicus) aangesteld worden (zie 2.12.5).

Dr H. Farke (Universiteit, Kiel) werkt voorlopig voor de duur van 1 jaar aan het verloop en de structuur van evertibraten-populaties in de wadbakken. Hij vond dat niettegenstaande het feit dat de ontwikkeling in de beide wadbakken verschillend verliep, de soortensamenstelling gelijk bleef; abundantie en structuur verschilden evenwel aanzienlijk. De effecten van een lagere temperatuur (in de zuidbak) en van een betere aeratie van de wadbodem (in de noordbak) worden thans bestudeerd. Ook wordt de herbevolking van een aantal diervrij gemaakte proefvakken onderzocht. Twee vakken zijn onder het sedimentoppervlak door plastic folie van de omgeving afgesloten; twee andere vakken zijn vrij toegankelijk. Een ander facet van het onderzoek betreft het paaimechanisme, de larvale ontwikkeling, en de overwintering van larven en juvenielen van *Arenicola*, waarbij geobserveerd wordt in micro-systemen, in cuvetten, in de wadbakken en in het veld. Het paaien van *Arenicola* bleek in de wadbakken 1 maand later plaats te vinden dan in de micro-systemen en in het vrije veld.

Een studentenonderzoek naar het voedsel, het voedselopname-mechanisme en de groei van *Arenicola* werd afgesloten.

2.12.5. Bio-geochemisch onderzoek in experimentele wadoecosystemen

De uitwisselingsprocessen tussen sediment en bovenstaand water in mariene ecosystemen zijn onvoldoende bekend. Aangenomen mag worden dat deze processen in belangrijke mate door bioturbatie beïnvloed worden, waardoor een versnelde recycling van organische stoffen en nutriënten plaats vindt. Er van uit-

gaande dat organisch materiaal de drijvende kracht vormt in benthische ecosystemen zal onderzoek verricht gaan worden naar het lot van fotosynthetisch gevormd organisch materiaal, waarbij een structurele karakterisering van opgelost organisch materiaal, oplosbaar organisch materiaal en onoplosbaar organisch materiaal, met de daarvoor geëigende moderne technieken, centraal staat.

In experimenteel onderzoek aan biotransformatie en biodegradatie van enkele geselecteerde planktonische en benthische algen zal verder in kleine experimentele ecosystemen het lot van fotosynthetisch gevormd materiaal gevolgd worden, waarbij vooral gekeken wordt naar de verspreiding van organische moleculen, microbiële metaboliëten en nutriënten en de mogelijke uitwisseling vanuit het poriënwater naar het bovenstaande water en omgekeerd.

Tenslotte zal in de bestaande wadbakken (2.12.4) fenomenologisch onderzoek verricht worden naar de structuur en functie van het fyto-benthos onder invloed van toenemende mechanische en bioturbatieve verstoring.

2.13. PRODUCTIE EN VERSPREIDING PREDATOREN: MACROBENTHOS

2.13.1. Verspreiding macrobenthos in de zuidelijke Noordzee

Na 8 tweewekse bemonsteringsreizen in de periode 1972-1976 wordt het materiaal tot een samenhangend geheel verwerkt, hetgeen tot op de helft is gevorderd. Van alle soorten worden de aantallen per 10.000 m² gegeven, getallen die echter alleen het aantal gevangen dieren weergeven. In 1977 is het veldwerk vooral gericht geweest op een poging om voor de verschillende soorten de efficiëntie van het net (5½ m boomkor met 2 wekkers, 5 mm maaswijdte in de kuil) te schatten. Naast de trekken werden bodemhappen genomen met de van Veen bodemhapper. Voorts werd de boomkor voorzien van 0, 1, 2, 3, 4, 5 of 6 wekkers (kettingen die voor het net uit over de bodem worden getrokken) en werd gevist met één of twee naast elkaar gekoppelde 3 m boomkorren voor een schatting van het randeffect. De vergelijking tussen deze verschillende vismethoden zal een grove aanduiding kunnen geven van de mate van onderschatting, die de routine trekken voor de verschillende soorten opleveren.

2.14. PRODUCTIE EN VERSPREIDING PREDATOREN: VISSEN

2.14.1. Jaar- en seizoensfluctuaties van vissoorten in de westelijke Waddenzee

De waarnemingsserie aan dagelijkse visvangsten in komfuiken langs het Horntje, gestart in 1959, werd in 1977 voortgezet.

Bijzondere vangsten van vissers, die aan de Helderse visafslag markkten, werden ingeboekt. Uit dit laatste materiaal werden op verzoek gegevens verstrekt over enkele soorten aan Dr. H. Nijssen, Taxonomische Zoölogie te Amsterdam.

