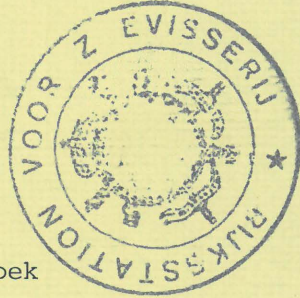


JAARVERSLAG

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

1979

(ten dele)



Projectonderzoek
Publicaties
Interne verslagen

INHOUD EN VERWIJZING NAAR PROJECTNUMMERS

	Blz.
2.01. Circulatie en warmtehuishouding in zee	1
2.01.1. H2-06 H2-07	1
2.01.2. H2-05	2
2.02. Sediment en sediment transport	2
2.02.1. H4-01	2
2.02.2. H4-01	3
2.02.3. H4-01	4
2.02.4. H4-03	4
2.02.5. H4-04	5
2.03. Mineralisatie in het sediment, zwavelcyclus	5
2.03.1. B1-03	5
2.03.2. B1-01 B1-03	6
2.04. Mineralisatie in de waterkolom	6
2.04.1. B1-01 B1-03	6
2.04.2. H1-03	7
2.05. Uitwisseling voedingszouten tussen bodem en water	7
2.05.1. H1-05	7
2.06. Verspreiding voedingszouten in zee	8
2.06.1. H1	8
2.06.2. H1-02	8
2.06.3. H1-01	8
2.06.4. H4-02	8
2.06.5. H1-04	8
2.06.6. H1-04	9
2.07. Mariene optica H2-01 H2-02	9
2.08. Fytoplankton en primaire productie	10
2.08.1. B3-01	10
2.08.2. B4-01 B4-02	10
2.08.3. H1-04	11
2.09. Zooplankton en secundaire productie	11
2.09.1. B4-01 B4-02	11
2.09.2. B4-01	12
2.09.3. B4-03	13
2.10. Zooplankton, interacties en gedrag	13
2.10.1. B4-01	13
2.11. Benthos, verspreiding en secundaire productie	14
2.11.1. B3-02	14
2.11.2. B3	15
2.11.3. B3-03	15
2.12. Experimenteel werk in relatie tot de secundaire productie van het benthos	16
2.12.1.	
2.12.2. B1-01 B1-05	16

II

2.12.3.	B1-05	17
2.12.4.	B1-05	17
2.12.5.	B1-01 B1-02	19
2.13.	Productie en verspreiding predatoren: macro- benthos	20
2.13.1.	B2-02a	20
2.14.	Productie en verspreiding predatoren: vissen (en garnaal)	21
2.14.1.	B2	21
2.14.2.	B2-03	21
2.14.3.	B2-01a B2-02b	21
2.14.4.	B2-01b B2-02c	22
2.14.5.	B2	23
2.15.	Experimenteel werk predatoren: vissen (en garnaal)	23
2.15.1.	B2	23
2.15.2.	B2-01c B2-02d	24
2.16.	Experimenteel werk over adaptaties aan abio- tische mariene milieufactoren	24
2.16.1.	B1-06	24
2.16.2.	B2-04	25
2.16.3.	B1-04	25
2.17.	Productie en verspreiding predatoren: zeevogels	26
2.17.1.	B3-04	26
2.17.2.	B3-04	27
2.17.3.	B3-04	27
2.17.4.	B3-04	27
2.18.	Verontreinigende stoffen: verspreiding, chemie	27
2.18.1.	H3-02 H3-05	27
2.18.2.	H3-01 H3-03	28
2.19.	Verontreinigende stoffen: biologische effecten	29
2.19.1.	H3-04	29
4.2.1.	Publicaties NIOZ 1979	30
4.3.1.	Interne verslagen NIOZ 1979	36

PROJECTNUMMERS VERWEZEN NAAR JAARVERSLAG

Hoofdafdeling Hydrografie

H1	Chemische Oceanografie	Blz.
H1-01	2.06.3	8
H1-02	2.06.2	8
H1-03	2.04.2	7
H1-04	2.06.5 2.06.6 2.08.3	8-9-11
H1-05	2.05.1	7
	2.06.1	8

H2 Fysische Oceanografie

H2-01	2.07	9
H2-02	2.07	9
H2-05	2.01.2	2
H2-06	2.01.1	1
H2-07	2.01.1	1

H3 Onderzoek Zeeverontreiniging

H3-01	2.18.2	28
H3-02	2.18.1	27
H3-03	2.18.2	28
H3-04	2.19.1	29
H3-05	2.18.1	27

H4 Mariene Geologie en Geochemie

H4-01	2.02.1 2.02.2 2.02.3	2-3-4
H4-02	2.06.4	8
H4-03	2.02.4	4
H4-04	2.02.5	5

Hoofdafdeling Biologie

B1 Experimenteel Systeemonderzoek

B1-01	2.03.2 2.04.1 2.12.2 2.12.5	6-16-19
B1-02	2.12.5	19
B1-03	2.03.1 2.03.2 2.04.1	5-6
B1-04	2.16.3	25
B1-05	2.12.2 2.12.3 2.12.4	16-17
B1-06	2.16.1	24

B2 Autoecologie

B2-01a	2.14.3	21
B2-01b	2.14.4	22

IV

B2-01c	2.15.2	24
B2-02a	2.13.1	20
B2-02b	2.14.3	21
B2-02c	2.14.4	22
B2-02d	2.15.2	24
B2-03	2.14.2	21
B2-04	2.16.2	25
	2.12.1	16
	2.14.1	21
	2.14.5	23
	2.15.1	23
B3	Benthische Systemen	
B3-01	2.08.1	10
B3-02	2.11.1	14
B3-03	2.11.3	15
B3-04	2.17.1 2.17.2 2.17.3 2.17.4	26-27
	2.11.2	15
B4	Pelagische Systemen	
B4-01	2.08.2 2.09.1 2.09.2 2.10.1	10-11-12-13
B4-02	2.08.2 2.09.1	10-11
B4-03	2.09.3	13

2. PROJECTONDERZOEK

2.01. CIRCULATIE EN WARMTEHUISHOUDING IN ZEE

2.01.1. Waterbeweging en menging in Noordzee en Waddenzee

Het onderzoek naar mesoschaal processen in getijgebieden kreeg dit jaar een belangrijke impuls door de toekenning van een ZWO subsidie voor een promotiemedewerker. Laatstgenoemde zal zich gaan bezighouden met theoretisch en experimenteel onderzoek betreffende de Euler-Lagrange transformatie in getijgebieden (zie 4.2.1.59). Het experimentele werk wordt verricht met zogenaamde Decca-tracer boeien, in te zetten in gebieden waar door anderen (KNMI, Rijkswaterstaat) met verankerde stroommeters wordt gemeten. De eerste tijd is besteed aan het zo goed mogelijk dimensioneren van de drijverlichamen en aan het testen van de gekozen drijvers op hun praktische bruikbaarheid in zee. De eerste proeven verliepen wat het laatste betreft zeer bevredigend. In de toekomst zullen 6 van dergelijke drijvers tegelijk worden ingezet teneinde zowel de verplaatsing van het massacentrum als de schering en de turbulente diffusie te bepalen. Op verzoek zijn door de afdeling Hellevoetsluis van Rijkswaterstaat twee korte testexperimenten in deze zin uitgevoerd, waarvan de resultaten thans in bewerking zijn en mede bij het promotieonderzoek worden betrokken. Daar verondersteld mag worden dat de turbulente diffusie van een drijverwolk ten dele wordt bewerkstelligd door quasi-tweedimensionale wervels in de getijstroom is dit jaar in de Waddenzee een experiment uitgevoerd met de bedoeling te bezien in hoeverre het bestaan van deze wervels in het turbulentiespectrum aantoonbaar is. Dit experiment, gebaseerd op het beschouwen van correlatie van turbulente snelheidsfluctuaties in de vertikaal, leverde als resultaat dat er in de getijstroom een duidelijk aanwijsbaar gebied van golfgetallen is welke tot de twee-dimensionale turbulentie moeten worden gerekend, terwijl voor hogere golfgetallen van drie-dimensionale turbulentie sprake is. De scheiding ligt bij een golflengte van 2 maal de waterdiepte. Kleinere golflengten vertonen het bekende $k^{-5/3}$ spectrum, grotere k^{-1} . Het laatste kan wijzen op een dominante invloed van de topografie op deze twee-dimensionale wervels. Theoretisch onderzoek wordt in deze richting voortgezet. De gehele problematiek van turbulente diffusie in quasi-tweedimensionale snelheidsvelden is uitvoerig bediscussieerd op twee werkbijeenkomsten van Nederlandse onderzoekers en onderzoekers van het Marine

Sciences Research Center van de State University of New York te Stony Brook, U.S.A., één op Texel en één in de laatst genoemde plaats. Dit heeft geleid tot afspraken betreffende nauwe samenwerking op het gebied van Eulerse Lagrangeaanse diffusie experimenten in zee en van hun uitwerking.

Laboratorium proeven met de laser-doppler snelheidsmeter werden dit jaar afgerond. De proeven lieten zien dat geen significante invloed van de behuizing van het apparaat op de meting behoeft te worden gevreesd. De mogelijkheid om, door het kleine meetvolume, tot ver in de dissipatie range van het spectrum te meten werd uitgebreid getest en leverde bevredigende resultaten. Door de gunstige uitslag van de laboratorium proeven kon worden gestart met het maken van de onderwater behuizing welke thans praktisch is voltooid.

2.01.2. Warmtehuishouding Waddenzee

Testmetingen met sonische anemometers en meetmasten werden dit jaar uitgebreid voortgezet op Schiermonnikoog samen met een groep onderzoekers uit Risø, Denemarken. De resultaten worden thans bewerkt en gebruikt bij het zo goed mogelijk dimensioneren van een uitvoeriger experiment dat voor de zomer van 1980 in de Mokbaai is gepland.

2.02. SEDIMENT EN SEDIMENT TRANSPORT

2.02.1. Sediment transport Noordzee

In januari werd een serie suspensiemonsters genomen in de Waterweg en langs een raai dwars over de Zuidelijke Bocht van de Noordzee. Totaal slibgehalte en deeltjesgrootte van het gesuspendeerde materiaal werden bepaald. Daarnaast werd een aantal monsters genomen voor EM-analyse. Het ging bij deze monstername vooral om de vorming van deeltjes op de overgang van zoet naar zout water, om de vorming van aggregaten, en om de aggregaten in de fractie $< 5 \mu\text{m}$.

In mei werden wederom monsters genomen in de Waterweg en de Rijn om de vorming van deeltjes en aggregaten na te gaan. Aggregaatvorming blijkt in het estuarium, voor zover aanwezig, van ondergeschikt belang zodat aggregaten (die in zee tot 80% van de niet-levende deeltjes in suspensie kunnen uitmaken) voornamelijk elders worden gevormd, vermoedelijk vooral onder invloed van bodemfauna en mogelijk ook door plankton. Op de overgang van zoet naar zout water worden deeltjes gevormd van $1 \text{ à } 2 \mu\text{m}$ met een typische radiale structuur en een hoog gehal-

te aan Ca en S. Vermoedelijk zijn zij een vorm van gips. De resultaten hiervan, en van gesuspenseerd materiaal metingen in de Zuidelijke Bocht en het oostelijke Kanaal zijn samengevat in twee artikelen, waarvan er één is gepubliceerd (4.2.1.17).

