

43

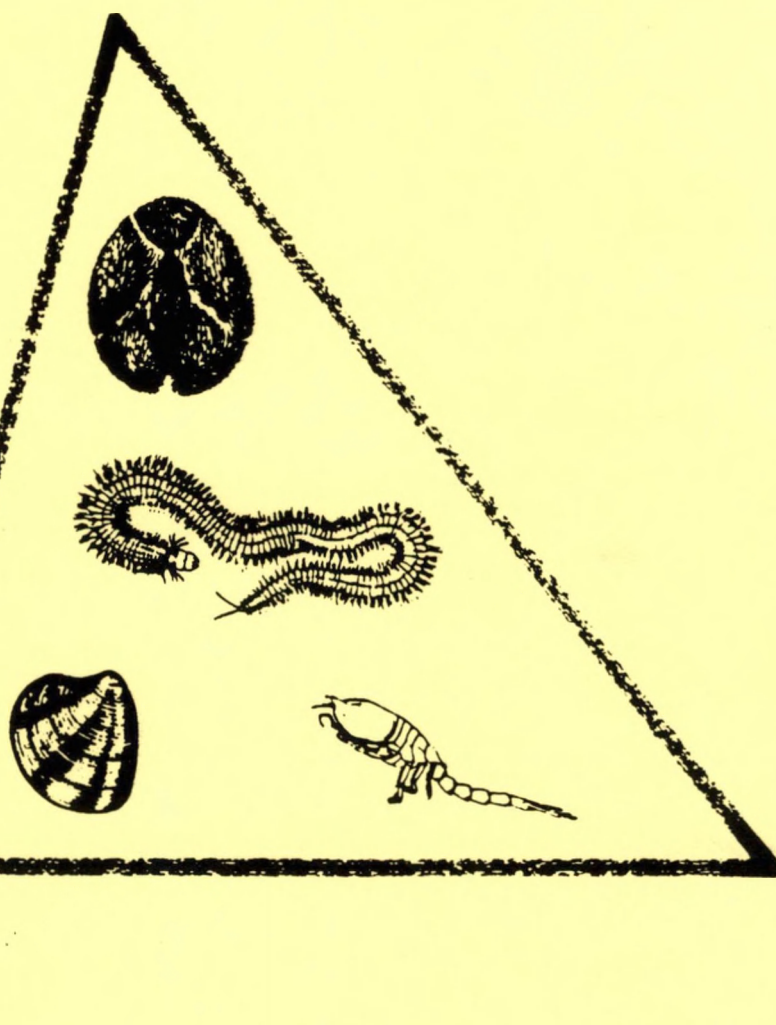
BIOMONITORING VAN MACRO- EN MEIOFAUNA
IN DE
ZUIDELIJKE NOORDZEE

S.E. HOLTSMANN

APRIL 1990

Standaard Voorschrift

I. MACROFAUNA



H

SBNO

BIOMONITORING VAN MACRO- EN MEIOFAUNA
IN DE
ZUIDELIJKE NOORDZEE

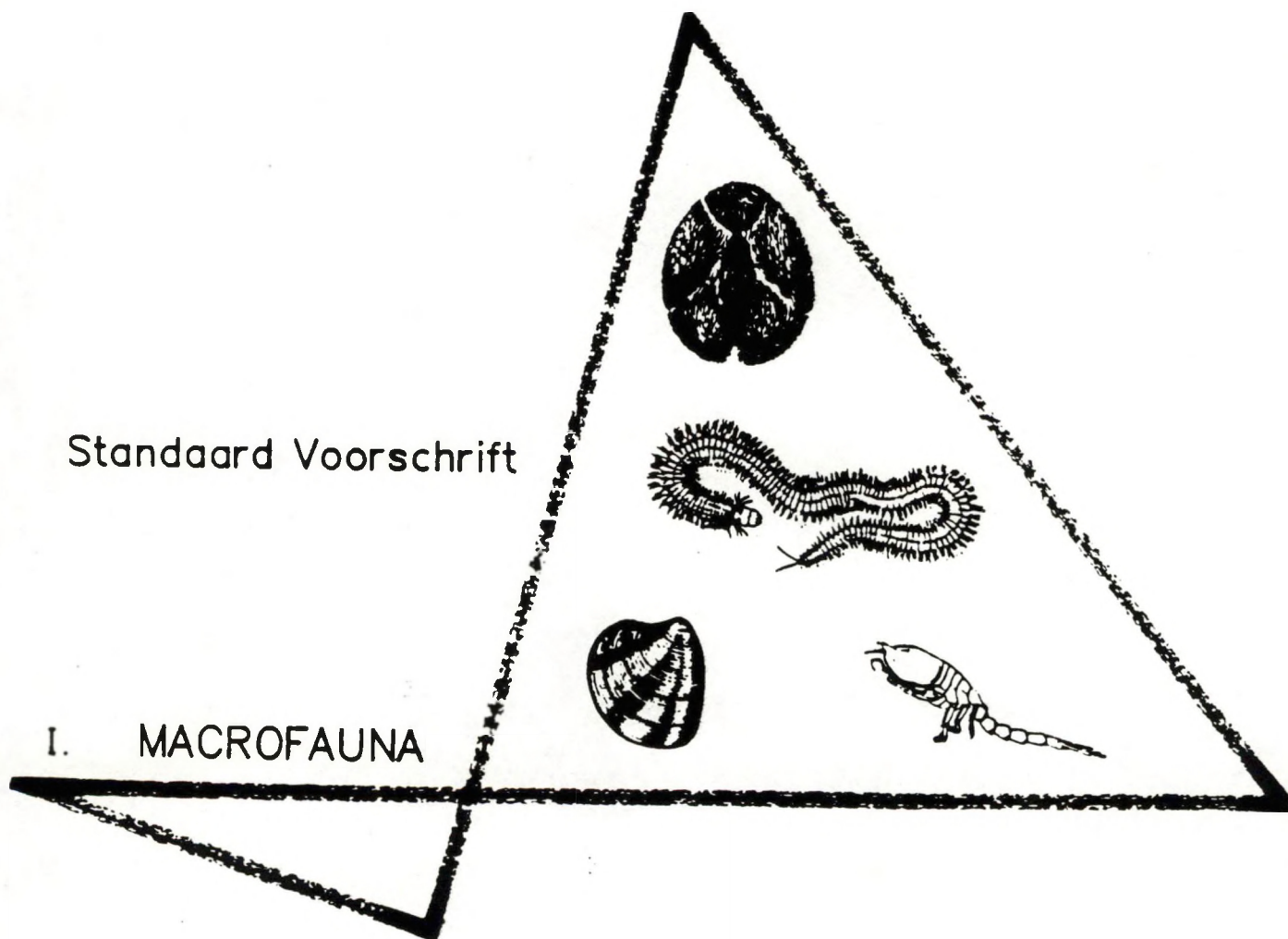
31297

S.E. HOLTMANN

APRIL 1990

Standaard Voorschrift

I. MACROFAUNA



INHOUDSOPGAVE

<u>INLEIDING</u>	1
1. <u>Algemeen</u>	1
2. <u>Bodemfauna</u>	1
3. <u>Bemonsteringsstrategie</u>	2
3.1. Puntbemonstering (tbv. I.; temporele trendmonitoring).....	2
3.2. Stratified random sampling (tbv. II.; ruimtelijke trendmonitoring)....	2
<u>WERKSCHEMA - Macrofauna</u>	3
1. <u>Monstername</u>	3
1.1. <u>Apparatuur en Reagentia</u>	3
1.1.1. Voor macrofaunabemonstering.....	3
1.1.2. Voor sediment analyse.....	3
1.1.3. Voor POC- en Chlorophyl.a-analyse.....	3
1.2. <u>Bemonstering</u>	3
1.3. <u>Conservering/Opslag</u>	4
2. <u>Analyse - Macrofauna</u>	5
2.1. <u>Apparatuur en Reagentia</u>	5
2.2. <u>Spoelen</u>	5
2.3. <u>Uitzoeken</u>	5
2.4. <u>Determineren</u>	5
2.5. <u>Biomassabepaling</u>	6
3. <u>Analyse - Abiotische factoren</u>	6
3.1. <u>Sediment</u>	6
3.2. <u>Chlorophyl-a</u>	6
3.3. <u>Organisch koolstof (POC)</u>	6
4. <u>Resultaten verwerken</u>	7
4.1. <u>Opslag van de gegevens</u>	7
4.2. <u>Verspreiding (dichtheid en biomassa)</u>	7
4.3. <u>Diversiteit</u>	7
4.4. <u>Classificatie</u>	8
4.5. <u>Correlaties met (a)biotische factoren</u>	8
5. <u>Literatuur</u>	9
5.1. <u>Determinatiewerken</u>	11
<u>BIJLAGEN</u>	12
