

**KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT**

TECHNISCHE RAPPORTEN

T.R. - 59

H. Wallbrink en G.J. Prangma

Eerste bevindingen bij oceanografisch gebruik
van IR-HRPT beelden

De Bilt, 1984

Publikatienummer: K.N.M.I. T.R. 59 (00)

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut,
Oceanografisch Onderzoek,
Postbus 201,
3730 AE De Bilt,
Nederland.

U.D.C. : 551.46.075 :
551.465.62 (261.26) :
551.526.6 :
551.507.362.2 :

ISSN : 0169-1708

INHOUD

1. Inleiding.
2. Bewolking.
3. De invloed van de atmosfeer.
4. Resultaten.
5. Koud water bellen in de Noordzee.
6. Conclusies en aanbevelingen.
7. Referenties.
8. Figuren.
9. Foto's.

Inleiding

Met de komst van het HRPT station (High Resolution Picture Transmission) op het KNMI ontstond bij afd. Oceanografisch Onderzoek de vraag in hoeverre de ontvangen satelliet foto's voor oceanografische doeleinden gebruikt konden worden. Synoptische warmtebeelden van grote zeegebieden en foto's ter ondersteuning van onderzoeksvaartochten zouden tot de mogelijkheden behoren en zodoende een bijdrage leveren aan het onderzoek van dynamische processen in de oceaan en het klimaatonderzoek in het algemeen.

Uit de literatuur zijn in dit verband reeds meerdere onderzoeken naar b.v. mesoschaal structuren in de Atlantische Oceaan bekend. (Stumpf, Rao 1975; Vukowich, Chrissman 1980; Spence, Legeckis 1981). In het Europese deel van de Atlantische Oceaan werden bijvoorbeeld speciaal opwellings verschijnselen en eddy activiteiten ter hoogte van Biscaye met behulp van infrarood opnamen onderzocht. (Dickson et. al. 1980; Dickson, Hughes 1981).

Een globaal overzicht van alle door satelliet geregistreerde fronten systemen werd gepubliceerd door Legeckis (1978).

Doordat het gebruik van satelliet foto's voor oceanografisch onderzoek binnen het KNMI nog in de kinderschoenen staat en mede hierdoor de technische mogelijkheden nog beperkt zijn, blijft het huidige gebruik beperkt tot een kwalitatieve interpretatie van ruwe data foto's. Kwantitatieve uitspraken over de waarneembare oceanografisch verschijnselen zouden mogelijk kunnen worden door uitbreiding en ontwikkeling van apparatuur (permanente digitale opslag van ruwe satelliet data) en verwerkingsprogrammatuur (Wolken eliminatie, Split-window technieken).

Dit rapport zal zich hoofdzakelijk richten op atmosferische verschijnselen (wolken, absorptie) die de waarneembaarheid van de zeewaterstructuren op de foto beïnvloeden. Met name een hoge waarschijnlijkheid voor bewolkingsbedekking op noordelijke breedten speelt een belangrijke rol voor wat betreft de bruikbaarheid van de foto.

Getracht zal worden aan de hand van de tot nu toe routinematig ontvangen foto's een indruk te verkrijgen van wat er aan percentages foto's met een herkenbare zeewaterstructuur te verwachten is. Tevens zal een voorbeeld besproken worden, waaruit voor een geval in de Noordzee de waarde van infrarood-foto's voor het circulatie-onderzoek blijkt.

Hetgeen over het afgelopen jaar aan oceanografische verschijnselen op de foto's gezien en gevolgd kon worden lijkt een waardevolle aanvulling op de

klassieke beschrijvende oceanografie.

Vanaf 17 november 1982 worden op verzoek van afd. Oceanografisch Onderzoek routinematig infrarood foto's van het zeewateroppervlak gemaakt.

Dit gebeurt twee maal daags (1 vroege ochtend, 1 late middag) door weerbedrijfoperateurs. Deze selecteren de gunstige (overhead) banen van drie verschillende gebieden (Fig. 1)

Gebied I - Noorse Zee

Gebied II - Noordzee

Gebied III - Noord Atlantische Oceaan.

