

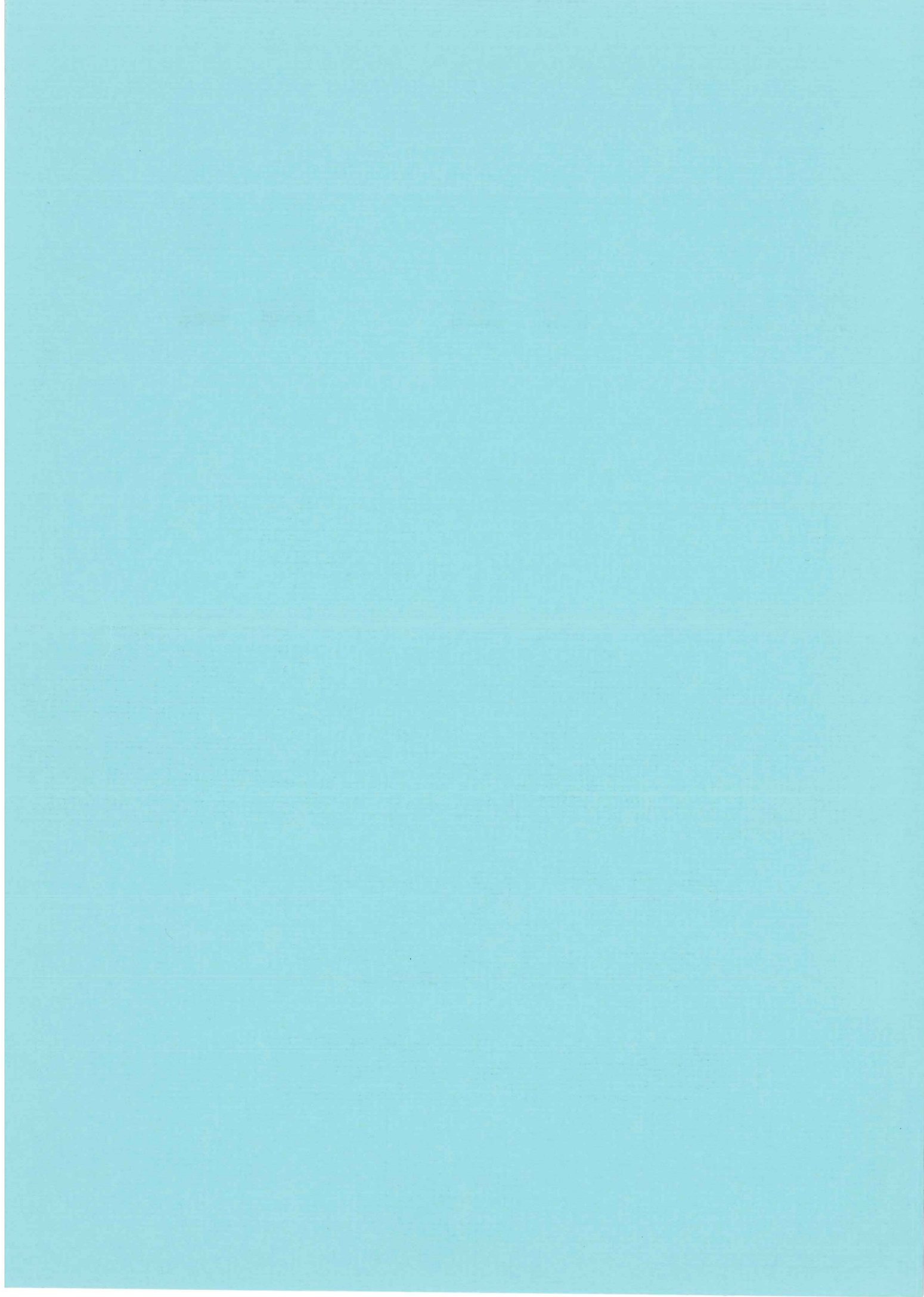
het knmi
en de zee
1950-1980

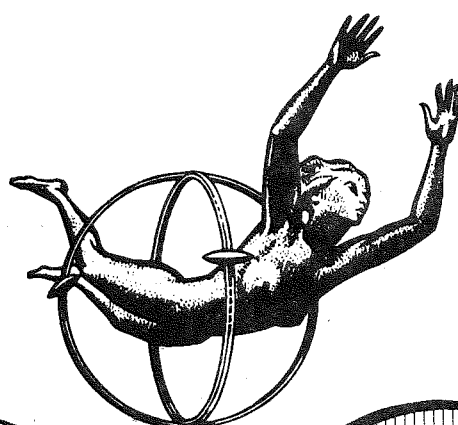
Instituut

Kon. Ned. Meteor. Inst.

De Bilt

VIII.a.188.





het knmi
en de zee
1950-1980

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut.

Publikatie no. 157.

Het KNMI en de zee, 1950 - 1980.

Bijdragen bij zijn afscheid van het
Koninklijk Nederlands Meteorologisch
Instituut op 28 maart 1980 aangeboden
aan Prof. Dr. R. Dorrestein.

Onder redactie van L. Otto en M.P. Visser.

De Bilt, 1980.

Kon. Ned. Meteor. Inst.

De Bilt

VIII.a.188.

Publikatienummer: K.N.M.I. 157.

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut,
Oceanografisch Onderzoek,
Postbus 201,
3730 AE DE BILT,
Nederland.

Technische uitvoering: typewerk Mw. G. de Graaf-Boshuis
tekenwerk J. van den Berg, G. Jansen
drukwerk J.J. Wittebol
C.R.H. Holland
M.G.M. Heunks

PROLOOG.

Reeds in het najaar van 1978 werd het eerste plan geboren om dit boekje te maken. Om twee redenen leek het ons fijn dit te gaan doen.

Ten eerste is het zinvol en prettig om eens de revue te laten passeren wat er allemaal gebeurd is in dertig jaar werk van het KNMI op zee. Eens even, op een iets andere wijze dan in jaarverslagen mogelijk is, de essentiële dingen naar voren halen, de continuïteit en de eventuele trends en soms ook de breekpunten zichtbaar maken. Nog vaak wordt het KNMI vereenzelvigd met "weersverwachting", en nog te weinig is bekend wat er op het instituut verder gebeurt, niet alleen aan onderzoek van de atmosfeer maar ook aan onderzoek van de zee.

Ten tweede is er de wens om op deze wijze het zoeklicht te richten op de rol van Dr. R. Dorrestein als medewerker en als directeur van de afdeling Oceanografisch Onderzoek van het KNMI. Zowel voor hemzelf als voor ons lijkt het een prettige zaak zo'n overzicht te hebben. Een soort verlies- en winstrekening, plus balans. Met opzet schrijven we lijkt, want we hebben van te voren geen overleg gepleegd met hem die nu afscheid gaat nemen.

Het feit dat dit boekje een periode van dertig jaar beslaat, maakt het voor een meteorologisch instituut alleen maar aantrekkelijker; immers, dat is de tijdsperiode die is vastgesteld voor bepaling van het klimaat. Overigens, het "werkklimaat" is op de afdeling O.O. in die periode altijd erg goed geweest. Daaraan heeft Dorrestein altijd een grote bijdrage geleverd. De menselijke factoren wegen bij hem zwaar. Wat dat betreft laten we hem node gaan.

We zijn erg blij dat zoveel mensen positief hebben willen bijdragen aan het maken van dit boekje.

Mensen van binnen de afdeling Oceanografisch Onderzoek, die zelf zeer nauw zijn betrokken bij wat er in beschreven staat.

Kollega's van andere afdelingen binnen het KNMI.

Vakgenoten en anderen waarmee contacten bestaan, en waarmee werd samengewerkt in de achterliggende periode.

In gevarieerde artikelen, foto's en citaten hebben we getracht die periode te vangen en vast te leggen. Dat is uiteraard slechts fragmentarisch gelukt, maar hopelijk voldoende om buitenstaanders een beeld en ingewijden een herinnering te geven van het werk van het KNMI op zee in de afgelopen periode.

Hoewel met toestemming van de hoofd directeur, heeft de redaktiekommissie een aantal maanden enigszins "in het verborgene" gewerkt. Zoveel mogelijk hebben wij ons beperkt tot puur redactioneel werk, zo min mogelijk ingrijpend in teksten die door anderen zijn geschreven. In het volgende zal de lezer dan ook een zekere variatie aantreffen in trant en stijl, die hopelijk de veelzijdigheid van dit boekje ten goede komt zonder afbreuk te doen aan de leesbaarheid.

Met dank aan allen die hebben medegewerkt aan dit boekje, zenden wij het hierbij de wereld in.

de kommissie van redactie

L. Otto
M.P. Visser.

BIJDRAGEN IN PROZA.

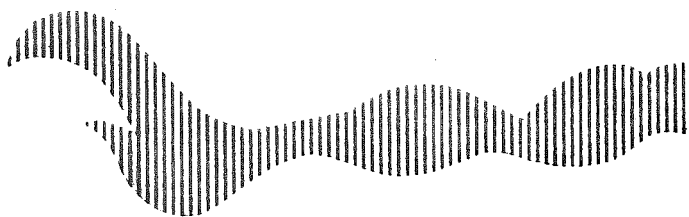
	<u>pag.</u>
Het KNMI en de zee 1950 - 1980, H.C. Bijvoet.	3
Grepen uit de geschiedenis van het fysisch zeeonderzoek in Nederland, P. Groen.	5
Terugblik, M.P. Visser.	11
Literatuurlijst.	21
Herinnering, M.P.H. Weenink.	29
Overzicht van schepen die in de afgelopen vijftientig jaren ten be- hoeve van de afdeling Oceanografisch Onderzoek van het KNMI zijn inge- zet voor oceanografische waarnemingen, A.J. de Graaff.	35
Ervaringen op en met Hr.Ms. Tydeman, G.J. Prangma.	43
Ontwikkeling oceanografische instrumentatie sedert 1950, C. Kraan.	47
Oceanografische gegevens, Paul Geerders.	58
Gevonden voorwerp I en II, E.G. de Boer.	61
Het meten van de wind dicht boven de golven, W.A. Oost.	67
Oceaan en atmosfeer, J. Oerlemans en C.J.E. Schuurmans.	71
Onderzoek van de zwaartekracht en van het geomagnetisme op zee, J. Veldkamp.	87
Dertig jaar golfonderzoek en het KNMI, E. Bouws en G.J. Komen.	95
Windeffekten op de Noordzee, H. Timmerman.	121
Het KNMI en de hydrografie van de Noordzee, H.W. Riepma.	137
Betekenis van "hydrografie" voor de visserij, K.H. Postuma.	151
KNMI en scheepvaart, L.J. Mahieu.	155
Oceanografie - betekenis voor de koopvaardij, A. Wepster.	161

	<u>pag.</u>
Scheepsroutering, C.G. Korevaar.	163
Het KNMI en de Rijkswaterstaat en het fysisch-oceanografisch onderzoek (speciaal m.b.t. de watercirculatie), Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging.	167
Het Waterloopkundig Laboratorium en het KNMI, J.E. Prins.	173
Raakvlakken in het onderzoek van zeegolven aan het KNMI en de Technische Hogeschool te Delft, J.A. Battjes.	177
Onderscheidingen en beloningen, L.J. Mahieu.	181
Bijzondere verschijnselen, G.E. Venendaal.	185
Het NIOZ en het KNMI, H. Postma.	189
Maritiem onderwijs en instructie en het KNMI, M.P. Visser.	193
De toekomst van het onderzoek aan golven en stromingen op de Noordzee, H. Tennekes.	199
Oceanografie: groeien binnen en buiten de grenzen, L. Otto.	203

Het begin van deze afdeling ligt in de vorige eeuw, bij de oprichting van het KNMI. We gaan dat hier niet allemaal ophalen, slechts met een enkel woord zij er hier en daar aan herinnerd.

Om op het goede spoor te komen is het voldoende iets aan te stippen uit de dertiger jaren, en de opbouwfase na de tweede wereldoorlog te memoreren. Daarna, in 1949, gaat het hier beschreven tijdvak aanvangen.

Positieve en negatieve ervaringen wisselen elkaar soms af, het blijft echter voornamelijk een achteromzien.



De betrokkenheid van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut bij de zee dateert al van 1854 toen bij de oprichting het Instituut mede belast werd met het verzamelen en bewerken van meteorologische waarnemingen verricht aan boord van schepen. Daarbij is het in de loop der jaren niet gebleven.

De scheepvaart, in het midden van de vorige eeuw nog vrijwel geheel zeilvaart, was zeer afhankelijk van een goede kennis van weer, wind en zeestromingen. Het in onderling verband brengen van de waarnemingen leverde al spoedig voor de zeevaart toepasbare resultaten op in de vorm van het aangeven van de beste en veiligste routes voor de zeilschepen. Toch blijft het in latere jaren soms erg moeilijk voor het werk van de afdeling "Zeevaart" de benodigde gelden toegewezen te krijgen. De Regering zag de ontwikkeling van het maritiem-meteorologisch onderzoek toch meer als een zuiver wetenschappelijke aangelegenheid waarvoor men niet onder alle omstandigheden geld beschikbaar kon stellen. Vele malen komt men in de oude Jaarverslagen van het KNMI daarover bittere klachten tegen.

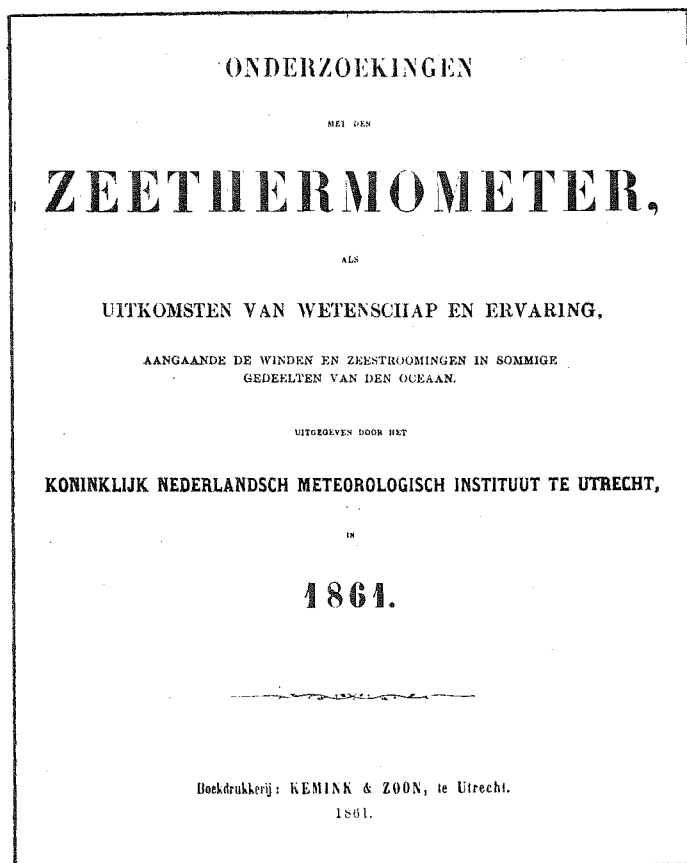
Het kan verkeren. In het aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal aangeboden Wetenschapsbudget 1980 kan men lezen dat de Regering van mening is dat meteorologisch en fysisch oceanografisch onderzoek in Nederland moet worden gestimuleerd. Daartoe is reeds steun aan het KNMI toegezegd. Voor die steun had men goede gronden. Het zee-onderzoek op het KNMI heeft vooral in de afgelopen dertig jaar een ontwikkeling doorgemaakt, die voor de verdere toekomst vele perspectieven biedt.

Achter alle ontwikkeling in een wetenschap staan onderzoekers waarvan sommigen worden geroepen daaraan leiding te geven. Wie van hen zal niet eens terugdenken aan een tijd waarin alles zoveel eenvoudiger leek, alles was te overzien en bij te houden. De historie van het zee-onderzoek op het KNMI uit de vorige eeuw geeft daar aanleiding toe. De ontwikkelingen gaan min of meer "als vanzelf". Begonnen met wind en stroom komt daar geleidelijk van alles bij: temperatuur van lucht en water, golven, watermonsters voor de bepaling van het zoutgehalte, enz.. Boeiend is het nog eens kennis te nemen van de KNMI-uitgave uit 1861: "Onderzoekingen met den zeethermometer". Men leest dan een stuk geschiedenis dat ver uitgaat boven en veel meer omvattend is dan alleen het geknoei met emmers water met een thermometer erin.

In de wandelgangen blijft men de KNMI-afdeling, die zich met het zee-onderzoek en de onderste laag van de atmosfeer boven zee bezighoudt tot de Tweede Wereldoorlog hardnekkig de afdeling "Zeevaart" noemen alhoewel de officiële benaming al lang luidt: de afdeling Oceanografie en Maritieme Meteorologie.

Na de Tweede Wereldoorlog komt het fysisch oceanografisch onderzoek binnen het KNMI eerst goed op gang. De relatie met de zeevaart en de maritieme meteorologie blijft bestaan maar het zwaartepunt van het onderzoek wordt verlegd naar het doorgronden van de natuurkundige processen in de zee en de interactie tussen zee en atmosfeer.

Van al het werk in de jaren 1950 - 1980 getuigt deze bundel. Ook over de persoon die daarin een grote rol heeft gespeeld: Prof. Dr. R. Dorrestein. Aanvankelijk als onderzoeker in een nog kleine sectie met bescheiden middelen, later in 1970 als directeur van een groeiende afdeling heeft hij zich met een ongeëvenaarde werklust ingezet voor de fysische oceanografie binnen het KNMI en daarbuiten nationaal en internationaal. Ook daarover meer in dit boekje.



De kleur van de zee kan, zij het ruw, worden bepaald met een kleurenschaal van Forel. De kleur van de oceanografie in Nederland gedurende de afgelopen drie decennia werd mede bepaald door degene die ons nu gaat verlaten. Er kwamen vele schakeringen in die kleur voor, afhankelijk van de invalshoek van de belichting, de blikrichting, de hoek waaruit de wind waait, de aanwezigheid van bepaalde stromingen en het al of niet optreden van een zekere deining. Altijd echter heeft hij getracht die kleur mooi te houden. Iets van de betoverende schoonheid van de zee wist hij in te dragen, zelfs in de fysische oceanografie.

Op het werk van Richard Dorrestein kan worden voortgebouwd.

H.C. Bijvoet.

1. Voor de tweede wereldoorlog.

Er zijn vier gebieden te onderscheiden waarop voor 1940 Nederland belangrijke bijdragen aan de fysische oceanografie heeft geleverd.

1.1. Getijden en stormvloeden.

Hier zijn de namen te noemen van J.P. van der Stok met zijn KNMI-publicatie "Elementaire theorie der Getijden" (1910) en van H.A. Lorentz en J.Th. Thijssse met hun baanbrekend onderzoek van getijden en stormvloeden in verband met de afsluiting van de Zuiderzee, van welk onderzoek de resultaten zijn neergelegd in het "Verslag Staatscommissie Zuiderzee" (1926), een meesterwerk in zijn soort, waarvan het jammer is dat het niet eveneens in een internationale taal is gepubliceerd.

1.2. Onderzoekingen in de Hoofden.

Onder deze titel verscheen in 1936 de grote publikatie van Dr. J. van Veen van de Rijkswaterstaat, waarin hij de resultaten beschrijft van zijn belangrijke onderzoek van de waterbewegingen en de bodem in het Nauw van Calais en de Zuidelijke Noordzee, een en ander in verband met de gesteldheid van de Nederlandse kust. Het is alleen maar te betreuren dat van Veen niet de gelegenheid heeft gekregen dit onderzoek verder uit te breiden.

1.3. De Snellius-expeditie 1929-1930.

Deze expeditie, georganiseerd door de "Maatschappij ter bevordering van het natuurkundig onderzoek der Nederlandse Koloniën" en het "Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap" heeft onder leiding van P.M. van Riel, destijds directeur van de afdeling Oceanografie en Maritieme Meteorologie van het KNMI, een uitgebreid en grondig onderzoek verricht van de wateren in en rondom de Indonesische diepzeebekken, inclusief de Philippijntrog. Fysisch-oceanografisch is deze expeditie van zeer groot belang geweest voor het inzicht in de doorstroming van de Indonesische diepzeebekken door diepte-water en bodemwater van de aangrenzende oceaangebieden.

1.4. De Oceanografische atlassen van het KNMI.

Voor de oorlog waren atlassen verschenen van de Atlantische Oceaan, van de Indische Oceaan en van de Chinese Zeeën plus het westelijk deel van de Noord-Pacifische Oceaan. Wat in 1950 bekend was van het klimaat en van het grote patroon van de oppervlaktezeestromingen in deze oceanen berustte voor een groot deel op de Nederlandse gegevens in deze atlassen verwerkt. Illustratief is dat van de atlas van de Chinese Zeeën tijdens de oorlog in de USA een fotocopie is uitgegeven.

2. Na de oorlog.

2.1. Wat was er in 1945?

Bij het einde van de oorlog was er aan de volgende instellingen een uiterst bescheiden "mankracht" voor zeeonderzoek aanwezig:

- Het KNMI had bij de Afdeling Oceanografie en Maritieme Meteorologie een directeur (H. Keyser), een adjunct-directeur (J.A. van Duynen Montijn) en enige "nautisch rekenaars".
- Aan de Filiaal-Inrichting te Amsterdam van het KNMI was als directeur nog verbonden de ex-leider van de Snellius-expeditie P.M. van Riel.
- Het Zoölogisch Station (van de Nederlandse Dierkundige Vereniging) te Den Helder had Dr. J. Verweij als directeur; het gehele personeel bestond uit 5 mensen.
- Het Rijksinstituut voor Visserij-onderzoek, gebrekkig gehuisvest in Amsterdam, had Dr. B. Havinga als directeur en een heel kleine staf.
- In Den Helder was er voorts een (zogenaamd) "Rijksinstituut voor Onderzoek der Zee"(!), ook genoemd "Rijksinstituut voor chemisch, microbiologisch en hydrografisch Visserij-onderzoek" met Ir. F. Liebert en een paar analisten.
- Aan de Rijksuniversiteit te Groningen was Prof.Dr. Ph.H. Kuenen werkzaam als marien geoloog.
- Bij de Rijkswaterstaat, Directie Benedenrivieren, was Dr. J. van Veen vrijwel de enige die ook interesses buitengaats had.
- Tenslotte was er het Waterloopkundig Laboratorium in Delft met Prof.Ir. J.Th. Thijsse.

2.2. Hoe het groeide.

In het volgende zullen van de eerste 20 jaar na de oorlog enkele momenten uit de ontwikkeling van de oceanografie-beoefening in Nederland worden aangestipt met in hoofdzaak beperking tot de twee instituten die het fundamenteel zeeonderzoek als zodanig beoefenen: de afdeling "Oceanografie en Maritieme Meteorologie" ("OMM" te noemen) van het KNMI en het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), eertijds "Zoölogisch Station" van de Nederlandse Dierkundige Vereniging.

- 1946 De afdeling OMM krijgt in Dr. P. Groen zijn eerste fysicus voor de oceanografie. Deze gaat in 1947 voor een half jaar naar de USA (Scripps en Woods Hole) om zich van de ontwikkeling daar op de hoogte te stellen.
- 1947 Het Zoölogisch Station krijgt in Drs. H. Postma zijn eerste chemicus voor "hydrografisch" onderzoek.
- Hervatting van de stroomwaarnemingen bij de lichtschepen (aanvankelijk nog door van Veen, Rijkswaterstaat, verzorgd, later overgenomen door het KNMI). Ook temperatuurwaarnemingen en zoutgehaltemonsters van de lichtschepen (aanvankelijk RIVO en Zoölogisch Station, later KNMI).
 - Het KNMI neemt de zorg voor de "erfenis" van de Snellius-expeditie over.

- 1948 De wetenschappelijke staf voor de fysische oceanografie bij OMM uitgebreid van 1 naar 2½,
- Eerste oceanografische tocht in ICES-verband op de Noordzee met Hr.Ms. "Soemba" (een ruime WC als oceanografisch laboratorium).
 - Nieuw begin van de regelmatige temperatuur- en zoutgehaltewaarnemingen langs de routes van de scheepvaart-lijnen Hoek van Holland - Londen en IJmuiden - Hull.
- 1949 Op de "selected ships" van de grote vaart worden verplichte golfwaarnemingen ingevoerd in het kader van de internationale meteorologische organisatie (WMO).
- Het RIVO brengt de "Antonie van Leeuwenhoek" in de vaart (het eerste Nederlandse geheel voor zeeonderzoek bestemde schip).
- 1950 De weerschepen worden uitgerust met apparatuur voor oceanografisch onderzoek. Aanvang van regelmatige waarnemingen (oppervlakte-temperatuur en -zoutgehalte; bathythermograafwaarnemingen) en incidentele programma's (diepzeeseries en golfstudies).
- 1953 De grote stormvloed geeft de stoot tot intensief onderzoek met betrekking tot opwaaiing.
- 1954 Van in de jaren 1947 - 1953 verricht uitgebreid hydrografisch en sedimentologisch onderzoek in de Waddenzee worden de resultaten gepubliceerd in de vorm van de dissertatie van Postma.
- 1955 - 1957 Verdere uitbreiding van de oceanografische staf van OMM.
- 1957 Den Haag besluit tot uitbreiding en omzetting van het Zoölogisch Station tot een Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee.
- 1961 De nieuwe status van het NIOZ krijgt formeel zijn beslag.
- 1963 Het NIOZ krijgt de "Ephyra" (als vervanging van de oude "Max Weber").
- 1964 Aflossing van de wacht bij OMM:
Groen wordt als leider wetenschappelijk onderzoek opgevolgd door Dorrestein.

2.3. Lijnen van oceanografisch onderzoek sinds 1945.

Regionale oceanografie (opsomming niet volledig)

- (a) Voortzetting van het Snellius-werk.
- (b) Een theoretische studie van de equatoriale stromen in de Pacifische Oceaan.
- (c) Noordzee-onderzoek: waterbeweging en waterhuishouding (mede met het oog op verontreiniging).
- (d) Waddenzee en Eems-estuarium.
- (e) Onderzoek van gebieden van opwelling (Mw. Brongersma).
- (f) Onderzoek van de Ria de Arosa.
- (g) CICAR: het Caraïbische gebied en omgeving.
- (h) JASIN: N.-Atlantische Oceaan.

Zeegolven

- (a) Inwendige golven: theorie.
- (b) Oppervlakte-golven: theoretisch onderzoek, waarnemingsprogramma's en ontwikkeling van voorspelmethodieken.

Getijden en opwaaiing.

Turbulente diffusie.

Het gaat hier vooral om horizontale verspreiding van opgelost of zwevend materiaal. Theoretische studies en waarnemingsprogramma's. Een en ander mede met het oog op zeeverontreiniging.

Onderwater-optisch onderzoek.

Theorie van wateruitwisseling en transport van zwevend materiaal door getijstromen.

Dit heeft in het bijzonder betrekking op de verversing van de Waddenzee en het Eems-estuarium en op de sedimenthuishouding van de Waddenzee. (Verband met (1.d)).

Maritieme Meteorologie.

Grootschalig: marien klimatologische atlassen en regionale studies (Indische Oceaan).

Kleinschalig: onderzoek in het Waddengebied (VU en NIOZ).

3. Organisatie.

Daar de organisatie in landelijk verband voor een deel samenhangt met de internationale organisatorische structuren zullen deze eerst de revue passeren.

3.1. Internationaal.

Wat was er in 1945?

- (a) De "Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer", destijds meestal kortweg "de Conseil" genoemd, later: ICES. Deze intergouvernementale organisatie bestond toen nog uitsluitend uit (West-) Europese landen.
- (b) De "Association Internationale d'Océanographic Physique" (AIOP of op z'n Engels: IAPO), deel uitmakend van de UGGI, een nongouvernementele organisatie.
- (c) De "Commission on Maritime Meteorology" van de Internationale Meteorologische Organisatie (IMO, later WMO geworden, een intergouvernementele organisatie), die o.a. de regeling van de waarnemingen van de "selected ships" (o.a. ook golfwaarnemingen) onder haar hoede had.
- (d) Het "International Hydrographic Bureau", vooral gericht op kwesties van hydrografische "Opneming".

Het contact loopt via de Kon. Marine.

Hoe het groeide.

1954 UNESCO gaat zich interesseren voor de oceanografie en stelt in 1954 een "International Advisory Committee on Marine Sciences" (IACOMS) in, die een "Marine Sciences Program" van UNESCO gaat opzetten met een "Office of Oceanography" in Parijs.

1957 De ICSU bleef niet achter en stelde een "Special Committee on Oceanic Research" in (SCOR; later werd "special" vervangen door "Scientific"). Aanvankelijk was dit een beperkte club, uit de vijf internationale "Unions" benoemd, later werd het een comité van vertegenwoordigers van alle bij de ICSU aangesloten landen.

1960 Intergouvernementele Conferentie over zeeonderzoek in Kopenhagen, georganiseerd door UNESCO. Hier wordt besloten tot oprichting van de "Intergovernmental Oceanographic Commission" (IOC), die in 1961 haar eerste vergadering houdt. De SCOR wordt het adviserende lichaam van de IOC (en IACOMS verdwijnt).

3.2. In Nederland.

Landelijk-organisatorisch was er in 1945 alleen de "Sectie Fysische Oceanografie" van de zg. Nederlandse Raad voor de UGGI, die echter niets voorstelde.

In 1949 is er een eerste probeersel van een "Nederlandse Commissie voor Zeeonderzoek" geweest (zonder formele status), die tweemaal heeft vergaderd, doch verder niet levensvatbaar is gebleken.

1955 Er ontstaat een klein landelijk "panel of experts" voor de IACOMS van UNESCO, door Den Haag aangewezen.

1959 Instelling van de Nederlandse Commissie voor SCOR, door de Koninklijke Akademie benoemd en bestaande uit:

Mw. Brongersma, Boschma, Van Duynen Montijn, Groen, Kuenen, Postma, Thijsse, Vening Meinesz en Verweij.

1962 Omzetting van de commissie voor SCOR in de Nederlandse Commissie voor Zeeonderzoek van de Akademie (15 leden; voorzitter Groen). Deze benoemt reeds in haar eerste vergadering (6 juni 1962) een commissie voor een Nederlands oceanografisch onderzoekingschip.

In hetzelfde jaar 1962 werd door Den Haag de "Wetenschappelijke Commissie voor het NIOZ" ingesteld (aanvankelijk door de Regering ook als landelijk coördinerend comité gedacht, doch dit is anders gelopen - zie boven).

Verdere groei - een proliferatie van Commissies, raden en dochter-commissies.

P. Groen.

Lijst van Directeuren van de afd. Zeevaart (tot 1906), van de afd. Oceanografie en Maritieme Meteorologie (1907-1974), en van de afd. Oceanografisch Onderzoek (sinds 1974).

M.H. Jansen	1854	1855
J. van Gogh	1855	1859
K.F.R. Andrau	1859	1863
A.M.J. van Asperen	1863	1865
J.E. Cornelissen	1865	1876
P.F. Baron van Heerdt	1876	1899
J.P. van der Stok	1899	1923
P.M. van Riel	1923	1934 ^x
H. Keyser	1934	1948 ^{xx}
J.W. Termijtelen	1948	1958
J.A. van Duynen Montijn	1958	1964
J.W. Termijtelen	1964	1965
A.M. Valkenburg	1965	1969
R. Dorrestein	1970	1980

^x van januari 1929 tot maart 1931 tijdelijk ontheven vanwege de Snellius-expeditie.

^{xx} onderbroken van juli 1943 tot mei 1945 vanwege de Duitse bezetting.



TERUGBLIK.

De dertig jaar, ruwweg begrensd door 1950-1980, is voor heel de westerse wereld een turbulente tijd geweest. De toekomst zal leren, hoe de situatie zich in de komende decennia gaat ontwikkelen. Voor de oceanografiebeoefening in Nederland, speciaal de fysische oceanografie aan het KNMI, is die periode samengevallen met de werkzaamheden van Richard Dorrestein.

Van daarvóór is ons op het KNMI niet zoveel over hem bekend. Na zijn promotie, die in de tweede wereldoorlog viel, is hij bij Philips in Eindhoven gaan werken. Daar praat hij nog wel eens over. Maar eigenlijk ligt het buiten onze huidige gezichtskring.

Bij zijn promotie getuigt de eerste stelling al over wetenschappelijke belangstelling voor aardkundige problemen: de theorie van Wegener.
Eerste liefde waarnaar werd teruggekeerd?

De eerste tien.

In april 1949 komt hij bij het KNMI in dienst. Daar is dan Vening Meinesz hoofddirekteur, en Termijtelen direktEUR van de afdeling Oceanografie en Maritieme Meteorologie (de "vierde afdeling"). Dorrestein wordt oceanograaf.

In het voorjaar van 1951 werd een tocht ondernomen t.b.v. het zwaartekrachtonderzoek, dat toen in Nederland een hoge prioriteit had, dank zij de bemoeienis van Vening Meinesz. Deze laatste maakte de tocht mee tot Lissabon, alwaar ook de andere waarnemer wegens ziekte de terugtocht voortijdig moest aanvangen. Zo maakte Dorrestein als waarnemer de tocht mee naar Curaçao en terug, aan boord van Hr.Ms. "Tijgerhaai". (Het meest opmerkelijke is dat van deze vaartocht niets is terug te vinden in KNMI-afdelingsrapport of jaarverslag).

In die eerste jaren lezen we van vaartochten op de Noordzee, waarbij "de zoutmeter" werd beproefd en de golfbaak. In die jaren zijn andere landen ook erg actief op de Noordzee, zodat er in 1951, 52 en 53 jaarlijks een Duits-Engels-Nederlandse oceanografische kampanje wordt gehouden. Het is in deze tijd dat de bekende messing vis is uitgereikt, die jarenlang de werkkamer van Dorrestein sierde.

Ondertussen heeft in 1951 Warners het hoofddirekteurschap overgenomen van Vening Meinesz, en in 1953 heeft de stormvloedramp plaatsgevonden.

Omstreeks deze tijd is op de afdeling OMM het UDC dokumentatiesysteem voor fysische oceanografie ontwikkeld. Het is verder uitgewerkt door een commissie van de International Association for Physical Oceanography (IAPO).

Nieuwe dingen die in 1954 worden aangevat zijn de versnellingsmeetkop (t.b.v. golfmetingen, in die periode samen met het Waterloopkundig Laboratorium) en het Eems-Dollard onderzoek in samenwerking met anderen.

En toen bestond het KNMI honderd jaar, ter gelegenheid waarvan een prachtig gedenkboek verscheen. Hierin een stukje van de hand van RD over de zoutmeter.

Het onderzoek van het Eems-Dollard estuarium duurde verscheidene jaren, het wordt

afgesloten in 1958. De samenwerking met de Geologische Dienst en Rijkswaterstaat moet daarbij wel erg goed geweest zijn. Vermeldenswaard: in 1956 is voor dit onderzoek een schip gecharterd dat de naam "Ons genoeg" draagt.

In 1957 laat Groen luchtfoto's maken van drijvende vellen papier op zee; het zal tot in de zeventiger jaren duren aler dit onderzoek wordt afgerond en gepubliceerd. In datzelfde jaar houdt Dorrestein drie kollokwia op het KNMI: 1) over een "oceanografisch bezoek" (?) aan de Verenigde Staten, 2) over een Wagenings symposium over het gedrag van schepen in zeegolven, en 3) over een nieuw statistisch hulpmiddel bij de interpretatie van scheepswaarnemingen.

Het jaar daarop wordt de Boersma-golfmeter operationeel. Proefnemingen met verbeteringen blijven echter doorgaan, in 1960 worden gedurende enige dagen in mei vergelijkende metingen verricht met de "Dorrestein"-golfmeter van het KNMI en de "Wemelsfelder"-golfmeter van Rijkswaterstaat.

In 1958 gaat Termijtelen met pensioen; de leiding van de vierde afdeling komt in handen van Van Duynen Montijn.

De tweede tien.

In november van het jaar 1960 volgt een kollokwium over onderzoekingen op het Coastal Engineering Laboratory te Gainesville, Florida. Omstreeks die tijd heeft het gezin Dorrestein daar namelijk een jaar doorgebracht, hetgeen blijkbaar een diepe en onuitwisbare indruk en invloed heeft nagelaten. Die indruk/invloed is nog jaren later merkbaar in zijn belangstelling voor golven. In de eerste jaren '60 wordt door hem hierover herhaaldelijk gepubliceerd. (Zie jaarverslag 1961, pags. 30 en 103).

De nieuwe aanpak doet zich gelden, spektra van zeegolven komen meer en meer ter sprake.

Het jaar 1963 is in zoverre vermeldenswaard, dat gedurende de strenge winter zelfs enig zee-ijs ontstaat op de Waddenzee en de Noordzee. Gedurende eer kleine vaartocht wordt daaraan aandacht geschonken, waarna in "De Zee" hierover een artikel verschijnt.

In 1964 treffen we hem aan in een commissie van de International Council for the Exploration of the Sea (ICES) ter voorbereiding voor het RHENO-project (rhodamine experiment on the North Sea): de grootste diffusieproef tot dan toe ooit op zee uitgevoerd. Verder vond in die tijd ook het NAVADO-onderzoek plaats (North Atlantic Vidal and Dalrymple Oceanography), en voer Dorrestein met Hr.Ms. "Groningen" naar Portugal, als golvenexpert bij zeegangs- en deiningsonderzoek van dat schip.

Wegens het vertrek van Groen wordt Dorrestein nu de leider wetenschappelijk onderzoek op de vierde afdeling. Ook is in 1964 Van Duynen Montijn plotseling overleden; wie moest de directeur van de afdeling OMM worden? Hoewel een nieuwe directeur ongeveer gereed stond, werd de voorkeur gegeven aan een tijdelijke come-back van Termijtelen. In het jaar 1965 ging Warners als hoofddirecteur met pensioen, opgevolgd door Bleeker.

Omstreeks deze jaren werd er door medewerkers van de afdeling OMM reeds enige malen een proefneming gedaan met golfmetingen in een raai loodrecht op en op diverse afstanden van de Nederlandse kust: voorlopers van het latere internationale JONSWAP-project (Joint North Sea Wave Project)?

In 1965 wordt het regentschap van Termijtelen beëindigd: Valkenburg wordt directeur van de afdeling.

Vermeldenswaard is dat in 1966 de "Raad van Overleg" werd opgericht, een soort "gentlemen's agreement" tussen een aantal (hoofd)directeuren en hoofden van diensten. Voorzitter werd Bleeker, Dorrestein sekretaris, die er tevens een belangrijke rol in vervulde. Hoewel de Raad van Overleg zich uitdrukkelijk beperkt tot de Noordzee, deed RD dat niet, getuige een lezing die hij heeft gehouden in 1967 voor de kring Gelderland van de Nederlandse Natuurkundige Vereniging "De Oceaan als grootste hydrodynamisch systeem op aarde".

De werkgroep "zeegangsonderzoek" van het Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation is in 1967 opgeheven. Nu echter komen we Dorrestein tegen als lid van het Environmental Committee van het International Ships Structures Congress.

In dit jaar is Bleeker plotseling overleden, het KNMI krijgt nu Schregardus als Hoofddirecteur.

"Waveriders" doen hun intrede als opvolgers van "Boersma"- of "Dorrestein"- golfmeters. In 1968 worden er zes uitgelegd op een raai buiten Noordwijk: duidelijk een volgende stap in een reeds hiervoor geschetste ontwikkeling.

Naast veel vergader- en kongreswerk zit hij in november van dat jaar in Curaçao op een kollokwium ter voorbereiding van het CICAR-onderzoek (Coöperative Investigation of the Caribbean and Adjacent Regions). In 1969 zien we hem o.a. in Parijs, om een bespreking mee te maken over de Franse "bouée laboratoire" die bezuiden Toulon is verankerd in de Middellandse Zee (COBLAMED 69^{*)}).

Dorrestein moet echter meer en meer de leiding van de afdeling op zich gaan nemen. Want eind 1969 gaat Valkenburg wegens ziekte met vervroegd pensioen, per 1 januari 1970 volgt Dorrestein hem op.

De derde tien.

Het jaar 1970 is bovendien van belang, omdat hij dan de kolleges Oceanografie aan de Rijksuniversiteit te Utrecht overneemt van Groen. (Zijn oratie als buitengewoon hoogleraar zal pas in 1972 volgen). Een drukke tijd breekt nu aan. De aandacht moet worden verdeeld tussen KNMI-afdeling Oceanografie en Maritieme Meteorologie, waar in die periode een tijd en aandacht vragende herstructurering wordt doorgesproken en doorgevoerd, en de universiteit, waar studenten en ministerie beide om aandacht vragen voor verdragende structuur wijzigende plannen. En Dorrestein is er de man niet naar om iets half te doen. Op het KNMI vindt zo de hergroepering plaats van de afdeling, die nu "Oceanografisch Onderzoek" gaat heten.

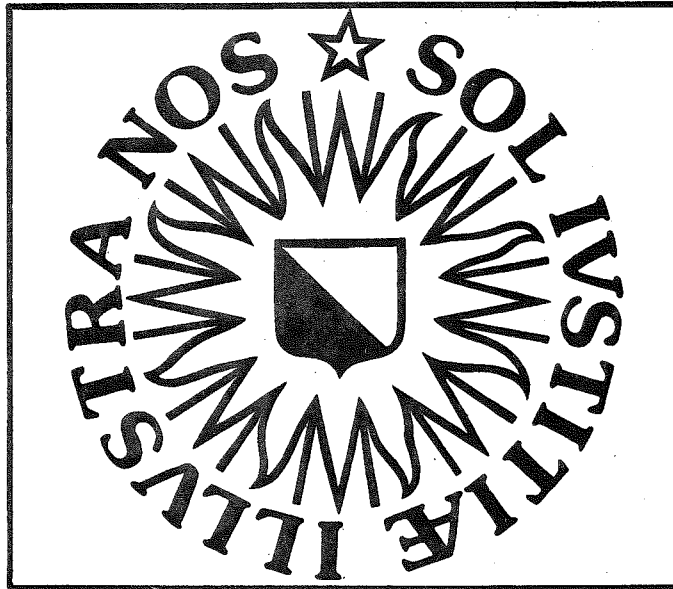
Het KNMI, met name de afdeling OO heeft in deze tijd deelgenomen aan het internationale CICAR-onderzoek, samen met het Nederlandse Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) op Texel.

In de tussentijd vragen talloze commissie's, werkgroepen enz. de aandacht van Dorrestein zelf. Zonder volledig te zijn noemen we nu hier in september 1970 een drietal lezingen over zeegolven in een symposium "Boundary layers in atmosphere and ocean"

^{*)} COBLAMED 69: Combined Operation around the Bouée Laboratoire in Mediterranean.

van het NATO "Advanced study institute". In 1971 werd een lezing gehouden op de Technische Hogeschool te Delft op de zgn. "Vreedenburgdag", onder de titel "Lineaire systemen en stochastische signalen".

In 1972 houdt Dorrestein in april een kollokwium "Analyse van lange golven in een Yslandse fjord", door hemzelf gekenmerkt als (ongeveer) "een klassieke aanpak".



Vignet van de Rijksuniversiteit te Utrecht.

November 1972: "Fysische oceanografie, tussen geografie en geofysika" is de titel van Dorrestein's oratie. Daaruit:

"... misschien zal het grootste deel van de inspanningen op het gebied van het zeeonderzoek in de naaste toekomst wel gericht moeten zijn op de studie van het gedrag van verontreinigingen in het mariene milieu. Misschien vijf jaar geleden nog zouden slechts weinigen dit voorspeld hebben. Het is wonderlijk, en tegelijk verheugend, hoe snel het besef van de gevaren van vergiftigingen van de levende hulpbronnen der zee en daarmee van grote groepen mensen in vrijwel alle kringen ter wereld is doorgedrongen, en hoe hard er is gewerkt, vooral in het laatste jaar, om via internationale en nationale overeenkomsten de dreigende toenemende verontreiniging van de zee te beteugelen!"

Komt er na die tijd geen garen meer van de klos? Jawel, maar direktorschap plus hoogleraarschap plus sekretariaat van enige raden en/of commissies vragen veel tijd en aandacht, zelfs met de hulp van een goede sekretaresse. Met name geldt dit voor de Raad van Overleg (voor het fysisch oceanografisch onderzoek van de Noordzee) en zijn Middellange termijn plan.

Nieuwste geschiedenis.

Daarna wordt de zaak eigenlijk verschrikkelijk turbulent. Het bekende gevaar gaat zich voordoen dat dan in dit overzicht aan gebeurtenissen een groter gewicht wordt toegekend naarmate ze korter in het verleden hebben plaatsgevonden. De drempel van belangrijkheid is dan te laag geworden, en de betrokkenheid van een ieder is nog te groot. We vermelden daarom zeer in het kort sedertdien het volgende.

- Het golfonderzoek dat in de Noordzee heeft plaatsgevonden, grotendeels in samenwerking met andere diensten, in het kader van het MLTP. Het Nederlands Offshore Operators Committee (NOOC) heeft daarbij een rol gespeeld, later de Nederlandse Olie en Gas Exploratie en Produktie Associatie (NOGEPA).
Zowel golfklimatologie als golfonderzoek komt daarbij aan bod; ook de nasleep van de internationale JONSWAP-onderzoekingen bij Sylt.
- De JONSDAP-onderzoekingen (Joined North Sea Data Aquisition Programme) leverde in 1973 en 1976 grote samenhangende waarnemingsbestanden op. Voornamelijk bedoeld voor verifië-katie van wiskundige modellen.
- Onderzoek van het windproefiel boven zee, en hoe dat te meten. Veel energie en tijd is gestopt in de persluchtanemometer (PLAN).
- Een evaluatie van de scheepsrouteringen over de vijf jaar 1969-1974.
- Om tot een betere beschrijving van de karakteristieken van de Noordzee te komen, is in ICES-verband het een en ander opgezet. Toepassing van reservoirtheorie, verblijftijden en in- en uitstromende hoeveelheden werden kritisch geëvalueerd aan de hand van literatuurgegevens.
- Menglaagonderzoek op de oceaan. Voor een deel geschiedt dit vanaf het weerschip Cumulus, voor een deel tijdens het Joint Air-Sea Interaction onderzoek (JASIN), een internationaal oceanografisch gebeuren in 1978 bij Rockall, achter Schotland. Bij dit onderzoek wordt grootscheeps gebruik gemaakt van een moderne CTD-sonde (conductivity, temperature en depth). IJking ten opzichte van standaardwater blijft echter nodig, zodat de bekende Nansenflessen nog niet weggegooid kunnen worden.
- Hoe sterk is de ruimtelijke variatie van waterbewegingen? Zowel bij golfonderzoek als bij stroommetingen kwam deze vraag naar voren. (STROVAR = stroomvariaties).
- "Remote sensing" vanuit een vliegtuig werd op zijn bruikbaarheid onderzocht voor het onderzoek van de waterbeweging in de kustzone. Gedurende enige jaren geschiedde dit in samenwerking met andere diensten.
- Het zgn. "stormvloedmodel", ontwikkeld op de afdeling meteorologisch onderzoek van het KNMI, bleek erg veel raakvlakken met de oceanografie te hebben, het was oorspronkelijk ook hier in de jaren na 1953 ter hand genomen. Die samenwerking is erg vruchtbaar en plezierig gebleken.

Uitvoerende dienst.

De afdeling OO doet niet alleen oceanografisch onderzoek; wat dat betreft was de vroegere naamgeving beter. Maritieme meteorologie, en dan wel speciaal de meer uitvoerende tak van dienst, mag niet worden vergeten. Het verzamelen van scheepsweerrapporten, de

behandeling en controle daarvan, vragen nog steeds veel tijd en aandacht. Gelukkig doet ook hierbij computerwerk meer en meer zijn intrede. Meteowaarnemingen, stroomwaarnemingen en verslagen van bijzondere verschijnselen komen regelmatig binnen; voorlichting aan schepen en platforms, informatie voor scholieren en studenten gaat regelmatig naar buiten.

Terugblik op de terugblik.

Dorrestein doet dit niet allemaal zelf. Zelfs kan niet gezegd worden dat hij overal de bezielende motor achter is geweest. Wie dat zou hebben kunnen opbrengen zou een duizendpoot moeten zijn. Gepoogd is echter een ruw overzicht te geven van de ontwikkeling in dertig jaar, waarbij hij op een of andere manier is betrokken geweest of die, misschien zijns ondanks, over hem is gekomen. Veel is er misschien ook niet genoemd, dat relatief belangrijk genoeg is om genoemd te worden. Dan geeft dit overzicht in dat opzicht tenminste een duidelijk beeld van deze tijd.

M.P. Visser.

Als ik sommigen van U niet heb gezegd dat ik deze week naar Bordeaux moest spijt mij dat - zoals zoveel mij spijt.

(Notitie van RD op een prentbriefkaart, 1 maart 1971).



KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT

Project H5 houdt zich met het volgende probleem bezig. Wanneer golven op een kust toelopen en breken in het ondiepe water wordt de gemiddelde waterhoogte binnen de brandingszone hoger dan daarbuiten, óók indien er in het geheel geen wind zou zijn. Om dit effect te verklaren werd een theoretische impuls-beschouwing opgezet, die leerde dat deze verhoging van de gemiddelde waterstand nabij de kust van de orde 5 tot 10 procent van de golfhoogte buiten zal bedragen. Deze schatting werd bevestigd door waarnemingen verricht in 1960 in Florida.

JAARVERSLAG 1961

<u>Onderwerp</u>	<u>Doel</u>	<u>Resultaat</u>
5 Verhoging van de gemiddelde waterstand op het strand door toedoen der golven.	De grootte van dit effect te bepalen, uitgedrukt in de eigenschappen der golven.	Enkele waarnemingen in 1960 gedaan aan de Atlantische kust van Florida zijn grotendeels uitgewerkt en de resultaten zijn, voorzien van theoretische beschouwingen, voor publikatie gereed.



AANSLAGFUNCTIES VAN METASTABIELE
TOESTANDEN, GEMETEN MET BEHULP
VAN SECUNDAIRE ELECTRONENEMISSIE

VOOR HELIUM EN NEON

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR
IN DE WIS- EN NATUURKUNDE AAN DE RIJKS-
UNIVERSITEIT TE UTRECHT, OP GEZAG VAN DEN
WAARNEMENDEN RECTOR-MAGNIFICUS L. VAN
VUUREN, HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER
LETTEREN EN WIJSBEGEERTE, VOLGENS BESLUIT
VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT IN HET
OPENBAAR TE VERDEDIGEN OP MAANDAG
1 DECEMBER 1941 DES NAMIDDAGS TE 4 UUR
DOOR

RICHARD DORRESTEIN
GEBOREN TE ALKMAAR

1941

DRUKKERIJ Fa. SCHOTANUS & JENS - UTRECHT

Stelling 1.

Uit de tegenwoordige gedaante
der kustlijnen aan weerszijden
van den zuidelijken Atlantischen
Oceaan is geen doorslaggevend
argument te putten, ten gunste
van de theorie van Wegener.
(voorl. meded.: R. Dorrestein,
Tijdschr. Kon.Ned.Aandr. Gen.
57, 89, 1940).

Fysische oceanografie:
tussen geografie en fysica

Rede

UITGESPROKEN BIJ DE OFFICIËLE AANVAARDING
VAN HET AMBT VAN BUITENGEWOON HOOGLEERAAR
IN DE FYSISCH OCEANOGRAPHIE
AAN DE RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT
OP MAANDAG 6 NOVEMBER 1972 DOOR

R. DORRESTEIN



1972

A. OOSTHOEK'S UITGEVERSMAATSCHAPPIJ N.V.
UTRECHT

... dat er voor routinewaarne-
mingen van schepen nog altijd be-
hoefte is aan een simpel instru-
ment voor het wat beter waarnemen
van golven, terwijl ook het op een-
voudige wijze waarnemen van de
zeewatertemperatuur door de moderne
snelle en grote schepen een nog
niet goed opgelost probleem is.

Maar uit het bovenstaande volgt dat ik het bij nader inzien met deze opvatting thans niet eens ben.

Indien de commissie niet tot een eenstemmig advies kan komen, of misschien de hele zaak niet eens in bespreking wil nemen, zou ik willen ^{verzekerden} ~~voorstellen~~ ook dat de afwijkende van de meerderheid afwijkende standpunten ^{van leden} ~~van een of meer leden~~ in de verslaglegging tot uiting te laten komen.

Ik zou dus graag deze principiële kwestie in de commissie aan de orde willen stellen. Indien de commissie besluit de discussie over de criteria ter heropenen, zou ik denken dat ze kan kiezen uit de volgende ^{vier} ~~de~~ mogelijkheden.

LITERATUURLIJST.

Opmerking vooraf.

Deze lijst is niet volledig. Kan ook niet volledig zijn, aangezien de door Dorrestein geschreven werken en werkjes een "open verzameling" vormen. Het is soms niet precies te zeggen wat er wèl en wat er niet toe behoort.

We hebben ons hier ruim opgesteld, en in de KNMI-periode veel opgenomen wat in de toekomst misschien niet als "oceanografische literatuur" zal worden beschouwd. Toch zitten er ook vaak onder de dubieuze artikelen kleine meesterwerken. En soms komt men in een geheel onbekend en onbenoemd rapport ineens een gedegen, doorwrocht stukje werk tegen.

Uit de tijd vóór 1949 stammend:

- Dorrestein, R., 1940. Over de gelijkenis tusschen de kusten van den Zuidelijken Atlantischen Oceaan. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 57, 89.
- Dorrestein, R., 1941. Aanslagfuncties van metastabiele toestanden, gemeten met behulp van secundaire electronenemissie voor helium en neon. Proefschrift Utrecht Rijksuniv., Wis- en Natuurkunde.
- Dorrestein, R., 1950. On the energy-flow distribution in certain types of paraxial beams. Philips Res. Rep. 5, 116-127.
- Dorrestein, R., 1950. Note on the image formation in cathode-ray tubes. Philips Res. Rep. 5, 128-130.
- Francken, J.C. en R. Dorrestein, 1951. Paraxial image formation in the "magnetic" image iconoscope. Philips Res. Rep. 6, 323-346.

In de KNMI-periode (vanaf 1949):

- Groen, P. en R. Dorrestein, 1949. (2e herziene druk: 1957; 3e herziene druk: 1976). Zeegolven. KNMI, opstellen op oceanografisch en maritiem meteorologisch gebied, no. 11. Den Haag.
- Groen, P. en R. Dorrestein, 1950. Ocean swell, its decay and period increase. Nature 165, 445-447.
- Dorrestein, R., 1951. General linearized theory of the effect of surface films on water ripples. Proc. Kon. Ned. Akad. Wet. B54, 260-272, 350-356.
- Dorrestein, R., 1951. "On the effect of surface films on ripples". IAP0, General Assembly Brussel, paper G11. Proc. Verb. no. 5, p. 172-173.
- Dorrestein, R., 1951. Berekening van dieptecorrecties bij oceanografische seriewaarnemingen uit de gemeten draadhoek. De Bilt.
- Dorrestein, R., 1952. Enkele voorgestelde wijzigingen en aanvullingen van de bestaande methodiek voor het maken van verwachtingen van zeegolven. (Rapport no.3 KNMI). De Bilt.

- Dorrestein, R., 1953. Enkele opmerkingen over de z.g. "theorie der extreme waarden". (Rapport IV no. 5). De Bilt.
- Dorrestein, R., 1954. Iets over het extrapolatievraagstuk bij asymptotisch tot nul naderende waarschijnlijkheidsverdelingen. (Rapport IV no. 7). De Bilt.
- Dorrestein, R., 1954. Nieuwe verwachtingsmethodieken voor zeegolven. (Rapport IV no. 8) (Colloquium op 27-4-'54). De Bilt.
- Dorrestein, R. en F. Gerritsen, 1954. Waarnemingen van zeegolven met behulp van een golfmeetbaak met dempingsschijf onder verschillende omstandigheden. D1.1= Theoretisch gedrag van de baak met dempingsschijf in een vlakke enkelvoudige periodieke golf, bij afwezigheid van stroom. De Bilt.
- Dorrestein, R., 1954. Iets naar aanleiding van enkele voordrachten, gehouden in de Associatie voor fysische oceanografie op het U.G.G.I. - congres te Rome, september 1954. (Colloquium gehouden op 2-11-'54). De Bilt.
- Dorrestein, R., 1955. Aan boord van het Duitse onderzoekingschip "Gauss" in de zuidelijke Noordzee. (Colloquium gehouden op 19 april 1955). De Bilt.
- Dorrestein, R., 1955. Een registrerende elektrische zoutgehalte- en temperatuurmeter voor gebruik op zee. In: Gedenkboek KNMI. De Bilt.
- Dorrestein, R., 1955. Aantal en duur van perioden met hoge windkracht en met hoge golven, waargenomen op het lichtschip "Goeree" in de jaren 1949 tot en met 1954. (KNMI Wet. rapp. 55-010 (IV-011)). De Bilt.
- Dorrestein, R., 1956. Bemerkungen zu den Wellenbeobachtungen der Wetterschiffe im östlichen Nord-Atlantik. D. Hydrogr. Zts. 8, p. 177-186.
- Dorrestein, R., 1956. An electric recorder of salinity and water temperature for use at sea. Int. Hydrog. Rev. 33, p. 177-189.
- Dorrestein, R., 1957. Wave recorder for use on a ship in the open sea. In: Proc. Symp. on the behaviour of ships in sea-way (Wageningen), p. 408-417.
- Dorrestein, R., 1957. Verslag over het (eerste) internationale "symposium on the behaviour of ships in a seaway", gehouden te Wageningen, 7-10 september 1957. (KNMI Verslagen V-14). De Bilt.
- Dorrestein, R., 1957. Iets over waarnemingen van zeegang en deining. De Zee, 78, p. 343-351.
- Dorrestein, R., 1957. Een nieuw statistisch hulpmiddel bij de interpretatie van scheepswaarnemingen. (KNMI W.R. 57-009 (IV-015)). De Bilt.
- Dorrestein, R., 1958. Verslag over een studiebezoek aan het Britse "National Institute of Oceanography" (N.I.O.) 20 t/m 24 oktober 1958. (KNMI V-38). De Bilt.
- Dorrestein, R., 1959. Enkele statistieken betreffende wind- en golfwaarnemingen l.s. "Goeree". (KNMI V-45). De Bilt.

- Dorrestein, R., 1959. Ontmoetingsperiode van schip en golven. De Zee, 80, p. 405-411.
- Dorrestein, R., 1959. Golfhoogtemeters op de lichtschepen in de Noordzee. Land en water 3, p. 141-144.
- Dorrestein, R., 1959. Over het verband tussen de hoogten der hoogste individuele golven en de hoogte die door 10% der golven wordt overschreden, volgens waarnemingen bij het lichtschip "Goeree". (KNMI W.R. 59-3 (IV-16)). De Bilt.
- Dorrestein, R., 1959. The use of a matrix-function for describing the longitudinal transfer of matter in a steady-state estuary. Intern. Oceanogr. Congr. New York, Preprints, 685-688, Washington D.C.
- Dorrestein, R., 1959. Some frequency spectra of a moderate windgenerated sea. Intern. Oceanogr. Congr. New York, Preprints, 747-749, Washington D.C.
- Dorrestein, R., 1960. Einige klimatologische und hydrologische Daten für das Ems-Estuarium. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen., Geol. Serie 19, p.39-42.
- Dorrestein, R., 1960. On the distribution of salinity and of some other properties of the water in the Ems-estuary. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen., Geol. serie 19, p. 43-74.
- Dorrestein, R., L.F. Kamps en L. Otto, 1960. Note on the annual variation of salinity, temperature and oxygen content in the Ems-estuary. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen., Geol. serie 19, p. 75-81.
- Dorrestein, R., en L. Otto. 1960. On the mixing and flushing of the water in the Ems-estuary. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen., Geol. serie 19, p. 83-102.
- Dorrestein, R., 1960. A method of computing the spreading of matter in the water of an estuary. In: Disposal of radioactive wastes. Wenen. p. 164-165. Publ. by the International Atomic Energy Agency.
- Dorrestein, R., 1960. Simplified method of determining refraction coefficients for sea waves. J. Geophys. Res. 65 (2), p. 637-642.
- Dorrestein, R., L. Otto en H.J.A. Vesseur, e.a. 1960. Gravity Expeditions - Atlantic, Caribbean and Pacific cruises. In: Gravity expeditions 1948-1958, 5, part 1, p. 11-45. Rijkscommissie voor Geodesie, Delft.
- Dorrestein, R., 1961. On the deviation of the average pressure at a fixed point in a moving fluid from its "hydrostatic" value. Appl. scient. res., A, 10, p. 384-392.
- Dorrestein, R., 1961. Beknopt verslag van een bezoek aan een conferentie over spectra van zeegolven gehouden 1-4 mei 1961 te Easton, Md., U.S.A. (KNMI versl. V-93). De Bilt.
- Dorrestein, R., 1961. Reisrapport tocht met betonningsvaartuig "Zaandam", 25 mei - 2 juni 1961. (KNMI versl. V-95). De Bilt.

- Dorrestein, R., 1961. Amplification of long waves in bays. Gainesville, Florida. Engineering progress at the Univ. of Florida. Vol. 15, no. 12. Technical papers of the Florida Engineering and Industrial Experiment Station. No. 213.
- Dorrestein, R., 1961. Veranderlijkheid van de golfhoogten in zeegang en deining. De Zee, 82, p. 278-284, 336 - 343, 375 - 381.
- Dorrestein, R., 1962. Reisrapport Noordzeeonderzoek 13-22 juni 1962. Met bijdragen van L. Otto en A.W. Griffioen. (KNMI versl. V-119). De Bilt.
- Dorrestein, R., 1962. Wave set-up on a beach. In:Proceedings of the 2nd technical conference on hurricanes, June 27-30, 1961, Miami Beach, Fla. Washington D.C.. Part I, p. 230-241.
- Dorrestein, R., 1962. Statistiek van maximale windsnelheden (uurgemiddelden) per winter- en zomerhalfjaar waargenomen te Den Helder. (KNMI versl. V-120). De Bilt.
- Otto, L., 1963. Reisrapport Noordzeeonderzoek 17 april - 1 mei 1963 (met bijdragen van R. Dorrestein en P.A. Kurth) (KNMI versl. V-135). De Bilt.
- Dorrestein, R., 1963. Verslag van een bezoek aan Hamburg, 7-11 oktober 1963. (KNMI versl. V-144). De Bilt.
- Dorrestein, R., 1964. Drijfijswaarnemingen van Nederlandse lichtscheepen in januari - maart 1963. De Zee, 85, p. 135-141.
- Dorrestein, R., 1964. Kort verslag van een bezoek aan enkele instellingen op het gebied van zeeonderzoek in de U.S.A. in september 1963. (KNMI versl. V-151). De Bilt.
- Dorrestein, R., 1965. Enkele aantekeningen naar aanleiding van een bezoek aan de vergadering van de I.C.E.S. te Kopenhagen, 28 september - 7 oktober 1964. (KNMI versl. V-164). De Bilt.
- Dorrestein, R., 1965. Nieuwe boeien voor golfhoogtemetingen in volle zee. De Zee, 86, p. 171-175.
- Dorrestein, R., 1966. Toepassing van scheepswaarnemingen bij het ontwerpen van constructies in of aan zee. De Zee, 87, p. 60-69.
- Dorrestein, R., 1966. Verslag van de besprekingen over de Service Hydrographique van de Conseil International pour l'Exploration de la Mer, gehouden te Charlottenlund, 28 t/m 30 maart 1966. (KNMI versl. V-184). De Bilt.
- Dorrestein, R., 1966. Verslag van de derde bijeenkomst van de IOC-werkgroep uitwisseling van waarnemingsgegevens, gehouden te Charlottenlund, 31 maart t/m 2 april 1966. (KNMI versl. V-185). De Bilt.
- Dorrestein, R., 1967. Indrukken van het tweede internationale oceanografische congres te Moskou, 1966. De Zee, 88, p. 245 - 251.

- Dorrestein, R., 1967. Rapport over de vergadering van het "Hydrography Committee" van de Internationale Raad voor het Onderzoek der Zee, gehouden 3-7 oktober 1966 te Charlottenlund, Denemarken. Amsterdam.
Rapporten van de Kon. Ned. Akademie v. Wetenschappen, Dl. 19, p. 49-55.
- Dorrestein, R., 1967. Wind and wave data of Netherlands lightvessels since 1949. (KNMI Med. & Verh., no. 90). 's-Gravenhage.
- Dorrestein, R. en G.A. Boschloo, 1968. Golfmeetboeien van het KNMI bij Noordwijk. Tds. Visserij, (feb.).
- Dorrestein, R., 1970. Olie op de golven - door de eeuwen heen. De Zee, 91, p. 61-67.
- Dorrestein, R., 1970. Wie doet wat in Nederland op het gebied van zeeonderzoek. Chemisch weekblad, 66, no. 36. Zeenummer: De Zee.
- Dorrestein, R., P. Bruun en A. Juliusson, 1971. Long-period waves in an Icelandic fjord. Oslo. In: Proceedings from the First international conference on port and ocean engineering under Arctic conditions. Vol. 1. p. 455 - 488.
Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions, Technical University of Norway.
- Dorrestein, R., 1972. Fysische oceanografie: tussen geografie en fysica. (Inaug. rede Rijksuniv. Utrecht).
- Dorrestein, R., 1974. Verslag van het 6e "Colloquium on Ocean Hydrodynamics" gehouden te Luik, 29 april - 3 mei 1974, ongenummerd verslag. De Bilt.
- Dorrestein, R., 1974. Verslag van een "Gutachtersitzung" van de "Deutsche Forschungsgemeinschaft", door mij bijgewoond te Hamburg op 10 en 11 oktober 1974, ongenummerd verslag. De Bilt.
- Dorrestein, R., 1975. Physical Oceanography. In: The Netherlands Marine Research, A ministry of Education and Science publication. Den Haag.
- Schmidt, F.H., D. van Sabben, H. Timmerman, J.A. Wisse, R. Dorrestein en L. Otto, 1975. Verslag van de 16e algemene vergadering van de "International Union of Geodesy and Geophysics"(UGGI), gehouden te Grenoble van 25 augustus tot 6 september 1975. KNMI, delegatie verslagen. De Bilt.
- Dorrestein, R., 1976. Kort verslag van het vierde internationale oceanografische congres ("JOA"), gehouden te Edinburgh, 14 tot en met 23 september 1976. De Bilt.
- Dorrestein, R., 1976. Verslag van de vergadering van het "Scientific Committee en Oceanic Research" (SCOR), gehouden 13, 16 en 24 september 1976 te Edinburgh. De Bilt.
- Dorrestein, R., 1977. Note on radiation stress in water waves. J. appl. sc. and engineering, A 2, p. 165-172.

- Dorrestein, R., 1977. Kort verslag van de vergadering van het "Special programme panel on air-sea interaction" van het NATO science committee, Ile de Bendor, (bij Toulon, Frankrijk), 19 en 20 september 1977. De Bilt.
- Dorrestein, R., 1978. Notities n.a.v. een colloquium van het Sonderforschungsbereich (SFB) 94 - Meeresforschung van de Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Hamburg, 29 en 30 juni 1978. Ongenummerd verslag. De Bilt.
- Dorrestein, R., 1979. On the Vertical Buoyancy Flux Below the Sea Surface as Induced by Atmospheric Factors. J. Phys. ocean., 9, p. 229-231.



Uit een rapport van R. Dorrestein.

SLOTOPMERKINGEN.

"Ook op dit speciale gebied van het onderzoek ter zee komt men onder de indruk van de effectieve wijze waarop de Duitsers, ondanks de enorme handicaps die zij zich door de laatste oorlog op de hals gehaald hebben, de zaken aanpakken. Een factor van belang hierbij zal wel zijn dat men in Duitsland op het gebied van oceanografie en maritieme meteorologie een doorlopende traditie heeft, dat men er doorlopend beschikt heeft over tientallen deskundigen op deze gebieden; anders dan in ons land, waar in de dertiger jaren veelbelovende jongeren werden afgestoten en bijna alles werd wegbezuinigd. Opvallend is ook, dat het D.H.I. beschikt over een aantal enthousiaste krachten van middelbaar niveau, die op technisch gebied of in het laboratorium geroutineerd zijn en soms in het "bedrijf" zelf gegroeid zijn. Wel klaagt men ook daar, dat men deze mensen zo moeilijk houden of krijgen kan, maar bij ons is deze toch zo bijzonder nuttige en nodige categorie wel zeer schaars.

Ik merkte reeds op hoe gelukkig de combinatie van (wat men bij ons noemt:) "hydrografie" (= bijhouden van zeekaarten) en oceanografie (speurwerk) binnen één instituut in het naoorlogse Duitsland blijkt te zijn.

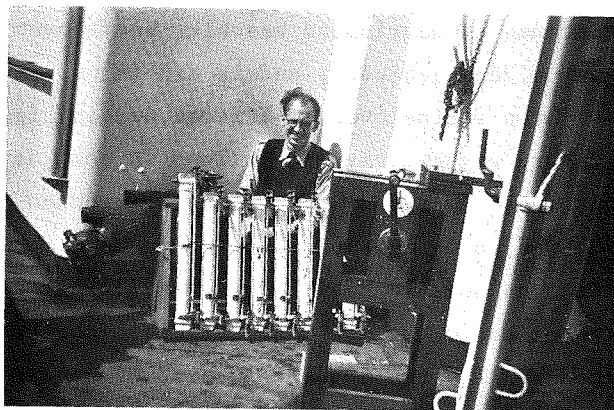
Opvallend is ook het grote nut voor het experimenteren op zee van een direct en geregeld contact tussen de mensen aan de wal, de officieren en bemanningen der schepen en de technici die aan boord werkzaamheden moeten verrichten.

Ik heb het zeer op prijs gesteld deze tocht van de "Gauss" te mogen meemaken. Hierdoor heb ik nader kennis kunnen nemen van de activiteiten op de "Gauss", persoonlijke contacten kunnen versterken, en nuttige ervaringen kunnen opdoen met de KNMI-zoutgehalteschrijver."

De Bilt, 29 April 1955.



"Wij moeten ons in Nederland niet de illusie maken dat we op het gebied der oceanografie goed bij zijn, als we alleen maar in internationale commissies zitten en veel internationale conferenties en congressen bezoeken. Internationale samenwerking is, zeker op dit terrein, natuurlijk zeer nuttig en vaak zelfs nodig, maar we moeten niet vergeten dat slechts de nationale inspanningen der landen in de vorm van specialisten-teams, outillage en instrumentarium, de basis kunnen vormen voor internationale samenwerking. Het aanwezige nationale "kapitaal" kan dan door internationale samenwerking dikwijls nog beter worden uitgebuit".....



"Het is mijn vaste overtuiging dat ons land achterop zal blijven en steeds meer achterop zal komen op het gebied van zeekundig onderzoek indien niet spoedig een grootscheepse reorganisatie van dit onderzoek tot stand komt. Zonder een dergelijke forse nieuwe aanpak zal dit onderzoek betrekkelijk gebrekkig kruimelwerk blijven. Dan zullen jonge competente en enthousiaste onderzoekers en technici - èn door het matige aanzien dat de zeekunde thans in de Nederlandse wetenschapswereld geniet èn door de geringe betaling èn door relatief veel administratieve belemmeringen - niet kunnen worden aange-trokken c.q. gebonden. Dan zal de tijd van de aanwezige krachten blijven versnipperd door allerlei bijzaken. Dan zal ons land op zeekundig gebied ook in de toekomst blijven behoren tot de achterblijvende landen".....

Uit een intern memorandum van
R. Dorrestein, 1962.

HERINNERING.

Zoutgehalte en temperatuur.

In de eerste decade van Dorresteins dienstverband met het KNMI maakten de medewerkers van de oceanografische afdeling vrij geregeld zeereisjes op de Noordzee en de Waddenzee. Ook werden regelmatig oceanografen gestationeerd op één van de weerschepen "Cirrus" en "Cumulus" op de Atlantische oceaan. De Noordzeereisjes werden veelal gemaakt in samenwerking met en gedeeltelijk ten behoeve van het Rijks Instituut voor Visserijonderzoek (RIVO). De oceanografen leverden de hydrografische gegevens terwijl de biologen van het RIVO dan de biologische gegevens verzamelden. Die bestonden o.a. uit het doen van planktonwaarnemingen en het vangen van glasaaltjes en scholeieren voor het in kaart brengen van de populatiedichtheden. Wij maten de temperatuur met behulp van een Nansen waterschepper voorzien van kantelthermometers en namen watermonsters met dezelfde waterscheppers, van verschillende dieptes, ter bepaling van het zout- en zuurstofgehalte. Doorzichtigheidsmetingen werden met de zgn. Secchi-schijf verricht. Ook werden wel temperatuurmetingen verricht met een zogenaamde bathythermograaf. Deze was wel veel onnauwkeuriger dan de kantelthermometer, maar hij kon vanaf een varende schip bediend worden en leverde zo een continu temperatuurbeeld langs het gevaren traject. Het instrument werkte geheel mechanisch. De temperatuur werd aangegeven door een grafiekje op een beroet glazen plaatje dat aan het eind van een drukbalg zat die tijdens het neerlaten van het instrument onder invloed van de toenemende druk werd ingedrukt. De schrijfpen die op het beroete glaasje drukte was bevestigd aan een bimetaaltje waarmee de temperatuur werd geregistreerd.

Stroommeter.

Verder werden stroommetingen gedaan o.a. met de oude koperen Ekmanstroommeter die zelfs nog op de Snellius-expeditie van 1929 - 1930 in de Indonesische wateren dienst had gedaan. Ook deze werkte geheel mechanisch. Het aantal omwentelingen van een molentje werd op een telwerk aangegeven. Met de stopwatch werd de hiervoor benodigde tijd gemeten. Uit het aantal omwentelingen per minuut werd dan m.b.v. een ijktabel de bijbehorende snelheid bepaald.

De richting van de stroom kon men, na ophalen van het instrument, aflezen uit de verdeling van bronzen kogeltjes over de vakjes van, als ik me goed herinner, $11\frac{1}{2}$ graad, waarin een doosje van cirkelvormige doorsnede was verdeeld. Om de zoveel omwentelingen van het molentje viel er dan een kogeltje op een magneetje met een gleufje; dat magneetje draaide op een pen die in het middelpunt van het doosje was aangebracht.

Het kogeltje viel dan dus altijd in het vakje dat op dat moment naar het noorden wees. Aangezien het doosje met de vakjes star met de rest van de stroommeter was verbonden, kon men achteraf uit de ligging van de kogeltjes de ligging van de stroommeter in het water t.o.v. het noorden bepalen. De spreiding van de kogeltjes gaf dan een indruk over de variabiliteit van de richting van de stroom.

Schepen.

De tochten met de biologen werden gemaakt aan boord van het onderzoekingsvaartuig van het RIVO, de "Antonie van Leeuwenhoek".

