

De zee als uitdaging

door

H. Postma

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

PUBLICATIES EN VERSLAGEN:

nummer 1971-5

13044

De zee als uitdaging

door

H. Postma

(Intern verslag)

Voordracht gehouden

bij de

CEMY - jubileumbijeenkomst

"Bezigheden Buitengaats"

te

Utrecht

24 mei 1971

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

PUBLICATIES EN VERSLAGEN:

nummer 1971-5

Rechten voorbehouden

Van interne verslagen zijn nadruk of aanhalingen slechts toegestaan met uitdrukkelijke toestemming van het NIOZ.

## De zee als uitdaging

door

H. Postma

Vele duizenden jaren heeft de mens de zee gebruikt als transportweg, voor het verzenden van voedsel en voor het winnen van zout, doch pas in deze eeuw en vooral in de laatste twintig jaar is men de mogelijkheden voor de exploitatie van de oceanen grondig gaan bestuderen. Hiervoor zijn verschillende oorzaken. Door de snelle bevolkingsgroei en industrialisatie is de behoefte aan voedsel en aan allerlei soorten mineralen sterk gestegen en daarmee de verwachting dat de zee een deel van deze behoefte zal kunnen dekken. Tegelijkertijd maakt de technologische vooruitgang het mogelijk allerlei bronnen aan te boren die zowel letterlijk als figuurlijk vroeger onbekend of onbereikbaar waren of waarvan de exploitatie vroeger niet mogelijk was. Het oceanografisch onderzoek tenslotte verschaft de gegevens over de processen die zich in zee afspelen, de kennis van wat en waar in zee is te vinden en de aanwezige hoeveelheden.

Met enige opzet noem ik het onderzoek het laatst, want het is merkwaardig te constateren hoe langzaam dit eigenlijk op gang is gekomen. Nog steeds speelt een door de eeuwen overgeleverd vakmanschap bij de benadering van de problemen waarvoor de zee ons stelt een grote rol, in de visserij, in de scheepsbouw, in de aanleg van kunstwerken voor de kustverdediging, enzovoort. Bijna mythisch is die benadering als gesteld wordt dat de hulpbronnen van de

oceanen onuitputtelijk zijn of dat de zee bijkans oneindige hoeveelheden afval kan verwerken.

Een andere reden voor de langzame vordering van het oceanografisch onderzoek is gelegen in het feit dat dit betrekkelijk duur is. Voor het werken in open zee zijn relatief grote en kostbare schepen nodig en ingewikkelde, vaak kwetsbare, meetinstrumenten. De enorme dimensies van de oceanen alleen al maken dat onderzoek naar allerlei aspecten alleen op lange termijn tot resultaten leidt. Zelfs een klein en ondiep zeegebied als de Noordzee heeft nog altijd een oppervlak van meer dan een half miljoen  $\text{km}^2$  en een inhoud van meer dan  $50.000 \text{ km}^3$ .

Aan de hand van voorbeelden uit dit zeegebied wil ik proberen duidelijk te maken wat er in grote trekken over bekend is, welk onderzoek er in de naaste toekomst zou moeten worden verricht en op welke manier dit zou dienen te worden uitgevoerd. Ik neem de Noordzee omdat deze het dichtst bij huis is, waarbij echter wel moet worden bedacht dat we uiteraard over dit gebied al veel meer weten dan over de meeste andere delen van de oceaan.

De eerste vraag die men zich zal stellen is: wat is er bekend over de waterbeweging. Deze bestaat uit de getijbeweging, reststromen en de door deze stromen veroorzaakte turbulente menging van watermassa's. Een grondige kennis van de waterbeweging is van groot belang voor het bouwen van kunstwerken, de beweging van zand en slib en zwevende organismen en het transport van rivier- en afvalwater. Over de getijbeweging zijn we vrij goed ingelicht, al laat vooral onze kennis over de horizontale getijbeweging in diepere waterlagen nog veel te wensen over. Ik ga nu voorbij aan het probleem van de meting en voorspelling van aperiodieke extra hoge