* Tellijst - Macrofauna (voorbeeld)	
* Verwerkingsschema	

INLEIDING

1. Algemeen

Dit protocol is een beschrijving van de methoden die door de MILZON - BENTHOS - WERKGROEP voor het bestuderen van het benthos van de zuidelijke Noordzee zijn gebruikt. Het dient als basisdocument voor komende bodemfauna onderzoeks activiteiten in de Noordzee, in het kader van een biomonitoringsprogramma.

Onder monitoring wordt verstaan een reeks van activiteiten, waarbij in een vaste regelmaat waarnemingen worden verricht met behulp van een eenduidige, vergelijkbare procedure tbv. gegevensinwinning, dataverwerking en vaststellen van trends in ruimte, dan wel in tijd (Nota GWWS-88.003).

Monitoring richt zich op biologische, chemische en fysische karakteristieken van een ecosysteem. Het dient zo efficiënt mogelijk opgezet te worden omdat de bemonstering en het uitwerken van de monsters routinematig moet gebeuren.

Deze voorwaarden zijn in dit protocol gespecificeerd. Er wordt ingegaan op de bemonsteringsprocedure, de analyse van de monsters en het latere uitwerken van de gegevens.

Het protocol is als standaard voorschrift op de zandige en slibrijkere sedimenttypen (10- 50 m diepte) van de zuidelijke Noordzee van toepassing en is bedoeld als basis voor het opzetten van het biomonitoringsprogramma.

Er worden algemeen gebruikte methoden beschreven waarin ervaringen uit voorgaand onderzoek van het MILZON - project in 1987, 1988 en 1989 (vgl. Groenewold & v. Scheppingen 1988a,b, 1989a,b, 1990; Dalfsen & Holtmann, 1989) zijn verwerkt.