In juni werden totaal gehalte en deeltjesgrootte van gesuspenseerd materiaal gemeten in de Noorse Geul tussen Lindesness en Bergen en in de noordelijke Noordzee. De resultaten hiervan worden samen met de resultaten van vorige jaren in de Noorse Geul en het Skagerrak en met gegevens omtrent samenstelling en structuur van de bodem, samengevat met een artikel over transport en sedimentatie van gesuspenseerd materiaal in dat gebied. Voorts werd op basis van eigen gegevens en die uit de literatuur een budget van aanvoer, afvoer en sedimentatie van gesuspenseerd materiaal in de Noordzee opgesteld, dat naar voren werd gebracht tijdens het IAS (International Association of Sedimentologists) symposium dat in september werd gehouden. Daar werden ook de resultaten verkregen aan *Cardium edule* schelpen uit de zuidelijke Noordzee, omtrent zoutgehalte, groeitemperatuur en ouderdom gepresenteerd in samenhang met wat bekend is van de Holocene geschiedenis van dit deel van de Noordzee.

2.02.2. Sedimentologie noordelijke Noordzee

Het werk aan de sedimentkernen van het Fladen Grond gebied werd afgerond (4.2.1.31). De resultaten werden samen met de reeds gepubliceerde interpretatie van de echolood grafiek gebundeld tot een proefschrift (4.2.1.30), dat de jongste geschiedenis van de bodem van de noordelijke Noordzee ten noorden van 55° NB beschrijft. Een stelsel van dalen die nu zijn opgevuld met sedimenten dateert van voor de laatste ijstijd. Tijdens deze ijstijd, rond 18.000 jaar geleden, lag het grootste deel van de Noordzee droog, en er stroomde landijs uit in de noordelijke Noordzee. Verscheidene moreneafzettingen zijn in die tijd ontstaan en er werden steile dalen van 100 tot 150 meter diepte, tunneldalen genoemd, uitgeschuurd die nu nog bestaan. Van de verste ijsuitbreiding wordt een kaart gegeven. Na deze periode was de noordelijke Noordzee aanvankelijk nog erg koud en ondiep. De zeespiegel stond ca 110 meter lager en er werden zeekleien afgezet die onderin stenen en grote keien bevatten die afkomstig zijn van ijsbergen en drijfijs. Geleidelijk werd daarna de koude invloed geringer, de fossielen in de sedimenten laten zien dat de zeespiegel rees en de watertemperatuur toenam. Rond 8500 jaar geleden bedekte een dun

laagje zeezand de zeekleien. Het wateroppervlak lag toen nog omstreeks 40 meter lager dan nu, en er werden watertemperaturen bereikt die niet ver meer verwijderd lagen van de huidige. Het zeezand is tevens de jongste afzetting in de noordelijke Noordzee, tegenwoordig wordt er nagenoeg geen materiaal meer afgezet.

2.02.3. Sedimentologie Noorse Geul en Skagerrak

Dit jaar werd doorgewerkt aan de sediment monsters van het Skagerrak en de Noorse Geul, waarbij de nadruk is gelegd op het Skagerrak. Voor dit gebied werd gevonden dat de bodemsedimenten kunnen worden onderscheiden in een drietal populaties, met daarnaast een vierde bi- of polymodale populatie welke op een "till" afzetting wijst. De 3 hoofdpopulaties wijzen op transport en sedimentatie door bodemstromen aan de zuidkant van het Skagerrak, met een geleidelijke overgang naar sedimentatie en transport onder invloed van een combinatie van afnemende bodemstroom en toenemende sedimentatie uit suspensie in NE richting. Sedimentatie uit suspensie wordt vooral aangetroffen in het noordelijk deel van het Skagerrak en langs een brede strook voor de Noorse kust, en verder naar het noorden. Een geleidelijke afname van korrelgrootte in de fijne fracties lijkt te wijzen op een proces van slechts zeer graduele bezinking uit suspensie. Dit komt overeen met interpretaties van acoustische profielen welke in een eerder stadium van onderzoek werden gemaakt (1974 tot 1976). Invloed van stormgolven lijkt recent aanwezig te zijn op diepten van 100 tot 110 m.

2.02.4. Sedimentologie centrale Atlantische Oceaan (Angola Bekken)

De resultaten van de onderzoekstocht in 1976 werden samen met een gedeelte van de resultaten van de tocht van 1978 (zoutgehalte, temperatuur en voedingsstoffen in het estuarium) uitgegeven in een speciaal nummer van het Netherlands Journal of Sea Research. De bodemkernen, welke in 1978 waren genomen, werden verder geopend, beschreven, doorgelicht en microscopisch onderzocht. Een geselecteerd aantal submonsters werd genomen voor bepaling van korrelgrootte, gehalte aan Ca, Mg en organische stof, voor de moleculaire structuur van het organisch materiaal, voor mineralogische analyse en voor U/Th datering. Submonsters werden ook genomen voor de bepaling van foraminiferen en coccolieten (Geologisch Instituut R.U. Utrecht), radiolarien en diatomeeën (Geologisch Instituut Bergen, Noorwe-

gen en Deense Geologische Dienst, Kopenhagen), pollen (Koninklijk Instituut voor Midden-Afrika, Tervuren, België), sporen-metalen (Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren), stabiele zuurstof- en koolstofisotopen en ^{14}C bepalingen (Marien Geologisch Laboratorium Göteborg, Zweden), en voor paleomagnetisch onderzoek (zie 2.02.6).

Voorts werden de seismische profielen uitgewerkt en op basis van de tot nu toe verkregen gegevens werd een programma voor 1980 gemaakt. De seismische profielen van het continentale plat van de Republiek Congo en Gabon, opgenomen in samenwerking met de afdeling Geologie van de Universiteit van Brazzaville, werden eveneens uitgewerkt. Een gezamenlijke publicatie van dit werk is in voorbereiding. Het onderzoek aan de bodemkernen van dat gebied wordt in Brazzaville gedaan. De gesuspenseerd materiaal cijfers en de nephelometer gegevens (die verzameld werden door R. Spinrad en D. Menzies van Oregon State University, U.S.A.), werden samengevat. Deze resultaten zijn nu in bewerking voor een gezamenlijk artikel.

Het is de bedoeling om in maart 1980 op Texel een bijeenkomst te beleggen van allen die betrokken zijn bij het uitwerken van het in 1978 verzamelde materiaal.

2.02.5. Paleomagnetische datering

Voorbereidende monsternamen werden in 1978 en in het voorjaar van 1979 uitgevoerd in een aantal kernen van het Angola Bekken (zie 2.02.4). Dit materiaal wordt gemeten en bewerkt in samenwerking met het Paleomagnetisch Laboratorium R.U. Utrecht. Van ZWO is subsidie gekregen voor het aanstellen van een onderzoeker (van Vreumingen) en voor assistentie door een studentenassistent.

2.03. MINERALISATIE IN HET SEDIMENT, ZWAVELCYCLUS

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

Over de rol van heterotrophe microorganismen in de "energyflow" en nutrientencycli bestaat nog veel speculatie. Dit is voor een groot deel te wijten aan het ontbreken van goede methoden. Om een indruk te krijgen van de hoeveelheid organische stof, die via een respiratiesysteem gemineraliseerd wordt, is in voorgaande jaren een methode ontwikkeld om de activiteit van het elektronen transport systeem (ETS) te meten. Deze vrij simpele methode, waaraan ook vele bezwaren kleven, geeft de mogelijk-

heid vele monsters snel te kunnen onderzoeken. Dit is voor veldwerk van voordeel want zo kan men op vele plaatsen monsters verzamelen. Dit jaar werden dan ook grote aantallen monsters uit Waddenzee en Noordzee geanalyseerd. Hierbij werd onder meer de jaar- en de getijderitmiek van de ETS activiteit in de westelijke Waddenzee bestudeerd. In samenwerking met het RIN werd de mineralisatie op kwelders bestudeerd, met behulp van de ETS methode. Aan vertegenwoordigers van een vijftal instituten werd deze methode gedemonstreerd.

Over de principes van de microbiële afbraak in de wadbodem verscheen een overzicht in Natuur en Techniek (4.2.1.51).

2.03.2. Sulfide-oxydatie: ecologische en metabolische aspecten

Door aan continucultures van sulfaatreducerende bacteriën hoge concentraties toxische zware metalen toe te voegen worden metaalsulfiden gevormd welke de cultuur niet beïnvloeden. Door nu achter deze cultuur een cultuur van sulfideoxyderende bacteria te schakelen, worden de metaalsulfiden weer geoxydeerd tot sulfaten. De metalen bleken in hoge mate in de bacteriefractie aanwezig te zijn.

2.04. MINERALISATIE IN DE WATERKOLOM

2.04.1. Ecologische aspecten van heterotrophe bacteriën

In samenwerking met onderzoek omtrent de chemische bestanddelen van de Waddenzee (2.06.1) en omtrent de productie en aanvoer van organische stof in de Waddenzee (2.08.1) werden enkele dagen per kwartaal op een drietal plaatsen gedurende een gehele getij periode monsters genomen. Deze werden op hun ETS activiteit en heterotrophe activiteit geanalyseerd. De gegevens zijn in bewerking.

Samen met Dr W.A. Godlewska-Lipowa (Polen) werd de heterotrophe activiteit van gesuspenderd materiaal dat op filters met verschillende poriëngrootte was verzameld, bestudeerd.

Monsters van de NECTAR-78 expeditie (2.09.3) werden onderzocht op hun lipopolysaccharidegehalte en bacterieaantallen. De met behulp van immunologische technieken uitgevoerde L.P.S.-methode verkeert evenwel nog in een te experimenteel stadium om er conclusies uit te trekken. De met fluorescentiemicroscopie verkregen bacterieaantallen vertonen nauwelijks relatie met de resultaten van ETS en ATP bepalingen. Mogelijk is dat

de ouderdom van de monsters hierbij een rol heeft gespeeld. ETS en ATP waarden gemeten in de vertikaal volgen elkaar re- delijk, maar de in de tijd optredende fluctuaties kunnen niet uit een dag-nacht ritme verklaard worden. Door een verbetering van de ETS methode werden tijdens deze tweede expeditie veel hogere waarden gevonden dan tijdens de eerste reis.

In aansluiting op eerder (jaarverslag 1978) onder 2.04.2 beschreven onderzoek werd een aantal ophopingen in de chemo- staat ingezet van zowel autotrophe denitrificerende zwavel- bacteriën als van heterotrophe denitrificeerders, waarbij de invloed van verschillende componenten van het medium op de populatiesamenstelling werd bestudeerd.

2.04.2. Redox-reacties van anorganische stikstof- verbindingen

In verband met afwezigheid (oceaantocht) nog geen verslag ont- vangen.

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. Bij de uitwerking van poriënwatergegevens die in voorgaande jaren werden verzameld, bleek dat de variantie tus- sen de ammoniakgehalten in het poriënwater van monsters die buiten de kustzone zijn genomen, niet significant afneemt wan- neer de afstand tussen de monsterpunten wordt gereduceerd van tientallen kilometers tot ± 10 meter (één ankerpositie).

De hoeveelheid voedingsstoffen die in de bovenste decime- ters van de zeebodem aanwezig is, is nu tamelijk goed bekend. Over de uitwisselingssnelheid tussen deze laag en het boven- staande zeewater bestaat nog vrij grote onzekerheid, zodat een voortzetting van dit project zich voornamelijk hierop zal moe- ten richten. Op grond van theoretische overwegingen kon aanne- melijk worden gemaakt, dat in de zuidelijke Noordzee de perco- latie van de zeebodem als gevolg van golfbeweging een onder- geschikte rol speelt in deze uitwisseling. De invloed van ge- tijstroom is waarschijnlijk van groter belang.

Het tot nu toe verrichte onderzoek wordt voorbereid ter publicatie.

2.06. VERSPREIDING VOEDINGSZOUTEN IN ZEE

2.06.1. Chemische bestanddelen in de Waddenzee

Dit jaar werd in samenwerking met 2.04.1 en 2.08.1 een onderzoek uitgevoerd naar de afhankelijkheid van seizoen en getij van nutriënten en zuurstof concentraties en naar de afhankelijkheid van de fysisch (chemische) factoren. Het hierbij horende onderzoek naar productie, mineralisatie en koolstof concentraties kwam goeddeels voor rekening van de biologische partners.