Veel reises werden gemaakt in het kader van een internationaal onderzoekprogramma dat georganiseerd werd door de "Conseil Permanent pour l'Exploration de la Mer". De tochten op de Waddenzee maakten we voornamelijk op de "Max Weber", het onderzoekingsvaartuig van het Zoölogisch Station, dat toen nog in Den Helder gevestigd was. Ook maakten we wel gebruik van marineschepen, die dan door de toenmalige directeur van de "Afdeling Oceanografie en Maritieme Meteorologie", Vice-admiraal J.W. Termijtelen, "gecharterd" werden. Dan weer voeren we op een radaropleidingsvaartuig, dan weer op een mijnenlegger of mijnenveger.

Deze vaartuigen waren natuurlijk niet optimaal ingericht voor het doen van oceanografische waarnemingen.

Zo herinner ik me dat het officierstoilet op harer majesteits "Soemba" provisorisch als laboratoriumruimte werd ingericht.

Ook werden we wel op één van de Nederlandse lichtschepen gestationeerd, te weten de "Noord-Hinder", de "Goeree", de "Texel" en de "Terschellingerbank".

De oceanografische bemanning bestond meestal uit één of twee wetenschappelijke medewerkers en één à twee assistenten, meestal oud-stuurlieden of oud-gezagvoerders.

Reisverslag.

Hieronder volgt nog een kort verslag van een reisje, waaraan deelnamen Richard Dorrestein, Starrenburg, van Gorkum en ondergetekende, van 5 tot en met 11 september 1949, aan boord van de "Antonie van Leeuwenhoek". De thuishaven was Scheveningen.

Op de Noordzee werden op een aantal raaien metingen verricht van temperatuur, zoutgehalte en zuurstofgehalte.

Het weer was ideaal voor het doen van oceanografische waarnemingen: kalme zee, weinig of geen wind en zeer warm voor de tijd van het jaar. Deze reis vormde een schrilte tegenstelling tot de meeste reizen die we op dit schip maakten, maar ja, die vielen dan ook meestal zeer vroeg in het jaar, in het scholeierenseizoen. Op deze tocht echter hebben we verschillende keren ergens midden op de Noordzee gezwommen. We brachten ook een bezoek aan het Engelse Visserij Instituut te Lowestoft, waar de Engelse hydrograaf Commander Lumby ons ontving. We brachten ook een bezoek aan het Engelse onderzoekingsvaartuig de "Sir Lancelot". Op deze reis passeerden we de lichtschepen "Galloper", "Cross Sand", "Goeree", "Texel", "Smith Knoll", "East Goodwin", "Haisbro", "Corton" en "Cromer Knoll" (in willekeurige volgorde hier weergegeven). In de haven van Lowestoft zagen we nog een ijsvogeltje, op volle zee veel zwarte zeeëenden en zeekoeten. Van oceanografische interesse was nog een prachtige stroomnaad voor de kust bij Lowestoft, met aan de ene kant een nogal ruw zeeoppervlak en aan de andere kant rustig water.

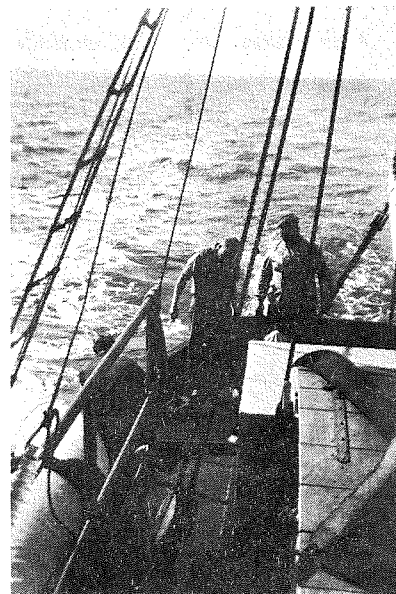
Tot zover dit korte verhaal met vage herinneringen aan een zeereis gemaakt met Richard Dorrestein. Ik denk met genoeg terug aan hem als een uitermate bescheiden, prettige, hardwerkende, integere, capabele collega.

M.P.H. Weenink.



Aflesen van de kantelthermometers door Dr. Dorrestein.

(foto Weenink).



Diepzinnig gesprek.

(foto Weenink).

FLESSENPOST.

Zeestromen verraden zich vaak door de materie die ze transporteren. Boeiende verhalen bestaan er over aangespoelde dingen, meestal aan een kust gevonden, en hun plaats (en tijd) van herkomst. Scheepswrakken, kokosnoten, holle of volle vaten, losgeslagen boeien, boomstammen, enz.. Tegenwoordig staan vooral olie-vlekken in het brandpunt van de belangstelling.

Onder al deze drijvende voorwerpen nemen flessen vanouds een bijzondere positie in. Drijvende flessen zijn gebruikt als voermiddel om geschreven berichten over te brengen. Bijzonder ondoelmatig, maar misschien als enige mogelijkheid aangegrepen. Mag men de verhalen geloven, dan zijn zowel S.O.S.-berichten als liefdesbrieven als onbetaalde rekeningen op deze manier verzonden.

Een heel enkele keer wordt voor onderzoek (nog) wel eens gebruik gemaakt van drijfflessen of drijfveloppen. Een praktische vraag is dan: hoe beloon je degenen die een "kennisgeving van ontvangst" stuurden?

In 1964 hebben de Koninklijke Marine en het KNMI dit gezamenlijk zó aangepakt, dat degenen die reageerden een klein certificaat kregen toegezonden, waarop vermeld stond waar "hun" fles te water was gelaten. Dit drijffles-experiment geschiedde in het kader van een Engels-Nederlands gezamenlijk onderzoek van de Noordatlantische Oceaan: NAVADO.



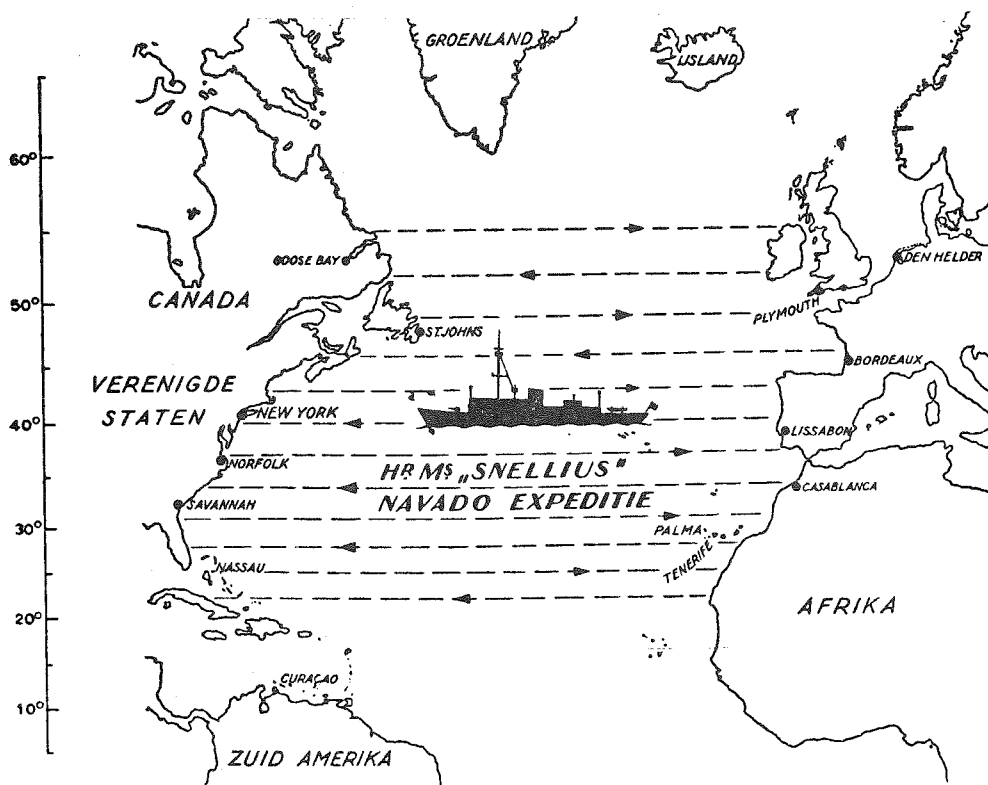
The Director-in-Chief of the Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI) gratefully acknowledges receipt of the letter you kindly forwarded to the Institute after having found it in a drift-bottle. Your co-operation will contribute to the knowledge of the ocean currents. As it will probably interest you to know where the bottle was thrown into the sea, you will find the spot marked with a cross on the chartlet.

Le Directeur en Chef de l'Institut Royal Météorologique Néerlandais De Bilt, a le plaisir d'accuser réception de la lettre retournée par vous après l'avoir trouvée dans une bouteille flottante et de vous remercier vivement de votre coopération qui contribuera à la connaissance des courants maritimes.

Une croix sur la carte indique la position à laquelle la bouteille fut lancée.

El Director General del Instituto Real Meteorológico de los Países Bajos De Bilt, le agradece mucho la carta encontrada dentro de una botella y que usted ha tenido la amabilidad de remitirle. Su cooperación ayudará a nuestra investigación acerca de las corrientes que prevalecen en los océanos.

En el mapa adjunto va indicado con una cruz el lugar donde la botella fué echada al agua.



427.

K.N.M.I. Afdeling Oceanografie
Inventaris onderdelen

26-7-51

meegaven 27 Juli 1951 a/b SS. "Cumulus".

~~Stoffpaak~~
Houtenkist met Aluminiumpaal, 3 secties, met lange houten klos,
1 ribber ring, 1 klemring, 1 beugelbaar met pen.

Aluminiumschijf

2 grote slentels

1 tros Manillatouw

5 Einden staaldraad, resp lang 5, 16, 20, 26, 30 m.

5 Reserve-eindjes staaldraad

1 Ring met 4 aangelaste sluitings

1 Tonnetje (drijver)

1 Kurksnoer

1 Gewicht 14 kg met sluiting

1 Kistje met:

5 grote en 2 kleine staplen gewichten (klossen)

7 " " 3 " houten " (klossen)

1 dikke " 4 dunne gummiringen

1 Pot (geelgroene Ralston grondverf van aluminium

1 jampotje zuiverrij vaseline

1 potje consistentvet

13 kleine en 3 grote sluitings

1 wartel

1 draadklem

1 grote schroevendraaier

1 tandetje

1 kwastje

(iets
insprongen)

1 kist met 40 monsterflesjes en 42 labels.

OVERZICHT VAN SCHEPEN DIE IN DE AFGELOPEN VIJFENTWINTIG JAREN TEN BEHOEVE VAN DE AFDELING OCEANOGRAFISCH ONDERZOEK VAN HET KNMI ZIJN INGEZET VOOR OCEANOGRAFISCHE WAARNEMINGEN.

1. Lichtschepen.

Aan het eind van de 19e eeuw waren langs de Nederlandse kust de volgende lichtschepen gestationeerd.

Lichtschip Noord-Hinder	vanaf 1886
Lichtschip Schouwenbank	vanaf 1886 tot 1934
Lichtschip Maas	vanaf 1891
Lichtschip Haaks	vanaf 1890
Lichtschip Terschellingerbank	vanaf 1886 tot 1975

Na de laatste wereldoorlog werd de benaming van enkele lichtschepen gewijzigd en wel als volgt:

Voor het lichtschip Maas kwam het lichtschip Goeree in de plaats dat in 1971 werd vervangen door het lichteiland Goeree.

Het lichtschip Texel verving in 1947 het lichtschip Haaks. In verband met bezuinigingen onderging het lichtschip Texel in 1977 een verbouwing waardoor het mogelijk was dit lichtschip "op station" te laten liggen zonder bemanning.

Vrijwel direkt na de start van de lichtschepen zijn op verzoek van het KNMI door hun bemanningen synoptische weerrapporten opgemaakt en verzonden.

Behalve deze meteorologische waarnemingen hebben echter ook regelmatig oceanografische waarnemingen plaatsgevonden.

- Oppervlaktewaarnemingen met behulp van een puts ter bepaling van de zeevatertemperatuur en tevens van het zoutgehalte.

- Stroomwaarnemingen met behulp van vertikaallog stroommeters op een diepte van 6 meter (nog heden ten dage op het lichtschip Noord-Hinder).

Op enige van de lichtschepen is dit ook gedurende een paar jaren op 18 meter diepte gedaan.

Voorts werden vrij regelmatig bezoeken aan de lichtschepen gebracht voor het uitvoeren van verschillende oceanografische werkzaamheden zoals:

- ijken van vertikaallog stroommeters met Ekman-, Ott- of (later) Plessey-stroommeters;

- testen en plaatsen van golfmeters (KNMI, RWS). In dit verband kan worden gememoreerd dat in 1957 de heren Dorrestein en Kurth proefnemingen hebben gedaan met de KNMI-golfmeter aan boord van de lichtschepen Texel en Goeree;

- verrichten van serie-waarnemingen, oppervlaktewaarnemingen, optische metingen en stroommetingen op verschillende diepten als ondersteuning van een aantal onderzoekprojecten.

2. Weerschepen.

Na de laatste wereldoorlog kwam, onder auspiciën van de Internationale Burgerluchtvaart Organisatie (ICAO), een regeling tot stand waarbij een aantal landen, gelegen om

de Noord-Atlantische Oceaan, de verplichting op zich nam om op bepaalde posities in de oceaan weerschepen (ocean weather ship; OWS) te stationeren.

De taak van deze schepen bestond uit:

- verlenen van diensten aan vliegtuigen op de transatlantische routes;
- verrichten van meteorologische waarnemingen, waaronder waarnemingen in de bovenlucht.

Aan het verrichten van deze taken nam Nederland deel met twee omgebouwde Amerikaanse fregatten, de CIRRUS en de CUMULUS.

In 1963 werd een speciaal voor dit doel gebouwd schip in dienst gesteld ter vervanging van één der fregatten. Medio 1970 werd om technische redenen het weerschip CIRRUS teruggetrokken waarna per 1 juli 1971 de verplichting van Nederland werd teruggebracht tot de inbreng van één weerschip.

Ook aan boord van deze schepen zijn behalve de voorgeschreven meteorologische waarnemingen, veelvuldig oceanografische waarnemingen verricht op routine basis. Deze waarnemingen werden dan in vele gevallen gedaan door de medewerkers van de radiosondeploeg. Indien echter een meer omvattend oceanografisch programma moest worden uitgevoerd, dan kwamen hiervoor medewerkers van de afdeling Oceanografie aan boord.

Zo maakten de heren Dorrestein en Teuwisse deel uit van de bemanning van het weerschip CUMULUS gedurende de reis van 11 april tot 10 mei 1950 naar het station JULIETT ($52^{\circ}30'N$, $20^{\circ}00'W$).

Tijdens deze tocht werd de golfpaal (volgens Froude) gebruikt. Voorts werd met behulp van de lier voor de Bathythermograaf en het Thomson lodingstoestel een "diepe" seriewaarneming gedaan tot wel 500 m. Op de heenreis gaf dr. G.T.D. Henderson, afkomstig uit Leith, instructie over het gebruik van de plankton-recorder en de Lumby waterschepper.

Op verzoek van engelse oceanografen werden met beide instrumenten in deze periode waarnemingen verricht.

Gedurende een reis in 1952 werd voor het eerst gebruik gemaakt van een "oceanografische lier" voor het uitvoeren van seriewaarnemingen.

In het begin van de zestiger jaren werd een Shipborne Wave Recorder (SBWR) aangeschaft voor inbouw aan boord van het weerschip CUMULUS. Tijdens de reis van 1 juni tot 2 juli 1964 werd op station India ($54^{\circ}00'N$, $19^{\circ}00'W$) een begin gemaakt met golfwaarnemingen met behulp van deze SBWR.

Elf jaar later en wel gedurende de reis van het weerschip naar station MIKE ($66^{\circ}00'N$, $02^{\circ}00'E$) van 17 mei - 16 juni 1975 werd wederom een nieuw instrument uitgetoetst en wel een Conductivity/Temperature/Depth (CTD) meter.

Vanaf het begin tot heden hebben medewerkers van de afdeling Oceanografisch Onderzoek aan 48 reizen van het weerschip deelgenomen.

3. Civiele oceanografische vaartuigen.

Vaartochten gemaakt in de jaren 1948 - 1980 door medewerkers van de afdeling Oceanografie en Maritieme Meteorologie (later de afdeling Oceanografisch Onderzoek) aan boord van diverse schepen voor het verrichten van oceanografische waarnemingen.

Antonie van Leeuwenhoek.

Van 5 tot 11 september 1949 werd een vaartocht ondernomen met de "Antonie van Leeuwenhoek", van het Rijks Instituut voor het Visserij Onderzoek.

Het doel van deze tocht was om in de Zuidelijke Noordzee op verschillende diepten zee-watertemperaturen alsmede zout- en zuurstofgehalte van het zeewater te bepalen. Als waarnemers bevonden zich aan boord Weenink, Dorrestein, van Gorkum en Starrenburg.

Met name Dorrestein toonde een grote belangstelling voor het fysische verschijnsel golven, zodat hij zich hoofdzakelijk bezighield met het doen van visuele golfwaarnemingen, hetgeen geen gemakkelijke taak bleek te zijn.

Na deze tocht volgden in 1950 (2x), 1951 (3x) en in 1952 (2x) nog een aantal vaartochten aan boord van ditzelfde schip.

De waarnemingen betroffen temperatuur en zoutgehalte vanaf het zeeoppervlak tot nabij de bodem, alsmede metingen van het zuurstofgehalte.

De tochten werden veelal ondernomen in samenwerking met medewerkers van het Rijks Instituut voor het Visserij Onderzoek te IJmuiden tijdens "schollarven experimenten".

Tijdens de reis in maart 1950 werd voor het eerst gebruik gemaakt van de "Lumby" waterscheppers.

Max Weber.

In 1950, 1953 en 1957 werden vaartochten gemaakt met het onderzoekingsvaartuig "Max Weber" van het Zoölogisch station te Den Helder teneinde medewerking te verlenen bij een "glasaal onderzoek".

Hiertoe werden oppervlakte- en bodemtemperatuurmetingen verricht en voorts, incidenteel, stroomwaarnemingen met de Ekman stroommeter.

Zowel in 1953 als in 1957 werden tevens proeven genomen met de zgn. "Dorrestein-vis" een door de heer Dorrestein ontwikkeld instrument dat, geslept door een schip, continu zoutgehalte of temperatuur kan registreren.

Ons genoeg.

In de tussenliggende jaren en wel in 1954 en 1956 werden vaartochten gemaakt in de wateren van Eems en Dollard met de verbouwde Schelpenzuiger "ONS GENOEGEN" van de Rijkswaterstaat. Dit onderzoek had tot doel het verkrijgen van inzicht in de getijbewegingen en de watermenging in dit gebied.

Voor het onderzoek werd gebruik gemaakt van o.a. de Dorrestein-vis, OTT stroommeter en secchi schijf.

Gauss.

Vaartocht met het Duitse onderzoekingsvaartuig "GAUSS". In 1955 deed zich een gelegenheid voor om nogmaals de "Dorrestein-vis" in te zetten bij het onderzoek naar de waterbeweging.

In samenwerking met het Deutsches Hydrographisches Institut te Hamburg werd een oceanografisch onderzoek uitgevoerd in het zeegebied gelegen tussen de straat van Dover en de 56 breedtegraad.

Behalve de GAUSS, waarop Dorrestein zich had ingescheept, waren nog 2 Duitse onderzoekingsvaartuigen betrokken bij dit onderzoek, dat zich in hoofdzaak bepaalde tot waarnemingen op het gebied van de "algemene hydrografie", van echolood profielen en op dat van de visserij biologie.

Zaandam.

Voor het verrichten van oceanografisch onderzoek is nu eenmaal een zekere hoeveelheid veldwerk nodig. We zien dan ook dat de reeks vaartochten die in de jaren vijftig werden uitgevoerd, in de jaren zestig werd voortgezet.

In 1961, 1962 en 1963 werden vaartochten ondernomen met het Rijksbetonningsvaartuig "Zaandam" ten behoeve van een quasi-synoptische, algemeen hydrografische opname (zoutgehalte, temperatuur, stromingen en "troebeling") van een beperkt zeegebied ten W en NW van Den Helder met inbegrip van het Marsdiep. Terzelfder tijd werden systematische waarnemingen gedaan aan boord van het lichtschip Texel.

Tijdens deze vaartochten werd gebruik gemaakt van een OTT-stroommeter van de Rijkswaterstaat en werden door Dorrestein proeven genomen met een zoutmeter.

Ephyra, Terschelling en Zeekoet.

In deze zelfde periode werd verschillende malen gebruik gemaakt van het kleine onderzoekingsvaartuig "Ephyra" van het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, voor het regelmatig bemonsteren van de zgn. Texelraai. Met dit onderzoek werd getracht een inzicht te krijgen in de verschillende factoren, die de saliniteits- en temperatuurvariaties bij het lichtschip bepalen.

Ook in latere jaren is de Texelraai nog meerdere malen bevaren o.a. met de schepen Zeekoet en Terschelling van het loodswezen en met de Willem Beukelsz van het Rijks Instituut voor het Visserij Onderzoek.

Willem Beukelsz.

Met dit laatstgenoemde schip maakten medewerkers van de afdeling Oceanografisch Onderzoek een reis in juli 1959 waarbij o.m. de "troebelingsmeter" werd gebruikt. Tijdens een van de volgende vaartochten in dat jaar werden vergelijkende proeven gedaan met de KNMI-golfhoogtemeter en met die van de Rijkswaterstaat.

Twee jaren later werd een op het instituut gebouwde TSD meter in gebruik genomen waarmee in zee temperatuur en zoutgehalte op verschillende diepten kan worden gemeten.

Ook dit instrument werd aan boord van de Willem Beukelsz voor het eerst beproefd. In de jaren daaropvolgend werden regelmatig vaartochten met dit schip gemaakt voor het doen van temperatuur- en zoutgehaltemetingen van de Noordzee. Tijdens enkele van deze reizen werden tevens Rhodamine[Ⓜ] lozingen verricht ten behoeve van diffusieonderzoekingen in de Noordzee.

[Ⓜ] Rhodamine, een merknaam, is een onschadelijke kleurstof.

Magga Dan.

Een aparte, wat incidentele gebeurtenis is het onderzoek dat aan boord van de Magga Dan werd gedaan in 1967 op de thuisreis van Antarctica, via Kaapstad en door de Rode Zee. Hierbij werd een beperkt onderzoek uitgevoerd naar de uitwisseling van water via Straat Bab-el-Mandeb.

4. Onderzoekingsvaartuigen van de Koninklijke Marine.

Luymes.

In april 1963 bevond Dorrestein zich aan boord van Hr.Ms. Luymes ter voortzetting van het oceanografisch onderzoek nabij het lichtschip Texel.

Een jaar later werden uitgebreide waarnemingen verricht aan boord van dit zelfde schip in de Zuidelijke Noordzee tussen ongeveer 51^o en 54^oNB.

Snellius.

Door het Engels "Hydrographic Bureau" werd, in nauwe samenwerking met de Amerikaanse en Nederlandse hydrografische diensten een oceanografisch onderzoek georganiseerd in de Atlantische Oceaan van eind 1964 tot september 1965, het "North Atlantic Vidal and Dalrymple Oceanography" project, NAVADO. Dit onderzoek werd nodig geoordeeld om een beter inzicht te krijgen in de opbouw van de zeebodem en in de vorm van de aarde, ten behoeve van het bepalen van satellietbanen. Doordat de Koninklijke Marine Hr.Ms. Snellius voor dit onderzoek beschikbaar had gesteld konden verschillende Nederlandse wetenschappelijke instellingen, waaronder het KNMI, aan deze expeditie deelnemen.

Tijdens deze tocht werden in een gebied van 22^o tot 53^o NB een groot aantal, langs breedtecirkels lopende, raaien afgevaren, waarbij velerlei oceanografische en geofysische waarnemingen werden verricht.

Nogmaals Luymes.

Mede op initiatief van Nederland vond, onder auspiciën van de Intergovernmental Oceanographic Commission, in de jaren 1970 tot en met 1972 een uitgebreid oceanografisch onderzoek plaats in het Caraïbisch zeegebied en de aangrenzende zeeën t.w. het "Cooperative Investigation of the Caribbean and Adjacent Regions" project, CICAR. Op velerlei gebied werd aldaar onderzoek verricht door verschillende Nederlandse oceanografische instellingen.

In het najaar van 1970 en het voorjaar van 1971 werkten onderzoekers van het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee en van het KNMI aan boord van Hr.Ms. Luymes, samen met Brazilianen aan boord van hun schip "Almirante Saldanha".

Fysisch oceanografische waarnemingen werden verricht in een gebied gelegen tussen de mond van de Ojapok rivier en die van de Suriname rivier, vanaf de kust tot ongeveer 10^oN.

Dit onderzoek had ten doel inzicht te krijgen in de wijze waarop het Amazone water in de oceaan wordt opgenomen en de beantwoording van de vraag in hoeverre er tussen perioden met hoge en lage rivierafvoer verschillen optreden.

Onversaagd.

Binnen een informele internationale overleggroep "Joint North Sea Information Systems" (JONSIS) bestaande uit onderzoekers van Engelse, Belgische en Nederlandse instellingen werd begin van de jaren zeventig besloten tot de instelling van het "Joint North Sea Data Acquisition Programme" (JONSDAP) met de bedoeling een programma van waarnemingsgegevens te verkrijgen.

Door deze internationale aanpak ontstond de mogelijkheid om op uitgebreide schaal simultaan de nodige waarnemingen te gaan verrichten.

Hoewel het doel, waarvoor de basiswaarden werden verzameld, van instelling tot instelling min of meer verschilde, bestond toch een gemeenschappelijke noemer nl. het ontwikkelen van meer uitgebreide theoretische modellen. In het bijzonder is dit van belang voor het numeriek uitwerken van getijbeweging, waterstands variaties, circulatiepatronen en chemisch biologische modellen.

In het najaar van 1973 vond een eerste meetcampagne plaats waaraan door Nederland werd deelgenomen met de, voor oceanografische werkzaamheden omgebouwde, oceaansloop Hr.Ms. "Onversaagd".

Nogmaals Onversaagd.

Een jaar later werd dit zelfde schip beschikbaar gesteld voor deelname aan het door de World Meteorological Organization (WMO) georganiseerde, "GARP Atmospheric Tropical Experiment" (GATE). Dit experiment, dat plaats vond van medio juni tot medio september 1974 in de tropische gebieden van de Atlantische Oceaan tussen 20°NB en 10°ZB , was bedoeld als een waarnemings experiment voor het verkrijgen van meteorologische en oceanografische gegevens.

Dit onderzoek is niet alleen van belang voor de tropen zelf, maar ook voor de gematigde breedten, omdat het gedrag van de atmosfeer op de gematigde en hogere breedten voor een niet onbelangrijk deel wordt bepaald door processen in de tropische oceaan en de atmosfeer daarboven.

Tydeman.

Terug kijkende naar de periode van de laatste 20 jaren, kan worden vastgesteld dat over de gehele wereld steeds meer aandacht is besteed aan het onderzoek van de zee.

In dit verband werd reeds in 1963 door de Nederlandse Commissie voor Zeeonderzoek een subcommissie ingesteld voor het maken van een plan voor de bouw van een oceanografisch onderzoekingsvaartuig ten behoeve van de civiele wetenschap.

Gelet op het toenemende nationale belang bij oceanografisch onderzoek werd dit voorstel in een later stadium gesteund door het ministerie van Onderwijs en Wetenschappen.

In deze zelfde periode waren op het ministerie van Defensie plannen ontwikkeld voor de bouw van een oceanografisch opnemingsvaartuig voor de Koninklijke Marine (afd. Hydrografie) ter vervanging van de schepen Snellius en Luymes.

Begin 1973 besloot de Ministerraad dat slechts fondsen beschikbaar zouden worden gesteld voor de bouw van één van de beide schepen en dat ten aanzien van deze aanschaf interdepartementaal overleg zou plaatsvinden.

Na afweging van voor- en nadelen van mogelijke oplossingen kwam de ambtelijke werkgroep "oceanografisch onderzoeksvaartuig" tot het volgende advies:

- a. het te bouwen vaartuig toe te wijzen aan de Koninklijke Marine en het voor 30% te doen gebruiken voor civiel wetenschappelijk werk;
- b. gedurende ca 80% van de tijd, waarin het vaartuig voor militaire werkzaamheden wordt gebruikt aan ca 15 opstappers gelegenheid te geven tot het verrichten van civiel wetenschappelijk oceanografisch onderzoek, mits het militaire programma dit toelaat
- c. zonodig de capaciteit voor civiel wetenschappelijk onderzoek, als bedoeld onder a. en b. aan te vullen door het op tijdelijke basis charteren van schepen.

Dit advies werd door de Ministerraad overgenomen en op 10 november 1976 werd het oceanografisch vaartuig Hr.Ms. Tydeman in dienst gesteld.

Gedurende de hierop volgende garantieperiode van het schip werden een aantal instituten en instellingen in de gelegenheid gesteld om de inrichting van het schip te beoordelen en eigen apparatuur uit te proberen.

In dit verband waren gedurende 17 dagen in juni 1977 medewerkers van het KNMI aan boord geëmbaardeerd, speciaal met het oog op het in 1978 uit te voeren "Joint Air-Sea Interaction" programme (JASIN).

De vaartochten in het kader van het JASIN project werden uitgevoerd in een periode van 15 juli tot 15 september 1978 in het onderzoeksgebied bij Rockall ten noordwesten van Schotland.

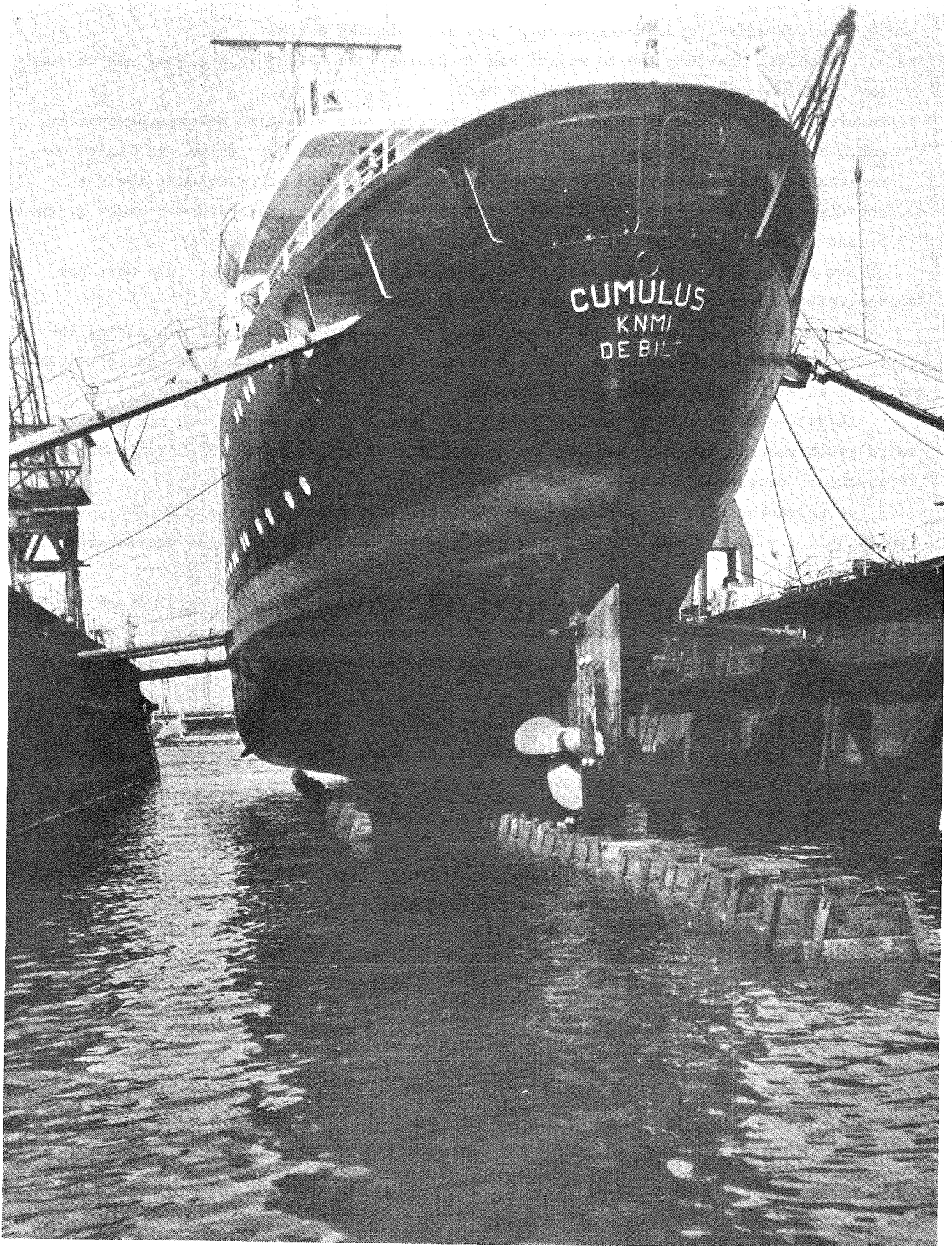
Aan deze meetcampagne werd deelgenomen door 14 schepen (w.o. Hr. Ms. Tydeman) en 3 vliegtuigen, welke gedurende 8 weken veelsoortige oceanografische en meteorologische waarnemingen verrichtten tussen tropopauze en zeebodembodem, met de grootste waarnemingsdichtheid tussen ca 1 km hoogte en 100 m diepte.

Het JASIN onderzoek stelt zich ten doel:

- bestuderen van de processen die de opbouw van de atmosferische en de oceanische grenslagen en de wisselwerking tussen deze beide lagen bepalen;
- verzamelen van een gegevensbestand waaraan modelbeschrijvingen van deze grenslagen kunnen worden getoetst.

In het kader van het oceanisch-menglaagonderzoek ligt het in de bedoeling ook in de komende jaren nog vaartochten te organiseren aan boord van het weerschip Cumulus en aan boord van Hr.Ms. "Tydeman".

A.J. de Graaff.



Ook het weerschip "Cumulus" moet op z'n tijd "geknipt en geschoren" worden. (foto J. Schaap).

ERVARINGEN OP EN MET HR.MS. TYDEMAN.

Plannen maken op papier.

De vroegste contacten van gebruikers met Hr.Ms. Tydeman dateren al van vóór de kiellegging, toen er nog sprake was van "het onderzoekingsvaartuig". In 1973 waren nl. een aantal medewerkers uit de kring van toekomstige civiele gebruikers uitgenodigd om mee te denken over de eisen die aan de gegevensverwerkende apparatuur van het te bouwen "Oceanografisch onderzoekingsvaartuig" gesteld moeten worden. Dat daar ook over ervaring èn met lieren, fabrikanten, omroep- en oproepinstallaties èn nog veel meer gesproken werd, behoeft nauwelijks enig betoog.

Het resultaat van al deze "inspraak" is ondertussen wel, dat gebruikers die intensieve gegevensverwerking tijdens een vaartocht nodig hebben, terecht kunnen op een inmiddels betrouwbaar en bruikbaar gebleken computer-systeem.

Maar we lopen ver op de gebeurtenissen vooruit. Na de bouw, doop en stapelloop van het onderzoekingsvaartuig, dat inmiddels als Hr.Ms. Tydeman bekend stond, volgde een periode van intensieve beproevingen, waarbij zo nu en dan ook gebruikersinstituten betrokken waren.

De eerste praktijkervaringen.

Het opwerken van een nieuw schip is ook voor de gebruikers een hele belevenis, waarbij allerlei verrassingen "genoten" kunnen worden; dus wat doe je? In een zo vroeg mogelijk stadium aan boord gaan bekijken, welke mogelijkheden het schip te bieden heeft, nadat eerst alle tekeningen uitvoerig zijn bestudeerd. En verder ga je praten met de beheerders van de computer-installatie die je denkt te kunnen gebruiken.

Of de datum van dit eerste bezoek (de elfde van de elfde) de resultaten van het overleg beïnvloed heeft? Feit is in ieder geval dat in het voorbereidend overleg voor een multidisciplinaire tocht tussen Koninklijke Marine enerzijds en de drie deelnemende instituten (RMNH, Phys. Lab. RVO-TNO, KNMI) anderzijds, voor de opstelling van de KNMI-apparatuur een totaal andere opzet uit de bus kwam (of liever: moest komen), dan na het eerste bezoek voor ogen stond.

De verdere loop van de geschiedenis heeft wel bewezen, dat we hier erg gelukkig mee kunnen zijn. Immers, de eerste ideeën gingen uit van werken op het achterdek, wat tijdens de gemelde tri-partite tocht eenvoudig niet kon wegens omvang en plaats van de apparatuur van het Fysisch Lab..

Nu werken we met de CTD-apparatuur op het voordek, waardoor bij zeer ruwe zee (windkracht 8 à 9 en wellicht daarboven) normaal doorgewerkt kan worden terwijl het achterdek al onbegaanbaar geworden is, zeker na de verbouwing van het achterschip.

Dat achterschip was trouwens voor alle opstappers en opvarenden een vreemde ervaring: het doen van oceanografische waarnemingen vindt erg vaak plaats met "drijvend schip". Bij een geringe zeegang en/of deining kwam dan het oorspronkelijk platte achterschip van de Tydeman uit het water om er even later met een harde klap weer op te slaan. De gevolgen waren indrukwekkend; buiten het schip prachtige fontein, binnen het

schip schuddende en trillende apparatuur en opstappers die in hun kooi omhoog gegooid werden, om er weer in terug te vallen en verder te slapen! Nou ja, slapen?

Na de verbouwing in de maanden voorafgaand aan het JASIN experiment, behoren dergelijke evenementen tot het verleden en is alleen bij ruwe zee het achterdek eerder nat. Voor het overige is Hr.Ms. Tydeman als werkschip prima bevallen.

De eerste KNMI tocht van Hr.Ms. Tydeman.

Als werkschip, maar voor het zover is, komt er natuurlijk wel wat kijken. Hoe loopt eigenlijk een vaartocht van stapel? Laten we daarvoor de eerste grote KNMI-reis aan boord van de Tydeman, het JASIN experiment, eens op de voet gaan volgen.

De grote lijnen van deze reis, zoals wetenschappelijke doelstelling (lucht-zee-wisselwerking), zeegebied (Rockall, ten noordwesten van Schotland) en periode (half juli tot medio september 1978) stonden al geruime tijd vast en waren in de vaarplannen voor de Nederlandse Commissie voor Zeeonderzoek opgenomen.

De verdere invulling van de plannen begint vorm te krijgen ruim een jaar vóór het experiment als de vraag aan de orde komt: wie verzorgt welke metingen? Het KNMI uiteraard de onderzoeksgebonden metingen, zoals temperatuur- en zoutgehalteprofielen en zonnestraling, maar voor de uurlijkse weerwaarnemingen (SYNOPS) ligt dat al minder duidelijk omdat weerwaarnemers tot de vaste bemanning behoren. Zo begint dus het overleg met de Dienst der Hydrografie al in september 1977.

Een ieder werkt verder en op 1 februari 1978 vindt aan boord een bespreking plaats over vele zaken: preciese data en stationsschema's voor de reis, wie gaan er mee, wanneer kan de KNMI-apparatuur geïnstalleerd worden, welke voorzieningen aan het schip moeten nog getroffen worden, is er hulp van bemanningsleden nodig tijdens de reis enz..

Zo wordt er dan in maart nog een tocht meegemaakt door 3 KNMI'ers ter beproeving van nieuwe apparatuur en komen een aantal bemanningsleden van Hr.Ms. Tydeman in enkele dagen in De Bilt om samen met de aangewezen KNMI-opstappers te oefenen in het bedienen van de CTD-apparatuur.

En dan begint 11 dagen voor het geplande vertrek een steeds spannender wordende wedloop met de tijd. Het schip ligt nog in dok vanwege de verbouwing van het achterschip, en toch moet de installatie van speciale apparatuur al beginnen. Er is daar in en op het dok heel wat afgeklauterd, met apparatuur, kabels en wat niet al om de steeds krappe tijd zo goed mogelijk te benutten. Het is gelukt; zelfs toen een kraanmachinist de container met apparatuur niet kon hijsen, heeft de bemanning geholpen alles stukje bij beetje aan boord te dragen, tussen hun eigen toch ook al zeer krappe schema door.

Er kan dan ook rustig gesteld worden, dat iedereen verlicht ademhaalde toen Hr.Ms. Tydeman op de vastgestelde datum en tijd in Den Helder ontmeerde voor het vertrek naar het JASIN-gebied: 14 juli 1978 ten 12.00 uur plaatselijke tijd zoals al op 10 februari 1977 was vastgesteld.

Op zee: JASIN 1978.

En dan gedurende twee maanden de ervaringen aan boord. Hoe gaat het nu als een vaste bemanning te maken krijgt met opstappers die hun eigen ideeën hebben over metingen doen op zee?

Voelen ze zich opgescheept met een stelletje landrotten of gaat het er veel positiever aan toe?

Eén ding is zeker: de ervaringen van die "landrotten" zijn bepaald positief, misschien ook wel omdat ze zelf ook meer of minder zee-ervaring hebben.

Eenmaal op zee, buiten het zicht van land en haven, vindt ieder zich al gauw in een bepaalde routine. Werkzaamheden keren dagelijks terug, een vast patroon wordt gevonden; en als blijkt dat het toch eigenlijk niet vol te houden is en anders beter kan, wel dan is dat snel geregeld.

We hadden het over een "werkschip" en we hebben al gezien dat er in de voorbereidingen veel in- en samenspraak is geweest, maar hoe ziet dat er nu uit in het dagelijks leven aan boord? Contacten zijn er met vrijwel iedereen van hoog tot laag, zowel letterlijk (van de brug tot op het laagste dek) als figuurlijk (commandant tot wasbaas). Heel plezierige contacten vaak, over het werk en de reeds verkregen resultaten, over ontspanning, film, bingo-avond en over thuis en wat daar allemaal gebeurt, terwijl jezelf ver weg en niet zo makkelijk bereikbaar bent. Oh ja, zulke gesprekken krijgen soms een wat weemoedige ondertoon, zeker als het einde van de reis en voor sommigen een overplaatsing in zicht komen.

Een grap of een rare zinsnede, of ook een telefoontje dat er iets mis is, brengt je weer terug naar de realiteit van het moment. Heel vaak inderdaad de telefoon of één van de andere instrumenten van het technische communicatie-gebeuren anno 1978. Vrijwel nergens ben je onbereikbaar voor de wonderen der techniek.

Zo kan aan boord van Hr.Ms. Tydeman de volgende scene zich afspelen: een geeuwend "ja" beantwoordt de rinkelde telefoon, "Goede morgen, meneer, hier de brug. Het is kwart voor zeven."

"Ja, ik kom eraan." En weer is een nieuwe dag begonnen, zoals er zovele daarvoor begonnen zijn en zoals er nog vele daarna zullen beginnen. Vervelend? Eéntonig? Geenszins, want elke dag werd en wordt en zal worden doorspekt met nieuwe ervaringen tussen mensen die samen een varende gemeenschap vormen, gedurende kortere of langere tijd samen reagerend op de voorvallen van het moment om samen een wetenschappelijke onderneming ondanks technische mankementen tot een goed einde te brengen.

Dat dat ook tijdens het JASIN-experiment kan gelukken, is één van de goede ervaringen met Hr.Ms. Tydeman.

G.J. Prangma.



*Hr. Ms. "Tydeman"
(foto W. Brock,
Kon. Marine).*

*Het mach vloeyen, het mach ebben,
't Groot schip wil groot water hebben.
Jacob Cats.*

Inleiding.

Vanaf de beginjaren der oceanografie tot na de tweede wereldoorlog veranderde er betrekkelijk weinig op het gebied van de gebruikte instrumentatie. Na 1950 volgt een sterke ontwikkeling (de tweede generatie), gebaseerd op de technische vooruitgang in de jaren na de oorlog. In de zeventiger jaren komen de instrumenten van de derde generatie op de markt, gebouwd met de technologie die onder meer ten behoeve van de ruimtevaart ontwikkeld is.

In figuur 1 - waar uitgegaan is van de instrumentele uitrusting van de afdeling Oceanografisch Onderzoek van het KNMI als model van een middelgroot instituut - is duidelijk te zien hoe deze ontwikkeling samen valt met het op de markt komen van achtereenvolgens de radiobuis, de transistor en het moderne integrated circuit.

Een eenvoudige generatie klassificatie zou kunnen luiden:

1e generatie (tot 1950): eenvoudig mechanische, redelijk betrouwbare, maar arbeidsintensieve instrumenten. Deze werden zo goed als altijd gekocht bij een gering aantal gerenommeerde gespecialiseerde kleine fabrieken.

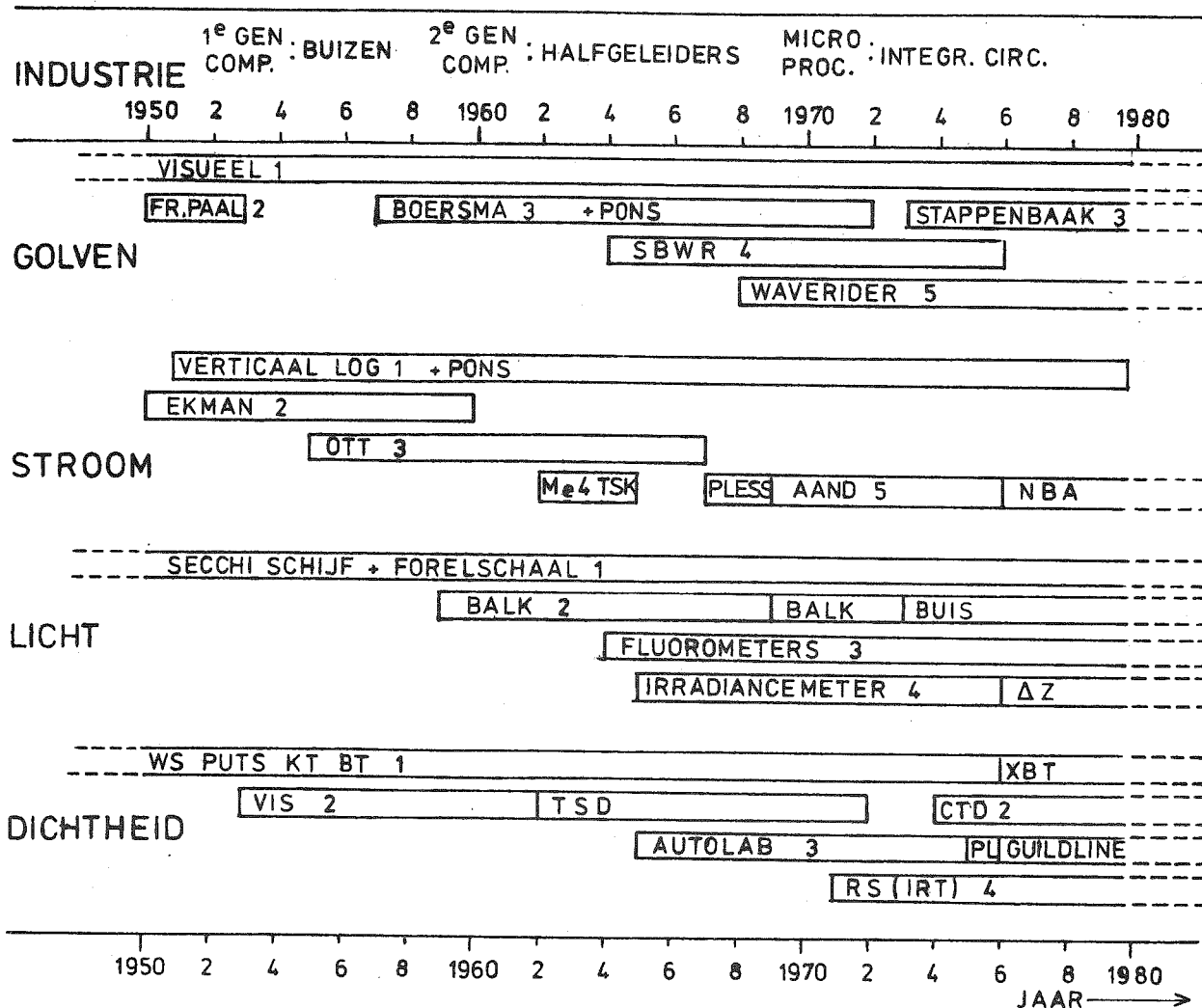
2e generatie (1950 - 1970): mechanische en eenvoudig elektrische, minder betrouwbare en minder arbeidsintensieve instrumenten. Vaak eigenbouw, omdat men niet langer tevreden was met de aangeboden apparatuur en nieuwe mogelijkheden zag in moderne technieken.

3e generatie (na 1970): complex elektronische, betrouwbare instrumenten, computer verwerking. Eigenbouw loont vaak niet meer. De apparatuur is te complex en het aanbod op de markt, dankzij o.a. de sterk opgekomen off-shore industrie, ruim genoeg.

Alle drie de generaties kennen een groot probleem: het agressieve mariene milieu. Met het ter beschikking komen van de derde generatie ontstond nog een extra probleem: controle, verwerking en interpretatie van grote hoeveelheden meetgegevens. Nieuwe computertechnieken moesten daarvoor ontwikkeld worden. In figuur 2 is dit in beeld gebracht aan de hand van de aantallen stroom- en golfwaarnemingen tussen 1950 en 1980, verricht door het KNMI op de Noordzee en de Atlantische Oceaan met de in de figuur 1 genoemde instrumenten.

Vandaag aan de dag kan de oceanograaf beschikken over een uitgebreid assortiment van meestal complexe instrumenten. Het voert te ver deze alle hier te beschrijven. Een redelijk algemeen overzicht is te vinden in "Instruments and Methods in Air-Sea Interaction", Nato School, Ustaoset - Norway, april 1978 - in print.

Eveneens zou het te ver voeren bovengenoemde technische ontwikkeling per instrument-type in detail weer te geven. Niettemin is in het hiernavolgende getracht enige geschiedenis vast te leggen. De onderwerpen en de rangschikking komen overeen met die in figuur 1, evenals de gebruikte nummering, afkortingen en acroniemen.



Figuur 1.

Overzicht enige soorten oceanografische instrumenten van het KNMI.

De figuur toont de perioden waarin bepaalde oceanografische instrumenten door het KNMI gebruikt werden.

Vanaf de geboorte in 1907 van de afdeling Oceanografie en Maritieme Meteorologie tot 1950 werden vrijwel alleen de met (1) genummerde methodes gebruikt. Duidelijk blijkt de sterke verandering in het instrumentarium na 1950. Opmerkelijk is dat de oude methodes nog steeds naast de moderne instrumenten gebruikt worden, terwijl bijna alle instrumenten uit de overgangsjaren (+ 1965 tot 1970) alweer van het bestand zijn afgevoerd.

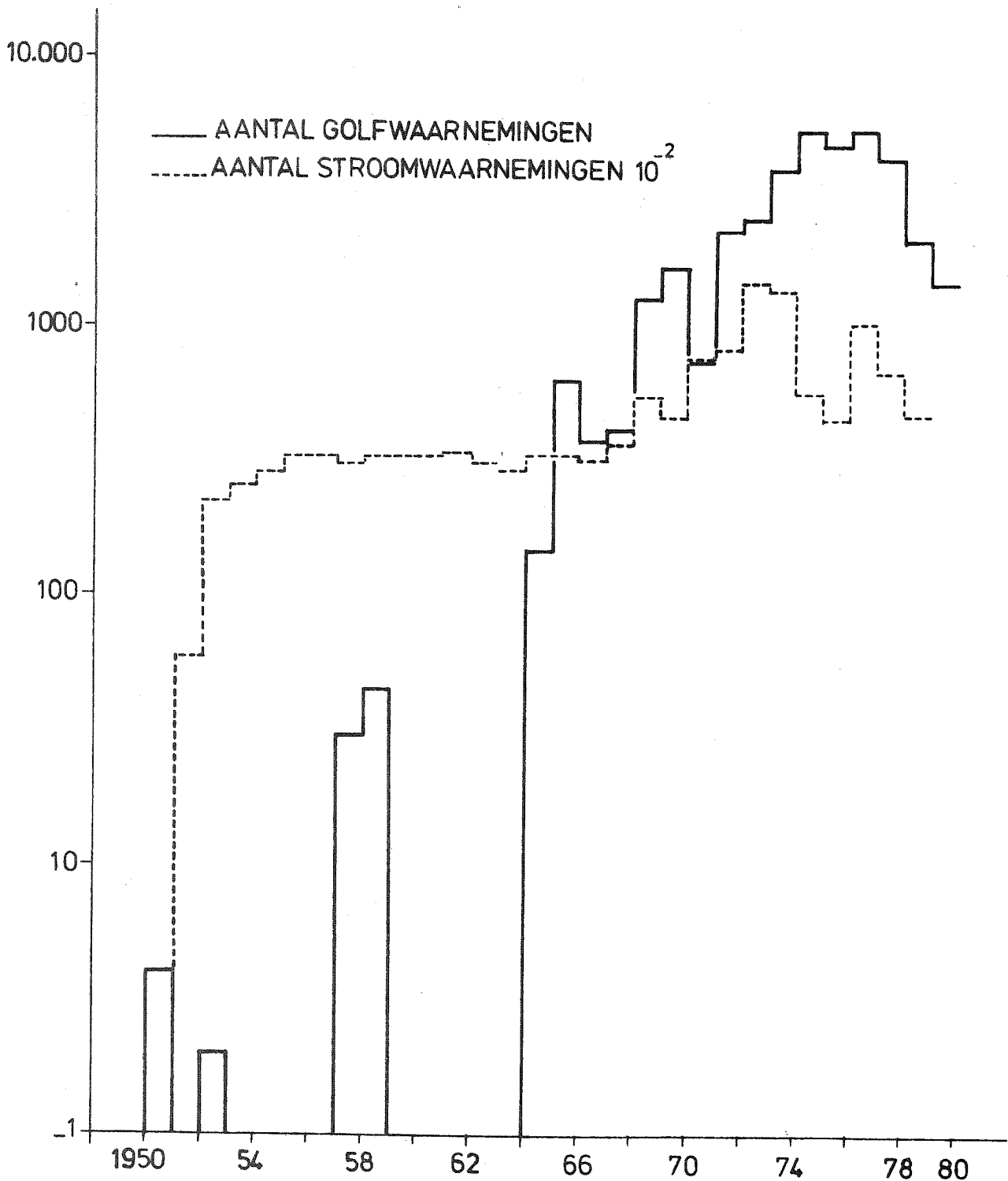
De in de figuur gegeven nummers corresponderen met de in de tekst gegeven toelichting.

Golven.

Golven zijn wel het meest bekende aspect van de zee, toch vormen zij ook nu nog één van de belangrijkste doelen van onderzoek, zowel experimenteel als theoretisch.

1. Visueel: De visuele golfwaarneming is reeds oud en wordt nog steeds verricht. Zo geeft de Beaufort-schaal de windkracht direkt als functie van de golfhoogte en wordt als zodanig in de scheepsweerrapporten vermeld.
2. Froude paal: Uitgaande van het drijfbaken van Froude ontwierp Dorrestein in 1950 een aluminium paal, die rechtop in zee dreef en, uitgerust met een horizontale dempings-schijf, min of meer ongevoelig was voor de golfbewegingen. De hoogte en periode van een golf kon nu geschat worden met de paal als referentiebaken. De paal werd in 1950 gemaakt door Smits-Scheepswerven voor een bedrag van f. 365.-- inclusief omzetbelasting. In het begin van de vijftiger jaren zijn er enige waarnemingen mee verricht op de Noordzee en de Atlantische Oceaan. In de praktijk bleken deze niet eenvoudig: de paal was moeilijk handteerbaar en per meting waren 4 waarnemers nodig (één voor de hoogte, één voor de periode en 2 schrijvers!).
3. Boersma: De Boersma-golfmeter werd door Ir. S.L. Boersma in nauw overleg met Dorrestein (1959) ontworpen en wordt tot op heden door het Technisch Handelsbureau van Reyssen in de handel gebracht. De meter bestaat uit een meetkop (versnelling-sensor) die, gemonteerd op een vlotje[⊗], naast een schip drijft en daarmee is verbonden met een elektrische kabel. Aan boord van het schip bevindt zich een elektronische ontvanger, die het meetsignaal filtert, tweemaal integreert en registreert, aanvankelijk op een papierschrijver, na 1965 met behulp van een ponsband-recorder. Nadelen van het instrument zijn de niet altijd verticale stand van de meetkop en de stabiliteit van het vlotje, dat de neiging heeft om te slaan juist als de golven interessant hoog worden. Het is jaren lang de standaard-golfmeter aan boord van de Nederlandse lichtschepen geweest. Hoewel het in bedrijf houden niet eenvoudig was (bijv.: in 1961: 15 onderhouds-tochten naar de lichtschepen), leverde de meter de eerste reeksen golfspectra van het zeegebied voor de Nederlandse kust op (Kruseman, 1971). Toen de derde generatie golfmeters ter beschikking kwam - die niet meer aan de nabijheid van een schip gebonden waren -, werden de instrumentele waarnemingen op de lichtschepen gestopt. Alleen het lichteiland Goeree, dat in 1972 het lichtschip verving zette de waarnemingen voort, zij het nu uitgerust met een zg. "stappenbaak", ontwikkeld door de T.P.D. Delft.
4. SBWR: De Ship Borne Wave Recorder, een door de Engelse fysicus M.J. Tucker aan het National Institute of Oceanography ontworpen en gebouwde golfmeter voor gebruik aan boord van schepen, werd in 1964 aangeschaft voor het weerschip Cumulus en bleef in gebruik tot 1976. In principe bepaalt deze meter de hoogte van de waterkolom boven een druksensor, aangebracht in de scheepshuid, en corrigeert deze elektronisch voor de bewegingen van het schip zelf.

[⊗] later een soort catamaran.



Figuur 2.

Aantallen golf en stroomwaarnemingen tussen 1950 en 1980 (let op: logschaal; schaal van de stroom waarnemingen x 100). Voor 1950 is het aantal waarnemingen vrijwel te verwaarlozen. Het grote aantal Vertikaal Log waarnemingen aan boord van de lichtschepen (≈ 30.000 per jaar) beïnvloedt het beeld enigszins. Duidelijk zichtbaar is de zeer sterke toename vanaf 1965 (zie tekst). De waarnemingen door selected ships zijn buiten beschouwing gelaten.

5. Waverider: In 1967 bracht de Nederlandse firma Datawell een nieuw type golfmeter op de markt. De ontwikkeling had in opdracht van de Rijkswaterstaat plaatsgevonden terwijl vanuit het KNMI advies werd gegeven, via regelmatige contacten tussen Dorrestein en ir. C.H. Verhagen. De meter - een drijvende boei - meet nauwkeurig de verticale versneling dankzij een gedempte cardanische ophanging. Het signaal wordt radiografisch doorgezonden naar een (maximaal 50 km) verder gelegen ontvangstation dat het signaal na bewerking op ponsband vastlegt. Het ontwerp bleek zeer succesvol en de boei wordt momenteel over de hele wereld gebruikt.

Stroom.

Verplaatsing van watermassa's, stroming dus, is voor veel praktische zaken erg belangrijk: klimaat, visserij, scheepvaart, vervuiling, kusterosie. De nauwkeurige meting ervan is dus noodzakelijk.

1. Vertikaal log: Een groot rad (ontworpen door de Engelsman Carruthers (1935)) dat aan een ketting van een voor anker liggend schip in het water afhangt. Het aantal omwentelingen per tijdseenheid, afleesbaar op een telwerk, is een maat voor de stroomsnelheid. Reeds voor de oorlog (1938) gebruikte de Rijkswaterstaat deze meters in een door van Veen (1938) gewijzigde versie, aan boord van onze lichtschepen. Na de oorlog (1951) zette het KNMI dit werk voort. Van meet af aan zijn de meetgegevens op ponskaarten gezet en machinaal bewerkt. Voor het KNMI was dit het begin van de automatische verwerking van dit soort waarnemingen. Na de opheffing van de lichtschepen (of vervangend door onbemaande platforms (1979)) zijn de metingen gestopt.
2. Ekman: De Ekman is een mechanische stroommeter die met een magnetisch kompas en rollende kogeltjes de stroomrichting en met een propeller en telwerk de stroomsnelheid bepaalt. De inzet is vanaf een verankerd schip. De meter heeft jarenlang goede diensten bewezen, doch was erg arbeidsintensief. Na elke meting van 5 à 10 minuten moest hij worden bovengehaald om afgelezen en weer op nul gesteld te worden.
3. Ott: Een stroommeter van het type "Muldedag" van de Duitse firma Ott werd in 1955 aangeschaft, voornamelijk ten behoeve van het ijken van vertikaal logs aan boord van de lichtschepen. De Ott had een afleesinrichting op afstand en kon daardoor zelf enige dagen achteréén onder water blijven. De meter, die in feite een zoetwater instrument was, bleek slecht bestand tegen de inwerking van het zeewater. Vaak ook gaf de elektrische aansluiting problemen daar men destijds nog niet beschikte over goede aansluit-pluggen voor onderwater.
4. Me + TSK: De Courantographe van de firma Mecabolier (Me) en de Japanse stroommeter van de firma T.S.K. werden rond 1963 aangeschaft. Beide hadden het voordeel voorzien te zijn van een inwendige papier-recorder. Deze (tweede generatie) meters hadden veel kinderziektes en hebben vrijwel geen goede meting gedaan.
5. Plessey/Aanderaa/NBA: De M-21 van de Engelse firma Plessey en de M-4 van de Noorse firma Aanderaa zijn voorlopers van de derde generatie meters. Zij zijn in staat - zonder de voortdurende nabijheid van een schip - zestig dagen onder water te blijven, opgehangen tussen een onderwaterboei en een anker, en gedurende die tijd elke tien minuten een meting te verrichten van de stroomrichting en -snelheid, de watertempera-

tuur en de druk. De gegevens worden in een binaire code geregistreerd op een magneetbandje. Na de meting worden in het laboratorium de gegevens op ponsband gezet ter verwerking door een computer. De DNC stroommeter van de firma NBA uit Engeland is een derde generatie instrument, gelijk aan zijn voorgangers, maar voorzien van moderne electronica.

Licht.

De hoeveelheid daglicht die doordringt in het zeewater is van vitaal belang voor veel in zee levende flora en fauna. De diepte waarop nog licht komt hangt af van het absorptie vermogen van het water en de golflengte van het licht. Eventuele pollutie speelt ook een grote rol.

1. Secchi schijf en Forel schaal: Beide instrumenten zijn niet meer dan visuele hulpmiddelen. Men bepaalt ermee de diepte waarop een witte schijf, afgevierd in het water, nog zichtbaar is, en de kleur van het zeewater. Hoewel primitief zijn beide hulpmiddelen nog steeds in gebruik. Zie bijv. Visser (1970).
2. Balk/Buis: In 1959 werd een balk van 1 meter lengte aangeschaft bij de Duitse firma Askania. Deze meet de verzwakking van een bundel licht van een bepaalde golflengte (meestal rood of blauw) door het water over een weglengte van 1 meter. Daartoe is aan de ene zijde van de balk een lamp en aan de andere zijde een fotocel aangebracht. Door de balk in het water af te vieren vindt men de verzwakking als functie van de diepte. De buis - eigen KNMI ontwerp - is gebaseerd op hetzelfde principe. Hij staat echter aan boord en meet de verzwakking van opgepompt water in een buis van 1 meter lengte. Op deze wijze kan al varend gemeten worden. Zie KNMI-Jaarverslag 1975 (p. 76-78).
3. Fluorometer: Meters als deze komen in de jaren zestig op de markt en zijn typerend voor de toenmalige stand van technische ontwikkeling. De meter bepaalt langs elektronische weg de natuurlijke (of, bij daarop gerichte experimenten, de kunstmatige) fluorescentie van het water.
4. Irradiance meter: Deze meter van de Amerikaanse firma Hydro Products werd in 1965 aangeschaft. Het is een lichtgevoelige cel die in het water afgevierd kan worden, om zodoende de indringingsdiepte van het daglicht vast te stellen. Later is op het KNMI nog een tweede cel op enige afstand van de eerste eraan gebouwd, ter bepaling van locale verticale variaties.

Dichtheid.

Hoewel de dichtheid van zeewater (grootweg 1035 kg/m^3) van plaats tot plaats slechts weinig verschilt, zijn de bestaande verschillen toch groot genoeg om hele watermassa's horizontaal of vertikaal te verplaatsen. Het eerste kan tot zeestromingen leiden, het tweede tot voedselrijk water (upwelling). Het is daarom belangrijk de dichtheid van zeewater zeer nauwkeurig te kunnen bepalen. Het probleem is dat zowel het zoutgehalte als de temperatuur en de druk invloed hebben erop.

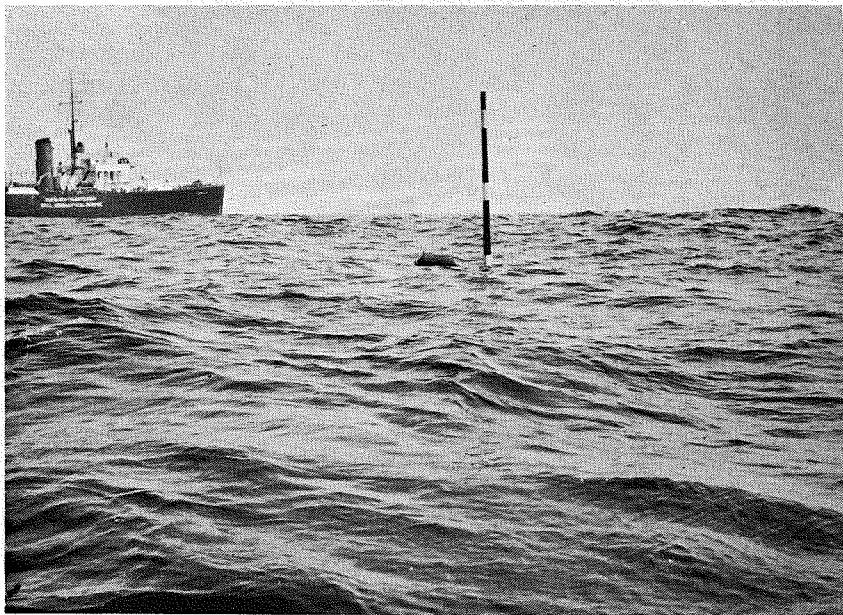
1. WS/puts/KT/BT: Met waterscheppers (WS), afgevierd aan een draad, kan men een monster water nemen op een diepte, die kan worden afgeleid uit de lengte van de draad en de draadhoek, (zie Dorrestein (1951)). Tegelijkertijd wordt met een aan de waterschepper bevestigde kantelthermometer (KT) de lokale temperatuur bepaald. Alleen aan het opper-

vlak kan men volstaan met het slaan van een puts (emmer). De monsters worden later in het laboratorium (op zee of aan land) onderzocht. Deze oude methode werkt langzaam, maar is zeer nauwkeurig (Otto, 1970) en wordt daarom nog steeds toegepast. Wil men een indruk krijgen van het verticale temperatuur-verloop dan wordt een BT (Bathythermograaf) gebruikt. De eerste werd in 1953 aangeschaft via de firma van Doorn. Tijdens het afvieren krast de BT een spoor op een verguld plaatje. Vroeger gebruikte men hier zelfs beroete glazen plaatjes voor. Een moderne uitvoering is de XBT (Expendable BT), die vanaf een varend schip gebruikt kan worden en de temperatuur van het water direct registreert op een schrijver aan boord. In de jaren 50 kosten deze BT's ongeveer f. 5000.--, zodat ze toen ook wel "volkswagens" genoemd werden.

2. Vis:TSD/CTD: Het grote nadeel van een waterschepper met kantelthermometer is het vele werk dat enkele waarnemingen kosten: een vertikaal profiel van 2000 meter, betekent 2 x 10 waterscheppers afvieren. Dat wil zeggen 4 uur werk voor 20 metingen die daarna nog uitgewerkt en geregistreerd moeten worden. Het spreekt dus vanzelf dat men ook voor deze metingen naar elektronische sensoren ging zoeken. Het probleem daarbij is de zoutgehalte sensor. Weliswaar is de elektrische weerstand of capaciteit van het zeewater een functie van het zoutgehalte, maar ook van de temperatuur en druk. Dorrestein (1956) was één der eersten die een meetsonde ontwierp, de "Vis", waarbij de invloed van de temperatuur op het signaal elektrisch gecompenseerd werd. Later ontstond nog een verbeterde versie, de TSD meter, aan de hand van het principe van Hamon (zie Hamon en Brown, 1958). Hoewel deze meters niet zonder succes een aantal jaren gebruikt zijn, was hun nauwkeurigheid en bedrijfszekerheid toch te gering. De huidige Conductiviteit-Temperatuur-Diepte-meter (CTD), in 1974 aangeschaft bij de Canadese firma Guildline, is van de derde generatie en kent deze problemen niet. Voor het genoemde profiel van 2000 m heeft hij slechts een uur nodig. Gedurende deze tijd verricht hij 18.000 metingen (om de 30 cm!) en registreert die op een voor een computer direct leesbare magneetband.
3. Autolab/PL/Guildline: Lange tijd werden de zoutgehaltebepalingen van monsters zee-water op chemische wijze verricht (titratie). Rond 1965 deed ook hier de moderne techniek zijn intree. De eerste elektronische (saliniteits)meter was van de Australische firma Autolab. In 1975 volgde de derde generatie van de firma's Plessey (PL) en Guildline. Deze werken niet alleen veel sneller, maar ook nauwkeuriger en zijn in principe geschikt voor gebruik op zee.
4. RS-IRT: Remote Sensing (RS) (= kontaktloze meting of meting op afstand) is het resultaat van zowel de moderne techniek als de zich vanaf de zestiger jaren ontwikkelende ruimtevaart. Toch behoort men bij remote sensing niet alleen aan metingen vanuit satellieten te denken; het is ook mogelijk bijvoorbeeld vanuit een vliegtuig de infraroodstraling van het zeewater te meten. Met deze IRT (Infrared thermometry) methode kan de verdeling van de oppervlakte-temperatuur van het zeewater voor de Nederlandse kust in enkele uren (met andere woorden binnen één getijperiode) opgemeten worden (Kraan, 1970). Met behulp van een schip en de klassieke puts zouden hiervoor enkele weken nodig zijn, ofwel een middeling over 15 à 20 getijperioden. Duidelijk is dat deze remote sensing techniek zeer snel zeer veel waarnemingen kan leveren. De verwerking van een dergelijke gegevens-stroom per computer is een nieuw probleem in de huidige oceanografie.

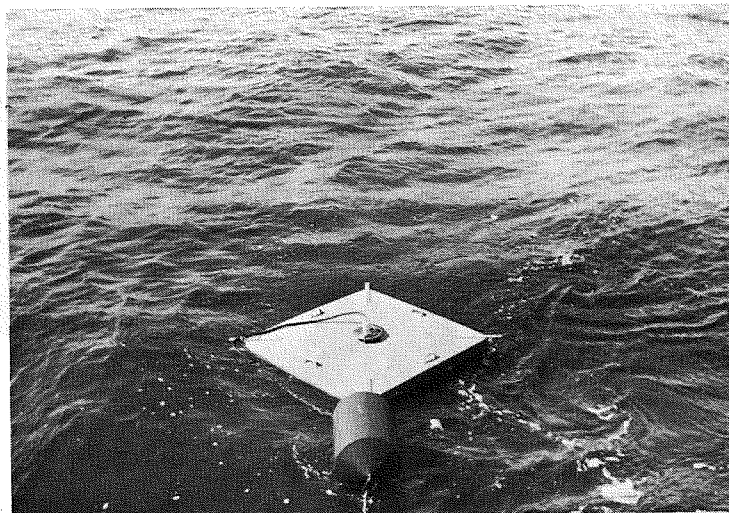
Literatuur.

- Dorrestein, R., 1959 : A wave recorder for use on a ship in the open sea. In: Proc. Symposium on the Behaviour of Ships in a seaway. Wageningen, p. 408.
- Kruseman, P., 1971 : Presentation of 243 wave spectra from the Netherlands lightvessel "Goeree" with some preliminary conclusions. Nato Subcomm. on Ocean. Res. Techn. Rep. no. 53.
- Carruthers, J.N., 1935 : A "Vertical-Log" current meter. J. du Conseil, 10: 151-168.
- Van Veen, J., 1938 : Die Anwendung von Carruthers "Vertical-Log" Strommesser an Bord der Niederländischen Feuerschiffe. Ann. der Hydr. und Mar. Meteor. 1: 52-53.
- Visser, M.P., 1970 : The turbidity of the Southern North Sea. D. Hydrog. Zts. 23: 97-117.
- Dorrestein, R., 1951 : Berekening van diepte-correcties bij oceanografische serie-waarnemingen uit de gemeten draadhoek. KNMI-interne rapportage - 00 - Nr. 1. (niet gepubliceerd).
- Otto, L., 1970 : "Note on recent calibrations of reversing thermometers from the Snellius expedition" (1929-1930). Hydrog. Newsl. 3: 217-221.
- Dorrestein, R., 1956 : An electrical recorder of salinity and water temperature for use at sea. Int. Hydrogr. Rev. 23, no. 2, 177-189.
- Hamon, B.V. en N.L.Brown, 1958 : A Temperature-Chlorinity-Depth recorder for use at sea. J. Sc. Instruments 35: 452-458.
- Kraan, C., 1977 : Bepaling van de temperatuur van het zeeoppervlak uit Infrarode straling. KNMI-De Bilt, WR. 77-5.



Golfmeetpaal volgens Froude.

(fotoarchief afd. 00).