waterstanden, zoals stormvloed, en van extra lage waterstanden. De laatste worden steeds belangrijker in verband met de diepgang van de grote tankers. Wat de reststromen betreft weten we globaal hoeveel water door het Nauw van Calais de Noordzee binnenkomt en hoeveel rondom Schotland. Deze kennis hebben we grotendeels te danken aan stroommetingen op een aantal lichtschepen, incidentele metingen met onderzoekingschepen, drijfvlsexperimenten en theoretische beschouwingen. Op enkele uitzonderingen na echter zijn zelfs de metingen van de lichtschepen, die toch het eenvoudigst en goedkoopst zijn, niet consequent doorgevoerd. Zo heeft men bijvoorbeeld een aantal jaren de stroom gemeten van een lichtschip in het Nauw van Calais en het daarna weer opgegeven, hoewel bekend werd dat de stromen hier zeer variabel zijn en er daardoor, ofschoon het water hier meestal de Noordzee binnenstroomt, ook tijden zijn waarin de reststroom zich uit de Noordzee naar het Kanaal beweegt. Het heeft geen betoog hoe belangrijk het is van deze variaties op de hoogte te zijn.

Wil men zich een consequent en praktisch bruikbaar beeld van het stromingspatroon van de Noordzee en de variaties op dit patroon vormen dan moet in dit gebied een permanent meetnet van instrumenten worden geplaatst, waarmee behalve stroomsnelheid en -richting ook meteorologische gegevens zoals windsnelheid en -richting worden verzameld. Over andere variabelen die een dergelijk net zou kunnen registreren zal ik straks spreken. Er zijn verschillende vormen van registratie en verwerking van gegevens beschikbaar, zodat hier geen grote technische moeilijkheden liggen. Het grootste probleem is dat de Noordzee zeer intensief wordt bevaren en bevestigd, waardoor bijzondere veiligheidsmaatregelen noodzakelijk zijn, wil men niet te

veel apparatuur verliezen. Ook zijn er nog geen internationale afspraken over de wettelijke status van boeien buiten de territoriale wateren.

Het water stroomt niet alleen, naburige watermassa's mengen zich met elkaar en deze met andere, een proces dat de verspreiding van opgeloste en zwevende stoffen in hoge mate bevordert. Deze turbulente diffusie is de laatste jaren op verschillende plaatsen in de Noordzee gemeten, veelal ten behoeve van de aanleg van pijpleidingen voor afvalwater. Een eenvoudige en elegante methode is het in het water brengen van een kleurstof die nog in grote verdunning te meten is en daardoor op grote afstand te volgen. Enkele belangrijke theorieën betreffende de turbulente diffusie zijn op die manier op hun geldigheid beproefd. De dimensie van het experiment is daarbij van groot belang en het is, met name maar niet alleen voor het afvalwateronderzoek, essentieel dat spoedig metingen op grote schaal worden verricht.

De tweede vraag is die naar onze kennis van de Noordzeebodem. De morfologie van het Noordzeebekken is in belangrijke mate bepaald door de condities na de laatste ijstijd. Omstreeks 15000 jaar geleden stond de zeespiegel 150 meter lager dan vandaag en lag de zuidelijke Noordzee grotendeels droog. Dit heeft zijn stempel gedrukt op de verdeling en de eigenschappen van de bodemsedimenten. De bodem van het zuidelijk Noordzeegebied bestaat in hoofdzaak uit vrij grof zand met een korrelgrootte van een halve tot een tiende mm en wat grind. De mineralogie van dit gebied is vrij goed bekend en tot op zekere hoogte ook de chemische samenstelling van de sedimenten. Het grootste deel van de zuidelijke Noordzee kan men het beste vergelijken met een zandwoestijn. Een van de merkwaardigste aspecten is de

aanwezigheid van grote zandduinen of liever zandgolven, die het grootst zijn in een streek 50 km benoordwesten Hoek van Holland. Zij bereiken daar een hoogte van 10 meter en een lengte van 200-500 m. De toppen liggen loodrecht op de richting van de sterkste eb- en vloed- stromen en de duinen zijn asymmetrisch, d.w.z. de ene helling is steiler dan de andere. Op grond hiervan is wel zeker dat langs het grootste deel van onze kust de duinen naar het noorden worden verplaatst, doch deze verplaatsing gaat zo langzaam, misschien een meter of tien per jaar, dat de snelheid nog niet met zekerheid is vastgesteld. Exacte meting hiervan is onder anderen van groot belang voor de aanleg van constructies in zee en van pijpleidingen over de zeebodem; ook voor het uitbaggeren van scheepvaartroutes.