2.14.2. De Waddenzee als biotoop voor pelagische vis

Voor dit programma is in 1977 geen werk verricht.

2.14.3. Dichtheidsafhankelijke sterfte en groei van jonge schol in de Waddenzee

Het onderzoek naar de natuurlijke mortaliteit onder de jonge 0-groep schol werd in 1977 voortgezet met onderzoek naar de rol van de garnaal als predator van jonge schol. Na sterke aanwijzingen - o.a. in de vorm van vinbeschadigingen, die ook dit jaar bij meer dan 50% van de jonge schollen werden waargenomen - kon dit voorjaar het doorslaggevend bewijs geleverd worden; in ongeveer 1% van de garnalen werd namelijk schol-otholieten gevonden. Een intern verslag over dit onderzoek is in voorbereiding.

In 1977 werden, in voortzetting van een sinds 1972 lopende reeks, de 0-, I- en II-groep schollen, naast verdere organismen, uit maandelijks trekken met de 2 m boomkor op het Balgzand geteld, gemeten en gewogen. Wat de schol betreft was dit jaar settlement op de platen, en uiteraard ook de intrek van larven door het Marsdiep, enkele weken eerder en overvloediger dan voorheen. In de nazomer bleek de jaarklas op het Balgzand echter weer tot middelmatige sterkte te zijn teruggelopen. Hiermee werd wederom een bevestiging verkregen van de hypothese, dat in het 0-groep stadium van de schol tijdens de zomer in het getijdengebied een dichtheidsafhankelijke sterfte optreedt.

2.14.4. Migratie en voedselopname door predatoren op wadplaten

Wat betreft het schollenonderzoek is een poging gedaan het

verblijf en het vertrek van jonge schollen op de platen fysiologisch te begrijpen. Laboratoriumgegevens (2.15.2) over zuurstofopname en verteringssnelheid in samenhang met lichaams-grootte en temperatuur werden gebruikt om er, in combinatie met veldgegevens over voedselopname en groei, energiebalansen voor juveniele schol in het getijdengebied mee op te stellen voor het verloop gedurende drie groeiseizoenen. Er zijn aanwijzingen dat de temperatuur de factor is, die het uiteindelijke vertrek van II-groep schollen bepaalt. Een publicatie hierover is in voorbereiding.

Voorts werd onderzoek naar de rol van de garnaal in het voedselweb van de Waddenzee uitgevoerd. Getijdenmigratie en voedselopname werden bestudeerd door maandelijks de Balgzand-populatie op 36 vaste stations te bemonsteren. De garnalen bleken geen getijdenmigratie te vertonen; de volwassen dieren bewonen de diepere geulen, de juveniele bevin-den zich continu op de platen, waar ze tijdens laag water onder het zand overtuigen. Uit een studie van het verloop der maaginhouden gedurende enkele etmalen bleek, dat de garnalen voornamelijk in het donker eten. Uit de resultaten van langdurige 'Bajkov'-series werd opgemaakt, dat de garnaal ongeveer 5% van zijn lichaamsgewicht per 24 uur eet. Aan dit onderzoek werd door 2 studenten meegewerkt.

2.14.5. Getijtransport jonge schol

Dit onderzoek, dat ten doel heeft een inzicht te verkrijgen in het mechanisme van de beweging van schollarven van open zee naar de zeegaten mislukte in 1977 maar zal in 1978 en 1979 worden herhaald.

Wel werd nogmaals in de zeegaten een serie waarnemingen gedaan over de intrek door het Marsdiep. Hierbij werden de resultaten van 1974 en 1975 bevestigd en bovendien werd gevonden dat het aantal intrekkende schollarven van jaar tot jaar bijzonder sterk kan wisselen. De totale intrek door het Marsdiep bedroeg in 1974 ongeveer 53 miljoen, in 1975 256 miljoen en in 1977 1033 miljoen exemplaren. Uit waarnemingen op het Balgzand blijkt dat de hoogste aantallen aldaar gevonden O-groepen schollen ongeveer 2.36% (1974), 2.54% (1975) en minstens 1.63% (1977) van de totale intrek bedraagt. Een publicatie hierover moet in 1978 verschijnen.

Zowel in 1975 als in 1977 bleek het aantal intrekkende botlarven enkele malen groter te zijn dan het aantal (1 maand eerder) intrekkende schollarven.