De meetgegevens van het met Rijkswaterstaat, Studiedienst Hoorn in 1977 verrichte onderzoek naar de water-, voedingsstoffen-, koolstof- en zuurstofhuishouding van het Balgzand, werden via onze terminal op het ACCU verwerkt tot uurlijkse cumulatieve budgetten, zowel in getal als in grafische vorm.

2.06.2. Stikstofverbindingen in de Waddenzee

In verband met afwezigheid (oceaantocht) nog geen verslag ontvangen.

2.06.3. Voedingszouten in de zuidelijke Noordzee

Er werd dit jaar geen veldwerk in de Noordzee uitgevoerd.

2.06.4. Kiezelzuurcyclus in zee

Het materiaal verzameld tijdens de onderzoekstocht naar Zaïre en het Angola Bekken in 1978 werd verder uitgewerkt en verwerkt in een voordracht van de ICOR-RIOS Workshop in Rome, welke nadien tot een publicatie werd uitgewerkt. Voorts werd veel aandacht gegeven aan de voorbereiding van de onderzoekstocht naar de Golf van Guinee die begin oktober is begonnen en zal doorgaan tot begin december.

2.06.5. Voedingszouten en primaire productie in de Golf van Guinee onder invloed van Zaïre en Niger

In verband met afwezigheid (oceaantocht) nog geen verslag ontvangen. Het verslag over 1976 is vastgelegd in een intern verslag (4.3.1.1).

2.06.6. Voedingszouten- en zuurstofverdeling, ge- laagdheid, primaire productie en biomassa's in de Noord Equatoriale Stroom (NECTAR)

De ontwikkelde, verbeterde zuurstof (Winkler) analyse methode werd als zeer betrouwbaar en reproduceerbaar ervaren bij toepassing (tijdens NECTAR 78, vergelijk 2.09.3) aan boord van HMs Tydeman (standaardfout met viervoudige monsters 0.06%) en diende als analytisch-chemisch hulpmiddel bij de succesvolle meting van dag-nacht verschillen in de gemengde laag. Deze resultaten leidden tot een primaire productie schatting op stations 3 tot en met 7 van 500 tot 1100 mg C·m⁻²·d⁻¹, dat wil zeggen circa viermaal hoger dan literatuurwaarden, gebaseerd op de klassieke uitvoering van de ¹⁴C methode (4.2.1.44). Verdere bewerking van de ook in andere opzichten interessante zuurstof profielen is gaande. De zuurstof analyse methode is in tal van kleinere uitvoeringsfacetten nog niet optimaal, onderzoek naar verbeteringen en calibraties zullen nog veel tijd kosten. De fototitrator wordt thans ook intensief door verschillende andere werkgroepen gebruikt.

De koolstofgehalten van de NECTAR planktontorpedo vangsten bedragen omstreeks 25 mg·m⁻³ op station 2 en 5 tot 3 mg·m⁻³ op de stations 3 tot en met 7 in de bovenste 300 m.

Voor een overzichtsartikel behelzende de opzet en hydrografie van NECTAR 77 en 78 werd een hoofdstuk hydrografie geschreven (4.2.1.1).

2.07. MARIENE OPTICA

De metingen van de scalaire foton irradiantie in de Noord Equatoriale Stroom (NECTAR 77, 78) hebben aangetoond dat er een sterk verband bestaat tussen de irradiantie profielen en de diepte van de maximale chlorofylconcentratie. Bovendien is er uit de metingen van de spectrale irradiantie gebleken, dat niet alleen de kwantiteit maar ook de kwaliteit van de photosynthetische pigmenten (algen cellen) veranderingen met de diepte ondergaan. Een verband werd gezocht tussen de gemeten optische absorptie coefficient *in situ* en de concentratie van chlorofyl a. Aan de hand van meetresultaten werden de volgende aanpassingen van het irradiantie meetsysteem nuttig gevonden: (a) Gezien het feit dat de maximale pigmentconcentratie lag bij zeer lage (+ 2%) irradiantie niveaus (typische tropische structuur van de euphotische zone), werd de gevoeligheid van de detectoren vergroot. (b) Om de correcte absorptiespectra op verschillende diepten snel te kunnen registreren werd de nauwkeurigheid van de spectrale irradiantiemeter verbeterd en een

automatisch dataverwerkings- en besturingssysteem toegepast.

Beide irradiantie meetsystemen werden gebruikt tijdens de oceaantocht in de Golf van Guinee. Het verband tussen de irradiantiespectra en de concentratie en samenstelling van de gesuspendeerde materie is verder onderzocht.

In het kader van het onderzoek naar de "optica van de Nederlandse kustwateren" vonden vier vaartochten plaats in de westelijke Noordzee. Gezocht werd naar de relatie tussen de irradiantie en de verticale en horizontale verdeling van de gesuspendeerde deeltjes tijdens een getijperiode. Uit de verichte totale irradiantiemetingen bleek, dat, in tegenstelling tot de open oceaan, het slikgehalte de beslissende factor is voor de totale lichtverdeling onder water, ook tijdens de fytoplankton-bloeiperioden.

Om de verdeling van de verschillende verzwakkers (slik, algen, yellow substance) in het water nader te kunnen specificeren, is verder onderzoek gewenst, vooral met betrekking tot de spectrale metingen.

2.08. FYTOPLANKTON EN PRIMAIRE PRODUCTIE

2.08.1. Productie en aanvoer organische stof in de Waddenzee

In verband met afwezigheid (oceaantocht) nog geen verslag ontvangen.

2.08.2. Primaire productie in de zuidelijke Noordzee

De spectrofotometrische en fluorimetrische methodes waarmee chlorophyll-concentraties gewoonlijk worden bepaald werden vergeleken met meetmethodes waarbij de algenpigmenten eerst chromatografisch van elkaar werden gescheiden (zie ook 3.2). Dunnelaag- en hogedrukvlloeistofchromatografie zijn weliswaar tijdrovender methodes voor het bepalen van chlorophyll a en phaeopigmenten dan de gangbare, maar ze leveren resultaten op die vele malen betrouwbaarder en informatiever zijn dan resultaten gebaseerd op de "oude" methodes. De concentraties van phaeophytine en phaeophorbide (meestal "de phaeopigmenten" genoemd) en van andere chlorophyll-afbraakproducten kunnen eigenlijk alleen goed bepaald worden na chromatografische scheiding. Daarmee wordt een zinvolle correlatie tussen deze derivaten en afbraakprocessen in zee (bijvoorbeeld begrazing van phytoplankton door zooplankton) mogelijk.

Tijdens vaartochten op de Noordzee werden experimenten

gedaan om de waarde te bepalen van metingen aan primaire productie met de ^{14}C methode, dit gezien de aanwijzingen dat deze productie onderschat wordt met de gangbare ^{14}C -methodiek (zie 2.08.3).

2.08.3. Primaire productie in de oceaan

Schattingen van de primaire productie in de oligotrofe tropische Atlantische Oceaan (NECTAR-programma; vergelijk 2.09.3) met de ^{14}C methode bleken sterk af te hangen van de manier waarop watermonsters geïncubeerd werden. De primaire productie in dit soort wateren bleek vele malen hoger dan tot nu toe werd aangenomen. Hierover verschenen 3 publicaties (zie 4.2.1.27, 44 en 4.2.1.47 in het jaarverslag 1978).

Tijdens een vaartocht naar de Golf van Guinee werd, als aanvulling op het NECTAR-programma, de verticale verdeling van phytoplankton vastgesteld op monsterstations waar verschillende hydrografische regimes heersten. Celtellingen met de fluorescentie-microscoop kwamen redelijk overeen met chlorophyll profielen.

2.09. ZOOPLANKTON EN SECUNDAIRE PRODUCTIE

2.09.1. Populatiedynamica en productie zooplankton in Waddenzee en Noordzee

Het onderzoek naar de betekenis van dierlijk plankton voor het voedselweb en de productiviteit van niet-gestratificeerde of semi-permanent gestratificeerde zeeën werd voortgezet met het uitwerken van reeds verzamelde gegevens en met een uitgebreid zomerprogramma in de zuidelijke Noordzee.

Met de in voorgaande jaren opgebouwde "datafiles" werd een overzicht gemaakt van de biomassadistributie en -seizoensfluctuaties voor de categorieën copepoden, polychaete larven, overige herbivoren-detrivoren en carnivoren in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee en de westelijke Waddenzee. Ook konden productieschattingen worden afgeleid uit de voorjaars- en zomerwaarnemingen. De geschatte jaarproductie van herbivoren van $50 \text{ g C}\cdot\text{m}^{-2}$ langs de Noordzeekust, $32 \text{ g C}\cdot\text{m}^{-2}$ verder uit de kust en gemiddeld $15 \text{ g C}\cdot\text{m}^{-2}$ in de Waddenzee doen vermoeden, dat van elders aangevoerde organische stof een belangrijke voedselbron is, of dat de primaire productie tot dusverre is onderschat. De uitkomsten voor de Waddenzee betreffende de periode 1972 tot en met 1975 werden gebruikt voor bijdragen over zooplankton in het eindrapport van de Waddenzee Werkgroep.

In maart werd in het Marsdiep de beginfase van de copepodeontwikkeling onderzocht. Er werd geen aanwijzing gevonden voor een massaal uitkomen van in de bodem overwinterende eieren. In juni-juli werden op 12 stations in het Nederlandse kustgebied van de Noordzee 6 zooplanktonmonsters genomen met netten met maaswijdten van 300 en 50 μm en tussenpozen van een week. Ook werd op 4 tochten het macrozooplankton bemons- terd met het Isaacs-Kiddnet. Alle monsters werden geanalyseerd. Aan dit programma werd deelgenomen door doctoraalstudenten (7.1), die de predatoren voor hun rekening namen, en een gast- medewerker uit Indonesië (3.1). Ook nu werd het bekende dis- tributiepatroon gevonden: een grote concentratie van herbi- voren (copepoden) nabij de kust, in het bijzonder nabij de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden. De aan het einde van de periode waargenomen afname van de herbivoren ging samen met een toename van vislarven, voornamelijk sprot en sardien en plaatselijk grondel. Plaatselijk werden interessante succes- siereeksen waargenomen bij de pelagische predatoren. Het bleek mogelijk de zuurstofafname bij incubatie van levend zooplank- ton in grote flessen in het donker te meten. Er zal worden na- gegaan, of hieruit de respiratie kan worden geschat.

In 1980 zal de planktonontwikkeling in een wolk van schol- larven worden onderzocht. Daarna zal het onderzoek zich meer gaan richten op de semi-permanent gestratificeerde centrale en noordelijke Noordzee en zal de Zuidelijke Bocht voorname- lijk onderwerp zijn voor modellering en theorievorming.

2.09.2. Analyse van het pelagische systeem van de zuidelijke Noordzee

Voor het simulatiemodel SEASIM werd een subroutine ontwikkeld, die het mogelijk maakt leeftijdklassen en ontwikkelings- stadia te onderscheiden voor de diergroepen en verschijnselen als predatie binnen de groepen (bijvoorbeeld kannibalisme) adequaat te beschrijven. Bij de toegepaste Monod-functies voor limitering van groei bij uitputting van nutriënten wordt het model instabiel bij tijdstappen van een dag, omdat de produc- tie van nutriënten (recycling) zeer snel verloopt. Het model produceert dan gigantische hoeveelheden fytoplankton (vooral flagellaten), bacteriën en dode organische stof bij het uit- gangspunt van onbeperkte CO_2 . Hieruit blijkt het grote belang van limitering, want er is een zeer groot potentiëel produc- tievermogen. Een realistische oplossing is het toepassen van zeer kleine tijdstapjes. Dit kost echter veel rekentijd en is grotendeels overbodig. Een oplossing werd gevonden door aan te

nemen, dat gedurende een tijdstap de groei niet geheel wordt stopgezet bij limitering. Dan wordt nog nutrient geconsumeerd, waardoor de concentratie hiervan niet meteen weer omhoog schiet. Ook blijkt het noodzakelijk aan te nemen, dat de mortaliteit aanzienlijk toeneemt bij limitering. Door respiratie en predatie alleen nemen de algen en bacteriën niet snel genoeg af.