2. Bodemfauna

De Bodemfauna (macro-en meiofauna) is in de meeste gevallen de belangrijkste primaire consument en vormt aan de andere kant een belangrijke voedselbron voor hogere niveau's in de voedselketens. Het benthos wordt gezien als een belangrijke functionele groep binnen de nutriënten kringlopen op de Noordzee (AXW-88.076; Bos et al., 1989).

Door deze intermediaire positie zijn bodemdieren gevoelig voor veranderingen in het ecosysteem, zowel van natuurlijke als menselijke oorsprong.

Op grond daarvan en door de relative immobiliteit (sedimentaire leefwijze) van de bodemfauna kan het macro- en meiobenthos als een indicator voor milieuveranderingen dienen (Rees et al., 1989).

Het meiobenthos is in de laatste jaren steeds meer opgenomen in biomonitoringsprogramma's omdat de levenscycli relatief kort zijn en er weinig levensstadia in de mobiele pelagische vorm voorkomen waardoor er een snelle reactie op veranderingen in het ecosysteem te verwachten is (Heip, 1980; Rees et al., 1989; Vincx & Heip, 1989).

Tot nu toe is er nog weinig bekend over de correlatie tussen macro- en meiofauna. Daarom is het van belang voor een benthisches onderzoek beide delen van het benthos te bestuderen.

3. Bemonsteringsstrategieën

De keuzes die gemaakt moeten worden voor een geschikte bemonsteringsstrategie zijn afhankelijk van de doelstellingen van het onderzoek en de beschikbare middelen en tijd.

Hierbij worden de volgende doelstellingen onderscheiden :

- I. Monitoring tbv. het vaststellen van trends in tijd, veelal voor het vaststellen van de effectiviteit van maatregelen voor de reductie van verontreiniging dan wel van andere nadelige systeembeïnvloedende activiteiten (temporele trendmonitoring) (JMG, 1976 purpose d).
- II. Monitoring tbv. vaststellen van trend in ruimte (ruimtelijke trendmonitoring) (JMG, 1976 purpose c).

3.1. Puntbemonstering (tbv. I.; temporele trendmonitoring)

Bij een monitoringsprogramma staat het temporele aspect voorop. Er wordt daarom van een puntbemonstering gebruik gemaakt, waarbij geselecteerde stations uit het gehele te onderzoeken gebied gekozen worden, die samen een representatief beeld van de Noordzee vormen.

Op deze punten worden op bepaalde tijden van het jaar metingen van abiotische en biotische factoren gedaan.

3.2. Stratified random sampling (tbv. II.; ruimtelijke trendmonitoring)

De verspreiding van benthos populaties over de Noordzee is niet homogeen (Groenewold & v. Scheppingen 1988a, 1989a, 1990) en omdat een monster representatief voor het onderzoek gebied moet zijn, moet de selectie van de monsterlocatie gebaseerd zijn op kennis van ruimtelijke differentiatie.

Voor de biomonitoring zijn ook ruimtelijke aspecten van belang. In het begin van een monitoringproject en verder eens in de 5 jaar vinden uitgebreidere survey's plaats om te testen of de vaste stations representatief zijn voor een groter gebied.

Om hieraan te voldoen wordt er gebruik gemaakt van de "stratified random sampling - methode".

Daarbij wordt het gebied op basis van beschikbare kennis van biota en abiota ingedeeld in deelgebieden of strata waaruit een statistisch berekend aantal monsters "at random" gekozen wordt. De indeling in strata wordt onder de aanname gedaan dat binnen de afzonderlijke strata sprake is van een homogene benthische verdeling (Elliott, 1983; Pielou, 1974; v.d. Meer, 1988).

WERKSCHEMA - Macrofauna

1. Monstername

1.1. Apparatuur/Reagentia

1.1.1. Voor macrofaunabemonstering

- Reineck boxcorer (opp. 0.068 m²)
- grote plastic bak (ca. 100 x 50 x 40 cm)
- zeef tafel (zeef ϕ = 1mm, met boven- en onderspoeling)
- schepje
- plastic potten (250 tot 2500 ml, waterdicht afsluitbaar) met opbergkist
- watervaste viltstiften
- met borax gebufferde 6% formaline (ca. 7 g borax op 1 l 40% formaline)
- tankje van ca. 10 l met aftapkraantje

1.1.2. Voor sediment analyse

- perspex steekbuizen (ϕ = 3.4 cm, lengte = 25 cm) met rubber stoppen
- plastic potten (250 ml)

1.1.3. Voor POC- en Chlorophyl-a.-analyse

- perspex steekbuizen (ϕ = 11 mm, lengte = 8 cm) met rubber stoppen
- kleine potjes (ca. 50 ml)
- diepvrieskist (-20°C)

1.2. Bemonstering

Op elk station ligt het schip gedurende de tijd van de monstername voor anker.

Bij de macrofaunabemonstering van het sublitoraal wordt gebruik gemaakt van een ronde Reineck boxcorer met een oppervlak van 0.068 m². Er is voor een boxcorer gekozen en niet voor een Van Veen happer omdat laatste een onderschatting van de biomassa van het macrobenthos kan veroorzaken doordat dieper levende dieren niet bemonsterd worden (Beukema, 1974; Farris & Crezée, 1976; Mulder et al., 1988).

Aan de andere kant heeft een Van Veen happer het voordeel dat hij niet zo gevoelig is voor de weercondities en daardoor met slecht weer langer doorgevoerd kan worden. Afhankelijk van het sedimenttype en de bodemfauna kan de Van Veen happer, ondanks zijn geringere penetratie, bij macrofauna onderzoek een acceptabel alternatief zijn voor de boxcorer (Essink, 1989).