2.15. EXPERIMENTEEL WERK PREDATOREN: VISSSEN (EN GARNAAL)

2.15.1. Ontwikkeling zeeviseieren in relatie tot milieufactoren

Een voortzetting van het onderzoek met tongeieren in 1977 mislukte doordat in het laboratorium uitsluitend onbevuchte eieren werden geproduceerd.

2.15.2. Invloed abiotische factoren op activiteit, metabolisme en groei van zeedieren

Laboratoriumonderzoek werd gedaan naar de invloed van temperatuur, zoutgehalte en voedselregime op de overleving en groei van jonge garnaal.

Een soortgelijk onderzoek is in voorbereiding voor schol en bot, met de bedoeling een verklaring te vinden voor de ecologische differentiatie van deze twee soorten.

Over de voedselopname van jonge tong is een publicatie voorbereid.

2.16. EXPERIMENTEEL WERK OVER ADAPTATIES AAN ABIOTISCHE MARIENE MILIEUFACTOREN

2.16.1. Respiratoire functies en ontogenie van haemoglobine van *Clupea harengus*

Voor dit onderzoek werd nog enig aanvullend werk verricht. Een proefschrift is vrijwel gereed.

2.16.2. Gezichtsvermogen van tandwalvissen

Een studie is in bewerking van de anatomie van het oog van de Amazonedolfijn (*Inia geoffrensis*), een soort, die na het gedane werk aan de ooganatomie van de Gangesdolfijn (*Platanista gangetica*) en van de tuimelaar (*Tursiops truncatus*), van bijzondere interesse is. Daarnaast wordt een techniek gezocht om in minder tijd dan voorheen daarvoor nodig was, de dichtheden en verspreiding van de ganglioncellen in de netvliesen van meerdere tandwalvissoorten te bepalen.

In een vroegere studie van het netvlies van de tuimelaar werden tussen de vele karakteristieke staafjes gezichts-cellen gevonden met de morfologische kenmerken van kegeltjes. Of deze cellen inderdaad als kegeltjes functioneren kan slechts door dressuurproeven worden uitgemaakt. Dergelijke

proeven zullen worden uitgevoerd als doctoraalstudie in het Dolfinarium te Harderwijk.

2.16.3. Fysiologische aanpassingen van mariene- en brakwater organismen

Er werd een verbeterde methode gevonden voor de bepaling van de urineproductie van waterdieren waarbij de lichtabsorptie (UV-licht, 280 nm) van het medium continu wordt geregistreerd (4.2.1.34).

Middels elektrische metingen kon worden afgeleid dat de strandkrab in staat is de doorlaatbaarheid van zijn lichaamswand (voornamelijk van de kieuwen) voor anionen en kationen selectief te reguleren (4.2.1.35).

Gedurende een verblijf van 3 maanden aan het Stazione Zoologica te Napels werd vergelijkend onderzoek gedaan over de water- en zout uitwisseling via de kieuwen van diverse soorten kreeften en garnalen.

Een studie over de invloed van verstoring van de K^+ -concentratie van zeewater op garnalen kon worden afgerond (4.2.1.51).

Ten behoeve van de nieuwe uitgave van het leerboek "vergelijkende dierfysiologie" werd het hoofdstuk osmoregulatie en excretie samengesteld.

Het werk over osmoregulatie is hiermee aan een einde gekomen. De resultaten zijn vastgelegd in een 40-tal tijdschriftartikelen, een proefschrift, een hoofdstuk in het leerboek "vergelijkende dierfysiologie" en een hoofdstuk in "Comparative physiology of ionic and osmotic regulation". Een tiental nieuwe methoden evenals een aantal inzichten die uit dit werk zijn voortgekomen worden in diverse laboratoria gebruikt.

2.16.4. Vergelijkend fysiologisch onderzoek van enkele in het wad voorkomende wormensoorten

In samenwerking met een doctoraal student werd uitgebreid onderzoek verricht aan het haemoglobine van de sedentaire polychaet *Heteromastus filiformis*. Het in coelomocyten aanwezige haemoglobine bleek enkele opmerkelijke eigenschappen te bezitten, waarvan vooral de zeer hoge affiniteit voor zuurstof opvalt. Het duidelijke Bohr effect wijkt voorts geheel af van wat als regel voor dit type haemoglobine, met een laag moleculair gewicht, bekend is. Een publicatie is in voorbereiding.