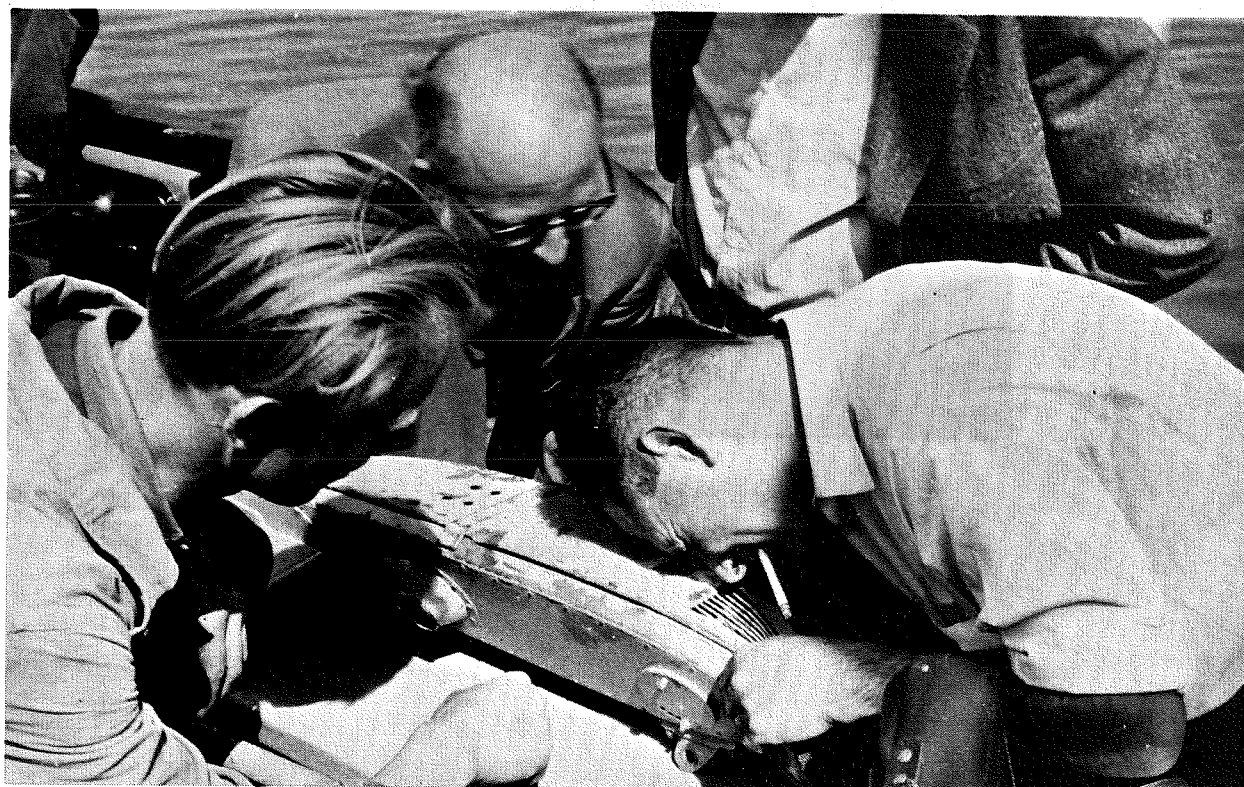


Golfmeetvlot.

(fotoarchief afd. 00).



De zoutgehalteschrijver van het KNMI. De eerste dagen was er geen gelegenheid te experimenteren wegens het uitleggen van de schoepenradstroommeters. Daarna werd een aantal pogingen gedaan het instrument te laten werken, gesleept naast het schip, waarbij achtereenvolgens verschillende bezwaren optraden die dankzij de goede hulp van een of twee der technici geëlimineerd werden. Deze bezwaren worden in een apart rapportje behandeld. Pas op de terugweg werkte het apparaat op het oog goed (een definitieve uitspraak kan men pas doen na vergelijking met de door titratie in Hamburg verkregen zoutgehaltegegevens). Toch is het ook op de terugweg lang niet voortdurend gesleept; ten eerste omdat dit op lange trajecten in volle zee weinig zin had gezien de geringe variaties in het zoutgehalte, ten tweede omdat er vaak te veel wind was. In totaal is gedurende ongeveer 40 uren geregistreerd kunnen worden, waarvan 23 uren op de 2 ankerstations. (Verslag: R. Dorrestein, foto's: L. Otto).

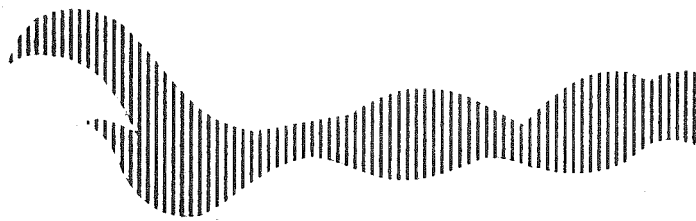


Het KNMI herbergt een bescheiden inwoning, het Nederlands Centrum voor Oceanografische Gegevens (NCOG).

Aan het eind van de jaren '60 deed zich de behoefte voelen om in ons land, in navolging van andere landen, over een centraal punt te beschikken voor oceanografische gegevens. Een punt, waar men informatie over meetgegevens van de zee kan opslaan, en waar men die, indien nodig, weer uit terug kan krijgen.

Dr. Dorrestein was één van degenen die dit sterk bepleitten. Nadat aanvankelijk een kleine kommissie uit de Nederlandse oceanografische wereld deze zaken had behartigd, is er later een vaste kracht voor dit werk gekomen. Hij - en trouwens het gehele "Centrum" - ressorteren onder de Koninklijke Akademie van Wetenschappen, die te Amsterdam is gevestigd.

Onze overzichtsbundel zou niet compleet zijn zonder een bijdrage over de oceanografische gegevens.



OCEANOGRAPHISCHE GEGEVENS.

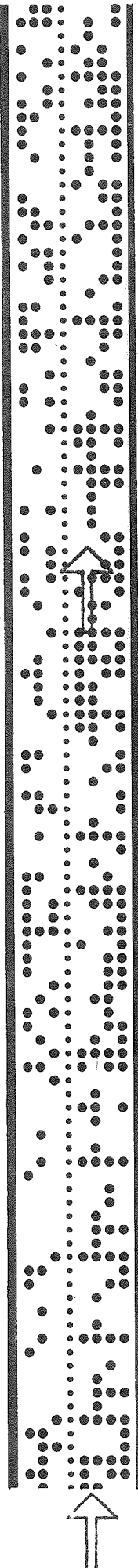
Wat zijn eigenlijk oceanografische gegevens?

De één zegt dat het gaat om metingen van de waterdiepte, de ander praat over temperatuur, golven of saliniteit. Weer een ander interesseert zich meer voor het leven in zee: de vissen, de planten en de vele andere levensvormen. En die worden dan ook enthousiast geteld, opgemeten, gedetermineerd en aan kleine plakjes gesneden. De resultaten daarvan worden tijdens zulke proeven opgeschreven op stukjes papier die toevallig bij de hand zijn en wat hebben we dan? O ja, oceanografische gegevens. Tenslotte is er een groep mensen die zich mateloos interesseert voor wat je niet of bijna niet kunt zien, en waarvan het proeven in de meeste gevallen niet aan te raden is: de chemische samenstelling van het zeewater. Ook deze groep onderzoekers heeft er dan een dagtaak aan om al die onzichtbare atomen, moleculen en ionen (kationen, anionen) uit het zeewater te halen en vast te stellen hoe ze heten. Ook zij produceren vele, vele getallen en ook dat zijn oceanografische gegevens.

Een belangrijke groep van gegevens is nog niet genoemd. Het gaat hierbij om gegevens betreffende de bodem van de zeeën en oceanen, zowel het continentale plat als de bodem van de diepzee. Dergelijke gegevens verkrijgt je alleen maar door in die bodem te graven hetgeen dan ook overal ter wereld gebeurt.

Zoals al eerder gezegd worden oceanografische gegevens soms vastgelegd op het eerste het beste papiertje dat toevallig bij de hand is. Dat zegt overigens niets: grote uitvindingen werden wel ontworpen op bier-viltjes en op de achterkant van sigarettendoosjes. In de meeste gevallen echter wordt tegenwoordig een wat meer professioneel aandoende registratiemethode gebruikt. In de goedkoopste uitvoeringen vinden we registraties op standaardformulieren (manueel) of op grafiekenpapier (manueel of automatisch). De iets grotere budgetten kenmerken zich ook door duurdere apparaten. Het neusje van de zalm hierbij is wel het wondertuig van deze tijd: de computer. Zo'n apparaat kan met hetzelfde gemak zowel de gebruiker van de gegevens volmaakt gelukkig maken als de programmeur volmaakt wanhopig. Bovendien wil dat neusje van de zalm ook nog al eens iets doen dat de gebruiker niet verwacht en dat leidt dan tot gecompliceerde situaties. Maar laat ons eerst eens kijken wat er in zo'n rekentuing precies gebeurt.

Aangezien voor de inwinning van oceanografische gegevens, zeker de fysische, de chemische en de geologisch/geofysische gegevens, veelal elektronische technieken worden gebruikt, waarbij de gezochte grootheden omgezet worden in elektrische spanningen, zullen we er maar van uit gaan dat de computer allerlei draden aangeboden krijgt, waarop variërende spanningen staan. Die veranderende spanningen staan dan voor allerlei parameters als: temperatuur, zoutgehalte, chlorofyll etc. Het computerprogramma bepaalt nu



(als het goed is) in welke volgorde de computer die wirwar van draden moet aftasten. Is dat eenmaal goed geregeld, dan moeten die veranderende spanningen worden omgezet in een voor de computer begrijpelijke taal, de digitaal. Vandaar dat we dan gaan vertalen, ook wel digitaal-iseren genoemd. Bij dit vertaalproces wordt iedere spanning omgezet in een computerwoord dat gespeld wordt met énen en nullen. Dit is de enige taal die een computer werkelijk goed kent. Het vertalen geschiedt voor alle aangeboden spanningen in de programma gestuurde volgorde. Alle computerwoorden worden opgeborgen in het geheugen van de computer, zodat ze later, als de een of andere zonderling daarnaar vraagt, eventueel weer opgezocht kunnen worden.

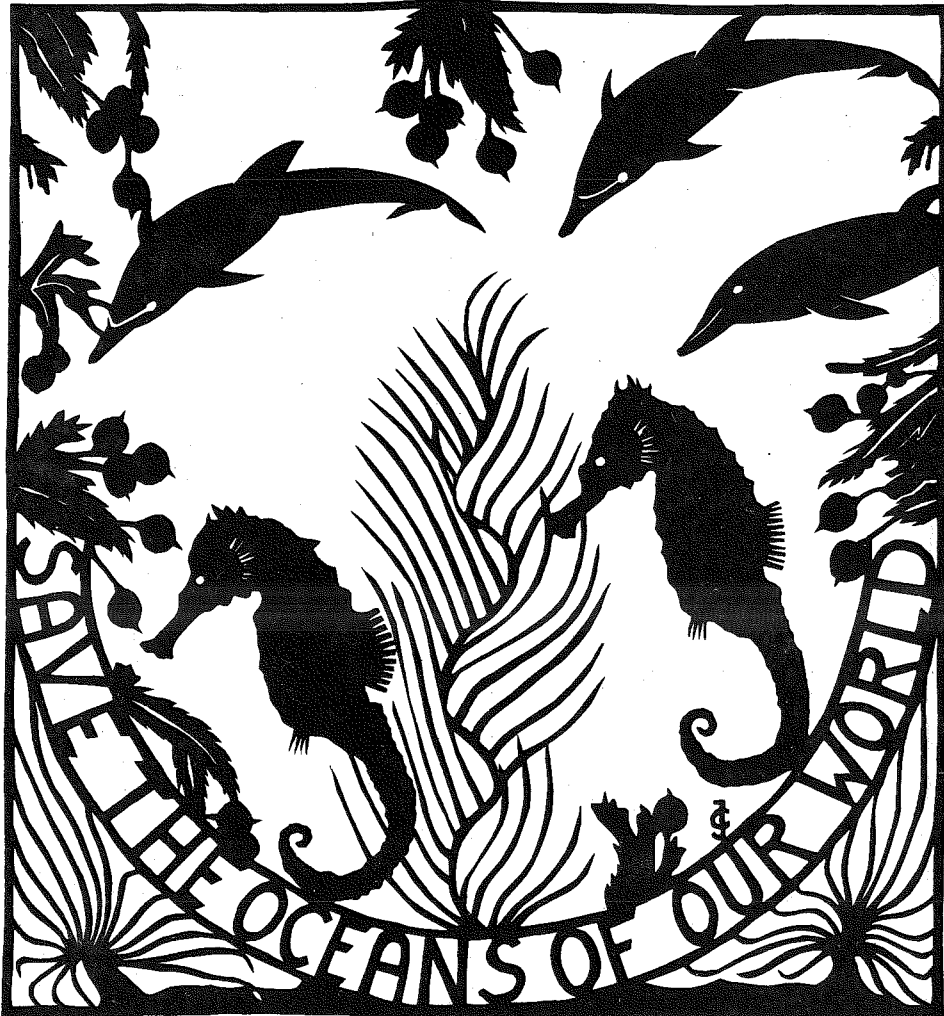
Maar nu begint het spel pas goed. We hebben per slot van rekening niet voor niets onze elementaire berekeningen als optellen en vermenigvuldigen, uitgebreid met imposante machtsmiddelen als differentiaal- en integraalrekening. En mocht niets meer baten dan hebben we nog altijd: de statistiek. En het zou natuurlijk zonde zijn van alle moeite die in de ontwikkeling van deze technieken is gestoken, als we die verzameling reken-technieken niet zouden loslaten op de computerwoorden, die rustig en kalm in het geheugen liggen uit te rusten van de vermoedenissen. Het resultaat is een aantal computerwoorden die niet meer zichzelf zijn. In sommige gevallen verliezen ze zelfs alle contact met hun vroegere burens en dwalen doelloos door de geheugenbanen van het rekentuig.

De computerwoorden kunnen ook op magneetband worden opgeschreven. Het verdient overigens aanbeveling om de computerwoorden niet zélf een plaatsje op de band te laten uitzoeken omdat ze dan bijna niet meer terug te vinden zijn. Er zijn daarom internationale afspraken gemaakt om dit soort problemen te voorkomen.

Er zijn in de wereld mensen die menen dat je oceanografische gegevens kunt uitwisselen. Hiermee wordt niet bedoeld dat je temperatuurwaarden door dieptemetingen kunt vervangen, maar dat je bepaalde gegevens van Mr. A. in organisatie X naar Ms. B in organisatie Z kan sturen en omgekeerd. Om bij dit soort uitwisselingen te adviseren en te assisteren zijn een soort crisiscentra in het leven geroepen, de Nationale Oceanografische Datacentra. Ook in Nederland hebben we zo'n centrum, het Nederlands Centrum voor Oceanografische Gegevens, NCOG.

Richard Dorrestein heeft aan de wieg van het NCOG gestaan en heeft ook door vele waardevolle aanwijzingen en suggesties de opbouw ervan versneld. Mede daardoor heeft hij eraan bijgedragen dat het NCOG niet zo verward met oceanografische gegevens omspringt als in dit stukje beschreven is.

Paul Geerders (NCOG).



Knipprent Mw. C.J. van Eyk-Kapteyn.

*Met toestemming van de redactie overgenomen uit Panda-nieuws,
een uitgave van Wereld Natuurfonds Nederland.*

GEVONDEN VOORWERP I.

Er was eens ... een stroommeetsysteem, dat in mei-juni 1970 bij de ST-1 boei lag. Op 31 augustus van dat jaar ontving het KNMI telefonisch bericht van de schipper van de kotter PQ-13 "Madurodam" dat hij bij de ET-6 boei (50 zeemijl van de ST-1 boei verwijderd) op 28 juli in zijn net twee stroommeters heeft opgevist. Een onderwaterboei is er niet bij.

Nu moet men weten, dat zonder onderwaterboei de meters naar de bodem zinken. Daarom was er al op 28 juli op verzoek van het KNMI gedregd naar deze meters, doch vergeefs. De vraag is nu dus hoe het mogelijk is dat het systeem, op zo'n grote afstand verderop, wordt opgevist.

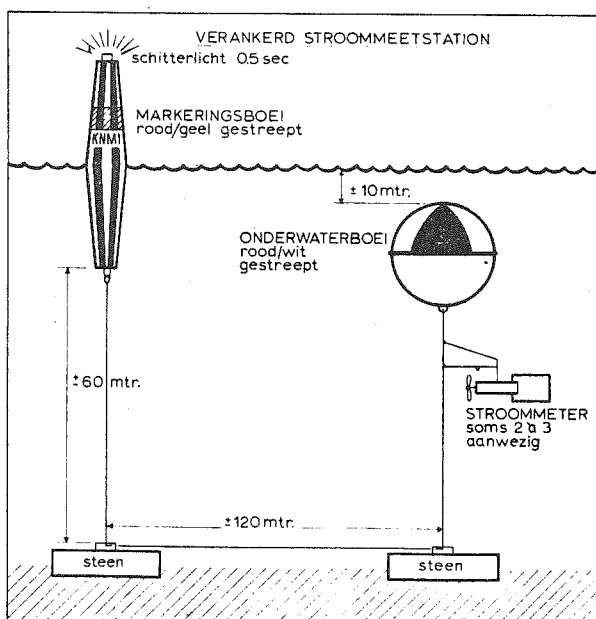
De schipper heeft daar het volgende verhaal over: Een grote kotter of trawler zou best eens het gehele stroommeetsysteem in zijn netten hebben kunnen krijgen, zonder dat het tijdens het trawlen wordt gemerkt. En hoe dan verder? Hoe komen ze dan zonder onderwaterboei elders te liggen?

Een andere mogelijkheid zou zijn dat een "groot schip" het systeem heeft overvaren en de meters aan een van zijn kimkielen of aan zijn bulbsteven heeft meegesleept. Bij een koersverandering bij de ET-6 boei zou het schip dan de hele handel weer zijn kwijtgeraakt.

Beide genoemde mogelijkheden lijken niet erg overtuigend. Nu is het zo, indien het inwendige van de stroommeter intact blijft, dat de registratiestrook vaak aardige aanwijzingen oplevert over de gebeurtenissen die hebben plaatsgevonden. Bij het uitwerken van de metingen kwam zodoende het volgende aan het licht.

Op 23 juni, 07 uur GMT is het systeem binnen tien minuten van de bodem naar de oppervlakte gebracht. Vanaf dat ogenblik tot 31 augustus hebben de meters (aan dek?) gelegen, geheel in strijd met de opgegeven tijd van opvissen door de PQ-13.

De KNMI-mensen die de meters van boord zijn komen halen, schrijven toch in hun rapport dat de schipper een uiterst korrekte en betrouwbare indruk op hen maakte. Zodat er vragen overblijven.



GEVONDEN VOORWERP II.

't Was in de nacht van 26 oktober 1972 dat op 10 mijl ten noordoosten van het meetstation bij de ST-1 boei door de kotter AB-11 iets werd opgevist. Het was de onderwaterboei nr. 19 van het KNMI, waaraan een staaldraad met twee stroommeters was bevestigd. Aanvankelijk denken we dat hij dat drijvend heeft opgepikt, doch schipper Krulhaar beweert dat dit niet het geval is.

Tegen het vindingsloon van f. 200.-- per stroommeter plus f. 50.-- voor de onderwaterboei wordt geprotesteerd: een bedrag van f. 2000.-- per meter lijkt hem redelijk. Zelfs werd aanvankelijk geweigerd om de meters af te geven. Na veel overredingskracht lukt dit tenslotte toch, zij het onder protest. Hij zal e.e.a. het KNMI wel schriftelijk vertellen, dreigt hij.

Op het KNMI wordt de meting van de Aanderaa-stroommeter (die nog werkte) uitgewerkt en uitgeplot. Dit leidt tot de volgende konklusie:

Van 21 september 1972 te 07.33 uur GMT tot 23 oktober 1972 te 19.20 uur GMT hebben de meters normaal op de vastgestelde diepte gewerkt. Op die laatste datum is tussen 19.20 en 19.30 uur GMT het systeem door iemand opgevist. Het hele systeem werd toen van de ankersteen losgemaakt (uit het net gehaald?) en vermoedelijk weer in zee teruggegooid.

Tot 26 oktober 1972 te 04.00 uur GMT heeft het stroommetersysteem in zee gedreven, het wordt vervolgens door de AB-11 aan dek genomen. Op 27 oktober wordt bericht ontvangen van dit schip, en op 30 oktober 1972 worden de meetinstrumenten door iemand van het KNMI buiten werking gesteld en naar De Bilt getransporteerd.

Deze bevindingen zijn aan de schipper medegedeeld, die daarop zijn f. 450.-- vindloon aksepteert, en geen brief meer schrijft naar De Bilt.

N.B. GMT = Greenwich mean time, de normale standaardtijd voor internationaal werk, dus ook op zee.

Namen enz. in deze anekdotes zijn uiteraard gefingeerd.

E.G. de Boer.

FLITSEN VAN HISTORISCHE BELEVENISSEN IN HET K.N.M.I.

Uit: De Weerhaan, 1974.

Jubileum Prof.Dr. R. Dorrestein (25 jaar in rijksdienst).

15 april 1974, D-day.

Al weken van te voren gonsde het op de afdeling Oceanografisch Onderzoek (00) van de geruchten, wat ons op die dag allemaal wel te wachten zou staan. Er was reeds een keer, tussen de middag, een zeer geheime afdelingsvolksvergadering gehouden, waar plannen waren besproken en taken uitgedeeld. Iedereen was het er over eens dat het 25-jarig dienstjubiläum van de direktEUR, de heer Dorrestein, niet onopgemerkt voorbij zou mogen gaan, en op enigszins ludieke wijze gevoerd diende te worden. Naar zijn eigen mening daaromtrent werd natuurlijk niet gevraagd. Vóór Pasen moest alles gestalte gaan krijgen, want op de dag daarna...



In het "Oceanographic Research Lab" (o, mijn moedertaal!, kamer 164) werden op die gedenkwaardige dag de heer en mevrouw Dorrestein ontvangen door een zeer gevarieerd gezelschap.

We zagen direktEURen van andere afdelingen, gepensioneerden en andere genodigden, en zo goed als alle medewerkers van afdeling 00.

Als waarnemend hoofddirecteur overhandigde de heer Postma aan de heer Dorrestein een dienstenvolp, waar iets in zat, en aan mevrouw Dorrestein werd een bloemetje aangeboden.

Dat op deze afdeling veel talenten sluimeren bleek o.a. bij de aanbieding van een soort collage, in ieder geval een kunstwerk, waarop veel KNMI-zaken waren afgebeeld. Duidelijk wordt daarop aangetoond, althans gesuggereerd, dat er enig verband bestaat tussen het zoutgehalte van zeewatermonsters en dat van het zweetwater dat tijdens het meetproces wordt geplengd door de waarnemer.

De heer Dorrestein werd vervolgens een (zware) ambtsketen omgehangen, als symbool voor zijn zware taak en de zware last die op hem drukt. In miniatuur waren er een stroommeter en een golfmeter aan bevestigd, alsmede een bordje ter aankondiging van f. 200,-- vindingsloon voor de eerlijke vinder.

Misschien op de markt tweehonderd daalders waard? De stroommeter was vernoemd naar mevrouw Dorrestein en voorzien van een volledig test- en ijkrapport. Dus direkt inzetbaar. Het schoeisel van de directeur OO (dus DOO) kreeg de aandacht in een afdelingslied, dat vol enthousiasme werd gezongen. Sommigen moesten hieraan wel even wennen, doch naar verwachting zal men na enige jubilea hieraan gewoon zijn.

Het "echte" kado van de afdeling OO, bestaande uit een grote en dikke atlas, werd hierna overhandigd. Verwacht wordt dat hij in een grote behoefte zal voorzien, aangezien vernomen was dat in huize Dorrestein onlangs een "groteBos" was gesneuveld als gevolg van veelvuldig gebruik.

De samengestroomde menigte werd tenslotte onthaald op een uitgebreid dankwoord van de heer Dorrestein, waarbij hij enige persoonlijke denkbeelden ventileerde over de werksfeer op ons instituut. Zeer kort, en uiteraard subjectief, samengevat als volgt: "niet slecht, kan beter".

Ook pleitte hij voor de invoering van een zgn. "sabbath-year" voor wie daar behoefte aan heeft: na zes jaar (trouwe) dienst krijgt men de gelegenheid om één jaar ergens anders te gaan werken, om nieuwe indrukken op te doen en omgekeerd eigen specialisaties te kunnen uitdragen in een andere omgeving. Voor de meesten was wel het meest interessante punt de uitnodiging om op een zekere middag (een paar dagen later) een dronk te komen nuttigen in Zeist, bij hem thuis.

Tenslotte werd door zeer velen gebruik gemaakt van de gelegenheid om de heer Dorrestein en zijn vrouw persoonlijk de hand te drukken.

Dankbetuiging.

Het is mij op dit moment niet bekend wat men in het bovenstaande verhaaltje geschreven heeft, maar ik wil deze gelegenheid graag gebruiken om de P.V. openlijk te bedanken voor het fraaie bloemstukje dat mijn vrouw en ik bij mijn jubileum hebben gekregen en om verder allen nog eens te bedanken die door bepaalde werkprestaties of geschenken of alleen al door hun aanwezigheid hebben bijgedragen tot de bijzonder aardige bijeenkomsten die wij op 16 april (op het K.N.M.I.) en op 20 april (bij mij thuis) hebben gehad.

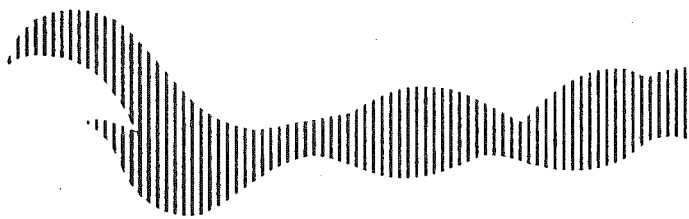
R. Dorrestein

28-5-1974.

Oceanografisch Onderzoek is een wetenschappelijke activiteit. Wetenschappers geven op hun eigen wijze structuur aan verleden, heden en toekomst, die dan soms onmerkbaar in elkaar overvloeien.

Meer dan ooit wordt tegenwoordig de nadruk gelegd op het onlosmakelijk verband tussen hydrosfeer en atmosfeer, oceanografie en maritieme meteorologie. Bijdragen over dit laatst genoemde onderwerp komen, voor een deel, van de "zuster-afdeling" Meteorologisch Onderzoek.

Het geheel omsloten door de geofysici, die héél hoog en héél diep kijken.



KNMI GAAT GOLVEN METEN OP NOORDZEE



Uit: De Volkskrant, maart 1968.

1. Waarom.^{*}

Hoewel het voor iedereen duidelijk is dat de wind de golven opwekt, blijft de wijze waarop dat gebeurt nog altijd een raadsel, ondanks het vele onderzoek dat er reeds aan is verricht. Golven vertegenwoordigen, zoals algemeen bekend, een aardige hoeveelheid energie en die energie moet dus van de wind afkomstig zijn. We denken ons nu de wind opgebouwd uit een constant gedeelte, de gemiddelde wind, met daarop gesuperponeerd het fluctuerende turbulente gedeelte. De meeste windenergie bevindt zich nu in het constante gedeelte en slechts een klein deel, boven zee gewoonlijk minder dan 10%, in de fluctuaties. Dat laatste gedeelte is te weinig om de waargenomen golfgroei geheel uit wisselwerking met de turbulentie te kunnen verklaren en dus moet er energie vanuit de constante gemiddelde wind naar het min of meer periodieke verschijnsel van de golven worden getransporteerd. Dit is moeilijk te verklaren wanneer er nog in het geheel geen golven zijn. De enige theorie voor de opwekking van de allereerste golfjes die tot nu toe houdbaar is gebleken, die van Phillips (1957), gaat dan ook uit van alleen het turbulente deel van de wind. Dat is mogelijk omdat in deze fase de golfgroei nog betrekkelijk langzaam verloopt, zodat de energiestroom naar de golven nog tamelijk klein is. Volgens de theorie veroorzaken kleine luchtdrukfluctuaties nu minuscule golfjes op het water, die onmiddellijk weer verdwijnen, tenzij ze toevallig een richting en een snelheid hebben die overeenkomen met die van het turbulentiepatroon in de lucht. In dat geval worden ze langzaam groter tot ze op hun beurt de luchtstroom merkbaar kunnen beïnvloeden. Daarna nemen andere, meer efficiënte processen het voornaamste energie-transport over. Dat is het moment waarop de energie van de gemiddelde wind een rol gaat spelen; de golven bewerken dus zelf de stromingspatronen waardoor energieopname uit de gemiddelde wind mogelijk is. Maar van die stromingspatronen weten we maar heel weinig.

De oudste veronderstelling hierover is die van Jeffreys (1924 en 1925). Hij ging er van uit dat de luchtstroom over een golf deze aan de achterzijde niet kan volgen, waardoor zogenaamde loslating optreedt met als gevolg dat aan de achterzijde van de golf een hogere druk ontstaat dan aan de voorzijde en de golf gaat groeien.

Nadat in de vijftiger jaren deze theorie in discrediet was geraakt, onder meer op grond van enkele laboratoriumexperimenten (waarover later overigens twijfels ontstonden in hoeverre ze van toepassing waren op het probleem) werden nieuwe pogingen gedaan om het groeimechanisme van reeds bestaande golven te vinden. Zo ontstond de theorie van Miles (1957) in latere jaren door Miles zelf en anderen, zoals Benjamin en Manton, uitgebouwd en verfijnd. In deze theorie is essentieel wat er gebeurt bij een vlak in de lucht op een hoogte waar de windsnelheid gelijk is aan de voortplantingssnelheid van de golven, de zgn. kritische laag. Deze kritische laag bevindt zich in het algemeen vrij dicht bij de golven, vaak ligt ze boven de golfdalen onder het niveau van de golftoppen.

Wil men dus experimenteel onderzoek doen naar de geldigheid van dit soort theorieën op het punt waar ze hun meest essentiële aannames maken, dan zal dit onderzoek in de directe omgeving van de golven moeten plaatsvinden. Hetzelfde geldt trouwens ook voor de veronderstellingen van Jeffreys, die weer van groter belang worden geacht sinds Banner en

^{*}Zie ook het artikel van Bouws en Komen in deze bundel.

Melville (1976) in het laboratorium aantoonde dat brekende golven met loslating gepaard gaan (op zee treden brekende golven al op bij windkracht 3).

Een tweede belangrijke reden om dicht bij het wateroppervlak te gaan meten geven ook de meer algemene modellen voor de wisselwerking tussen lucht en water, zoals die van Gent en Taylor (1976) en Chalikov (1978). In deze modellen wordt meer gekeken naar de uitwisseling van impuls, warmte en waterdamp dan naar de golfgroei. Zij doen voornamelijk voorspellingen voor de directe omgeving van het wateroppervlak.

2. Hoe.

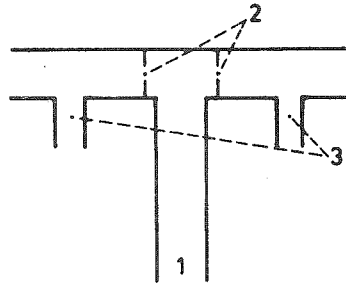
Metten dicht bij de golven is geen geringe opgave. Een sensor vlak bij het wateroppervlak loopt voortdurend de kans ondergedompeld te worden, terwijl de atmosfeer vlak boven het wateroppervlak met de daarin aanwezige spray het voor de bestaande types windmeters nagenoeg onmogelijk maakt om gedurende enige tijd goed te functioneren. Nadat in 1969 op het KNMI besloten was experimenteel onderzoek aan lucht-water wisselwerking te verrichten, werd dan ook al spoedig duidelijk dat een speciaal windmeetinstrument voor dit gebied dringend wenselijk was. Zo werd het idee geboren voor een instrument, dat de naam persluchtanemometer kreeg. Het principe ervan is als volgt (fig. 1): door het verticale been van een T-vormig systeem wordt schone lucht naar binnen geblazen, die via de aangegeven vernauwingen door de armen van de T weer naar buiten stroomt en zo het binnendringen van spray, water of verontreinigingen verhindert.

In de beide armen bevinden zich verder openingen die verbonden zijn met een druksensor die de verschillendheid meet tussen de beide armen als gevolg van de windcomponent evenwijdig aan die armen. In een variant op het principe werd het verschil in stroomsnelheid van de lucht in de armen gemeten met twee hittedraden. Uit beschouwingen over de drukverdeling binnen het instrument en de daaruit resulterende stroomsnelheden, waaraan ook Dorrestein een bijdrage heeft geleverd, bleek echter dat deze variant een configuratie vroeg die toch weer tamelijk kwetsbaar was. Dit type is daarom niet verder ontwikkeld. Voor het bepalen van de totale momentane windvector moeten drie onderling loodrechte systemen in één instrument gecombineerd worden. Uit de verhouding van de drie signalen volgt de windrichting en uit hun combinatie de windsnelheid. De stand van de sensoren in de ruimte is zo gekozen dat een maximale signaal-ruis verhouding wordt bereikt voor een gegeven windsterkte, waarbij de basisveronderstelling is dat de grootste windcomponent zich in het horizontale vlak bevindt.

Al spoedig werd echter duidelijk dat bij het instrument in zijn basisvorm bij bepaalde windrichtingen een meervoudige interpretatie van de signalen mogelijk was, hetgeen uiteraard ongewenst was. Het oplossen van dit probleem, het zoeken naar een sensor-configuratie die dit verschijnsel niet vertoont, is de grootste opgave geweest bij de ontwikkeling. De thans gevonden oplossing is een holle ring die inwendig door een tussenschot in het veld van de ring in twee ruimtes is verdeeld. Deze ruimtes zijn beide via een aantal openingen met de buitenwereld en via een inlaatbuis met de druksensor verbonden. Elke ring vervangt zo een T-stuk. Tijdens windtunnelproeven bleek dit model over het gehele bereik van de windtunnel, behalve bij zeer lage snelheden (kleiner dan 2 m/s) een goede richtingsafhankelijkheid te vertonen.

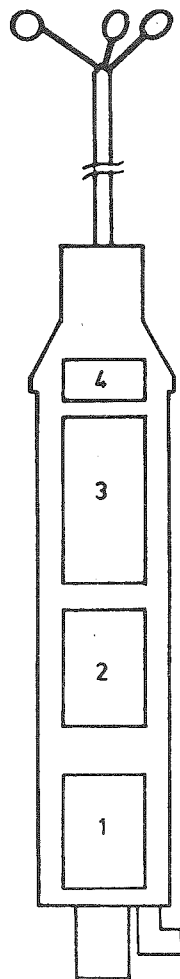
Principe van de persluchtanemometer

- 1 Perslucht toevoer
- 2 Vernauwingen
- 3 Aansluitingen voor druksensoren



Schematische opbouw van de persluchtanemometer

- 1. Stromingsregeling
- 2. Druksensoren
- 3. Calibratie eenheid
- 4. Compensatie spoelen



3. Enkele details.

Het zou te ver voeren hier alle details van het instrument te bespreken. Daarom wordt verder volstaan met enige toelichting op figuur 2, die schematisch de opbouw van het instrument weergeeft:

Stromingsregeling: in dit gedeelte wordt met behulp van een aantal naaldventielen de totale sterkte van de luchtstroom door het instrument geregeld evenals de onderlinge verhouding van de verschillende stromen.

Tevens wordt hier de turbulentie in de inwendige stromingen zoveel mogelijk onderdrukt.

Calibratie-eenheid: het hart van dit systeem is een schijf die in verschillende standen kan worden gezet, waardoor de luchtstromen op verschillende manieren worden geleid. Zo is het mogelijk tijdens een meetcampagne na te gaan of, en zo ja hoeveel, het instrument verlopen is. Verloop in de electronica van de drukopnemers kan tijdens de meting worden gecorrigeerd. De schijf heeft ook een stand waarmee het instrument beveiligd is voor inslaand water wanneer het niet in gebruik is (en dus niet beschermd door perslucht).

Compensatie-spoelen: deze maken het signaal van het instrument ongevoelig voor variaties in de voedingsdruk van de perslucht.

W.A. Oost.

Literatuur:

Banner, M.L. and W.K. Melville, 1976, J. Fluid Mech. 77, 825.

Chalikov, D.V., 1978. J. Fluid Mech. 87, 561.

Gent, P.R. and P.A. Taylor, 1976, J. Fluid Mech. 77, 105.

Jeffreys, H., 1924, Proc. Roy. Soc. A107, 189.

Jeffreys, H., 1925, Proc. Roy. Soc. A110, 241.

Miles, J.W., 1957. J. Fluid Mech., 3, 185.

Phillips, O.M., 1957, J. Fluid Mech. 2, 417.

1. Maritieme klimatologie.

Voor het klimaat van zeeën en oceanen heeft op het KNMI altijd veel belangstelling bestaan. Waren het in vroeger jaren ook de verafgelegen zeegebieden en met name de Indische Oceaan waarvoor klimatologische studies werden verricht, na de 2e wereldoorlog beperkte de aandacht zich meer en meer tot de Noord-Atlantische Oceaan en natuurlijk de Noordzee. Voor de gebieden langs de Nederlandse kust publiceerde Verploegh (1956-1959) een uitgebreide klimatologie op basis van waarnemingen verricht op de lichtschepen. Verder werden door Korevaar studies verricht over het voorkomen van mist in het Kanaal en in de zuidelijke Noordzee, in hoofdzaak t.b.v. het verkeer met olietankers van en naar Rotterdam. Voor de Noord-Atlantische Oceaan ging de belangstelling vooral uit naar de verdeling van de temperatuur van het zeeoppervlak (i.v.m. de invloed hiervan op de luchtstromingen op grote schaal - zie hierna) en naar het voorkomen van stormsituaties i.v.m. de routing van schepen.

Korevaar (1979) vond in dit verband dat het voorkomen van oosterstormen op de Noord-Atlantische Oceaan in de afgelopen 100 jaar aan grote veranderingen onderhevig is geweest. Vooral ten noorden van de 60°NB , waar deze stormen het meeste voorkomen. Zie figuur 1.

Onder een oosterstorm wordt hier verstaan een windveld uit een richting tussen noordoost en zuidoost, waarin windsnelheden (geostrofisch) van 17 m/s of meer (d.w.z. windkracht 8 of meer) voorkomen.

2. Maritieme invloed op het klimaat boven land.

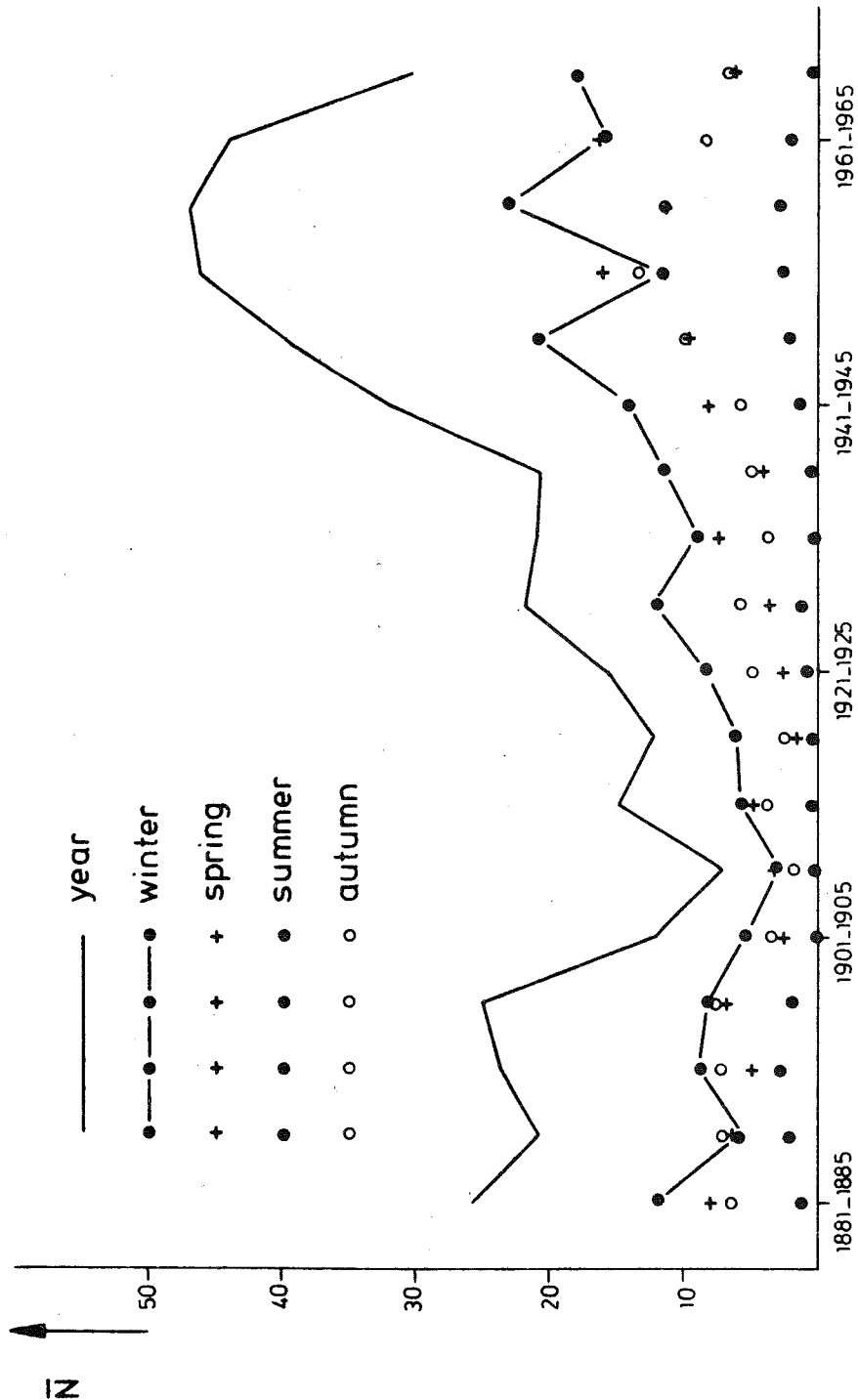
In de gordel van westenwinden, waarin ook Nederland ligt, hebben plaatsen dicht bij de westkust van de continenten een uitgesproken maritiem klimaat met relatief zachte winters en koele zomers. Plaatsen verder landinwaarts, zelfs tot dicht bij de oostkust hebben een tamelijk continentaal klimaat met zeer koude winters. Het verschil tussen de gemiddelde temperatuur van de koudste maand in Brest (Frankrijk) en Otiai (Sachalin), beide op 48°NB gelegen, is maar liefst 23°C .

Behalve de luchtstroming kunnen ook koude of warme zeestromen, die deel uitmaken van de oppervlakte circulatie van de oceanen, gedeeltelijk voor dit effect verantwoordelijk zijn.

Het is namelijk bekend dat de oceanen grote hoeveelheden energie noordwaarts transporteren, met name in de subtropen. M.b.v. een numeriek energie-balans-klimaatmodel (Oerlemans, 1980) kan het effect hiervan geschat worden.

Tabel I laat zien hoe de jaargemiddelde temperatuur over zee en land van het een en ander afhangt. De getallen zijn voor 52°NB . We zien dat het zo'n 5°C kouder zou worden als de oceanen géén energie naar het noorden zouden transporteren. Als er géén uitwisseling van energie in west-oost richting zou plaatsvinden, d.w.z. als het klimaat in de continentale en oceanische gebieden ontkoppeld zou zijn, zou het klimaat er totaal anders uit zien: hoge temperaturen in de zeegebieden, lage temperaturen op het land. Het verschil is dan zuiver een gevolg van verschil in reflectiviteit voor de invallende zonnestraling.

Fig. 1. Gemiddelden over 5 jaar (\bar{N}) van het aantal dagen per jaar en per seizoen dat er een oosterstorm voorkwam in het zeegebied van de Noord-Atlantische Oceaan tussen 65° en 60° NB.



TABEL I. De invloed van energietransport op de jaartemperaturen op 52° NB.

omstandigheden	T _{land}	T _{zee}
huidig	1.3	4.6
géén noordwaarts energie-transport in de oceanen	-3.0	-1.9
géén oostwaarts energie-transport	-5.2	7.2

De vereffenende invloed van de zee op het klimaat boven land komt vooral tot uitdrukking in de kleinere dagelijkse en jaarlijkse gang van de temperatuur op plaatsen aan de westkusten van de continenten. Maar daartoe blijft die invloed niet beperkt. Ook de jaar-op-jaar veranderingen van de temperatuur, of meer algemeen de variantie van de gemiddelde maand-, seizoen-, of jaartemperaturen is in (west)kustgebieden veel kleiner dan in het binnenland. Onderstaand tabelletje geeft een indruk van de grootte van dit effect.

Periode 1931-60	Valentia (Ierland)	Brussel	München
Gem. wintertemperatuur	7,4°C	3,0°C	-1,4°C
Interjaarlijkse variabiliteit van de wintertemperatuur	1,0°C	1,6°C	1,8°C

Natuurlijk speelt hierbij de variabiliteit (of het tegenovergestelde: de jaar-op-jaar persistentie) van de luchtcirculatie ook een belangrijke rol.

Het ontrafelen van deze bijdragen is niet zo eenvoudig. Van den Dool (1977) heeft op kleinere schaal een poging gedaan door de correlatie te bekijken van de zeewatertemperatuur gemeten op lichtschip Texel, met de luchttemperatuur te Den Helder, De Bilt en Beek (L.). Hij vond daarbij o.a. dat de bijdrage van de zeewatertemperatuur tot de maand-op-maand persistentie van de luchttemperatuur afneemt met de afstand tot de kust, waardoor te Den Helder waar de bijdrage het grootst is ook de absoluut hoogste waarden van de maand-op-maand persistentie worden aangetroffen. Volgens figuur 2 bedraagt hier in de nawinter, wanneer de maand-op-maand persistentie een maximum heeft de correlatiecoëfficiënt tussen maandgemiddelde temperaturen van opeenvolgende maanden maar liefst 0.5 of meer.

Door de geringere steun van het "zeewatergeheugen" is de overeenkomstige correlatiecoëfficiënt te De Bilt en Beek (L.), resp. slechts 0,4 en 0,3. Perspectief dus voor lange termijnverwachtingen voor Den Helder?

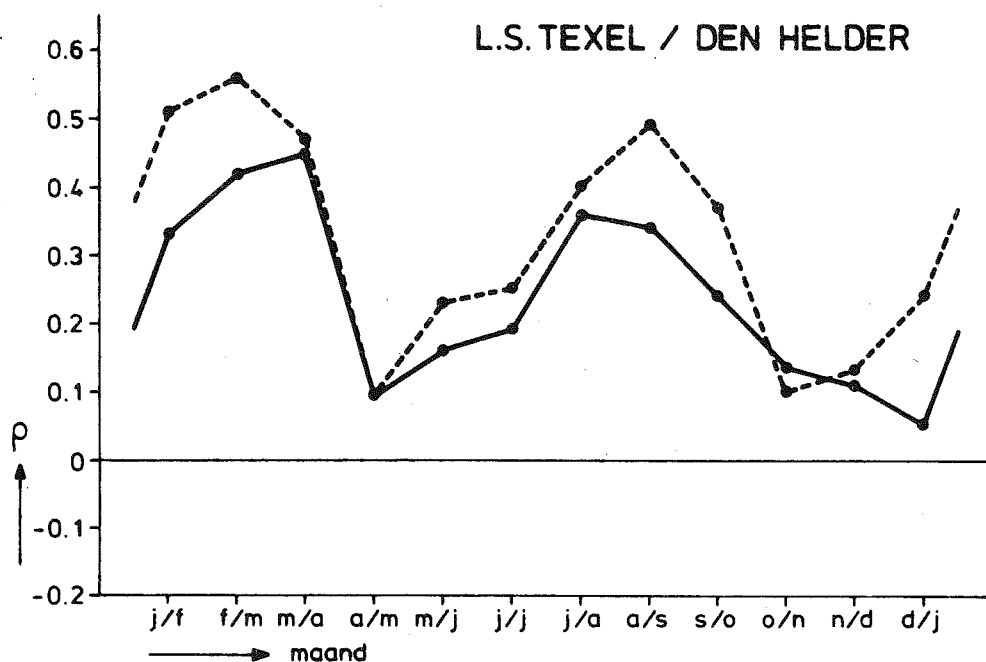


Fig. 2. Correlatiecoëfficiënt tussen de maandgemiddelde watertemperatuur bij lichtschip Texel en de gemiddelde luchttemperatuur in de daaropvolgende maand te Den Helder (dikke lijn). De dunne lijn geeft als referentie het te verklaren effect, nl. de correlatie tussen de gemiddelde luchttemperatuur te Den Helder in opeenvolgende maanden.

3. Oceaan en weersverwachtingen op lange termijn.

De gedachte om het geheugen van (de temperatuur van) de oceanen te gebruiken voor maand- en seizoenverwachtingen is al vrij oud (op het KNMI maakt Gallé in 1918 er al melding van) en is in andere landen, uitvoeriger dan in Nederland, in toepassing gebracht (o.a. Namias, U.S.A. en Ratcliffe en Murray, Engeland).

Over de voorspelbaarheid van de atmosfeer is veel te zeggen, maar slechts weinig met zekerheid. Het weer van dag tot dag is een grillige opeenvolging van koud, warm, nat en droog weer, om eens wat te noemen, en het maandgemiddelde weer wordt gevormd door het residu. Een centraal probleem betreffende de voorspelbaarheid is: tot welke hoogte zijn afwijkingen van het maandgemiddelde weer toe te schrijven aan externe oorzaken, zoals afwijkende zeevatertemperaturen?

Door de grote dag-op-dag variatie, en door de aanwezigheid van slecht bekende terugkoppelingen in het atmosferische gebeuren, zal deze hoogte beperkt zijn. De atmosfeer kent een grote interne variabiliteit, waarschijnlijk ook op de tijdschaal van een maand. Toch zal de voorspelbaarheid moeten komen van de invloed van de externe factoren, zoals de uitgestrektheid van sneeuw en zee-ijs, en het optreden van afwijkingen in de oppervlaktetemperatuur van de oceanen (we geven deze afwijking nu aan met AZT, d.w.z. Afwijkingen in de Zeewater Temperaturen).

Een statistisch verband tussen AZT's en het maandgemiddelde weer krijgt pas betekenis voor de maandverwachting als de AZT's voor de volgende maand bepaald kunnen worden. Door de grote persistentie die het optreden van AZT's kenmerkt (de karakteristieke tijdschaal is ongeveer 4 maanden zie bijvoorbeeld Ratcliffe and Murray, 1970), is dit vaak het geval: men kan de AZT voor de volgende maand gelijkstellen aan de laatst bekende (= waargenomen) AZT. De resultaten die dit geeft worden nauwelijks overtroffen door modellen waarmee AZT's voorspeld worden (Adem, 1975).

Wat moet men zich nu voorstellen van het statistische verband tussen AZT's en het weer in Nederland? Fig. 3 laat zien hoe T_m , de maandgemiddelde temperatuur te De Bilt, samenhangt met de noord-zuid gradiënt van de temperatuur van de Atlantische Oceaan (Oerlemans, 1975). Als deze gradiënt klein is, zijn de afwijkingen negatief. Dit is een gevolg van het veelvuldig optreden van blokkades. Het aantal gevallen waarop ieder punt in Fig. 3 gebaseerd is, bedraagt 10 à 20.

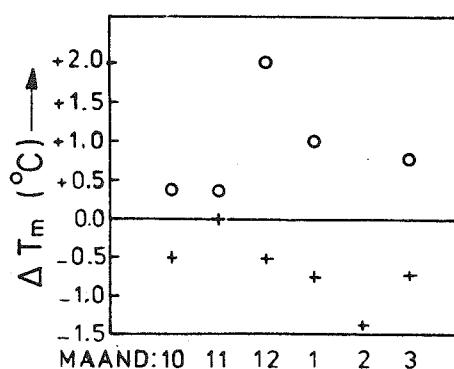


Fig. 3. Afwijkingen van T_m te De Bilt in maand na een grote (o) en na een kleine (+) noord-zuid temperatuurgradiënt in de Atlantische Oceaan.

Een gebied waar sterke AZT's optreden is dat ten oosten van New Foundland (Ratcliffe en Murray, 1970). We spreken van WP (Warme Plek) of KP (Koude Plek) in dit gebied. Op grond van historisch materiaal (1877-1970) zijn met deze AZT's voorspelregels gemaakt voor T_m te De Bilt (Oerlemans, 1977). Deze regels geven de kansen dat T_m in de bovennormaal, normaal of ondernormaal klasse valt na een zekere AZT. Om eens een voorbeeld te geven: als in mei KP optreedt dan zijn deze kansen voor T_m in juni respectievelijk 46, 37 en 17%. De temperatuurklassen zijn zo gekozen dat de "klimatologische kansen" even groot zijn, nl. 1/3.

Het blijkt dat deze methode tot verwachtingen leidt die iets meer informatie bevatten dan zuivere klimatologie. In termen van de Prestatie Index: P.I. = 0.12 over 105 onafhankelijke gevallen (1971-1979). Een duidelijke seizoensafhankelijkheid in de P.I. lijkt niet te bestaan.

Het ziet er naar uit dat de mogelijkheden die AZT's bieden voor de maandverwachting nog lang niet volledig uitgebuit zijn. De noord-zuid gradiënt in de zeevatertemperatuur is waarschijnlijk van groter betekenis dan het optreden van KP of WP, maar deze gradiënt is niet gebruikt omdat het beschikbare materiaal te beperkt was. Aan een meer continue representatie van AZT's en bijbehorende voorspelregels wordt in de werkgroep Algemene Cirkulatie en Klimaatschommelingen gewerkt.

In deze werkgroep vindt ook onderzoek plaats van case studies naar de mogelijke rol van de AZT's in de totstandkoming van bijzondere meteorologische verschijnselen, zoals b.v. de extreme droogte in West Europa in 1976 (Reiff, 1978).

4. Lucht-zee wisselwerking (air-sea interaction).

In het voorafgaande is nogal eenzijdig de nadruk gelegd op de invloed van de oceaan op de atmosfeer. Dit ligt ook voor de hand omdat de oceaan met zijn enorme warmtecapaciteit en betrekkelijk trage oppervlakte- en diepzeestromingen veel langzamer van toestand verandert dan de atmosfeer.

Toch is de warmteopslag (en ook de opslag van b.v. CO₂) en de stroming in de oceanen niet los te zien van wat er in de atmosfeer gebeurt.

Wolken en wind beïnvloeden in sterke mate de warmteopslag, de wind, de oppervlaktestroming, terwijl neerslag en verdamping het zoutgehalte beïnvloeden en daarmee indirect ook de diepzeecirculatie. Er is dus echt sprake van lucht-zee wisselwerking, met als karakteristieke eigenschap dat de invloed van de atmosfeer op de oceaan over het algemeen veel moeilijker te beschrijven is dan de invloed van de oceaan op de atmosfeer, althans in termen van de benodigde parameters.

Om de invloed van de oceaan op de atmosfeer te beschrijven (b.v. in analytische studies of numerieke experimenten) is het in eerste instantie voldoende om de oppervlaktetemperatuur van het zeewater te kennen. Samen met de luchttemperatuur, luchtvochtigheid en windsnelheid bepaalt deze immers de fluxen van latente en voelbare warmte, van waterdamp, en de wrijving aan het zee-oppervlak. Om te beschrijven wat er in de oceaan gebeurt is een groter aantal atmosferische parameters nodig (voor het berekenen van fluxen aan het zee-oppervlak). Het voordeel van het één valt natuurlijk weg tegen het nadeel van het ander als men oceaan en atmosfeer als een gekoppeld systeem wil behandelen. En dat zal uiteindelijk moeten gebeuren.

Een duidelijke aanwijzing voor deze koppeling kan worden gevonden in het feit dat er in b.v. de relatie tussen de wintertemperatuur in Nederland en de verdeling van de zeewatertemperatuur in de Noord-Atlantische Oceaan, geen voorkeur bestaat voor een positieve of negatieve time-lag. Zie Fig. 4.

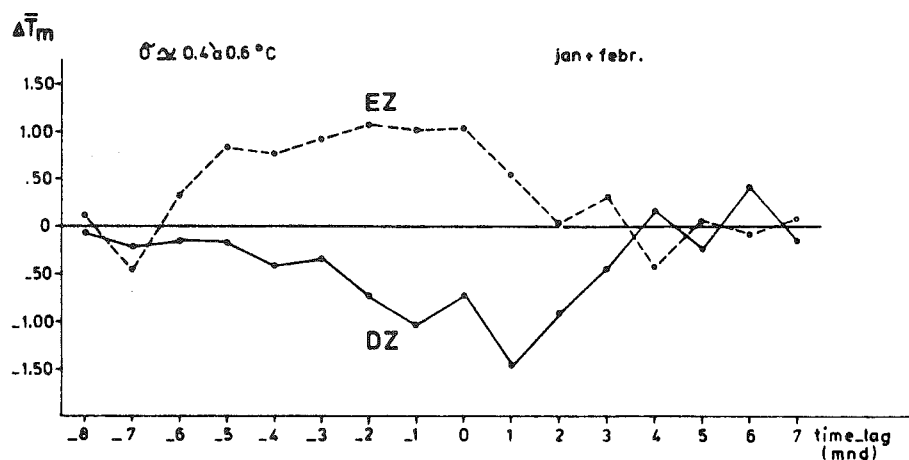


Fig. 4. Afwijking van normaal van de gemiddelde temperatuur van januari en februari te De Bilt bij sterke (EZ) en zwakke (DZ) zeewatertemperatuurgradiënt in de Noord-Atlantische Oceaan, voor verschillende time-lags.

Het zou kunnen dat de luchtcirculatie die een bepaalde temperatuur in Nederland veroorzaakt evengoed in staat is om een zekere temperatuurverdeling in de oceaan te handhaven als omgekeerd die temperatuurverdeling in de oceaan in staat is die bepaalde luchtcirculatie te handhaven.

De problemen waar het bij "air-sea interaction" studies om gaat hebben niet alleen betrekking op de wisselwerking op grote schaal. Volgens een brede opvatting van het vakgebied valt zowel de structuur en het gedrag van het zee-atmosfeer grensvlak (inclusief golven), als die van de aangrenzende oceaan- en atmosfeergrenslagen eronder.

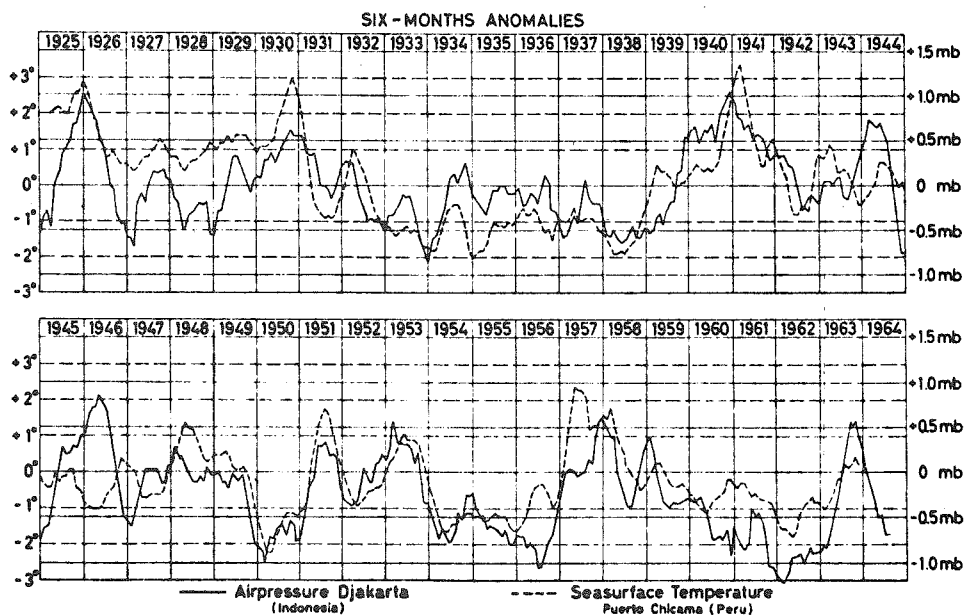
Het KNMI heeft op ieder van deze deelgebieden bijdragen geleverd. Op enkele daarvan zal hierna kort worden ingegaan.

Overzichten van het gehele gebied, zij het met de nadruk op kleinschalige oceanografische problemen zijn te vinden in de boeken van E.B. Kraus, Atmosphere-Ocean Interaction, Clarendon Press, Oxford, 1972 en S.A. Kitaigorodskii, The Physics of Air-Sea Interaction, Jerusalem, 1973. Businger schreef tijdens zijn verblijf op het KNMI in 1975 een samenvatting over het onderwerp, getiteld: Interactions of Sea and Atmosphere.

5. De Zuidelijke Schommeling.

De Zuidelijke Schommeling ("Southern Oscillation") is een kwasi-periodieke verandering van de luchtdruk in de zuidelijke Stille Oceaan, met een periode van 2 à 3 jaar. Berlage heeft van dit verschijnsel, zowel in zijn Indische tijd als later op het KNMI, uitvoerig studie gemaakt. Hij bekeek daarbij vooral de (tegenovergestelde) schommelingen in de luchtdruk te Djakarta ($6^{\circ} 11' \text{ ZB}$, $106^{\circ} 50' \text{ OL}$) en een station in de subtropische hogedrukgebied: Paaseiland ($27^{\circ} 10' \text{ ZB}$, $109^{\circ} 26' \text{ WL}$). Hij zag hierin een uitwisseling van lucht tussen de equatoriale gebieden en de subtropen waarin de Zuid-equatoriale Stroom in de Stille Oceaan een grote rol zou spelen.

Een aanwijzing hiervoor vond hij o.a. in het parallelle verloop van de luchtdruk te Djakarta en de zeewatertemperatuur voor de kust van Zuid-Amerika. Zie Fig. 5.



Kort samengevat komt zijn gedachtengang hierop neer. Relatief hoge luchtdruk in de Zuidoost-Pacific en relatief lage druk rond de Indonesische Archipel versnelt de zuidoost passaat en de Zuid-equatoriale Stroom.

De Peru-stroom^{*)} wordt dan ook sterker, waardoor relatief koud water langs de Peruaanse kust in de Zuid-equatoriale Stroom wordt gevoerd.

De zee- en luchttemperatuur rond Indonesië zal daardoor geleidelijk dalen en de luchtdruk stijgen. Het luchtdrukverschil tussen equator en subtropen neemt daardoor af en daarmee de snelheid van de passaatwinden en de oceaanstromen. Langs de Peruaanse kust zal minder opwelling optreden en de Peru-Stroom voert warmer water naar de Zuid-equatoriale Stroom. Zee- en luchttemperaturen in de buurt van Indonesië zullen daardoor stijgen, de luchtdruk dalen en de cyclus begint weer van voren af aan. Kwantitatief (time lags) is deze vorm van lucht-zee wisselwerking alleen kloppend te krijgen als wordt aangenomen dat de anomalieën van de zeewatertemperatuur zich verplaatsen met een snelheid die het midden houdt tussen de stroomsnelheid van het water en windsnelheid. Berlage denkt dat dit mogelijk is doordat de zeewatertemperatuur afhankelijk is van de verdamping, die op zich weer sterk bepaald wordt door de windsnelheid. Een volledig kwantitatieve beschrijving van een dergelijk verschijnsel is alleen mogelijk m.b.v. een gekoppeld oceaans-atmosfeer model. Zulke modellen zijn op dit moment echter nog niet voldoende ontwikkeld om dit probleem aan te pakken, vooral omdat de opwelling langs de kust er zo'n cruciale rol in speelt. Juist omdat met dit verschijnsel ook de z.g. El Niño (een temperatuurstijging van het zeewater nabij Peru waarbij grote vissterfte optreedt) samenhangt, is er wel veel onderzoek aan gericht. Berlage's meteorologische inzichten zijn daarbij niet gewijzigd; wat de oceaan betreft heeft men aanwijzingen gekregen dat lange interne golven een belangrijke rol spelen.

Berlage zag in de Zuidelijke Schommeling een fundamenteel mechanisme, waarvan de invloed overal op aarde in het weer terug te vinden zou zijn: "de Zuidelijke Schommeling en haar mondiale uitbreiding".

Ook b.v. in de West-Europese winters. Tot op zekere hoogte heeft hij daarin gelijk gekregen, want de enige kwasi-periodiciteit die in klimaatreeksen over de gehele wereld met een zekere duidelijkheid wordt aangetroffen is de 2-3 jaarlijkse cyclus. Tegenwoordig QBO (= Quasi Biennial Oscillation) genoemd.

Ook in de wintertemperatuurreeks van De Bilt (1634-1977) is dit de meest markante piek. Zie Fig. 6.

6. Nederlandse deelname aan GATE en JASIN.

Om de theoretische inzichten over de statistische verbanden tussen afwijkingen van gemiddelde zeewatertemperaturen en afwijkingen van het gemiddelde circulatiepatroon van de atmosfeer te toetsen en verder uit te bouwen zijn waarnemingen nodig. Gelijktijdige waarnemingen van diverse atmosferische en oceanografische grootheden om de processen die de lucht-zee wisselwerking verzorgen zo goed mogelijk te kunnen volgen en beschrijven. Routine waarnemingen op weerschepen e.d. zijn voor dit doel ontoereikend, vandaar dat speciale meetcampagnes worden gehouden waarin voor een beperkt gebied, gedurende een

*) (ook Humboldt Stroom genoemd, vooral in de Duitse literatuur).

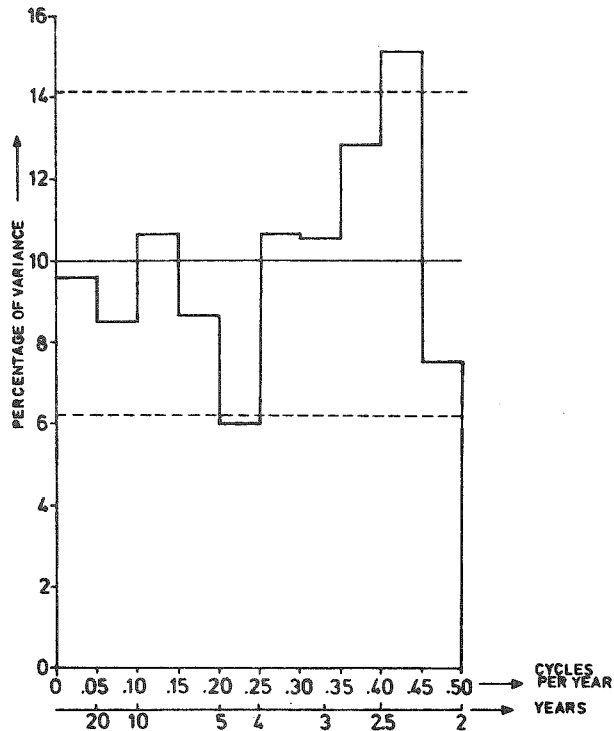


Fig. 6. Verdeling van de variantie in de gemiddelde wintertemperaturen te De Bilt van 1634-1977, over 10 tijdschalen. De horizontaal getrokken lijn geeft de verwachte verdeling, de horizontale gestreepte lijnen de 95% toevalsmarge.

bepaalde tijd een uitgebreid waarnemingsprogramma kan worden afgewerkt. Dergelijke meetcampagnes zijn duur, zowel in materiële als personele zin, en worden vrijwel uitsluitend in de vorm van internationale projecten gerealiseerd. Het KNMI heeft in de zeventiger jaren aan twee van dergelijke projecten deelgenomen.

Het eerste was het GATE-project (GATE = GARP Atlantic Tropical Experiment waarin GARP = Global Atmospheric Research Programme). Dit werd gehouden in de zomer van 1974 en er namen zo'n 30 schepen aan deel. Zie Fig. 7.

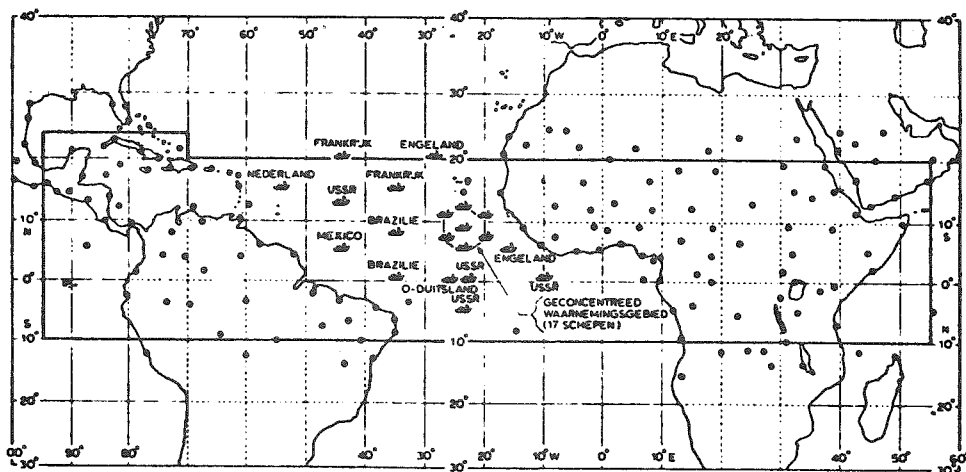


Fig. 7. Het netwerk van scheeps- en landstations tijdens GATE.

Op grote schaal gezien was dit eigenlijk een meteorologisch experiment, waarmee beoogd werd de invloed van een dicht netwerk van (vooral) windwaarnemingen op de oceaan, op de voorspelbaarheid van het weer in de tropen zelf, maar ook op de gematigde breedten, na te gaan. De waarnemingen verricht vanaf Harer Majesteits "Onversaagd" dienden vooral dat doel. Daarnaast werd in een beperkter waarnemingsbeleid voor de west kust van Afrika een "air-sea interaction-experiment" verricht. De waarnemingen binnen dit kleinere gebied dienden er tevens toe om in de atmosfeer de wisselwerking tussen kleinere en grotere weer-systemen te bestuderen.

B.v. die tussen individuele buienwolken en grotere wolkenclusters. Nieuw in het GATE-project was dat hoogtewinden in de atmosfeer in hoofdzaak bepaald werden m.b.v. het zg. Omega-systeem. De radiosonde die van het schip wordt opgelaten ontvangt de signalen van een drietal verafgelegen speciale radiozenders en zendt die door naar het schip. Daar wordt uit de ontvangen signalen (de verandering van) de positie van de sonde bepaald en daaruit de snelheid en richting van de wind op verschillende hoogte in de atmosfeer. Dit systeem kampte nogal met kinderziekten, maar de kwaliteit van de windwaarnemingen van het Nederlandse schip waren buitengewoon goed. Dit was mede te danken aan de goede samenwerking voor en tijdens het experiment tussen de afdeling Hydrografie van de Koninklijke Marine en het KNMI.

Het JASIN-project is van jongere datum (zomer 1978), ofschoon reeds in 1970 en 1972 meetcampagnes met een beperkter opzet werden gehouden, waaraan (in 1970) ook het weerschip "Cumulus" bijdroeg.

JASIN, afkorting van Joint Air-Sea Interaction, speelt zich af in de Noord-Atlantische Oceaan, nabij Rockall, ten noordwesten van Schotland.

Aan het laatste, grote project, nam Nederland deel met Hr.Ms. "Tydeman", het Oceanografisch Onderzoekingsvaartuig van de Dienst Hydrografie van de Koninklijke Marine. Evenals bij GATE werden de waarnemingen aan boord verzorgd door medewerkers van het KNMI. Bij JASIN ging het echt om het verzamelen van meteorologische en oceanografische waarnemingen t.b.v. de studie van de zee-lucht wisselwerking. De onderste kilometers van de atmosfeer en de bovenste paar honderd meter van de oceaan werden dan ook het dichtst bemeten. De Nederlandse bijdrage bestond vooral uit het meten van temperatuur- en zoutgehalteprofielen in de bovenste lagen van de oceaan, met verschillende tussenpozen. Het meetprogramma is succesvol afgewerkt en er zijn vele interessante registraties verkregen. Zie b.v. Fig. 8, waarbij in slechts enkele uren tijds een temperatuurverhoging van een hale graad werd gemeten over een oppervlakte van 10 m dikte.

Omdat het bij studies over de invloed van de zee op de atmosfeer, dikwijls om temperatuurafwijkingen gaat die nauwelijks meer bedragen dan 1°C , zijn dergelijke veranderingen in korte tijd dus wel het bestuderen waard.

7. Modelmatige aanpak van de interactie op grote schaal.

Diagnostisch onderzoek van de wisselwerking tussen oceaan en atmosfeer is het meest leerzaam als het gekombineerd wordt met modelonderzoek.

Dit soort onderzoek omvat zowel analytische studies met sterk vereenvoudigde vergelijkingen die een bepaald aspect van de interactie beschrijven (DBB's, 1962) als ook ex-

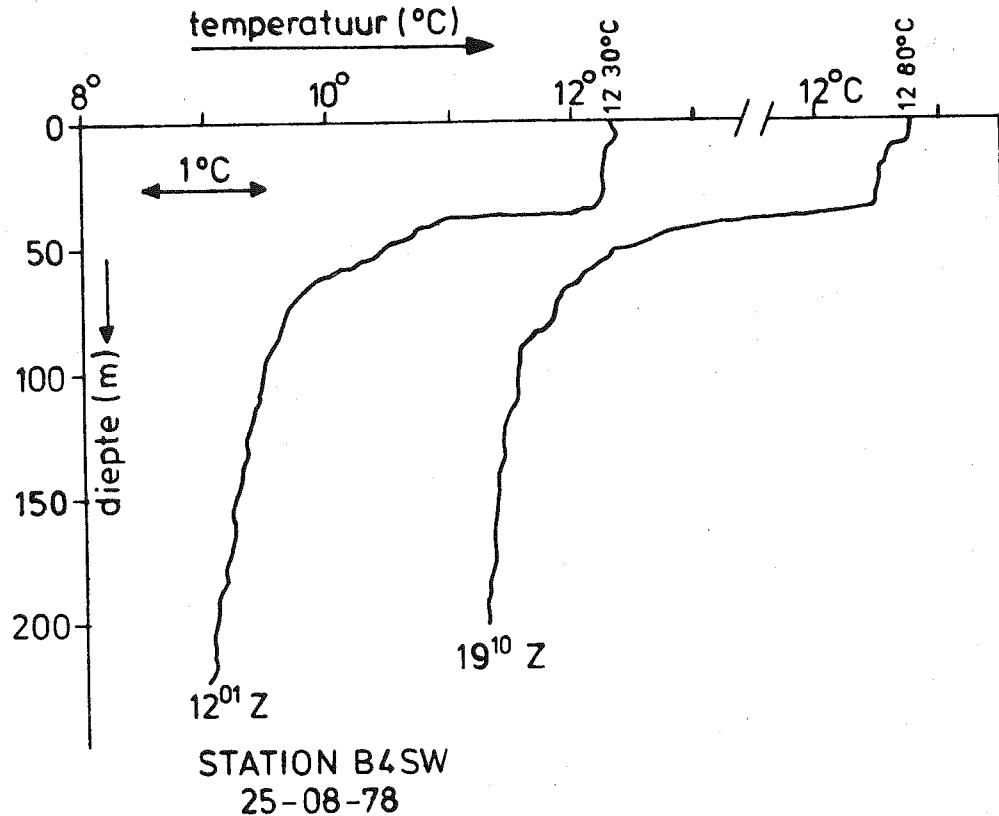


Fig. 8. Twee temperatuurprofielen in de bovenste 200 m van de oceaan, waargenomen met 7 uur tussenruimte. Het tweede profiel is over 2^oC naar rechts verschoven. Duidelijk is de opgewarmde oppervlaktelaag van 10 m dikte te zien.

perimenten met numerieke modellen die alleen op grote computers uitgevoerd kunnen worden.

Modellen waarmee het complete klimaatsysteem gesimuleerd wordt bestaan sinds een jaar of 10. Het pionierswerk op dit gebied kwam van Manabe en Bryan (1969). Deze modellen hebben als enige wezenlijke "input" de chemische samenstelling van atmosfeer en oceaan, de instraling aan de top van de atmosfeer en de vorm van de zeeën en continenten. De resultaten van deze modellen zijn vrij goed, maar er zijn ontzagwekkende hoeveelheden rekentijd nodig om er experimenten mee uit te voeren.