Foto's werden ontvangen van de NOAA6, NOAA7 en NOAA8 weersatellieten. Deze satelliet familie (TIROS-N/NOAA serie) kenmerkt zich door quasi polaire "low orbit" banen. Vanwege deze relatief lage omloopbanen kan een hoog ruimtelijk en optisch oplossend vermogen gehaald worden waardoor ook kleinschalige verschijnselen waarneembaar zijn. Momenteel cirkelen er twee voor oceanografische doeleinden geschikte satellieten (NOAA7 en NOAA6) gelijktijdig rond de aarde. Omdat de tijdschalen van oceanografische gebeurtenissen groter zijn dan atmosferische tijdschalen zal een tweemaalige observatie van één gebied per dag voldoende zijn. De satellieten cirkelen rond de aarde in zonsynchrone banen op een hoogte tussen de 833 en 870 kilometer hoog, waardoor er omlooptijden van ca. 102 min. ontstaan. Dit geeft door de draaiing van de aarde een westelijke verschuiving van ca. 25.6° per omloop waardoor er op noordelijke breedten voldoende overlap ontstaat voor meerdere (> 2) foto's van hetzelfde gebied per dag.

Baanparameters voor NOAA7 (naar Viehoff, 1983).

Inklinatie	98.8976°
Omlooptijd	102.041 min.
Gemiddelde baanhoogte	861.5 km
Baanexcentriciteit	0.01
Equatorpassage	14.30.00

De NOAA satellieten zijn uitgerust met een AVHRR (Advanced very high resolution radiometer). Deze radiometer is zodanig ontworpen dat hij in 5 verschillende spectrale intervallen (kanalen) geëmitteerde straling kan detecteren. Deze kanalen liggen verdeeld over een aantal atmosferische

vensters waar de moleculaire absorptie minimaal is.

Spektrale karakteristieken van NOAA7 (naar Lauritzen et al. 1976).

<u>Kanaal</u>	<u>Golflengte (μm)</u>	<u>Gebruik</u>
1	0.58 - 0.68	Wolken, Aerosol, land/water verdeling.
2	0.725 - 1.10	Wolken, Vegetatie.
3	3.55 - 3.93	Water/IJs verdeling, sneeuw.
4	10.30 - 11.30	Zeewateroppervlaktetemperatuur
5	11.50 - 12.50	Zeewateroppervlaktetemperatuur

De radiometer werkt met een roterende spiegel die de ontvangen straling naar 5 sensoren stuurt. De spiegel roteert met 360 omwentelingen/minuut. Per omwenteling wordt een scanline opgenomen van 2048 pixels wat een optisch oplossend vermogen geeft van 1.3 mrad.

Het ruimtelijk oplossend vermogen bedraagt recht onder de satelliet 1.1 km in de asrichting (± 6000 km) en 0,8 km in de scanrichting (± 3000 km) oplopend tot 4 km bij de horizon, hetgeen ruim voldoende is voor oceanografische doeleinden.

Op het KNMI wordt de ontvangen datastroom op magneetband opgeslagen en verwerkt (Real Time foto's) of gebruikt voor latere play-back presentaties. Door het afwisselend gebruik van twee magneetband recorders voor dataopslag blijven de satelliet data momenteel ongeveer 7 dagen beschikbaar. Hierna zijn zij door hergebruik van de magneetband verder verloren.

Bij de huidige verwerking van de satelliet data kunnen een aantal deelprogramma's worden uitgevoerd die m.n. voor oceanografische doeleinden geschikt zijn. Mogelijkheden voor het toepassen van selectieve enhancements en om delen van foto's uit te vergroten zijn beschikbaar. Eveneens is het mogelijk een grid (5° of 10°) en/of landcontouren op de foto zichtbaar te maken (Oceaan gebieden). Temperatuuranalyses kunnen worden verkregen door op de foto isolijnen/isozones aan te brengen (Fronten).