Wat betreft het aantal genomen monsters moet de keuze gemaakt worden tussen een minimum aantal monsters om een mogelijk hoog percentage van soorten te bemonsteren en een maximum aantal monsternamen, die nog net efficiënt genoeg zijn (Mulder et al., 1988; v.d. Meer, 1988).

Bij een puntbemonstering worden 5 monsters per station en bij stratified random sampling wordt 1 monster per station genomen (Mulder et al., 1988; Groenewold & v.Scheppingen, 1990; GMS-1988-06-07).

Is de sedimentdiepte in de boxcorer minder dan $\pm$ 15 cm, dan moet opnieuw gemonsterd worden.

Zodra de boxcorer aan boord komt wordt de plastic bak (100 x 50 x 40 cm), die zo groot moet zijn dat hij binnen het frame van de boxcorer past, eronder geschoven. Daarna wordt de boxcorer voorzichtig in de bak geplaatst.

Vanuit de bak wordt het macrobenthos monster in zijn geheel, of bij een groot monster gedeeltelijk, in de zeef met ronde openingen ($\phi = 1$ mm) op de zeef tafel geleegd en met de bovenspoeling (zeewater) alles kleiner dan 1 mm door de zeef gespoeld. De ondergrens van de macrofauna is hiermee bepaald op 1 mm.

Tijdens of na de bemonstering moeten notities gemaakt worden die later van belang kunnen zijn, zoals bv. tijd en positie van de monstername, de toestand van het monster, weersomstandigheden, sporen van vervuiling of verhoogde algenconcentratie in het bovenstaande water. Deze worden vastgelegd op het monsterformulier.

Voor de metingen van de abiotische parameters worden bij elke bemonsteringsstrategie per boxcorer voor POC- en voor Chl.a.-bepaling ieder 2 steekbuizen ($\phi = 11$ mm) ± 3 cm diep en voor de sedimentanalyse 1 buis ($\phi = 3.4$ cm) ± 10 cm diep gestoken.

Worden er tegelijkertijd ook meiofauna monsters genomen dan kunnen de steekmonsters voor de abiotische parameters uit deze boxcorer genomen worden en anders is het noodzakelijk om naast de macrofauna monsters voor de analyse van abiotisch factoren nog een extra boxcorer te nemen.

1.3. Conservering/Opslag

Het achterblijvende residu wordt in zijn geheel met behulp van een schepje van de zeef tafel overgebracht in plastic potten. Afhankelijk van de hoeveelheid residu worden één of meerdere potten gebruikt.

Bij gebruik van meerdere potten worden deze doorgenummerd, omdat ze dan later beter terug te vinden zijn.

De gebufferde 40 % formaline wordt in een 10 l tankje met zeewater tot 6 % verdund (1 deel formaline op 5 delen zeewater) en de monster-potten er uit gevuld.

Aan elk monster wordt voldoende 6 % gebufferde formaline toegevoegd en vervolgens goed afgesloten en geschud. De monsters worden bij kamertemperatuur bewaard.

De sedimentmonsters worden in 250 ml potten bij kamertemperatuur bewaard en de POC- en Chl.a.-monsters direkt na de monstername ieder apart in een 50 ml potjes in de diepvrieskist bij -20°C ingevroren.

Op alle monsterpotten moet met een watervaste viltstift de coördinaten, de datum, het stations- en monsternummer vermeld worden.

2. Analyse - Macrofauna

2.1. Apparatuur/Reagentia

- zuurkast met spoelbak
- op de kraan aangesloten douchekop
- 50 μ m metalen zeef
- grove en fijne pincetten, scalpels
- witte plastic uitzoekschaal (50 x 30 x 7 cm)
- afzuigkap met verlichting
- petrischalen
- 4% formaline in spuitfles
- kleine glazen potjes met schroefdekseltjes, etiketten
- stereomicroscoop (vergroting 6 t/m 50 maal) met extra verlichting
- microscoop (vergroting 25 t/m 400 maal)
- objectglaasjes, voorwerp-glaasjes
- tellijst
- determinatiewerken
- genummerde porceleinen kroesjes
- geventileerde droogstoof en verassingsoven
- exsiccatoren met silicagel
- analytische balans (tot 0.1 mg nauwkeurig)

2.2. Spoelen

De in formaldehyde geconserveerde monsters moeten voor het uitzoeken in de zuurkast goed met leidingwater gespoeld worden, om restanten sediment en zoveel mogelijk van de formaline te verwijderen. Daarvoor wordt een zeef met een maaswijdte van 0.5 mm gebruikt, waarop de monsters met behulp van een op de kraan aangesloten douchekop gespoeld worden. Vanuit de zeef wordt het monster in een witte plastic uitzoekbak gespoeld.

Bij rijke monsters kan het lichte materiaal bestaande uit kleine dieren en fijn anorganisch materiaal gedecanteerd worden om het uitzoeken te vergemakkelijken. Daarvoor wordt het bovenstaande water afgegoten over een zeef (ϕ = 0.5 mm) en het residu in een aparte petrischaal gedaan.