Een andere aanpak waarmee de koppeling tussen fluktuaties in oceaan en atmosfeer bestudeerd kan worden is het gebruik van "storingstheorie".

Hierbij worden bepaalde klimatologische grootheden vastgehouden, ze verschijnen als konstanten in de vergelijkingen die de fluktuaties beschreven. Op het KNMI is en wordt deze aanpak op bescheiden schaal gebezigd.

Hieronder volgen een tweetal voorbeelden.

In het eerste voorbeeld bekijken we met het meest eenvoudige model dat denkbaar is hoe AZT's de lange golven in de atmosfeer kunnen beïnvloeden. Als de AZT als een golf voorgeschreven wordt, en de anormale verwarming van de atmosfeer ermee evenredig is, kan de lineaire respons van een equivalent-barotrope atmosfeer eenvoudig berekend worden (Oerlemans, 1977).

Deze respons bestaat dan uit stationnaire Rossby-golven met dezelfde zonale en meridionale golflengte als de AZT. Fig. 9 laat zien hoe de amplitude A (verstoring geopotentiële hoogte van het 500 mb-vlak) en de fase ϕ (t.o.v. de AZT in zonale richting) van de Rossby-golf eruit ziet in afhankelijkheid van de zonale golflengte. De meridionale golflengte is 8000 km en U geeft de windsnelheid van de zonale basisstroom in m/s.

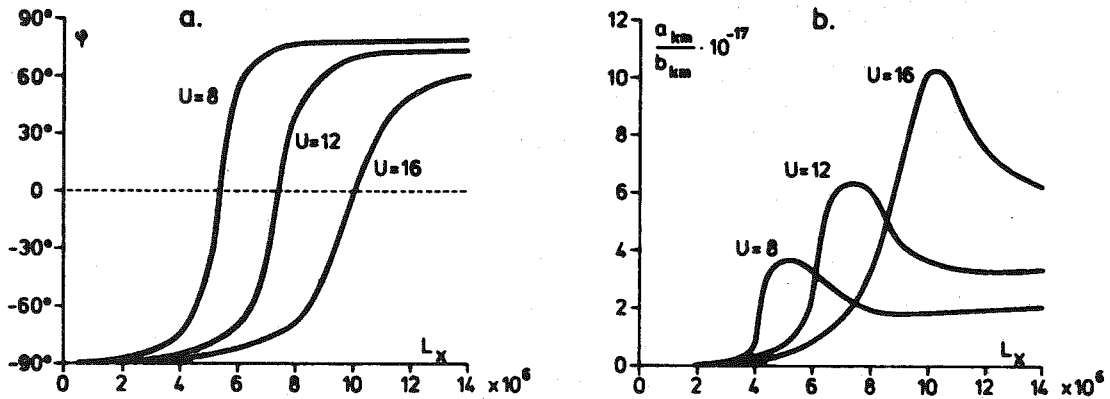
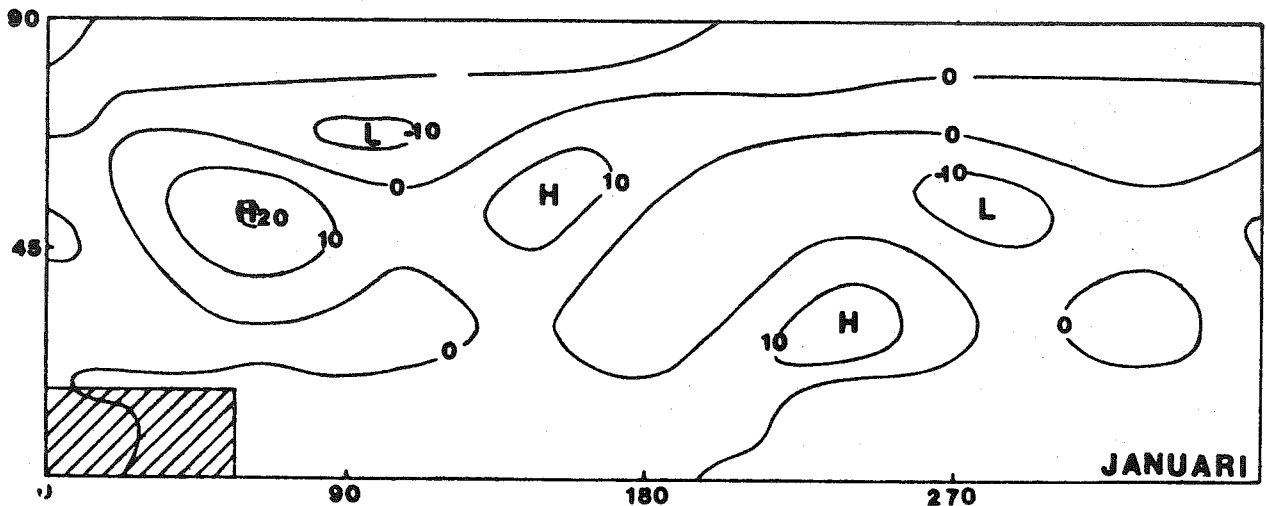


Fig. 9.

Een positieve waarde van ϕ betekent dat de verstoring stroomopwaarts (westwaarts) van de AZT ligt. De amplitude van de geopotentiële verstoring hoort bij een amplitude van de AZT van $+1^\circ\text{C}$.

De resultaten die Fig. 9 toont moeten niet te letterlijk genomen worden, daarvoor is het model véél te ruw. Wat wél blijkt is dat de response van de atmosfeer bijzonder gevoelig is voor de golflengte, d.w.z. de ruimtelijke schaal van de AZT, en van de sterkte van de basisstroom. Dit illustreert op treffende wijze de problemen die het eventuele voorspellen van dit soort golven op kan leveren.

Inmiddels is op het KNMI een veel verfijnder model in ontwikkeling dat uitrekent hoe de atmosfeer reageert op een zekere afwijkende "forcing" in de vorm van verwarming. Dit model bestaat uit twee lagen en beslaat het gehele noordelijk halfrond (Opsteegh en Van den Dool). Fig. 10 laat een voorbeeld zien van de verstoring van de geopotentiële hoogte op 800 mb. Er is een extra verwarming van $1^\circ\text{C}/\text{dag}$ aangelegd in een



gebied in de tropen (gearceerd). Deze verwarming zou kunnen korresponderen met een warme tropische Atlantische Oceaan. Wat opvalt is de relatief grote respons van de atmosfeer op gematigde breedten.

Blijkbaar hebben de tropen een grote invloed op het ontstaan van planetaire golven op gematigde breedten.

Bovenstaande voorbeelden tonen dat er ook op het KNMI gewerkt wordt aan de invloed van de oceaan op de atmosfeer op een grote tijdschaal. Modellen die echt de interactie beschrijven, d.w.z. die dus ook de reactie van de oceaan op atmosferische veranderingen uitrekenen, worden op het KNMI echter niet gehanteerd.

J. Oerlemans

en

C.J.E. Schuurmans.

De onderscheiding tussen deining en zeeën is zeer fundamenteel, en ieder waarnemer moet leren de richting van elk van de twee afzonderlijk te bepalen.

(M. Minnaert, De Natuurkunde van 't vrije veld III, p. 168).

Literatuur.

- Adem, J., 1975. Numerical-thermodynamical prediction of mean monthly ocean temperatures, *Tellus*, 27, 541-551.
- Berlage, H.P., 1966. The Southern Oscillation and world weather, *KNMI Med. en Verh.*, no. 88.
- Businger, J.A., 1975. Interactions of Sea and Atmosphere, *KNMI Wetenschappelijk Rapport WR 75-6*.
- Van den Dool, H.M., 1977. Over de verklaring van persistentie in de maandgemiddelde temperatuur, *KNMI Verslagen V-284*.
- Van den Dool, H.M., H.J. Krijnen and C.J.E. Schuurmans, 1978. Average wintertemperatures at De Bilt (The Netherlands): 1634-1977, *Climatic Change*, 1, 319-331.
- Döös, B.R., 1962. The influence of exchange of sensible heat with the earth's surface on the planetary flow, *Tellus*, 14, 133-147.
- Korevaar, C.G., 1979. A climatological study on the occurrence of easterly gales on the North Atlantic Ocean, *KNMI Wetenschappelijk Rapport WR 79-5*.
- Manabe, S. and K. Bryan, 1969. Climate calculations with a combined ocean-atmosphere model, *J. Atmos. Sci.*, 26, 786-789.
- Oerlemans, J., 1975. On the occurrence of "Grosswetterlagen" in winter related to anomalies in North Atlantic sea temperature, *Meteorol. Rdsch.*, 28, 83-88.
- Oerlemans, J., 1977. Het verband tussen anomalieën in de temperatuur van de Noord-Atlantische Oceaan en de maandgemiddelde temperatuur in De Bilt en de bruikbaarheid hiervan voor de maandverwachting, *KNMI Wetenschappelijk Rapport WR 77-11*.
- Oerlemans, J., 1977. The influence of stationary heating on time mean atmospheric flow forced to be equivalent-barotropic, *Beiträge zur Physik der Atmosphäre*, 50, 247-252.
- Ratcliffe, R.A.S. and R. Murray, 1970. New lag associations between North Atlantic sea temperature and European pressure applied to longrange weather forecasting, *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, 96, 226-246.

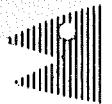
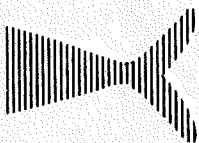
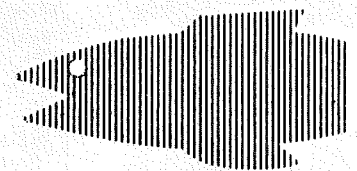
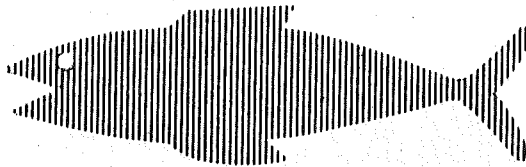
Reiff, J., 1976.

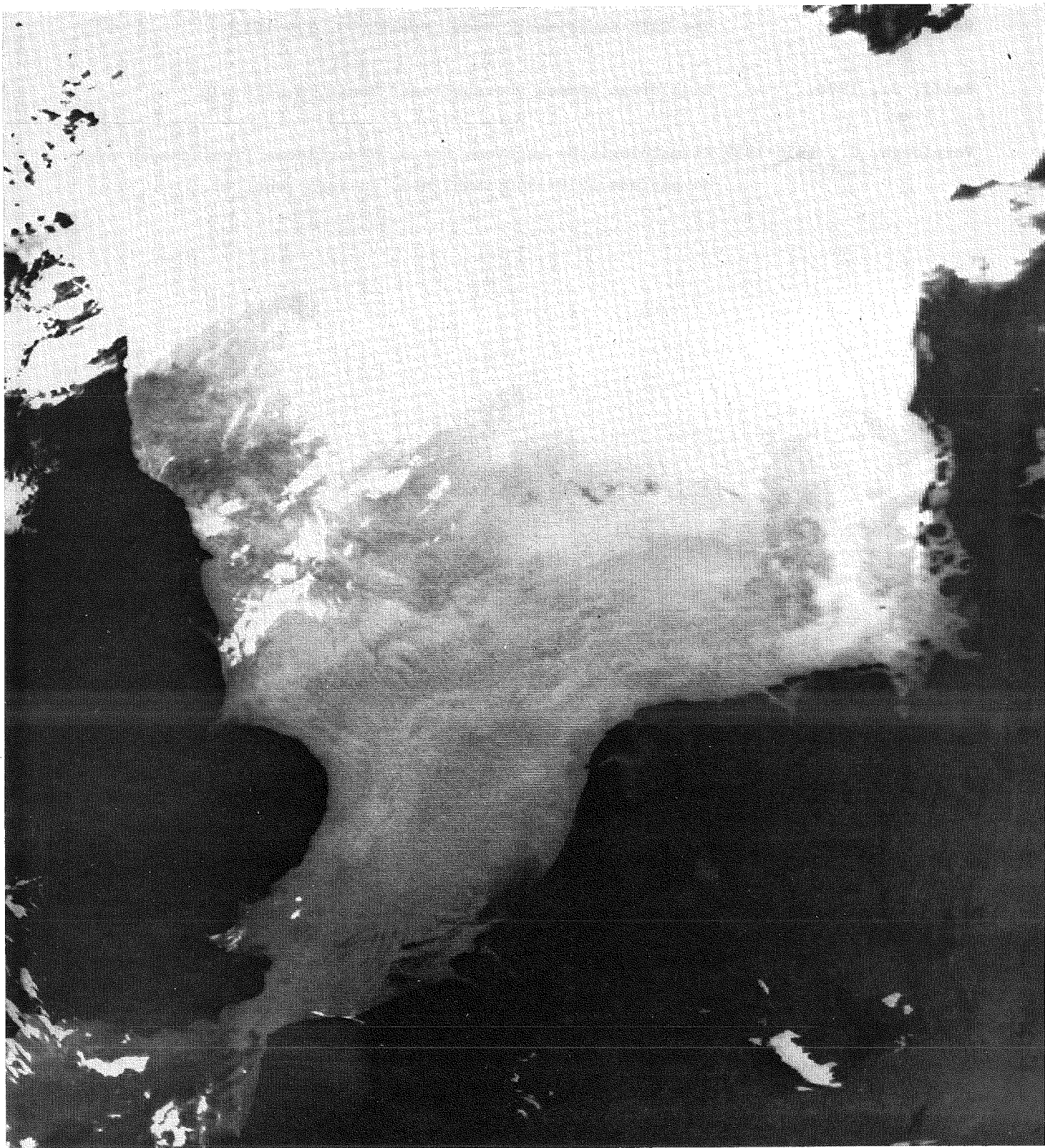
The GATE Experiment, Hydr. Newsl., 3, 179-191.

Reiff, J., 1978.

Zijn droge zomers voorspelbaar? Zenit, 5, 426-430.

Verploegh, G., 1956-1959. Klimatologische gegevens van de Nederlandse lichtschepen over de periode 1910-1940, KNMI Med. en Verh., no. 67.





Dit is een infrarood opname van de Noordzee en zijn omgeving, gemaakt door de Amerikaanse TIROS-N satelliet op 14 mei 1979 om 14.43 GMT. In het beeld is de warmtestraling weergegeven als verschillende grijstonen tussen zwart en wit: donkerder is warmer, lichter is kouder. Het land is erg warm (zwart) terwijl de wolken koud zijn (wit). Getracht is om de temperatuurverschillen in het zeewater zo goed mogelijk weer te geven. Voor de kust van Nederland en België zijn allerlei structuren in het water waarneembaar. De uitstroming van de Rijn is speciaal goed zichtbaar vanaf Hoek van Holland naar het Zuiden. Het is duidelijk dat satellietfoto's een overzicht geven dat met metingen uitsluitend door schepen niet bereikbaar zou zijn. Deze opname is door het Nederlands Centrum voor Oceanografische Gegevens verkregen van het satellietvolgstation van de Universiteit van Dundee (UK).

1. Inleiding.

Het geofysische onderzoek van het KNMI is van het begin af hoofdzakelijk beperkt gebleven tot onderzoek dat op het land werd verricht. Deze beperking kwam voort uit de aard van de meteorologische dienst: de fysische eigenschappen van de aarde worden vooral in permanente stations geregistreerd en bestudeerd. Dat geldt onder meer voor de fysische eigenschappen van de vaste aarde, zoals de zwaartekracht en het geomagnetisme. Het onderzoek van deze verschijnselen op zee of in de lucht is meer de taak van de exploratiemaatschappijen die uiteraard geïnteresseerd zijn in de praktische toepassingen van de uitkomsten. Verder heeft het Vening Meinesz Laboratorium van de Rijksuniversiteit te Utrecht zich in navolging van Prof. Vening Meinesz speciaal geroepen gevoeld tot geofysisch onderzoek op de oceanen. Men zou kunnen zeggen dat een stilzwijgende afspraak de werkterreinen heeft geregeld.

Zo is het te begrijpen dat het KNMI slechts sporadisch werd betrokken bij het onderzoek op zee; dit is beperkt gebleven tot hulp op instrumenteel gebied en incidenteel tot een personele medewerking van tijdelijke aard.

2. Zwaartekracht.

De aanleiding voor het uitvoeren van metingen van de zwaartekracht op zee door medewerkers van het KNMI, is toe te schrijven aan de speciale veeljarige relatie die heeft bestaan tussen Prof. Vening Meinesz en het Instituut, een relatie die heeft geduurd van 1912 tot 1958.

2.1. Te land.

Vening Meinesz trad na zijn afstuderen als civiel ingenieur in 1910 in dienst van de Rijkscommissie voor Graadmeting en Waterpassing (later omgezet in de Rijkscommissie voor Geodesie) en kreeg daarbij de opdracht het zwaartekrachtveld, of juist de versnelling van de zwaartekracht, in Nederland te meten door middel van speciale slingers die door de Rijkscommissie waren aangeschaft. Proefmetingen in het Geodetisch Instituut te Delft bleken in hoge mate gestoord te worden door bodemtrillingen. Deze trillingen werden hoofdzakelijk veroorzaakt door het verkeer, vooral door de scheepvaart in het kanaal dat naast het Geodetisch Instituut was gelegen. Veel hinder werd echter ook ondervonden van bodemtrillingen, die dikwijls voorafgingen aan een storm en die dagenlang konden aanhouden, ook als de storm in Nederland voorbij was.

Het verschijnsel van de microseismische activiteit die samenhangt met de aanwezigheid van depressies op de Atlantische Oceaan of de Noordzee, bracht Vening Meinesz naar het KNMI waar een seismograaf (een omgekeerde slinger van Wiechert) stond opgesteld, die met een eigenperiode van enkele seconden bijzonder geschikt was voor het registreren van de microseismen.

Bovendien bleek de ondergrond te De Bilt veel steviger dan te Delft. Vening Meinesz koos daarom het KNMI als basis voor zijn zwaartekrachtmetingen. Tussen 1912 en 1920 werd

de versnelling van de zwaartekracht in Nederland op een groot aantal plaatsen gemeten, waarbij de kelder onder de kamer van de Hoofddirecteur als plaats van controle en als referentiepunt diende.

2.2 Ter zee.

De bemoeiingen van het KNMI met de zwaartekrachtmetingen op zee waren het gevolg van een nieuwe opdracht die in 1923 door de Rijkscommissie aan Vening Meinesz werd verstrekt: het uitvoeren van slingermetingen over de gehele wereld, ter bepaling van de vorm van de aarde. Uiteraard betekende dit dat zo mogelijk ook aan boord van schepen moest worden gemeten.

Voorlopige geodetische metingen hadden namelijk het vermoeden gewekt dat de aarde een drie-assige ellipsoïde zou zijn, een resultaat dat moeilijk te begrijpen was. Het probleem van de drie-assige of twee-assige vorm van de aardellipsoïde kon door middel van zwaartekrachtmetingen worden opgelost, en Vening Meinesz zou dit probleem moeten aanpakken door de zwaartekracht zo mogelijk de wereld rond te meten. Voor de moeilijkheid van het uitvoeren van slingermetingen op een schip had Vening Meinesz intussen een oplossing gevonden, die in de eerste plaats hierin bestond dat in plaats van te werken met één slinger, de beweging van twee in tegengestelde richtingen slingerende massa's werd geregistreerd. Hierdoor werd de invloed van eventuele horizontale versnellingen van het slingertoestel in eerste benadering geëlimineerd. Bovendien werden hellingsveranderingen zo veel mogelijk door een cardanische ophanging gecompenseerd.

De grootste verbetering in de meetmethodiek op zee, door Vening Meinesz ingevoerd, was echter de overgang van het gebruik van een oppervlakteschip naar een onderzeeboot. Varend op een diepte van enkele tientallen meters bleek het mogelijk de versnelling van de zwaartekracht met een nauwkeurigheid van enkele mgal^{*)} te bepalen. Toepassing van de bovengenoemde principes op een toestel dat in de jaren 1920 tot 1923 in de werkplaats van het KNMI werd gebouwd voor gebruik in onderzeeboten, leidde tot een groot succes. Gedurende meer dan 30 jaren was het slingertoestel van Vening Meinesz de beste en nauwkeurigste zeegravimeter ter wereld. Het was ontworpen door Vening Meinesz en Schoute (toen adj. directeur bij het KNMI) en gebouwd door chef-mechanicus van de werkplaats L.M. van Rest.

In de jaren vóór 1939 was de medewerking van het KNMI aan het zwaartekrachtonderzoek van Vening Meinesz vrijwel beperkt tot hulp van instrumentele aard, behalve in één geval tijdens metingen in de Indonesische Archipel. In de jaren 1929-1930 leidde Vening Meinesz aan boord van de onderzeeboot Hr.Ms. K XIII (waarmee hij van Holland via het Panama-kanaal naar Java was gevaren) een uitvoerige expeditie, waarbij in een tocht van 16000 mijlen honderden metingen van de zwaartekracht werden uitgevoerd in de Indonesische wateren. Daarbij was de bepaling van de zeediepte essentieel voor het herleiden van de metingen.

^{*)} mgal = milligal = 0.001 cm/sec^2 , d.i. ongeveer een miljoenste deel van de normale versnelling van de zwaartekracht.

2.3. Bemoeienis van het KNMI.

In dezelfde tijd was de toenmalige directeur van de oceanografische afdeling van het KNMI, P.M. van Riel, aan boord van de "Willebrord Snellius" bezig met het uitvoeren van een topografische opname van de Indonesische zeebodem. De bathymetrische kaart waarin Van Riel de uitkomsten van de lodingen van de "Snellius" samenvatte, bleek van groot belang voor de topografische reductie van de zwaartekrachtmetingen. Van Riel verrichtte zelfs extra lodingen in gebieden die voor Vening Meinesz van bijzonder belang waren. Dit was de eerste keer dat een functionaris van het KNMI rechtstreeks medewerking verleende aan het onderzoek van de zwaartekracht op zee.

Tot 1939 heeft Vening Meinesz in een groot aantal vaartochten, waarvan die met Hr.Ms. K XVIII de grootste bekendheid heeft gekregen, de zwaartekracht in een 1000-tal metingen bepaald. De algemene conclusie van dit onderzoek is, dat de vorm van de aarde beter met een twee-assige dan met een drie-assige ellipsoïde kan worden benaderd. Een zeer bijzondere vondst was de constatering van gordels van zwaartekrachtstekort langs eilandbogen (vooral langs de zuidkust van Sumatra en Java en langs de Sunda-eilanden, maar bijv. ook langs de Caraïbische eilandboog). Gecombineerd met de aanwezigheid van diepzeetroggen langs deze eilandbogen werd het zwaartekrachttekort door Vening Meinesz toegeschreven aan het inknikken van de aardkorst door horizontale samenpersing (de theorie van de scholentektoniek schrijft een en ander toe aan het onderschuiven van de oceanische aardkorst onder een continentaal blok, waarbij in de diepzeetrog geen compressie doch integendeel uitrekking moet optreden, wat door de haardmechanismen van aldaar optredende aardbevingen wordt bevestigd).

2.4. Na de tweede wereldoorlog.

Na de oorlog werden, na een onderbreking van 10 jaren, de zwaartekrachtexpedities aan boord van onderzeeboten hervat. Omdat Vening Meinesz in 1945 was benoemd tot Hoofd-directeur van het KNMI, lag het voor de hand dat hierbij medewerkers van het KNMI werden ingeschakeld. De zwaartekrachtexpedities waren na de oorlog gericht op West Indië en op Midden Amerika.

In 1948 werd het slingertoestel opgesteld en gebruikt in Hr.Ms. 0 24, op een tocht van Rotterdam naar Curaçao en terug. Het instrument werd bediend door Vesseur en Bruins (TH). Deze tocht werd, gravimetrisch gezien, slechts gedeeltelijk een succes. In de loop van de reis raakten de registreringen meer en meer onderbelicht. Hetzelfde verschijnsel deed zich voor op de terugreis van Curaçao via Paramaribo en Casablanca naar Rotterdam. Na terugkomst in Nederland bleek de optiek van het registratie-apparaat bedekt te zijn met een zoutlaagje, dat afkomstig was van de vochtige lucht uit de snelduiktank, en dat bij elke duik dikker werd, zodat op den duur de registratie geheel onzichtbaar werd. Op de vooroorlogse duikboten was dit verschijnsel nooit opgetreden.

In 1951 werd opnieuw een tocht naar Curaçao gemaakt, met Hr.Ms. Tijgerhaai, en het slingertoestel werd op deze reis verzorgd door Dorrestein en Bruins. Het instrumentarium was uitgebreid met een kristalklok, die de tijdmerken in de slingerregistratie leverde. De kristalklok was door Vesseur ontworpen en in de werkplaats van het KNMI gebouwd. Het doel van deze reis was een voorlopig onderzoek van de Midden Atlantische Rug en het verzamelen van gegevens in het Caraïbisch gebied.

De meest uitvoerige meetreis, waaraan door een KNMI-medewerker (Otto) werd deelgenomen, was de tocht van Hr.Ms. Walrus in 1957. Dat deze reis zo uitvoerig kon zijn, was in de eerste plaats te danken aan het feit dat de Walrus voor meer dan 5 weken beschikbaar werd gesteld voor wetenschappelijk onderzoek in het Midden Amerikaanse gebied. Daarnaast paste dit onderzoek ook bij de doelstellingen van het Geofysisch Jaar 1957-1958, waarin werd aanbevolen zwaartekrachtmetingen te verrichten, waar dit maar mogelijk was. Door Otto en Bakker (TH) werden 64 metingen van de zwaartekracht uitgevoerd in de Grote Oceaan bij de kusten van Columbia, Ecuador, Costa Rica en Panama. Aan de andere kant, in de Caraïbische Zee, werden 15 zwaartekrachtbepalingen uitgevoerd bij Columbia en Panama.

Het doel van deze grote reis, die de laatste was van de zwaartekrachtexpedities op zee waaraan het KNMI ook personele medewerking verleende, was het verkrijgen van gegevens van het Midden Amerikaanse gebied met zijn ingewikkelde topografische en tektonische structuren en het verklaren daarvan.

2.5. Resultaat.

Het patroon van de zwaartekrachtsanomalieën dat uit de metingen aan boord van de Walrus (aangevuld met resultaten van Amerikaanse onderzoekers) kon worden afgeleid, werd door Vening Meinesz als volgt geïnterpreteerd.

Een gordel van negatieve anomalieën in het kustgebied van Venezuela tot Haïti kan worden toegeschreven aan samenpersing van de aardkorst in de richting $N35^{\circ}E$, en is te wijten aan het opdringen van het Zuid Amerikaanse continent in deze richting ten opzichte van het Caraïbische gebied. Ten noorden hiervan hebben langs breukvlakken verschuivingen plaats gevonden, die de gebogen vorm van de landengte van Costa Rica - Panama verklaren. De verschuiving van Zuid Amerika met als gevolg het optreden van breukvlakken wordt bevestigd door de aanwezigheid van rijen vulkanische eilanden, zoals de Galapagos-eilanden. De veronderstelde horizontale verschuiving langs verticale breukvlakken klopt met de afwezigheid van belangrijke isostatische anomalieën in dit gebied.

Ten zuiden van Panama komen positieve anomalieën voor de dag boven diepzeebekkens. Vening Meinesz vergelijkt deze met soortgelijke positieve velden boven bekkens in de Indonesische Archipel, die hij beschouwt als verzonken aardkorstdelen.

Tenslotte worden negatieve anomalieën aan de Caraïbische zijde van het Panama-kanaal ook verklaard uit de noordoostwaartse verschuiving van Zuid Amerika ten opzichte van het noordwestelijk daarvan gelegen blok.

De boven geschetste interpretatie van Vening Meinesz wordt deels bevestigd en deels gemodificeerd in een model van de aardkorstmechanica in het Antilliaanse gebied van de hand van Lagaij (proefschrift 1968 te Utrecht) dat gebaseerd is op meer recente en gedetailleerde gegevens.

Na 1958 werd het slingertoestel van Vening Meinesz niet langer gebruikt (het staat nu als museumstuk opgesteld in het Geodetisch Laboratorium te Delft). Dit was te danken aan de ontwikkeling (door Askania) van een gravimeter die in combinatie met een gestabiliseerd platform kon worden gebruikt aan boord van oppervlakteschepen, en die een

continue registratie van de zwaartekracht mogelijk maakte. Daarmee kwam een einde aan de medewerking van het KNMI aan het onderzoek van de zwaartekracht op zee.

3. Geomagnetisme.

3.1. Meetprincipe.

De ontdekking van de mogelijkheid de precessie te detecteren van bijna-vrije protonen in een magnetisch veld en daarmee de sterkte van dit veld te meten, bracht Veldkamp in 1956 op het idee dit principe te gebruiken om de sterkte van het aardmagneetveld in Nederland en eventueel in andere landen te meten. Van Daatselaar (toenmaals KNMI) ontwikkelde volgens deze gedachte een aeromagnetometer, die echter in het stadium van ontwikkeling is blijven steken. In de jaren 1958-1965 werd de protonmagnetometer in sterk verbeterde vorm door Vesseur omgebouwd tot een zeemagnetometer, hetgeen de deelneming van het KNMI aan geomagnetisch onderzoek op zee mogelijk maakte.

De protonmagnetometer is gebaseerd op de precessie in het aardmagnetische veld van protonen in een (kleine) hoeveelheid water. De precessiefrequentie wordt uitsluitend bepaald door de totale veldsterkte. In het door Vesseur gebouwde apparaat wordt de tijd, nodig voor 900 perioden van het precessie-sigitaal, gemeten door een kwartskristalklok, en in 5 cijfers door elektronische tellers geregistreerd. Hieruit kan de sterkte van het aardveld met een nauwkeurigheid van 1 tot 2 nT^(*) worden bepaald. De zeemagnetometer wordt, om storingen te vermijden, op een afstand van ongeveer 150 meter achter het opnemingsvaartuig gesleept.

3.2. Surinaamse plat.

Na enkele proeftochten op het IJsselmeer en langs de Nederlandse kust, werd de magnetometer in 1966 ingezet bij het onderzoek van het continentale plat ten noorden van Suriname, als bijdrage van het KNMI in een gezamenlijk onderzoek van verschillende instituten, dat door Veldkamp werd gecoördineerd, en dat mogelijk werd door de gastvrijheid van de Afdeling Hydrografie van de Koninklijke Marine die het opnemingsvaartuig Hr.Ms. Luymes beschikbaar stelde. De volgende instellingen verleenden naast het KNMI hun medewerking: de TH te Delft (zwaartekracht), het NIOZ te Den Helder (oceanografie), de Landbouwhogeschool te Wageningen (sedimentologie), het Museum voor Natuurlijke Historie te Leiden (zoölogie).

In 1969 werd het oostelijk deel van het continentale plat met vereende krachten bewerkt. Behalve door de reeds genoemde instellingen werd nu ook meegewerkt door het Vening Meinesz Laboratorium te Utrecht (seismologie).

Het resultaat van de geomagnetische metingen, die zowel in 1966 als in 1969 door Vesseur werden verzorgd, leverde een anomalieënkaart, die een voortzetting betekende van de geomagnetische kaarten die door Van Boeckel waren gebruikt (proefschrift Amsterdam, 1968). Volgens Van Boeckel wijst een sterk negatieve afwijking van de zwaartekracht in Suriname op de aanwezigheid van een batholiet, dit is een grote granietmassa die is binnengedrongen in de aardkorst van Centraal Suriname. In de contactzone van deze batholiet met het omringende basische gesteente zijn magnetietafzettingen ontstaan, die verantwoordelijk zijn voor sterke storingen van het geomagnetische veld, tot ver buiten de kust van Suriname.

Na deze expedities naar het Surinaamse continentale plat werd de zeemagnetometer van het KNMI nog een aantal jaren gebruikt door de afdeling mariene geofysica van het Vening Meinesz Laboratorium te Utrecht, vooral voor het onderzoek van de Midden Atlantische Rug. In 1977 werd de magnetometer vervangen door een modern commercieel verkrijgbaar instrument, zodat het KNMI-apparaat nu als reserve staat opgesteld.

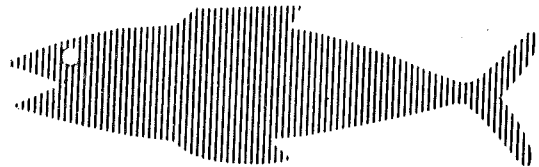
4. Seismologie.

De bijdrage van het KNMI aan het seismologisch onderzoek op zee is tot dusver klein geweest. Dit hangt stellig samen met de in de inleiding genoemde "stilzwijgende afspraak". Het Vening Meinesz Laboratorium heeft zich van het begin af - in de persoon van Collette - verantwoordelijk gevoeld voor het seismisch onderzoek op zee.

De medewerking van het KNMI is beperkt gebleven tot de deelneming van Ritsema aan het onderzoek naar de structuur van de aardkorst onder de Noordzee, dat in de jaren 1965 tot 1970 vanwege het Vening Meinesz Laboratorium werd uitgevoerd.

J. Veldkamp.

*₁) $1 \text{ nT} = 10^{-5} \text{ gauss}$: in Nederland is de sterkte van het aardmagnetisme ongeveer 0.5 gauss.



Literatuur.

Een overzichtartikel over de microseismen vindt men in het Gedenkboek van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, 1854-1954, blz. 419-429.

De expedities van Vening Meinesz zijn vastgelegd in de serie Gravity Expeditions at Sea (Rijkscommissie voor Geodesie) in de volumina I (1923-1930), II (1923-1932), III (1934-1939), en de volumina IV en V: complete results.

De metingen van Vesseur, Dorrestein en Otto in het Midden Amerikaanse zeegebied werden gepubliceerd in Volume V van Gravity Expeditions (1948-1958), in een artikel: Atlantic, Caribbean and Pacific cruises, by G.J. Bruins, R. Dorrestein, H.J.A. Vesseur, G. Bakker and L. Otto.

De geomagnetische metingen van Vesseur op het continentale plat van Suriname werden gepubliceerd in de volgende artikelen:

Geomagnetic anomalies in the western part of the continental shelf of Surinam, by J. Veldkamp and H.J.A. Vesseur (Hydrographic Newsletter, Special Publication 5).

Geomagnetic anomalies in the continental shelf of Surinam, by J. Veldkamp and H.J.A. Vesseur (Hydrographic Newsletter, Special Publication 6).

Het geomagnetische onderzoek van het Vening Meinesz Laboratorium te Utrecht, dat werd uitgevoerd met behulp van de KNMI-zeemagnetometer, gaf aanleiding tot de volgende publicaties:

Bathymetric, Magnetic and Gravity investigations H. NL. M.S. "Snellius" 1964-1965
Hydrographic Newsletter, Special Publication Number 3, 1967.

J.A. Schouten, A fundamental analysis of magnetic anomalies over ocean ridges
(proefschrift Utrecht, 1970).

J.A. Schouten, B.J. Collette en K.W. Rutten, Magnetic anomaly symmetry in the Bay of Biscay (Histoire Structurale du Golfe de Gascogne, VI. 13, Paris, 1971).

B.J. Collette, K.W. Rutten, J.A. Schouten en A.P. Slootweg, Continuous seismic and magnetic profiles over the Mid Atlantic Ridge between 12°N and 18°N , Marine Geophys. Res., 2, 133-141, 1974.

K.W. Rutten, Two-dimensionality of magnetic anomalies over Iceland and Reykjanes Ridge, Marine Geophys. Res., 2, 243-263, 1975.

Het seismisch onderzoek van de Noordzee, dat werd uitgevoerd in een samenwerking tussen het KNMI en het VML, gaf aanleiding tot de volgende publicaties:

B.J. Collette, R.A. Lagaay, A.R. Ritsema, Depth of the Mohorovičić discontinuity under the North Sea Basin, Nature 205, 688, 1965.

B.J. Collette, R.A. Lagaay, A.R. Ritsema, J.A. Schouten, Seismic investigations in the North Sea, 1 and 2, Geoph. Journ. Roy. Astron. Soc., 12, 363, 1967.

B.J. Collette, R.A. Lagaay, A.R. Ritsema, J.A. Schouten, Seismic investigations in the North Sea, 3 to 7, Geoph. Journ. Roy. Astron. Soc., 19, 183, 1970.



Een huizenhoge golf, die op het punt van breken stond

(foto ter beschikking gesteld door G. Verboom, namens Shell, Den Haag).

1. Inleiding.

Het gedrag van zeegolven verbergt een boeiende en gecompliceerde wetmatigheid. Het golfonderzoek legt zich erop toe deze wetmatigheid te achterhalen en te begrijpen. Resultaten van dit wetenschappelijk onderzoek in de vorm van golfverwachtingsmodellen en golfklimatologische kennis zijn van belang voor sommige menselijke activiteiten als de zeevaart, de off-shore industrie en de kustverdediging. Verder is het golfonderzoek nodig als men tot een beter begrip wil komen van de koppeling tussen de atmosfeer en de oceaan.

In de afgelopen dertig jaar is het golfonderzoek sterk veranderd, zeker wat de werkwijze betreft. In het begin van de periode beschikte men vrijwel uitsluitend over visuele golfwaarnemingen, vastgelegd in weerrapporten en journalen van zeeschepen. Het golfonderzoek zelf was daardoor voor een groot deel theoretisch, ofschoon er ook al veel aandacht besteed werd aan de ontwikkeling van golfsensoren. De komst van computers en geautomatiseerde meetapparatuur heeft dit drastisch veranderd: een belangrijk deel van de onderzoekcapaciteit wordt tegenwoordig besteed aan het verzamelen en het verwerken van golfmetingen en randgegevens, zoals de bodemtopografie van een zeegebied en meteorologische gegevens, zoals wind en temperatuur van lucht en water. Reeds rond 1960 werd een stadium bereikt, waarin sommige experimenten t.b.v. het golfonderzoek - net als andere oceanografische en meteorologische experimenten - zo complex werden dat zij als grote internationale projecten uitgevoerd moesten worden. Bij deze experimenten werkten onderzoekers uit verschillende landen in een prettige sfeer samen.

Traditioneel neemt het golfonderzoek op het KNMI een vrij belangrijke plaats in. Dit hangt samen met het feit dat zeegolven door de wind opgewekt worden, zodat vooral bij het op de praktijk gerichte onderzoek een goede samenwerking tussen oceanografen en meteorologen nodig is. Uiteraard heeft het golfonderzoek op het KNMI altijd nauw samengehangen met het onderzoek elders. Het leek daarom zinvol om in paragraaf 2 een globale schets te geven van die elementen van het internationale golfonderzoek die voor het KNMI het belangrijkste waren. Als voorbeeld van de wijze waarop het KNMI inhaakte op die internationale ontwikkelingen bespreken we in paragraaf 3 het Joint North Sea Wave Project (JONSWAP) en de KNMI deelname daaraan. Ofschoon dit project belangrijke nieuwe inzichten heeft opgeleverd is de KNMI deelname altijd wat moeizaam gegaan. Dit kwam misschien voort uit een zekere angst om de eigen identiteit te verliezen in een groot samenwerkingsverband, maar vooral ook omdat er geen direkt toepasbare resultaten te verwachten waren. Tussen het doen van onderzoek enerzijds en het oplossen van praktijkproblemen en het ontwikkelen van op toepassing gerichte methoden anderzijds bestaat nu eenmaal een zekere spanning. Soms was de behoefte aan een praktische methode zo groot dat niet gewacht kon worden op resultaten van meer fundamenteel onderzoek. Het wetenschappelijk onderzoek op het KNMI is steeds grotendeels gericht geweest op de oplossing van problemen uit de praktijk, en dit gold zeker ook - en geldt nog - voor het golfonderzoek. Er zijn veel producten geleverd aan de operationele dienst, waar deze gebruikt worden bij de routing van schepen op de noordelijke Atlantische Oceaan, bij het maken van golfverwachtingen voor booreilanden en

deiningsverwachtingen ten behoeve van de tankvaart bij Hoek van Holland. Daarnaast is er veel werk verzet op het gebied van de golfklimatologie, waardoor een goed beeld is verkregen van de golfklimatologie van de Nederlands kustwateren en de zuidelijke Noordzee. Op deze typische KNMI-activiteiten zullen we in paragraaf 4 nader ingaan.

2. Ontwikkelingen sedert 1950.

De hydrodynamica van oppervlaktegolven behoort tot de oudere natuurkundige disciplines. Grote vorderingen werden al gemaakt in de 19^{de} eeuw, vooral door het baanbrekend werk van Stokes, maar de ontwikkeling gaat nog steeds voort. Een voorbeeld van deze gestage voortgang is de theorie van de steilste golf, met een kamhoek van 120° . Oorspronkelijk gepubliceerd door Stokes in 1848 (zie ^{*)} bv. Kinsman, 1965 p. 72), is deze theorie pas in de afgelopen 5 jaar wezenlijk verfijnd (zie bv. Longuet-Higgins, 1978; Longuet-Higgins en Cokelet, 1976) doordat men een beter inzicht kreeg in het gedrag van de bijna steilste en de meer dan steilste (= brekende) golf. Een ander voorbeeld vindt men in de theorie van de matig steile golven. Ook hier was Stokes een van de pioniers. Hij vond een verklaring voor het feit dat matig steile, periodieke golven enigszins gepiekt zijn bij de kammen. De laatste 10 à 20 jaar is deze theorie veel verder gekomen, vooral met betrekking tot niet-periodieke golven en hun onderlinge wisselwerking (zie bv. Whitham, 1974). Het einde van deze ontwikkeling, die parallel loopt aan soortgelijke ontwikkelingen in andere takken van de natuurkunde, is nog lang niet in zicht.

De meer specifieke belangstelling voor zeegolven als oceanografisch verschijnsel is tamelijk recent. Zij is sterk bevorderd door de tweede wereldoorlog. Door de vele landingsoperaties in de Stille Oceaan en in Europa ontstond er plotseling een grote behoefte aan golfklimatologische gegevens en aan betrouwbare golfverwachtingen. In 1947 verscheen er een rapport van Sverdrup en Munk gebaseerd op hun werk tijdens de oorlog. Dit kan beschouwd worden als de basis voor het moderne golfonderzoek, zoals dat sinds die tijd ook op het KNMI is bedreven. Kinsman (1965) wijdt er een hoofdstuk aan, echter met de waarschuwing dat - toen al - veel elementen uit de theorie achterhaald zijn. Ook in Groen en Dorrestein (1976) vinden we veel terug uit dit pionierswerk, zij het met de nodige aanvullingen.

Een volgende mijlpaal betekende in 1952 de presentatie door Pierson van zijn spectrale golftheorie, waarbij werd uitgegaan van een stochastische beschrijving van de golven. Het golfspektrum, dat aangeeft hoe de golfenergie over de verschillende golflengtes verdeeld is, zou vanaf die tijd een centrale rol spelen bij de beschrijving van zeegolven. Men ontwikkelde methodes om het spektrum experimenteel te bepalen, theoretisch werk richtte zich op beter begrip van de vorm van het spektrum, en golfverwachtingsmodellen werden modellen voor het voorspellen van golfspektra. Ook Pierson zelf richtte zich hierop, zie bv. Pierson, Neumann en James (1955) en Pierson, Tick en Baer (1966).

^{*)} Op deze plaats en ook verder in dit artikel verwijzen we naar gemakkelijk te raadplegen werken. Wie belangstelling heeft voor oorspronkelijke publikaties kan daar ook de relevante referenties vinden.

In 1960 deed Hasselmann een belangrijke ontdekking die van grote invloed is geweest voor het moderne golfonderzoek. Hij realiseerde zich namelijk dat golven van verschillende goflengte elkaar kunnen beïnvloeden en dat deze wisselwerking in de praktijk belangrijk is, omdat een golfspektrum zich hierdoor kan wijzigen. Golfverwachtingsmodellen die expliciet rekening houden met deze wisselwerking zijn pas in 1976 gereed gekomen (Hasselmann et al, 1976).

Als verdere mijlpalen noemen we nog twee conferenties, waarvan de proceedings vaak geciteerd worden:

- "Ocean Wave Spectra", Easton, Maryland, 1961;
- "Turbulent fluxes through the sea surface, wave dynamics and prediction", Ile de Bendor (bij Marseille), 1977.

Daarnaast vormen de tweejaarlijkse Coastal Engineering Conferences van de American Society of Civil Engineers een belangrijk podium voor golfonderzoekers, niet alleen voor de communicatie onderling maar ook voor het uitdragen van kennis naar de gebruikers toe.

In deze paragraaf zullen we nader ingaan op de ontwikkeling van de afgelopen periode op het punt van de lucht-waterwisselwerking, de onderlinge wisselwerking van golfcomponenten, en de dissipatie van golven. Voor een meer gedetailleerd overzicht verwijzen we naar Barnett en Kenyon (1975). Eerst, in 2.1. willen we enkele experimentele facetten belichten; in 2.2. komen we dan terug op de theorie.

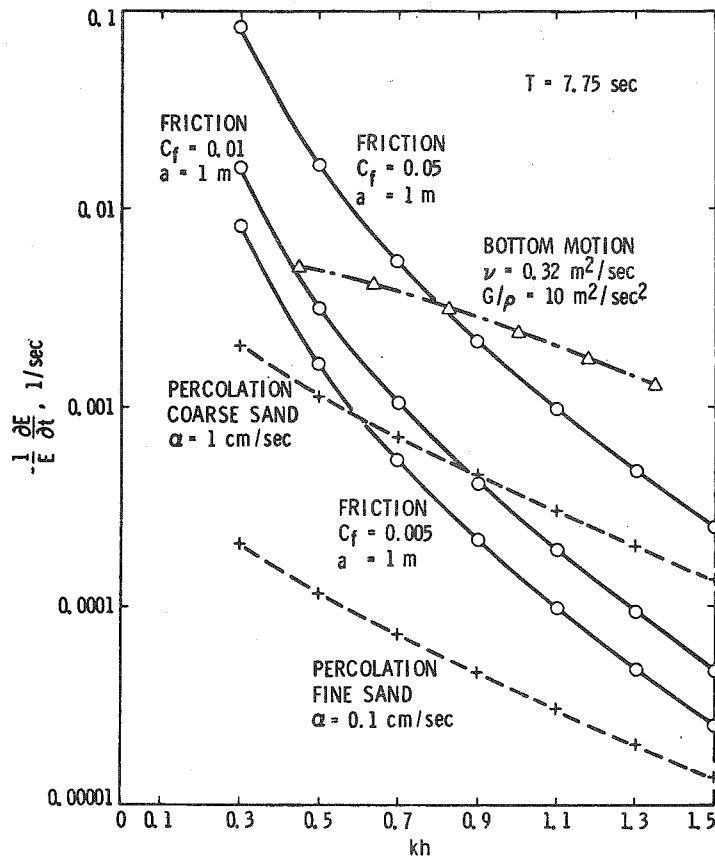
2.1. Meettechnieken en verwerkingsmethoden.

Meting. Het golfonderzoek tijdens de afgelopen 30 jaar is in belangrijke mate bepaald door drie factoren:

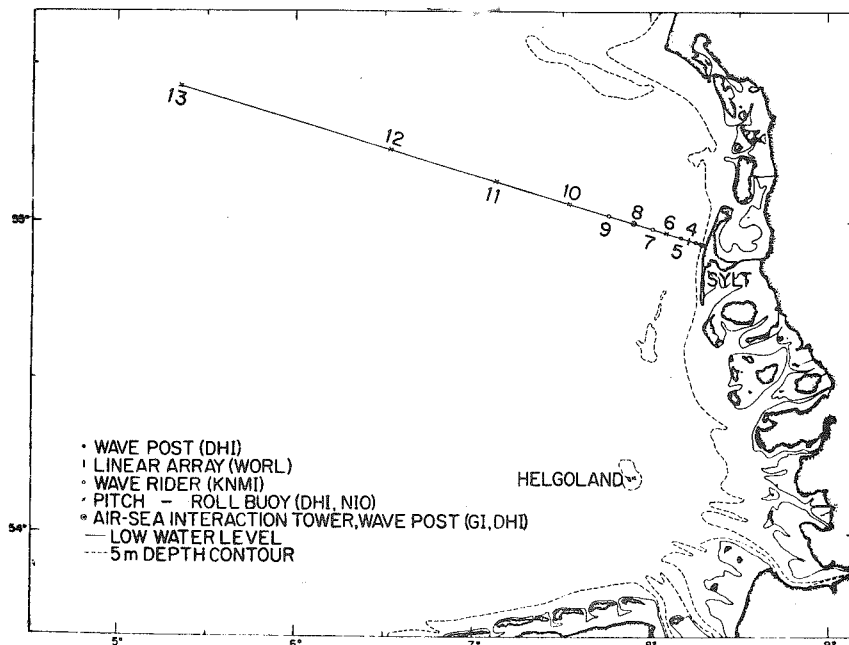
- de ontwikkeling van meettechnieken, waardoor men de beschikking kreeg over golfregistraties, aanvankelijk op papierstroken, later ook op ponsband of magneetband;
- de toenemende beschikbaarheid van computers met steeds grotere capaciteit, waarmee de registraties konden worden verwerkt;
- de automatisering van meetapparatuur, waardoor reeksen instrumentele waarnemingen konden worden opgebouwd, terwijl later ook nog de mogelijkheid is ontstaan om de golfmetingen "on-line" te verwerken.

Aanvankelijk beschikte men slechts over visuele waarnemingen, soms met optische of fotografische hulpmiddelen. Geleidelijk kwamen instrumenten in gebruik, die elektrische signalen geven die variëren met de waterhoogte in het meetpunt. Al naar de omstandigheden koos men voor:

- een vlotter in een open buis die de golfbeweging volgt, of een baak met elektrische contacten die door het water worden kortgesloten;
- een boei met een ingebouwde versnellingsmeter, waarvan het signaal vervolgens twee maal geïntegreerd wordt om een signaal te krijgen dat een maat is voor de variabele waterstand;
- een drukopnemer, gemonteerd op vaste diepte waarbij het golfdruksignaal onder water wordt gemeten;
- een drukopnemer die de golfbeweging aan het oppervlak volgt hangend aan een lange kabel onder een boei;



Figuur 1. Dempingskoefficienten in samenhang met percolatie, bodembeweging en wrijvingsmechanismen als functie van kh . (Shemdin et al, 1978).



Figuur 2. Positie van de golfmeters bij Sylt. (Hasselmann et al, 1973).

- een echolood, dat de afstand meet van een vast punt onder water tot aan het wateroppervlak;
- een stroommeter die de orbitaalsnelheid in het water meet.

Soms zijn combinaties gemaakt van verschillende technieken, zoals Tuckers "shipborne wave recorder", speciaal ontworpen voor gebruik op weerschepen en lichtschepen. Dit instrument meet in de eerste plaats de verticale versnelling van het schip; de daaruit bepaalde verticale beweging wordt vervolgens gecorrigeerd met behulp van drukopnemers aan de zijkanten van het schip. De shipborne wave recorder heeft veel belangrijke gegevens opgeleverd over het golfspektrum op de Atlantische Oceaan, zie bijvoorbeeld Pierson en Moskowitz (1964).

Het numerieke verwachtingsmodel van Pierson, Tick en Baer (1966) is ondermeer hierop gebaseerd.

Als men alleen geïnteresseerd is in het frekwentiespektrum, (en de significante golfhoogte en periode), kan men volstaan met meting in één punt. Een dergelijke meting is betrekkelijk eenvoudig. Zeker sinds 1968, toen de in Nederland ontworpen "waverider" golfmeetboei beschikbaar kwam. Niet alleen bleek de waverider een nauwkeurig en betrouwbaar instrument te zijn, dat bovendien vrij eenvoudig te bedienen is, er werd ook geautomatiseerde registratieapparatuur bijgeleverd. Het is thans een van de meest gebruikte golfmeetinstrumenten in de wereld.

Zolang men alleen beschikt over registraties van een variërende waterhoogte, weet men nog niets van de voortplantingsrichting van de golven. De richting van de golven is echter even belangrijk als de amplitude of de periode. Soms kan men achteraf wel een schatting maken van het gemiddelde van golrichtingen met behulp van weerkaarten; dit is echter een indirecte methode. Voor een volledige beschrijving van de richtingsverdeling maakt men gebruik van het 2-dimensionale richtingsspektrum, waarbij de golfenergie gespecificeerd wordt naar golfvektor respectievelijk frekwentie en richting. Dit richtingsspektrum is van groot belang voor ontwerpers van constructies in zee, omdat hieruit op een realistische manier de werking van de golven op een constructie valt af te leiden.

Als men het golfrichtingsspektrum wil meten, worden de meetproblemen ineens een orde grotere ingewikkelder. De klassieke methode om een dergelijk spektrum te bepalen is hoogtemeting met behulp van stereofotografie. Het Stereo Wave Observation Project (SWOP, zie Kinsman, 1965) heeft de betrokkenen traumatische ervaringen bezorgd. Holthuijsen (1978) heeft ruim vijftien jaar later kunnen profiteren van inmiddels sterk verbeterde fototechnieken; ook hij werd echter geconfronteerd met onverwachte problemen bij de verwerking van de opnamen. Andere meetprincipes die wat gemakkelijker te hanteren zijn, maar ook aanzienlijk onnauwkeuriger werken, zijn de door Barber voorgestelde meetraai, (Barber, 1963) en de pitch en roll boei (Longuet-Higgins, Cartwright en Smith, 1963). Al deze meetsystemen zijn alleen op beperkte schaal toegepast in het kader van onderzoeksprojecten van korte duur; operationeel gebruik lijkt voorlopig nog niet haalbaar.

Tenslotte moeten nog enkele recente ontwikkelingen op het gebied van de teledetectie (remote-sensing) genoemd worden. De helaas reeds snel na de lancering in 1978 onherstelbaar defekt geraakte Seasat-A-satelliet bevatte een aantal golfsensoren, die werken met behulp van radargolven. Naast een hoogtemeter was vooral de synthetische apertuur

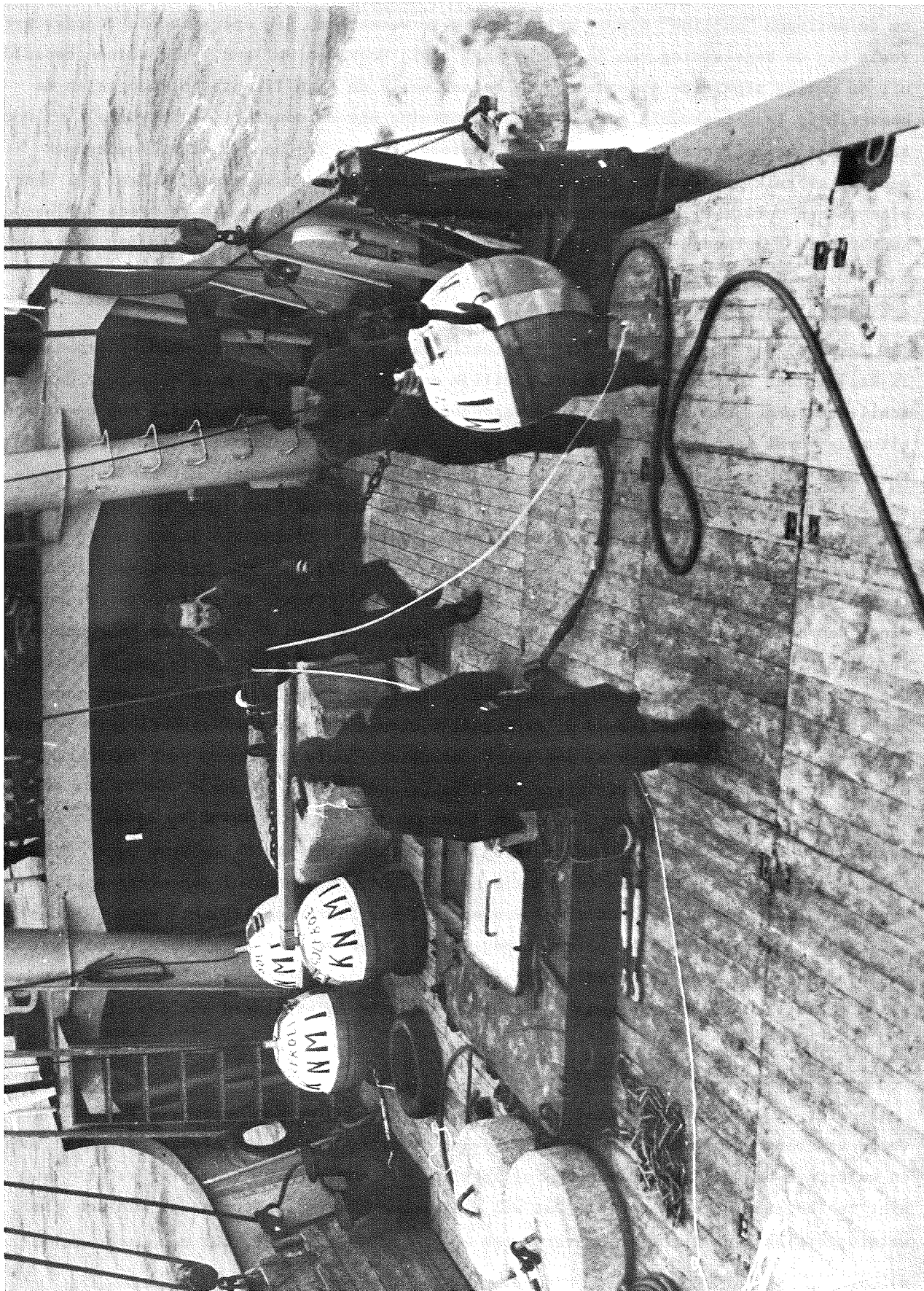
radar interessant. Dit systeem levert namelijk plaatjes op van golfpatronen van de langgolvlige componenten uit het spektrum. Met name is gebleken dat refraktiepatronen van golven nabij kusten hiermee zeer goed kunnen worden waargenomen. Satellietwaarnemingen kunnen meestal niet los van grondwaarnemingen worden gebruikt; ze betekenen daarop slechts een aanvulling.

Verwerking. De komst van computers met steeds toenemende verwerkingscapaciteit is voor het golfonderzoek van grote betekenis geweest. Zonder computers zou men bijvoorbeeld praktisch niet over golfspektra hebben kunnen beschikken. Pas in de loop van de zestiger jaren werd het golfspektrum gemeengoed. Daarvóór was het aantal spektra, dat uit metingen berekend was, zeer gering. Dit heeft zijn neerslag gehad op het toenmalige onderzoek, waarbij men steeds op dat geringe aantal spektra terug moest grijpen.

Voor het gebruik van golfgegevens als randvoorwaarde voor ontwerpcriteria past men ook tegenwoordig nog vaak statistische analysemethoden toe die met de hand kunnen worden uitgevoerd, waarbij de registratiestroken worden onderverdeeld in individuele golven, elk met eigen hoogte en periode. De theoretische basis hiervoor is grotendeels afkomstig van Longuet-Higgins (1952). Uitgegaan wordt van de Rayleigh-verdeling van golfhoogten, en van de - niet geheel realistische-onderstelling, dat het golfspektrum erg scherp is, zodat er praktisch sprake is van een amplitude-gemoduleerde draaggolf met één frekwentie. Niettemin is gebleken, dat deze beschrijving van de golven meestal voldoende nauwkeurig is om bijvoorbeeld de kans op uitzonderlijk hoge golven te schatten. Het golfspektrum geeft niet het karakter van de individuele golven weer, het is een maat voor de waarschijnlijkheid dat bepaalde golven optreden. Om het spektrum te bepalen zou men in het ideale geval erg lang moeten meten. Maar dat zou niet zinvol zijn omdat de golftoestand voortdurend aan veranderingen onderhevig is. In de praktijk kiest men voor registraties met een duur van b.v. 20 minuten. Dit is voldoende om een behoorlijke spektrale resolutie te verkrijgen, anderzijds blijkt het golfveld redelijk stationair te blijven in zo'n tijdsduur. Wel is er duidelijk sprake van een compromis. Meestal is er nog wat ruimte. Dan kan de betrouwbaarheid worden opgevoerd door iets van de resolutie in te leveren.

Aanvankelijk werd het golfspektrum berekend als de Fourier-getransformeerde van de autocovariantie van het golfsignaal (Blackman en Tukey, 1959). De berekening van de autocovariantie kost echter veel rekentijd. In de zestiger jaren werd het mogelijk het spektrum direkt te berekenen door Fouriertransformatie van het golfsignaal. Dit was mogelijk doordat een nieuwe numerieke methode ontwikkeld was (de Fast-Fourier Transformatie), waarbij het aantal benodigde rekenstappen drastisch wordt verminderd (als het aantal meetwaarden tenminste opgebouwd is uit kleine priemfactoren). Tegenwoordig gebruiken de meeste golfonderzoekers deze rekentechniek, die in principe equivalent is met de autocovariantiemethode, en waarmee men desgewenst ook de auto- of kruiskorrelatie kan berekenen t.b.v. richtingsspektra. Ook bestaan programma's (Singleton, 1969) waarmee gegolfde oppervlakken, bijvoorbeeld afkomstig van een stereo-opname van zeegolven, kunnen worden getransformeerd tot golfvektor-spektra zoals die door de theorie worden gehanteerd!

De eenvoudigste vorm van automatisering van golfmetingen is in de zestiger jaren ingevoerd door schakelklokken, met name in de eerder genoemde ontvangstapparatuur behoren-



de bij een waverider boei. Thans wordt het, met de komst van micro-processoren, niet alleen mogelijk om registraties op magneetband (cassette-tapes) vast te leggen, maar ook om de metingen "on-line" d.w.z. gelijktijdig te verwerken. Bij operationele toepassingen, zoals bij de begeleiding van de scheepvaart nabij Hoek van Holland, zijn alleen bepaalde uit de meting afgeleide grootheden van belang zoals de significante golfhoogte en de hoeveelheid laag-frekvente golven (meestal deining uit de noordelijke Noordzee), en wordt aan de meting zelf verder geen aandacht besteed. Tot nu toe heeft het golfonderzoek meestal gebruik gemaakt van registraties die achteraf werden verwerkt. Echter ook hier zien we een ontwikkeling naar een standaardverwerking tijdens de meting, zodat alleen nog kenmerkende grootheden zoals golfspektrum, golfhoogte enz. behoeven te worden vastgelegd.

2.2. Opwekking, interactie en dissipatie van golven.

Zowel bij opwekking als bij dissipatie van golven spelen verscheidene processen gelijktijdig een rol. Hierdoor is het moeilijk en vaak onmogelijk om in de natuur deze verschillende processen afzonderlijk te bestuderen. Een aardig voorbeeld van een complexe situatie vormt zeegang in ondiep water (golflengte van de dominante golven groter dan twee maal de plaatselijke diepte). Door de geringe diepte verandert het profiel van de golven enigszins, hetgeen indirect van betekenis is voor de turbulente grenslaag boven het wateroppervlak. Gelijktijdig ondervinden de golven wrijving aan de bodem, en zal refractie (verandering van voortplantingsrichting, vergelijkbaar met breken van licht) optreden met als gevolg een zekere ruimtelijke variabiliteit van de golfhoogte. Daarnaast vindt dan ook nog een herverdeling plaats van energie tussen de spektrale componenten onderling terwijl de snelheid waarmee dit geschiedt soms afhankelijk is van de lokale diepte. De beschrijving van een dergelijke situatie met behulp van een fysisch model is nog steeds niet op bevredigende wijze mogelijk, zodat we voor operationeel gebruik voorlopig nog blijven aangewezen op empirische modellen, zoals Sverdrup, Munk en Bretschneider die in de veertiger en vijftiger jaren hebben ontwikkeld en zoals die op het KNMI door Dorrestein en later door Sanders en Kruseman in de praktijk werden gebracht (zie paragraaf 4). Het uit JONSWAP (zie paragraaf 3) voortgekomen North Sea Wave Model (NORSWAM) is al weer een stapje verder; de praktische resultaten zijn echter nog niet altijd bevredigend (recente voorbeelden in de Proceedings van "Turbulent fluxes" etc. 1978).

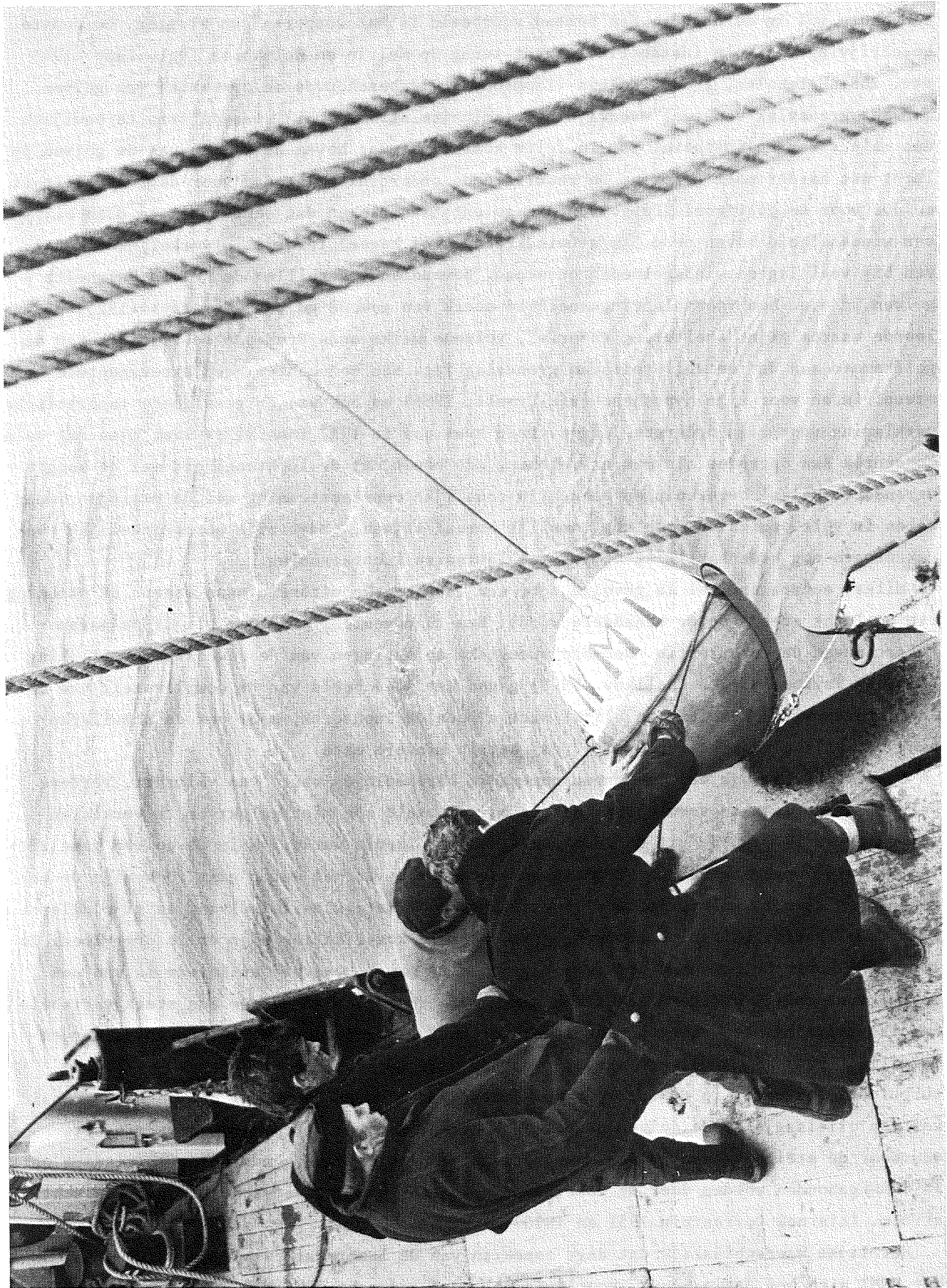
Om deze moeilijkheden beter te begrijpen zullen we voor de afzonderlijke fysische deelprocessen zoals de lucht-water wisselwerking, de onderlinge wisselwerking van golven en de golfdissipatie eens nagaan welke vorderingen in de afgelopen periode zijn gemaakt.

Lucht-water wisselwerking.^{*)}

Het lijkt vanzelfsprekend dat golven door de wind worden opgewekt. Toch is het verre van eenvoudig om een goede beschrijving te geven van de wisselwerking tussen lucht en water die bij golfopwekking een rol speelt. De stroming van lucht over water - mits niet te langzaam - is instabiel. Dat wil zeggen dat kleine verstoringjes van een glad wateroppervlak^{**)} de luchtstroom verstoren en wel op zo'n manier, dat deze verstoringjes

*) Zie ook het artikel van Oost in deze bundel.

**) Zulke verstoringjes zijn altijd wel aanwezig, bijvoorbeeld als gevolg van de turbulente luchtdrukvariaties (Phillips, 1957).

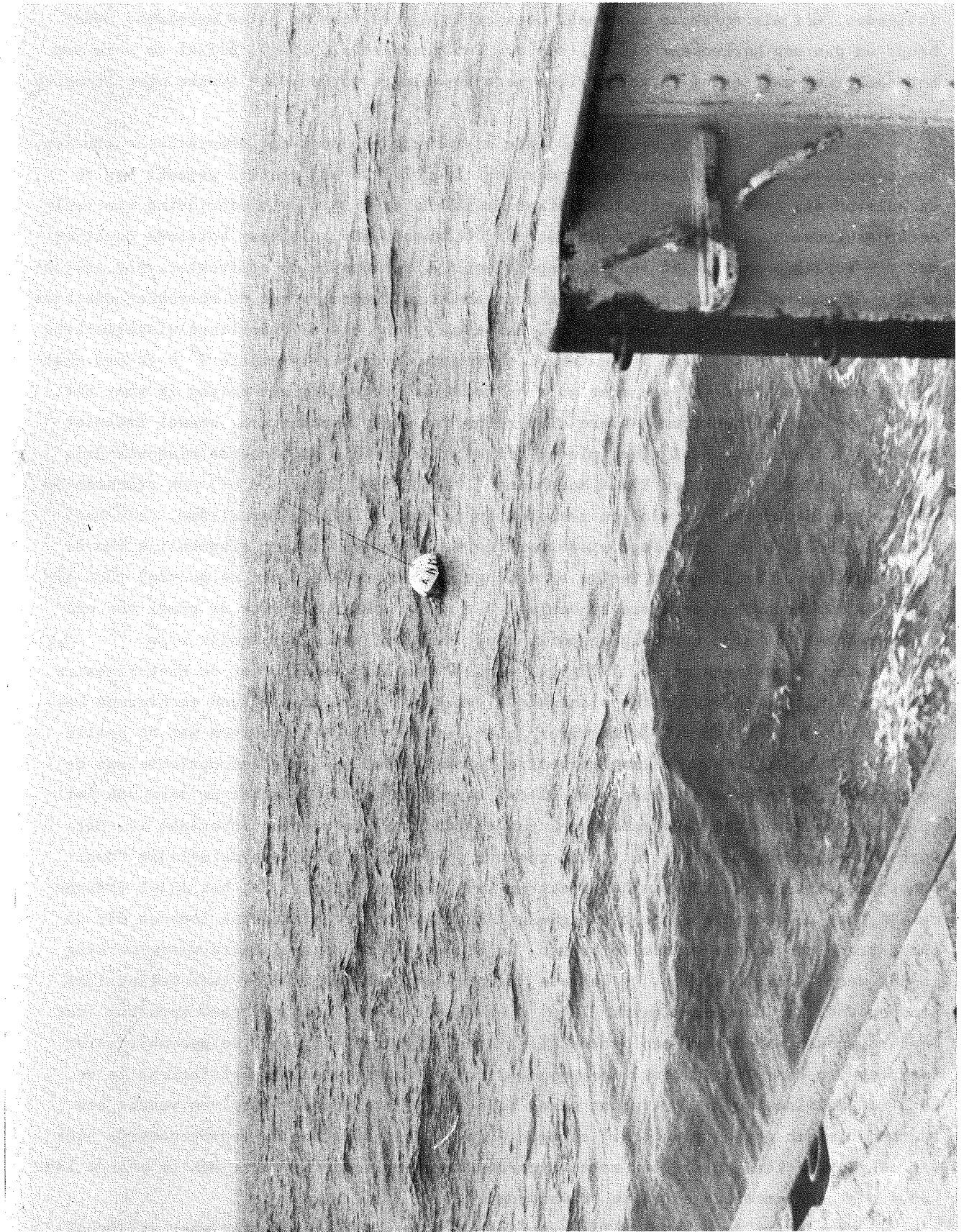


hierdoor groter worden. Dit zet zich dan voort tot de "storingen" zo groot zijn dat effecten die eerst klein waren de verdere groei beperken. Dergelijke instabiliteiten spelen een grote rol in de natuur. Een bekend voorbeeld is het wapperen van vlaggen. De oudste beschrijving van zo'n instabiliteit gaat terug op Kelvin en Helmholtz (vgl. Lamb, 1945 par. 268, Helmholtz, 1868). Kelvin (Thomson, 1871) beschouwde de opwekking van golven aan het grensvlak van twee evenwijdige, laminaire stromen. Hij slaagde erin te bewijzen dat zo'n stroming instabiel is. In feite komt dit omdat boven de kammen van de golven de lucht wat harder moet stromen. De resulterende onderdruk zorgt dan voor de instabiliteit en dus voor de golfgroei. De golven die zo ontstaan bleken dat echter pas te doen bij een windsnelheid boven de 6.5 m/s (windkracht 4 of hoger) terwijl in werkelijkheid golven bij veel lagere windsnelheden ontstaan. Bovendien verschillen de Kelvin-Helmholtz golven in o.a. hun voortplantingssnelheid sterk van gewone golven. Jeffreys (1925) postuleerde daarom zijn "sheltering theorie", volgens welke onderdruk aan de lijzijde van de golfkammen aan de instabiliteit ten grondslag lag. Men kon echter geen experimentele steun vinden voor zijn hypothese (zie Ursell, 1956) en ook was er geen goede theoretische verklaring voor zijn onderstellingen. Deze kwam pas in 1957 toen Miles liet zien dat zo'n onderdruk kan optreden als men er rekening mee houdt dat de luchtsnelheid met de hoogte verandert. Miles' berekeningen bleken in redelijke overeenstemming met de metingen, maar waren in vele opzichten toch nog tamelijk onrealistisch, omdat zijn oorspronkelijke berekeningen nog steeds uitgingen van een laminaire luchtstroming.

Miles' eerste artikel is gevolgd door een lange reeks uitbreidingen waarin de stroming van de lucht steeds beter behandeld wordt. Een fundamenteel probleem blijft de parametrisatie van de turbulentie. Recente numerieke oplossingen van de bewegingsvergelijking (Gent en Taylor, 1976 en Chalikov, 1978) geven een goed beeld van de complexiteit van de lucht-water wisselwerking. Zo blijkt niet alleen de luchtdruk, maar ook de schuifspanning van belang voor golfopwekking, zij het in mindere mate.