2.16.5. Onderzoek naar de invloed van sulfide op de fysiologie van de wadpier

Er werd een betrouwbare methode ontwikkeld om uit zuurstof-vrije monsters van interstitieel water uit het wad de concentratie van het aanwezige ongebonden sulfide, $\text{H}_2\text{S} + \text{HS}^- + \text{S}^{2-}$, te meten. Op het NIOZ-wad werd een permanente raai uitgezet, die geregeld bemonsterd kon worden. Op deze wijze werd een indruk verkregen van de concentraties, die *Arenicola* in zijn milieu aantreft. De tolerantie van *Arenicola* t.o.v. incubatie in sulfide oplossingen werd vergeleken met andere polychaete wormsoorten, afkomstig van het NIOZ-wad en van de Noordzeebodem. Invloed op de tolerantie hebben: bufferaanwezigheid, pH, antibiotica, incubatievolume en de hoeveelheid aanwezige zuurstof. De tolerantie blijkt bovendien afhankelijk te zijn van de lichaamsgrootte. Aan de hand van herstel-experimenten werd bij dieren van verschillende grootte de maximale, niet-lethale incubatieduur vastgesteld. De influx van sulfide in het coeloom en het bloed van *Arenicola* tijdens de incubatie en de efflux bij een daar op volgend detoxificatie-experiment werd gemeten, zowel aeroob als anaeroob.

Verder werd tijd besteed aan het meten van ^{35}S verbindingen in waterige en CS_2 oplossingen bij verschillende doving (scintillatie teller) en aan het meten van vaste stof (activiteit bevattend) op filters.

2.16.6. Experimenteel onderzoek over migratie, oriëntatie en ritmiek bij zee-organismen

Het selective transport van schol- en botlarven naar de Waddenzee werpt de vraag op welke prikkels deze larven tot pelagisch zwemmen of tot het verblijf op de bodem brengen. In een eerder onderzoek (jaarverslag 1975, 2.14.5) is gevonden dat de hongerprikkel de larven (stadium 4 en 5) tot zwemmen stimuleert. Na voedselopname blijven zij als gesettelde platvisjes op de bodem. Dit betekent dat de voedselrijke wadplaten de eenmaal gevestigde larven voldoende voedsel zouden bieden om te voorkomen dat ze weer gaan zwemmen en met de eb weer afdrijven naar de Noordzee.

Dit jaar is als studentenonderwerp een onderzoek begonnen om in een stroom-carrousel na te gaan of hongerende, eenmaal pelagisch zwemmende, larven ook op een geur-sigitaal (voedsel, Waddenzee-water of iets dergelijks) kunnen reageren door naar de bodem te gaan, of langer op de bodem te blijven als ze zijn neergestreken. Wanneer de larven in de Noordzee met af-

landige stroomcomponenten een dergelijk gedrag zouden manifesteren, zou een netto transport in de richting van de kust en de zeegaten het gevolg kunnen zijn. De eerste gegevens zijn in bewerking.

2.17. PRODUCTIE EN VERSPREIDING PREDATOREN: ZEEVOGELS

2.17.1. Populatie-onderzoek aan zeevogels

Het veldonderzoek naar de grote mortaliteit van eiderkuikens werd afgesloten met een groot experiment op Vlieland. Hiertoe werd ongeveer 1/3 van het aantal kuikens van de plaatselijke populatie kort na de geboorte opgevangen en verzorgd in een proefopstelling, waarna zij op een leeftijd van ongeveer drie weken weer ter plaatse werden losgelaten. De mortaliteit van de opgevangen kuikens nam af naarmate de kuikens ouder werden. Na het vliegvlug worden is geen sterfte meer geconstateerd. Naast de moeilijkheden die de dieren ondervinden met het verzamelen van voldoende voedsel, bleek bij de kooiproeven van dit jaar dat bij voldoende voedsel ook ziekten een belangrijke rol in de mortaliteit van de kuikens kunnen spelen. De mortaliteit van de opgevangen kuikens bedroeg dit jaar ongeveer 50%, die van de niet opgevangen kuikens bij Vlieland meer dan 99%. Blijkens controle in de broedkolonies op de andere eilanden bedroeg de mortaliteit daar gemiddeld 98%.

Van alle losgelaten kuikens werd het geslacht bepaald, waarna zij werden geringd. In de komende jaren zal worden nagegaan hoe de recruterings naar de broedpopulatie verloopt.

Onderzoek naar de dispersie van vogels op het wad toonde aan dat naast de beschikbaarheid van voedsel ook onderlinge interacties een grote rol spelen. Het is thans gelukt bij scholeksters kwalitatieve verschillen tussen individuen aan te tonen, die gecorreleerd kunnen worden met verschillen in kwaliteit van het biotoop waarop zij fourageren. Het lijkt van belang dit onderzoek uit te breiden met een vergelijking van geografisch sterk gescheiden overwinteringsbiotopen.