Met de huidige versie van het model blijkt het moeilijk de primaire producenten en de dode organische stof binnen redelijke grenzen te houden en de dieren, die voornamelijk door predator-prooi-relaties worden gereguleerd, te handhaven. Dat wil zeggen, dat wij zelfs globaal nog onvolledig begrijpen, hoe het systeem zich handhaaft.

2.09.3. Zooplanktononderzoek in de gestratificeerde oceaan

Om meer inzicht te krijgen in de samenstelling en verticale verdeling van zooplankton van kust tot open zee in de sub-equatoriale Atlantische Oceaan werd in oktober en november deelgenomen aan het programma in de Golf van Guinee (2.06.5).

Van de in 1978 verzamelde planktonmonsters uit het NEC-TAR-gebied werd ongeveer de helft van het mesozooplankton geanalyseerd. Hierin domineren de grotere copepodesoorten uit de families Calanidae (onder andere *Calanus gracilis* en *Undinula vulgaris*) en Metriidae (onder andere *Pleuromamma abdominalis* en *P. xiphioides*). De kleinere soorten vindt men overwegend in de nog niet geanalyseerde fractie. De copepoden concentreren zich in de bovenste 150 m met een maximum dichtheid rond een diepte van 50 m.

2.10. ZOOPLANKTON, INTERACTIES EN GEDRAG

2.10.1. Experimenteel onderzoek aan zooplankton

Dit project heeft tot doel de populatiedynamica en bioenergetica van belangrijke copepodesoorten uit de Noordzee in het laboratorium te onderzoeken om de complexe gegevens uit het onderzoek op zee (2.09.1) te kunnen interpreteren.

Uitgangspunt voor het onderzoek was naar gunstige kweekomstandigheden te zoeken waaronder copepoden van generatie op generatie voort kunnen leven, wat is gelukt. Gebruik werd gemaakt van 2 algensoorten in continue cultures die automatisch gevoerd werden aan cultures van 100 l, waarin de copepoden tezamen met diverse heterotrofe flagellaten en ciliaten uit-

stekend gedijden. Eerst werd *Acartia clausi* gedurende 10 generaties gekweekt, totdat voedselgebrek door overbevolking tot uitsterven van de populatie leidde. Na deze ervaring werden, als te veel broed werd geproduceerd, de concentraties van de larven verdund tot ongeveer 20 à 40 larven per l. Met deze maatregel was het mogelijk *Temora longicornis* en *Centropages hamatus* tot op heden (momenteel respectievelijk 17 en 16 generaties) continu voort te kweken. Een beschrijving van de kweektechniek is in manuscript gereed en ter publicatie aangeboden.

Nu wordt het onderzoek gericht op optimale kweekomstandigheden. Getracht wordt het kweekvolume van 100 l te verminderen tot 25 l of lager. Verder wordt door kwalitatief en kwantitatief voedselonderzoek de voedselbehoefte aan bepaalde algensoorten voor de diverse ontwikkelingsstadia van de copepoden bepaald. Met deze kennis zal het in een latere fase mogelijk moeten zijn om een groot aantal parallelle kweken op te zetten om de effecten van diverse milieufactoren te analyseren. Door standaardisering van de kweektechniek wordt gehoopt in de toekomst voortdurend de beschikking te hebben over dierlijk proefmateriaal met constante fysiologische reacties, wat essentieel is voor het verrichten van studies naar het metabolisme van het zooplankton.

2.11. BENTHOS, VERSPREIDING EN SECUNDAIRE PRODUCTIE

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

Ruim 10 jaar onderzoek in de Waddenzee aan bodembewonende secundaire producenten heeft voor de belangrijkste soorten voorlopige schattingen opgeleverd van hun gemiddelde dichtheid, groeisnelheid en productiviteit, alsmede van de variatie in ruimte en tijd van deze grootheden.

Er werden grote verschillen gevonden van plaats tot plaats en van jaar op jaar. Verschillen in productie bleken vooral toe te schrijven aan het zeer variabele succes van de voortplanting bij verscheidene belangrijke soorten en in mindere mate ook aan verschillen in groeisnelheid. Publicaties zijn inmiddels verschenen over variaties in waarden voor biomassa (naar seizoen, jaar en plaats) en soortenrijkdom (naar jaar en plaats), het verband van deze waarden met het optreden van zachte en strenge winters, de samenstelling van het sediment en de hoogte in de getijzone. Verder is een eerste begin ge-

maakt met publicaties over dynamica, groei en productie van afzonderlijke soorten.

Dit jaar is bijzondere aandacht geschonken aan de gevolgen van de relatief strenge winter voor de bodemfauna op de droogvallende platen van het Balgzand en in een sublitoraal gebied ten noorden van Terschelling. Hoewel de winter niet uitzonderlijk streng was (een dergelijke winter mag ongeveer eens per 10 jaar verwacht worden), bleek toch de soortenrijkdom in genoemde gebieden sterk achteruit te zijn gegaan door het zeldzamer worden of geheel uitsterven van een tiental soorten grotere bodemdieren. De totale biomassa op het Balgzand daalde niet meer dan ongeveer een kwart onder het gemiddelde niveau, doordat bij de gevoelige soorten slechts één een hoge bijdrage pleegt te leveren aan de biomassa (namelijk de kokkel, *Cerastoderma edule*). Gevoelige soorten bleken vooral te leven in het onderste deel van de getijdenzone, waar de achteruitgang van biomassa en soortenrijkdom dan ook het grootst was. Hiermee in overeenstemming is, dat de sterkste verliezen optraden in het sublitorale gebied.

Op de te koude winter volgde een middelmatige zomer, waarin een aantal soorten belangrijke bodemdieren een buitengewoon groot voortplantingssucces vertoonde. Naar de oorzaken van deze grote broedval en het suggestieve verband met het karakter van de voorafgaande winter (gelijkend op wat er na de zeer strenge winters van 1947 en 1963 gebeurde) zal nader onderzoek moeten worden gedaan.

2.11.2. Meiofauna

De bemonstering van meiofauna op één plaats op het Balgzand, werd in 1979 voortgezet. Er werd een seizoensfluctuatie aangetoond in de aantallen nematoden. Deze aantallen zijn in het voorjaar twee maal zo hoog als in het najaar. De wintersituatie kon vanwege de slechte weersomstandigheden niet worden bekeken. Om dit manco aan te vullen zal de bemonstering voortduren tot april 1980. Tevens kan dan een aansluiting gezocht worden bij onderzoek naar benthische gemeenschappen *in situ* (2.12.3), dat tegelijkertijd op dezelfde plaats op het Balgzand gedaan wordt.

2.11.3. De voedselopname en groeisnelheid van *Macoma balthica* in de Waddenzee

Om een beter inzicht te krijgen in de relatie tussen primaire en secundaire productie is het nodig te weten welk voedsel se-

cundaire producenten opnemen en om welke hoeveelheden het hierbij gaat. Als proefdier is het tweekleppige schelpdier *Macoma balthica*, het nonnetje gekozen. De hoeveelheden algen in de magen van nonnetjes op het Balgzand zijn gemeten op vele data gedurende hele getijcycli. De aard van de maaginhoud is vergeleken met de samenstelling van de algenflora in het water en op de bodem. Ook verteringssnelheden zijn gemeten, zodat uit de veranderingen in de maaginhoud het tempo van de voedselopname in verschillende delen van de getijcyclus is te berekenen.

Macoma's bleken hun voedsel voornamelijk op te nemen als er water op het wad staat. In deze periode bleek de kwalitatieve samenstelling van de maaginhoud overeen te komen met die van het water. Tijdens laag water, als het wad is drooggevalen, ligt het eettempo laag en dan wordt er uiteraard bodemmateriaal opgenomen. Naar hoeveelheid bleek de inhoud van de maag toe te nemen met de voedselconcentratie in het water bij hoog water en niet met de algendichtheid op de bodem. Snelle voedselopname kwam alleen voor in de maanden april en mei, als de groeisnelheid ook groot is. C

Voor het verdere onderzoek is nu gekozen voor een meer experimentele aanpak. In een eerste laboratoriumproef werden *Macoma*'s uitgezet in verschillende dichtheden en kregen ze verschillende soorten voedsel (fytoplankton, macro-algen, detritus, bacteriën). Een grote dichtheid had een negatieve invloed op de groeisnelheid. Macro-algen bleken in verteerde vorm (met een rijke bacteriënflora erop) goed voedsel. In deze eerste proef was nog weinig voedsel zwevend in het water aanwezig. Niettemin besteedden de *Macoma*'s een groot deel van hun tijd aan het filtreren van water, ten koste van voedselopname van de bodem.

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

2.12.1. Voedingsmechanismen van Lamellibranchiaten

Aan dit onderwerp werd in 1979 onder dit nummer niet gewerkt, maar zie 2.11.3.

2.12.2. Energieverbruik door waddieren

Aan dit onderwerp werd in 1979 niet gewerkt.

2.12.3. Meting zuurstofverbruik door benthische gemeenschappen *in situ*

Direct na het invallen van de dooi werd begonnen met een gedetailleerde studie van dynamiek en activiteit van een stukje wadbodem op het Balgzand. Hiertoe werd een vast "triangel" met een zijde van 60 m uitgezet op een wad nabij het Sluisje. Door maandelijkse ('s zomers 2 x per maand) monsternamen en simultane metingen van primaire productie, meio- en macrofauna, toeneming en afnemning van aantallen juveniele dieren, totale benthische respiratie, ETS activiteit en aard en kwaliteit van het organische voedsel in het sediment wordt getracht een beeld te krijgen van de jaarlijkse dynamiek van een bij eb droogvallend wad. Toevalligerwijs werd de vaste monsterplek gekozen in een gebied waar zich gedurende de zomer een veld van thallemuze en draadvormige groenwieren ontwikkelde. Vooral het uitzoeken van grote hoeveelheden mosselbroed, wadslakjes, slijkgarnalen enz., die zich in het wier ophielden was zeer tijdrovend. Intacte wadkerntjes werden zo ongestoord mogelijk naar het laboratorium gebracht, waar zowel bepaling van zuurstofverbruik als zuurstofproductie onder gesimuleerde lichtomstandigheden plaats vond. Dit onderzoek wordt tot medio 1980 voortgezet.

Ook in beide wadbakken (2.12.4) werd bij gelegenheid *in situ* benthische respiratie en zuurstofproductie gemeten. Dergelijke metingen en bepaling van nutriënten concentraties werden eveneens uitgevoerd in kleinere microsystemen. Deze bestonden uit perspex-vaten gevuld met sediment dat overgroeid is met een laag benthische diatomeën. Sommige vaten werden bewoond door enkele wadpieren, andere waren voorzien van kunstmatige pieren en weer andere afgedekt met kunstmatige facaeshoopjes. De bedoeling is het effect na te gaan op de productiviteit en de nutriënten uitwisseling aan het grensvlak bodemwater.

2.12.4. Wadoecosysteembakken

Onder dit hoofd loopt een samenwerkingsproject, waarin medewerkers uit de werkgroepen Chemische Oceanografie, Benthische systemen, Autoecologie en Experimenteel oecosysteemonderzoek participeren.