Tussen de duinen en de kust bevindt zich een zône die min of meer is afgevlakt door golfwerking. Deze schijnt in de winter gemiddeld ongeveer twee maal zo breed te zijn als in de zomer, d.w.z.  $\pm 20$  in plaats van  $\pm 10$  km en hier vinden dus in elk geval aanzienlijke zandbewegingen plaats, bewegingen die corresponderen met de jaarcyclus van ophoging en verlaging der stranden.

Een uitvoerig onderzoek naar de bodemverplaatsingen is daarom van groot belang. Dit houdt tevens in onderzoek naar de beweging van sediment in suspensie. Behalve zand zijn er aanzienlijke hoeveelheden fijn slib langs onze kust in beweging; het laatste is in het algemeen de voornaamste fractie van het zwevende materiaal. De derde vraag die daarom moet worden gesteld is die naar de samenstelling, de herkomst en het transport van het slib in de Noordzee.

Dit probleem is zo gecompliceerd als de samenstelling van het slib zelf. Om het wat te vereenvoudigen beperken we ons tot het slibtransport langs de Nederlandse kust. Het overgrote deel van dit

materiaal is afkomstig uit de grote rivieren, in hoofdzaak de Rijn, en reeds binnengaats ondergaat het bepaalde veranderingen wat betreft korrelgrootte, gehalte aan organische stof en bepaalde geadsorbeerde bestanddelen. Op de woelige bodem van de zuidelijke Noordzee vindt dit materiaal geen langdurige rustplaats. In eerste instantie wordt het met het Rijnwater langs onze kust naar het Noorden getransporteerd, maar al spoedig scheiden zich de wegen, waarbij het slib de kust houdt en het rivierwater gaandeweg meer zeewaarts uitwaaiert. Het mechanisme dat deze merkwaardige scheiding veroorzaakt wil ik hier buiten beschouwing laten. Hoofdzaak is dat op deze wijze vermoedelijk het overgrote deel van het slib in het Waddengebied terecht komt. Helemaal zeker is dit echter niet en een uitgebreider onderzoek naar het slibtransport in de Noordzee lijkt zeer gewenst, waarbij vooral zou moeten worden nagegaan hoeveel materiaal naar de diepere delen van de Noordzee benoorden de Doggersbank wordt vervoerd.

Aan het slib kunnen verschillende stoffen, ook verontreinigers zijn geabsorbeerd en op die manier in de Waddenzee terecht komen. Onderzoek naar de geaccumuleerde stoffen, waaronder zware metalen, is in volle gang. Dank zij moderne chemische en fysisch-chemische methoden kan het slib thans tot in zijn kleinste componenten in het laboratorium worden geanalyseerd. Er is echter nog niet veel zicht op automatische registratie door een in zee geplaatst meetnet, met uitzondering van de mogelijkheid door optische methoden via de troebelheid het slibgehalte te meten.

De vierde vraag is die naar onze kennis van de chemische samenstelling van het Noordzeewater. Van belang is in de eerste plaats het totaal gehalte aan zouten. Dit bepaalt de bruikbaarheid

van het water voor allerlei doeleinden, en is, met de temperatuur, de belangrijkste factor voor het leven in zee. Temperatuur en zoutgehalte samen bepalen tevens het soortelijk gewicht van het water en daardoor mede de waterbeweging. Over de verdeling van het zoutgehalte in het Noordzeegebied is zeer veel onderzoek verricht, zodat we hierover goed zijn ingelicht. De voornaamste invloeden die het zoutgehalte reguleren zijn de aanvoer van oceaanwater via het Kanaal en rondom Schotland en van inkomend rivierwater, inclusief dat uit de Oostzee. Het zoutgehalte vertoont belangrijke verschillen tussen de seizoenen en van jaar tot jaar, in hoofdzaak als gevolg van verschillen in rivierafvoer, maar ook door verschillen in de aanvoer van Atlantisch water. Daarnaast is er ook een grote variabiliteit op korte termijn door meteorologische omstandigheden. Plaatselijk speelt verder het getij een grote rol. Vooral voor het meten van deze variabiliteit zou registratie door een meetnet van veel belang zijn. Technisch is het zoutgehalte eenvoudig continu te bepalen via het geleidingsvermogen van het water.