2.17.2. Parasitaire relaties

Als vervolg op het vorig jaar verrichte oriënterende onderzoek naar eventuele immuno-suppressieve eigenschappen van P.C.B.'s werd in samenwerking met 2.18.1 een grotere groep eiderkuikens gedurende enige tijd regelmatig met deze stof belast en daarna achtereenvolgens 3 maal besmet met de darmparasiet *Polymorphus botulus*. De resultaten zijn nog niet volledig geanalyseerd.

Een manuscript betreffende levenscycli en ecologie van *Cotylurus*-soorten kwam gereed. De vogelsterfte in de Waddenzee ten gevolge van deze parasieten is een gevolg van een explosieve vermeerdering, mogelijk gemaakt door de verzoeting van de Zuiderzee na de afsluiting.

2.17.3. Laboratoriumonderzoek aan zeevogels

Het onderzoek naar de ruicycli van de zeekoet werd voortgezet. Het blijkt dat de verschuiving van de periode van voorjaars- en najaarsrui, waarbij het winterkleed ieder jaar korter en het zomerkleed iets langer wordt gedragen, zich ook na het geslachtsrijp worden nog voortzet. Of daarmee de beide rui-perioden uiteindelijk in elkaar overgaan, zal voortgezet onderzoek duidelijk moeten maken.

Oriënterend onderzoek werd gedaan naar de mogelijkheid dat zeekoeten echolocatie gebruiken voor het opsporen van hun voedsel, dat bestaat uit pelagische vis.

2.18. VERONTREINIGENDE STOFFEN: VERSPREIDING, CHEMIE

2.18.1. Chloorkoolwaterstoffen

De analytische bepaling van chloorkoolwaterstoffen in zeewater wordt bemoeilijkt door de zeer lage gehalten waarin de meeste van deze verbindingen daarin voorkomen - in de grootte orde van 10^{-9} g/l en lager. De noodzakelijke manipulaties met de monsters introduceren stoffen die storen bij de bepaling van chloorkoolwaterstoffen. De invloed van de blanco waarden kan worden gereduceerd door grotere hoeveelheden (100 tot 1000 l) zeewater te extraheren.

Voor estuaria water, met hoge gehalten aan zwevende stof, is het verkrijgen van dergelijke volumina gefiltreerd water problematisch. Een belangrijk deel van de werkzaamheden heeft bestaan uit het zoeken naar een geschikte methode om ook met geringe hoeveelheden water (1 tot 4 l) voldoende informatie te kunnen krijgen. Alle fasen in de behandeling van de monsters in het laboratorium werden kritisch geanalyseerd, resulterend in een modificatie van de veelgebruikte Holden en Marsden procedure bij de scheiding van PCB's en andere verbindingen (inmiddels geaccepteerd voor publicatie). Een aanvang is gemaakt met het analyseren van de water en zwevende stof monsters uit de rivieren Rijn, Maas, Eems, Weser, Elbe, Varde^o, hun estuaria en aangrenzende kustgebieden.

De onderzoekingen naar immunosuppressie van PCB bij de eidereend (2.19.1) werden gesteund met analyses.

2.18.2. Metalen, verspreiding en chemie

De monsters verkregen tijdens de Waddenzeetocht in 1976 (Nederlandse, Duitse en Deense rivieren en hun estuaria en de aangrenzende Waddenzee) werden verder geanalyseerd. De resultaten moeten een idee geven over de relatieve invloed van de verschillende riviersystemen op de gehalten in de Waddenzee. Een belangrijk resultaat van de geïntegreerde studie van opgeloste en gesuspendeerde metalen is de evidentie dat een groot aantal metalen, door rivieren aangevoerd, worden verwijderd uit oplossing, en niet zoals bestaande modellen suggereren, vanuit zwevende stof worden gemobiliseerd naar de opgeloste toestand. De situatie in estuaria is zeer complex; bodemprocessen spelen in het transport van metalen door het estuarium een belangrijke rol. Naast kwalitatieve en kwantitatieve analyses van zeewater bleek uit het onderzoek naar het complexerend vermogen van zware metalen in zeewater met behulp van electrochemische technieken dat met name Cu, maar ook Pb, wanneer toegevoegd aan zeewater, voor een deel wordt gecomplexed; waarschijnlijk aan organische stoffen als b.v. humuszuren.

Vrij veel onderzoek werd gedaan aan de verbetering van de monster- en verwerkings procedure, wat resulteerde in de aankoop van een met teflon bedekt type waterschepper.