Het betreft een onderzoek onder gecontroleerde omstandigheden in twee grote betonnen bakken met een wadbodem en een kunstmatig getijdenregime, waarin het lot van een levensgemeenschap en de daarmee samenhangende processen over lange ter-

mijn worden gevolgd.

Na bij herhaling het gehalte aan nutriënten te hebben beperkt, ontwikkelde zich in de noordbak een algenmat waarin naast *Enteromorpha* voornamelijk *Spirulina* en een coccoïde blauwgroenalg voorkomt. Deze mat verspreidde zich over het hele oppervlak. In deze situatie werd besloten tot introductie van *Arenicola*. In de 8 gelijke vlakken waarin de noordbak is verdeeld, werden in duplo 0, 25, 50 en 100 pieren uitgezet. De pieren groeven zich vlot in en vertoonden in de maanden juli en augustus een actief fourageergedrag. De sedimentomwerking was echter gering en er vond geen toename van nutriënten in het water plaats. Wel werden de algenmatten op de bodem dikker wat er op wijst dat de vrijkomende nutriënten direct door het fyto-benthos werden opgenomen. Bovendien veranderde de samenstelling van de algenmat door het opkomen van filamenteuze blauwgroenalgen zoals *Nostoc*, *Spirulina*, *Oscillatoria* (*phormidium*) en coccoïde algen (*Gloeocapsa*) en flagellate algen. Naast protozoa worden ook nematoden in deze matten aangetroffen. De invloed van *Arenicola* op de begroeiing van de vakken is evident. In de dichtst bezette vakken verdween *Enteromorpha*. In september en oktober bleek de vreetactiviteit van *Arenicola* sterk af te nemen. Enerzijds kan dit zijn oorzaak vinden in de biologische cyclus van de wadpier, die gedurende de voortplanting weinig voedsel opneemt, maar eerder dient het toegeschreven te worden aan het feit dat het rijkelijk aanwezige voedsel zich niet op de juiste plaats bevond en mogelijk ook niet in de juiste vorm aanwezig was. De sterke vermagering van de nog aanwezige pieren wees in deze richting. Aangenomen moest worden dat er toen in dit systeem één of meerdere schakels ontbraken. Besloten werd op korte termijn *Littorina* in te brengen om op deze wijze de algenmatten af te breken en het plantaardige materiaal fijn te maken.

Ondertussen deden zich verdere verschuivingen in de structuur van de algenmat voor. Opvallend was vooral het rijkelijk voorkomen van heterocysten (1 per 5 cellen) bij *Nostoc*. Deze zijn in staat luchtstikstof te binden. In oktober werd een nieuw draadvormig groenwier opgemerkt, dat zich in de meeste vakken sterk uitbreidde en dat waarschijnlijk kan profiteren van de door de blauwalgenmatten gevormde stikstofverbindingen.

Zoals onder 2.12.3 is vermeld, wordt de invloed van echte en artificiele pieren op de nutriëntenuitwisseling van sedimenten bestudeerd in kleinere systemen. Uitgangspunt hierbij is het gebruik van slib van een natuurlijk wad (mei 1979) dat rijk aan diatomeeën is. Een van de resultaten daarbij is dat nutriënten worden gebruikt door de algenmat die op het sediment

oppervlak leeft. Dit verschijnsel werd ook in de noordbak waargenomen, maar kan nu iets gemakkelijker worden gedocumenteerd.

In de zuidbak wordt onderzoek verricht naar de omzetting van lichtenergie in primair en secundair geproduceerd organisch materiaal. Tot dit onderzoek werd besloten nadat met pyrolyse-massaspectrometrie van het organisch materiaal was vastgesteld dat het oude sedimentmateriaal geen rol meer speelt in dit systeem.

2.12.5. Bio-geochemisch onderzoek in experimentele wadoecosysteembakken

Voedingstrechters uit de *Arenicola* habitat van wadbak zuid werden onderzocht met behulp van pyrolysemassaspectrometrie. Door vergelijking van de pyrogrammen van essentiële componenten uit het systeem en de resultaten van decompositieproeven met sediment uit deze wadbak kan worden geconcludeerd dat de turn-oversnelheid van het sediment correleert met de samenstelling van het organische materiaal. Langzame turn-over werd gevonden wanneer de worm voedingsrijk organisch materiaal eet.

Gevormd plantaardig materiaal wordt getransformeerd in een zwart anaeroob slib, dat zich concentreert in een 4 cm dikke laag vlak onder het bodemoppervlak. Jonge wadpiertjes groeien bij opname van dit zwarte slib, echter niet bij opname van het dieper liggende sediment. De voedingswaarde van de sedimenten kan worden afgelezen uit de pyrolysemassaspectra. Numerieke analyses van de pyrogrammen maakt het mogelijk verschillen tussen de sedimenttypen kwantitatief te beschrijven. Multi-variantie- en factoranalyse werd uitgevoerd op de sediment monsters waarin bioperturbatie door macrofauna was uitgesloten. Factoranalyse geeft meer mogelijkheden bij de beschrijving van variaties in organische materiaalsamenstelling omdat de factorspectra leiden tot opsplitsing van het pyrogram in kleinere eenheden die het gedrag van het organische materiaal kunnen beschrijven.

Voorts werd een onderzoek begonnen naar invloeden van de anorganische omgeving op het pyrolyseproces zelf. Naast de pyrolyse van humusfracties uit wadsedimenten wordt daarbij ook gekeken naar verschillende gezuiverde biopolymere en sediment suspensies. Bestudeerd worden onder andere zuur en base gecataliseerde pyrolyse en de invloed van zeezout op het pyrolyseproces.

Het hydrolyse onderzoek van organisch materiaal werd toegespitst op uronzuren en animosuikers. Met behulp van tweedi-

mensionale dunnelaagchromatografie blijkt het mogelijk een mengsel van neutrale suikers, suikerzuren, aminozuren en aminosuikers te scheiden en te kwalificeren. Verder onderzoek richt zich op scheiding door middel van ionenwisselingschromatografie, derivatisering en gaschromatografische analyse.

2.13. PRODUCTIE EN VERSPREIDING PREDATOREN: MACROBENTHOS

2.13.1. Rol van carnivoren (tertiaire producenten) in het benthische systeem van de zuidelijke Noordzee

In het afgelopen jaar heeft het onderzoek zich toegespitst op een vergelijking tussen een zandig en een slibrijk gebied (respectievelijk op 53°00' N 3°55' E en 53°45' N 4°20' E). Hier werden in winter, voorjaar, zomer en herfst 24-uur series uitgevoerd waarbij om de 2 uur werd gevist met de volgende doelstellingen:

(a) Het vaststellen van dag-nacht fluctuaties in de vangbaarheid van diverse soorten ter vergelijking van een correctie op de dagvangsten zoals die tot nu toe werden uitgevoerd.

(b) Het verzamelen van gegevens over de voedselopname van veel voorkomende carnivoren zoals schar, dwergtong, kleine pieterman, pitvis, grauwe poon, wijting en vierdradige meun en de crustaceeën zwemkrab en heremietkreeft. De maaginhouden werd zowel kwalitatief als kwantitatief in de loop van 24 uur onderzocht.

(c) Pogingen om te komen tot een berekening van de voedselopname per 24 uur van voornoemde soorten. Met uitzondering van de schar is bij geen enkele soort een duidelijke dagperiodiciteit gevonden. Een schatting van de dagelijkse consumptie zal daarom voornamelijk gebaseerd moeten worden op experimenteel onderzoek naar verteringssnelheden, bij voorkeur uitgevoerd met het natuurlijke voedsel van de verschillende soorten.

Over de voedselkeuze valt het volgende te vermelden dat de vissen een rijk gevarieerde voedselkeuze vertonen (wormen, crustaceeën, enchinodermen, vissen en in mindere mate mollusken) waarbij de volgende voorkeuren opvallen: de schar eet in het slibgebied massaal *Amphiura filiformis*, maar eet in het zandige gebied vooral *Ophiura albida*, de wijting eet gelijke hoeveelheden vis en crustaceeën, de vierdradige meun eet vooral crustaceeën en de kleine pieterman voornamelijk vis. In de magen van zwemkrabben en heremietkreeften worden in het slibrijke gebied overwegend *Amphiura filiformis* en *Pectinaria spec.* gevonden en in het zandige gebied overwegend *Enchinocardium*

cordatum en garnaal. In de magen van zwemkrabben worden bovendien af en toe restanten van jonge scharren gevonden.

Van de meest voorkomende predatoren is de relatie tussen lengte en gewicht vastgesteld zodat uit alle lengtemetingen in biomassa kunnen worden omgezet.

In samenwerking met de afdeling "Benthische systemen" werd in dezelfde gebieden een onderzoek uitgevoerd naar het verloop van de biomassa van de infauna (secundaire producenten). Aangezien het vermoeden is gerezen dat de totale biomassa van de infauna binnen het slibrijke gebied in noordelijke richting afneemt, is het bemonsteringsprogramma van de infauna in die richting uitgebreid.

Ook is een aantal bodemhappen verspreid over het totale onderzoeksgebied gemaakt met het doel voor bepaalde soorten een betere berekening te verkrijgen van de vangst efficiency van het steeds gebruikte trawl-net alsmede om de structuur van het gebied wat nauwkeuriger te kunnen beschrijven.

2.14. PRODUCTIE EN VERSPREIDING PREDATOREN: VISSSEN (EN GRANAAL)

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 1979 voortgezet.

Bijzondere vangsten van vissers, die aan de Helderse visafslag marktten, 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

Dit project, waaraan in 1978 en 1979 niet is gewerkt, zal in het volgende jaar in gewijzigde vorm weer worden opgevat onder de naam "Tertiaire producenten in het pelagische systeem".

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

Als aanvulling op de in voorafgaande jaren (vanaf 1973) verzamelde gegevens is ook in 1979 een bemonsteringsprogramma op het Balgzand uitgevoerd. Dit programma was in 1978 en 1979 voornamelijk gericht op aantalsvariatie en verspreiding in de garnaal (*Crangon crangon*), waarbij ook het materiaal van de juveniele schol uit de monsters werd verzameld. Dit heeft

wederom een betrouwbaar beeld opgeleverd van het aantalsverloop en de groei van de O-groep schol in dit gebied.

Al deze Balgzandgegevens tezamen vormen een serie waarnemingen, waaruit het verband tussen aanvangsdichtheid en mortaliteit zichtbaar begint te worden. Een publicatie hierover is in voorbereiding.

Een subsidie van ZWO via BION (werkgemeenschap populatiedynamica) maakt het mogelijk om het komende jaar gedetailleerder in te gaan op de oorzaken van deze vermoedelijk dichtheidsafhankelijke sterfte onder de jonge schollen. In eerste instantie zal hierbij centraal staan de rol van de garnaal en de krab als mogelijke predatoren, aangezien deze twee soorten in 1976 en 1977 O-groep schollen bleken te consumeren.

2.14.4. Migratie en voedselopname door predatoren op wadplaten

Het aan dit onderzoek ten grondslag liggende Balgzand hoogwater-bemonsterings programma werd in 1979 wederom (dat wil zeggen voor het zesde jaar in vrijwel ongewijzigde vorm) voortgezet. Tijdens dit programma, waarbij vanaf februari tot juli in principe tweewekelijks en daarna maandelijks op 40 vaste plaatsen op het Balgzand met rubberboten en 2 m boomkorren wordt gemonsterd, bleek dat de vrij uitzonderlijke winter van 1978-1979 weinig invloed op de carnivorenpopulaties heeft gehad. Jonge schol, tong, grondeltjes en garnalen verschenen op hun normale tijden in het seizoen terwijl noch de dichtheid, noch de groei buiten de waarden lag die in de vijf voorafgaande jaren werden gemeten. Anders was het met de strandkrab, waarvan de volwassen exemplaren gewoonlijk gedurende april/mei sterk in aantal toenemen. In 1979 gebeurde dat pas na eind mei, en werden bij maximale bezetting van het wad per 1000 m² 100 strandkrabben aangetroffen tegen 150-200 in voorgaande jaren.