Overigens zijn ook deze moderne, numerieke berekeningen verre van volmaakt, verdere verbeteringen zijn te verwachten. Het is bijvoorbeeld nog niet gelukt om te verklaren dat ongeveer 10% van de uit de lucht overgedragen impuls werkelijk in de golven gaat zitten, terwijl ongeveer 90% in stroming en turbulentie van het water gaat. Ook zijn de berekeningen slechts geldig in twee dimensies en voor matig steile golven, en zijn allerlei complicaties buiten beschouwing gelaten. Deze complicaties zijn er in overvloed. Zo lanceerde Mollo-Christensen het idee van de "cats paws", waarbij er sprake is van een lokaal aanzienlijk sterkere schuifspanning en daarmee gepaard gaande een sterk variabele impulsoverdracht. Een recent, maar reeds vermaard laboratoriumexperiment van Banner en Melville (1976) heeft geleerd dat op plaatsen waar golven breken een sterk verhoogde turbulentie optreedt in de luchtstroom. Anderzijds bestaat de indruk dat de aanwezigheid van een olielaagje op de golven daarvan ook de ruwheid van het oppervlak vermindert, waardoor de steilheid van golven met grote golflengte afneemt, omdat deze in mindere mate in stand gehouden worden door de voortdurende toevoer van bewegingsenergie uit de luchtstroom. (zie ook Dorrestein 1951 en 1970).

Het lijkt waarschijnlijk dat deze aspecten van de lucht-waterwisselwerking, waar ook het KNMI zich mee bezig houdt, voorlopig nog veel aandacht behoeven, ook met het oog op golfverwachtingsmodellen.



Onderlinge beïnvloeding van golven.

Hoewel de componenten van het golfspektrum elkaar in eerste benadering niet beïnvloeden, met als sprekend voorbeeld oceaandèining die soms de halve wereldbol overbrugt en dan nog herkenbaar blijft (zie bv. Snodgrass et al, 1966), blijkt de vorm van het spektrum van zeegang in belangrijke mate bepaald te worden door zwakke niet-lineaire wisselwerking.

Hasselmann had zich sinds 1960 intensief bezig gehouden met theoretische studies van zeegolven en hun wisselwerking onderling. Hierbij had hij gebruik gemaakt van de technieken die in de theoretische fysika ontwikkeld zijn voor de beschrijving van veeldeeltjessystemen. Golftreinen worden daarbij behandeld als op elkaar botsende deeltjes met een bepaalde energie en impuls respectievelijk frekwentie en golfvektor. Als gelijktijdig de som van de frekwenties en de som van de golfvectoren van de betrokken deeltjes nul bedraagt, dan treedt resonantie op. Hasselmann vond dat de onderlinge wisselwerking met resonantie, hoewel deze bij watergolven wegens de dispersierelatie $W^2 = gk$ pas mogelijk is met een "botsing" van vier golven-"deeltjes" tegelijk, van belang is voor het gedrag van het golfspektrum. Andere niet-resonante wisselwerking zou, hoewel die niet gebonden is aan het aantal vier, minder effectief zijn. Hij publiceerde hierover drie artikelen in het Journal of Fluid Mechanics (1962, 1963). Later zou hij ook trachten om uitwendige factoren zoals wind en zeebodem in te passen in zijn formalisme. (zie Hasselmann, 1968). Deze onderlinge wisselwerking van zeegolven neemt, afhankelijk van de amplitude van de componenten (welke samenhangt met de steilheid van de golven) toch altijd nog honderden golfperioden in beslag. Dat geldt echter ook voor de groei van een golfkomponent tot zijn verzadigingspeil, zodat beide effecten belangrijk zijn.

Later (Hasselmann et al, 1973 vgl. par. 3) zou blijken dat door de niet-lineaire wisselwerking energieoverdracht plaatsvindt van korte naar lange golven en hiermee was een belangrijk probleem uit de zestiger jaren opgelost nl. het probleem van de snelle groei van componenten op de laagfrekwentie flank van het spektrum ten opzichte van de voorspellingen volgens het model van Miles. Bovendien zou blijken dat de vorm van het op een geschikte wijze geschaalde spektrum hierdoor bij benadering invariant is. Dit werd mede opgemaakt uit het feit, dat spektra tijdens hun groei een duidelijke "overshoot" vertonen in de top van het spektrum (zie figuur 3 in par. 3); het lijkt onaanneemelijk, dat de daarin opgehoopte energie uitsluitend door rechtstreekse toevoer uit de luchtstroom zou kunnen worden verkregen. De studie van de niet-lineaire wisselwerking is nog verre van afgesloten. De laatste jaren werden gekenmerkt door twee belangrijke stappen vooruit. Longuet-Higgins (1976) liet zien dat voor een zeer nauw spektrum (dat beschreven kan worden met een betrekkelijk eenvoudige vergelijking) de gecompliceerde formules van Hasselmann sterk vereenvoudigd kunnen worden, waardoor het inzicht in de aard van de wisselwerking vergroot werd. Webb (1978) beschouwde zeegolven vanuit een thermodynamisch gezichtspunt; hij slaagde erin aan te geven hoe de geprononceerde piek van zeegangsspektra en die een zekere geordendheid impliceert - te rijmen is met de idee van een steeds groeiend entropie of wanorde.

Daarnaast is de belangstelling voor niet-resonante wisselwerking weer stijgende. Deze is veroorzaakt door gootexperimenten (Ramamonjiarisoa, 1974) waarbij afwijkende

fase-snelheden waren gevonden voor kleine golfjes in de hoog-frekvente flank van het spectrum. Deze afwijkingen worden waarschijnlijk veroorzaakt door hogere harmonischen. In de open zee zijn deze echter van minder belang (vlg. Komen 1979).

Dissipatie van golven.

Nadat de golven zijn opgewekt, duurt het meestal vrij lang, voor dat ze weer zijn verdwenen. Tal van processen komen daaraan te pas:

- inwendige wrijving als gevolg van viscositeit van het water;
- afremming door luchtweerstand;
- golfbreking, vooral in de kustzone waar de steilheid van de golven toeneemt als gevolg van de afnemende voortplantingssnelheid;
- wisselwerking met de bodem, zoals wrijving (soms laminair, meestal turbulent), plastische vervorming van de bodem in geval van modder, percolatie (stroming door bodemsediment) in geval van grofkorrelig zand.

Daarnaast kunnen golven verzwakt worden door niet-dissipatieve processen, zoals:

- zwakke wisselwerking, zie voorgaande;
- refraktie en diffractie, waarbij de golfenergie door veranderingen in de voortplantingsrichting kan worden afgeschermd van de plaats waarin men geïnteresseerd is.

Sinds het bekende werk van onder andere Putnam en Johnson (1949), en van Bretschneider (1954) zijn veel nieuwe pogingen gedaan, o.a. door Hasselmann en Collins (1968), Hasselmann et al (1973) en Shemdin et al (1978). De laatsten geven een nuttige samenvatting van recent onderzoek van de verschillende dissipatiemechanismen.

Ook al is de kennis van golfverzwakking de afgelopen 30 jaar toegenomen, het blijft een moeilijke zaak om daar bruikbare modellen voor operationeel gebruik op te baseren. Een van de redenen daarvoor is, dat de dissipatiemodellen tamelijk gevoelig zijn voor de vorm van de bodem en de aard van het bodemmateriaal. Dissipatie door turbulente wrijving langs de bodem hangt bijvoorbeeld sterk af van de aanwezigheid en de amplitude van zandribbels. Aangezien wrijving, en plaatselijk ook percolatie, in de zuidelijke Noordzee waarschijnlijk de belangrijkste oorzaken van dissipatie zijn zullen we ons voorlopig ook op dit punt nog moeten blijven behelpen met empirische relaties.

3. JONSWAP en de KNMI-bijdrage daaraan.

In 1967 werd op de vierjaarlijkse conferentie van de IUGG in Bern, Zwitserland, onder deelnemers uit Duitsland, Engeland, de Verenigde Staten en Nederland de idee gelanceerd om in 1968 een groots opgezet golfmeetproject te organiseren. De initiatiefnemer hiervan was de eerder genoemde Klaus Hasselmann. De voorlopige naam van het project was "Wave Energy Transfer" (WET), maar sommigen vonden de afkorting niet zo geslaagd. In 1969 werd men het eens over de naam "Joint North Sea Wave Project" (JONSWAP).

In deze paragraaf zal worden geschetst, hoe men er toe gekomen is om een dergelijk vrij uitzonderlijk project te organiseren, en hoe het KNMI erbij betrokken werd.

Het belang van zo'n onderzoek is vooral gelegen in de toepassing van de uitkomsten ervan in numerieke golfverwachtingsmodellen. Dat brengt ons bij het doel van JONSWAP: de belangrijkste mechanismen die betrekking hebben op golfgroei, golfwisselwerking

en golfdissipatie - zoals we die in paragraaf 2 besproken hebben - zodanig te parametriseren, dat daaruit een efficiënt en betrouwbaar verwachtingsmodel te ontwikkelen zou zijn.

De direkte aanleiding om zo'n omvangrijk projekt te organiseren was een discussie die was ontstaan naar aanleiding van golfmeetexperimenten van Snyder en Cox (1966) en Barnett en Wilkerson (1967) en een numeriek golfverwachtingsmodel van Pierson, Tick en Baer (1966).

Men zocht naar een verklaring voor het nogal verrassend hoge groeitempo van de afzonderlijke componenten van het zeegangsspektrum met frekwenties iets kleiner dan die van de piek, gevolgd door een overshoot (zie paragraaf 2.2). Aanvankelijk sloot de opzet van de JONSWAP-golfmetingen in de Duitse Bocht bij Sylt (zie Hasselmann et al, 1973) in 1968 zou nauw mogelijk aan de bij de experimenten van Snyder en Cox, en Barnett en Wilkerson. Bij afluiddige wind hadden de eerste twee zo nauwkeurig mogelijk de groei van één komponent (golflengte 17 m) gemeten door met die komponent mee te varen met de groepsnelheid, terwijl laatgenoemden een momentopname hadden gemaakt van groeiende zeegang door met een radarhoogtemeter vanuit een vliegtuig een hoogteprofiel van het zeeoppervlak op te nemen. Wat de verzwakking van deining betreft, hiervoor werd uitgegaan van een bodemwrijvingsmodel van Hasselmann en Collins (1968), dat uitgaat van een vrij simpele samenhang tussen de snelheid van het water langs de bodem en de schuifspanning in een turbulente grenslaag.

Bij het KNMI bestonden tamelijk uiteenlopende motieven om aan JONSWAP mee te doen. Een belangrijke aanleiding vormde ongetwijfeld de sterk gestegen behoefte aan een numeriek golfverwachtingsmodel; men hoopte, dat dit in samenwerking met andere JONSWAP-deelnemers zou kunnen worden ontwikkeld. Later bleek, dat de voortgang van JONSWAP niet snel genoeg was om aan de urgente behoeften van het KNMI te voldoen. Pas omstreeks 1976 kwam in vervolg op JONSWAP - zonder actieve KNMI-deelname - het North Sea Wave Model (NORSWAM) tot stand, waarbij de bodeminvloed (nog) niet is betrokken, en dan nog in een vorm die (nog) niet rechtstreeks geschikt is voor aktuele verwachtingen in de operationele praktijk (zie ook paragraaf 4).

Een heel ander motief voor het KNMI in 1968 om mee te doen was gelegen in de beschikbaarheid van waveriders. Het type uit die tijd was slechts bruikbaar zolang de batterijen nog werkten, d.w.z. tot ca 9 maanden na fabrikage, omdat die toen nog niet vervangen konden worden. Het leek verstandig om binnen die termijn van 9 maanden zo veel mogelijk metingen te doen. Omdat er nog belangrijke hiaten waren in de meettraai bij Sylt, was deze bijdrage zeer welkom. Het sukses ermee was zeer groot, ondanks de problemen die zich voordeden met de verankering van de boeien; gedurende de metingen raakten geleidelijk aan alledrie de waveriders op drift. Echter in figuur 3 (met golfspektra van zeegang bij afluiddige wind in september 1968 bij Sylt) zijn drie van de vijf spektra afkomstig van de drie waveriders van het KNMI.

Een groot aantal medewerkers van het KNMI is betrokken geweest bij JONSWAP. Meerburg had in 1968 - samen met zijn vrouw - een belangrijk aandeel in het welslagen van het toen nog wat losjes georganiseerde projekt. Bouws heeft sinds 1969 aktief deelgenomen aan de uitwerking en de interpretatie van de golfmetingen. Oost is vanaf 1973 betrokken geweest bij JONSWAP voor fluxmetingen met de KNMI-trivaan en de door hem ontwikkelde persluchtanemometer.

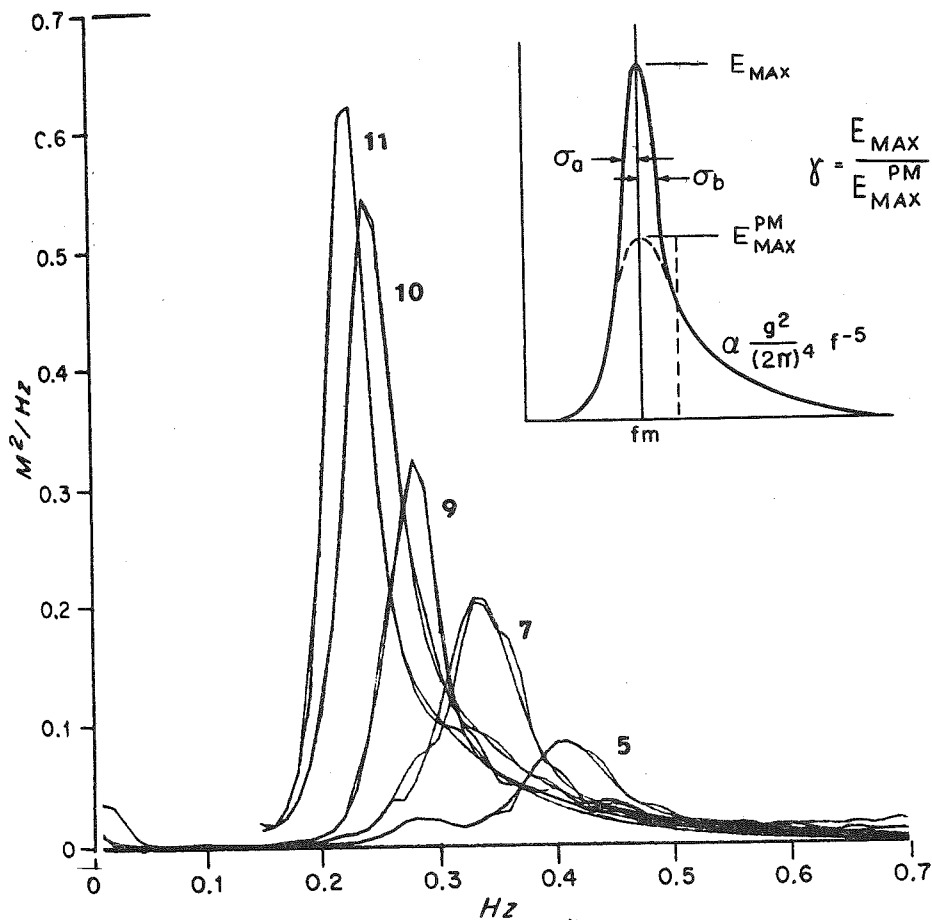


Fig. 2.5. Evolution of wave spectrum with fetch for offshore winds (11^h - 12^h, Sept. 15, 1968). Numbers refer to stations (cf. Fig. 1.2). The best-fit analytical spectra (2.4.1) are also shown. The inset illustrates the definition of the five free parameters in form (2.4.1)

Figuur 3. Ontwikkeling van het golfspektrum met de grootte van de fetch voor amlandige winden (15 sept. 1968, 11-12 uur). Getallen verwijzen naar de stations in figuur 2. De "best-fit" analytische spektra zijn ook getekend. De inzet illustreert hoe de vijf vrije parameters zijn gedefinieerd. (Hasselmann et al, 1973).

Het KNMI-aandeel in de uitwerking van de metingen betrof, naast de berekening van de spektra, in hoofdzaak de analyse van de verzwakking van deining. De resultaten daarvan waren betrekkelijk negatief; het model van Hasselmann en Collins bleek niet te voldoen, met name wat betreft de verwachte relatie tussen stroomsnelheid en dissipatie, zie paragraaf 2.2. Daarnaast bleek uit refraktieberekeningen, dat de stations op de raai loodrecht op de kust maar tot op zekere hoogte representatief waren voor de plaatselijke diepte, hoewel in de omgeving van Sylt bij benadering sprake is van dieptelijnen parallel aan de kustlijn. Om de invloed van refractie te kunnen bepalen dient men te beschikken over zeer gedetailleerde diepte-gegevens, en deze waren niet voorhanden. De methode van Dorrestein (1960) kwam niet in aanmerking omdat voor de golfperioden in kwestie (8-14 seconden) het diepe water veel te ver van de meetpunten verwijderd lag.

Belangrijke resultaten van JONSWAP over de vorm van het zeegangsspektrum en de rol van de niet-lineaire wisselwerking hierbij, zijn al in paragraaf 2 besproken. Deze resultaten zijn gebruikt voor de ontwikkeling van het al eerder genoemde "North Sea Wave Model" (NORSWAM) dat in tegenstelling tot oudere, empirische modellen gebaseerd was op een parametrisatie van fysische deelprocessen.

Zowel JONSWAP als het KNMI hebben veel baat gehad bij de KNMI-deelname, al moet achteraf wel vastgesteld worden, dat er binnen het KNMI door de eerder genoemde redenen onvoldoende samenhang bestond tussen het JONSWAP-onderzoek en de eigen ontwikkeling van golfverwachtingsmodellen voor operationeel gebruik.

4. Toepassingen van het golfonderzoek op het KNMI.

In 1976 verscheen de derde druk van "Zeegolven" van P. Groen en R. Dorrestein. Deze uitgave van het KNMI - een "bestseller" - hangt qua inhoud vrij nauw samen met het eigen onderzoek in de vijftiger jaren en de toepassing daarvan voor de routing van schepen op de Atlantische Oceaan en voor de kustverdediging. De derde druk bevat daarnaast veel informatie over de nieuwste ontwikkelingen in het golfonderzoek.

De eerste druk verscheen in 1949 naar aanleiding van een besluit van de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) om de waarnemers op de zogenaamde "selected ships" - veelal koopvaardij-schepen - meer gedetailleerde golfwaarnemingen te laten verrichten, met schatting van golfhoogte en -periode van zeegang en deining, in plaats van de tot dan toe gehanteerde "sea state"-schaal die loopt van 0 to 9; de equivalente golfhoogte van die schaal is echter nog onnauwkeuriger en vrij sterk afhankelijk van plaatselijke omstandigheden vergeleken met de equivalente windsnelheid van de Beaufortschaal. "Zeegolven" is echter veel meer geworden dan een eenvoudige handleiding voor zeevarende waarnemers; het bevat zo veel informatie, hoewel op niet-akademisch niveau gepresenteerd, dat het een veel bredere kring bereikt, met name waterbouwkundigen met TH- of HTS-opleiding. Ten behoeve van de laatstgenoemde categorie bevat "Zeegolven" een speciaal hoofdstuk over de veranderingen, die de golven nabij de kust ondergaan. Uitvoerig wordt ingegaan op refractie, diffractie, de invloed van stroom en golven en het breken van de golven.

Dorrestein heeft zich enige tijd actief bezig gehouden met vraagstukken die samenhangen met processen in de brandingszone; hij verbleef hiervoor enige tijd in Florida.

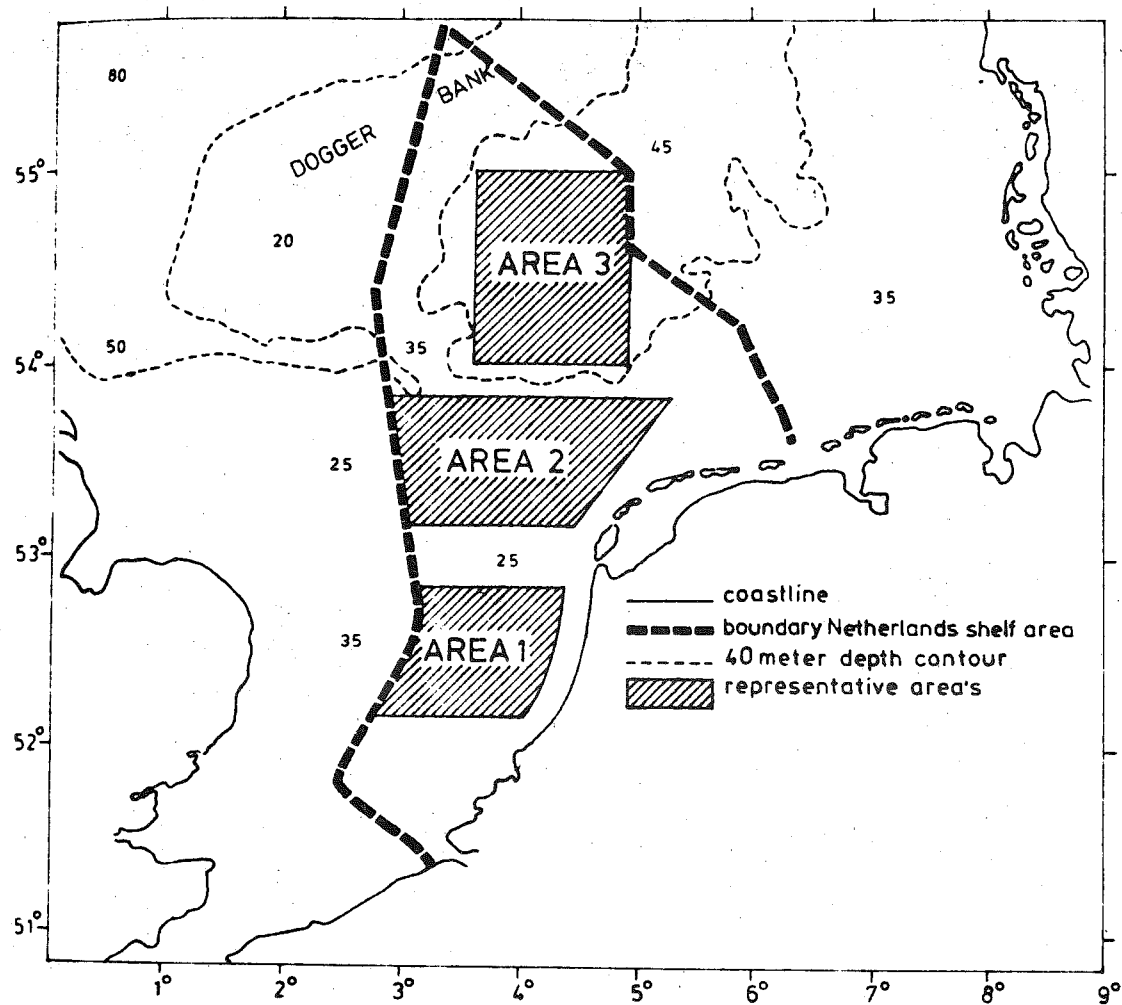
Hij publiceerde toen bijvoorbeeld over de gemiddelde waterdruk op de bodem in de brandingszone (Dorrestein, 1961). In een veel geciteerde bijdrage aan een conferentie in Miami in 1961 (Dorrestein, 1962) presenteerde hij een op natuurmetingen gebaseerde relatie tussen de golfhoogte in diep water en de waterstandsverhoging. Daarbij betrok hij de zogenaamde stralingsdruk^{*)} van golven. Over de stralingsdruk zou hij later nogmaals publiceren, (Dorrestein, 1977). Een andere publikatie van Dorrestein (1960) uit deze periode, waarbij hij zich intensief met kustproblemen bezighield, behandelt refractie in de kustzone, het betreft een eenvoudige maar doeltreffende methode voor een niet te brede, ondiepe zone, waarmee het gemiddelde effect van convergentie of divergentie van de golfstralen voor een bepaalde lokatie kan worden bepaald. Het aantrekkelijke van dit model is, dat het geen last heeft van singulariteiten bij elkaar kruisende golfstralen. De bodem-topografie van de Noordzee nabij de Nederlandse kust leent zich echter nauwelijks voor toepassing ervan; wat daar voor "volle zee" doorgaat is amper dieper dan de eigenlijke kustzone, zie ook paragraaf 3.

Van 1949 tot de beëindiging van de bemande dienst in de zeventiger jaren hebben de lichtscheperen voor de Nederlandse kust meteorologische waarnemingen verricht overeenkomstig het eerder genoemde WMO-besluit, dus met inbegrip van de golven. Zowel wind als golven werden visueel waargenomen. Een referentiewerk voor de wind- en golfklimatologie van de Nederlandse kustwateren dat op deze gegevens is gebaseerd is "Wind and Wave data of Netherlands lightvessels since 1949" door R. Dorrestein (1967). Door middel van frequentietabellen wordt uitgebreid ingegaan op de relatie wind - golven. Een bezwaar dat tegen deze klimatologie kan worden aangevoerd, is dat de waarnemingen niet instrumenteel zijn, waardoor enige subjectiviteit een rol kan spelen. Bovendien zijn de tabellen grotendeels gebaseerd op slechts 9 jaar aan gegevens.

Vanaf 1971 worden door het KNMI min of meer regelmatig golfmetingen verricht, onder andere nabij IJmuiden ($52^{\circ}34'N$, $4^{\circ}3,5'E$), en van 1973-1978 ten noordwesten van Texel ($53^{\circ}24,5'N$, $4^{\circ}12'E$), terwijl sinds 1977 ook golfmetingen van Rijkswaterstaat nabij een gaswinningsplatform in blok K ($53^{\circ}13,1'N$, $3^{\circ}12,2'E$) worden verzameld. Deze metingen worden verwerkt en opgenomen in een computerbestand. De gegevens van het station bij Texel zijn gedeeltelijk verwerkt door Bouws (1978) in het kader van een project dat was opgezet samen met de oliemaatschappijen die georganiseerd zijn in de Nederlandse Olie en Gas Exploratie en Produktie Associatie (NOGEPa).

Van het Pennzoil-station weten we inmiddels, dat het golfklimaat niet sterk verschilt van dat nabij Texel. Laatstgenoemde meetreeksen kunnen worden beschouwd als een aanzet tot een golfklimaatproject in samenwerking met Rijkswaterstaat in het kader van de Raad van Overleg voor het fysische oceanografisch onderzoek van de Noordzee.

^{*)} Stralingsdruk (Engels: "radiation stress") is een soort druk die samenhangt met de voortplanting van de bewegingsenergie van golven, en die bij een snelle afname van de golfenergie zoals in de brandingszone leidt tot een zekere verhoging van de waterstand en stroming langs de kustlijn; dit verschijnsel is vergelijkbaar met de opstuwning ten gevolge van de schuifspanning van de wind op het wateroppervlak. (Zie ook de bijdrage van Battjes in deze bundel).



Figuur 4. Representatieve gebieden op het Nederlandse deel van het kontinentale plat.

Aan het einde van de zestiger jaren trad een sterke schaalvergroting op in de tankvaart op Rotterdam. De diepgang van de grootste tankers werd dusdanig, dat voor een blijvende toegankelijkheid van het Europoortgebied buitengaats een geul moest worden gebaggerd. Een ongeveer drie uren durende navigatie van dergelijke grote schepen langs een vaste route in een ondiepe zee leverde een aantal nieuwe problemen op. Een daarvan was, dat in verband met de geringe diepte de toegelaten slingering beperkt zou moeten blijven tot ca 5°. Met de nodige veiligheidsmarges werd hieruit een maximaal toelaatbare golfenergie met golfperiode groter dan 10 seconden afgeleid. In het controle- en informatiecentrum in Hoek van Holland, waar o.a. de begeleiding van de supertankers door de gebaggerde geul wordt gecoördineerd, bewaakt men deze golfenergie met behulp van een aantal golfboeien, terwijl het KNMI zorgt voor waarschuwingen voor de mogelijke overschrijding van het toegelaten nivo ten gevolge van deining uit het zeegebied in de omgeving van Noorwegen. Hiertoe beschikt het KNMI over twee technieken, een handmethode ontwikkeld door Kruseman (1976) en een numeriek model ontwikkeld door Sanders (1976) gebaseerd op een eenvoudig numeriek model van Haug (1968). Dit model, dat bekend is geworden onder de naam GONO (golven Noordzee) is in het winterseizoen '76-'77 operationeel geworden. In dit model wordt in honderden roosterpunten het zeegangsspektrum berekend. Hiervoor worden empirische relaties gebruikt voor de afhankelijkheid van het spektrum van windsterkte, windrichting, duur, strijklengte en waterdiepte. Voor zover zeegang en deining tot hetzelfde windveld behoren zijn deze gekoppeld. Tevens worden de processen in rekening gebracht die de deining beïnvloeden op weg naar de positie waar men de deining wil weten. Uiteraard is het voor een goede golfprognose essentieel om over een goede windprognose te beschikken. Veel energie is er dan ook besteed aan het koppelen van het golfprogramma aan een analyseprogramma en een atmosfeermodel, en aan het verbeteren van de windverwachtingen. Het geheel is getest en verfijnd m.b.v. golf- en windgegevens, die gemeten waren tijdens 14 historische stormen. GONO geeft routinematig golfverwachtingen voor verschillende posities in de Noordzee. De nauwkeurigheid van deze verwachtingen is op het ogenblik onderwerp van een evaluatiestudie, die nog niet geheel is afgesloten.

5. De toekomst van het golfonderzoek.

Hoe zal het golfonderzoek op het KNMI zich in de toekomst ontwikkelen? In de inleiding is gesteld, dat het onderzoek nauw samenhangt met toepassingen, die ruwweg tweeledig zijn, verwachtingen en klimatologie. Naast een toenemende scheepvaart door de geul nabij Hoek van Holland, zien we op de Noordzee een toenemend aantal vaste constructies, grotendeels ten behoeve van gaswinning, maar ook bijvoorbeeld voor straalverbindingen van de PTT en voor de kustverlichting. Tegelijkertijd heeft een geleidelijke afbouw plaatsgevonden van de bemande dienst op de lichtschepen. De combinatie van het verdwijnen van geroutineerde waarnemers op zee enerzijds en de toename van de scheepvaart en het gebruik van dure installaties op zee anderzijds, schept een situatie, waarin het van het grootste belang is om over een goed georganiseerd systeem te beschikken met betrouwbare waarnemingsstations, klimatologische informatie en verwachtingsmodellen (o.a. voor golven). Dit vraagt de nodige betrokkenheid van de kant van de golfonderzoeker.

Men is vaak geneigd te denken, dat gedetailleerd golfonderzoek niet zo dringend nodig is, zolang de windinvoer van de golfmodellen niet wezenlijk beter wordt dan ze nu is. Toch lijkt dit standpunt niet zonder risico's te zijn. We weten nog steeds betrekkelijk weinig van wat er precies gebeurt bij golfopwekking en golfdissipatie. Daarnaast zijn ook toepassingen denkbaar van golfmodellen voor klimaatonderzoek. Ook daaraan bestaat een toenemende behoefte, vooral in de vorm van spektrale gegevens. De klassieke tabellen met uitsluitend golfhoogte en golfperiode voldoen reeds lang niet meer. Voor het ontwerp van konstrukties in zee heeft men kansverdelingen nodig van golfrichtingspektra. Hiervoor zou men echter over hanteerbare golfmeetsystemen moeten beschikken die voldoende nauwkeurig en betrouwbaar ook golfrichtingen kunnen waarnemen. Echter ook golfverwachtingsmodellen kunnen hierbij niet gemist worden.

De beschikbaarheid van goede golfverwachtingsmodellen is derhalve essentieel. Gelukkig zijn er thans verschillende modellen. Naast de empirische modellen waartoe GONO behoort en de geparametriseerde modellen, zoals NORSWAM, kent men de spektrale modellen, die het voordeel hebben dat ze de vorm van het spektrum niet van te voren vast leggen, maar zwak zijn in hun beschrijving van de niet-lineaire wisselwerking. Het is verre van simpel om vast te stellen welke benadering bij een gegeven vraagstelling de voorkeur verdient. Om tot een vergelijking van de verschillende benaderingen te komen heeft het KNMI in 1979 een golfsymposium georganiseerd met deelnemers die de verschillende stromingen vertegenwoordigen.

De hoop bestaat dat de komende jaren een beter begrip verkregen kan worden van de deelprocessen die van belang zijn voor het maken van golfverwachtingen. Daarnaast zal modelvergelijking een belangrijke plaats in gaan nemen. Al deze verlangens zijn al lang niet meer door één instituut alleen te realiseren. Het onderzoek zal slechts voortgang kunnen vinden in voortdurende samenwerking met anderen, ook internationaal.

E. Bouws en G.J. Komen.

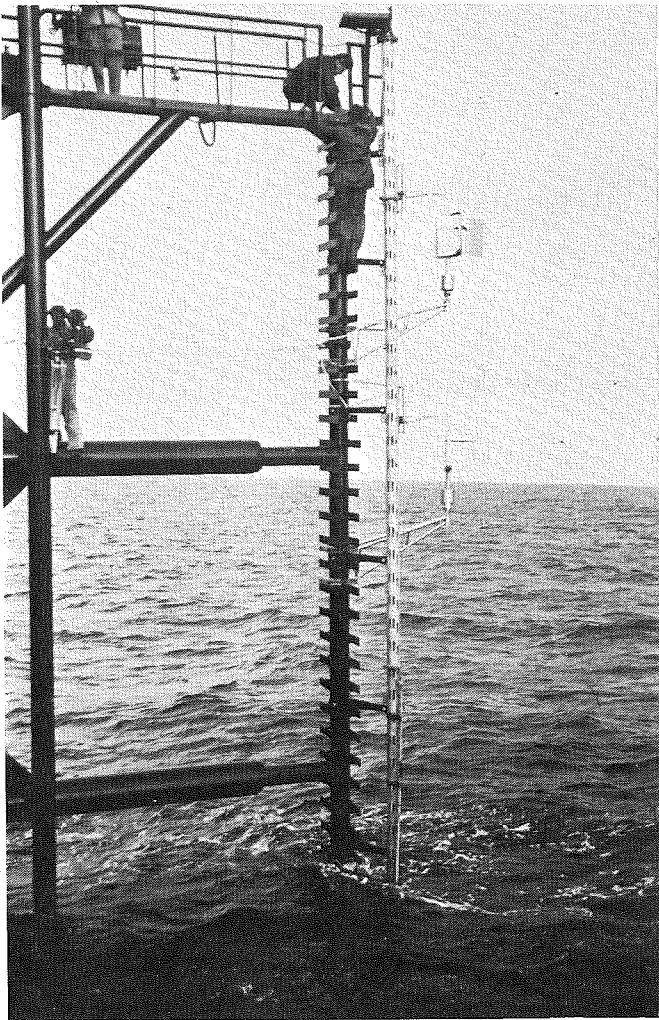
Literatuur.

- Banner, M.L. en W.K. Melville, 1976. On the separation of air flow over water waves. J. Fluid Mech. 77, p. 825-842.
- Barber, N.F., 1963. The directional resolving power of an array of wave detectors, Ocean Wave Spectra, Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. p. 137-150.
- Barnett, T.P. en K.E. Kenyon, 1975. Recent advances in the study of wind waves. Reports Progress Physics 38, p. 667-729.
- Barnett, T.P. en J.C. Wilkerson, 1967. On the generation of ocean wind waves as inferred from airborne radar measurements of fetch-limited spectra. J. Marine Research 25, p. 292-328.
- Blackman, R.B. en J.W. Tukey, 1959. The measurement of power spectra from the point of view of communications engineering. Dover Publ. Inc., New York, 190 pp.
- Bouws, E., 1978. Wind and wave climate in the Netherlands sector of the North Sea between 53° and 54° north latitude. K.N.M.I. WR. 78-9.
- Bretschneider, C.L., 1954. Generation of wind waves over a shallow bottom, Beach Erosion Board, Corps of Eng., Tech. memo No. 51.
- Chalikov, D.V., 1978. The numerical simulation of wind-wave interaction. J. Fluid Mech. 87, p. 561-582.
- Dorrestein, R., 1951. General linearized theory of the effect of surface films on water ripples, Proc. Kon. Ned. Ak. Wet. No. B54, p. 260-272 en p. 350-356.
- Dorrestein, R., 1960. Simplified method of determining refraction coefficients for sea waves. J. Geophysical Research, 65, p. 637-642.
- Dorrestein, R., 1961. On the deviation of the average pressure at a fixed point in a moving fluid from its "hydrostatic" value, Appl. Sci. Res., A, 10, pp. 384-392.
- Dorrestein, R., 1962. Wave set-up on a beach, Proc. Second Techn. Conf. on Hurricanes, June 1961, Miami Beach; Washington D.C. p. 230-241.
- Dorrestein, R., 1967. Wind and wave data of Netherlands lightvessels since 1949. KNMI Mededelingen en Verhandelingen no. 90, 123 pp.
- Dorrestein, R., 1970. Olie op de golven - door de eeuwen heen, De Zee, 91, pp. 61-67.
- Dorrestein, R., 1977. Note on radiation stress on water waves, J. Applied Sci. and Engineering, A, 2, p. 165-172.

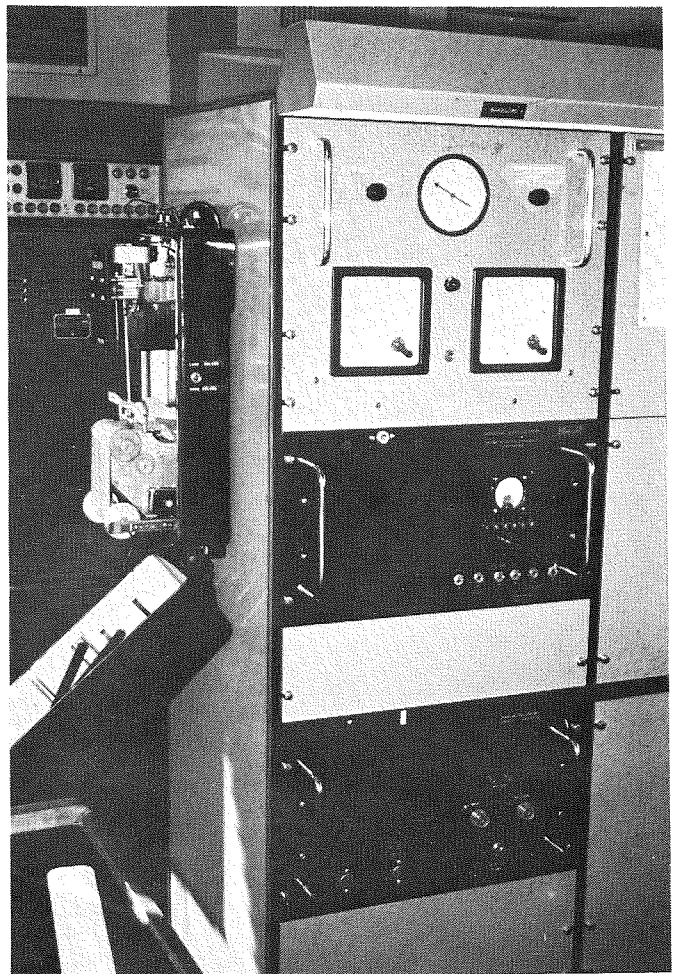
- Groen, P. en R. Dorrestein, 1976. Zeegolven, 3e druk, KNMI, opstellen op oceanografisch en maritiem meteorologisch gebied no. 11, 124 pp.
- Gent, P.R. en P.A. Taylor, 1976. A numerical model of the air flow above water waves. J. Fluid Mech. 77, p. 105-128.
- Hasselmann, K., 1962. On the non-linear energy transfer in a gravity-wave spectrum, part 1: General Theory. J. Fluid Mech. 12, p. 481-500.
- Hasselmann, K., 1963. Idem, part 2: Conservation theorems, wave-particle correspondence, irreversibility. J. Fluid Mech. 15, p. 273.
- Hasselmann, K., 1963. Idem, part 3: Computation of the energy flux and swell-sea interaction for a Neumann spectrum. J. Fluid Mech. 15, p. 385-398.
- Hasselmann, K., 1968. Weak-interaction theory of ocean waves. Basic developments in fluid dynamics, Vol. II, Academic Press. Inc. New York, p. 117-182.
- Hasselmann, K., T.P. Barnett, E. Bouws, H. Carlson, D.E. Cartwright, K. Enke, J.A. Ewing, H. Gienapp, D.E. Hasselmann, P. Kruseman, A. Meerburg, P. Müller, D.J. Olbers, K. Richter, W. Sell, H. Walden, 1973. Measurements of wind-wave growth and swell decay during the Joint North Sea Wave Project (JONSWAP). Suppl. to Deutsche Hydrogr. Zeitschr. A. (8^o), No. 12.
- Hasselmann, K. en J.I. Collins, 1968. Spectral dissipation of finite-depth gravity waves due to turbulent bottom friction. J. Marine Research, 26, p. 1-12.
- Hasselmann, K., D.B. Ross, P. Müller en W. Sell, 1976. A parametric wave prediction model, J. Phys. Ocean. 6, p. 200-228.
- Haug, O., 1968. A numerical model for prediction of sea and swell. Meteorologiske Annaler, Oslo, 5, No. 4, p. 139-161.
- Holthuijsen, L.J., 1978. Preliminary results of some stereophotographic sorties flown over the sea surface. Proc. 12th Symposium on Naval Hydrodynamics.
- Jeffreys, H., 1925. On the formation of waves by wind, Proc. Roy. Soc. no. A110, p. 341-347.
- Kendall, J.M., 1970. The turbulent boundary layer over a wall with progressive surface waves. J. Fluid Mech. 41, pp. 259-281.
- Kinsman, B., 1965. Wind waves, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs. N.J. 676 pp.
- Komen, G.J., 1979. Nonlinear contributions to the frequency spectrum of wind generated water waves. (Unpublished manuscript).

- Kruseman, P., 1976. Twee praktische methoden voor het maken van verwachtingen voor golf-componenten met perioden tussen 10 en 25 seconden nabij Hoek van Holland, KNMI WR. 76-1.
- Lamb, H., 1932. Hydrodynamics, 6th ed. Cambridge. University Press.
- Longuet-Higgins, M.S., 1952. On the statistical distribution of the heights of sea waves. J. Marine Research 11, p. 245-266.
- Longuet-Higgins, M.S., D.E. Cartwright, N.D. Smith, 1963. Observations of the directional spectrum of sea waves using the motions of a floating buoy. Ocean Wave Spectra, Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs. N.J. p. 111-132.
- Longuet-Higgins, M.S., 1976. On the nonlinear transfer of energy in the peak of a gravity-wave spectrum: a simplified model, Proc. R. Soc. London, A347, pp. 311-328.
- Longuet-Higgins, M.S., E.D. Cokelet, 1976. The deformation of steep surface waves. I. A numerical method of computation Proc. Roy. Soc. A350, p. 1-26.
- Longuet-Higgins, M.S., 1978. On the dynamics of steep gravity-waves on deep water. Turbulent fluxes through the sea surface, wave dynamics and prediction, Plenum Press, New York and London, p. 199-218.
- Miles, J.W., 1957. On the generation of surface waves by shear flow. J. Fluid Mech. 3, p. 185-204.
- Phillips, O.M., 1977. The dynamics of the upper ocean, second edition. Cambridge Univ. Press. 366 pp.
- Pierson, W.J., L. Moskowitz, 1964. A proposed spectral form for fully developed seas for wind speeds of 20 to 40 knots, J. Geoph. Res. 69, p. 5181-5190.
- Pierson, W.J., G. Neumann, R.W. James, 1955. Practical methods for observing and forecasting ocean waves by means of wave spectra and statistics. U.S. Navy Hydrogr. Off. Publ. No. 603 (reprinted 1960): 284 pp.
- Pierson, W.J., L.J. Tick, L. Baer, 1966. Computer based procedures for preparing global wave forecasts and wind field analysis capable of using wave data obtained by a spacecraft. Proc. 6th Symposium on Naval Hydrodynamics, p. 499-532.
- Putman, J.A., J.W. Johnson, 1949. The dissipation of wave energy by bottom friction, Trans. Am. Geoph. Union, 30, p. 67-74.
- Rama Monjiarisoa, A., 1974. Contribution à l'étude de la structure statistique et des mécanisme de génération des vagues de vent. Univ. de Provence, Thèse de doctorat d'Etat.

- Sanders, J.W., 1976. A growth-stage sealing model for the wind-driven sea. D. Hydrog. Zts. 29, p. 136-161.
- Shemdin, O., K. Hasselmann, S.V. Hsiao, K. Herterich, 1978. Nonlinear and linear bottom interaction effects in shallow water. Turbulent fluxes through the sea surface, wave dynamics and prediction. Plenum Press, New York and London, p. 347-370.
- Singleton, R.C., 1969. An algorithm for computing the mixed-radix FFT, IEEE Trans. Au-17, p. 93-103.
- Snodgrass, F.E., G.W. Groves, K. Hasselmann, G.R. Miller, W.H. Munk, W.H. Powers, 1966. Propagation of ocean swell across the Pacific. Philos. Trans. Roy. Soc. London, A-259, p. 431-497.
- Snyder, R.L., C.S. Cox, 1966. A field study of the wind generation of ocean waves, J. Marine Research, 24, p. 141-178.
- Sverdrup, H.U., W.H. Munk, 1947. Wind, sea and swell: theory of relations for forecasting. U.S. Navy Hydrographic Office, Publ. No. 601, 44 pp.
- Ursell, F., 1956. Wave generation by wind. Surveys in mechanics. Cambridge Univ. Press. London, p. 216-249.
- Webb, D.J., 1978. Nonlinear transfer between sea waves, Deep Sea Res. 25, p. 279-298.
- Whitham, G.B., 1974. Nonlinear waves, Wiley, New York, 636 pp.



*Golfmeetpaal bij Sylt, tijdens JONSWAP.
(foto Meerburg).*



"Shipborne wave recorder" op OWS "Cumulus".

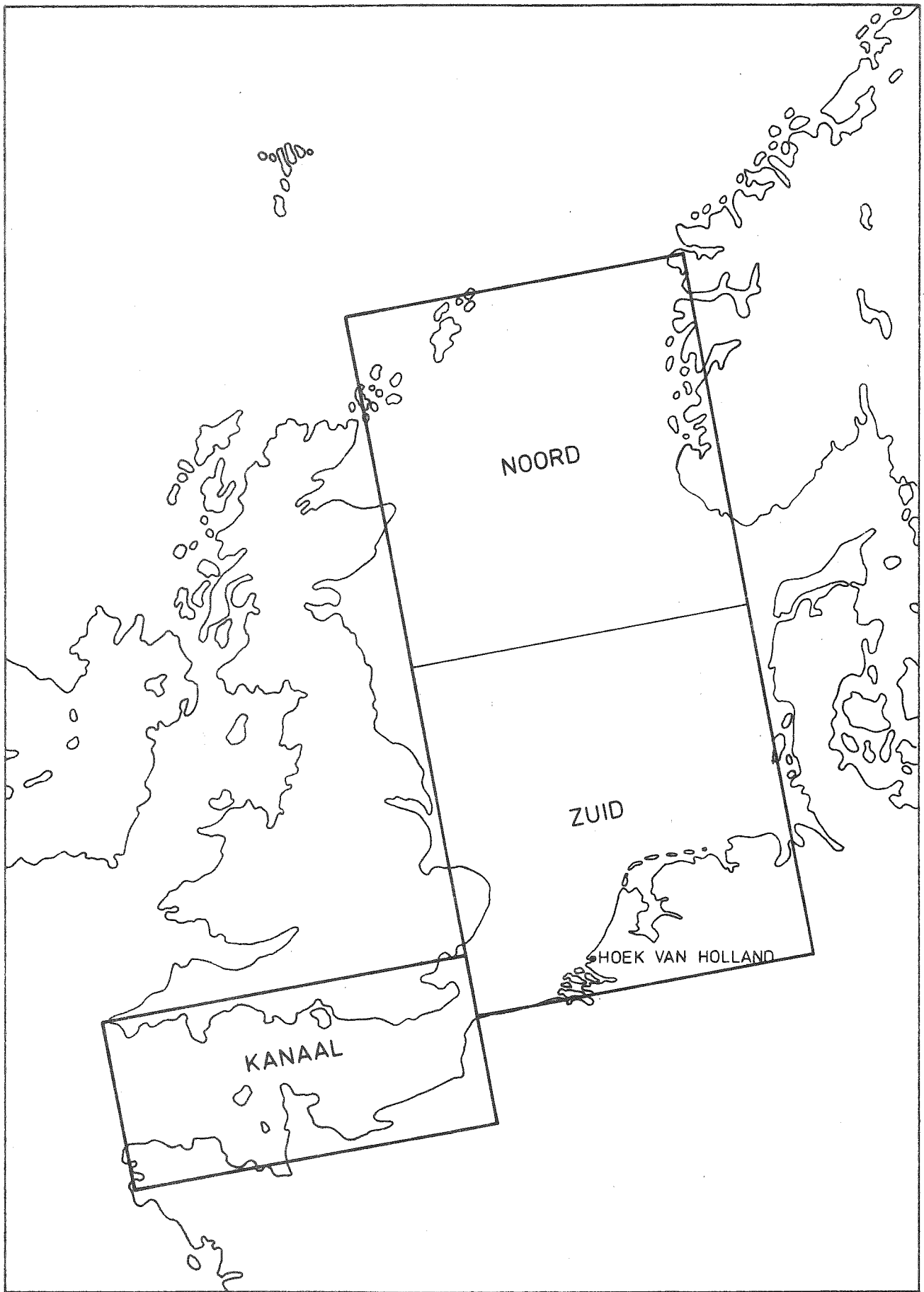
WINDEFFECTEN OP DE NOORDZEE.

"1570. Onder dit tommelen en dwersdryven van 't menschelyk geslacht oover hoop vermengden zich noch de plaaghen des heemels. Ten eersten daaghe in Slaghtmaandt stak een storm op, uit den Noordweste, die dat deel des oceaans, geswollen door de Springhvloedt der nieuwe Maane, teeghens de stranden van Oost en Nederlandt met zoo fel een bulderen aanjoegh, dat weenigh dyken oft sluyzen, daarmen zich teeghen zulk geweldt mee wapent, den stoot konden uitstaan. De Noordtzee, zeeker, heeft meenighmaals van ouwds, d'aangegrensde gewesten met gelyken inval overrompelt, en ongemeete streeken aardtbodems, met kerken en dorpen, verslonden. Maar van alle rampen, geleeden, by mans gedenken, door woeden van waater, is deeze de zwaarste, beyd'in schrik en in schaade geweest, houdende it onweeder aan twee etmalen lang. Meenighte van menschen, in 't bedde verrast, zijn gedempt door de baaren; van beesten, op stal oft in de weyden verdrongen; moerighe landen van een gereten, met huizen met al van hunne plaatsen versleept, en elders aangezet Maar nerghens grooter jammer dan by d'Oost en Westvriezen. Al 't vlak om Emde, Groninge, Leeuwaarde, Franeker, Dokkum, Bolswaart, lagh meest overstroomt, en weenigh kroften die uitkeeken, zulx de steeden, verbaast oft hun de werelt ontzonken waar, als in een woeste zee zaaten. 't Getal van allerley ouderdoom, omghekoomen in deezen hoek, wordt by de twintighduyzen dt begroot tot aan de kusten van Deenemark was gelyke ellende. Dies schat men in alles niet min dan honderdtduyzen dt zielen ontlyft te zyn. Van 't verzoopen vee waar geen' reekening te maaken".

(Uit: P.C. Hooft, Nederlandsche Histoorien).

De werkelijkheid, 30 jaar geleden.

Het gevaar dat een lage ligging in de nabijheid van de zee met zich brengt, was niet alleen eeuwen geleden maar is ook vandaag nog allerminst denkbeeldig. Het heeft in de afgelopen dertig jaar een belangrijke rol gespeeld bij het onderzoek naar de windeffecten op de Noordzee. In dit verband moet vooral de stormvloed van 1953 worden genoemd. Deze ramp gaf een doorslaggevende stoot tot de afsluiting van de zeegaten in het zuidwesten van Nederland, zoals eerder de stormvloed van 1916 de afsluiting van de Zuiderzee belangrijk had versneld. Dergelijke afsluitingen, die gepaard gaan met zeer omvangrijke en ingrijpende werkzaamheden, kunnen het niet stellen zonder een redelijk inzicht in de werking op het water van de wind en van de luchtdruk en zijn derhalve een sterke stimulans voor het onderzoek. Zoals bekend oefenen de wind en ook de luchtdruk krachten uit op het water waardoor het in beweging komt. De waterspiegel gaat omhoog indien op een bepaalde plaats meer water toe- dan wegstroomt. Een berekening van deze verhoging door een oplossing van de vergelijkingen, waarin deze krachten en de daaruit voortvloeiende versnellingen zijn opgenomen, is dusdanig ingewikkeld dat een snelle rekenmachine niet kan worden gemist. Pas na het midden van de jaren zestig kreeg het KNMI hierover de beschikking. Het is dus begrijpelijk dat het onderzoek van de stormvloeden zich aanvankelijk heeft beperkt tot een directe vergelijking tussen de gemeten wind en de gemeten waterstand. Men ziet dan af van de vraag hoe de verhoging precies tot stand komt; men let

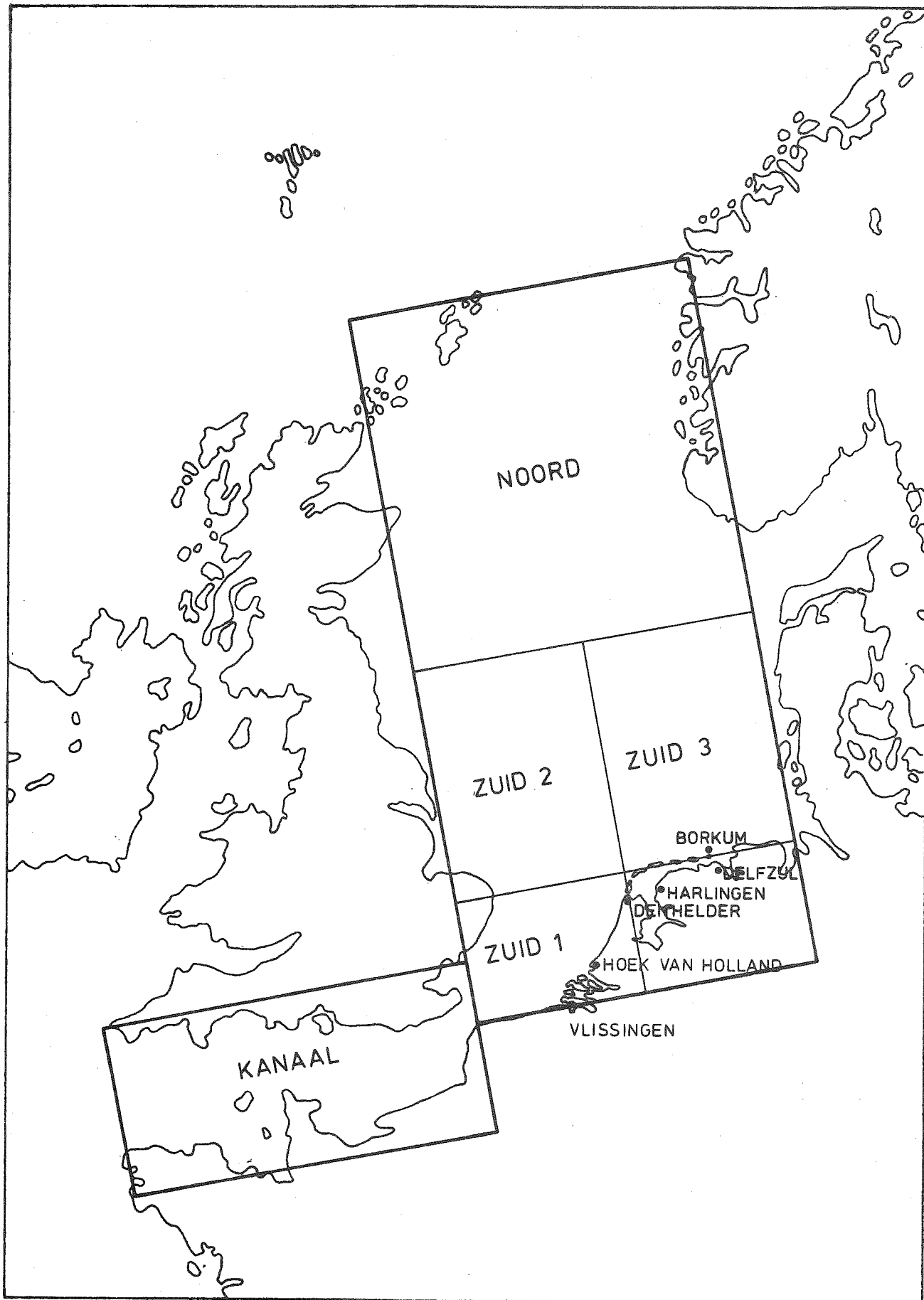


Figuur 1. Vakindeling volgens Schalkwijk.

slechts op het uiteindelijke effect van de wind op de waterstand. Een soortgelijke methode wordt ook in de meteorologie wel toegepast.

Men is gewoon van een stormvloed te spreken, indien de waterstanden uitzonderlijk hoog worden. De hoogte van de waterstand hangt samen met het astronomische getij en met de werking van de wind en de luchtdruk op het water. Deze twee bijdragen kunnen in hoge mate los van elkaar worden beschouwd, hetgeen de behandeling van het probleem en ook het verkrijgen van inzicht aanzienlijk vergemakkelijkt. De astronomische bijdrage is erg regelmatig en laat zich geruime tijd van te voren zeer betrouwbaar voorspellen. De meteorologische bijdrage daarentegen is veel grilliger en veel moeilijker te voorspellen. Belangrijk is ze echter wel, want het is uiteindelijk vooral de wind, die er voor kan zorgen dat het water hoog wordt opgejaagd.

Zoals reeds werd opgemerkt gaat het water ten gevolge van krachten uitgeoefend door wind en luchtdruk stromen. Nu streeft de natuur altijd naar een evenwicht van krachten. Ze zorgt er dus als het ware voor, dat er tegenkrachten ontstaan. In ons geval heeft dit beginsel tot gevolg dat het zeeoppervlak scheef gaat staan, zodat er een tegenkracht komt, veroorzaakt door de zwaartekracht. De grootte van de helling, en dus de tegenkracht, neemt toe naarmate het harder waait; ze blijkt ongeveer evenredig met het kwadraat van de windsnelheid. Ook wordt de helling bepaald door de diepte van de zee. Deze wetmatigheid hangt samen met de onsamendrukbaarheid van het water. Deze onsamendrukbaarheid brengt met zich dat de kracht, veroorzaakt door de helling van het zeeoppervlak, wordt medegedeeld aan alle waterdeeltjes onder het zeeoppervlak tot aan de bodem toe. Ieder deeltje levert daardoor zijn bijdrage aan de tegenkracht. Zijn er nu veel waterdeeltjes of is, met andere woorden, de zee diep, dan kan er al bij een geringe helling voldoende tegenkracht worden gegeven. Het blijkt dat de helling omgekeerd evenredig is met de diepte; dat betekent dus bijvoorbeeld dat als de diepte twee keer zo klein is de helling twee keer zo groot zal zijn. Overigens lijkt deze helling ook bij veel wind en een geringe diepte haast verwaarloosbaar. Ze bedraagt bij een zware storm met een windsnelheid van 25 m s^{-1} en bij een zeediepte van 60 meter slechts ongeveer 1 cm op 3 km. Waait zo'n storm echter uit het noordwesten over de gehele lengte van de Noordzee, dat is over een lengte van ongeveer 900 km, dan betekent het dat er tussen de ingang van de Noordzee bij Schotland en onze kust toch een verschil in waterhoogte ontstaat van $\frac{900}{3} \times 1 = 300 \text{ cm}$. Bij de ingang van de Noordzee zal de waterspiegel niet veel van plaats veranderen. Immers elke verandering zal er onmiddellijk worden gecompenseerd door aan- of afvoer van water van of naar de Atlantische Oceaan. Het hier boven berekende verschil kan slechts worden gerealiseerd door een verhoging van 3 meter boven de standen van de getijtafel langs onze kust. Dit bedrag geeft al een redelijke benadering van wat er in werkelijkheid bij stormvloeden kan gebeuren. Toch is de werkelijkheid aanzienlijk gecompliceerder. Zo zal de zee niet vaak voldoende tijd krijgen om een evenwicht van krachten te bereiken. Een andere complicatie is dat de stromen, die steeds aanwezig zullen zijn, aanleiding geven tot nog twee andere krachten, nl. een wrijvingskracht langs de zeebodem en een kracht die samenhangt met de draaiing van de aarde (de Carioliskracht). Wanneer we deze krachten ook in rekening brengen en in plaats van de evenwichtstoestand de momentane toestand willen berekenen wordt het stelsel vergelijkingen erg ingewikkeld. Het is dus begrijpelijk dat men, zoals reeds werd opgemerkt, eerst op zoek is gegaan naar het



Figuur 2. Vakindeling volgens Groen en Weenink.

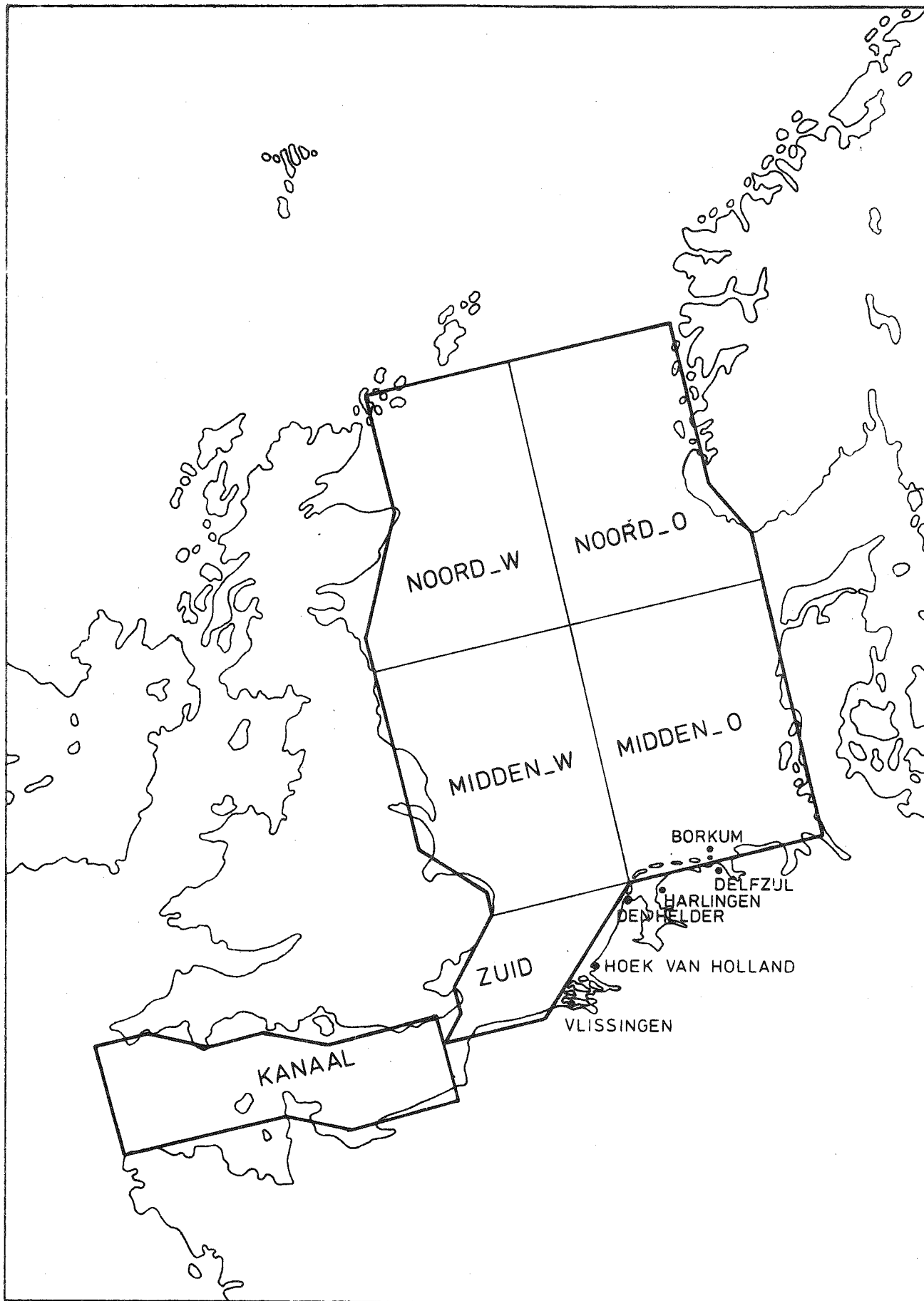
directe verband tussen wind en waterstand. Schalkwijk (6) heeft hierin een belangrijke rol gespeeld. Hij verdeelde de Noordzee in twee vakken en bepaalde met behulp van gemeten waterstanden te Hoek van Holland de variatie van deze standen in afhankelijkheid van windrichting en -snelheid in deze twee vakken en in het Kanaal (fig. 1). Een dergelijke aanpak kan alleen maar succes hebben, indien de homogeniteit van het windveld zo groot is, dat met één waarde van de wind het windveld in het gehele vak voldoende nauwkeurig kan worden vastgelegd. Indien de variaties van de waterspiegel in afhankelijkheid van de wind in de drie vakken eenmaal bekend zijn, kan men met behulp van een voorspeld windveld op de Noordzee en in het Kanaal ook de waterstand in Hoek van Holland voorspellen.

Na 1953.

Tot zover was het onderzoek ten tijde van de stormramp van 1953 gevorderd. Groen en Weenink (3, 14, 15, 16), die hierna het onderzoek hebben voortgezet, kwamen tot de conclusie dat het aantal vakken op de Noordzee diende te worden uitgebreid. De vakindeling van Schalkwijk bleek bij inhomogene windvelden te grof. Bovendien deed zich de behoefte aan een voorspelmethode voor andere delen van onze kust, met name voor het noorden van het land, sterk gevoelen. Groen en Weenink stonden voor de keus de methode van Schalkwijk uit te breiden of toch te trachten de vergelijkingen tussen krachten en versnellingen op te lossen, zij het ook dat bij de laatste aanpak een aanzienlijke vereenvoudiging van de vergelijkingen noodzakelijk was. Dit betekende vooral dat de berekening zou moeten worden uitgevoerd voor de evenwichtstoestand. Dit bezwaar werd toen niet zo groot geacht, omdat de berekende waterhoogte volgens de methode Schalkwijk ook slechts geldt voor de evenwichtstoestand. Het grote voordeel bij een oplossing van de vergelijkingen is dat het aantal vakken, waarmee het windveld wordt vastgelegd, gemakkelijk kan worden uitgebreid, terwijl de oplossing van de vergelijkingen in principe voor de gehele kust, ja zelfs voor de gehele Noordzee geldt.

Groen en Weenink kozen voor deze tweede methode en slaagden erin een oplossing van de vergelijkingen te vinden waarbij de aangebrachte vereenvoudigingen acceptabel bleven. Het aantal vakken voor de windinvoer op de Noordzee werd uitgebreid van twee tot vier (fig. 2), terwijl de oplossing werd berekend voor Calais, Vlissingen, Hoek van Holland, Den Helder, Eierlandse Gat, Borkum en Cuxhaven. In dit rijtje plaatsnamen ontbreken de bekende namen Harlingen en Delfzijl. Dit komt omdat de gehanteerde vereenvoudigde vergelijkingen de ingewikkelde waterbewegingen in de Waddenzee en in de Eemsmond onvoldoende weergeven, zodat de extra bijdrage van een storm boven de Waddenzee en de Eemsmond niet goed wordt berekend. Vooral in de grillige Waddenzee zijn de bewegingen van het water zo gecompliceerd, dat men zich nog het best kan houden aan de oude, vertrouwde methode, die het directe verband tussen de wind en de waterhoogte vastlegt. Het betekent in dit geval dat het verband wordt bepaald tussen de waterhoogten Harlingen minus Den Helder en de wind boven de Waddenzee, terwijl de waterhoogten Delfzijl minus Borkum worden vergeleken met de wind boven de Eemsmond. (Verploegh en Groen (13)). De resultaten van het onderzoek werden vastgelegd in een aantal tabellen, die tot 1971 in de operationele dienst van het KNMI met redelijk succes werden toegepast.

Weenink (14) gebruikte deze tabellen bij een interessante studie van de zogenaamde



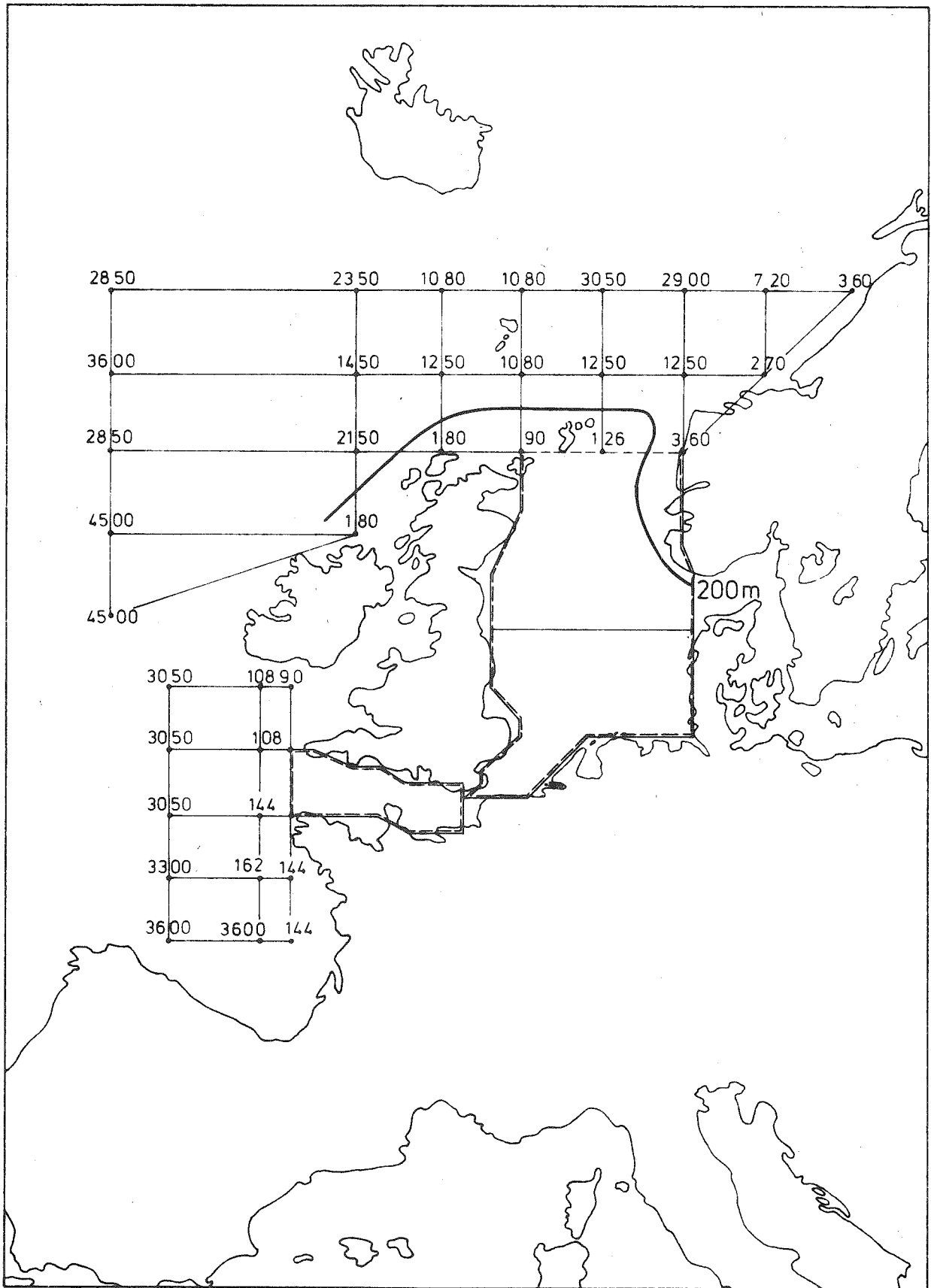
Figuur 3. Vakindeling volgens Timmerman.

tweelingstormvloed van december 1954. Hij toonde aan dat de stormvloed van 23 december 1954 extra hoog werd in verband met het feit dat de Noordzee nog niet tot rust was gekomen na de voorafgaande stormvloed van 21 december zodat resonantie kon optreden.

Verdergaand onderzoek.

Toch bleef de behoefte aan verbetering aanwezig en bovendien kwam de noodzaak tot automatisering naar voren. Zo konden bijvoorbeeld stormen buiten de Noordzee en het Kanaal, die soms aanleiding geven tot external surges (hieronder wordt verstaan een verhoging van de waterspiegel veroorzaakt door meteorologische omstandigheden buiten de Noordzee), nog niet in rekening worden gebracht. In latere jaren kwam daarbij, dat de noodzakelijke bewaking van de Oosterschelde een permanente berekening van de waterstanden wenselijk maakt, waartoe automatisering zich bij uitstek leent. In het algemeen kan worden gezegd dat in verband met de booractiviteiten, de toenemende diepgang van tankers en de verontreiniging van het Noordzeewater de belangstelling voor wat er in de Noordzee meteorologisch en oceanografisch nu eigenlijk precies gebeurt voortdurend groter is geworden. Het gaat hierbij niet alleen om stormvloeden, maar ook om zogenaamde negatieve surges, dat wil dus zeggen geen verhoging, maar een aanzienlijke verlaging van de waterspiegel, terwijl bij bouwwerkzaamheden aan de kust informatie over golven en waterstanden onder allerlei weersomstandigheden nodig is.