2.19. VERONTREINIGENDE STOFFEN: BIOLOGISCHE EFFECTEN

2.19.1. Sublethale effecten van chemische stoffen op mariene organismen

Het onderzoek naar de effecten op fysiologische functies van organismen, van lage, voor het milieu karakteristieke concentraties van verontreinigende stoffen, omvatte inleidende experimenten naar de effecten van sublethale concentraties van zink op een aantal aspecten van de ademhaling en groei van de wadworm (*Arenicola marina* L.) en onderzoek naar metabolische, haematologische en immuno-suppressieve effecten van PCB bij de eidereend (*Somateria mollissima* L.).

De resultaten van eerstgenoemde experimenten, basis voor de proefopstelling voor chronische testen met toxische stoffen in lage concentraties, geven enig inzicht in de verdeling van de toxische stof (zink) in de proefbakken, namelijk een verlaging van de concentratie in de waterfase en een verhoging van de concentratie in het sediment ten opzichte van de gedoseerde concentratie. Een fysiologische respons op de zink-

belasting was een verlaging van de zuurstofconsumptie en doorpompsnelheid van zeewater.

De resultaten van het immuno suppressie onderzoek van PCB geven geen duidelijke evidentie voor een verhoging van de besmettingskans met de darmparasiet *Polymorphus botulis*; wel treedt er een verlaging van het levergewicht (lever somatische index) en de haemoglobine concentratie op, in relatie met de PCB-dosering.

4.2. PUBLICATIES 1977

4.2.1. Publicaties NIOZ 1977

1. BAARS, M.A. Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee.
In: Hr. Ms. Tydeman. Uitg. van de Dienst der Hydrografie: 70-74.
2. BENNEKOM, A.J. VAN. Aanvoer naar en verwijdering uit de Noordzee van terrigeen materiaal. In: "Waterbeweging en menging in het zuidelijke gedeelte van de Noordzee". Raad van Overleg voor het fysisch-oceanografisch onderzoek in de Noordzee. Middellange termijnplanning, project 4: 14.
3. BEUKEMA, J.J. De voedselrijkdom van de Waddenzee.--Waddenbull. 12: 304-311.
4. ———. Wisselwerkingen tussen sportvisserij en visstand. Studiedag sportvisserij. NVVS, Amersfoort: 10-19.
5. ———. De rol van bodemdieren in de voedselketens van de zee.--Vakbl. Biol. 57: 284-287.
6. BEUKEMA, J.J. & W. DE BRUIN. Seasonal changes in dry weight and chemical composition of the soft parts of the tellinid bivalve *Macoma balthica* in the Dutch Wadden Sea.--Neth. J. Sea Res. 11: 42-55.
7. BEUKEMA, J.J., G.C. CADEE & J.J.M. JANSSEN. Variability of growth rate of *Macoma balthica* (L.) in the Wadden Sea in relation to availability of food. In: B.F. KEEGAN, P. O'CEIDIGH & P.J.S. BOADEN. Biology of benthic organisms. Pergamon Press, Oxford: 69-77.
8. BLOK, J.W. DE & M. TAN-MAAS. Function of byssus threads in young postlarval *Mytilus*.--Nature, Lond. 267 (5611): 558.
9. BOON, J.J., J.W. DE LEEUW, G.J. V.D. HOEK & J.H. VOSJAN. Significance and taxonomic value of iso- and anti-iso-monoenoic fatty acids and branched β -hydroxy acids in *Desulfovibrio desulfuricans*.--J. Bact. 129: 1183-1191.
10. CADEE, G.C. Bryozoa from the late Miocene mica clay of Morsum Kliff, Sylt, western Germany.--Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol. 14 (2): 43-50.
11. ———. Het effect van pierenspitten op de worm *Heteromastus*.--Waddenbull. 12 (2): 312-313.
12. ———. Visresten in mariene sedimenten.--Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol. 14 (3): 73-77.
13. CADEE, G.C. & J. HEGEMAN. Distribution of primary production of the benthic microflora and accumulation of organic matter on a tidal flat area, Balgzand, Dutch Wadden Sea.--Neth. J. Sea Res. 11 (1): 24-41.