2.3. Uitzoeken

Omdat het monster ondanks het spoelen nog steeds niet vrij van formaline is gebeurd het uitzoeken onder een met onderverlichting in de tafel ingebouwde afzuigkap. Door belichting zowel van onderen als van boven (bv. met een loeplamp) zijn de dieren beter te onderscheiden van de rest van het monster-materiaal. Tijdens het uitzoeken worden de dieren met behulp van pincetten in een petrischaal gebracht en grof voorgesorteerd.

2.4. Determineren

De dieren worden tot op soortsniveau gedetermineerd met behulp van een stereomicroscoop en wanneer nodig wordt er een preparaat van (een onderdeel van) een dier gemaakt en met een microscoop gedetailleerder bekeken. Daarvoor wordt het dier met een pipet op een objectglaasje gebracht en van boven met een voorwerp-glaasje ingesloten.

De dieren worden na de determinatie per soort in een kroesje gedaan ter bepaling van het asvrijdrooggewicht (ADW) (zie 2.5.). De gevonden aantallen per soort worden samen met het nummer van het kroesje genoteerd op een tellijst (zie bijlagen).

Geteld worden intacte individuen en bij in stukken gebroken wormen alleen de koppen, maar wel werden alle fragmenten verzameld tbv. biomassabepaling.

Er wordt bij de telling, als het op grond van de bemonsteringstijd in het jaar (in de zomer, na broedval) nodig is, onderscheid gemaakt tussen adulte en juveniele individuen van een soort.

2.5. Biomassabepaling

Voor het verassen worden de dieren per soort in een porceleinen kroesje verzameld. Zijn er te weinig of te kleine individuen van een soort gevonden dan worden de dieren uit meerdere monsters in kleine potjes voorzien van een etiket verzameld en later samen verast. Mollusca worden in hun schelp verast en grote exemplaren eerst stuk gemaakt om het droogproces te bespoedigen.

In een goed geventileerde droogstoof worden de dieren 60 uur bij 80 °C gedroogd en na afkoelen in een exsiccator tot 0.1 mg nauwkeurig gewogen op een analytisch balans. Deze is gekoppeld aan een Personal Computer (IBM compatible) waarmee de drooggewichten worden opgeslagen.

Gedurende 4 uur wordt het materiaal in een met een afzuiginstallatie voorziene oven bij 520 °C verast. Omdat de oven ca. 1 uur nodig heeft om op te warmen wordt de tijd klok op 5 uur gezet (Duineveld & Witte, 1987). Het veraste materiaal moet eerst in de oven en vanaf 125 °C in een exsiccator afkoelen en dan opnieuw gewogen worden. De metingen worden opgeslagen en met behulp van een spreadsheet programma (Symphony of Lotus) kan het asvrijdrooggewicht (ADW) berekend worden.

3. Analyse - Abiotische factoren

3.1. Sediment

Voor de sedimentanalyse wordt het slibgehalte (de fractie kleiner dan 61.5 µm), het zandaandeel (de fractie tussen 61.5 en 1879.9 µm) als ook het percentage kalk (afkomstig van het schelpmateriaal), het grind- en humusaandeel bepaald.

Met behulp van lasertechniek (Malvern 3600 D particle sizer) wordt van het zandaandeel de korrelgrootteverdeling automatisch vastgesteld (intern voorschrift DGW - Middelburg, W.Schreurs; in: Groenewold & v. Scheppingen, 1990).

3.2. Chlorophyl-a.

Bij de Chl-a.-bepaling wordt een afgewogen hoeveelheid bodemonmonster ge-extraheerd met 90% aceton door vermalen in een kogelmolen. Het extract wordt gecentrifugeerd en het supernatans geanalyseerd met behulp van een HPLC-apparaat. De elutie vindt plaats met een aceton-water gradiënt en de detectie gebeurt in een fluorimeter (extinctie-golflengte 430nm, emissie-golflengte 660nm) (intern voorschrift DGW - Middelburg, W.Schreurs; in: Groenewold & v. Scheppingen, 1990).

3.3. Organisch koolstof (POC)

Voor de POC-analyse wordt aan een hoeveelheid sediment bichromaatzwavelzuur toegevoegd waardoor koolstof (C) geoxideerd wordt tot kooldioxide (CO₂). Bij deze reactie wordt het bichromaat geoxideerd tot drie-waardig ionogeen chroom (Cr³⁺). Het gevormde Cr³⁺-ion wordt fotospectrometrisch bepaald (intern voorschrift DGW - Middelburg, W.Schreurs; in: Groenewold & v. Scheppingen, 1990).

4. Resultaten verwerken

4.1. Opslag van de gegevens

De verzamelde gegevens worden in de computer opgeslagen, om er mee te kunnen rekenen en statistische programma's op toe te kunnen passen.

Bij DGW-Middelburg zijn twee systemen ontwikkeld die gebaseerd zijn op een eigen standaard filestructuur voor de invoerfiles van de applicaties. De namen van deze systemen zijn 'BIO' en 'MAT' (Bil, 1988a,b).

Het BIO-systeem wordt vooral gebruikt om tellingen in op te slaan. Het MAT-systeem is breder toepasbaar en de invoerfiles bevatten matrixen met waarden. In de kop van elke MAT-file staan administratieve gegevens, zoals wat er in elke kolom staat. Rond de MAT-files zijn bij DGW algemeen toepasbare programma's gemaakt (Bil, 1988a,b).