Het totale zoutgehalte geeft tevens informatie over de concentratie van de voornaamste electrolyten, zoals Na, Mg, K, Cl en  $\text{SO}_4$ , maar niet over het gehalte van sporenelementen. Het onderzoek naar de laatste is daardoor minder ver gevorderd. Vrijwel alle elementen van het periodiek systeem komen van nature in zeewater voor, maar met name in de zuidelijke Noordzee begint de aanvoer van het land, via de rivieren, voor veel soorten te domineren. Er wordt tegenwoordig nog al eens gespeculeerd over het winnen van sporenelementen uit zee, doch op het ogenblik is het voor de meeste van deze zo dat er veel meer van naar zee wordt afgevoerd dan er wordt uitgehaald.

Van een groep sporenelementen zijn we goed op de hoogte, namelijk

van zogenaamde voedingszouten, stoffen die van belang zijn voor de plantengroei: fosfor- en stikstofverbindingen en silicaten. Voor de eerste twee geldt, dat de concentraties in het rivierwater en daardoor ook in de zuidelijke Noordzee de laatste decennia enorm zijn toegenomen, waardoor de biologische productiviteit van dit gebied eveneens sterk is gestegen. Op het laatste kom ik straks terug.

Het is mogelijk met behulp van deze sporenelementen en enkele andere waterbestanddelen onderscheid te maken tussen water van verschillende rivieren en dus hun relatief aandeel in mengsels met Noordzeewater. Op die manier kan men bewesten Zeeland water van Rijn en Schelde van elkaar onderscheiden. Dit is onder anderen van belang om na te gaan hoe de grens tussen deze beide watersoorten zal verschuiven na uitvoering van de Deltawerken en of het rivierwater zich daarna dichterbij de kust zal bewegen.

De analysemethoden voor de bepaling van chemische elementen in zeewater ondergaan de laatste jaren een snelle ontwikkeling in de richting van automatisering en continue meting met opnieuw als uiteindelijk doel de registratie door een meetnet. In dit geval is zo'n net in de eerste plaats van belang om de vinger op de pols te houden van een steeds sterker met afvalstoffen belaste Noordzee.

De besproken kennis van de stromen, de bodem en de eigenschappen van het water vormt de achtergrond voor het oplossen van biologische problemen. Het biologisch zeeonderzoek heeft zoveel facetten dat ik me hier wil beperken tot één kant, de biologische productiviteit.

In zee, evenals op het land, zijn alle organismen onderdeel van een voedselketen, die steunt op de vastlegging van zonneenergie door planten, de zogenaamde primaire productie. De primaire producenten in zee zijn in hoofdzaak microscopische planten, het phytoplankton.

Behalve licht hebben deze voedingszouten nodig en de stijging van het gehalte in het water van de zuidelijke Noordzee heeft zeker een verhoging van de primaire productie in de laatste jaren tot gevolg gehad. Hoe sterk die verhoging is, is echter niet bekend en zal in de komende tijd nader moeten worden bestudeerd, waarbij men er op bedacht zal moeten zijn dat de productie elk jaar weer een beetje hoger zal kunnen worden.

Op het eerste gezicht lijkt verhoging van de primaire productie alleen maar gunstig, omdat meer voedsel voor andere organismen ter beschikking komt, doch de ervaring in andere zeegebieden heeft geleerd, dat te vergaande eutrophiering leidt tot de ontwikkeling van giftige planktonsoorten en zuurstofarmoede in diepere waterlagen. Dat deze verschijnselen langs onze kust nog niet of nauwelijks zijn opgetreden is te danken aan de grote troebelheid van het water, waardoor het licht er niet ver in doordringt en aan de sterke turbulentie, die de doorluchting bevordert. Een goede maat om te constateren dat er iets mis gaat is meting van het zuurstofgehalte en de zuurgraad van het water. Zulke metingen zouden eveneens onderdeel kunnen zijn van een permanent meetnet. De primaire productiemeting zelf is niet eenvoudig te automatiseren.

Van de grote hoeveelheden organische stof die door de primaire productie beschikbaar komen profiteert het zoöplankton en de bodemdieren. Eerder in dit betoog is een vergelijking gemaakt tussen de Noordzeebodem en een zandwoestijn. Deze vergelijking gaat in zo verre niet op dat in het zand vrij veel schelpen en wormen leven. Over de bevolkingsdichtheid en de productie van zoöplankton en benthos is onvoldoende informatie beschikbaar, zodat ook hieraan in de komende tijd veel aandacht zal moeten worden besteed. De zo genoemde

secundaire productie vormt de basis voor wat men de tertiaire productie zou kunnen noemen: die van crustaceeën en vissen. De vraag of ook secundaire en tertiaire productie van de zuidelijke Noordzee door de eutrophiering van dit gebied zijn gestegen kan nu nog niet worden beantwoord.