In 1979 werden uitvoerige metingen verricht naar de periodiciteit in voedselopname en naar de verteringssnelheid bij garnalen en krabben in relatie tot lichaamsgrootte, temperatuur en tijd van het jaar. Uit deze gegevens kon voor het groeiseizoen (tussen mei en september) een consumptie worden berekend van gemiddeld 2 gram AVD per m² per jaar voor garnalen en ongeveer evenveel voor krabben op het Balgzand; beide soorten oefenen deze predatie uit op voornamelijk kleine organismen als *Corophium* en andere kleine crustaceeën, zeer jonge stadia van mollusken als *Mya* en *Mytilus*, *Hydrobia*, kleine wormen, en jonge visjes. Gehoorstenen van O-groep schol werden

regelmatig in de magen gevonden.

Uit de populatie-gegevens van de garnaal kon over de jaren 1976-1979 de groei worden bepaald op 0.2 tot 0.5 mm per dag. Deze groei, die aanzienlijk sneller is dan wat de meeste auteurs opgeven, werd in overeenstemming bevonden met de voedselconsumptie en het zuurstofverbruik (dit laatste werd gemeten in de werkgroep Experimentele biologie). Garnalen op het Balgzand bereiken dus in hun eerste groeiseizoen de grootte van 40 tot 50 mm, waarop ze naar de volwassen populatie in het diepere water recruterende, waar ze in de loop van de winter geslachtsrijp worden. De mortaliteit tijdens dit eerste groeiseizoen op de platen is echter enorm groot: minstens 4% per dag.

In 1979 werden ook de gegevens voor de bot op het Balgzand bewerkt; zowel de volwassen bot (2 tot 5 jaar oud) als de O- en I-groep bleken qua predatie in het bentische systeem van de platen een te verwaarlozen rol te spelen. Wel is komen vast te staan, dat de O-groep vlak na zijn vestiging in juli plaatselijk, speciaal op de modderige delen van het Balgzand, zeer hoge dichtheden kan bereiken. Het aantalsverloop in deze gebieden zal in 1980 nader worden bekeken.

In 1979 is tenslotte een aantal publicaties in voorbereiding genomen, die tot doel hebben de eindresultaten van project 2.14.4 te presenteren. Manuscripten zijn te verwachten over de getijdenmigratie van de garnaal (gereed), over voedselopname, activiteitspatroon, predatie op het Balgzand, energiebalans in het veld en nursery-functie van de wadplaten voor de garnaal, over de verzamelde gegevens van strandkrab en bot, en tenslotte over de dan te berekenen totale massa aan voedselorganismen op het Balgzand die door deze groep van carnivoren gemiddeld over zes jaren is geconsumeerd. Nu geschat zal dit bedrag neerkomen op 12.5 gram AVD per m² per jaar.

2.14.5. Getijtransport jonge platvis

Over dit onderwerp werd in 1979 geen onderzoek verricht.

2.15. EXPERIMENTEEL WERK PREDATOREN: VISSSEN (EN GARNAAL)

2.15.1. Ontwikkeling zeeviseieren in relatie tot mileufactoren

In 1979 werd geen onderzoek gedaan over de ontwikkeling van zeeviseieren.

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

In het afgelopen jaar werd het onderzoek over de voedselopname, ademhaling en groei in afhankelijkheid van gewicht en temperatuur van bot en schol voortgezet en afgerond om vervolgens het beschrijvende model, zoals in 1978 ontwikkeld, te toetsen. Voorts werd onderzoek uitgevoerd over de netto conversie, waarbij zowel van het voedsel als van diverse weefsels van de vissen het asvrij drooggewicht en het vetgehalte werd bepaald.

2.16. EXPERIMENTEEL WERK OVER ADAPTATIES AAN ABIOTISCHE MARIENE MILIEUFACTOREN

2.16.1. Fysiologische eigenschappen van mariene organismen

Hydrodynamische eigenschappen van mariene crustacea—Onderzoek op dit terrein beoogd meer inzicht te leveren in de relatie tussen de verspreiding van een soort en hydrodynamische eigenschappen van een dier en zijn omgeving.

Bij garnalen kwam naar voren dat het karakteristieke bewegingspatroon (periodiek omhoog zwemmen gevolgd door min of meer passief dalen) in samenhang met temperatuurverschillen tussen eb- en vloed water (vooral in voor- en najaar) wellicht bijdraagt aan de seizoensmigratie van deze soort. Bij een lagere watertemperatuur blijft een dier, in verband met de hogere viscositeit, gemakkelijker in suspensie. Zelfs wanneer garnalen geen onderscheid zouden kunnen maken tussen eb- en vloed water (zwemactiviteit random ten opzichte van getijfase) dan kunnen viscositeitsverschillen tussen eb- en vloedstroom reeds verplaatsingen van circa 300 m per getij induceren (zie ook 2.14.4).

Binnen dit kader werd eveneens aandacht besteed aan hydrodynamische eigenschappen van pelagische Crustacea uit de Noord Equatoriale golfstroom. Het energieverbruik voor het behoud van een verticale positie is bij onderzochte soorten aanmerkelijk kleiner dan bij semi-benthische Crustacea; bij actieve soorten is dit gecorreleerd met een relatief laag soortelijk gewicht, minder actieve soorten beperken het energieverbruik door oppervlakte vergroting; daar bij Crustacea het exoskelet een grote bijdrage levert aan het soortelijke gewicht is bij dieren met een relatief groot oppervlak het soortelijk gewicht ook hoog.

Stoftransport tussen mariene organismen en hun omgeving—De uitwisseling van opgeloste stoffen tussen het bloed van een dier en zijn omgeving behelst zeer complexe processen. Voor een eenvoudig fysisch model, geconstrueerd naar analogie van de kieuw van een krab, kon experimenteel worden vastgesteld dat de hoeveelheid uitgewisselde stof wordt gegeven door:

$$dm/dt = f_g f_b (1 - \exp. p^A f_b) / f_g + f_b (1 - \exp. p^A / f_b)$$

waarin dm/dt is stoftransport per tijdseenheid; f_g en f_b respectievelijk stroomsnelheid van water door de kieuwkamer en bloed door de kieuw; p en A respectievelijk specifieke permeabiliteit en oppervlak van het grensvlak. Bovenstaande relatie geeft aan dat het verband tussen de verschillende grootheden in het algemeen een verzadigingsverloop laat zien; voor stoffen met een relatief hoge permeabiliteit wordt de uitwisseling geheel bepaald door ventilatie en perfusie, voor stoffen die moeilijk permeëren spelen kieuwventilatie en -doorbloeding geen rol. Het onderzoek werd aangevuld met *in vivo* metingen van de kieuwdoorbloeding van strandkrabben. In samenwerking met R.F. Uglow (Univ. Hull, Engeland) is een publicatie in voorbereiding over de ventilatie-perfusie verhouding van diverse soorten Crustacea onder wisselende omstandigheden in relatie tot de stofuitwisseling tussen deze dieren en hun milieu.

2.16.2. Gezichtsvermogen van tandwalvissen

Vrij uitgebreide gegevens konden verkregen worden over de concentraties en verspreiding van de ganglioncellen in het netvlies van *Delphinus delphis* en van *Phocoena phocoena*. Een redelijke indruk werd verkregen van die verhoudingen bij *Orcinus orca*; *Balaenoptera physalus* is in bewerking. Gelijktijdig werd aandacht gegeven aan het retinale vastpatroon, voornamelijk bij *Delphinus delphis*. Publicatie van de resultaten bij laatstgenoemde soort is in voorbereiding.

Gehoopt wordt dat een mogelijkheid gevonden zal worden om metingen te doen aan het levende oog van *Inia geoffrensis*.

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

Arenicola marina bereikt bij incubatie in sulfideoplossingen spoedig een evenwichtstoestand waarbij in het lichaam van de worm sulfideconcentraties worden gevonden die 50 tot 100% van

de medium concentratie bedragen. De oorzaak van dit verschijnsel ligt in de pH, die in het interne medium enkele tienden eenheden lager ligt. Door de hogere permeabiliteit van het H_2S ten opzichte van HS^- is de interne sulfide concentratie dan lager dan in het medium. In hoeverre dit het dier tot voordeel strekt is niet duidelijk gezien de relatief hoge concentraties die nog altijd in het dier aangetroffen worden en de grote tolerantie die *Arenicola* heeft.

Met behulp van radioactief gelabeld sulfide kon worden aangetoond dat de wadpier onder anaerobe condities nauwelijks in staat is sulfide biochemisch om te zetten; anaerobe oxidatie is te verwaarlozen en de binding van sulfide aan weefsels is gering. Een actief metabolisch afweersysteem ontbreekt dus. In aansluiting op de eerder verrichte tolerantie proeven van wadpieren ten aanzien van sulfide werd gevonden dat vooral het incubatievolume van grote invloed is op de overlevingsduur. Zo kunnen wadpieren van 2 tot 3 g zonder voedsel maximaal 4 maanden in leven blijven in 250 ml zuurstofrijk ongebufferd zee-water van $10^{\circ}C$. In 100 ml werden overlevingstijden van 1 maand geregistreerd. Het verschil wordt toegeschreven aan de ontwikkeling van microorganismen welke weer afhankelijk zijn van de concentratie aan metabolische uitscheidingsproducten van de pier.

In oktober werd het onderzoek afgesloten.

2.17. PRODUCTIE EN VERSPREIDING PREDATOREN: ZEEVOGELS

2.17.1. Populatie-onderzoek aan zeevogels

Al een reeks van jaren wordt aandacht besteed aan de eidereendenpopulatie in de Waddenzee en speciaal aan de grote broedpopulatie op Vlieland. Wat de bestudering van de populatiedynamica van deze soort extra interessant maakt is dat de soort zich pas in het begin van deze eeuw vanuit het noorden in de Waddenzee vestigde en zich sindsdien zo heeft uitgebreid dat de eidereend thans onder de vogels (gemeten als biomassa) verreweg de belangrijkste predator van de bodemfauna is. Aan de hand van in vorige seizoenen geringde kuikens kon met behulp van vangsten bij Vlieland een begin worden gemaakt met de bestudering van de dispersie van de jongen. Verschillen in dispersie tussen de geslachten beginnen in geringe mate op te treden in het tweede jaar en sterker in het derde jaar. De woerden verlaten dan de geboortegronden en worden aangevuld door woerden van elders. In volgende seizoenen zal de dispersie van de adulte en juveniele wijfjes worden onderzocht door

controles in omliggende kolonies. Een nieuw ontwikkelde vangmethode maakt dit thans mogelijk. Met deze methode werd afgelopen broedseizoen de broedpopulatie op Vlieland grootschalig gecontroleerd. Bij een eerste beschouwing van de leeftijdsopbouw lijkt het alsof de sterftekans van de wijfjes op hogere leeftijd toeneemt. Thans wordt onderzocht of dit verschil moet worden toegeschreven aan een te beperkte levensduur van de eerder gebruikte aluminium ringen, of dat het werkelijk om een biologische oorzaak gaat.

2.17.2. Parasitaire relaties

In samenwerking met het Centraal Diergeneeskundig Instituut in Doorn werd een uitgebreide veldproef gedaan naar het aandeel dat mortaliteit door ganzehepatitis heeft in de totale mortaliteit van de eidereendkuikens. De resultaten zijn nog niet volledig geanalyseerd.