Datafiles in het BIO-systeem kunnen worden omgezet naar datafiles in het MAT-systeem en v.v.. Uit het verwerkings-schema (zie bijlagen) is op te maken hoe het hele systeem in elkaar zit en wat er voor mogelijkheden zijn om daarmee te werken.

4.2. Verspreiding (dichtheid en biomassa)

De verspreiding van het macrobenthos wordt weergegeven in aantal soorten, biomassa (gr ADW/m²) en dichtheid (ind/m²).

Voor de verspreiding van de soorten wordt er gekeken bij welke systematische groep de dieren behoren (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Echinodermata en restgroep) en wat qua biomassa en dichtheid de belangrijkste soorten zijn.

Bovendien wordt van elke soort per station de frequentie, de gemiddelde dichtheid, biomassa en de standaarddeviatie berekend.

Van de biomassa en dichtheden worden per station gemiddelde waarden en maximum en minimum waarden berekend. Als het op grond van de bemonsterings-tijd in het jaar noodzakelijk is, moet voor de dichtheid onderscheid gemaakt worden tussen adulte en juveniele dieren.

4.3. Diversiteit

Er zijn diverse maten om de diversiteit van een gemeenschap te beschrijven. Dit kan zowel in aantal soorten (soortenrijkdom) als in spreiding van de individuen over de soorten (evenness).

Er is in dit geval gekozen voor een drietal indices (vgl. Groenewold & v. Scheppingen, 1990 ; Smol et al., 1989).

De dominantie index van Simpson, SI (Simpson, 1949) geeft de waarschijnlijkheid aan dat twee willekeurig getrokken individuen uit een monster tot de zelfde soort behoren.

De Heip-index voor evenness, E(H) (Heip & Engels, 1974) is een maat voor spreiding van de individuen over de soorten. Hoe hoger de index, des te hoger de spreiding.

De diversiteitsreeks van Hill, (N_a) (Hill, 1973) is een serie van in rangorde oplopende diversiteit. De index geeft voor een lage rangorde de diversiteit waarbij de nadruk op het voorkomen van zeldzame soorten ligt, terwijl bij hogere rangorde's de nadruk komt te liggen op de dichtheid van algemene soorten (Hill, 1973; Soetaert & Heip, 1990).

4.4. Classificatie

Vindt er in het kader van een monitoringsprogramma een uitgebreidere survey plaats, met het doel naar de ruimtelijke verspreiding van gemeenschappen te kijken, dan wordt er gebruik gemaakt van de clusteringsmethode TWINSpan (Two Way INdicator SPecies ANalyse) (Hill, 1979).

Een TWINSpan - programma werd gebruikt om verwantschappen en verschillen te vinden tussen stations. Op basis van een dichotome splitsing worden eerst de stations geklassificeerd en daarna de soorten. Het resultaat van deze klassificatie wordt verduidelijkt door middel van een 2-weg tabel (Groenewold & v. Scheppingen, 1990).

Andere mogelijkheden die nog nader bestudeerd kunnen worden, zijn DECORANA, CANOCO en KLUS.

4.5. Correlaties met (a)biotische factoren

Op basis van lineaire regressie wordt gekeken of er een verband bestaat tussen de verspreiding van het macrobenthos en het meiobenthos, en of de biotische factoren met abiotische parameters per monsterpunt correleren.

Bij vergelijking van de clusters die met de TWINSpan-clustering zijn berekend, wordt er gebruik gemaakt van een Kruskall-Wallis-toets (Siegel & Castellan, 1988). Daarbij wordt getoetst of de clusters significant verschillend zijn op grond van de genomen steekproeven.

Met behulp van Box- and Whisker-plots (Turkey, 1977) kan de mate van significantie in beeld gebracht worden.

5. Literatuur - Macrofauna

- Anonymus, 1988. Monitoringsprogramma voor de Waddenzee. Rijkswaterstaat, DGW, Directie Groningen, Directie Friesland, Directie Noord-Holland, Nota GWWS-88-003.
- Anonymus, 1988. Biologische monitoring. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, Dienst Getijdewateren, AXW-88.076.
- Anonymus, 1988. Guide-lines for monitoring methods to be used in the vicinity of platforms in the North Sea. Cooperating Marine Scientists a.s., GMS/ 1988-06-07: 32pp.
- Beukema, J.J., 1974. The efficiency of the Van Veen grab compared with the Reineck box sampler. *J.Cons.int.Explor.Mer*, 35(3): 319-327.
- Bill, W.D., 1988a. Programm's en bestanden rond MAT-structuren. Rijkswaterstaat (DGW), Nota GWIO-88.001.
- Bill, W.D., 1988b. Programm's en bestanden rond BIO-structuren. Rijkswaterstaat (DGW), Nota GWIO-88.002.
- Bos, H.R., S.A. de Jong, R.J. Leewis & W. Zevenboom, 1989. Verslag Benthos Workshop. Directie Noordzee (1^e Concept).
- Dalfsen, J. & S.E. Holtmann, 1989. De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee. Milzon-werkrapport dec. 1989.
- Elliott, J.M., 1983. Statistical analysis of samples of benthic invertebrates. Fresh-water Biological Association, Scientific Publication No. 25: 159pp.
- Essink, K., 1989. Bemonstering en analyse van macroscopische bodemfauna van het sublitoraal van de Waddenzee. Rijkswaterstaat (DGW).
- Farris, R.A. & M.Crezée, 1976. An improved Reineck Box for sampling coarse sand. -*Int. Revue ges. Hydrobiol.* 61: 703-705.
- Groenewold, A. & Y.C.M. van Scheppingen, 1988a. De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee. Milzon-benthos rapport nr. 02 (14-88). Rijkswaterstaat.
- Groenewold, A. & Y.C.M. van Scheppingen, 1988b. Verslag vaarpogramma Milzon-benthos zuidelijke Noordzee, voorjaar 1988. Milzon-benthos rapport nr. 03 (24-88). Rijkswaterstaat.
- Groenewold, A. & Y.C.M. van Scheppingen, 1989a. De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee, voorjaar 1988. Milzon-benthos rapport nr. 89-05 (MILZON 89-010). Rijkswaterstaat.
- Groenewold, A. & Y.C.M. van Scheppingen, 1989b. Verslag vaarpogramma Milzon-benthos zuidelijke Noordzee, 1989. Milzon-benthos rapport nr. 89-06 (Milzon 89-011). Rijkswaterstaat.
- Groenewold, A. & Y.C.M. van Scheppingen, 1990. De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee. De Noord-Nederlandse kustzone. Milzon-benthos rapport nr. 90-01 (MILZON 90-001). Rijkswaterstaat.
- Heip, C. & P. Engels, 1974. Comparing species diversity and evenness indices. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 54: 559-563.
- Heip, C., 1980. Meiobenthos as a tool in the assessment of marine environmental quality. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer* 179: 182-187.
- Hill, M.O., 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. -*Ecology* 54: 427-432.
- Hill, M.O., 1979. TWINSpan - A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. In: *Ecology and Systematics*, Cornell University, Ithaca, New York: 1-48.