Uit dit betoog blijkt dat alle onderdelen van wetenschappelijk zeeonderzoek met elkaar samen hangen. Verder zal duidelijk zijn geworden dat voor het oceanografisch onderzoek de zee al ver binnengaats begint. Buitengaats komt men al spoedig in gebieden met problemen, waar meerdere landen in zijn geïnteresseerd. Voor de Noordzee ligt dit wel sterk voor de hand, maar het geldt evenzeer voor de oceanen. Er is dan ook veel internationale samenwerking bij het onderzoek, wat ook in verband met de hoge kosten die aan het werk op zee zijn verbonden alleen maar kan worden toegejuicht. Verschillende internationale organen, zowel in wetenschappelijk als in gouvernementeel verband, proberen die samenwerking te bevorderen door het uitvoeren van gezamenlijk onderzoek, het standaardiseren van meetmethoden en het uitwisselen van gegevens en onderzoekers.

Internationale samenwerking is sterk gestimuleerd door het feit dat buiten de territoriale wateren tot voor kort ieder vrij was te gaan en te onderzoeken wat men wilde. Het door Hugo de Groot omstreeks 1600 ontwikkelde concept van "mare liberum" of de vrije zee is tot de laatste wereldoorlog gemeengoed geweest. In het oude concept hadden de territoriale wateren een breedte van slechts drie zeemijlen, de afstand van een ouderwets kanonschot.

De steeds intensiever wordende exploitatie van de zee en de verwachtingen voor de toekomst hebben in de laatste tijd geleid tot

een toenemende ambitie van individuele naties de exploitatie en exploratie van grote stukken zeegebied exclusief voor zich op te eisen. In 1945 verklaarde President Truman dat de zeebodem van het vastelandsplat rondom de Verenigde Staten eigendom is van dit land. Dit was vooral van belang voor de Golf van Mexico, waar rijke oliebronnen waren gevonden. Spoedig daarna breidden de Latijns Amerikaanse landen hun soevereiniteit en jurisdictie uit tot niet minder dan 200 mijlen van de kust, hoewel hier het vastelandsplat vaak maar een paar mijl breed is. De voornaamste reden was in dit geval de visserij. Vele andere landen begonnen deze voorbeelden in meerdere of mindere mate te volgen.

Een en ander veroorzaakte een toenemende verwarring. Om hier een eind aan te maken werd in 1958 een conferentie van 88 landen gehouden, die leidde tot de "conventie van Genève". Deze geeft soevereine rechten over het continentale plat aan de aangrenzende staat betreffende exploratie en exploitatie, waarbij de buitenste grens van de shelf wordt gedefinieerd door de dieptelijn van 200 meter "of zoveel verder zeewaarts als technisch mogelijk is". Deze open definitie maakt het echter aan technisch ontwikkelde landen in principe mogelijk hun soevereiniteit nog veel verder uit te breiden.

De vrees dat dit zal gaan gebeuren leidde tot een intensieve bemoeienis van de Verenigde Naties met dit probleem. In 1967 stelde Malta een verdrag voor waardoor de opbrengsten van exploitatie buiten het vastelandsplat ten goede zouden komen aan de arme landen. Het laatste woord is hierover nog lang niet gezegd.

De tendens tot het trekken van grenzen op zee werkt negatief op het oceanografisch onderzoek. Uit de gegeven voorbeelden voor de

Noordzee zal duidelijk zijn dat oceanografische fenomenen zich nu eenmaal niet storen aan politieke grenzen. Evenmin is er een scheidingslijn te trekken tussen exploratie en wetenschappelijk zeeonderzoek. Allicht ontstaat er een situatie waarin reeds het nemen van een eenvoudig watermonster door de een met argusogen wordt gadeslagen door de ander. Er zal met alle inzet naar moeten worden gestreefd de vrijheid van het wetenschappelijk onderzoek ter zee, voor de meerderheid der oceanografen een van de aantrekkelijkste kanten van hun vak, maar ook ter wille van het niveau van het werk, te handhaven.