2.17.3. Laboratoriumonderzoek aan zeevogels

Naar aanleiding van het bij zeer geringe lichtintensiteit localiseren van prooi door de zeekoet (maanloze winternachten met zware bewolking) werden proeven gedaan met zeekoeten waarvan de ogen tijdelijk gedeeltelijk werden afgedekt. Bij deze proeven konden geen aanwijzingen worden gevonden, dat bij de prooilocalisatie andere organen dan het oog een belangrijke rol spelen. Ideeën voor verder onderzoek op dit punt zijn thans uitgeput.

2.17.4. Relaties tussen bodemfauna en prederende wadvogels

Op het Balgzand werd een begin gemaakt met een onderzoek naar de mate van vogelpredatie op de plaatsen waar al een reeks van jaren de bodemfauna voor productiemetingen wordt bemonsterd. Uit de eerste gegevens blijkt een sterke positieve samenhang tussen de aantallen prederende vogels en de biomassa van het benthos.

2.18. VERONTREINIGENDE STOFFEN: VERSPREIDING, CHEMIE

2.18.1. Chloorkoolwaterstoffen

Methoden, in vorige jaren ontwikkeld om voldoende lage blanco waarden bij de analyse van opgeloste en gesuspendeerde chloor-

koolwaterstoffen in zeewater te verkrijgen, zijn dit jaar verder ontwikkeld door toepassing van continue extractie technieken. Precieze en nauwkeurige metingen van opgeloste organochloorverbindingen zoals PCB, leden van de DDT familie, diel-drin etc. (in het sub-ng.l⁻¹ concentratie gebied) zijn uitgevoerd in rivier- en kustwateren in de open Noordzee en de Waddenzee.

Voor de door de Rijn aangevoerde componenten bleek estuariene menging—in tegenstelling tot wat door ons eerder voor een aantal metalen werd gevonden—niet te resulteren in een verwijdering van componenten uit de opgeloste fase. Ook bij verdere menging en transport in het kustgebied en de Waddenzee bleek geen afwijking van het conservatieve gedrag. Sediment-monsters en in of nabij de bodem levende organismen (*Arenicola*, *Crangon*, *Mytilus*, *Macoma*) werden verzameld in verschillende delen van de Waddenzee en onderzocht op chloorkoolwaterstoffen. Een trend van west naar oost is evident. De resultaten, verkregen door toepassen van gaschromatografie-massaspectrometrie op extracten van weefsel van doodgevonden zeehonden werden geanalyseerd en beschreven. Onderzoek werd gedaan met behulp van dezelfde technieken, aan weefsel van een foetus geproduceerd door een bruinvis die de vorige dag (levend) was aangespoeld. De resultaten van de analyses demonstreren dat chloorkoolwaterstoffen uit het depôt van het moederlichaam worden gemobiliseerd en na transport via de placenta in de foetus worden opgenomen. De gemeten concentraties bleken van dezelfde grootteorde te zijn als die in volwassen exemplaren. Het moederlichaam kan via dit mechanisme 10 tot 15% van de belasting kwijtraken.

Sedimenten van de Noordzee (2.02.1; 2.13.1) en weefsel van eidereenden (2.17.1; 2.19.1) werden geanalyseerd. Voor de identificatie van chloorkoolwaterstoffen werd medewerking verleend door Dr K. Olie (Univ. Amsterdam).

2.18.2. Metalen

Veel aandacht is besteed aan de analyse van de grote serie monsters verkregen in de Schelde en het estuarium in 1978; zowel hoofd- als sporemetalen werden bestudeerd. Het aantal elementen in de studies is met enkelen uitgebreid. De bestaande intensieve samenwerking met het Energie Centrum Nederland resulteerde in een schatting van de betrouwbaarheid van gegevens verkregen met verschillende monster- en analysetechnieken.

De resultaten van enkele tochten in de Waddenzee en de erin uitmondende rivieren zijn voor een deel geanalyseerd en

en in samenwerking met Dr S. Wellershaus (Bremerhaven) gereed gemaakt voor publicatie. Van deze tochten zijn thans ook de zwevende organisch C en N gegevens bepaald.

Monsters van water, suspensie en bodem werden genomen in de Waal, het estuarium, het kustgebied en het centrale deel van de Zuidelijke Bocht ter analyse van de effecten van storingen van havenslib in zee alsmede van de rol die organische stof speelt bij de concentratie van metalen in gesuspenseerd materiaal.

Voedseldieren van de zeehond in de Waddenzee werd verzameld op relevante plaatsen. Belangrijke steun werd hierbij verleend door het RIVO. De analyse van verontreinigende stoffen in dit materiaal—een project dat door LaSOM wordt gefinancierd en in nauwe samenwerking met het RIN wordt uitgevoerd—werd aangevangen met metalen. De analyse van chloorkoolwaterstoffen zal in 1980 verricht worden.

De monsters verkregen tijdens NECTAR 1978 (2.09.3) werden uitgewerkt met behulp van electrochemische technieken. Belangrijke nieuwe gegevens betreffen de beduidend lagere concentraties van vooral zink en het optreden van complexerend vermogen van (ook) open oceaanwater voor zink, koper en lood.

Onderzoek naar de aard van het complexerend vermogen werd voortgezet, zowel in rivier- als kustwater. Speciale aandacht werd besteed aan de interactie van organische stof en metalen in interstitieel water.

Ook werd onderzoek verricht naar de toepassingsmogelijkheid van ion-specifieke elektroden in zeewater.

Een begin werd gemaakt met de constructie van de electrochemische opstelling ter (continue) controle van de samenstelling van water in de toxiciteits-experimenten (2.19.1).

2.19. VERONTREINIGENDE STOFFEN: BIOLOGISCHE EFFECTEN

2.19.1. Sublethale effecten van chemische stoffen op mariene organismen

Voorlopige resultaten van de toxiciteitsbepaling van ionogeen Cu, Zn, Cd en Pb in het mariene milieu van de wadpier, *Arenicola marina*, in kortdurende testen in een statisch systeem, wijzen erop dat Cu meer toxisch is dan Zn; LD₅₀ (96 h) voor Cu is ± 1 ppm en voor Zn ± 100 ppm. Bij expositie aan Cd en Pb treedt tijdens de eerste uren van de test een opmerkelijke slijmproductie op waarin een wit neerslag is waar te nemen.

Voor het onderzoek naar de effecten van lage concentraties zware metalen op de respiratie van een aantal waddieren is

begonnen met de effecten van Cu en Zn op de zuurstofbindende eigenschappen van *Arenicola* haemoglobine na te gaan. In het concentratie gebied van $0.5 \cdot 10^{-6}$ tot $0.5 \cdot 10^{-2}$ M CuCl_2 en ZnCl_2 bleek een verlaging van de zuurstof affiniteit op te treden. Bij een concentratie van $0.5 \cdot 10^{-1}$ M trad onmiddellijke denaturatie van het eiwit op en oxydatie van de zuurstofbindende haem-groep.

Uit experimenten om na te gaan in hoeverre afzonderlijke polychloorbiphenylcomponenten in de lever van eidereenden (*Somateria mollissima*) invloed hebben op sommige haematologische parameters, orgaangewichten en de mate van infectie met de voor de soort specifieke parasiet *Polymorphus botulis*, bleken er een aantal duidelijke correlaties te bestaan. Zo nam het haematocrit af en de haemoglobineconcentratie bij de laag gedoseerde groepen toe en bij de hoger gedoseerde groepen af, met de concentratie van met name penta- en hexachloorbiphenylen. Ook bleek er een verband te bestaan tussen de "liver somatic index" (lever gewicht ten opzichte van het lichaamsgewicht) en de hoeveelheid heptachloorbiphenyl in de lever. Analyse van andere organen, met name de nieren, volgt.

De experimentele opstelling met continue doorstroom- en doseersystemen voor het uitvoeren van langdurende testen met verontreinigende stoffen heeft een verdere vervolmaking gekregen met het aanbrengen van een eb-vloed ritme in de experimenteeraquaria.

4.2. PUBLICATIES 1979

4.2.1. Publicaties NIOZ 1979

1. BAARS, M.A., J.J. ZIJLSTRA & S.B. TIJJSSEN. Investigations in the euphotic zone of the tropical North Atlantic: programme and hydrography during the NECTAR cruises.—Neth. J. Sea Res. 13 (1): 40-57.
2. BAUMFALK, Y. Heterogenous grainsize distribution produced by bioturbation activity of *Arenicola marina* L.—Neth. J. Sea Res. 13 (3/4) (in press).
3. ———. Some notes on the pumping activity of *Arenicola marina* L. and its role in bioturbation.—Neth. J. Sea Res. 13 (3/4) (in press).
4. BENNEKOM, A.J. VAN & S.B. TIJJSSEN. Nutrients on and off the Guyana shelf related to upwelling and Amazon outflow. CICAR-II, Symposium on progress in marine research in the Caribbean and adjacent regions. Caracas, 12-16 July 1976. Papers on oceanography, meteorology, geology and geophysics. FAO Fisheries Report No. 200 (Suppl.): 233-253.
5. BEUKEMA, J.J. Biomass and species richness of the macrobenthic animals living on a tidal flat area in the Dutch Wadden Sea: Effects of a severe winter.—Neth. J. Sea Res. 13 (2) (in press).
6. BEUKEMA, J.J. & J. DE VLAS. Population parameters of lugworm *Arenicola marina*, living on tidal flats in the Dutch Wadden Sea.—Neth. J. Sea Res. 13 (3/4) (in press).
7. CADÉE, G.C. The *Cupuladria canariensis* complex. In: G.P. LARWOOD & M.B. ABBOTT. Advances in bryozoology. The Systematics Association, Special Volume 13: 443-459. Acad. Press London.
8. ———. Gemmulae of *Eunapius fragilis* (Leidy, 1851) (Porifera: Spongillidae) from a Holocene freshwater deposit at Beveren-Waas near Kallo (Belgium).—Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol. 16 (3): 123-127.
9. ———. Sediment reworking by the polychaete *Heteromastus filiformis* on a tidal flat in the Dutch Wadden Sea.—Neth. J. Sea Res. 13 (3/4) (in press).
10. CADÉE, G.C. & J. HEGEMAN. Phytoplankton composition and primary production in the Marsdiep tidal inlet area, Dutch Wadden Sea.—Neth. J. Sea Res. 13 (2) (in press).
11. DUINKER, J.C. & M.Th.J. HILLEBRAND. Behaviour of PCB, pentachlorobenzene, hexachlorobenzene, α -HCH, γ -HCH,

- β -HCH, dieldrin, endrin and p, p'-DDD in the Rhine-Meuse estuary and the adjacent coastal area.—Neth. J. Sea Res. 13 (2) (in press).
12. DUINKER, J.C. & M.Th.J. HILLEBRAND. Mobilization of organochlorines from female lipid tissue and transplacental transfer to fetus in a harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in a contaminated area.—Bull. Environm. Contam. Toxicol (in press).
 13. DUINKER, J.C., M.Th.J. HILLEBRAND & R.F. NOLTING. Organochlorines and metals in harbour seals (Dutch Wadden Sea).—Mar. Pollut. Bull. (in press).
 14. DUINKER, J.C., R. WOLLAAS & G. BILLEN. Manganese in the Rhine and Scheldt estuaries. Part 2: Geochemical cycling.—Estuar. coast. mar. Sci. (in press).
 15. EISMA, D. The need for sea-use planning in the North Sea. Proc. Law of the Sea Inst. 12th Ann. Conf.: 425-435.
 16. ———. Sedimentatie van gesuspendeerd materiaal in de Noordzee. In: J.T.F. ZIMMERMAN. "TEXEL 1978", Waterbeweging en menging in het zuidelijke gedeelte van de Noordzee. Projectgroep MLTP-4. Texel: 141-164.
 17. EISMA, D. & J. KALF. Distribution and particle size of suspended matter in the Southern Bight of the North Sea and the eastern Channel.—Neth. J. Sea Res. 13 (2) (in press).
 18. EVERAARTS, J.M., W.K. OSBORNE & E. VERHAAF. Effect of copper and zinc on some oxygen binding properties of the haemoglobin of *Arenicola marina*.—Neth. J. Sea Res. 13 (3/4) (in press).
 19. FARKE, H. & E.M. BERGHUIS. Spawning, larval development and migration of *Arenicola marina* in the laboratory.—Neth. J. Sea Res. 13 (3/4) (in press).
 20. ———. Spawning, larval development and migration of *Arenicola marina* in the field.—Neth. J. Sea Res. 13 (3/4) (in press).
 21. FARKE, H., E.M. BERGHUIS & P.A.W.J. DE WILDE. Distribution of nursery grounds of *Arenicola marina* around the island of Texel.—Neth. J. Sea Res. 13 (3/4) (in press).
 22. FONDS, M. A seasonal fluctuation in growth rate of young plaice (*Pleuronectes platessa*) and sole (*Solea solea*) in the laboratory at constant temperatures and a natural daylight cycle. Proc. 13th Europ. Symp. Mar. Biol. Port Erin, Isle of Man. Pergamon Press: 151-156.
 23. ———. Laboratory observations on the influence of temperature and salinity on development of the eggs and growth of *Solea solea* (Pisces).—Mar. Ecol. 1 (2): 91-99.