Nadat het KNMI de beschikking had gekregen over een computer, werd het onderzoek door Timmerman (7, 8, 9, 10, 11, 12) opnieuw ter hand genomen. Ditmaal was het niet noodzakelijk de vergelijkingen te vereenvoudigen en kon met rekentechnieken die op de computer zijn afgestemd een oplossing van de vergelijkingen worden berekend. Het gebruik dat van de nieuwe mogelijkheden werd gemaakt was van tweeërlei aard. In de eerste plaats werd een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Hieruit bleek dat het westelijke deel van het vak Noord (fig. 2) van veel groter belang was voor de waterstand langs de Nederlandse kust dan het oostelijke deel. Verder werd gevonden dat de invloed van het vak Noord door Groen en Weenink was onderschat en de invloed van het vak Zuid overschat. Op grond hiervan kwam Timmerman tot de conclusie dat het noodzakelijk was over te gaan tot nieuwe tabellen met uitbreiding van het aantal vakken tot het huidige aantal van vijf (fig. 3). Tegelijkertijd werden nieuwe gegevens van de Waddenzee, afkomstig van Bakker (1) ingevoerd. De verbeterde tabellen werden in 1971 door de weerdienst van het KNMI in gebruik genomen. De tweede toepassing hing samen met de mogelijkheid dat met behulp van de computer het wind- en luchtdrukveld veel nauwkeuriger in rekening kunnen worden gebracht, terwijl de niet-stationaire effecten nu ook aan bod kunnen komen. Tevens werd een uitbreiding van het rekengebied naar de Atlantische Oceaan gerealiseerd; dit was nodig in verband met external surges (fig. 4 en 5). Het streven was erop gericht, te komen tot automatische berekeningen op routine-basis van analyse en voorspelling van waterstanden en ook golven. Het slagen van zo'n ambitieuze aanpak is afhankelijk van de meteorologie, die moet zorg dragen voor voldoende nauwkeurige luchtdruk- en windvelden. Om deze reden is er in de laatste jaren op het KNMI veel aandacht besteed aan de analyse en voorspelling van het luchtdrukveld en het windveld op de Noordzee en omgeving op een betrekkelijk korte termijn tot 24 uur vooruit. Belangrijke bijdragen werden geleverd door Den



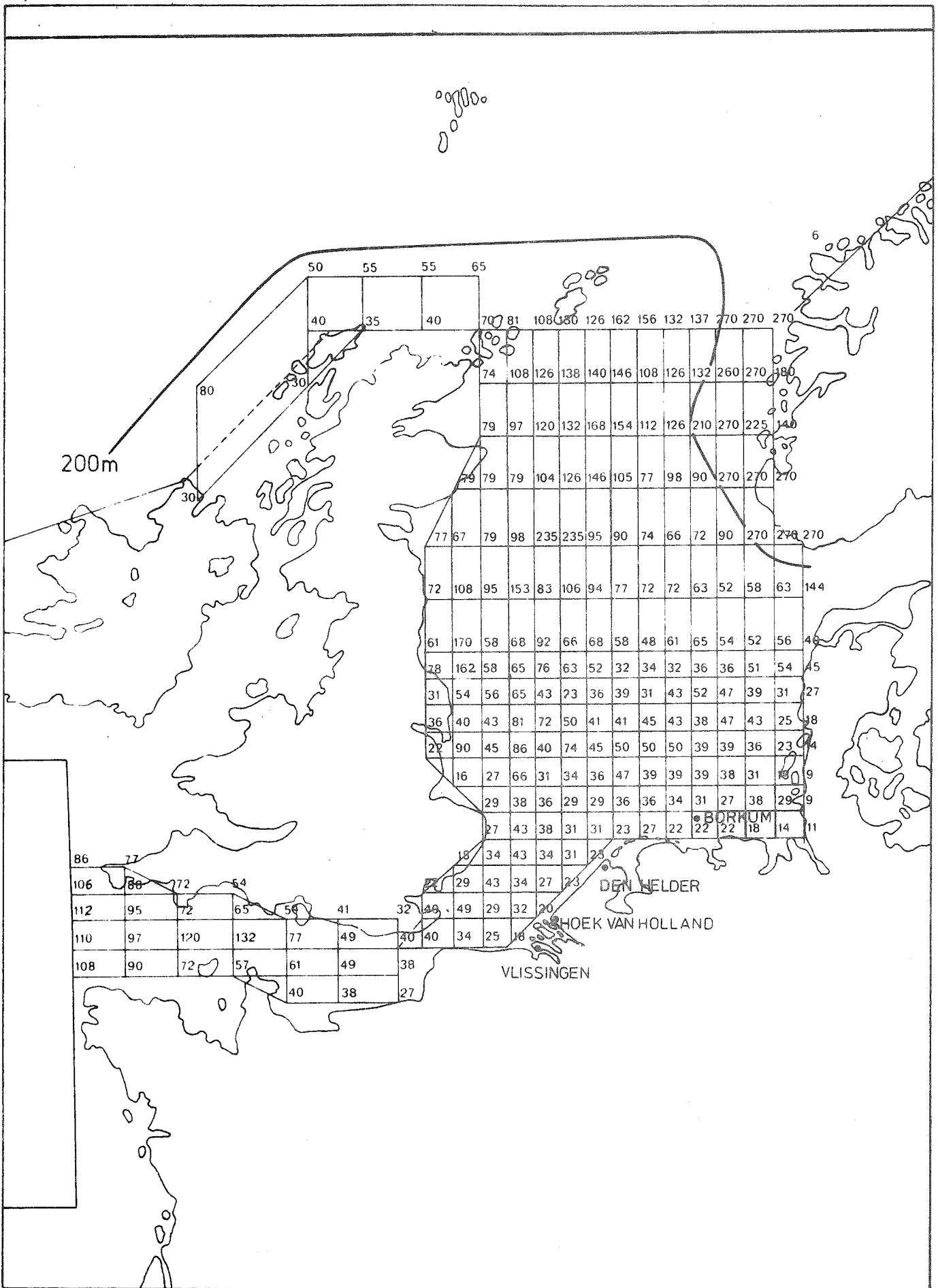
Figuur 4. Rekengebied van de Noordzee, het Kanaal en het aangrenzende gebied van de Atlantische Oceaan. Diepte in m.

Exter Blokland, Heijboer, Van Maanen, Kuipers en Timmerman. Een gedetailleerde beschrijving van het geautomatiseerde systeem is gegeven door Sanders (5). Dit systeem kwam in de zeventiger jaren gereed. Aanvankelijk kon er nog geen gebruik worden gemaakt van voorspelde luchtdrukvelen. Hierin kwam echter in de loop van 1977 verandering, toen voorspellingen, afkomstig uit Engeland, werden ontvangen. In 1978 kon worden overgegaan op voorspellingen van een atmosferisch model, dat op het KNMI was ontwikkeld, en waarvan de berekeningen op een eerder tijdstip ter beschikking kunnen komen. In het najaar van 1979 is dit model vervangen door een inmiddels gereedgekomen nieuw, fijnmazig, atmosferisch model, speciaal ten behoeve van zowel waterstanden als golven en deining.

De kwaliteit van het rekenmodel voor wat betreft de wateropzetten en de berekening van de wind, waarbij het voorspelelement vooralsnog buiten beschouwing bleef, werd onderzocht door Timmerman (11). Dit geschiedde o.a. met behulp van stormvloed en uit het verleden. Vanzelfsprekend werd ook de stormvloed van 1953 voor nadere studie uitgekozen. Een uitvoerige analyse van de waterstanden op de gehele Noordzee, waarvan alle beschikbare waarnemingen van waterstanden in het Noordzeegebied werden gebruikt, was destijds al in het Delta-rapport (2) vermeld. In fig. 6 zijn deze analyses overgenomen en is tevens het resultaat van de berekening met behulp van de computer weergegeven. Uit een bestudering van deze figuur blijkt dat er tussen waargenomen en berekende opzet een redelijke overeenstemming bestaat.

Een studie van de problemen die samenhangen met negatieve surges is uitgevoerd door een groep, gevormd door Geelhoed (Hydrografie), De Jong, Voogt, Krijger, Postema (allen Rijkswaterstaat), Vreugdenhil (Waterloopkundig Laboratorium "De Voorst") en Timmerman (KNMI). De toenemende diepgang van tankers, die het gevaar van een aanraking met de bodem van de ondiepe zuidelijke Noordzee niet denkbeeldig maakt, verhoogde de noodzaak de scheepvaart te begeleiden met verwachtingen van waterstanden en golven. Ter voorbereiding hiervan werd een statistiek van de verlagingen in de zuidelijke Noordzee opgesteld en werden tevens de meteorologische omstandigheden tijdens verlagingen onderzocht. Zie het desbetreffende rapport (4).

Ook konden de external surges nu nader worden onderzocht. De Engelsen hadden reeds gevonden dat deze worden opgewekt door zuidwesterstormen boven het ondiepe deel van de Atlantische Oceaan juist ten westen van Schotland. Deze verklaring bleek niet volledig. Timmerman (10) toonde aan, dat de luchtdruk langs het overgangsgedebied van de ondiepe naar de zeer diepe Oceaan een veel grotere invloed heeft dan werd aangenomen. Een indruk van een external surge kan worden verkregen uit de figuren 7 en 8. Op de Noordzee staan zuidelijke winden, die doorgaans een verlaging van de waterstanden langs de Nederlandse kust teweegbrengen. Ten westen van Schotland echter bevindt zich in het overgangsgedebied van het tamelijk ondiepe naar het zeer diepe gedeelte van de Atlantische Oceaan een omvangrijke depressie, die een verhoging van de waterstanden bij Schotland veroorzaakt. Op 29 januari 1974 0600 GMT bedraagt deze verhoging aan de ingang van de Noordzee ongeveer 7 dm. Deze "berg" water beweegt zich vervolgens door de Noordzee langs de Engelse oostkust naar het zuiden en bereikt in de loop van 29 januari 1974 ook de Nederlandse kust. De berekende waarden bleken goed overeen te stemmen met de waargenomen waterstanden in Engeland en Nederland, die inderdaad geen verlaging, maar een verhoging



Figuur 5. Detaillering van het rekengebied van de Noordzee, het Kanaal en de ondiepe Oceaan ten Noorden en ten Westen van Schotland. Diepte in m.

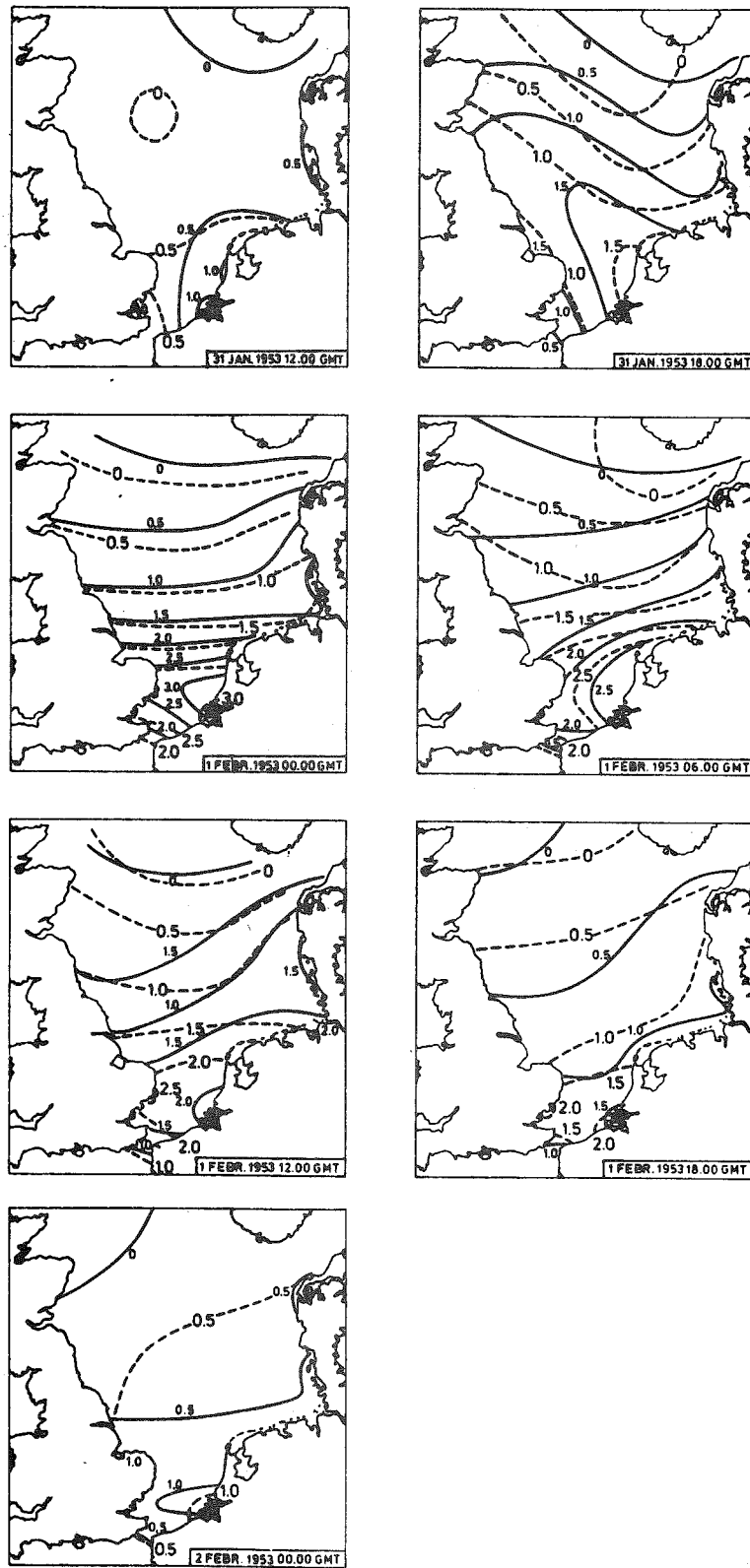
van ongeveer een halve meter ten opzichte van de standen uit de getijtafel te zien gaven.

Zoals eerder werd opgemerkt, kon in het winterhalfjaar 1977-1978 gebruik worden gemaakt van voorspelde luchtdrukvelen tot 24 uur vooruit, afkomstig van het Engelse Meteorologische Instituut te Bracknell. Dit leverde uiteraard ook voorspelde waterstanden en stromen op tot 24 uur vooruit. De resultaten werden door Timmerman (12) bestudeerd; ze bleken bevredigend.

Nationale samenwerking.

Aan het probleem van de windeffecten op de Noordzee zitten vele aspecten, waaraan door vele diensten in Nederland wordt gewerkt. Men hoeft slechts te denken aan metingen van waterstanden of aan de getijden. Om in Nederland zoveel mogelijk coördinatie op dit en op andere terreinen tot stand te brengen, werd in 1968 de Raad van Overleg voor het fysisch-oceanografisch onderzoek van de Noordzee ingesteld. Hieraan wordt deelgenomen door KNMI, Rijkswaterstaat, Technisch Fysische Dienst TNO-TH, Rijks Geologische Dienst, Hydrografie, NIOZ, Waterloopkundig Laboratorium. Voordien was met het oog op het gevaar van stormvloed reeds een verregaande samenwerking met Rijkswaterstaat tot stand gekomen, die heeft geleid tot een bewakingssysteem van de kustgebieden, waarbij waarschuwingen kunnen worden gegeven voor zowel beperkte als voor uitgebreide bewaking, afhankelijk van het feit of in een bepaald gedeelte van de kust een waterhoogte wordt verwacht, die gemiddeld ongeveer één keer per jaar dan wel gemiddeld één keer in de 5 à 10 jaar wordt overschreden. De beslissing tot bewaking wordt genomen door Rijkswaterstaat, die hierbij de voorspelde waterstanden van het KNMI als leidraad gebruikt. Deze voorspelling wordt verstrekt door de operationele dienst van het KNMI, die ten eerste gebruik maakt van zelf vervaardigde voorspellingen van de luchtdrukvelen. De hieruit afgeleide windverwachting wordt toegepast op de tabellen. Daarnaast wordt ter ondersteuning gebruik gemaakt van de geautomatiseerde voorspellingen. De huidige indruk is, dat bij deze combinatie van mens en machine aan het stormvloedgevaar, althans wat betreft het aspect van tijdig en nauwkeurig waarschuwen, zo optimaal mogelijk het hoofd kan worden geboden.

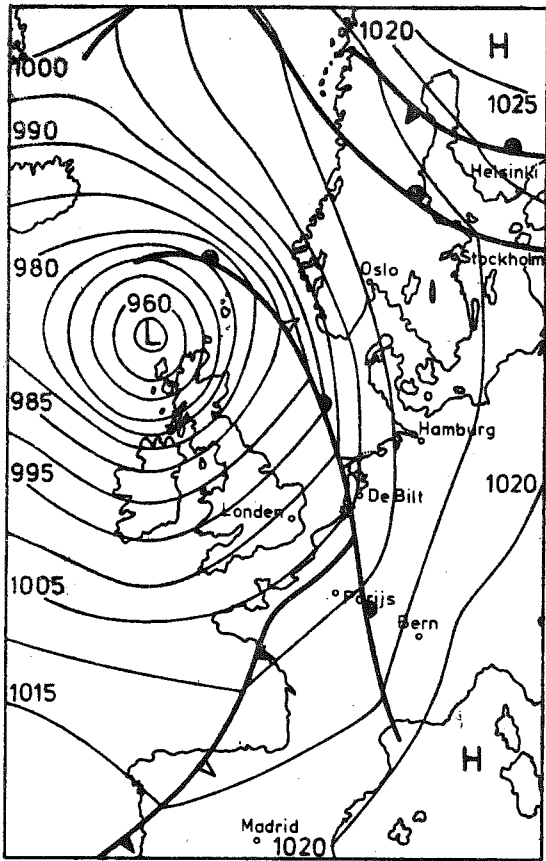
H. Timmerman.



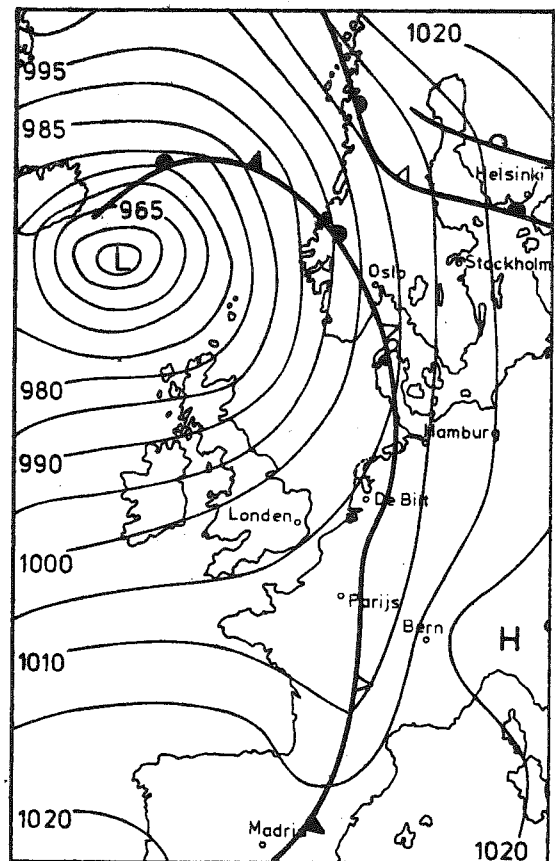
Figuur 6. Meteorologisch effect op de waterstanden in meters op de Noordzee in de periode van 31 januari tot 2 februari 1953.
 — analyse; - - - berekening.

Literatuur.

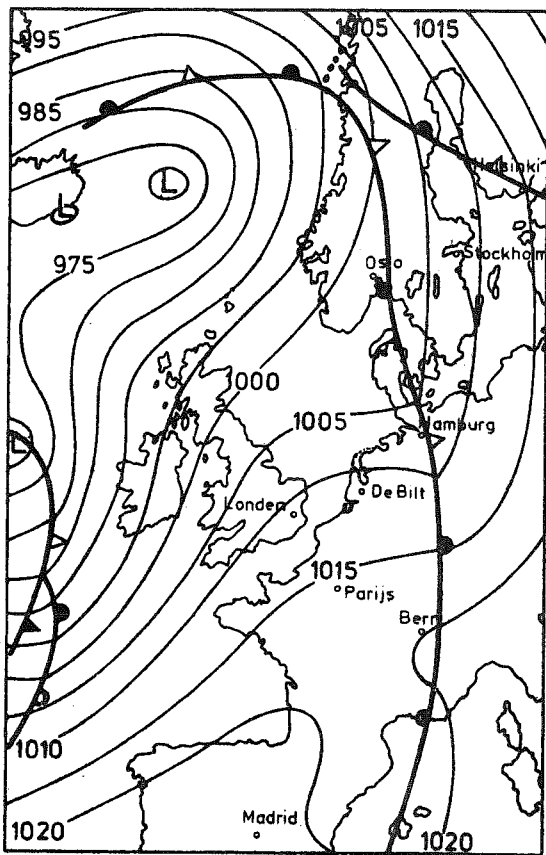
1. Bakker, A.C., 1969. De invloed van de wind boven de westelijke Waddenzee op de hoog- en laagwaterstanden te Harlingen. KNMI, Verslagen V-218.
2. Meteorologische en Oceanografische aspecten van stormvloed- den op de Nederlandse kust. Bijdrage tot het rapport van de Deltacommissie van het KNMI. 's-Gravenhage, 1960.
3. Groen, P., 1961. The KNMI-method of forecasting windinduced sea level height disturbances. Deutsche Hydr. Zts. 14, p. 93-98.
4. Rapport van de Contactgroep Getijden en Stormvloed- den 1972, Waterstandsverlagingen in de Zuidelijke Noordzee.
5. Sanders, J.W., 1979. Een geautomatiseerd systeem voor numerieke verwachtingen van wateropzettingen, zeegang en deining. KNMI, Verslagen V-311.
6. Schalkwijk, W.F., 1947. A contribution to the study of storm surges on the Dutch coast. Dissertatie, Algemene Landsdrukkerij, Den Haag.
7. Timmerman, H., 1965. Waterstanden langs de Nederlandse kust. KNMI, Verslagen V-174.
8. Timmerman, H., 1969. Numerieke berekening van waterstanden langs de Nederlandse kust. In: KNMI, Wetenschappelijk Rapport WR 69-3, p. 91-112.
9. Timmerman, H., 1971. On the connection between cold fronts and gust bumps. Deutsche Hydr. Zts. 24, p. 159-172.
10. Timmerman, H., 1975. On the importance of atmospheric pressure gradients for the generation of external surges in the North Sea. Deutsche Hydr. Zts. 28, 62-71.
11. Timmerman, H., 1977. Meteorological effects on tidal heights in the North Sea. KNMI, Med. en Verh. No. 99.
12. Timmerman, H., 1979. Forecasting meteorological effects on water levels on a routine basis with a numerical model. Deutsche Hydr. Zts. 32, H. 5.
13. Verploegh, G. and P. Groen, 1955. The effect of the wind over the eastern part of the Dutch Wadden Sea on the height of high water at Delfzijl (Eems estuary). KNMI Wetenschappelijk Rapport 52-009.
14. Weenink, M.P.H., 1956. The "twin" storm surges during 21-24 December 1954, a case of resonance. Deutsche Hydr. Zts. 9, p.240-249.



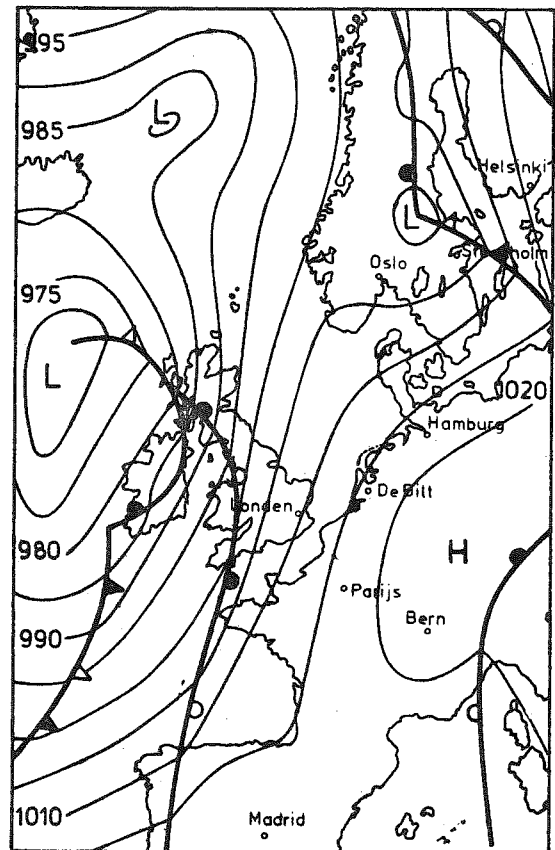
28 JAN. 1974 12.00 GMT



29 JAN. 1974 00.00 GMT

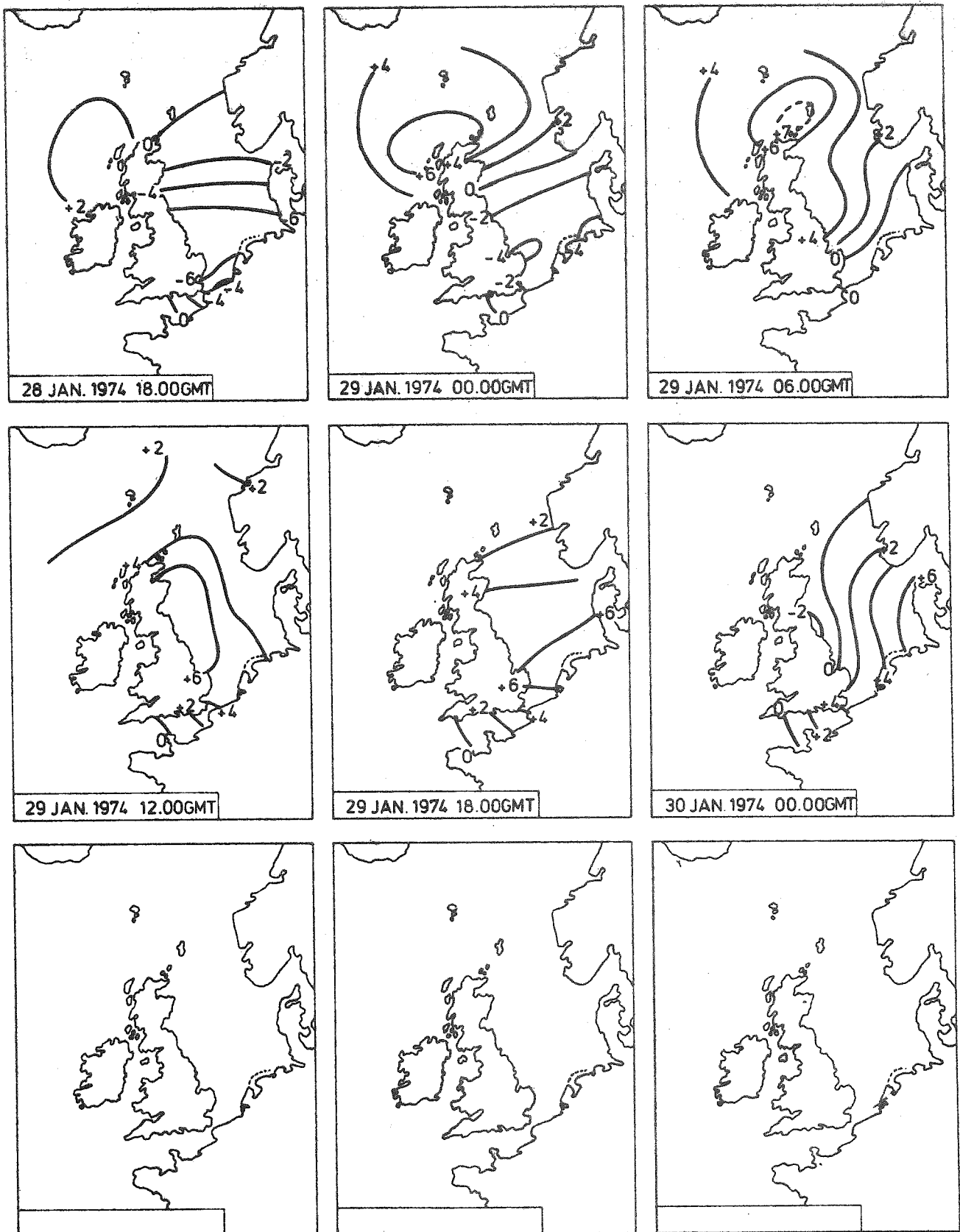


29 JAN. 1974 12.00 GMT



30 JAN. 1974 00.00 GMT

Figuur 7. Weerkaarten van 28 tot 30 januari 1974.



Figuur 8. Meteorologisch effect op de waterstanden in dm op de Noordzee, het Kanaal en het aangrenzende oceaangebied ten Noorden en Westen van Schotland in de periode van 28 januari tot 30 januari 1974.

15. Weenink, M.P.H. and P. Groen, 1958. A semi-theoretical, semi-empirical approach to the problem of finding wind effects on water levels in a shallow partly enclosed sea. Proc. Klk. Acad. Wetensch., B61, 198.
16. Weenink, M.P.H., 1958. A theory and method of calculation of wind effects on sea levels in a partly enclosed sea, with special application to the southern coast of the North Sea. KNMI, Med. & Verh. No. 73.

*Geen deining is sneller dan de wind die haar vormde.
(M. Minnaert, De Natuurkunde van 't vrije veld III, p. 168).*

De vijftiger jaren.

Verzamelen en uitwisselen.

Een aantal zaken beheerst in de periode 1950-1980 het oceanografische onderzoek van het KNMI op de Noordzee. In de beginjaren van deze periode is dit vooral een beschrijving van de ruimtelijke verdeling van temperaturen en zoutgehaltes. Regelmatig worden hiertoe vaartochten ondernomen. De verkregen gegevens worden grafisch en statistisch bewerkt en met andere geïnteresseerden uitgewisseld. Deze uitwisseling vindt plaats met het Rijksinstituut voor Visserij-onderzoek te IJmuiden, het Fisheries Laboratory te Lowestoft (Engeland), het Hydrographic Department van de British Admiralty te Londen, het National Institute of Oceanography te Wormley (Engeland), het Deutsches Hydrographisches Institut te Hamburg en de Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer^{*)} te Kopenhagen. Veelal worden de gegevens door de visserij gebruikt. Naast de speciaal opgezette vaartochten worden met een zekere regelmaat ook gegevens ontvangen van lijndiensten over de Noordzee. Zo worden op verzoek waarnemingen verricht op de Batavier lijn van Hoek van Holland naar Londen (zie bijv. Visser en Monsjou, 1967) en op de H.S.M. lijn van IJmuiden naar Hull van de Hollandse Stoomboot Maatschappij. Langere temperatuurreeksen worden verkregen aan boord van de Nederlandse lichtschepen. In die tijd waren dat de lichtschepen Noord-Hinder, Goeree, Terschellingerbank en Texel. Ook worden op de uit- en thuisreizen van de Nederlandse weerschepen Cumulus en Cirrus temperaturen en zoutgehaltes bepaald.

Historische stroomwaarnemingen.

Halverwege de jaren vijftig ontstaat interesse in de waterhuishouding en waterbeweging in de Noordzee. Naast temperatuur- en zoutgehaltemetingen worden nu ook stroomwaarnemingen verricht aan boord van onderzoekingschepen. Een projekt wordt aangevangen met de getijanalyses van de vooroorlogse stroomwaarnemingen van de lichtschepen. Deze waarnemingen werden reeds vanaf 1910 gedaan met een handlog.

Papiersnippers.

Een opname van diffusieve processen vindt in 1957 plaats in een projekt "horizontale wervelingen aan het zeeoppervlak". Tijdens dit projekt worden drijvende papieren in zee geworpen die daarna gefotografeerd worden vanuit helicopters. Het onderzoek is van praktisch belang aangezien het antwoord moet geven op de vraag naar de verspreiding van radio-actief verontreinigd afvalwater. Ook wil men kennis vergaren over de verspreiding van rivierwater dat de zuidelijke Noordzee instroomt.

*) tegenwoordig de International Council for the Exploration of the Sea geheten (ICES).

De Eems.

In het kader van de waterhuishouding wordt in 1959 het hydrografisch onderzoek van het Eemsestuarium afgerond (Dorrestein e.a., 1960). Het belangrijkste wetenschappelijke resultaat van dit onderzoek is geweest de ontwikkeling van een methode ter berekening van de watermenging en de waterverversing in een estuarium. In de methode is zowel de menging door getijbeweging als de turbulente menging verdisconteerd in een uitwisselingsconstante die betrekking heeft op twee naburige secties van het beschouwde gebied, dat voor dit doel in een aantal als eenheden behandelde delen is verdeeld.

De zestiger jaren.

Kenmerken.

De komende jaren zal het project waterhuishouding en waterbeweging meer en meer de aandacht krijgen. Een noodzaak is het voor het project om watermassa's van verschillende brongebieden te kunnen herkennen. Redelijk geschikte herkenningseigenschappen lijken de doorzichtigheid en het zoutgehalte (Otto, 1966). De zeewatertemperatuur is niet geschikt daar deze grootte betrekkelijk snel kan veranderen als een watermassa in een andere omgeving stroomt (straling, warmte-overdracht naar of vanuit de atmosfeer).

Watersoorten.

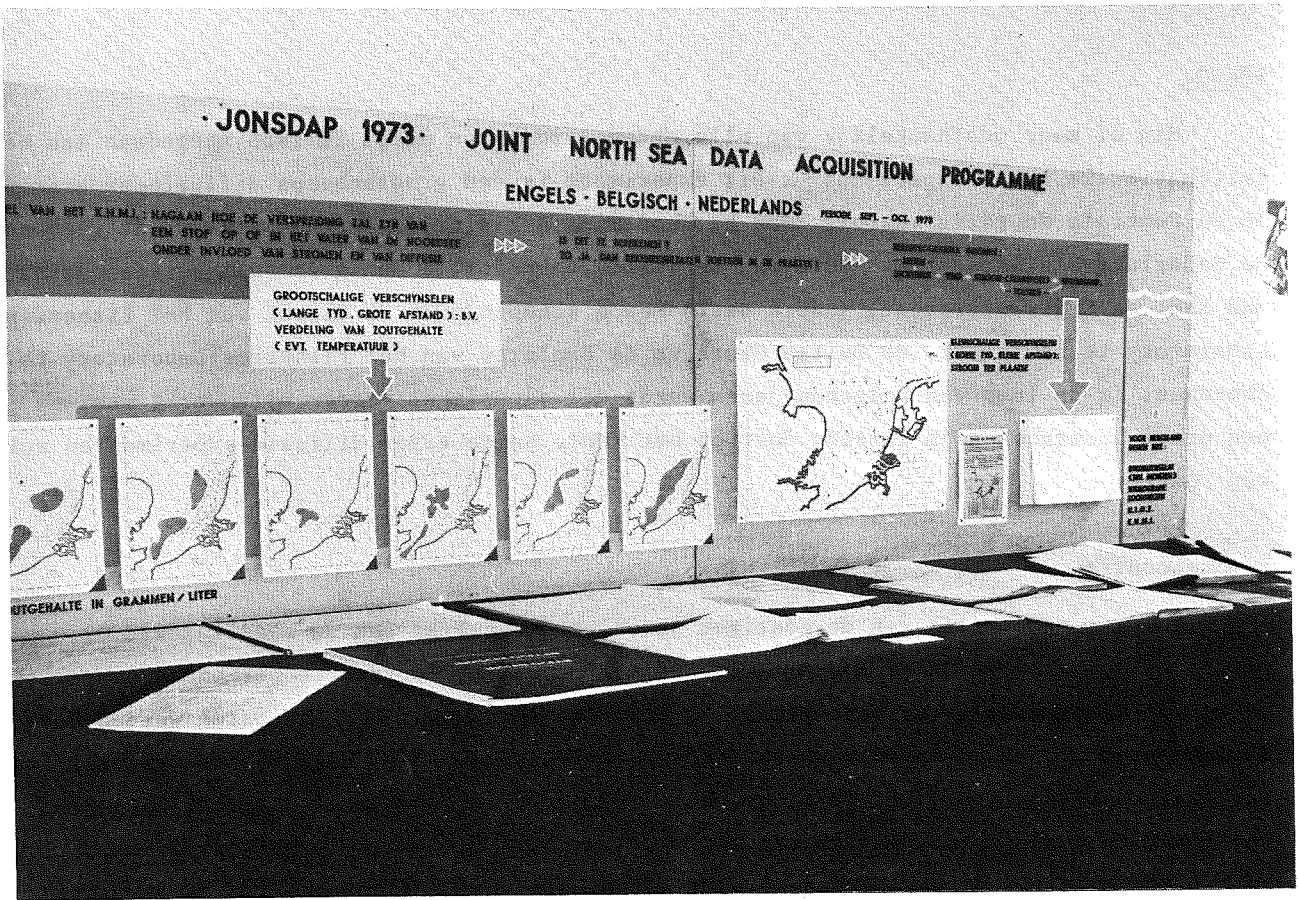
In mei en juni 1961 vindt een veldonderzoek plaats in de nabijheid van Texel. Het betonningsvaartuig Zaandam, het lichtschip Texel en de Max Weber van het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee zijn daartoe als onderzoekingschepen ingericht. Het doel van deze kampanje is inzicht te verkrijgen in de verdeling van de drie watersoorten die karakteristiek zijn voor het gebied nabij Texel, namelijk het door Het Kanaal binnengestroomde oceaانwater, het Nederlandse kustwater en het Engelse kustwater. De analyse van de resultaten laat zien dat in het gebied, op het ritme van de getijstromen maar mede beïnvloed door de wind, een intermitterend over elkaar schuiven en dan weer mengen van Kanaalwater en kustwater plaatsvindt (zie bijv. Otto, 1969).

Waterhuishouding.

In het begin van de zestiger jaren wordt het werk aan de waterhuishouding en waterbeweging zuidelijk van Texel, tussen Den Helder en IJmuiden, voortgezet. Hierbij wordt een apparaat ingezet dat op elektrische wijze de temperatuur en het zoutgehalte meet. In 1964 wordt met het NIOZ afgesproken dat het scheepje Ephyra maandelijks een raai zal varen in de nabijheid van het lichtschip Texel. Hierbij zullen op een aantal standaardstations zeewatertemperaturen en -zoutgehalten bepaald worden.

Stromen bij de lichtschepen.

In het kader van de waterbeweging wordt in 1963 het meerjaren project "getijanalyses van de vooroorlogse stroomwaarnemingen van de lichtschepen" afgerond. Een verdere bewer-



Informatiestand JONSDAP 73, onderzoek van de Noordzee.

king van de gegevens wordt in het vooruitzicht gesteld, waarbij de aanwezigheid van enkele partiële getijden en de invloed van de wind op de reststroom bekeken zullen worden. Tot een voltooiing van dit projekt is het echter nog niet gekomen (Otto, 1964).

RHENO.

Min of meer onafhankelijk van alle andere projecten wordt in 1965 meegedaan aan het internationale RHENO-experiment^{*)}. Dit experiment is een grootscheeps diffusie-experiment in de Centrale Noordzee waarbij 2000 kg Rhodamine-B als diffunderende stof wordt geloosd. De Nederlandse bijdrage aan boord van de Willem Beukelsz is een gezamenlijke inspanning van KNMI en Rijkswaterstaat. Andere deelnemende schepen zijn de Clione van het Fisheries Laboratory te Lowestoft, de Duitse Gauss en de Explorer van het Fisheries Laboratory te Aberdeen. In de loop van volgende jaren wordt dit experiment verder uitgewerkt waarmee een nieuw onderzoek zijn intrede doet op het KNMI. Enige eigen diffusie-experimenten zullen volgen.

Fluorescentie.

In de tweede helft van de zestiger jaren wordt gewerkt aan de mogelijkheid om, naast het zoutgehalte en de doorzichtigheid van zeewater, nog enkele herkenningmogelijkheden van watermassa's ter beschikking te krijgen. Als mogelijke kandidaten worden het fluorescerend vermogen en de lichtextinctie naar voren gehaald, waarbij nog wel veel studie nodig zal zijn zowel uit de literatuur als ook in veldonderzoek. Over het algemeen heeft men in deze periode met slecht weer te maken dat het veldwerk ernstig hindert. Toch blijkt het mogelijk de herkenningmethode met behulp van de fluorescentie en de lichtextinctie zodanig te ontwikkelen dat onderscheid gemaakt kan worden tussen watermassa's afkomstig uit verschillende bronnen aan de kust zoals de Schelde, Rijn/Maas en de Waddenzee.

Eerste zelfregistrerende stroommeters.

Aan boord van de Willem Beukelsz worden tijdens tochten de eerste ervaringen opgedaan met zelfregistrerende stroommeters (1967). Deze meters zullen later aanleiding geven tot een enigszins andere aanpak van het projekt waterbeweging omdat op direkte wijze stroomsnelheden gemeten kunnen worden gedurende langere periodes dan aan boord van onderzoekingsschepen mogelijk is.

Oliemeldingen.

Wereldschokkend is de stranding van de Torrey Canyon in 1967 in het Engelse Kanaal. Terecht zal daarom in de komende jaren aandacht gegeven worden aan een studie over de beweging van olievlekken. Aan boord van de Nederlandse lichtschepen wordt een intensief

^{*)} Rhodamine experiment in the North Sea.

olie-waarnemingsnetwerk opgezet waarover regelmatig gepubliceerd wordt (Otto, 1970,1973). Ook wordt de mogelijkheid aangegrepen een drijfvlies-experiment uit te voeren. De gegevens kunnen van belang zijn voor de simulering van een olievlek.

Diffusie-experiment.

Een nadere definiëring van het projekt waterhuishouding en waterbeweging vindt plaats in 1968. Dit projekt wordt dan opgesplitst in een viertal deelprojekten te weten: variaties watereigenschappen bewesten Texel, stroomvariaties op verschillende punten, saliniteitsvariaties bij Texel en het zeewatertemperatuur-verloop loodrecht op de kust. Vrij kort hierna worden het derde en vierde projekt in manuscriptvorm afgerond. Een diffusie-experiment met Rhodamine-B wordt uitgevoerd in het kader van het tweede deelprojekt nabij Scheveningen. Een zestal zelfregistrerende stroommeters wordt in zee uitgelegd. Bij de verankering van deze stroommeters worden grote praktische moeilijkheden ondervonden. Na afloop van het experiment is gebleken dat slechts één meter goede resultaten heeft gegeven.

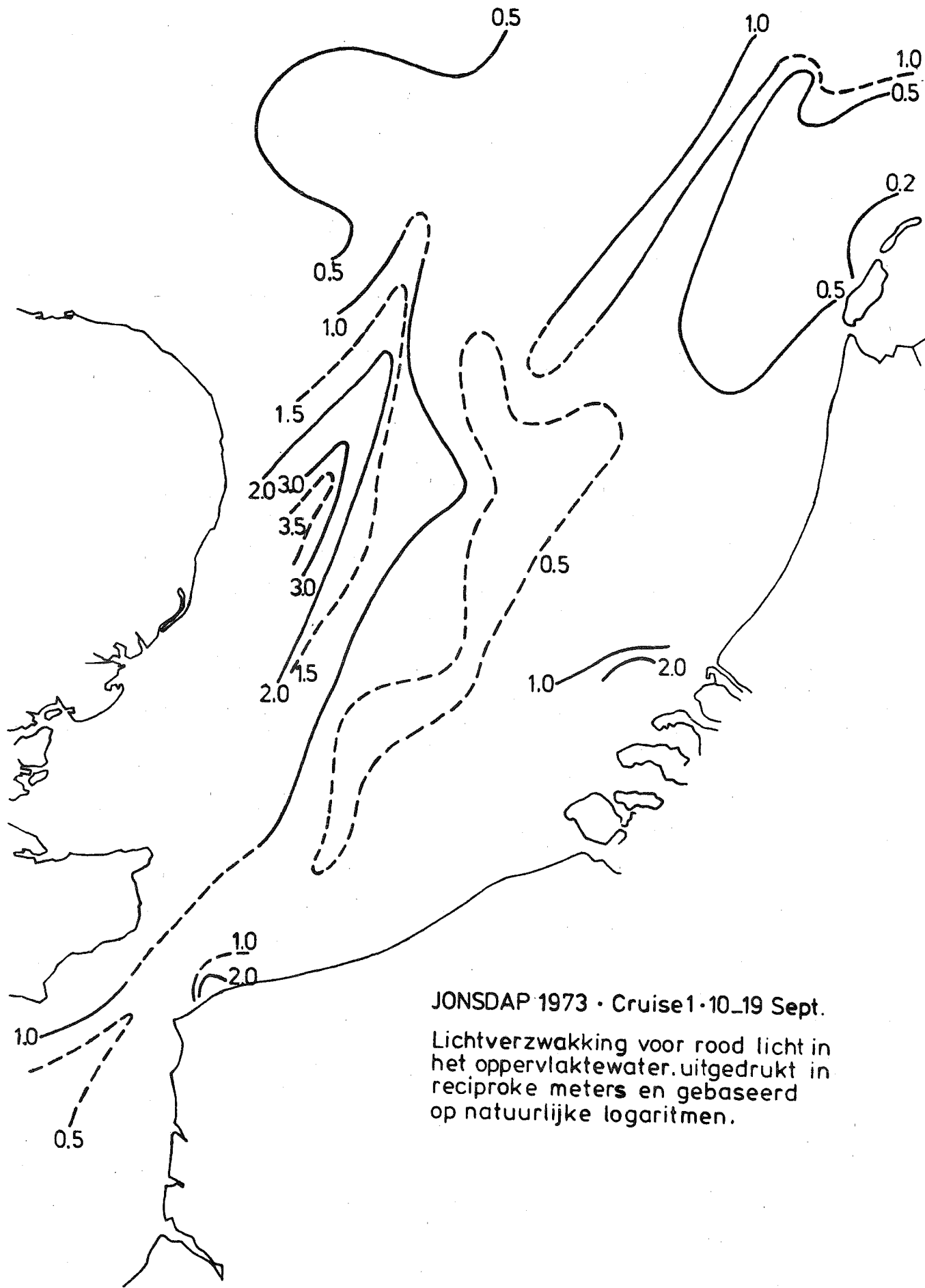
"Permanent station".

In de loop van 1969 en volgende jaren worden de praktische moeilijkheden echter opgelost. Men komt zelfs tot de instelling van een "permanent" station uitgerust met zelfregistrerende meters. Dit station ligt 35 mijl N.W. van Den Helder. Internationaal doet dit station mee in een ICES-projekt genaamd "Permanent moored oceanographic stations in the North Sea". Andere deelnemende instituten bevinden zich in Engeland (Schotland), Noorwegen, Duitsland en Zweden (zie bijv. Ramster, 1976). Gedurende de volgende jaren zullen meerdere in internationaal verband uitgevoerde stroommeetkampanjes volgen.

De zeventiger jaren.

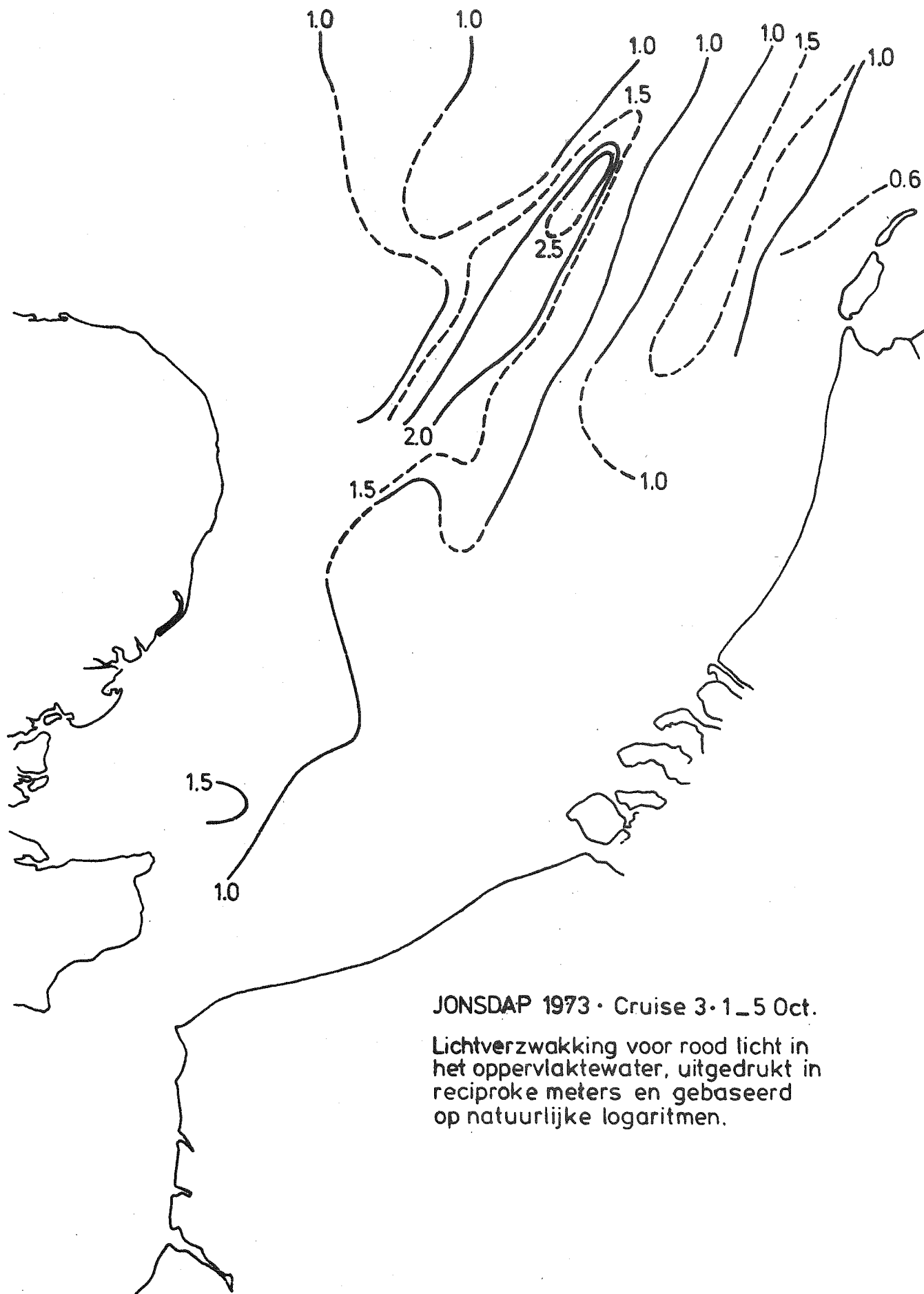
Transport en menging.

Een aantal diffusie-experimenten wordt eind zestiger jaren en begin zeventiger jaren uitgevoerd, gedeeltelijk in samenwerking met Rijkswaterstaat (Meerburg, 1971). Toch blijkt het diffusie-onderzoek op het KNMI een aflopende zaak te zijn. Dit hangt samen met de komst van de "Middellange Termijn Planning" (MLTP) opgesteld door de Raad van Overleg voor het fysisch oceanografisch onderzoek van de Noordzee (R.v.O.). In de planning is een opsplitsing gemaakt tussen advectieve en diffusieve verspreiding van in zee aanwezige verontreinigingen. Met de MLTP van de R.v.O. wordt een nauwere samenwerking beoogd tussen op zee werkzame instituten over een breed front van fysisch oceanografisch onderzoek. Overeengekomen wordt dat Rijkswaterstaat in nauwe samenwerking met het KNMI verder diffusie-onderzoek zal uitvoeren (1972). Het KNMI zal verder onderzoek doen aan advectieve verspreidings-mechanismen. Experimenteel zal dit gebeuren met de zelfregistrerende stroommeters en met een nieuw in te voeren techniek, de zogenaamde "remote sensing".



JONSDAP 1973 · Cruise 1 · 10-19 Sept.

Lichtverzwakking voor rood licht in het oppervlaktewater, uitgedrukt in reciproke meters en gebaseerd op natuurlijke logaritmen.



JONSDAP 1973 · Cruise 3 · 1_5 Oct.

Lichtverzwakking voor rood licht in
het oppervlaktewater, uitgedrukt in
reciproke meters en gebaseerd
op natuurlijke logaritmen.

Infrarood.

Voor deze laatste techniek wordt in 1971 een infrarood stralings-thermometer aangeschaft van het type Barnes-PRT 5. De bedoeling van dit instrument is dat er zeewater-temperaturen mee gemeten kunnen worden vanuit een vliegtuig dat over zee vliegt. In 1971 wordt dit apparaat gebruikt tijdens een gecombineerde vlieg- en vaartocht. Toepassing wordt voorzien in onderzoek van kustwatercirculatie en warmtebalansmetingen.

Model.

Theoretisch onderzoek aan waterbeweging vindt plaats in de ontwikkeling van een numeriek model. Dit model zal gebruikt kunnen gaan worden bij berekeningen van de stroom t.g.v. wind en bij stormvloedverwachtingen. De ontwikkeling van dit model zal enige jaren gaan duren. Met het intreden van "de computer" worden de mogelijkheden vergroot zowel voor numeriek theoretisch werk als voor dataverwerking (zie Prangma, 1975). Zo ziet men kans om in 1972 het permanente ICES-netwerk met een tweede Nederlands stroommeetstation aan te vullen. Dit station ligt op 30 mijl ten westen van Petten.

JONSDAP 73.

Een grootscheeps internationaal onderzoek naar de waterbeweging vindt plaats in 1973 onder de codenaam JONSDAP 73 (Joint North Sea data acquisition programme). Nederland, Engeland en België zetten in onderlinge samenwerking een groot aantal wetenschappelijke instrumenten in zee uit gedurende de maanden september en oktober. De stroom- en opzetwaarnemingen worden gebruikt om het numerieke model te toetsen.

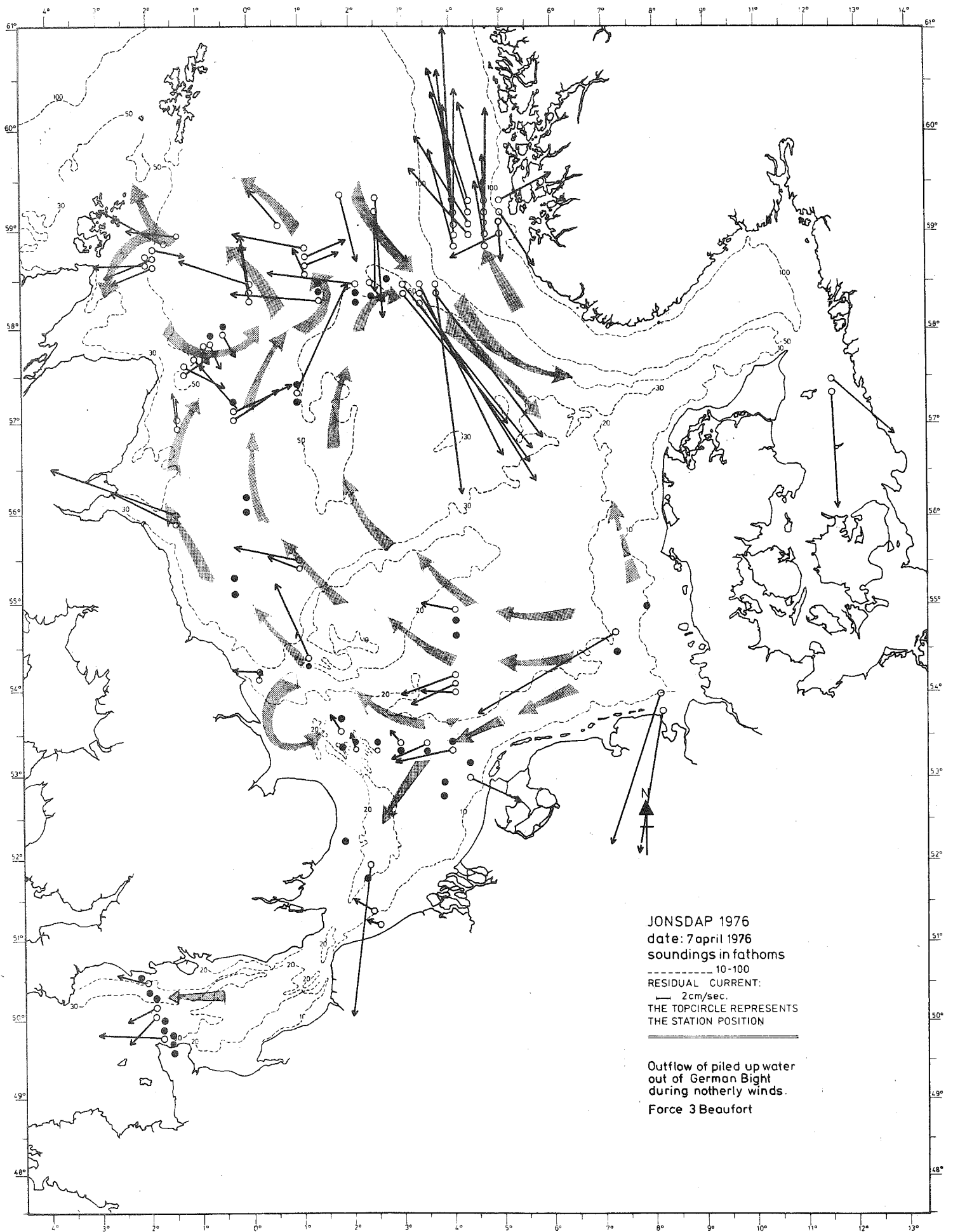
"Synoptisch" beeld.

Parallel aan het voorgaande vindt onderzoek plaats naar de toepassingsmogelijkheden van remote sensing. In 1973 worden vluchten ondernomen tussen Goeree en Den Helder waarvan er een aantal succesvol zijn. Vanaf het begin heeft men echter met grote technische moeilijkheden te kampen door de slechte werking van het instrument. Juist vanwege deze moeilijkheden besluit men in 1974 van verdere experimenten op dit gebied af te zien en wordt gestreefd naar een afsluitend manuscript (Kraan, 1977). Eveneens wordt parallel gewerkt aan de opzet van een uitgebreid netwerk van zeewatertemperaturen en saliniteiten met behulp van scheepvaartmaatschappijen en andere instituten om snel, na enige weken, gebruikers zondig te kunnen voorzien van deze gegevens. De codenaam van dit project is SATE (Saliniteit en Temperatuur) (1972).

Voortgang.

De jaren 1974 en 1975 laten een verder uitwerken van gegevens zien. Enkele stroommetingen met zelfregistrerende meters worden uitgevoerd.

Eén meetkampanje speelt zich af op het noordelijk deel van het Nederlandse continentale plat waar 's zomers gelaagdheid in het water optreedt. Hierbij worden aanwijzingen gevonden die duiden op de aanwezigheid van interne getijden (Riepma, 1976). Het numerieke model wordt verbeterd en voor semi-operationeel gebruik klaargemaakt. Verder



komt een doorzichtigheidsmeter voor zeewater gereed. Met dit instrument kan met varend schip gemeten worden; het is in combinatie te gebruiken met de "remote sensing"-techniek.

JONSDAP 76.

Een volgend grootscheeps internationaal onderzoek op het gebied van de waterbeweging in de Noordzee speelt zich af onder de naam JONSDAP 76. Het KNMI doet tijdens dit experiment uitsluitend stroommetingen met zelfregistrerende stroommeters waarbij er een aantal geleend wordt van studiediensten van Rijkswaterstaat (Hoorn en Delfzijl). Tijdens deze kampanje is de gehele Noordzee gebied van onderzoek gedurende 40 dagen in het voorjaar. Op een aantal dieptes worden stromen gemeten. Instituten uit Frankrijk, Engeland (Schotland), België, Nederland, Duitsland, Noorwegen en Zweden nemen er aan deel. Naast het toetsen van het verder ontwikkelde numerieke Noordzeemodel stellen medewerkers van het KNMI een publikatie samen over de circulatiestromen tijdens JONSDAP 76, nadat gegevens daarover van de andere deelnemende instituten waren ontvangen (Riepma, 1980?).

STROVAR.

Bij de uitwerking van de stroommetingen in de zuidelijke Bocht van de Noordzee (permanente stations en JONSDAP 73) wordt een grote ruimtelijke variabiliteit van circulatiestromen gevonden over betrekkelijk korte afstanden. Het plan ontstaat om een projekt op te stellen om onderzoek te doen naar de fysische oorzaak van deze variabiliteit (STROVAR) (Riepma, 1977). Vanaf 1976 tot 1980 worden regelmatig stroommetingen met zelfregistrerende meters uitgevoerd. Theorie en experiment duiden op de aanwezigheid van wervelingen, samenhangend met de bodem-topografie, de getijstroom en de wind boven de zuidelijke Noordzee. Het onderzoek moet klaarheid brengen in de representativiteit van numeriek berekende stromen die slechts op discrete roosterpunten worden uitgerekend.

Operationele fase.

Begin 1978 is de ontwikkeling van het numerieke model voor stromen en stormvloedverwachtingen vrijwel afgerond. Semi-operationeel worden de resultaten gebruikt door de weerdienst bij het uitgeven van stormvloedwaarschuwingen. Daarnaast worden de resultaten als eerste toepassing gebruikt bij de operationele begeleiding van een oceanografisch experiment dat uitgevoerd wordt door het Fisheries Laboratory te Lowestoft. Dit experiment beoogt het volgen van een vlek van schol-eieren op zijn weg door de zuidelijke Bocht van de Noordzee naar de Waddenzee en de Centrale Noordzee waar een verdere ontwikkeling van larven tot schollen plaatsvindt. Gedurende het gehele experiment (1 maand) worden iedere dag per telex stroomberekeningen opgestuurd naar Lowestoft. De stroomberekeningen zijn zowel op aktuele winden boven de Noordzee als op verwachte winden gebaseerd. Hiermee worden dus tot 24 uur vooruit verwachte stromen opgegeven.

H.W. Riepma.

Literatuur.

- Dorrestein, R. e.a., 1960. Einige klimatologische und hydrologische Daten für das Ems-Estuarium. Verhandelingen Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen. Geol. Serie deel XIX p. 39-42.
- On the distribution of salinity and of some other properties of the water in the Ems-Estuary, idem p. 43-74.
- Note on the annual variation of salinity, temperature and oxygen contents in the Ems-Estuary, idem p. 75-81.
- On the mixing and flushing of the water in the Ems-Estuary, idem p. 83-102.
- Kraan, C., 1977. Bepaling van de temperatuur van het zeeoppervlak uit IR straling. Een kritische evaluatie van de methode. KNMI WR 77-5.
- Meerburg, A.J., 1971. A diffusion experiment near an amphidromic current point in the North Sea. KNMI WR 71-1.
- Otto, L., 1964. Results of current observations at the Netherlands lightvessels over the period 1910-1939. Part I. Tidal analysis and the mean residual currents KNMI Med. en Ver. 85.
- Otto, L., 1966. Light attenuation in the North Sea and the Dutch Wadden Sea in relation to Secchi disc visibility and suspended matter. Neth. Journ. of Sea Res. 3, (1) p. 28-51.
- Otto, L., 1969. Saliniteitsvariatiës bij het lichtschip Texel, KNMI WR 69-2.
- Otto, L., 1970. Results of an oil pollution reporting scheme of the Netherlands coastal stations and lightvessels. FAO Technical Conference on Marine Pollution and its effects on living resources and fishing. FIR: MP/70/E-98.
- Otto, L., 1973. Environmental factors in operations to combat oil spills. Report on Marine Science Affairs 9. (Publ. by WMO).
- Prangma, G.J., 1975. On the automatic handling of data obtained from recording current meters. KNMI WR 75-13.

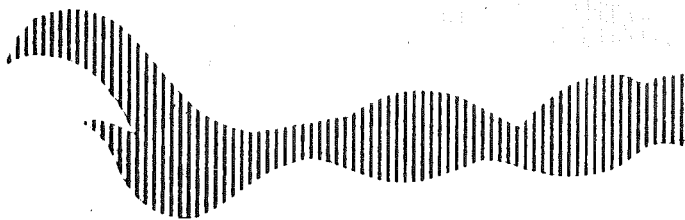
- Ramster, J.W., 1976. Report of the working group on permanent moored current meter stations in the North Sea. ICES Coöp. Res. Rep. No. 53.
- Riepma, H.W., 1976. Note on observed short time temperature variations. ICES CM 1976/C:17 Hydrography Committee.
- Riepma, H.W., 1977. Spatial variability of residual currents in an area of the southern North Sea. ICES CM 1977/C:43 Hydrography Committee.
- Riepma, H.W., 1980? Residual currents during the IN/OUT phase of JONSDAP 76. Met. Fors. Ergeb. In druk.
- Visser, M.P. en M.J.L. Monsjou, 1967. Bewerking van oceanografische waarnemingen van de Batavierlijn gedurende de jaren 1960-1964. KNMI V-205.

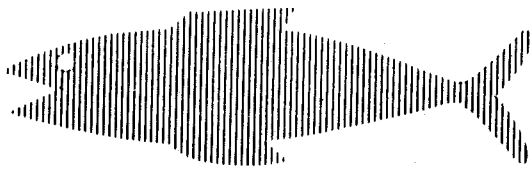
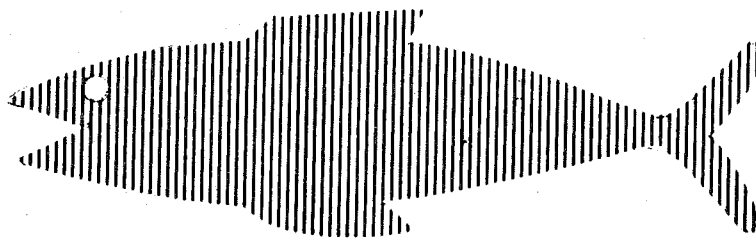
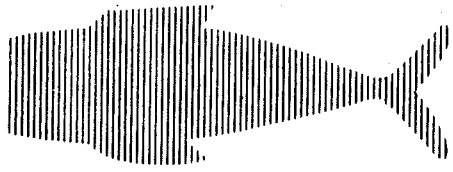
Ik ging met deze Harwich-boot (dagdienst) en de kapitein had natuurlijk wel e.e.a. over het KNMI te zeggen (niet helemaal best). De marconist werd gekweld door de vraag hoe precies op LE Goeree het zicht bepaald werd. Dat moet ik hem nog nader schrijven. (Notitie van RD op een prentbriefkaart, 14 januari 1973).

Het zeeonderzoek in Nederland heeft een afwijkende organisatie vergeleken met elders. Op het eerste gezicht is niet in alle gevallen duidelijk "wie wat doet".

Er bestaan samenwerkingsverbanden met o.a. visserij, scheepvaart, industrie, onderwijs, en die zijn vaak zeer hecht. Dit verklaart de vele kruisverbindingen met andere instituten, soms op basis van uitbesteed werk, soms op basis van wederzijds profijt. Met name gold dit in het verleden voor het visserij-onderzoek, waarvoor het "hydrografische" deel grotendeels door het KNMI werd verricht. Weenink heeft dat belicht in zijn bijdrage, Postuma gaat er ook op in.

Een aantal van deze samenwerkingsverbanden komen in dit boekje expliciet aan bod, een aantal andere zit misschien verborgen in verschillende bijdragen, overzichten of foto's. Daarmee is uiteraard niets gezegd over hun onderlinge gewicht of belangrijkheid.





BETEKENIS VAN "HYDROGRAFIE" VOOR DE VISSERIJ.

Milieu-condities.

Het hydrografisch en biologisch onderzoek worden vanaf het begin van de internationale coördinatie van het visserijonderzoek, bij het vóór-overleg voor de stichting van de International Council for the Exploration of the Sea, in één adem genoemd.

Dit vóór-overleg had plaats in Kristiania in 1901 en één van de vijf daarbij aangenomen resoluties luidde: "To give uniform directions for hydrographical and biological researches in accordance with the resolutions drawn up in the programmes of the present conference, or in accordance with such modifications as may be introduced with the States represented".

Men had duidelijke behoefte aan het betrekken van hydrografisch onderzoek bij het biologisch visserijonderzoek. Dat het hydrografisch onderzoek bij het visserijonderzoek werd betrokken, is niet zo verwonderlijk, aangezien de hydrografie gegevens kon verschaffen betreffende de fysisch/chemische condities van het milieu, waarin de voor de visserij belangrijke vispopulaties leven.

Hydrografische condities die ook van belang zijn voor plantaardig en dierlijk leven in zee, waarvan het voortbestaan van commercieel belangrijke vissoorten vaak in hoge mate afhankelijk is.

Ofschoon men algemeen erkent dat hydrografische factoren bepalend zijn voor de vorm en talrijkheid van dierlijk en plantaardig leven in zee, hoort men nu vaak de vraag stellen "Wat voor betekenis heeft het hydrografisch onderzoek voor de visserij?"

Beschrijvend.

Bij het biologisch onderzoek in de 19e eeuw en in het begin van de 20e eeuw heeft men van de resultaten van het hydrografisch onderzoek dankbaar gebruik gemaakt bij het beschrijven en verklaren van de verspreiding van de diverse vissoorten in de zeeën en oceanen in de verschillende klimatzones. Men heeft onderscheid kunnen maken tussen de soorten waarvan de biologie is aangepast aan een koud of een warm "zeeklimaat". De beschrijving van het diepte-, temperatuur-, stroompatroon en de chemische samenstelling van het water in de verschillende zeeën, het aangeven van zgn. opwellingsgebieden van koud mineraalrijk bodemwater, gaf inzichten in het hoe en waarom van het bestaan van zeegebieden rijk aan vis (kustzeeën in de gematigde zones en opwellingsgebieden) of van gebieden die nauwelijks vis bevatten (open oceanen).

Verklarend.

Van het visserijonderzoek wordt echter meer verwacht dan het geven van verklaringen voor het bestaan van verschillen in de verspreiding van de afzonderlijke vissoorten in de diverse klimatzones of het bestaan van gebieden rijk of juist arm aan vis.

Het visserijonderzoek heeft de opdracht om de oorzaken op te sporen van fluctuaties of trendmatige veranderingen op korte of middellange termijn in de grootte en samenstelling van vispopulaties, waarin de visserij interesse heeft. Op basis van de inzichten

die uit dat onderzoek worden verkregen, kunnen adviezen worden gegeven voor een doelmatig beheer van de visstand. Dit doelmatig beheer houdt in dat fluctuaties worden verminderd of dat dalingen in de grootte van de visstand worden voorzien en waar mogelijk gecorrigeerd door middel van vangstregulerende maatregelen.

Grote veranderingen.

Hoe kan de hydrografie hieraan haar medewerking verlenen? Het directe antwoord hierop is het continueren van hydrografische waarnemingen in zee, zoals b.v. temperaturen, chemische samenstellingen, storm etc., waaraan veranderingen in het populatiepatroon al dan niet kunnen worden gekoppeld.

Het onderzoek naar de oorzaken van veranderingen in visstand van de Noordzee is daarvan een voorbeeld. Het is algemeen bekend dat er in het aanvoerpatroon van vis uit de Noordzee in de jaren na de Tweede Wereldoorlog grote veranderingen zijn opgetreden. Het opvallendst is het wegvallen van de aanvoer van haring en makreel in de zestiger en zeventiger jaren. Parallel hiermee trad een enorme stijging op in de aanvoer van bodemvis (zandspiering, kevers, kabeljauw, schelvis, wijting, schol) en sprot waardoor de totale aanvoer van 1500000 ton verdubbelde tot \pm 3000000 ton. Naar de oorzaken van de verschuivingen in het aanvoerpatroon, die een weerspiegeling is van de grootte en samenstelling van de diverse vispopulaties waaruit de visstand is samengesteld, wordt door de biologen van de diverse visserij-laboratoria vlijtig gezocht.

Tijdens een I.C.E.S. symposium getiteld "North Sea Fish Stocks, Recent Changes and Their Causes", in 1975 te Aarhus gehouden, kwam men tot de conclusie dat de verschuivingen die er in de visstand waren opgetreden niet konden worden verklaard met veranderingen in de natuurlijke omstandigheden, d.w.z. met veranderingen van de hydrografische factoren (temperatuur en zoutgehalte). De visserij moest hiervan de oorzaak zijn geweest.

Voorafgaand en tijdens de verschuivingen in het populatiepatroon van de visstand had zich het visserijpatroon belangrijk gewijzigd. De totale visserij-intensiteit was sterk gestegen door het inzetten van efficiënt vissende schepen, uitgerust met scherp vissende netten en goede visopsporingsapparatuur. Het inzetten van de Noorse purse-seine vloot, vissende met grote diepe ringzegens en toegerust met de laatste vinding, het zgn. powerblock, waardoor deze in de open zee kon opereren betekende de genadeslag van de haring- en makreelstand in de Noordzee.

De conclusie echter dat natuurlijke factoren de veranderingen die zijn opgetreden niet kunnen hebben veroorzaakt, kon alleen maar worden getrokken doordat het mogelijk was te kunnen beschikken over lange series hydrografische waarnemingen. Deze waarnemingen zijn verwerkt en bij elkaar gebracht in de bijdrage "Long-Term Changes in the North Sea Hydrography" (H.W. Hill en R.R. Dickson 1975).

Voorzichtig.

Men moet met het op deze wijze gebruiken van hydrografische gegevens wel voorzichtig zijn. Uit dit voorbeeld zou ten onrechte de conclusie getrokken kunnen worden, dat er tussen abiotische factoren (bv. temperatuur) en de fluctuaties van vispopulaties geen

verband zou bestaan. Dat is echter niet zo. Tijdens het Aarhus symposium heeft men de populaties haring, makreel, kabeljauw, schelvis, wijting en schol in de Noordzee als één geheel behandeld. Het is bekend dat de kabeljauwpopulatie uiteenvalt in een paar min of meer zelfstandige eenheden, zoals dat bij haring ook het geval is.

Bij deze afzonderlijke deelpopulaties bestaat wel degelijk een verband tussen de abiotische factoren en de populatiegrootte. Van haring is bekend dat het slagen van een nieuwe jaarklasse in grote mate afhankelijk is van de bodemtemperaturen op de paaiplaats gedurende de ontwikkeling van de eieren. Haring is één van de weinige zeevissen die zijn eieren afzet op vast bodemsubstraat. Het broedsucces is afhankelijk van de bodemtemperaturen volgens een optimumcurve met een optimumtemperatuur bij 12°C, zoals ook uit laboratoriumproeven is gebleken. De haring in de Noordzee paait vanaf augustus tot en met december en begint daarbij in de noordelijke Noordzee en eindigt in de zuidelijke Noordzee en het Kanaal.

Op de Doggersbank, in het verleden een zeer belangrijke paaiplaats, komen in augustus - september bodemtemperaturen tussen de 12°C en 15°C voor, in het Kanaal in december varieert de bodemtemperatuur tussen de 9°C en 12°C. Dit verschil in spreiding van paaitemperaturen op de beide genoemde paaiplaatsen heeft tot gevolg dat, door het bestaan van de optimumcurve, het paaissucces op de Doggersbank negatief en in het Kanaal positief met temperaturen waarbij wordt gepaaid is gecorrigeerd. Dit betekent dat in een periode met b.v. veel warme zomers het recruitment op de Doggersbank ongunstig wordt beïnvloed. De Kanaalharing echter, die in de herfst en winter paait, profiteert van een warme zomer, omdat op een warme zomer meestal hoge december temperaturen volgen.

Aangezien beide populaties na het paaien meer of minder gemengd in de Noordzee voorkomen, zal de visserij van deze fluctuaties niet veel merken, de Noordzeeharing-populatie blijft gemiddeld even groot.