14. DRAL, A.D.G. In memorium Dr. Jacob Westenberg.--Vakbl. Biol. 57 (12): 216-219.
15. ———. On the retinal anatomy of Cetacea (mainly *Tursiops truncatus*). In: R.J. HARRISON. The functional anatomy of marine mammals III. Academic Press, London: 81-134.
16. ———. A review of a paper by Dr. J. Verwey: The Cetaceans *Phocoena phocoena* and *Tursiops truncatus* in the Marsdiep area (Dutch Wadden Sea) in the years 1931-1973 (NIOZ reports 1975-17a/17b).--Aquat. Mamm. 4 (1): 10-14.
17. DRAL, A.D.G. & J. VERWEY. Breathing and diving in *Tursiops*.--Aquat. Mamm. 5 (1): 18-20.
18. DUINKER, J.C. Olie in zee, processen en effecten.--Natuur en Milieu 77 (8):15-22.
19. DUINKER, J.C. & C.J.M. KRAMER. An experimental study on the speciation of dissolved zinc, cadmium, lead and copper in river Rhine and North Sea water, by differential pulsed anodic stripping voltammetry.--Mar. Chem. 5: 207-228.
20. DUINKER, J.C. & R.F. NOLTING. Dissolved and particulate trace metals in the Rhine estuary and the Southern Bight.--Mar. Pollut. Bull. 8 (3): 65-71.
21. EISMA, D. The distribution of suspended matter in the North Sea. Abstract in: Sammendrag fra Kyststrømsymposiet, 17/18 Mars 1977. Bergen, Norway.
22. ———. Rubriek Oceanografie in Encyclopedie van Suriname. Elsevier.
23. ———. Rubriek Oceanografie en Mariene Geologie in Oosthoek Encyclopedie. Utrecht.
24. EISMA, D., J.H.F. JANSSEN & Tj.C.E. VAN WEERING. Seafloor morphology and recent sedimentation in the North Sea. In: E. OELE, R.T.E. SCHÜTTENHELM & A.J. WIGGERS. The Quaternary history of the North Sea. Acta Univ. Upps., Symp. Univ. Upps. Annum Quingentesimum Celebrantis: 2, Uppsala.
25. FRANSZ, H.G. Productiviteit van zoöplankton in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee.--Vakbl. Biol. 57: 288-291.
26. GIESKES, W.W.C. Primaire produktie en eutrofiëring in de zuidelijke Noordzee.--Vakbl. Biol. 57 (16): 267-270.
27. GIESKES, W.W.C. & G.W. KRAAY. Primary production and consumption of organic matter in the southern North Sea during the spring bloom of 1975.--Neth. J. Sea Res. 11 (2) (in press).
28. JANSSEN, J.H.F. Late Pleistocene and Holocene deposits in the Witch and Fladen Ground area, northern North Sea. Geol. Förr. Stockh. Förrh. (in press).

29. JANSSEN, J.H.F., Tj.C.E. VAN WEERING & D. EISMA. Late Quaternary sedimentation in the North Sea. In: E. OELE, R.T.E. SCHUTTENHELM & A.J. WIGGERS. The Quaternary history of the North Sea. Acta Univ. Upps., Symp. Univ. Upps. Annum Quingentesimum Celebrantis: 2, Uppsala.
30. KUIPERS, B.R. On the ecology of juvenile plaice on a tidal flat in the Wadden Sea.--Neth. J. Sea Res. 11 (1): 56-91.
31. OLANCZUK-NEYMAN, K.M. & J.H. VOSJAN. Measuring respiratory electron transport system activity in marine sediment.--Neth. J. Sea Res. 11 (1): 1-13.
32. SPAARGAREN, D.H. Ionic and osmotic regulation in marine and brackish water animals. In: G.M.O. MALOY. Comparative physiology of ionic and osmotic regulation. Academic Press, London.
33. ———. On the water and salt economy of some decapod crustaceans from the Gulf of Aqaba (Red Sea).--Neth. J. Sea Res. 11 (1): 99-106.
34. ———. A light-absorption method for monitoring urine production in aquatic animals.--Neth. J. Sea Res. 11 (2) (in press).
35. ———. On the anion cation mobility ratio in the body wall of the shore crab *Carcinus maenas*.--Neth. J. Sea Res. 11 (2) (in press).
36. ———. On the metabolic adaptation of *Carcinus maenas* to reduced environmental oxygen tensions.--Neth. J. Sea Res. 11 (3).
37. SPAARGAREN, D.H. & Y. ACHITUV. On the heart rate response to rapid temperature changes in various marine and brackish water crustaceans.--Neth. J. Sea Res. 11 (1): 107-117.
38. SPITZER, D. & M. WERNAND. Photon-irradiance sensor.--Appl. Opt. 16 (in press).
39. STANEV, T. Anaerobic oxidation of hydrocarbons by *Desulfovibrio desulfuricans*.--Institute of Fisheries, Varna Proc. 15: 115-120 (in Bulgarian).
40. SWENNEN, C. Laboratory research on sea-birds. NIOZ, Texel: 1-44.
41. ———. Populatie-structuur en voedsel van de eidereend *Somateria m.mollissima* in de Nederlandse Waddenzee.--Ardea 64: 311-371.
42. ———. Wadden Seas are rare, hospitable and productive. Proc. Intern. Conf. on conservation of wetlands and waterfowl, Heiligenhafen, 2-6 December 1974: 184-198.