- JMG, 1976. Purpose c: The assessment of the existing levels of marine pollution; purpose d: The assessment of the effectiveness of measures taken for the reduction of marine pollution in the frame work of the conventions. Joint Monitoring Group of the Oslo and Paris Commissions.
- Meer, J.v.d., 1988. Een optimal opzet van een bemonstering : lessen uit gestratificeerde aselechte steekproeven van macrobenthos. Concept - versie 1: 1-15.
- Mulder, M., W.E. Lewis & M.A. van Arkel, 1988. Biological effects of the discharges of contaminated drill-cuttings and water-based drilling fluids in the North Sea. NIOZ, Ecologisch Onderzoek Noordzee en Waddenzee: Boorspoeling II, NIOZ-rapport 1988-3.
- Pielou, E.C., 1974. Population and community ecology. Principles and methods. Gordon & Breach, New York. 424 pp.
- Rees, H.L., C. Heip, M. Vincx & M. Parker, 1989 (concept). The use of benthic communities in monitoring point-source discharges. ICES: 25pp.
- Siegel, S. & N.J. Castellan, 1988. Non-parametric statistics for the behavioral sciences. McGraw-Hill, Singapore: 399 pp.
- Simpson, E.H., 1949. Measurements of diversity. Nature, 163: 688-688.
- Smol, N., R. Huys & M. Vincx, 1989. Studie van het meiobenthos van een dumpingsgebied van titaandioxyde-afval in de Nederlandse kustwateren, periode 1986-1987. Rapport Rijkswaterstaat Directie Noordzee.
- Soetaert, K. & C. Heip, 1990. Sample-size dependence of diversity indices and the determination of sufficient sample size in a high-diversity deep-sea environment. Mar. Ecol. Prog. Ser. 59: 305-307.
- Turkey, J.W., 1977. Exploratory data analysis. Addison-Wesley, Reading: 688 pp.
- Vincx, M. & C. Heip, 1989 (concept). The use meiobenthos in pollution monitoring studies. A review. ICES.

5.1. Determinatiewerken

- Borghouts-Biersteker, C.H., 1983. Aasgarnalen (Mysidacea). K.N.N.V. No. 25: 11 pp.
- Chambers, S., 1985. Polychaetes from Scottish Waters, Part 2, Aphroditidae, Sigalionidae and Polyodontidae. Royal Scottish Museum Studies, Edinburgh: 38 pp.
- Christiansen, M.E., 1969. Crustacea, Decapoda, Brachyura. Universitetsforlaget, Oslo: 142 pp.
- Eibye-Jacobsen, D., 1988. A study of the taxonomy and phylogeny of the Phyllodocidae (Annelida: Polychaeta): 92 pp.
- Entrop, B., 1965. Schelpen vinden en herkennen. Thieme & Cie, Zuthpen: 324 pp.
- Grahan, A., 1971. British Prosobranchs and other operculate gastropod molluscs. Academic Press. London: 112 pp.
- Hartmann-Schröder, G., 1971. Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta. Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile, 58. Teil, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena: 594 pp.
- Holthuis, L.B. & G.R. Heerebout, 1986. De Nederlandse Decapoda (garnalen, kreeften en krabben). K.N.N.V. No. 179: 66 pp.
- Huwae, P.H.M., 1977. De isopoda van de nederlandse kust (Crustacea-kreeftachtigen). K.N.N.V. 118: 44 pp.
- Jones, N.S., 1976. British Cumaceans. Arthropoda : Crustacea. Synopses of the British Fauna, No. 7: 63 pp.
- Lavaleije, M.S.S., 1984. Crustacea van Nederland. K.N.N.V. No. 26: 23 pp.
- Lincoln, R.J., 1979. British marine Amphipoda : Gammaridea. British Museum (Natural History): 658 pp.
- Makings, P., 1977. British coastal Mysidacea. Field Studies. 4: 575-595.
- Naylor, E., 1972. British Marine Isopoda, Symposes of the British Fauna. Academic Press London: 87 pp.
- Tebble, N., 1976. British Bivalve Seashells. 2nd ed. Royal Scottish Museum Studies, Edinburgh: 212 pp.
- Tebble, N. & S. Chambers, 1982. Polychaetes from Scottish Waters, Part 1, Polynoidae. Royal Scottish Museum Studies, Edinburgh: 73 pp.
- Ziegelmeier, E., 1974. Die Schnecken (Gastropoda, Prosobranchia) der deutschen Meeresgebiete und brackigen Küstenwasser. Biologische Anstalt Helgoland: 66 pp.
- Ziegelmeier, E., 1974. Die Muscheln (Bivalvia) der deutschen Meeresgebiete. Biologische Anstalt Helgoland: 64 pp.