Thans verkeren beide haringpopulaties, de Doggersbank-populatie en de Kanaal-populatie in een zeer slechte staat wat er inderdaad op wijst dat een excessieve visserij de oorzaak is van de achteruitgang van de haringstand in zowel de zuidelijke als in de centrale Noordzee, een conclusie waartoe men ook in Aarhus kwam. Dit haringvoorbeeld wijst er echter duidelijk op dat men met conclusies, wat betreft de relatie tussen hydrografische factoren en de grootte van de visstand, zoals reeds eerder is gezegd, toch erg voorzichtig moet zijn. Vooral als dit visstanden betreft die bestaan uit meerdere componenten.

Een voorbeeld.

Recentelijk heeft Grainger (1978) aangetoond dat de grootte van de haringstand paaiend ten westen van Ierland en de Hebriden een verband vertoont met langjarige trends in de zomertemperaturen van het zeewater aldaar. Bij het hoger worden van de temperaturen wordt de haringstand in dat gebied kleiner. De recente daling van de wintertemperaturen ten westen van Ierland ging volgens Grainger gepaard met een groter worden van de haringstand. Helaas kunnen we er echter direct aan toevoegen dat door het stijgen van de haringstand in de wateren ten westen van Ierland en de Hebriden en door de schaarste van de haring in de Noordzee, de visserijintensiteit op Ierse en Hebriden haring zo

sterk toenam dat ondanks gunstige natuurlijke voorwaarden ook in dit gebied vangstregulerende maatregelen geboden zijn, om het inéénstorten van de stand te voorkomen.

Graag continueren.

Het verzamelen van hydrografische gegevens (bodem- en oppervlaktetemperaturen, zoutgehalten, stroommetingen) op routinematige basis op zorgvuldig daarvoor uitgekozen plaatsen is nog steeds noodzakelijk. Deze gegevens zijn onmisbaar bij het bepalen van de oorzaken van veranderingen die optreden in visstapels. Zij kunnen worden gebruikt om te bepalen of de oorzaken van "natuurlijke" dan wel "menselijke" aard zijn. Dit geldt vooral voor die gebieden waar economisch belangrijke vissoorten aan de rand van hun verspreidingsgebied zitten zoals bij kabeljauw in de noordelijke arctische gebieden en haring in de zuidelijke Noordzee.

Het aantal punten echter waar gegevens op routinematige wijze worden verzameld loopt steeds terug onder druk van bezuinigingen en automatiseringen. Ik denk hierbij in het bijzonder aan het uit de vaart nemen van de lichtscheper welke voor de Nederlandse kust hebben gelegen, waardoor een ontijdig einde gemaakt is aan de zeer waardevolle reeksen van temperaturen en zoutgehaltewaarnemingen in het Nederlandse kustgebied en de zuidelijke Noordzee. Temperatuurreeksen die in het Nederlandse onderzoek veel worden gebruikt. Op deze plaats zou ik graag willen pleiten voor het continueren van de waarnemingenreeks en in het Nederlandse kustgebied en in andere West-Europese zeegebieden door het optimaliseren van geautomatiseerde hydrografische waarnemingspunten, vanaf platforms of met boeien die ook door de scheepvaart kunnen worden gebruikt.

K.H. Postuma.

Literatuur.

- Grainger, R.J.R., 1978. Herring abundance of the West of Ireland in relation to oceanographic variation. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 38(2): 180-188.
- Hempel, G., 1978. Synopsis of the Symposium on North Sea Fish Stocks, recent changes and their causes. *Rapp. et P.V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer*, 172: 445-449.
- Hill, H.W. and R.R. Dickson, 1978. Longterm changes in North Sea Hydrography. *Rapp. et P.V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer*, 172: 310-334.
- Went, A.E.J., 1972. Seventy years agrowing. A history of the International Council for the Exploración of the Sea, 1902 - 1972. *Rapp. et P.V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer*, 165: 1-252.

KNMI EN SCHEEPVAART.

Maury en de zeevaart.

Sinds eeuwen wordt aan boord van zeeschepen in het scheepsjournaal melding gemaakt van het weer, de wind en de golven, welke tijdens de wacht zijn waargenomen. Aan de hand van deze aantekeningen is men in het verre verleden al te weten gekomen in welke zeegebieden constante winden (passaten) en periodieke winden (moessons) waaien.

De Amerikaanse marine-officier en geleerde Matthew Fountain Maury, geboren 24 januari 1806, overleden 1 februari 1873, was de eerste die - midden in de vorige eeuw - een systematische studie maakte van deze aantekeningen. Hij hoopte op deze manier de gunstigste winden te bepalen voor een snelle overstek van de oceanen, toen nog per zeilschip uiteraard.

Maury verzamelde de meteorologische gegevens uit alle scheepsjournalen die hij maar te pakken kon krijgen. In 1845 lukte het hem de eerste wind- en stormkaart voor de Noord-Atlantische Oceaan te vervaardigen en uit te geven. Maury had echter veel meer gegevens nodig en zocht daarom contact met de Nederlandse zee-officier Marin Henry Jansen^{*)}. Samen ontwierpen zij een model voor een apart meteorologisch journaal, waarin de gegevens die zij nodig hadden, zoals de toestand van wind, zee en lucht, barometerstand, temperatuur van lucht en zeewater, enz. konden worden opgetekend.

Jansen en "Zeevaart".

Het streven van beiden was zich te wijden aan het onderzoek van de verschijnselen op en in de oceaan om de zeevarenden de voordelen te verschaffen, die de uitkomsten van een dergelijk onderzoek zouden opleveren. In 1853 keurde een internationale conferentie in Brussel het model-journaal goed voor algemeen gebruik aan boord van zeeschepen van de deelnemende landen. Toen dit model was vastgesteld en ook aan de Nederlandse schepen zou worden meegegeven, werd Jansen benoemd tot Directeur van de afdeling Zeevaart van het Meteorologisch Instituut, dat toen te Utrecht was opgericht.

Van toen af aan werd aan boord van steeds meer schepen, naast het scheepsjournaal ook een meteorologisch journaal bijgehouden. De gegevens werden aan het eind van iedere wacht genoteerd. Na één jaar had de afdeling Zeevaart van het KNMI, dat in 1854 was opgericht al 178 journalen verzameld. De verkregen gegevens werden vergeleken met die van Maury. Deze was erg enthousiast over die gegevens en hij kwalificeerde de Nederlandse gezagvoerders en stuurlieden als "skilful and faithful observers". Later schreef hij nog: "The Dutch navigators are doing so much for our cause and they are capable of doing so much more, that I think it a pity that they should not be kept regularly supplied with the charts". Op deze wijze ontstonden de eerste wind- en stroomkaarten van andere oceaangebieden, die grote diensten bewezen aan koopvaardij en marine. Deze kaarten, later gebundeld in zogenaamde klimatologische atlassen, bleken - zoals Maury en Jansen hadden verwacht - van grote waarde bij het bepalen van de meest gunstige en veilige zeilroutes.

^{*)} Geboren 11 augustus 1817 te Antwerpen, overleden 9 september 1893.

Scheepvaart en scheepsweerrapporten.

In het begin van deze eeuw werd op de schepen geleidelijk aan telegrafie ingevoerd. Het werd toen mogelijk de waarneming over te seinen aan de meteorologische diensten in De Bilt en elders. Omstreeks 1937 werd een aanvang gemaakt met het aanpassen van het journaal aan de codevorm van het radiografisch weerrapport.

Met behulp van de scheepswaarnemingen en de landwaarnemingen hebben de meteorologen geleidelijk aan het systeem van weersverachtingen opgebouwd, zoals dat tot heden nog steeds functioneert.

Met het oog op het directe gebruik van de waarnemingen door de meteorologen, werd het waarnemen aan het einde van iedere wacht vervangen door het waarnemen op vastgestelde tijdstippen te 00, 06, 12 en 18 uur MTG, dus 4 maal per dag en over de gehele wereld gelijktijdig en wel door gebruikmaking van een internationaal vastgestelde code. Om de meteorologische waarnemingen op zee te kunnen verrichten worden schepen met de nodige meteorologische instrumenten en boekwerken uitgerust.

Ruim 300 Nederlandse koopvaardij schepen, en vissersvaartuigen, alsmede circa 2000 zeelieden (gezagvoerders, schippers, stuurlieden en radio-officieren) zijn eind 1979 bij deze vrijwillige weerrapportage betrokken.

Vanaf 1970 tracht het KNMI op nieuw te bouwen Nederlandse "selected ships" een elektronische zeewaterthermometer met aflezing op de brug aan te brengen, dit in het kader van een aanbeveling van de WMO de waarnemingen aan boord zoveel mogelijk te automatiseren. Thans zijn 26 Nederlandse schepen hiermede reeds uitgerust.

De medewerkende koopvaardij schepen worden, afhankelijk van het beschikbare instrumentarium aan boord en van het waarnemingsprogramma aangeduid als "selected ships", "supplementary ships" en "auxiliary ships".

Verwachtingen t.b.v. de scheepvaart.

De scheepvaart is niet alleen een belangrijk toeleveringsbedrijf van essentiële gegevens, maar is ook een belangrijke klant van de meteorologische diensten. Het KNMI geeft heden ten dage weerberichten en stormwaarschuwingen voor de scheepvaart uit, terwijl ook golf- en deiningverwachtingen ten behoeve van de scheepvaart worden opgesteld.

Routering.

Sinds 1960 kunnen schepen die de Noordatlantische Oceaan oversteken zich bovendien nog laten "routeren".

Het KNMI geeft aan de betrokken schepen een individueel route-advies, nu niet op klimatologische gronden - zoals Maury - maar op grond van het actuele en verwachte weer op zee. Deze route-adviezen zijn gericht op een snellere, veilige en schadevrije overtocht met vaak een lager brandstofverbruik. In de praktijk is het routeren een economisch aantrekkelijk navigatie-hulpmiddel gebleken. De maritiem-meteorologen met nautische ervaring staan dag en nacht klaar om de schepen op hun transatlantische routes meteorologisch te begeleiden.

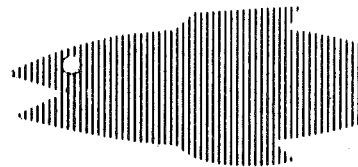
Tegenwoordig beschikt de meteoroloog niet alleen over land- en scheepswaarnemingen, maar ook over gegevens van satellieten en boeien. Hoe waardevol deze gegevens ook zijn,

zij kunnen de waarnemingen aan boord van de schepen in volle zee niet vervangen, alleen aanvullen. De scheepswaarnemingen blijven dan ook voorlopig nog onmisbaar voor de meteorologische diensten.

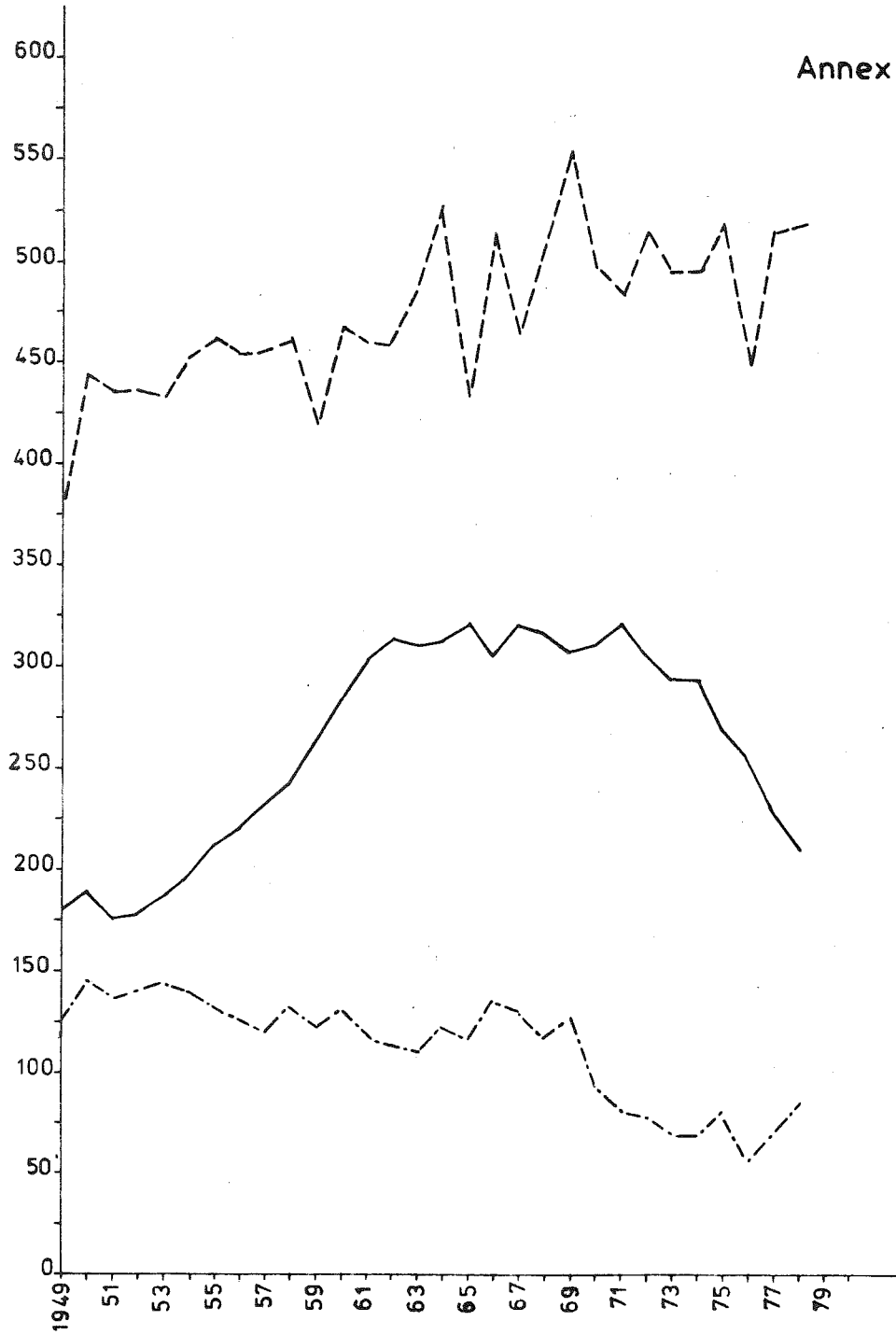
In de hierna volgende grafiek (Annex I) wordt de grootte getoond van de inspanning die zeevarend Nederland zich getroost om te zorgen voor goede weerrapporten van zee. Hoewel het aantal weerrapporten per schip in opgaande lijn is, neemt het aantal deelnemende schepen af, waardoor de totale Nederlandse inbreng de laatste jaren helaas terugloopt. De teruggang van het aantal grote handelsvaartschepen rond 1970 is mede veroorzaakt door de intrede van containerschepen.

Dat ook het gemiddelde aantal stroomwaarnemingen terugloopt hangt mogelijk ook samen met het feit dat de laatste jaren steeds grotere en snellere schepen in de vaart zijn gekomen, echter met een kleinere bemanning. Daardoor is er vaak geen gelegenheid meer voor goede stroomwaarnemingen..

L.J. Mahieu.



Annex 1



- Verloop aantal Nederlandse „selected ships“
- - - - - Gemiddeld aantal OBS-rapporten per schip per jaar
- . - . - Gemiddeld aantal stroomwaarnemingen per schip per jaar

MEDEWERKING VAN NEDERLANDSE SCHEPEN AAN INTERNATIONALE ONDERZOEKPROJECTEN.

Door de Nederlandse "selected en auxiliary ships" werd medewerking verleend aan diverse internationale oceanografische onderzoeken.

1. CINECA-project.

Gebied : $10^{\circ} 36'N$ van de Westkust van Afrika tot $30^{\circ}W$.

Periode : 15 januari - 15 april 1973

15 juli - 15 september 1973.

Doel : Onderzoek naar de circulatie en de samenstelling van het zeewater dat in dit gebied van grote diepte opwelt.

2. GATE-project.

Gebied : De Atlantische Oceaan en de Caraïbische Zee tussen $20^{\circ}N$ en $10^{\circ}Z$.

Periode : 15 juni tot 20 september 1974.

Doel : Het verbeteren van lange-termijn-verwachtingen.

3. JONSDAP 76.

Gebied : Noordzee.

Periode : 15 maart tot 15 juni 1976.

Doel :

1. Beter inzicht te verkrijgen in de uitwisseling tussen de Noordzee en de Atlantische Oceaan en de daarmee samenhangende circulatie in de noordelijke Noordzee.
2. Beter inzicht te verkrijgen in de ontwikkeling van de temperatuurspronglaag in het voorjaar en de daarmee samenhangende chemisch-biologische processen.
3. Het verzamelen van waarnemingsmateriaal voor het testen en verifiëren van modellen.

4. FGGE-project.

Gebied : Wereldwijd, waarbij de aardbol werd verdeeld in drie regionen.

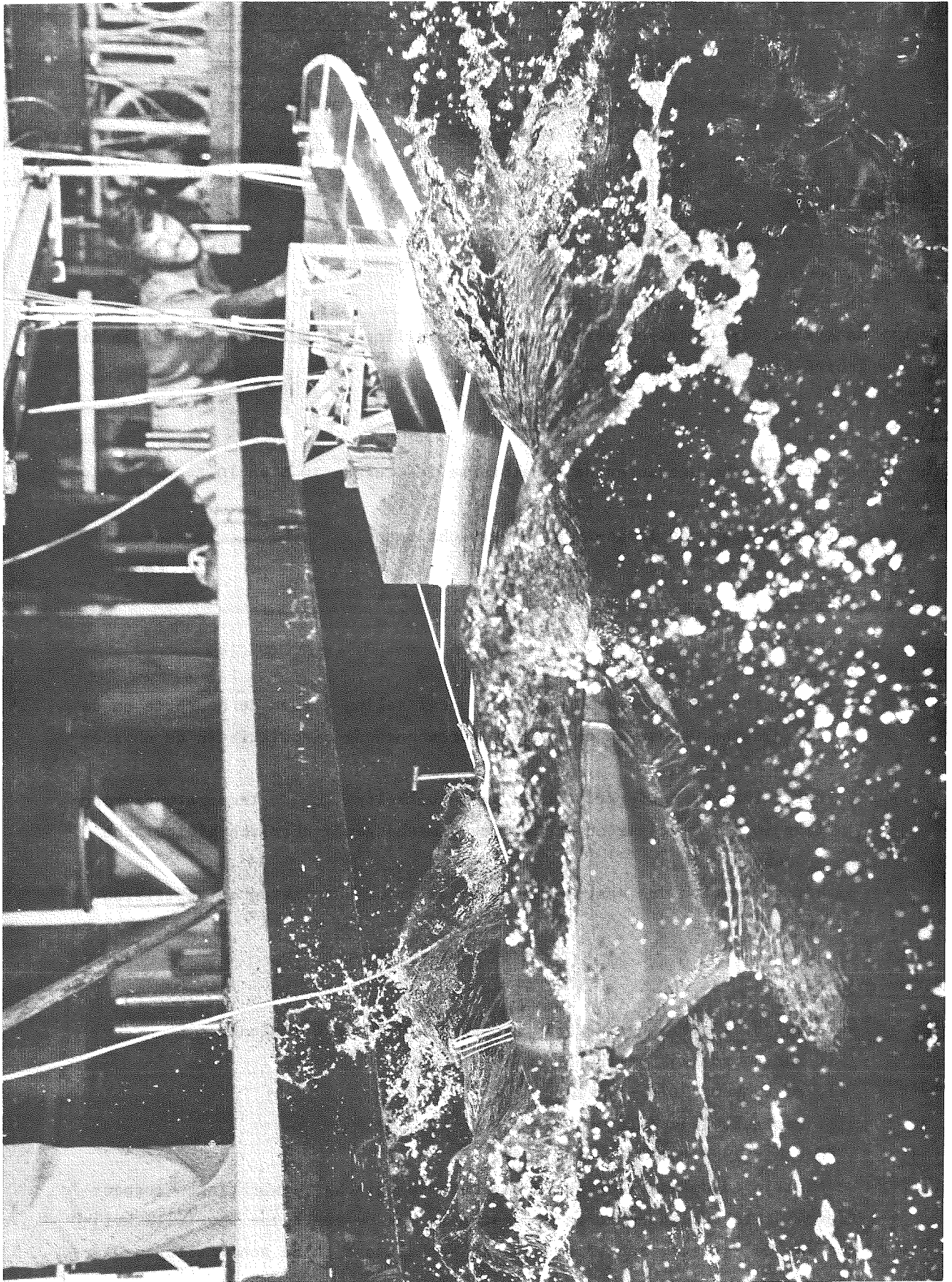
i. het noordelijk halfrond ($20^{\circ}N - 90^{\circ}N$)

ii. de tropen ($20^{\circ}N - 20^{\circ}Z$)

iii. het zuidelijk halfrond ($20^{\circ}Z - 90^{\circ}Z$)

Periode : 1 december 1978 tot 1 januari 1980.

Doel : De termijn en de nauwkeurigheid van meteorologische verwachtingen respectievelijk te verlengen en te vergroten en ook om een beter begrip te krijgen van de fysische achtergronden van het klimaat en de schommelingen daarvan.



"Zeegangproef met een varend schaalmodel van een modern koopvaardij-schip in een omringelmatige zeetoestand, in het zeegangslaboratorium van het Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation".

(foto ter beschikking gesteld door NSP).

Indien iemand zich verdiept in oceanografie en in zeegolven, dan is dat van zelfsprekend van belang voor de koopvaardij. Immers, de koopvaardij, zich moeizaam voortbewegend op de grenslaag tussen lucht en water, is voortdurend blootgesteld aan de specifieke eigenschappen die een grenslaag tussen twee media van zeer verschillende dichtheid vertoont.

Zeegangstank.

Toen in de 50-er jaren de laboratoriumfaciliteiten van het Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation te Wageningen werden uitgebreid met een zeegangstank werd bij in gebruikname gelijktijdig een Zeegangcommissie ingesteld onder voorzitterschap van Prof. J.W. Boonebakker.

Deze commissie had tot taak als adviesorgaan te dienen voor de staf van de zeegangstank bij het bepalen en uitvoeren van haar onderzoekprogramma. Daar deze zeegangstank als een der eerste de mogelijkheid bood onregelmatige golven uit elke gewenste richting op te wekken, waren de onderzoeksmogelijkheden bijzonder groot. Omdat tot dan toe alleen vlakwaterproeven waren uitgevoerd en omdat de kennis van zeegolven nog beperkt was, werd tot toetreding in de Zeegangcommissie Dr. R. Dorrestein, werkzaam bij het KNMI op de afdeling oceanografie, uitgenodigd. En inderdaad heeft hij vele jaren deel uitgemaakt van die commissie en daarin, maar vaak ook veel direkter, buiten de commissie om, in rechtstreeks contact met de staf, zijn waardevolle, vaak niet van ironie en wetenschappelijke twijfel ontblote, adviezen gegeven.

Het zou de moeite waard zijn er de vergadernotulen van de Zeegangcommissie nog eens op na te lezen.

Om theorie en werkelijkheid aan elkaar te toetsen is in die periode gedurende een jaar een zgn. zeegangsjournaal bijgehouden aan boord van nederlandse koopvaardij schepen teneinde golfgegevens als richting, hoogte en periode te verzamelen, gescheiden naar zeegang en deining. Daarna is er ook een meetboei ontwikkeld waardoor aanzienlijk nauwkeuriger zeeganggegevens konden worden verkregen.

Deze activiteiten van het KNMI hebben er in belangrijke mate toe bijgedragen dat de scheepsvorm d.m.v. hydrodynamisch onderzoek in de zeegangstank kon worden verbeterd. Niet alleen weerstand en vermogensbepaling in vlak water, maar ook "sea-kindliness" werd in de eindbeoordeling van de gewenste rompvorm betrokken.

Ook voor het beoordelen van geheel afwijkende rompvormen, zoals hydrofoils, catamarans, Ro-Ro-achterschepen, hovercraft, enz. is naast het voortstuwing/vermogenonderzoek het gedrag in zeegang van eminente betekenis om o.a. het aantal te verwachten werkbare dagen of, meer algemeen, het te verwachten gedrag te kunnen nagaan. Alleen echter wanneer in die laboratoriumomstandigheden een zeegang kan worden opgewekt die representatief is voor het gebeuren in werkelijkheid, alleen dan zijn voldoende betrouwbare resultaten te verwachten waarop beslissingen ten aanzien van de meest gewenste rompvorm kunnen worden genomen. Daarnaast kan een verwachting worden geformuleerd ten aanzien van het gedrag onder reëel te achten bedrijfsomstandigheden.

Rampen.

Een geheel andere, in feite 180° in fase verschillende, toepassing van de zeegangstank is het onderzoek naar aan weersomstandigheden toe te schrijven scheepsrampen. Vooral wanneer zo'n ramp geen overlevenden kent en er dus geen getuigen van het gebeurde zijn, kan via zeegangstankproeven een zo waarschijnlijk mogelijke reconstructie van het gebeurde een belangrijk onderzoekdoel zijn. Op die wijze kan dan nog lering uit het ongeval worden getrokken, wat op zijn beurt kan bijdragen tot het voorkomen van analoge rampen in de toekomst.

Het zal iedereen duidelijk zijn dat kennis van het zeeoppervlak onder alle voorkomende omstandigheden, van rimpelloos en spiegelglad tot en met woest water voor de kim, van grote betekenis is voor het koopvaardijgebeuren. Door middel van het bovengeschetste laboratoriumonderzoek komt die kennis reder, scheepsbouwer en zeevarende ten goede.

Zeestromen.

Maar ook in direkter, rechtstreekser zin kunnen reder en zeevarende van oceanografische kennis profiteren en wel in de eerste plaats door het zo goed mogelijk benutten van bekende zeestromen, waarbij de oceanografische atlanten en andere maritieme documentatie, zoals zeemansgidsen en pilot charts als informatiebron kunnen dienen.

Bekend zijn de resultaten die met name Esso (Exxon) tankers hebben behaald op de route door Straat Florida. Dank zij zorgvuldig, regelmatig en met korte tussenpozen bepalen van de positie met de thans uitbundig ter beschikking staande elektronische navigatiemiddelen kan het voordeel van de stroom noordgaand gemaximaliseerd, het nadeel zuidgaand geminimaliseerd worden.

Zeegangvoorspelling.

Daarmede is echter het belang van de oceanografie voor de koopvaardij nog niet uitgeput. Er is nog een activiteit die eveneens door het KNMI wordt bedreven, waarin kennis van zeegang en deining een rol speelt. Een activiteit gebaseerd op de ervaring uit de 2e wereldoorlog in het grimmige spel van Pacific Island Hopping.

Neumann en Pierson onderzochten de energieoverdracht van wind op het zeeoppervlak en het daardoor ontstaan van zeegolven, alsmede het energiespectrum van die zeegolven.

Hanson en James bouwden daarop voort en ontwikkelden de zeegangvoorspelling. Daarmede was een belangrijk probleem opgelost t.a.v. het bepalen van het tijdstip waarop Pacific Island Hopping operaties konden worden uitgevoerd.

Na de 2e wereldoorlog is uit de kennis van de oceanografen Neumann en Pierson en de meteorologen Hanson en James het weerrouteren geboren, een andere activiteit waarvan de koopvaardij kan profiteren.

Echter, ten aanzien van dat onderwerp draag ik hierop gaarne de pen over aan mijn neef C.G. Korevaar.

A. Wepster
Nederlands Maritiem Instituut
Navigatie Research Centrum.

SCHEEPSROUTERING.

Hoe het begon.

In het jaar 1960 is in navolging van de Amerikanen een begin gemaakt met de weer-routing van schepen. Het KNMI was hiervoor warm gemaakt door de heer A. Wepster, toen-tertijd inspecteur Nautische Dienst van de Holland Amerika Lijn. Het waren dan ook twee schepen van die maatschappij welke bij wijze van proef gerouteerd werden en wel op de route naar New York. Hiertoe was een bescheiden routeringsbureau opgericht dat onder leiding van G. Verploegh ressorteerde onder de toenmalige afdeling Oceanografie en Mari-tieme Meteorologie.

Ter vergelijking van de resultaten dienden twee zusterschepen, die op hetzelfde traject voeren. Teneinde over mensen te beschikken die de taal der zeelieden spraken werden voor het bureau routing stuur-lui aangetrokken die, als de proef niet zou slagen, weer bij de Holland Amerika Lijn terug konden komen.

De proef had een dusdanig succes dat binnen enkele jaren de gehele vrachtvloot van de HAL werd gerouteerd, terwijl intussen ook veel andere maatschappijen hun schepen gingen laten routeren. In de jaren rond 1975 werd een top bereikt van ca 700 routing-ingen per jaar.

Hoe het werkt.

Het voornaamste doel van het weerrouteren is het assisteren van gezagvoerders van schepen bij het kiezen van een dusdanige route, waarbij zowel de reistijd over de Noord-atlantische Oceaan als de kans op schade aan schip en lading tot een minimum worden beperkt onder de bestaande en verwachte weersomstandigheden. Zo'n route wordt ook wel optimale route genoemd.

Er waren aan het eind van de vijftiger jaren twee ontwikkelingen, waardoor men brood ging zien in het routeren van schepen.

Ten eerste was er de komst van Amerikaanse verwachte 500 mbar kaarten (prontours) tot 72 uur vooruit, waardoor een "storm pattern" techniek mogelijk werd. Hierbij werden eerst de banen en intensiteiten van depressies en hogedrukgebieden aan de hand van actuele weerkaarten bepaald, waarna deze werden geëxtrapoleerd m.b.v. de voorspelde 500 mbar patronen. Deze methode berust op het feit dat weersystemen aan de grond als het ware worden gestuurd en beheerst door het stromingspatroon in het 500 mbar vlak. Wanneer de verplaatsing en de relatieve intensiteiten van de diverse weersystemen waren vastgesteld, dan werd overgegaan tot het kiezen van een scheepsroute. Dit is een subjectieve keuze, afhankelijk van de ervaring van de routeerder en de eisen van eigenaar of gezagvoerder.

In sommige gevallen komt het eenvoudig neer op het maken van een keuze tussen een route ten noorden of ten zuiden van de Britse Eilanden langs; in andere gevallen dient er een beslissing genomen te worden m.b.t. de persistentie van een blokkerend gebied van hoge luchtdruk of van een afgesnoerde kern van lage luchtdruk (koude put in 500 mbar vlak).

Soms liggen de depressiebanen flink noordelijk. Afhankelijk van de haven van vertrek kan dan vaak de grootcirkel (de kortste route) worden gevolgd. Als de depressies een wat

zuidelijker baan gaan volgen, dan is het op een oversteek in westelijke richting over het algemeen raadzaam om een meer zuidelijke route te kiezen. Steeds dient daarbij het tijdverlies veroorzaakt door de omweg afgewogen te worden tegen de tijdwinst door het ontmoeten van lagere golven. Als de depressiebanen nog verder zuidelijk komen te liggen, dan kan juist een noordelijke route economischer worden vanwege de geringere omweg. Deze keuze kan wel eens moeilijkheden opleveren als de depressiebanen onder de reis weer terugkeren naar een meer noordelijke positie. Het grote probleem is dan om de juiste plaats en het juiste moment te vinden om de depressiebanen te kruisen en uit te wijken naar het zuiden. Bij zo'n manoeuvre zijn de snellere schepen in het voordeel boven de langzamere.

Het kan voorkomen dat zwaar weer onvermijdelijk is. Uitgebreide stormvelden nabij punt van vertrek of punt van bestemming kunnen niet vermeden worden, behalve door een later vertrek of door het verminderen van vaart. Dit wordt echter niet gauw gedaan, alleen in gevallen van zeer zwaar weer of met schepen welke zeer kwetsbare lading vervoeren.

De beste resultaten worden verkregen als het stromingspatroon in het 500 mbar vlak min of meer persistent is. In sommige gevallen is er bij de aanvang van de reis nog geen duidelijke route aan te geven vanwege complexe overgangssituaties in het algemene patroon. In zulke gevallen wordt voor de eerste dagen een strategische koers aanbevolen totdat er meer duidelijkheid is in de weersituatie. Strategisch houdt in dat een zodanige route wordt gekozen dat nog tijdig een uitwijking of naar het noorden of naar het zuiden gemaakt kan worden. Zo kan het gebeuren dat het eerste advies is om recht op een naderende storm af te varen totdat het duidelijk is of de beste route zuid of noord is.

Scheepsroutering gebaseerd op een "storm pattern" techniek is succesvol omdat geen exacte voorspellingen worden vereist voor de keuze tussen de ene of de andere route. Het is meer een relatieve beslissing. Als maar goed is gekozen tussen noord en zuid, dan is het in vele gevallen niet belangrijk op welk moment precies ten noorden of ten zuiden van een bepaald stormgebied wordt langs gevaren.

Er was nog een tweede ontwikkeling, waardoor de mogelijkheden van het routeren ingezien werden. In de vijftiger jaren begon men namelijk golfkaarten te tekenen. Hieruit bleek dat de gebieden waar hoge golven voorkomen - de voornaamste factor, die de vaart van een schip negatief beïnvloedt - over het algemeen maar smal waren, terwijl vanuit het maximum naar het noorden of zuiden de golfhoogte vrij snel kan afnemen. Betrekkelijk geringe uitwijkingen zouden in vele gevallen de schepen buiten de hogere golven kunnen houden.

Hoe het voortgaat.

Vanaf de oprichting van het bureau routing in 1960 zijn er aldaar tweemaal daags (00 en 12 uur MTG) golfkaarten getekend voor de Noordatlantische Oceaan. Nadat voor het berekenen van golven uit windsnelheid, windduur en strijklengte eerder andere diagrammen waren gebruikt, bleek een door Dorrestein ontworpen diagram (zie figuur) het best bij de waarnemingen te passen. Dit diagram wordt ook thans nog gebruikt bij de analyse van de golfkaarten.

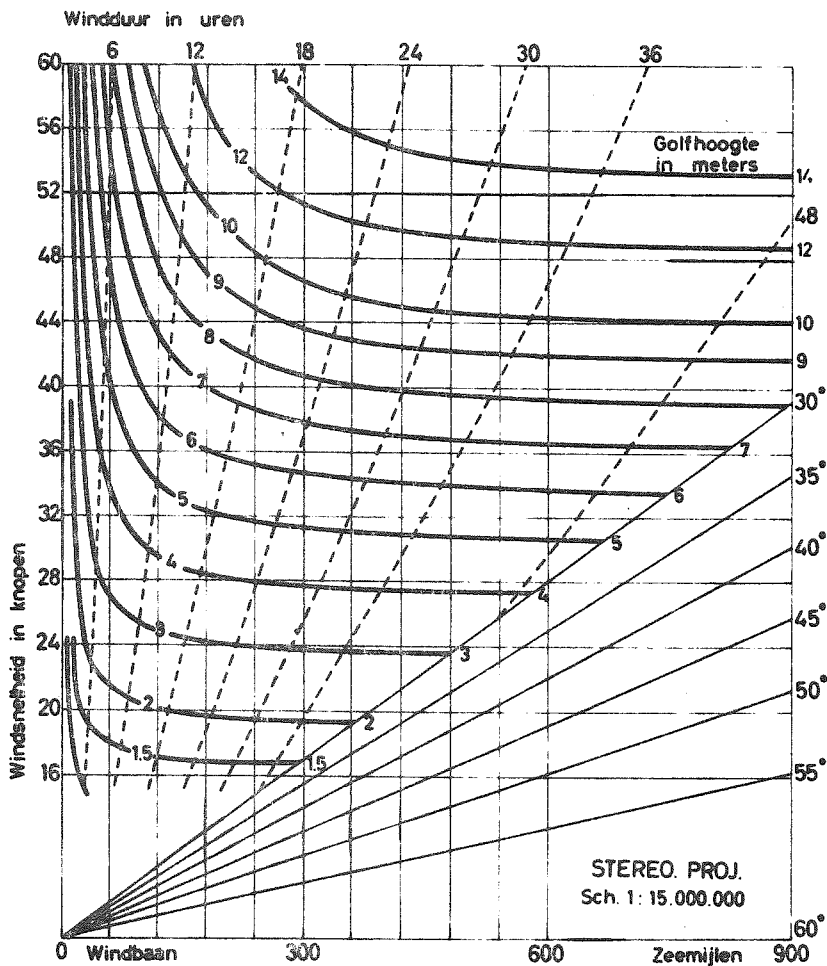
Hoewel niet iedere individuele route een succes is, rechtvaardigen de behaalde

resultaten (Korevaar, 1976) de praktijk van het scheepsrouteren. De beste resultaten worden behaald op westgaande routes en dan speciaal in de wintermaanden. Vooral op de routes naar de Golf van Mexico en de Caraïbische Zee zijn de resultaten goed. Daarbij wordt niet alleen tijd gewonnen, maar bovendien wordt door het varen in minder hoge golven de kans op schade aan schip en lading aanzienlijk verminderd, terwijl de veiligheid wordt verhoogd.

C.G. Korevaar.

Literatuur.

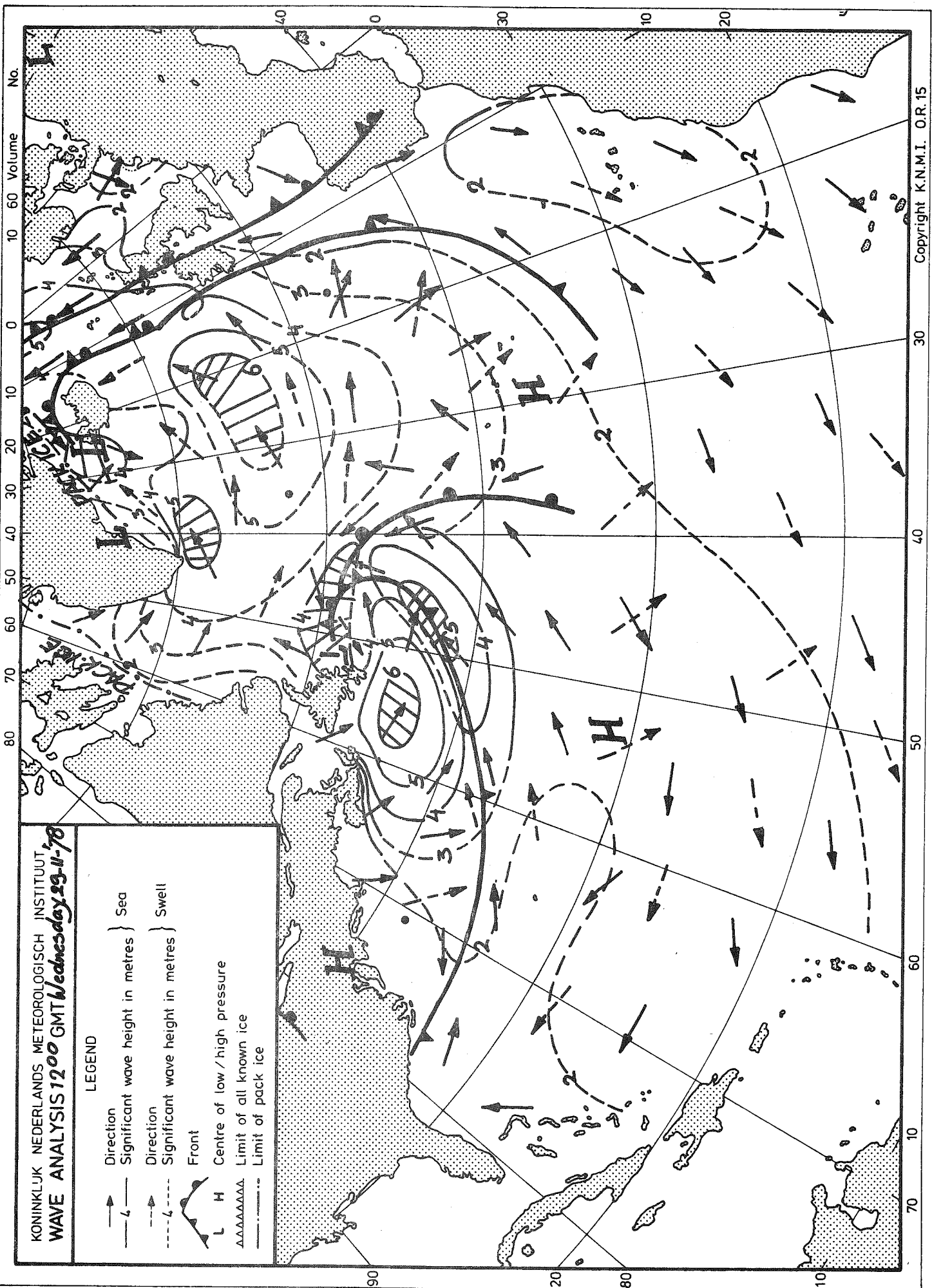
Korevaar, C.G., 1976. Experiences and results of the ship routing of the KNMI.
WR 76-9.



KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT
WAVE ANALYSIS 1200 GMT Wednesday 19-11-78

LEGEND

→	Direction	}	Sea
—	Significant wave height in metres		Swell
→	Direction	}	Sea
- - -	Significant wave height in metres		Swell
▲	Front		
L H	Centre of low / high pressure		
AAAAA	Limit of all known ice		
----	Limit of pack ice		



No. 10 60 Volume 10 0 10 20 30 40 50 60 70 80

Vanouds.

Begrenzing in tijd en ruimte.

In de jaren 1950 tot 1980 zijn er op oceanografisch gebied verschillende samenwerkingsverbanden tussen KNMI en Rijkswaterstaat geweest. Dit betrof uiteraard in hoofdzaak de Noordzee, hoewel de grenzen van de Noordzee in deze samenwerking nu en dan ook overschreden werden. Ook de genoemde tijdsperiode begrenst de samenwerking niet. Die samenwerking is van veel oudere datum.

Uit de bijdrage van Prof. Groen in deze bundel is duidelijk dat de oceanografische belangstelling bij de Rijkswaterstaat van voor de tweede wereldoorlog stamt. Vast staat ook dat Dr. Van Veen, kort vóór 1937 en na de oorlog contact heeft gehad met het KNMI, en dat de stroomwaarnemingen op de lichtschepen met verticaal-log stroommeters uit die samenwerking zijn voortgekomen. In 1936 was het echter nog niet zo ver, in het boek "Onderzoekingen in de Hoofden" rept Van Veen tenminste nog met geen woord over enige vorm van samenwerking.

In de vijftiger jaren.

Eems-estuarium.

In de vijftiger jaren vond een hydrografisch onderzoek van het Eems-estuarium plaats. Dit onderzoek werd in 1959 afgerond.

De verzameling van de gegevens in het eigenlijke estuarium vond gedeeltelijk plaats door de Rijkswaterstaat. In de publikaties worden met name RWS Hoorn en Baflo (Dr.Kamps) genoemd.

De wetenschappelijke interpretatie van de gegevens bij het KNMI resulteerde in publikaties van Dorrestein (1960), Dorrestein en Otto (1960) en Kamps, Dorrestein en Otto (1960). Zoals al elders in deze bundel is opgemerkt was het belangrijkste wetenschappelijke resultaat van dit onderzoek de ontwikkeling van een methode ter berekening van de waterverversing in een estuarium.

Nieuw was vooral de introductie van een ééndimensionaal model voor de beschrijving van het longitudinale transport van het zout met een plaatsafhankelijke mengingscoëfficiënt. Het model was in principe ook toepasbaar voor andere stoffen en dit was de voornaamste aanleiding dat de Rijkswaterstaat deze vrucht van KNMI-onderzoek vrij spoedig oppakte en er mee verder werkte. Eggink (RIZA) stapte er in het begin van de zestiger jaren mee naar Schönfeld (directie Waterhuishouding en Waterbeweging) die het onderwerp aan Van Dam toewees, waaruit een samenwerking tussen Eggink en Van Dam resulteerde. In 1965 promoveerde Eggink op zijn studie "Het estuarium als ontvangend water van grote hoeveelheden afvalstoffen".

Bij de bespreking van de fysische processen en de modellering hiervan verwijst Eggink terecht in de eerste plaats naar studies van Dorrestein en Otto. Vervolgens wordt ook naar Schönfeld en Van Dam verwezen. In 1964 is bij de RWS inmiddels ook de computer bij

het doorrekenen van de longitudinale menging en advektie ingeschakeld, maar helaas komt pas na het verschijnen van Egginks dissertatie een uitgebreider programma gereed waarin ook de wisselwerking tussen afvalstoffen en zuurstof en de opname van zuurstof uit de atmosfeer zijn opgenomen. Dit meer uitgebreide model wordt vervolgens meteen op de Westerschelde losgelaten en nog steeds vormen Eems- en Schelde-estuarium de voornaamste toepassingsgebieden van dit modeltype waarvoor destijds in eerste instantie door Dorrestein de grondslag werd gelegd.

In de zestiger jaren.

Kunstmatige merkstoffen.

In de zestiger jaren komt een vrij intensieve samenwerking tussen KNMI en Rijkswaterstaat tot stand op het gebied van onderzoek van "waterhuishouding en waterbeweging" in zee met gebruikmaking van kunstmatige merkstoffen, wat gezien kan worden als een aanvulling op al in de vijftiger jaren op gang gekomen onderzoek met behulp van natuurlijke merkstoffen en stroommeters.

In 1962 begint de Rijkswaterstaat met kleine proeven ter vergelijking van de merkstoffen fluoresceïne en rhodamine (radioactieve stoffen werden toen al als bezwaarlijk gezien en waren bovendien niet concurrerend) en kiest rhodamine als de meest geschikte. Korte tijd later besluit het KNMI de methodiek ook te gaan toepassen. De Rijkswaterstaat en het KNMI gebruiken beide Turner-fluorimeters, wat in de zestiger jaren herhaalde malen tot wederzijds lenen van instrumenten en uitwisseling van onderdelen en ervaringen leidt. Maar de samenwerking op dit gebied gaat verder.

Kunstmatige merkstoffen: het RHENO-experiment.

In 1965 wordt met een gemengde ploeg van KNMI- en Waterstaatsmensen deelgenomen aan het grote internationale RHENO^{*}-experiment in de centrale Noordzee, waarbij 2000 kg. rhodamine-B wordt gebruikt (ogenblikkelijk geloosd en vervolgens ruim 3 weken gevolgd). Ook bij de voorbereidingen (o.a. deelname aan besprekingen bij het DHI te Hamburg), bij de uitwerking van de gegevens en bij de rapportage wordt nauw samengewerkt.

Kunstmatige merkstoffen: Petten.

In 1966 wordt de kleine vloot van meetschepen bij een twaalfdaagse continue lozing van rhodamine-B ter hoogte van Petten een aantal dagen versterkt door de Willem Beukelsz. met een meetploeg van het KNMI aan boord. De uitgewerkte meetresultaten vormen een waardevolle aanvulling (Westhoff e.a., 1971).

Kunstmatige merkstoffen: experiment ten oosten van de Outer Gabbard.

In 1971 ondersteunt het KNMI op soortgelijke wijze een experiment van de Rijkswaterstaat in de zuidelijke Noordzee ten oosten van de Outer Gabbard, wederom met een meetploeg aan boord van de Willem Beukelsz.. Ook hier vormen de meetresultaten een welkome bijdrage.

^{*}) Rhodamine Experiment North Sea.

Kunstmatige merkstoffen: zelfstandige KNMI-proeven; beëindiging van de activiteiten.

Het KNMI verricht, met name in het eind van de zestiger en het begin van de zeventiger jaren ook een aantal geheel zelfstandige merkstofexperimenten op de Noordzee, maar laat na de jaren zestig dit werkgebied geheel over aan de Rijkswaterstaat omdat langer naast elkaar werken met deze techniek op een gegeven moment toch als versnippering van krachten wordt gezien.

Regelingen voor de werkverdeling en de samenwerking.

In 1973 komt een rapport tot stand (Min. van V. en W., 1973), waarin de samenwerking tussen het KNMI en de Rijkswaterstaat bij het onderzoek van de Noordzee wordt beschreven en nader geregeld zij het op betrekkelijk informele wijze. In dit stuk komt ook de bovengenoemde afspraak aangaande de merkstofproeven voor.

In de zeventiger jaren.

Binnenland: MLTP ("Middellange Termijn Programma").

Aansluitend op het bovenstaande kan men de samenwerking in de zeventiger jaren zien op het gebied van de transportverschijnselen in zee, namelijk in het van medio 1974 tot en met 1979 lopende MLTP-projekt ("thematiek 4") onder auspiciën van de Raad van Overleg, getiteld "Waterbeweging en menging in de zuidelijke Noordzee". Hierin neemt het KNMI in grote lijnen het gedeelte "Advektie" voor zijn rekening en de Rijkswaterstaat (Fysische Afdeling) vooral het gedeelte "Diffusie", daarbij mede steunend op het experimentele werk dat voor een groot gedeelte al vóór 1974 is verricht. Het aandeel van het KNMI berust vooral op onderzoek met behulp van verankerde stroommeters.

Ook in andere MLTP-projekten vindt samenwerking tussen Rijkswaterstaat en KNMI plaats.

Buitenland: Joint North Sea ...

Verder is er een samenwerking tussen het KNMI en de Rijkswaterstaat met betrekking tot de zee in internationaal verband. Beide nemen, in nauw onderling overleg, deel aan de beide JONSDAP^{*)}-kampanjes, JONSDAP 73 en JONSDAP 76. In beide gevallen worden zowel door de Rijkswaterstaat als het KNMI verankerde zelfregistrerende stroommeters ingezet. Tijdens JONSDAP 73 voert de Rijkswaterstaat bovendien merkstofexperimenten uit in het Nauw van Calais (de kleurstof, wederom rhodamine-B, trekt als gevolg van de heersende winden het Kanaal in, in plaats van de Noordzee) en bij de Breeveertien. Het KNMI ondersteunt deze proeven met reststroomverwachtingen.

Dit laatste gebeurt wederom tijdens de rhodamineproeven van de Rijkswaterstaat in 1978 en 1979, beide weer bij de Breeveertien.

Remote sensing.

Ook wordt in de zeventiger jaren samengewerkt bij de experimentele toepassing van

^{*)} Joint North Sea Data Acquisition Programme.

de in dit decennium geïntroduceerde "remote sensing"-technieken. Dit betreft met name het projekt Cirkulatie Kustwater. In meer algemene zin ontmoet men elkaar op dit terrein o.a. in de Kontaktgroep Remote Sensing Waterstaat.

In alle jaren.

Instrumentatie.

De kontakten op het gebied van instrumentatie en bijkomende technische hulpmiddelen, waaronder platforms en schepen, zijn veelvuldig. In het bovenstaande kwam incidentele bijstand en wederzijdse aanvulling nu en dan reeds ter sprake. Nauwe, goed georganiseerde en welomschreven samenwerking is er de laatste jaren vooral met betrekking tot platforms (lichteiland Goeree, meetpost Noordwijk, booreilanden etc.), de daarop geplaatste apparatuur met bijbehorende sensoren alsmede de overbrenging, vastlegging en verwerking van de gegevensstromen. In de ontwikkelingsopdrachten bij de Technisch-Physische Dienst en Datawell op het gebied van oceanografische instrumentatie heeft het KNMI naast de Rijkswaterstaat ook een bepaald aandeel. In het hoofdstuk over instrumentele ontwikkeling werd reeds de theoretische inbreng van Dorrestein genoemd in de ontwikkeling van de waverider bij Datawell.

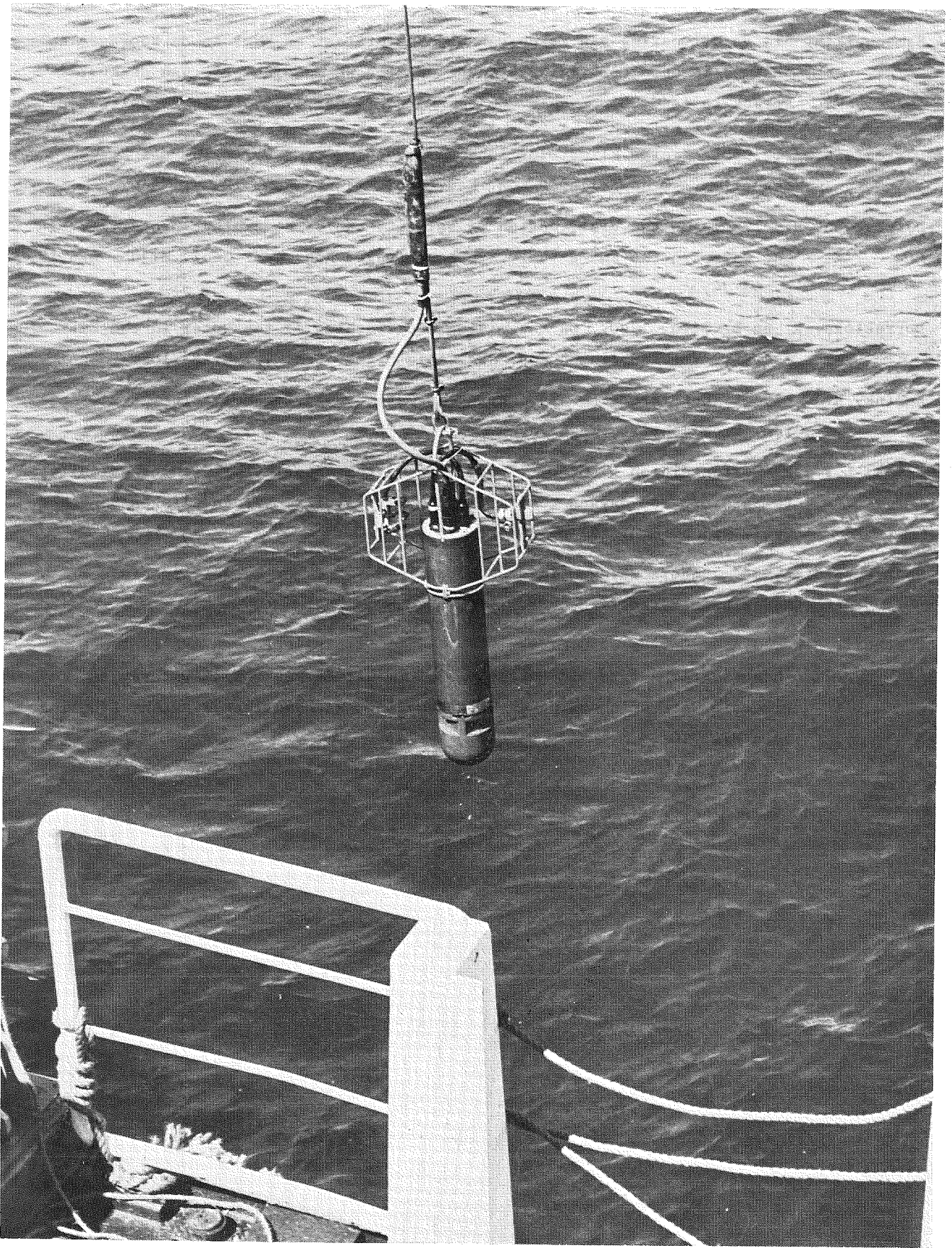
Samenwerkingsverbanden.

Het aantal groepen en raden waarin (oceanografische) medewerkers van het KNMI en Rijkswaterstaat elkaar tegenkomen is talrijk. In het bovenstaande kwamen aan de hand van de activiteiten de Raad van Overleg en zijn kantakgroepen, de MLTP (projektgroepen) en de Kontaktgroep Remote Sensing Waterstaat al ter sprake. Dit is nog slechts een greep. Ook in veel andere werkingsverbanden ontmoeten KNMI en Rijkswaterstaat elkaar, samen met vogels van andere pluimage.

Rijkswaterstaat
Direktie Waterhuishouding en
Waterbeweging.

Literatuur.

- Samenwerking bij de uitvoering van taken van Rijkswaterstaat en KNMI in de Noordzee en daarmee in open verbinding staande wateren en met inbegrip van de kuststrook te land. Min. van V. en W., RWS/KNMI, mei 1973. (Niet gepubliceerd).
- Dorrestein, R., 1960. Einige klimatologische und hydrologische Daten für das Ems-Estuarium. Verhandelingen Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen. 19, p. 39-42.
- Dorrestein, R., 1960. On the distribution of salinity and of some other properties of the water in the Ems-estuary. Verhandelingen Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen. 19, p. 43-74.
- Dorrestein, R. en L. Otto, 1960. On the mixing and flushing of the water in the Ems-estuary. Verhandelingen Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen. 19, p. 83-102.
- Eggink, H.J., 1965. Het estuarium als ontvangend water van grote hoeveelheden afvalstoffen. Proefschrift, Wageningen.
- Kamps, L.F., R. Dorrestein en L. Otto, 1960. Note on the annual variation of salinity, temperature and oxygen content in the Ems-estuary. Verhandelingen Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen. 19, p. 75-81.
- Van Veen, J., 1936. Onderzoekingen in de Hoofden in verband met de gesteldheid der Nederlandsche kust. Proefschrift, Leiden.
- Westhoff, J.W., J.A.G. Davids en G.C. van Dam, 1971. Dispersieproeven met continue injectie ter hoogte van Petten op 3,5 km uit de kust. Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Mathematisch-Fysische Afdeling, nota MFA 7101.



CTD-meter gaat te water.

(foto Wiggers).

Toen ik half november op zoek was naar een boek in de boekhandel Akademia lag daar op de uitstaltafel voor technische boeken het boekje Zeegolven van Dorrestein en Groen. Verrast nam ik het met enige nostalgie ter hand. Al bladerend herbeleefde ik de transparantie van dit boekje dat me op mijn eerste schreden in het bedrijven van de waterloopkunde zulke onschatbare diensten had bewezen, zo'n vijftig jaar geleden.

In het vak van de boeken voor de civiele techniek ontdekte ik relatief zo veel boeken, en vooral ook handboeken, op het gebied van de oceanografie, dat het me enigszins verbaasde. Waren het winkeldochters uit de hausse van de jaren 60 in Amerika en in het begin van de jaren 70 in Nederland? Of was het een aanwijzing voor het springlevend zijn van de oceanografie anno 1979?

Als die vragen moeten worden beantwoord gaan we in het kader van dit boek het historische - zevenmijlslaarzen - uitstapje wagen waarin we de 30 jaar relatie van WL met het KNMI langs lopen.

Uit het verleden staan me twee dingen levendig voor de geest.

- Het KNMI verschaftte ons in de jaren 50 altijd de golfcondities voor havenontwerpen waar ook ter wereld. Die werden berekend uit de windgegevens en golfwaarnemingen die o.a. de Nederlandse koopvaardijvloot bij het KNMI inbracht. Het eerste vraagstuk kwam voort uit een opdracht aan het WL van de maatschappij voor Havenwerken voor het onderzoek van de havens van Zonguldak en Samsun aan de Zwarte Zee (1947).

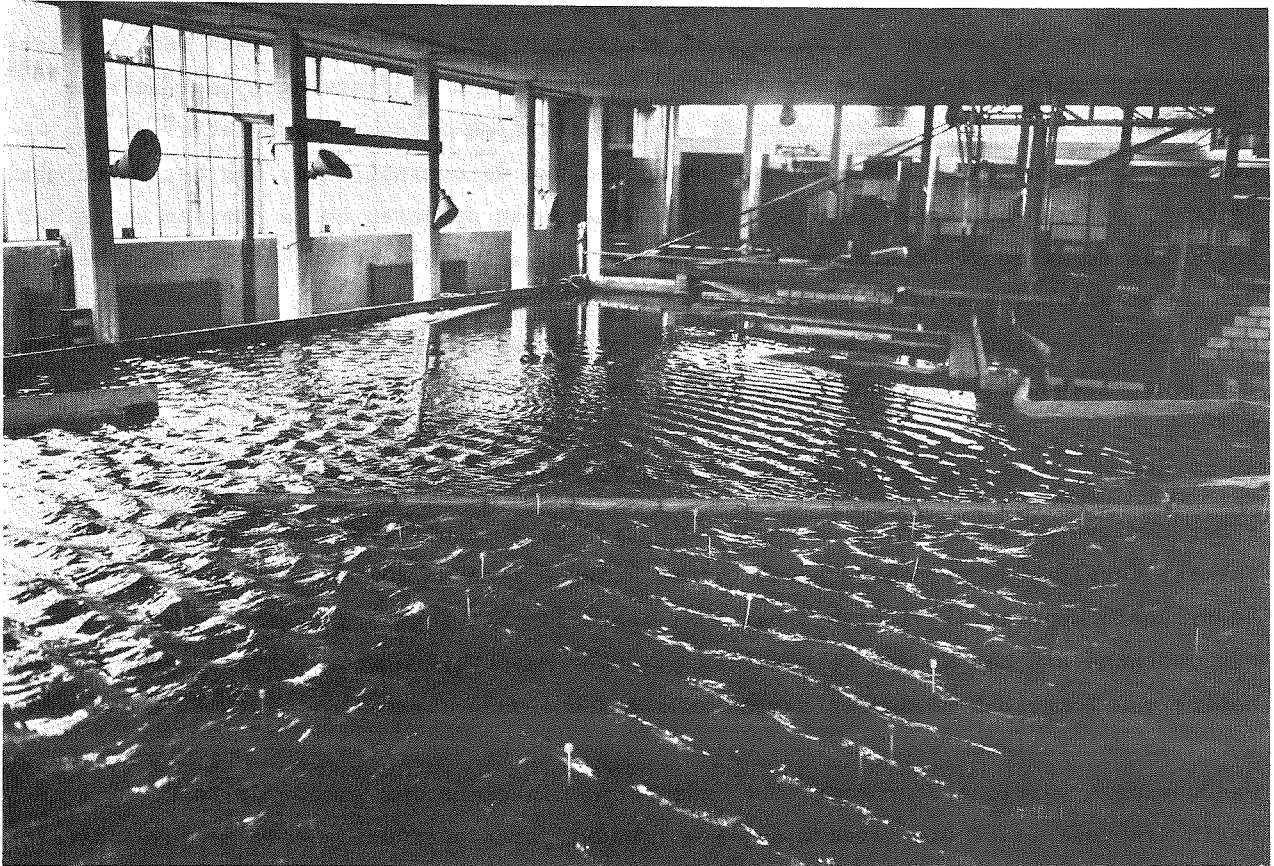
In de archieven van het KNMI waren nog Russische rapporten over meteorologische waarnemingen verricht door Russische consulaten in de havens rondom de Zwarte Zee in het begin van deze eeuw. Dit gevoegd bij een tiental jaren waarnemingen in de jaren dertig gaf het KNMI de mogelijkheid een globale schatting te geven van de statistiek van de golfaanval die maatgevend was voor het ontwerp.

Daarna kwamen de havens van Latakia en Mersin in de Middellandse Zee. De door het KNMI verschaftte gegevens waren onmisbaar voor het onderzoek.

Een nog onopgelost raadsel bleef de voorspelling van deiningen van zeer lange periode die halingen in havens veroorzaakten, waar in het scheepvaartcongres van 1949 te Lissabon vele gevallen van ter sprake zijn gebracht, en die later in de Perzische Golf een ernstig ongeluk veroorzaakten met een ponton onder een booreiland tijdens demontage.

Een enkele refractieberekening kwam ook wel van het KNMI maar dat viel toch al meer onder de competentie van het WL. De complexe materie: initiële golf, refractie en diffractie werd allengs, mede met de internationale ontwikkelingen op de achtergrond, een eigen WL-zaak en het accent voor het KNMI kwam te liggen op de inbreng van de relevante meteorologische condities.

- In de jaren 60 waren er de ronde-tafel gesprekken met mensen als Dorrestein, Dronkers, Schoemaker, Schönfeld, Van Spiegel en Timman over golven en getijden. Hier waren het meer de personen dan de instituten of diensten waar zij werkzaam waren. Deze zeer informele gesprekken vormden een bron van inspiratie voor de omgeving zonder dat evenwel de deelnemers zich organisatorisch bonden.



*Modelonderzoek in het Waterloopkundig Laboratorium van de haven van Samsun (Zwarte Zee) - juli 1949.
(foto Waterloopkundig Laboratorium).*

Langs een andere lijn ging dit zich toch voltrekken. Namelijk ten aanzien van het Noordzeegebeuren bestond er bij RWS, WL, KNMI en Hydrografie bezorgdheid over een te geringe gerichtheid van het onderzoek, met als gevolg een traagheid in het aandragen van wetenschap voor de praktijk. De praktijk zelf had nog weer te kampen met de grote moeilijkheid dat waarnemingen zeer kostbaar waren en dat in die tijd niet werd beschikt over apparaten ervoor. Die moesten we zelf ontwikkelen en onbekendheid met vele aspecten maakte dat het langzaam ging met meer vallen dan opstaan. Deze inzichten leidden er toe in 1966 de Raad van Overleg voor het fysisch oceanografisch onderzoek van de Noordzee in het leven te roepen. Hoofdfiguren waren Bleeker, Langeraar, Schijf en Schoemaker. Voorzitterschap en sekretariaat kwamen bij het KNMI en sinds de oprichting is Dorrestein sekretaris. De contactgroepen van deze Raad vormen een platform voor de wetenschappelijke uitwisseling en dit meer gestructureerde netwerk neemt de plaats in van de rondetafel gesprekken. Toch kan van een feitelijke vervanging van deze "denktank" eigenlijk niet worden gesproken. Ook lijkt het er aanvankelijk op dat de toepassingsgerichte en de fundamentele fysische oceanografie min of meer de status-quo zullen aanhouden. Dat keert ten goede als de offshore technologie zijn - wat luidruchtige - entree maakt en de noodklok over het milieu wordt geluid.

Opnieuw impulsen tot een bezinning, die leidt tot verscherping van de interrelaties binnen de Raad van Overleg, die zaken oproept als de POOL, Planninggroep oceanografisch onderzoek op lange termijn.

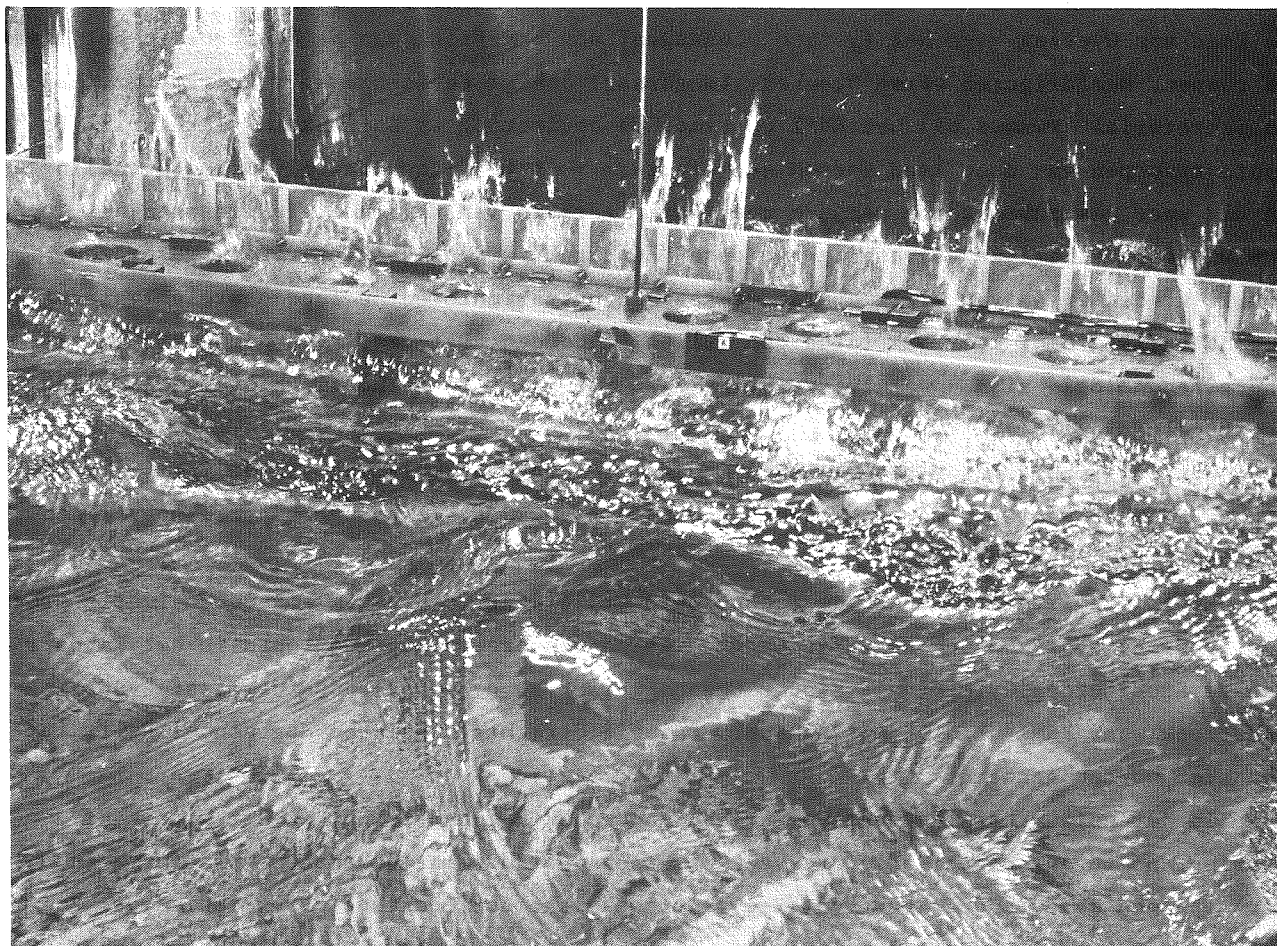
Er is behoefte wetenschap en technologie bij elkaar te brengen in een doelmatig proces. Voor de fysische oceanografie wordt hiertoe een proeve gepresenteerd in het Rapport van de Studiegroep Opleiding Fysische Oceanografie van de Nederlandse Commissie voor Zeeonderzoek waar KNMI/WL/NIOZ en Rijksuniversiteit Utrecht/Technische Hogeschool Delft in een adem worden genoemd.

In het netwerk van het oceanografisch onderzoek komen het KNMI en het WL elkaar voortdurend tegen; eigenlijk op te veel plaatsen! Het doelmatig bemande "platform" in de vorm van een Nederlandse Raad voor Zeeonderzoek waar de Nederlandse Commissie voor Zeeonderzoek op aanstuurt met complementair in het technologische vlak de Industriële Raad voor de Oceanologie en de Coördinatiestichting Maritiem Onderzoek i.o. komt tegemoet aan de behoefte aan afgewogen continuïteit en beredeneerde synthese die past in de grootschaligheid van de oceanografie. Het zich daarin spiegelen aan de meteorologie kan voor het KNMI niet moeilijk zijn.

Gelukkig mogen we vaststellen dat de belangstelling voor de - wetenschappelijke - oceanografie springlevend is, springlevend móet zijn, omwille van het verantwoord construeren en de bescherming van het milieu, in Noordzee en oceaan. De vele publikaties over oceanografie in de boekwinkel mogen een indicatie zijn voor de grote vraag er naar, ze zijn ook een indicatie voor de grote produktiviteit van het wetenschappelijk front waar ze worden gecreëerd.

Het WL en het KNMI zullen ieder vanuit hun eigen traditie en vanuit de gegroeide samenspraak, met elkaar en met de anderen, hun deel moeten blijven aandragen om Nederland op het punt van een groot en groots gebeuren - de fysische oceanografie - aan de ontwikkelingen deelachtig te doen blijven. Het laatste boek is nog niet geschreven.

J. E. Prins.



*Onderzoek naar de golfbelasting van de schuiven van de storm-
vloedkering Oosterschelde in 1979.
(foto Waterloopkundig Laboratorium).*

RAAKVLAKKEN IN HET ONDERZOEK VAN ZEEGOLVEN AAN HET KNMI EN DE TECHNISCHE HOGESCHOOL TE DELFT.

Voorzover in het volgende sprake is van golfonderzoek aan de Technische Hogeschool te Delft zullen wij ons hier beperken tot zulk onderzoek binnen de afdeling Civiele Techniek (vroeger Weg- en Waterbouwkunde geheten). Dat onderzoek is primair gericht op die aspecten van de golfbeweging die van belang zijn voor de kustwaterbouwkunde en de "off-shore"-techniek.

Voor een beschrijving van de aard en gerichtheid van het KNMI-onderzoek op het gebied van zeegolven verwijs ik naar de bijdrage van Bouws en Komen aan deze uitgave.

Globaal gesproken zijn er raakvlakken tussen de onderzoekingen bij het KNMI en bij de Technische Hogeschool op de volgende punten:

- Structuur en voortplanting van windgolven
- Golfverwachtingsmodellen
- Golfklimatologie
- Refractie
- Opstuwing

In het volgende komen deze punten achtereenvolgens aan de orde. Gezien de beperkte omvang van de bijdrage kunnen zij echter slechts oppervlakkig worden aangestipt.

Structuur en voortplanting van windgolven.

Zowel KNMI als Technische Hogeschool hebben onderzoek in deze sector verricht binnen het kader van het z.g. JONSWAP-project. Toen binnen de Technische Hogeschool plannen ontstonden om aan dit project te gaan deelnemen kon gebruik worden gemaakt van de ervaringen die het KNMI in dat project al had opgedaan. Het doet mij genoegen hier te kunnen memoreren dat Dr. Dorrestein aan deze Technische Hogeschool-initiatieven zijn volle steun heeft gegeven, zowel binnen JONSWAP als binnen Nederland, bij de deelnemende diensten.

De KNMI-bijdrage aan het JONSWAP-project hield enerzijds de beschikbaarstelling van Waveriders in, en de berekening van energiespektra, anderzijds de analyse van de verzwakking van deining. Het Technische Hogeschool-onderzoek behelsde metingen van de ruimtelijke structuur van zeeegang, gebruik makend van stereofotografie. Beide bijdragen stonden inhoudelijk dus enigszins los van elkaar, maar bij de uitvoering ervan is samengewerkt, en zijn ideeën uitgewisseld.

Golfverwachtingsmodellen.

Het KNMI heeft verschillende methoden ontwikkeld voor de berekening van golfvelden uit windvelden, variërend van betrekkelijk eenvoudige handmethoden, waarbij het "schaaltje van Dorrestein" gehanteerd kan worden, tot meer gecompliceerde methoden waarvoor een rekenautomaat is vereist.

Binnen de Technische Hogeschool is onlangs een evaluatie afgerond van een groot aantal gepubliceerde golfverwachtingsmodellen, waaronder die van het KNMI. De resultaten hiervan, en het inzicht dat erdoor is verkregen, zijn o.m. ingebracht in de beraadsla-

gingen over de wenselijke opzet van een eventueel nieuw golfverwachtingsmodel binnen het KNMI.

Golfklimatologie.

In de routinematige verzameling en bewerking van golfgegevens, ten behoeve van de opbouw van een gegevensbestand voor de golfklimatologie, vervult het KNMI een belangrijke rol, en de Technische Hogeschool geen enkele. Zo gezien is er dus geen sprake van raakvlakken op dit punt. Het statistisch onderzoek van golfgegevens is echter van toenemend belang in de waterbouwkunde, en aan zulk onderzoek is binnen de Technische Hogeschool ook bijgedragen, zij het vooralsnog op bescheiden schaal. In dit verband mag voorts genoemd worden dat studenten, die voor hun afstudeerproject golfgegevens nodig hebben, in het verleden veelvuldig een beroep hebben mogen doen op de medewerking van het KNMI. In sommige gevallen was een enkel gesprek reeds voldoende, met een verwijzing naar beschikbare, reeds bewerkte gegevens. In andere gevallen was een gastverblijf van de student aan het KNMI van enkele weken nodig om ruwe gegevens te sorteren en te bewerken. Dit is steeds een voor beide partijen gunstige oplossing gebleken.