43. SWENNEN, C. & P. DUIVEN. Size of food objects of three fish-eating seabird species: *Uria aalge*, *Alca torda* and *Fratercula arctica* (Aves, Alcidae).--Neth. J. Sea Res. 11 (1): 92-98.
44. TIMMER-TEN HOOR, A. Denitrificerende kleurloze zwavelbacteriën. Dissertatie Groningen: 1-104.
45. TIJSSSEN, S.B. Inleiding voedingsstoffen modellen in de Zuidelijke Bocht. In: "Waterbeweging en menging in het zuidelijke gedeelte van de Noordzee". Raad van Overleg voor het fysisch-oceanografisch onderzoek in de Noordzee. Middellange termijnplanning, project 4: 111-118.
46. VOSJAN, J.H. De mineralisatie in zee.--Vakbl. Biol. 57: 291-293.
47. VOSJAN, J.H. & K.M. OLANCZUK-NEYMAN. Vertical distribution of mineralization processes in a tidal sediment.--Neth. J. Sea Res. 11 (1): 14-23.
48. WEERING, Tj.C.E. VAN. Quaternary sedimentation in the Norwegian Channel and the Skagerrak, with emphasis on deposits from the Skagerrak. Abstract Proc. 10th INQUA Congress, Birmingham, 1977: 498.
49. WESTENBERG, J. A bibliography of the publications of Lourens G.M. Baas Becking. North-Holland Publ. Co., Amsterdam: 1-20.
50. WILDE, P.A.W.J. DE & B.R. KUIPERS. A large indoor ecosystem.--Helgoländer wiss. Meeresunters. 30: 334-342.
51. WITTE-MAAS, E.L.M. & D.H. SPAARGAREN. Some lethal and sub-lethal effects in shrimps at experimental K^+ -enrichment of their environment.--Neth. J. Sea Res. 11 (3).
52. ZIJLSTRA, J.J. Algemene aspecten van de productiviteit van de zee.--Vakbl. Biol. 57 (16): 262-266.

4.3. INTERNE VERSLAGEN

4.3.1. Interne verslagen NIOZ 1977

JAARVERSLAG 1976. Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee.
No. 1977-1.

BAAR, H.J.W. DE. Evenwichtsmodel en Eh - pH - meting in recent
estuariën sediment: een literatuuronderzoek. No. 1977-2.

VERMIJ, H.A. Onderzoek naar de samenstelling van de klei in
de westelijke Waddenzee. No. 1977-3.

BAAR, H.J.W. DE. Gedrag van (verontreinigende) metalen in
recent estuariën sediment van de Waddenzee. No. 1977-4.

TILBURG, P. VAN, P. DE VOOGT & B. VAN HATTUM. Verdeling van
saliniteit, nutriënten en planktonpigment in de Zuidelijke
Bocht in voorjaar en zomer 1974. No. 1977-5.

DRAL, A.D.G. Regulation of the branchial ciliary activity in
the mussel. No. 1977-6.

EISMA, D. & W.W.C. GIESKES. Particle size spectra of non-living
suspended matter in the Southern North Sea. No. 1977-7.

HELDER, W. Chemical determinations in sea water taken from the
basins for keeping sea-birds. No. 1977-8.

GAAG, M. VAN DER. Aantallen, verdeling, groei en voedselopname
van twee grondelsoorten op het Balgzand in 1975 en 1976.
No. 1977-9.

LISSA, J.H.L. VAN. Aantallen, voedselopname, groei en produktie
van de garnaal (*Crangon crangon* L.) in een getijdengebied,
alsmede de voedselopname en groei onder laboratorium-
omstandigheden. No. 1977-10.

GOEDHEER, P.F. Biomassa en produktie van macro-algen. No. 1977-
11.

GELDERMALSEN, L.A. VAN. Produktie van fluorescerende stoffen
op het Balgzand en kwantificering en karakterisering van
fluorescerende stoffen in interstitieel water van de wad-
bodem. No. 1977-12.

LANGVELD, A.D. Het verwijderen van organisch materiaal uit
kleimineralen. No. 1977-13.