Diverse delen :

- * Die Tierwelt der Nord- und Ostsee
- * Synopses of the British Fauna (New Series)

BIJLAGEN

- * Tellingst - Macrofauna (voorbeeld)
- * Verwerkingsschema

Tellijst - Macrofauna (voorbeeld)

POLYCHAETA (KLASSE)		OLIGOCHAETA (KLASSE)		NELMUSCULA (KLASSE)	
ANAITIDES GROENLANDICA				ECHEMOCARDIUM CORDATUM	
ANAITIDES MACULATA					
ANAITIDES MUCOSA		CRUSTACEA (KLASSE)			
ANAITIDES ROSEA		AMPHIPODA (ORDE)		OPHEIURIDEA (KLASSE)	
ARENICOLA MARINA		ATYLLUS FALCATUS		OPHIURA TESTURATA	
ARICIDRA MINUTA		BATHYPOREIA		OPHIURA ALBIDA	
AUTOLYTUS SPEC		COROPHION			
CAPITELLA CAPITATA		GAUDARDUS			
CHAETOSOMA SETOSA		HAUSTORIUS ARDUARIUS			
ETEBONE LONGA		HELIETA		NELOUSCA (PYLON)	
ETEBONE FLAVA		MICROPOTUS MACULATUS		LAMELLIBRANCHIA (KLASSE)	
ETEBONE FOLIOSEA		PONTOCRATUS ARENARIUS		ABRA ALBA	
FUMIDA SANGUINEA		PONTOCRATUS ALTAMARINUS		ABRA PRISMATICA	
HARMOTHEE LUNULATA		UROTHEE BREVICORNIS		ABRA TENUIE	
HARMOTHEE		UROTHEE POSEIDONIS		TELLINA FANULA	
HEPTEROMASTUS FILIFORMIS				TELLINA TENUIE	
LAPICE CORCHILEGA				CERASTODERMA EDULE	
MAGELONA PAPILLICORNIS				DORAX VITTATUS	
MICROPOTALMUS LISTENSIS				ERIS SPEC	
MICROPOTALMUS SIMILIS				MACOMA BALTICA	
NEPHTIS CASCA		DECAPODA (ORDE)		MACOMA CORALLINA	
NEPHTIS CITRORA		CARCINUS MAERAS		MONACUTA PERRUGINOSA	
NEPHTIS HOMBERGII		CRANGON ALBAE		MYA ARENARIA	
NEPHTIS LONGICORNIS		CRANGON CRANGON		MYA TRUNCATA	
NEREIS DIVERSICOLOR		LIOCARCINUS BOLLEATUS		MYELLA BIDENTATA	
NEREIS LONGICORNIS		LIOCARCINUS FURCA		MYTILUS EDULIS	
NEREIS SUCCINEA		TELA SCUTELLATA		PETRICOLA PROLADIFORMIS	
NEREIS VIRENS				SCROBICULARIA FLAVA	
OPELLEA LIDACINA				SPISULA ELLIPTICA	
OPELLEA RATHKEI				SPISULA SUBTRUNCATA	
OWENIA FUSIFORMIS		CORACIA (ORDE)		VENERUPIS PULASTRA	
PARALIS FULGENS		DIATYLIS BRADYI			
PECTENARIA ROBERTI		DIATYLIS RATHKEI			
PHOLUS MINUTA		LAUROPS PASCATA			
POLYDORA CILIATA		PSEUDONYMA LONGICORNIS			
POLYDORA LIGTI					
PSEUDOPOLYDORA PULCHRA				CASTROPODA (KLASSE)	
PTEOSPIO ELEGANS				HYDROBIA ULVAE	
SCOLELEPIS BOMBIERI		ISOPODA (ORDE)		LITTORINA LITTOREA	
SCOLELEPIS FOLIOSEA				MAFICA ALDERI	
SCOLELEPIS SQUAMATA					
SCOLOPLOS ANKIER		HYDROBIA (ORDE)			
SPIO FILICORNIS		GASTROSCACUS SPINIFER			
SPIOPHANTUS BOMBYX		SCHISTONYCTIS KERVILLI			
STREPTOSTYLIS WESTERII					
THALYS MARIONI					
		NEUROBIOLOGIA (PYLON)			
		ASTERIODIA (KLASSE)			
		ASTERIAS RUBENS			

Verwerkings-schema Bio-gegevens op de PC en HP-1000 ()

— File

Programma