Refractie.

In hun bijdrage aan deze uitgave hebben Bouws en Komen reeds verwezen naar het werk van Dr. Dorrestein op het gebied van de berekening van golfrefractie. Een meer recenta KNMI-bijdrage aan dit onderzoeksgebied is gegeven door Bouws, in zijn werk aan de verzwakking van deining, uitgevoerd in het JONSWAP-kader. Bouws hanteerde daarbij een soort Monte-Carlo-methode.

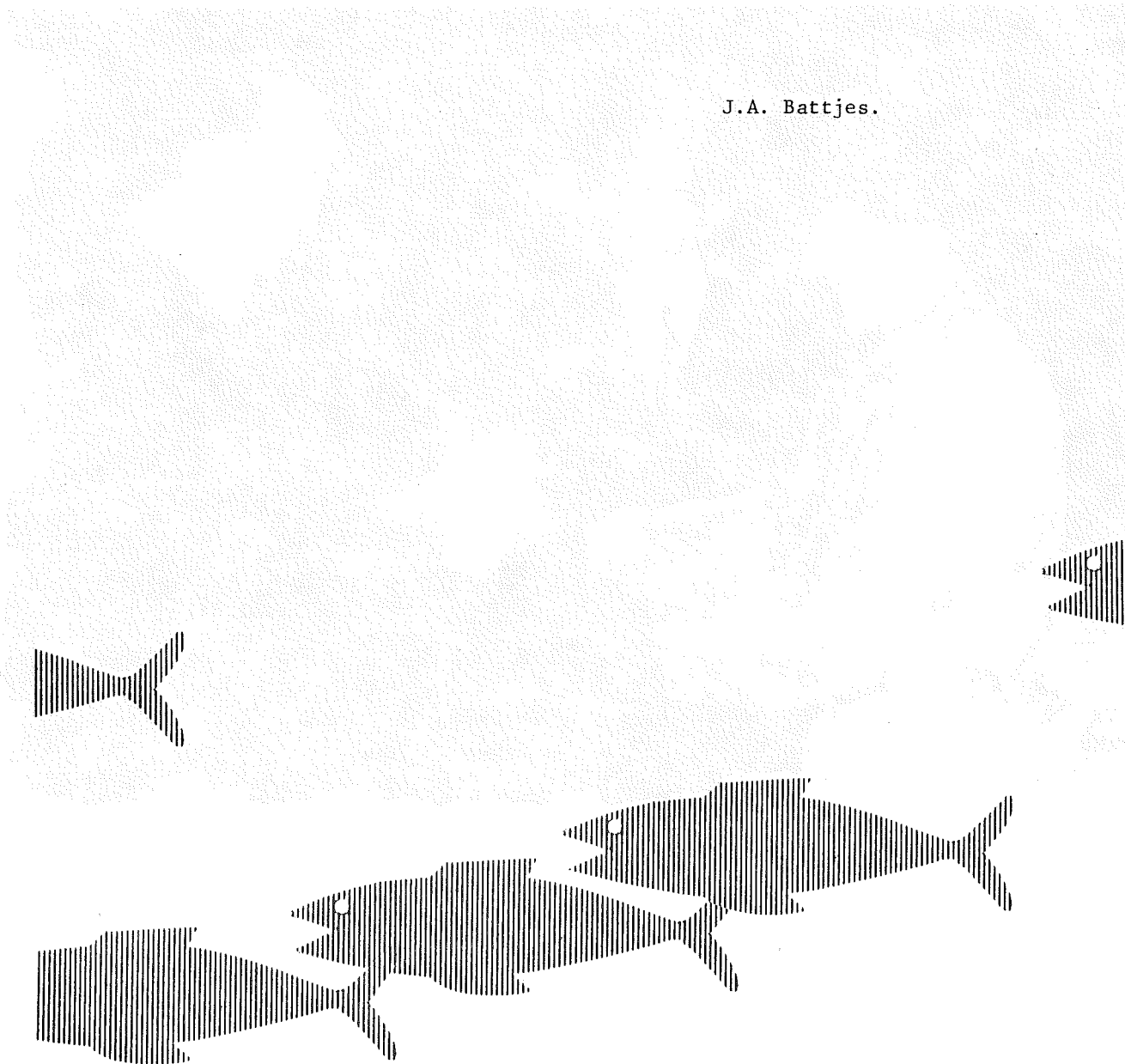
Refractie is in de laatste jaren ook onderwerp van onderzoek geweest binnen de Technische Hogeschool, geïnspireerd door de vele toepassingen in de kustwaterbouwkunde en de daarbij ondervonden problemen. Zowel stroomrefractie als gecombineerde refractie/diffractie zijn behandeld. Daarnaast is de door Bouws geïntroduceerde methode niet alleen veelvuldig toegepast, maar ook verder ontwikkeld, en is de relatie ervan met meer conventionele methoden aangegeven. Een gezamenlijke publikatie hierover wordt thans overwogen.

Opstuwing.

Dr. Dorrestein was één der pioniers in de ontwikkeling van de theorie van de z.g. stralingsdruk in zeegolven, en de toepassing daarvan in de berekening van de door de golven geïnduceerde opstuwing van de gemiddelde waterstand in de brandingszone. Het concept van de stralingsdruk speelt een essentiële rol in gangbare theorieën voor de opwekking van brandingsstromen langs de kust, en is als zodanig van groot belang voor de kustwaterbouwkunde. Binnen de Technische Hogeschool wordt dit gehele probleemveld systematisch onderzocht en verder ontwikkeld, met inbegrip van de energiedissipatie in brekende, onregelmatige golven, en de daaruit voortvloeiende turbulentie, opstuwing en stroming.

Het voorgaande doet blijken dat er in het onderzoek bij het KNMI respectievelijk bij de Technische Hogeschool op het gebied van zeegolven duidelijke raakvlakken zijn. Dat daarbij constructieve vormen van samenwerking tot stand zijn gekomen is voor een belangrijk deel te danken aan de steeds deskundige, geïnteresseerde en tegelijk onbaatzuchtige opstelling van Dr. Dorrestein.

J.A. Battjes.





Uitreiking van een medaille door H.K.H. Prinses Margriet te Rotterdam, januari 1979.

(Nationaal Foto Persbureau, Amsterdam).

Achtergrond.

Scheepsweerrapporten vormen tot op de dag van vandaag een onmisbaar onderdeel van de gegevens waarop de weersverwachtingen zijn gebaseerd.

De waarnemingen in deze rapporten worden op vrijwillige basis verricht op vele koopvaardij schepen over de gehele wereld en opgetekend in het meteorologisch journaal.

Sinds de draadloze telegrafie zijn intrede deed op de vloot, worden de scheepsweerrapporten verzonden naar het dichtsbijzijnde radiokuststation, dat weer voor doorzending naar de meteorologische diensten zorg draagt.

Vanaf de aanvang in 1854 hebben de meeste rederijen en het merendeel der gezagvoerders hun volle medewerking gegeven. Deze medewerking is tot op heden onverflauwd blijven voortbestaan.

Bepalingen.

Reeds spoedig nadat de eerste meteorologische journalen over de koopvaardijvloot waren verspreid werd het goed geoordeeld om door het uitloven van beloningen voor uitmuntende meteorologische journalen waardering te tonen voor dit werk en daarmee de mensen op zee te stimuleren bij hun werk.

Het uitloven van beloningen geschiedde aanvankelijk door particuliere instellingen:

- De Koninklijke Nederlandse Zeil- en Roeivereniging te Amsterdam loofde in 1854 en in 1857 een prijs uit, bestaande uit een zeevaartkundig instrument of boekwerk, ter waarde van f. 200.-- "aan die gezagvoerder der Nederlandsche koopvaardijvloot, welke in de eerstvolgende twee jaren na de uitschrijving het beste scheepsjournaal, volgens de bepaling van het Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut zou hebben ingeleverd, volgens beoordeling en beslissing van gezegd Instituut";
- De Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van Nijverheid, opgericht in 1858, loofde in haar algemene vergadering van 1859 een gouden Medaille uit "aan den gezagvoerder, die binnen twee jaren nadien het volledigste en beste journaal zou hebben ingeleverd";
- De Commissie tot beoordeling van het onderzoek naar de verschijnselen op de Oceaan te Dordrecht, loofde in haar vergadering van 1863 een premie uit ter waarde van vijftig gulden "voor het best gehouden journaal, dat moest ingeleverd worden tusschen den 1^{sten} Juli 1863 en den 1^{sten} Juli 1865 door medewerkende Dordtsche gezagvoerders";
- De Commissie ter beoordeling der Wetenschappelijke Zeevaart te Amsterdam loofde een tweejaarlijkse premie uit ter waarde van f. 200.-- "voor de best gekeurde scheepsjournalen van Amsterdamsche schepen in de jaren 1866, 1868 en 1870";
- L'association scientifique te Parijs loofde sedert 1865 jaarlijks premies uit, in de vorm van een zeebakbarometer en later een gouden Medaille, "aan gezagvoerders van alle natiën, die de volledigste en beste journalen inzenden aangaande stormen in den Noorder Atlantischen Oceaan".

In het jaarverslag van het KNMI over de jaren 1870-1871 wordt voor het eerst melding gemaakt van zilveren medailles toegekend vanwege Zijne Majesteit de Koning.

Uit "Mededelingen uit de journalen" van 1896 blijkt dat deze medailles in de periode 1870-1894 praktisch elk jaar werden toegekend.

In 1898 werd door middel van een circulaire bekend gemaakt dat ingevolge het Koninklijk besluit van 25 mei 1898, nr. 70, voortaan vanwege Hare Majesteit de Koningin, behalve grote zilveren medailles, ook kleine gouden medailles zouden worden uitgelooft, als erkenning van aan het KNMI bewezen diensten door het overleggen van verdienstelijke journalen.

Bij Koninklijk besluit van 30 januari 1905, no. 29, werd een wijziging ingevoerd. Het K.B. van 1898 werd toen aangevuld met de bepaling, dat de Minister van Waterstaat gemachtigd werd stuurlieden van schepen in de grote handelsvaart een beloning toe te kennen wegens hun aandeel in het meteorologisch werk op zee. Het betreft hier beloningen in de vorm van binocles, barometers, boekwerken en dergelijke.

Bij Koninklijk besluit van 27 december 1950, no. 12, werd bovendien de mogelijkheid geschapen radio-officieren voor uitstekende diensten te belonen.

Bij Koninklijk besluit van 10 april 1970, no. 55, kunnen nu ook schippers van zeevissersvaartuigen in aanmerking komen voor een gouden of zilveren medaille en stuurlieden van zeevissersvaartuigen voor een beloning.

L.J. Mahieu.



Meteorologische onderscheidingen in de jaren 1950-1980 uitgereikt aan gezagvoerders ter koopvaardij in de vorm van een gouden medaille.

<u>Jaar</u>	<u>Uitgereikt door:</u>	<u>Naam Kapitein:</u>
1952	HD *) Ir. C.J. Warners	C. van Beek (HAL)
1954	Z.K.H. Prins Bernhard	S. Vlietstra (HAL)
1957	HD Ir. C.J. Warners	C.C.H. Goedewagen (KRL)
1958	HD Ir. C.J. Warners	P.G. van Altvare (KHL) H.B. Baardman (VNS)
1960	HD Ir. C.J. Warners	J.J. van Leunen (KRL) J.H. Schuite (KHL)
1962	Minister van V. en W. Dr. H.A. Korthals	C. Bouman (HAL) H. Schol (Esso)
1964	H.K.H. Prinses Margriet	A. Bijl (NPIM) A. Looren de Jong (Phs. van Ommeren)
1966	HD Prof.Dr. W. Bleeker	N. van der Knaap (VNS) H.J. Steenbergen (KJCPL) W.R. van Hage (NPIM)
1968	HD Dr. M.W.F. Schregardus	A.N.S. Gerus (SMN) H. van den Heuvel (KRL) A. de Jong (HAL)
1970	Secretaris Generaal V. en W. Mr. C.J.G.J. Vinkensteijn	F.G. van Spanning (KHL) G.H. Kustner (Phs. van Ommeren) S.F. Westra (Esso)
1972	Staatssecretaris V. en W. Dr. R.J.H. Kruisinga	M.S.Th. Kruisinga (Kon.Ned11.) F. Bakker (Chevron Tankers) J. Harteveld (v. Nievelt Goudriaan)
1974	Staatssecretaris V. en W. Dr. M.H.M. van Hulsten	J.E. Osinga (KHL) M.C. v.d. Vliet (Esso) J.H.W. Voigt (KJCPL) A. Meerman (Phs. van Ommeren)
1976	Staatssecretaris V. en W. Dr. M.H.M. van Hulsten	J.H.W.M. Berendsen (Kon.Ned11.) H.E. Glansbeek (Shell Tankers) G.A.M. Jonker (Chevron Tankers) J. Romkes (Schipper UK2)
1979	H.K.H. Prinses Margriet	J.D. Jelijs (Ned11.Groep) J.Ch. Tisserand (Phs. van Ommeren) F.L. van Ingen Schenau (Chevron Tankers) A. Vermeulen (KNSM)

*) HD = Hoofddirecteur van het KNMI.



Medailles "vanwege H.M. de Koningin uitgereikt"....



BIJZONDERE VERSCHIJNSELEN.

Indeling.

Naast de controle en bewerking van meteo- en stroomwaarnemingen en het geven van inlichtingen op klimatologisch en maritiem-meteorologisch gebied, verzamelt de afdeling Oceanografisch Onderzoek, sectie Maritieme Meteorologie, alle meldingen van zg. "Bijzondere verschijnselen" welke in de meteo-journalen worden opgetekend.

Hieronder wordt verstaan waarnemingen van o.a.:

- elektrische verschijnselen (bliksem, bolbliksem, St. Elmusvuur);
- meteoren, vallende sterren;
- noorderlicht, zuiderlicht;
- vulkanische uitbarstingen;
- zeebevingen;
- wind- en waterhozen;
- ijsbergen;
- stof- en zandstormen;
- orkanen, typhoons, cyclonen;
- stroomrafelingen, waterverkleuringen, opwellingen;
- luchtspiegelingen, luchtvervuiling, wolkenformaties;
- vloedgolven, tsunami's, afwijkende stromingen;
- optische verschijnselen (halo's, regenbogen, bijzonnen);
- fosforiserend water, lichtend wiel, melkzee;
- UFO's.

Deze waarnemingen worden gearhiveerd en desgevraagd becommentarieerd. Ook waarnemingen van dergelijke verschijnselen uit scheepsjournalen uit de tijd vóór de oprichting van het KNMI werden verzameld.

Manteldieren.

Zo lezen we in het scheepsjournaal van de "Zeemanshoop", onder zeil van Nieuwediep naar Batavia, een waarneming van kapitein C.P. Kuiper: "Op 18 augustus 1838 in positie 6°41'N 17°25'W zagen we op de Hondenwacht onderscheidene witte en vurige streepen in het water, ontdekten door opvissing van de zelve dat het werd veroorzaakt door ronde langwerpige insecten die ongeveer 5 duim (12,5 cm) lang en 3 duim (7,5 cm) in omtrek waren, welke in de handen verschillende kleuren kregen".

Ook kapitein C. Visman van de "Lucipara's" vermeldde in zijn journaal van de reis van Nieuwediep naar Batavia op 28 september 1848: "Zagen in positie 0°44'Z 17°14'W een buitengewone vuring in het water, al met streepen evenals breede rollende zeeën alle in de strekking van ZO en NW, hetgeen zeer vreemd was, durende dit 25 minuten lang. Stroom ZO 1/3 Z, 1/4 mijl".

In 1957 na ontvangst van de waarneming van m.s. Bloemfontein werd gezocht naar een duidelijke wetenschappelijke verklaring van dit al zo lang bekende "Bijzondere verschijnsel".

Het uitstekend gedetailleerde rapport van 4e stuurman J.T. Medema van de Bloemfontein luidde als volgt: "Op de Dagwacht van 1 november 1956 werden van 04.30 tot 04.55 verscheidene lichtgevende banen waargenomen, welke een zodanig licht uitstraalden, dat zij de indruk vestigden te worden veroorzaakt door een schijnwerper. De richting der banen was NW naar ZO, zij hadden een lengte van $\frac{1}{2}$ zeemijl en een breedte van ongeveer 10 meter. Daar de banen onze koers kruisten konden wij constateren dat het uitgestraalde licht werd veroorzaakt door een buitengewoon grote en geconcentreerde hoeveelheid banaan-vormige voorwerpen, waarvan wij met vrij grote zekerheid kunnen vermelden, dat het geen vissen waren. Deze voorwerpen lagen stil in het water en bevonden zich 5 tot ca 100 cm onder water. Hun afmetingen waren ongeveer 5 cm breed en 20 cm lang, allen vrijwel gelijkvormig. Van het zeewater werd een monster genomen en evenzo werd getracht, helaas zonder resultaat, om één der voorwerpen te vangen. De positie was ten 04.45: $10^{\circ}30.5'Z$ $06^{\circ}47.0'W$ ".

Een uitgebreide beschrijving van de meteorologische omstandigheden tijdens het verschijnsel maakt het verslag zeer volledig.

De verklaring die het Zoölogisch Station der Nederlandse Dierkundige Vereniging (tegenwoordig NIOZ) aan het fenomeen gaf luidde: "Er is geen twijfel aan dat het hier gaat om een soort uit de groep der Tunicaten of Manteldieren en wel een soort, behorende tot het z.g. geslacht *Pyrosoma* (= lichtgevend lichaam). Het zijn in feite kolonies van een kleiner of groter aantal dieren, die uit elkaar ontstaan en samen een holle sigaar vormen, die aan één eind open is. Is de kolonie jong, dan is de sigaar klein, hoe ouder de kolonie wordt des te groter wordt de sigaar. De grootste kolonies (sigaren) schijnen 60 cm lang te kunnen worden. Elk afzonderlijk diertje heeft een lichtorgaan ter weerszijden van het vooreinde. Daar wordt een helder phosphoriserend licht uitgestraald. Dat gebeurt door al de diertjes die in lange rijen rondom de centrale holte van de sigaar zitten en zo straalt een enkele sigaar licht uit, dat zo sterk is dat men er bij kan lezen. De reden dat duizenden sigaren in banen bij elkaar voorkomen is stellig daarin gelegen dat ze opgehoopt worden in stroomnaden".

Lichtend wiel.

Een ander interessant verschijnsel is het z.g. "Lichtend wiel". Het volgende voorbeeld is een verslag uit meteo-journaal nr. 0801 van het s.s. Radja: "Op 1 april 1967 varende in de Golf van Thailand in positie $9^{\circ}48'N$ $101^{\circ}42'O$ werd te 01.00 scheepstijd het volgende verschijnsel waargenomen. In het begin verschenen witte flitsen op het water van voorschip tot achterschip. Terwijl de sterkte van de kleur toenam was plotseling aan stuurboord een draaiend rad te zien dat witte vlaggen vertoonde. De snelheid waarmee dit schijnbare rad ronddraaide nam steeds toe tot ongeveer 100 perioden per minuut. Het had iets van een lichtbundel van een vuurtoren over het water, of van nevels die vlak over het water schieten. Het rad draaide aan stuurboord rechtsom. Aan bakboord ontstond hetzelfde verschijnsel ook, maar dit was net een centrifugaalpomp die linksom draaide. Aan bakboord was het helderder dan aan stuurboord. Het verschijnsel duurde ongeveer 15 minuten waarna langzaam de helderheid (lichtsterkte) afnam. Later kwam het nog enkele keren, even, zwak, terug. Het verschijnsel gebeurde tijdens de meteo-waarneming van 18.00 en

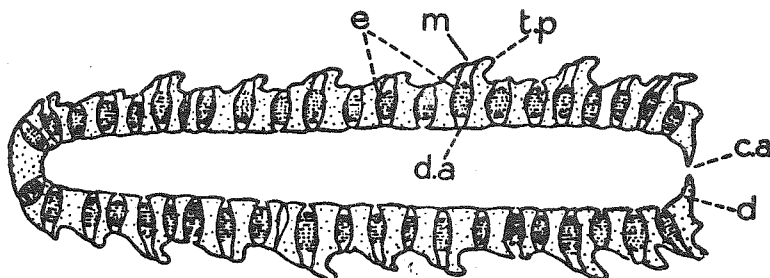
werd waargenomen door de kapitein, de 2e stuurman, de 3e stuurman, stuurmansleerling en de chinese roerganger en uitkijk. Aardig is nog te vermelden dat de roerganger bij hoog en bij laag beweerde dat het schip voor het verstryken van de dag zou vergaan. Dit althans volgens een chinese sage".

Ook hier completeerde een uitgebreide meteo-waarneming het rapport. De eerste waarneming van een Nederlands schip van het verschijnsel "Het lichtend wiel" werd gedaan a/b van het s.s. "Valentijn" op 12 augustus 1910. Daarna werden op het KNMI nog 34 verslagen ontvangen waarin gesproken werd over draaiende bundels of wielen of raderen.

Tot nu toe is geen geheel bevredigende verklaring gevonden voor dit tot de verbeelding sprekende verschijnsel. Opvallend is echter dat, in tegenstelling tot andere "Bijzondere verschijnselen", geen melding bekend is van opvarenden van zeilschepen.

Veel bijzondere verschijnselen werden in het verleden besproken in het zeevaartkundig tijdschrift "De Zee". Ook tegenwoordig worden in de voortzetting daarvan, Nautisch Technisch Tijdschrift "De Zee" geheten, nog regelmatig berichten opgenomen van belangwekkende waarnemingen op zee. Soms gaan ze vergezeld van kommentaar van het KNMI of van een aangezochte deskundige.

G.E. Venendaal.



Lengte-doorsnede van een Pyrosoma kolonie (uit Harold Thopson "Pelagic Tunicates of Australia"). m = mondopening, e = darm met kieuwzeef, d.a. = eind van de darm, c.a. = gemeenschappelijke uitstroomopening, t.p. = uitsteeksel van de wand der kolonie. Er zijn spiertjes om de mondopening, om de anus en om de gemeenschappelijke uitstroomopening, die deze openingen kunnen vernauwen en verwijden. In de laatste opening komen zij voor bij d (diaphragma).

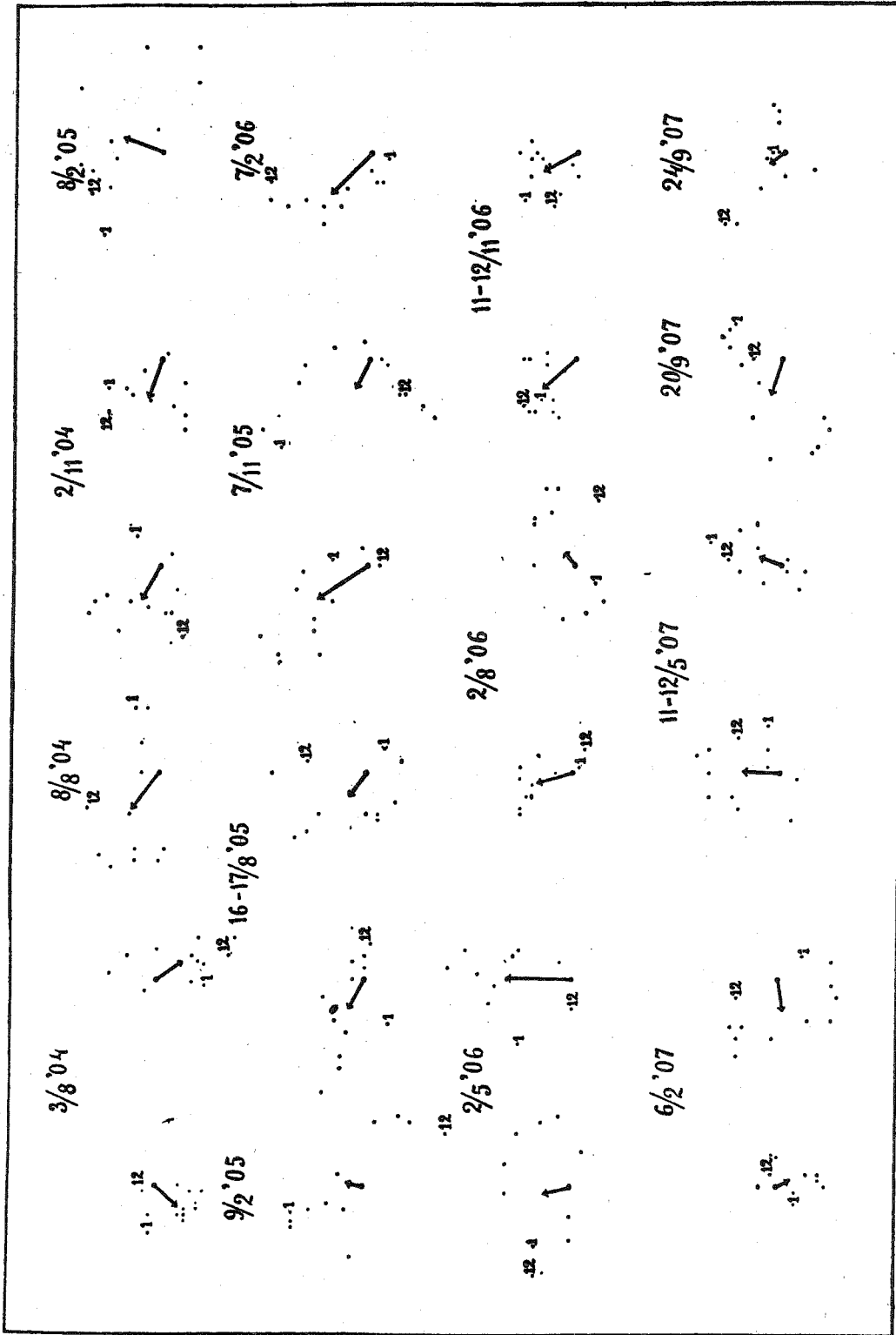
Wind en weer beheersen de zeestromen en beïnvloeden de getijden; deze op hun beurt zijn mede bepalend voor de verspreiding van zeeorganismen, hun gedrag en overlevingskansen. Een ijverig historicus zal dan ook zeker reeds verbindingen tussen het KNMI en de voorloper van het NIOZ, het Zoölogisch Station der Nederlandse Dierkundige Vereniging, in de vorige eeuw kunnen ontdekken. Het eerste gepubliceerde gemeenschappelijke onderzoek van de beide instellingen vond plaats in de periode 1904-1907 op een station 60 mijl benoordwesten Vlieland waarbij getij- en reststroommetingen werden verricht, die uitmuntten door grote nauwkeurigheid (Wind, C.H., F. Liebert und D.A. van der Laan, 1912: Ergebnisse von Holländischen Strommessungen in der Nordsee 1904-1907. Verh. Rijksinst. Onderz. der Zee 3, 31 pp). Het Zoölogisch Station vormde in die tijd nog een eenheid met het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek.

De inspiratie voor deze onderneming kwam mede voort uit de verplichtingen die ons land had aangegaan voor internationale samenwerking in het kader van de Internationale Raad voor het onderzoek der Zee te Kopenhagen, die in 1902 werd opgericht en waarvan de toenmalige directeur van het Zoölogisch Station een mede-oprichter en de eerste secretaris-generaal was. Het KNMI heeft door de jaren heen ons land vertegenwoordigd in het "Hydrography Committee" van deze Raad.

Er zijn geen betere oceanografen dan de zeedieren zelf. Hierdoor hebben de mensen een nooit in te halen achterstand in kennis en inzicht, die uiteraard het sterkst wordt gevoeld door de marien biologen. Het KNMI fungeerde daarom eerder als vraagbaak voor het NIOZ dan omgekeerd. Van onschatbare waarde bleken daarbij vooral lange waarnemingsreeksen zoals die bijvoorbeeld verzameld worden op de lichtscheperen. Wel kwamen er regelmatig verzoeken aan het NIOZ om in bij het KNMI ingeleverde watermonsters, verzameld door zeevarenden, de vaak niet meer in optimale conditie verkerende organismen te determineren en aan de hand van die determinatie geheimzinnige fysische verschijnselen, meestal bij nacht waargenomen in tropische wateren, te verklaren.

De samenwerking tussen beide instellingen werd verstevigd toen na de oorlog het KNMI een vaste afdeling fysische oceanografie had gekregen en het NIOZ een afdeling hydrografie. Dit leidde er onder anderen toe dat deze schrijver de chemische gegevens van de Snellius expeditie, die in 1929-1931 in Oost Indië plaats vond onder leiding van Van Riel van het KNMI, ging bewerken. Verschillende gemeenschappelijke tochten werden gemaakt in onze kustwateren. Dorrestein ontwikkelde in die tijd een zoutmeter die achter het schip kon worden gesleept en die vooral fraaie registraties maakte van zout- en temperatuursprongen bij stroomnaadpassages; tegenwoordig spreekt men van frontpassages. Het KNMI begon zich, evenals het NIOZ, te interesseren voor parameters, die naast het zoutgehalte gebruikt konden worden als tracers van watermassa's. Een daarvan was de fluorescentie van zeewater onder ultraviolet licht. Verder werd er op het KNMI een lichtmeter ontwikkeld die informatie over zwevende deeltjes verschafte en waar ook het NIOZ in was geïnteresseerd.

Toen omstreeks 1960 de naamsverandering van "Zoölogisch Station" in "Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee" plaatsvond en het instituut met de uitbreiding van zijn



Mittlere Reststromvektore und stündliche Abweichungen für zwölfstündige Reihen

taken de noodzaak ging beseffen van zwaardere fysisch-oceanografische ondersteuning werd overwogen om enkele medewerkers van het KNMI op Texel te stationeren. De toenmalige hoofd-direkteur van het KNMI, zelf afkomstig uit Den Helder, had daar wel oren naar. Hij vond het onder anderen van groot belang dat zijn medewerkers regelmatig met het gebied bij Den Helder zouden worden geconfronteerd omdat daar tenslotte "het weer wordt gemaakt". Het is er uiteindelijk niet van gekomen.

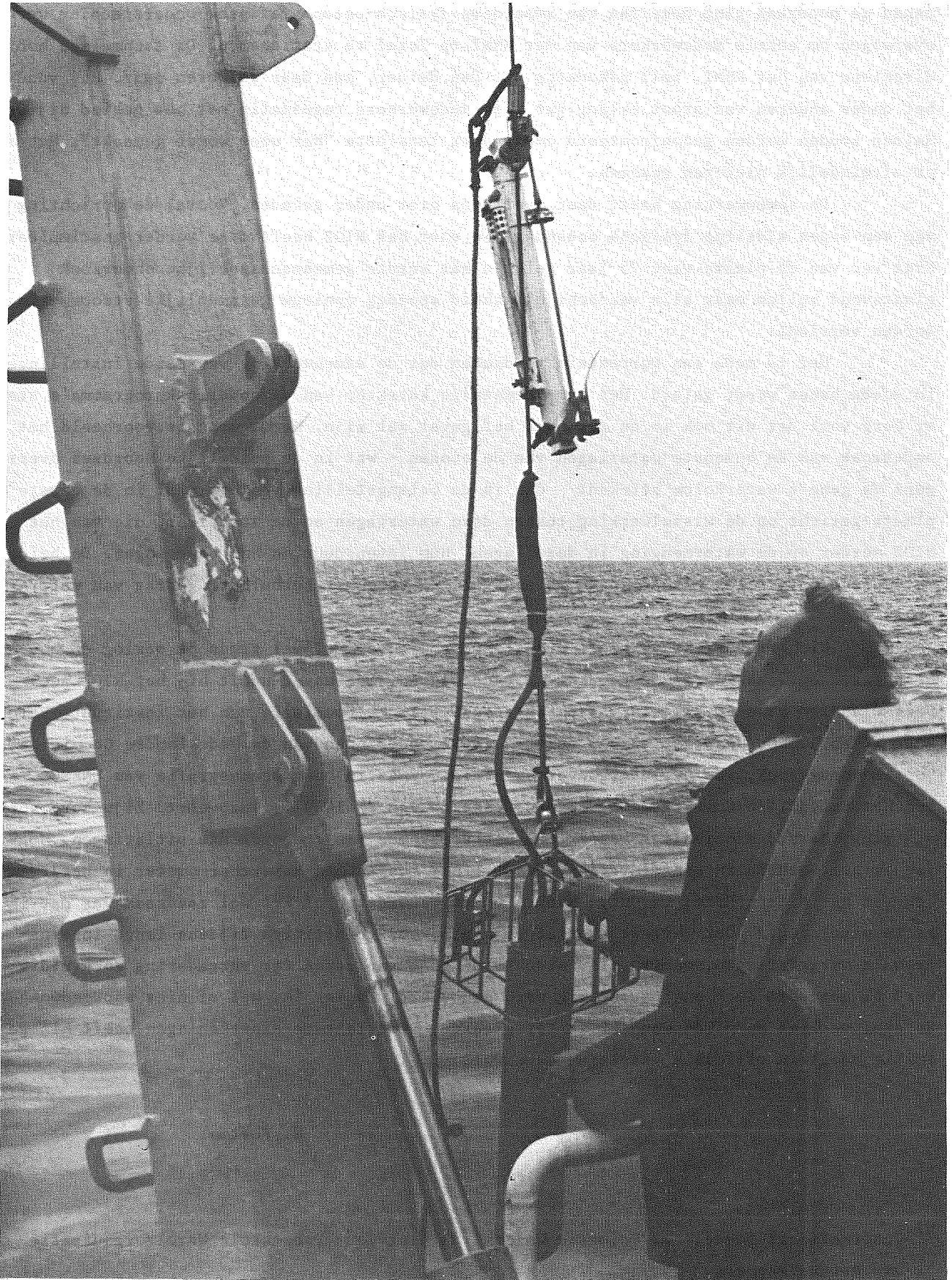
De samenwerking heeft daar overigens niet onder geleden. Vooral de oprichting van een eigen afdeling fysische oceanografie door het NIOZ heeft deze verder gestimuleerd. Niet ver van de plaats waar 75 jaar geleden het eerste gemeenschappelijke onderzoek plaatsvond zullen naar alle waarschijnlijkheid spoedig opnieuw gezamenlijke stroommetingen worden verricht.

Het is mede aan Dorrestein te danken dat de samenwerking van beide instellingen in goede banen wordt geleid. Het complementaire karakter van de onderzoekprogramma's staat er borg voor dat dit ook in de toekomst het geval zal zijn. Neemt men als voorbeeld het onderzoek van de bovenste waterlagen van de oceaan - wat in de zuidelijke Noordzee overigens de gehele waterkolom betekent - dan is de belangstelling van het KNMI in de eerste plaats gericht op de wisselwerking tussen deze waterlagen en de atmosfeer, die van het NIOZ eerder op de watermenging in deze lagen, hun levensduur en hun bewegingen. De beide interessen ontmoetten elkaar in de belangstelling voor het turbulente gedrag van water-massa's.

Richard Dorrestein heeft evenals de schrijver vrijwel sinds de oorlog de boven beschreven ontwikkelingen meegemaakt en ondersteund. Daarnaast heeft hij het NIOZ zeer veel diensten bewezen als lid van de Wetenschappelijke Commissie van het instituut. Vele, vele weken hebben we naast elkaar gezeten in vergaderingen van de Nederlandse Commissie voor Zeeonderzoek, van de Intergouvernementale Commissie voor Oceanografie van UNESCO, van het Scientific Committee on Oceanic Research van de ICSU^{*)}, enzovoort. Zijn zorg voor mij ging daarbij aanzienlijk verder dan het voorkomen van ondoordachte uitlatingen. Nog zie ik hem, gehuld in een winterjas, de door hem meegenomen kamerthermometer in het zwembad van het Hilton Hotel in Quito steken om te beoordelen of het wel raadzaam was dat ik me te water begaf. Ook vergeet ik niet zijn nauwkeurige notities tijdens lange internationale vergaderingen, waarin niet slechts de gang van zaken ter vergadering zorgvuldig werd bijgehouden doch ook nauwkeurig werd genoteerd wanneer ik, wel of niet noodgedwongen, de zaal verliet en of en wanneer ik terugkeerde. Deze laatste aantekeningen heeft hij gelukkig nooit in officiële verslagen verwerkt.

H. Postma.

*) International Council of Scientific Unions, de niet-Gouvernementele Wereldorganisatie van wetenschappers.



Oud en nieuw, vergelijkingswaarnemingen met een Nansen fles en een CTD-meter.

(foto Wiggers).

Onderwijs in Meteorologie en Oceanografie op de zeevaartscholen.

"De meening, dat er in ons land behoefte bestaat aan een Leerboek der Meteorologie, hetwelk zich meer in het bijzonder beweegt op het terrein, dat voor den zeeman het meest belangrijk is, heeft mij bewogen dit werk het licht te doen zien. Ook het weinige toch, wat in vreemde talen op dit gebied is verschenen, voorziet naar mijne meening in die behoefte niet. Daar dit werk in onze taal dus een eersteling is, roep ik de welwillende beoordeling van den lezer in ..."

Aldus schreef F. Pinke in maart 1897 in het voorbericht van zijn "Leerboek der Maritieme Meteorologie en Oceanografie", dat werd uitgegeven door C. de Boer "te Helder".

Werd er daarvóór dan helemaal niets gedaan aan Oceanografie en Maritieme Meteorologie op onderwijsgebied? In het "Leerboek der Zeevaartkunde" van D.J. Brouwer, van vóór 1882 komen wèl de watergetijden voor. Van specifieke maritiem-meteorologische en oceanografische leerboeken ontbreekt echter elk spoor.

Nadien is dat anders geworden. Er zijn andere leerboeken gekomen, waarin deze onderwerpen ruimschoots aandacht hebben gekregen. Natuurlijk hebben auteurs van leerboeken zich daarbij tot het KNMI gewend. Immers, al weet men in De Bilt dan ook niet alles, ontegenzeggelijk is daar een grote hoeveelheid informatie en ervaring aanwezig op het gebied van maritieme meteorologie en oceanografie. Men beschikt er over de originele Nederlandse waarnemingsgegevens, en soms zelfs ook over een bewerkt, samengevat "produkt". Bovendien heeft zo'n instituut een bibliotheek waarin ook veel buitenlands materiaal is te vinden, en weet men er de weg indien nog dieper moet worden gegraven.

Met allerlei inrichtingen voor zeevaartkundig onderwijs heeft het KNMI dan ook contact. Dit past geheel in het Reglement voor het KNMI, zoals dat is vastgesteld bij Koninklijk besluit van 28 februari 1974. En al is het KNMI dan eigenlijk geen onderwijsinstituut, toch worden er geregeld groepen kursisten van zeevaartscholen ontvangen. Een dergelijke exkursie/studiedag dient dan veelal om enkele onderwerpen van maritiem meteorologische- en oceanografische aard, welke op de zeevaartkundige instituten worden onderwezen, nader toe te lichten. Die kontakten lopen dóór en er wordt aan gewerkt, tot wederzijds voordeel. Zo wordt er bijv. ook lesmateriaal ter beschikking gesteld; een ander pluspunt: wijzigingen in de voorschriften van de Wereld Meteorologische Organisatie komen langs deze weg snel bij de leerlingen.

Onderwijs en instructie aan mensen uit de praktijk.

"Mensen uit de praktijk" worden ze hier genoemd, dat zijn degenen die de zeeën bevaren of veel met de zeevaart te maken hebben. Uiteraard kennen zij "de praktijk" het beste, en hun ervaringen geven ze dan ook door, o.a. naar het KNMI, in de vorm van rapporten. Behalve over het weer (in standaardvorm), gaan die rapporten vaak ook over merkwaaardige oceanografische zaken^{*)}.

^{*)} zie bijv. de bijdragen van L.J. Mahieu en van G.E. Venendaal in deze bundel.

Die ervaringen ordenen, toetsen aan de theorie en aan andere reeds bestaande kennis die in de literatuur aanwezig is, dat is wat het KNMI kan doen. Het resultaat kan daarna weer worden uitgedragen, in woord en geschrift. In de jaarverslagen vindt men soms de neerslag ervan: belangstellenden kwamen inlichtingen vragen ter voorbereiding van werkzaamheden op zee of bij de kust. Het betreft dan bijv. olieplatforms, zeilwedstrijden, duikactiviteiten, verzekeringsvraagstukken, telefoonkabels, visserij, etc.. Soms, maar lang niet altijd, vindt deze kennisoverdracht in groepen plaats. Zeevarenden immers zijn zelden tegelijk aan de wal en bovendien zijn de vragen vaak zeer specialistisch. Wat voor een zeer grote groep belangrijk is, kan bovendien vaak beter schriftelijk worden uitgedragen.

Oceanografie op universiteiten en hogescholen.

Wie heden ten dage een academische opleiding wil gaan volgen die hem of haar enigszins voorbereidt op zeeonderzoek, kan in Nederland bij een paar universiteiten en hogescholen terecht, afhankelijk van de studierichting die men kiest. Een fysische, chemische, biologische of geologische basisstudie is daarbij als regel wel noodzakelijk.

Hiermee zijn nog niet alle opleidingsmogelijkheden uitgeput, hier en daar zijn meer wegen mogelijk om een studieonderwerp te kiezen dat "iets met de zee te maken heeft". Zo heeft bijv. de grote vlucht die de zgn. "offshore"-techniek heeft genomen geleid tot een speciale cursus aan de Technische Hogeschool te Delft. En zelfs heeft oceanografie tegenwoordig een stevige verbinding met administratie en met (internationaal) recht.

Het is duidelijk dat er verbanden zijn tussen de Nederlandse instellingen voor hoger onderwijs en het KNMI. Medewerkers van het instituut zijn soms direkt, soms indirekt, betrokken bij het hoger onderwijs. Meestal betreft dat dan de Universiteit van Utrecht, waar een aantal personeelsleden van het KNMI verbonden zijn aan het Instituut voor Meteorologie en Oceanografie. Het werk dat ze daar doen kan variëren van begeleiding van een of meerdere studenten, tot een compleet buitengewoon hoogleraarschap. Ook hier geldt als regel het wederzijds profijt: Universiteit en KNMI hebben beide duidelijk voordeel van deze aanpak.

Andere vormen van onderwijs.

Tussen zeevaartschool en universiteit bevinden zich nog andere groepen mensen met belangstelling voor kennis van de zee. Soms vinden ze datgene wat ze zoeken in de uitgebreide vakliteratuur, en is enige hulp bij het literatuuronderzoek voldoende. Soms is een gesprek of brief ter voorlichting voldoende. Soms ook wordt een kleine cursus georganiseerd, waarin (een deel van) de oceanografie wordt behandeld, afgestemd op specifieke vraagstellingen.

Leerboeken, enz..

Ten behoeve van onderwijs, instructie enz. is in het verleden veel werk verricht. Meestal ging dit buiten de "reguliere" lessen van het Bureau Opleidingen om, hoewel ze er daar wel van weten. Ook het "schrijfwerk" dat daarmee gepaard gaat, is vaak aanzienlijk:

- handleidingen en memo's voor intern gebruik;
- syllabi voor diverse kursussen;
- medewerking aan een groot aantal boeken, boekjes, encyklopedieën enz.;
- artikelen in "De Zee", later in het "Nautisch-Technisch Tijdschrift De Zee".

Andere activiteiten.

In het voorgaande is hier en daar de grens tussen "onderwijs" en "voorlichting" vaak al moeilijk aan te geven.

Gedurende de laatste jaren krijgt die voorlichting, ook op oceanografisch gebied, meer gestalte. Een kleine tentoonstellings-stand, indertijd opgezet ter gelegenheid van de uitreiking van medailles en beloningen aan zeevarenden in 1972, werd op verscheidene plaatsen in Nederland gebruikt. Meestal werd hij dan in een groter geheel opgenomen, zoals bijv. een zee-expositie of een jubileumtentoonstelling van een zeevaartschool. Enkele jaren later is er een nieuwe, betere, gemaakt. En nu de laatste tijd komt er belangstelling van enige gespecialiseerde musea voor ons werk.

Niet alleen het KNMI doet in Nederland iets aan oceanografie. Verscheidene andere instellingen in ons land houden zich met verschillende takken van zeeonderzoek bezig. Hier en daar is dat in een overzichtelijke vorm samengevat.

Zo heeft in 1975 het ministerie van Onderwijs en Wetenschappen een alleraardigst boekje laten verschijnen, getiteld "The Netherlands Marine Research". Het hoofdstukje "Physical oceanography" hierin is van de hand van R. Dorrestein. In internationale vergaderingen, van bijv. de International Association for the Physical Sciences of the Oceans of van de International Council for the Exploration of the Seas, heeft dit boekje zijn weg gemakkelijk gevonden bij geïnteresseerde buitenlandse zeeonderzoekers.

Tussen haakjes, het lijkt gewenst dat met een zekere regelmaat aan dergelijke vormen van "public relations" aandacht wordt geschonken....

M.P. Visser.

Een korte vooruitblik, gebaseerd op een extrapolatie van het voorafgaande, en op de mogelijkheden zoals die zich nu aan ons voordoen. Zowel meteorologen als oceanografen weten echter wel, dat je met het opschrijven van verwachtingen zéér voorzichtig moet zijn. Vandaar de kleine omvang van dit deel.



Situatieschets.

Golven op de Noordzee. Deining in de Eurogeul. Wateropzet langs de kust. Getijbeweging in de Waddenzee. Met de bodemtopografie samenhangende circulatiepatronen. Met de getijstroom meebewegende quasi-tweedimensionale wervels. Advectie en diffusie. De impuls-overdracht tussen de wind en brekende golven. De impulsflux bij windkracht tien. De ontwikkeling van het windgedreven golfspectrum. Turbulentie in de menglaag. Erosie van de thermocline in diep water. De generatie van reststromen door bodemwrijving en aardrotatie.

Deze veelheid van verschijnselen, deze overvloed aan diepgaande natuurkundige problemen maakt duidelijk dat de nieuwkomer in dit vakgebied beslist geen heimwee behoeft te hebben dat hij een ander specialisme in de fysica heeft verlaten. Integendeel!

Dit is echter maar één kant van de zaak. De praktijk komt eveneens met een lange waslijst:

De bescherming van de Nederlandse kust. De veiligheid van scheepvaart en visserij. De afsluiting van de Oosterschelde. Transport van plankton en slib. Diffusie van verontreinigende stoffen. De werkomstandigheden op de booreilanden. Enzovoorts, te veel om op te noemen.

Het Noordzeeonderzoek heeft kennelijk geen enkel gebrek aan maatschappelijke relevantie^{*)}. Integendeel, voortdurend stelt de Nederlandse samenleving (vaak bij monde van Rijkswaterstaat) zulke dringende vragen dat we dreigen te vergeten dat het fundamenteel onderzoek aan stroming en golven en aan de wisselwerking tussen zee en atmosfeer voor een natuurwetenschapper met liefde voor de natuur, minstens zo boeiend is als de hoge-energiefysica of de quantum-mechanica. Wie ooit bij vliegende storm langs het Noordzeestrand heeft gelopen, weet dat sommige indrukken onuitwisbaar zijn - óók voor een fysicus.

Maakt Nederland wel optimaal gebruik van de mogelijkheden voor natuurwetenschappelijk onderzoek die de Noordzee biedt? Geven we wel voldoende steun aan de onderzoekers en technici die langs wetenschappelijke weg praktische oplossingen moeten vinden voor de problemen die de Noordzee ons stelt? Lopen we vooraan in de studie van de wisselwerking tussen wind en water? In Nederland zijn er niet meer dan twee dozijn fysische oceanografen (de waterbouwkundigen niet meegerekend); is dat wel voldoende om bij te blijven, laat staan om een reputatie op te bouwen? Ik meen van niet.

Lichtpunten.

Gelukkig groeit in de kring van het Nederlandse zeeonderzoek en bij de Minister voor Wetenschapsbeleid het besef dat de fysische oceanografie extra steun verdient en nieuwe stimulansen nodig heeft. Een klein land kan slechts op een beperkt aantal wetenschapsgebieden groot zijn. Nederland kan bijvoorbeeld met recht prat gaan op de reputatie van zijn astronomen.

^{*)} Excuses voor het modewoord. Buys Ballot zou me ongetwijfeld gecorrigeerd hebben. Bedoeld wordt maatschappelijk nut.

In aansluiting op onze maritieme traditie en op de reputatie van onze waterbouwkundigen zou het allerminst misstaan wanneer de Nederlandse fysische oceanografie een kans zou krijgen om tot bloei te komen.

Zowel in de Nederlandse Commissie voor Zeeonderzoek (NCZ) als bij andere instanties ontbreekt het niet aan hoopgevende initiatieven, die door het KNMI van harte worden gesteund.

Laat me enkele voorbeelden geven. Aangemoedigd door de Directeur-Generaal voor Wetenschapsbeleid is de NCZ in gesprek over een structuurwijziging die haar daadkracht zal versterken. Daardoor wordt het voeren van een gericht beleid gemakkelijker gemaakt. Verder heeft de NCZ een rapport doen samenstellen waarin gepleit wordt voor een ordinariaat in de fysische oceanografie aan de Rijksuniversiteit te Utrecht; dat rapport heeft in Den Haag een goede indruk gemaakt. De Raad van Overleg voor het fysisch oceanografisch onderzoek van de Noordzee beweegt zich in de richting van bindende afspraken over de afstemming van onderzoekprogramma's. Ook is er hoop dat numerieke modelbouw en meetcampagnes op de Noordzee over afzienbare tijd zullen kunnen worden aangevuld met systematisch onderzoek aan hydraulische modellen. De Minister voor Wetenschapsbeleid heeft toegezegd, een deel van zijn Stimuleringsfonds te zullen bestemmen voor de meteorologie en fysische oceanografie; een door hem aangewezen groep van experts zal, daarbij geholpen door de Stichting FOM, dit geld beheren en plannen maken voor de verdere toekomst.

Aanpak.

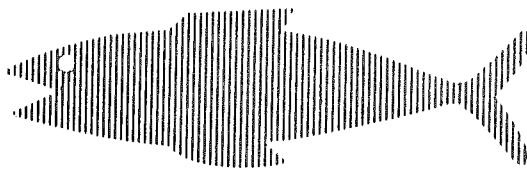
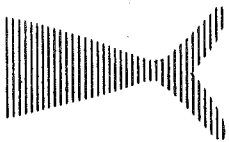
Hoe pakken we het aan? Er is weinig kans dat de fysische oceanografen in Nederland vele miljoenen extra te besteden zullen krijgen. We kunnen wel enige groei verwachten (met name in het universitaire onderzoek rondom de door de NCZ bepleite ordinarius), maar dat is op zichzelf nog niet voldoende. We moeten kiezen voor nauwere samenwerking tussen alle bij de Noordzee betrokken instituten en diensten, voor een bundeling van krachten, voor nationale projecten. Daarnaast doen we er goed aan, niet teveel verschillende onderwerpen van onderzoek te willen aanpakken. Onze werkkraft wordt het best benut wanneer we onze naam proberen hoog te houden door een klein aantal fundamentele problemen diepgaand te onderzoeken. Dit betekent niet dat er een keurslijf van strak gestructureerde projecten moeten worden gemaakt. Gezamenlijk onderzoek kan zonder bezwaar zó worden ontworpen dat er voldoende ruimte blijft voor de individualiteit van elke onderzoeker.

Ik zal niet verhelten dat ik persoonlijke voorkeuren heb. Ik zou twee centrale projecten kiezen: de impulsoverdracht tussen wind en water, in het bijzonder bij stormachtig weer en zware zeegang, en het grensgebied tussen twee- en driedimensionale turbulentie in de door de getijbeweging veroorzaakte secundaire stromingspatronen in de zuidelijke Noordzee. Beide onderwerpen sluiten rechtstreeks aan op het meteorologisch onderzoek: het eerste omdat het de wind is die de golven opwekt, het tweede omdat de problematiek van meteorologie op de mesoschaal nauw verwant is met die van het stromingsonderzoek aan Noordzeewervels met diameters die niet aanzienlijk groter zijn dan de waterdiepte.

De toekomst van het Noordzeeonderzoek moet worden gebouwd op de grondslagen die in het verleden zijn gelegd. Kort na elkaar zijn Groen en Dorrestein nu met pensioen gegaan.

Zij zijn het die leiding hebben gegeven aan het naoorlogse onderzoek aan golven en wateropzetten. Zij zijn de leermeesters van de generatie die nu het voortouw moet nemen. Zij hebben de grondslagen gelegd; hun werk, hun inzet, hun toewijding heeft het mogelijk gemaakt dat we de toekomst met vertrouwen tegemoet kunnen zien.

H. Tennekes.



Mogelijkheden voor golf-energie in Nederland

Zoals bekend wordt in Engeland onderzoek verricht naar de mogelijkheid golf-energie om te zetten in elektrische energie. Deze mogelijkheid is nu ook voor Nederland bekeken en o.a. door J. Smit, wetenschappelijk medewerker van het Energieonderzoek Centrum Nederland beschreven. Hij gaat er vanuit dat voor de Nederlandse kust 150 km lengte beschikbaar is, equivalent aan een bruto gemiddeld jaarlijks vermogen van 1140 MW (= 7,8 kW per strekkende meter vergeleken met 67 kW ten westen van Schotland en 24 kW ten westen van Zuid-Engeland).

Van het brutovermogen kan als gevolg van natuurkundige beperkingen (soort golfmachine, spreiding in de golfrichting) naar schatting ca. 50% worden omgezet in mechanische energie. Verder zal over het algemeen de maximale energieopbrengst niet worden gehaald, omdat de installatie economisch wordt geoptimaliseerd. De energie aanwezig in zeer hoge doch weinig frequent voorkomende golven zal niet volledig worden benut, omdat anders de veel vaker voorkomende minder hoge golven een overgedimensioneerd apparaat op hun weg vinden. Geschat wordt dat hierdoor nog eens 50% van het brutovermogen verloren gaat, waardoor als netto vermogen overblijft 285 MWe. Een dergelijke capaciteit kan 2,5 miljoen MWh elektriciteit produceren of wel 5% van de huidige Nederlandse productie. Een en ander leidt tot een onaantrekkelijke kostprijs voor deze golf-energie. Deze bedraagt 62,4 cent per KWh tegen 16,9 cent bij Schotland en 31,2 cent in Zuid-Engeland.

DE INGENIEUR, J. SMIT, 88, NO. 44;
3-11-77, PAG. 831

*Overgenomen uit de "Nieuwsbrief
Energie en Samenleving".*

"Die letztverflossenen drei Dezennien haben in dem Gebiete der Ozeanographie in steigender Progression eine solche Fülle von neuen Thatsachen zu Tage gefördert, dass unsere jetztigen Anschauungen und Begriffe von den Erscheinungen und Vorkommnissen im Meere, sowohl an seiner Oberfläche als in seinen Tiefen und am Boden wesentlich andere und auf einen höheren Standpunkt gehoben worden sind, als vor 30 bis 40 Jahren".

Dit citaat van Boguslawski (1884) lijkt bij het overzien van een 30 jarige ontwikkeling van toepassing op de oceanografie van nu. En de vraag komt op: zal men dat over 30 jaar ook weer kunnen zeggen? Een toenemende groei, die al zo'n 100 jaar aanhoudt, kan dat op dezelfde wijze verder? Of zijn er "grenzen aan de groei" in de oceanografie, en wanneer zullen we die bereiken?

Groen (1979) heeft gesteld dat het natuurkundig onderzoek van de zeeën thans zijn schaalgrenzen heeft bereikt: enerzijds wordt het onderzoek op planetaire schaal beoefend, anderzijds zijn nu ook de processen op moleculaire schaal binnen de beschouwingen betrokken. En dus zal het "grensverleggend onderzoek" zich verder binnen déze grenzen ontwikkelen. In de komende jaren zal het er om gaan het onderzoek te verdiepen tot een nog beter begrip van de fysische processen. En het zal ons streven zijn de oceaan te beschrijven over het hele spektrum van ruimte- en tijdschalen. Het is te verwachten dat steeds nieuwe hulpmiddelen hiervoor beschikbaar komen. Met sensoren die nauwkeuriger zijn en sneller reageren, met beter toegeruste schepen, automatische waarnemingsstations, remote-sensing technieken en grotere en snellere computers kunnen we trachten onze grenzeloze nieuwsgierigheid te bevredigen. Maar dat is kostbaar. "We zijn in een tijd gekomen dat de "grenzen aan de groei" voelbaar zijn geworden, en dat geldt ook voor het wetenschappelijk zeeonderzoek", aldus Dorrestein (1972). En hij vervolgt dan met: "Wij onderzoekers zullen ons steeds sterker moeten voegen naar een van boven opgelegd wetenschapsbeleid, hoe moeizaam en gebrekkig dat ook nog functioneert. Maar juist daarom moeten wij ons bewust zijn van onze maatschappelijke verantwoordelijkheid en moeten wij dat beleid helpen bepalen. Laten wij de rol die wij zelf hierin kunnen spelen niet onderschatten".

Moeten we dat niet sterker zeggen? Als er sprake is van een "van boven opgelegd beleid" dan komt dat omdat de wetenschappers zelf een taak hebben laten liggen.

Groei binnen de grenzen.

Laten we uitgaan van een actieve opstelling van de onderzoekers zelf. Zij zullen doelstellingen moeten formuleren, niet zonder aandacht voor het rendement van in het onderzoek geïnvesteerde mankracht en kapitaal. Ondanks financiële begrenzungen kunnen zo de onderzoekers veel bijdragen aan een zekere voortgezette groei.

Maar dan zullen wel vanuit de maatschappij randvoorwaarden gesteld moeten worden, als het goed is afgeleid uit een "integraal maritiem beleid" (zoals genoemd in de Discussienota Sectorraden (1976)). Tot op heden komt zo'n "integraal beleid" maar moeizaam op gang, een sectorraad voor maritiem onderzoek lijkt er bijv. nog niet te komen.

Toch zitten we niet helemaal zonder randvoorwaarden:

"Wil Nederland niet te kort schieten in het gebruik van de mogelijkheden die de zee ons biedt, dan is het nodig dat in ons land een gunstig klimaat wordt geschapen voor een actieve en gezonde ontwikkeling van het wetenschappelijk zeeonderzoek". (Nota wetenschapsbeleid, 1975).

Deze regeringsuitspraak is bovendien gesteund door twee belangrijke maatregelen; een verhoging van de begrotingspost voor oceanografisch onderzoek van het departement van Onderwijs en Wetenschappen en het in de vaart brengen van Hr.Ms. Tydeman, als onderzoekingschip voor 30% van de tijd beschikbaar voor civiel wetenschappelijk onderzoek.

Vanuit de hoek van de zeeonderzoekers heeft het ook niet geheel ontbroken aan initiatieven voor een onderzoeksbeleid. In 1969 werd door de Nederlandse Commissie voor Zeeonderzoek (NCZ) een "subcommissie meerjarenplanning" ingesteld. Deze commissie stelde een in 1971 uitgegeven "Overzicht Nederlands Oceanografisch Onderzoek voor de jaren 1972-1980" samen. De NCZ (1979) zegt zelf: "Dit overigens uiterst waardevolle overzicht had slechts een kwalitatief inventariserend karakter en vroeg derhalve om een vervolg". Dat de NCZ het echter toch hierbij heeft gelaten is te betreuren. Het initiatief is daarop overgenomen door de "Interdepartementale Commissie voor Oceanografie" (ICVO) en kwam daarbij vanuit de wetenschappelijke in de ambtelijke sfeer terecht. Tenslotte leidde dit tot de instelling door de Minister voor Wetenschapsbeleid van de "Planninggroep voor Oceanografisch Onderzoek op Lange termijn" (POOL), die in 1979 haar eindrapport uitbracht.

Ik geloof niet dat dit rapport nu het laatste woord moet zijn. Het richt zich alleen op toegepast onderzoek en het komt met een heterogene serie voorstellen van onderzoek op middellange termijn, onderzoek "waar onvoldoende aan gebeurt". Belangrijk (en onbelangrijk?) onderzoek waar wél voldoende (?) aan gebeurt blijft buiten beschouwing. Dat maakt de waarde van de voorstellen twijfelachtig, zeker voor onze discussie. Er zit te veel in van het idee "extra middelen voor extra onderzoek". En dat het POOL rapport zich beperkt tot toegepast onderzoek is daarom jammer omdat het juist op de lange termijn onmogelijk is "zuiver" en "toegepast" onderzoek los van elkaar te bedrijven.

Misschien is de hierbij gevolgde weg ook niet de goede. Komt men bij de onderzoekers met een lijst van problemen die om onderzoek vragen, dan kan men best een lijst met onderzoekprojecten terug krijgen. Vraagt men daarna om die projecten door "herprogramming" te realiseren, dan geven de onderzoekers "niet thuis", want hun huidige eigen onderzoek heeft, per definitie, voor hen de hoogste urgentie.

Van de POOL exercitie kunnen we leren dat de onderzoekers zelf in een eerder stadium bij de zaak betrokken moeten worden, of liever: zelf het initiatief moeten nemen. Alleen al daarom, omdat de beschikbare middelen het best worden gebruikt als wordt voortgebouwd op potentieel dat er al is en op werk dat al gebeurt.

Twee principes spelen hier een rol. Het eerste, steun van het onderzoek aan maatschappelijke belangen, zal vanuit de maatschappij en de overheid gestimuleerd worden door de randvoorwaarden daarop af te stemmen. Het andere principe, wetenschapsbeoefening op internationaal niveau, moet de zorg zijn van de onderzoekswereld zelf. Binnen die voorwaarden moet een optimum worden gerealiseerd. Daarbij kan de aandacht niet te veel verdeeld zijn. In de versnipperde structuur van het oceanografisch onderzoek in ons land betekent dat: samenwerking tussen alle partijen. Als aan belangrijke maatschappelijke problemen niet voldoende vanuit het onderzoek wordt gewerkt, dan zullen de middelen verruimd moeten worden.

Of als de aandacht duidelijk té eenzijdig is gericht op bepaald, overigens nuttig, onderzoek, dan moeten de voorwaarden worden aangepast. Zo wordt het evenwicht tussen beide principes gevonden en zo kan ook binnen de gestelde voorwaarden de groei voortgaan.

Het is hier de plaats om de positie van de oceanografie nader te bekijken. In "The Netherlands Marine Research", een uitgave van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen 1975, vinden we een overzicht van de belangrijkste werkterreinen van het Nederlandse zeeonderzoek. Een nieuw "Overzicht Nederlands Oceanografisch Onderzoek, 1980-1989" is in voorbereiding bij de NCZ.

Wat is de huidige omvang van het zeeonderzoek? In dit verband interesseert ons vooral de fysische componente. Een zekere maat is het aantal wetenschappelijke onderzoekers dat werkzaam is op dit terrein. Nu is "fysische oceanografie" geen exact omschreven wetenschapsgebied. We kunnen het onderzoek van de kustzone, de estuaria, de atmosfeer direct boven de zee er wel of niet bij rekenen. Daarnaast is bij het kustonderzoek de grens met de kustwaterbouwkunde niet scherp te trekken. De getallen die we hieronder geven zijn daarom discutabel. Toch geven zij een indruk.

Aantal onderzoekers in de fysische oceanografie en verwante gebieden.

KNMI, afd. oceanografisch onderzoek	11
NIOZ, afd. fysische oceanografie	4
Rijksuniversiteit Utrecht	1
Rijkswaterstaat, fysische afdeling	4
Technische Hogeschool Delft	3
Waterloopkundig Laboratorium	12

In totaal dus 35 onderzoekers, een aantal dat eventueel nog iets groter uit kan vallen als we "fysische oceanografie" ruimer definiëren, maar dat bij een engere definitie op amper 20 onderzoekers uitkomt.

Hoe liggen de aantallen bij andere sectoren van de oceanografie in ons land? Ook hier kunnen getallen slechts met veel voorbehoud worden gegeven; gelijksoortige toerekeningsproblemen gelden ook hier.

We komen, uitgaande van de beschikbare gegevens (adreslijst oceanografenclub, enquête NCZ voor het genoemde "Overzicht") tot de volgende schattingen:

Aantal zeeonderzoekers in Nederland

Fysisch zeeonderzoek	20-35
Chemisch zeeonderzoek (incl. vervuilings-onderzoek)	10-15
Geologisch/geofysisch onderzoek	10-20
Biologisch zeeonderzoek	30-70

Deze onderzoekers werken verdeeld over een tiental niet-universitaire instituten en een iets groter aantal universitaire laboratoria. Geografisch gezien richten zij hun aan-

dacht allereerst op de Nederlandse kustwateren en estuaria en op de Noordzee, waarbij zij zich bezig houden met een groot aantal gevarieerde onderwerpen.

Hoe kan met deze mogelijkheden het onderzoek voor de komende tijd ontwikkeld worden?

Wat oceanografie tot een zelfstandig wetenschapsgebied maakt is niet het feit dat bijna iedereen afhankelijk is van scheepsfaciliteiten. Oceanografie is een zelfstandig wetenschapsgebied als het gaat om de onderlinge wisselwerking tussen de verschillende vakdisciplines. Het onderzoek van de Noordzee nu biedt een uitstekende mogelijkheid om oceanografie op een geïntegreerde manier te bedrijven. Dat is én maatschappelijk relevant (denk aan de milieuproblematiek) én wetenschappelijk van belang. Laten we hopen dat die geïntegreerde aanpak een van de elementen wordt van een Nederlands oceanografisch programma.

Voor de fysische oceanografie zijn er daarnaast belangrijke vragen van de kant van scheepvaart, kustbescherming en offshore-activiteiten. Extreme omstandigheden (hoge waterstanden en golven, sterke stromen) zijn mede bepalend voor tal van activiteiten op zee. Veel hangt daarbij af van meteorologische factoren. Dit vraagt dus om een samenhangend onderzoek van oceanografie en (maritieme) meteorologie, speciaal gericht op de nog slecht bestudeerde stormsituaties.

Buiten de Noordzee is er de laatste jaren een duidelijke groei van het Nederlandse zeeonderzoek geweest. Dat komt vooral door de middelen die via het "Vaarplan" door de Minister van Onderwijs en Wetenschappen beschikbaar zijn gesteld. Het fysisch oceanografisch onderzoek op de oceaan bleef echter tot nu toe relatief beperkt: uitgedrukt in vaarweken zien we over 1975-1979 een aandeel van 10 weken op een totaal van bijna 90 weken. De plannen voor 1980 en 1981 tonen eenzelfde beeld. Het onderzoekprogramma van de verschillende groepen is nogal gevarieerd. Het fysisch onderzoek is vooral gericht op de lucht-zee wisselwerking. De vraag is of men ook in het oceanonderzoek tot een concentratie kan komen.

Wat is nu te verwachten van de fysische oceanografie als we uitgaan van een "begrensd groei" als randvoorwaarde? Door combinatie van kennis en mogelijkheden, door samenwerking, ook met andere sectoren van het zeeonderzoek, is veel te bereiken. En de mogelijkheden zijn gunstig, ondanks de hiervoor genoemde versnippering. Er is thans voor de Noordzee al een zekere samenwerking tussen verschillende groepen in de "Raad van Overleg voor het Fysisch Oceanografisch Onderzoek van de Noordzee". In zo'n samenwerking is veel te bereiken, óók voor het fundamentele onderzoek. Een werkverband tussen het KNMI en het Instituut voor Meteorologie en Oceanografie van de Universiteit van Utrecht kan een extra impuls geven aan het onderzoek van de lucht-zee wisselwerking.

Indien er meer zulke samenwerkingsverbanden komen, mogen we goede hoop hebben dat de nodige middelen ook beschikbaar komen. Daarbij is bijvoorbeeld te denken aan investeringen die nodig zijn voor voorzieningen die niet "van de plank" te koop zijn: gespecialiseerde sensoren, meetplatforms en modelopstellingen. Er zijn daarbij risico's in de ontwikkeling en de testfase die moeilijk binnen de begrotingen van de afzonderlijke onderzoeksgroepen zijn op te vangen. In een versnipperde structuur is het daardoor vaak onmogelijk om voortgang te boeken. In samenwerking kunnen echter wegen gevonden worden om hier iets tot stand te brengen. Dat lijkt zeker mogelijk als we niet alleen kijken

naar de oceanografie, maar ook naar de mariene technologie, waarin Nederland óók een rol speelt.

Deze beschouwing over grenzen in de beoefening van de oceanografie is te besluiten met andere begrenzingsen die we niet mogen accepteren. Oceanografie is een internationale wetenschap, de oceanen en zeeën vormen één geheel. Ons onderzoek mag niet provinciaal zijn, maar moet in internationaal verband beoefend worden. Onderzoekers moeten buiten de grenzen kunnen kijken. Grote projekten moeten aangepakt worden in internationaal kader. We moeten onze kennis willen exporteren en kennis van anderen kunnen importeren.

En verder: oceanografie moet niet geïsoleerd van andere wetenschapsgebieden worden bedreven. Onderzoekers uit andere terreinen moeten welkom zijn in het zeeonderzoek. Oceanografie hoort een volwaardige plaats in te nemen in het geheel van de universiteit. (Studiegroep Opleiding Fysische Oceanografie, 1979).

Oceanografen maken zich terecht zorgen over de gevolgen van de recente ontwikkelingen in het zeerecht. Gevreesd wordt voor nationalistische restricties, waar tot voor kort het "mare liberum" gold. Laten ze dan niet zelf de fout maken van een enghartige vooringenomenheid voor het eigen onderzoek en voor het werk binnen de grenzen van het eigen instituut.

L. Otto.

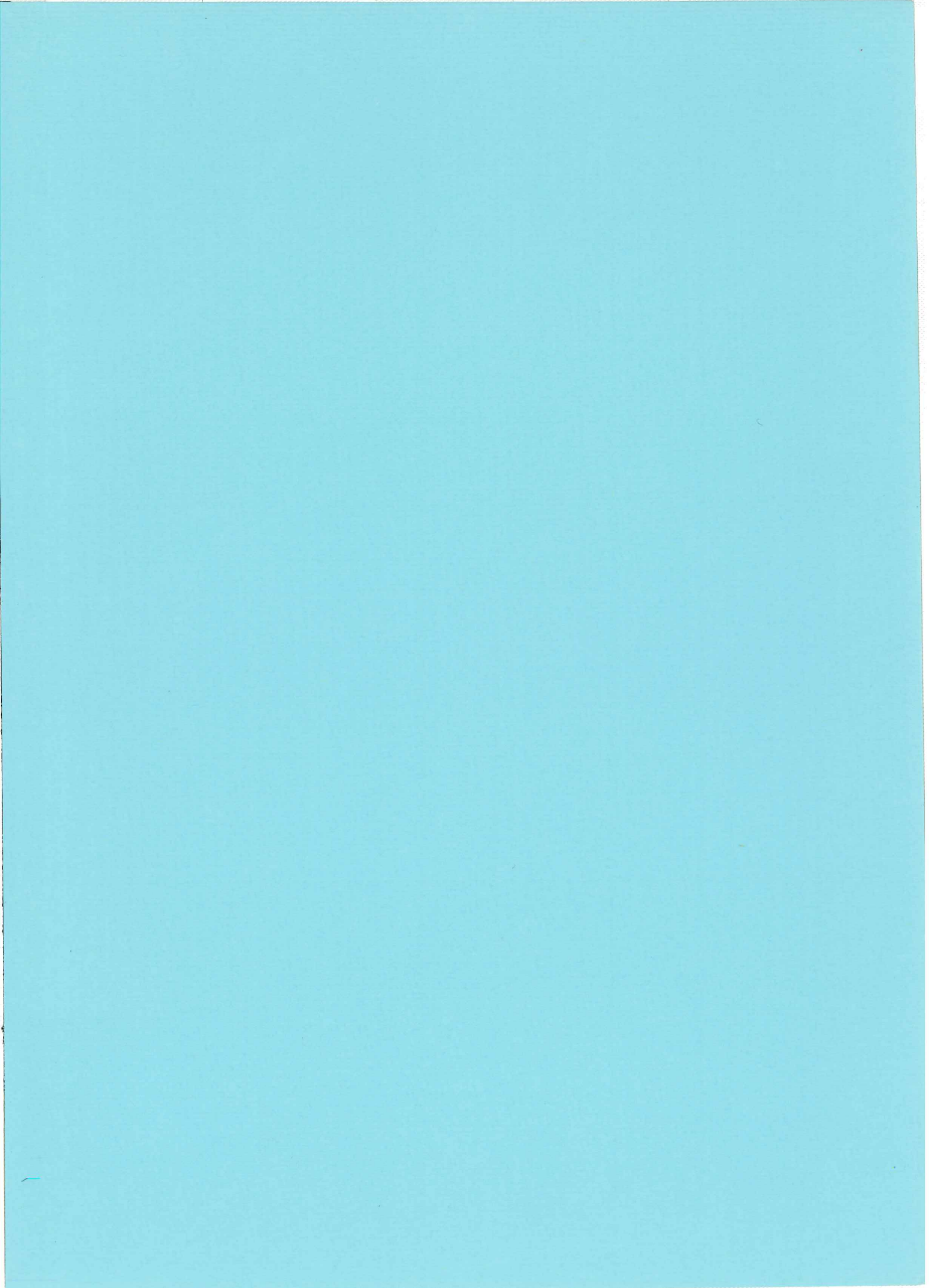
Literatuur.

- Boguslaswki, G. von, 1884. Handbuch der Ozeanographie, Verl. J. Engelhorn, Stuttgart.
- Dorrestein, R., 1972. Fysische oceanografie: tussen geografie en fysica. Rede uitgesproken bij de officiële aanvaarding van het ambt van buitengewoon hoogleraar in de fysische oceanografie aan de Rijksuniversiteit te Utrecht op maandag 6 november 1972.
- Groen, P., 1979. Grenzen. Voordracht uitgesproken bij het afscheid als hoogleraar in de meteorologie, de fysische oceanologie en de hydrodynamica aan de Vrije Universiteit te Amsterdam, op 9 maart 1979.
- Minister voor Wetenschapsbeleid, 1975. Nota wetenschapsbeleid. Tweede kamer zitting 1974-1975, 13221, nrs. 1-2.
- Nederlandse Commissie voor Zeeonderzoek, 1971. Overzicht Nederlands Oceanografisch Onderzoek voor de jaren 1972-1980.
- Nederlandse Commissie voor Zeeonderzoek, 1979. Naar een Nederlandse Raad voor Zeeonderzoek?
- Planninggroep voor het Oceanografisch Onderzoek op Lange termijn. (POOL), 1979. Eindrapport aan de Minister voor Wetenschapsbeleid.
- Studiegroep Opleiding Fysische Oceanografie, 1979. Rapport.
- Studiegroep Sectorradenstelsel, 1976. Discussienota Sectorraden.
- Diverse auteurs, 1975. The Netherlands Marine Research. A ministry of education and science publication.





De Heer en Mevrouw Dorrestein.



Kon. Ned

.....
.....
.....