24. FRANSZ, H.G. Estimation of birth rate and juvenile mortality from observed numbers of juveniles in a mammal population with normally dispersed reproduction.—*Ecol. Modelling* 7: 125-133.
25. ———. De betekenis van resttransport en diffusie voor het planktonsysteem en de nutriëntenbalans van de Zuidelijke Bocht van de Noordzee. In: J.T.F. ZMMERMAN. "TEXEL 1978", Waterbeweging en menging in het zuidelijke gedeelte van de Noordzee. Projectgroep MLTP-4. Texel: 165-175.
26. FRANSZ, H.G. & W.G. VAN ARKEL. Zooplankton activity during and after the phytoplankton spring bloom at the central station in the FLEX-box, northern North Sea, with special reference to the calanoid copepod *Calanus finmarchicus* (Gunn.).—"Meteor" Forsch. Ergebn. (in press).
27. GIESKES, W.W.C., G.W. KRAAY & M.A. BAARS. Current ^{14}C methods for measuring primary production: gross underestimates in oceanic waters.—*Neth. J. Sea Res.* 13 (1): 58-78.
28. GROENENDAAL, M. Sulphide as environmental factor in a tidal mudflat in the Dutch Wadden Sea, and the distribution of *Arenicola marina*.—*Neth. J. Sea Res.* 13 (3/4) (in press).
29. HUMMEL, H. Het leven in de zuidelijke Noordzee. Aarde & Kosmos 6: 416-419.
30. JANSSEN, J.H.F. Late Quaternary history of the northern North Sea. Universiteit Groningen (thesis).
31. JANSSEN, J.H.F., J.W.C. DOPPERS, K. HOOGENDOORN-TOERING, J. DE JONG & G. SPAINK. Late Pleistocene and Holocene deposits in the Waddenzee and Fladen Ground area, northern North Sea.—*Neth. J. Sea Res.* 13 (1): 1-39.
32. KRAMER, C.J.M. Photodegradation of natural fluorescent substances in the eastern Atlantic Ocean.—*Neth. J. Sea Res.* 13 (2) (in press).
33. KUIPERS, B.R. Effekten van inpoldering op de scholvisserij. —Waddenbulletin 14 (2): 86-94.
34. LIEFKENS, W., J.J. BOON & J.W. DE LEEUW. The occurrence of alkyl and alkenyl diglycerides in *Arenicola marina*. —*Neth. J. Sea Res.* 13 (3/4) (in press).
35. PALS, G. & E. PAUPTIT. Oxygen binding properties of the coelomic haemoglobin of *Heteromastus filiformis* related with some environmental factors.—*Neth. J. Sea Res.* 13 (3/4) (in press).
36. PAUPTIT, E. Oceanen. Serie "Informatie", No. 370: 1-12. De Ruiter, Gorinchem.

37. POSTMA, H. Die Eutrophierung der südlichen Nordsee und ihre Wechselwirkung mit den Küstengewässen.—*Christina Albertina* (N.F.) 10: 33-43.
38. ———, 1978. Oceanografie. In: *Universele Wereldgeschiedenis* 11: 603-623. Scheltens en Giltay, Den Haag.
39. RIJKEN, M. Food and the mechanism of food uptake of *Arenicola marina*.—*Neth. J. Sea Res.* 13 (3/4) (in press).
40. SPAARGAREN, D.H. A comparison between the composition of physiological saline solutions with that of calculated Pre-Cambrian seawater.—*Comp. Biochem. Physiol.* 63A: 319-323.
41. SPAARGAREN, D.H. & R.E. WEBER. On the acclimation of *Arenicola marina* to salinity changes in its environment. —*Neth. J. Sea Res.* 13 (3/4) (in press).
42. SPITZER, D. & M.R. WERNAND. Photon scalar irradiance meter. —*Appl. Optics* 18: 1698-1700.
43. SWENNEN, C., H.J.L. HEESSEN & A.W.M. HÖCKER. Occurrence and biology of the trematodes *Cotylurus (Ichthyocotylurus) erraticus*, *C. (I.) variegatus* and *C. (I.) platycephalus* (Digenea: Strigeidae) in the Netherlands. —*Neth. J. Sea Res.* 13 (2) (in press).
44. TIJJSSEN, S.B. Diurnal oxygen rhythm and primary production in the mixed layer of the Atlantic Ocean at 20° N.—*Neth J. Sea Res.* 13 (1): 79-84.
45. VETH, C. Laser doppler snelheidsmeter ten behoeve van onderzoek naar turbulentie in getijgebieden en gestratificeerde gedeelten van de centrale Noordzee. In: J.T.F. ZIMMERMAN. "TEXEL 1978", Waterbeweging en menging in het zuidelijke gedeelte van de Noordzee. Projectgroep MLTP-4. Texel: 256-260.
46. ———. A laser doppler velocimeter for small scale turbulence studies in the sea. Eigenschappen en toepassing laserstraling. Symposiumverslag, TH Delft: E 18-19 (abstract).
47. VLAS, J. DE. Predation on the regenerating tail ends of *Arenicola marina*.—*Neth. J. Sea Res.* 13 (3/4) (in press).
48. ———. Annual food intake by plaice and flounder in a tidal flat area in the Dutch Wadden Sea, with special reference to consumption of regenerating parts of macrobenthic prey.—*Neth. J. Sea Res.* 13 (1): 117-153.
49. VOOYS, C.G.N. DE. Anaerobic metabolism in sublittoral living *Mytilus galloprovincialis* in the Mediterranean. I. Partial adaptation of anaerobic energy metabolism. —*Neth. J. Sea Res.* 13 (2) (in press).

50. VOOYS, C.G.N. Primary production in aquatic environments.
In: B. BOLIN, E.T. DEGENS, S. KEMPE & P. KETNER. The
Global Carbon Cycle. SCOPE report, Nr 13, Wiley, Chi-
chester, New York, Bristane, Toronto: 259-292.
51. VOSJAN, J.H. Microbiologische afbraak in de Wadbodem. —
Natuur & Techniek 47: 232-247.
52. WEBER, R.E. & D.H. SPAARGAREN. Kinetics of organic solutes
in *Arenicola marina* in respons to salinity changes.
—Neth. J. Sea Res. 13 (3/4) (in press).
53. WILDE, P.A.W.J. DE & E.M. BERGHUIS. Oocyte development and
spawning season of *Arenicola marina*.—Neth. J. Sea
Res. 13 (3/4) (in press).
54. ———. Growth experiments on juvenile lugworms, *Arenicola
marina*, in the laboratory.—Neth. J. Sea Res. 13 (3/4)
(in press).
55. WITTE, F. Observations on the ecological relation between
Nereis diversicolor and juvenile *Arenicola marina*.—
Neth. J. Sea Res. 13 (3/4) (in press).
56. WOLLAST, R., C. BILLEN & J.C. DUINKER. Manganese in the
Rhine and Scheldt estuaries. Part I. Physico-chemical
behaviour.—Estuar. coast. mar. Sci. (in press).
57. ZIMMERMAN, J.T.F. Fysische transportprocessen in de zuido-
lijke Noordzee. In: J.T.F. ZIMMERMAN. "TEXEL 1978",
Waterbeweging en menging in het zuidelijke gedeelte
van de Noordzee. Projectgroep MLTP-4. Texel: 5-40.
58. ———. Static two-dimensional topographic turbulence in
shallow tidal areas. Proc. Euromech Colloq. 105
"Two dimensional and quasi two dimensional turbulence",
Inst. de Méchanique, Grenoble: 40 (abstract).
59. ———. On the Euler-Lagrange transformation and the Stokes'
drift in the presence of oscillatory and residual cur-
rents.—Deep Sea Res. 26: 505-520.

4.3. INTERNE VERSLAGEN

4.3.1. Interne verslagen NIOZ 1979

- MOORSEL, G.W.N.M. VAN. Overleving van *Macoma balthica* op het Balgzand. No. 1979-1.
- HOFSTRA, T. Opgelost aluminium in de Noordzee gedurende de voorjaarsbloei van diatomeeën in 1975. No. 1979-2.
- CADÉE, G.C., W. HELDER & M.W. MANUELS. Tabellen en grafieken van het chemisch en biologisch wateronderzoek in de Bocht van Guinee van 19 oktober tot 6 november 1976. No. 1979-3.
- CREUTZBERG, F. "Aurelia"-cruise reports on the benthic fauna of the southern North Sea. Introductory report. No. 1979-4.
- NOORT, G.J. VAN, F. VAN LEEUWEN & F. CREUTZBERG. "Aurelia"-cruise reports on the benthic fauna of the southern North Sea. Report 1: Trawl survey April-May 1972. No. 1979-5.
- . "Aurelia"-cruise reports on the benthic fauna of the southern North Sea. Report 2: Trawl survey June-July 1972. No. 1979-6.
- . "Aurelia"-cruise reports on the benthic fauna of the southern North Sea. Report 3: Trawl survey October-November 1972. No. 1979-7.
- NOORT, G.J. VAN, F. VAN LEEUWEN & F. CREUTZBERG. "Aurelia"-cruise reports on the benthic fauna of the southern North Sea. Report 4: Trawl survey January-February 1973. No. 1979-8.
- GERRINGA, L. De natuurlijke fluorescentie en de chloriniteit van het interstitiële water in de wadbodem van het westelijk deel van de Waddenzee in het voorjaar (april-juni 1978). No. 1979-9.
- EISMA, D. Recherches biogéochimiques dans l'estuaire et dans le panache saumâtre du fleuve Zaïre. No. 1979-10.
- PAAUWE, E.F.W. Grove fraktie analyses en SEM waarnemingen aan vier sediment kernen uit de Noorse Geul ter hoogte van Egersund. No. 1979-11.
- DAPPER, R. De aantallen van I- en II-groep schol op het Balgzand in de jaren 1975, 1976, 1977, 1978. No. 1979-12.
- . De gegevens van O-groep schol op het Balgzand in 1978. No. 1979-13.
- STREEFKERK, M. De verticale verdeling van ATP in het sediment, vergeleken met de ETS aktiviteit en de berekening van de Energy Charge. No. 1979-14.
- DEKKER, R. Numbers, growth, biomass and production of organic and calcareous matter of *Hydrobia ulvae* (Gastropoda: prosobranchia) in the western Dutch Wadden Sea. No. 1979-15.
- OSBORNE, W.K. & E. VERHAAF. Toxische en sublethale effecten van koper en zink bij *Arenicola marina* en de invloed van koper en zink op de zuurstofaffiniteit van het hemoglobine van *Arenicola marina*. No. 1979-16.