Ondanks deze mogelijkheden gelden er bij het huidige gebruik van het HRPT station nog een aantal beperkingen. Mogelijkheden voor het afschatten van de absorptie van de atmosfeer (Split-window technieken) en hiermee de absolute zeewatertemperatuur binnen aanvaardbare grenzen ($< 1\text{K}$) te bepalen zijn niet

aanwezig.

Gedurende het afgelopen jaar werden door hoofdzakelijk technische storingen van de HRPT apparatuur niet alle foto's ontvangen. Momenteel wordt gemiddeld $\pm 90\%$ van het aantal gevraagde foto's ontvangen.

Bewolking.

Een van de grootste beperkende factoren bij infrarood foto's van het zeewateroppervlak is de aanwezigheid van bewolking, daar de hoge optische dichtheid van de wolken transmissie van de straling verhindert. Wolkenvrije dagen voor gebieden op noordelijke breedten zijn zeldzaam zodat men over het algemeen aangewezen is op "quicklooks" tussen de wolken door. Herkenning van wolken is dan ook van groot belang voor een goede interpretatie van de foto's. Hierbij kan gemakkelijk verwarring ontstaan en is men vaak onzeker van welke oorsprong de zichtbare temperatuurpatronen zijn. Speciaal lage bewolking en mist kunnen tijdens nachtopnames verwarring geven (McMillin, Dean 1982). Door in twijfelgevallen deze foto's te vergelijken met foto's van de volgende/vorige nacht kan extra informatie verkregen worden omtrent de atmosferische toestand. Bij twijfelgevallen overdag kan een foto in het zichtbare licht uitsluitend geven. Ook in gebieden met hoofdzakelijk convectieve bewolking kan er tussen de wolken een temperatuur onderschatting van het zeewateroppervlak optreden, afhankelijk van de wolken grootte (Maul, Sidran 1973) en het ruimtelijk oplossend vermogen van de sensoren (Shenk, Salomonsen 1972).

Bij grote oceaangebieden of bij gebieden met een hoge variabiliteit van waterdamp kunnen zeewatertemperaturen en wolkentemperaturen van verschillende deelgebieden gelijk zijn (Maul 1981). Hetzelfde geldt voor lage bewolking en mist wanneer deze in hetzelfde temperatuur gebied of hoger liggen dan het zeewater. (Black stratus, Black fog).

Ook hoge ijswolken (Cirrus) kunnen tot een mogelijke temperatuuronderschatting van het zeewateroppervlak leiden. Door de lagere optische dichtheid zal de straling gedeeltelijk doordringen en gedeeltelijk geabsorbeerd worden waarna de cirrus zelf gaat emitteren. De satelliet sensor ontvangt nu een mengsel van beide signalen wat zich op de foto uit als een schijnbare temperatuurverlaging van het zeewateroppervlak.

De invloed van de atmosfeer.

Om zeewatertemperaturen met behulp van satellieten te bepalen maakt men gebruik van z.g. atmosferische vensters in het elektromagnetische spectrum. In deze vensters is de moleculaire absorptie minimaal zodat de door het zeewater geëmitteerde straling betrekkelijk onaangetaast de rand van de atmosfeer kan bereiken. Maar ook in deze vensters is de invloed van de atmosfeer niet verwaarloosbaar. (Weinreb, Hill 1980). Afhankelijk van de opbouw van de atmosfeer zal een deel van de geëmitteerde straling door -hoofdzakelijk- waterdamp geabsorbeerd worden en die gaat op zijn beurt weer emitteren maar bij een lagere temperatuur. In het spektrale interval 10 - 12.5 μm (kanaal 4 en 5) wordt het grootste deel van de straling in de atmosferische grenslaag direkt boven het zeewateroppervlak geabsorbeerd. Hierdoor zal de mate van absorptie zowel ruimtelijk als in de tijd variabel zijn. (Verskil dag en nacht foto's). Door de waterdampafhankelijkheid zal de invloed van de absorptie bij koude en droge atmosferen verminderen terwijl bij warme en vochtige atmosferen deze invloed sterk toeneemt. Een ruwe schatting van de grootte van deze fout werd voor de Noordzee verkregen door de zeewatertemperatuurkaarten uitgegeven door het DHI (Deutsche Hydrographisches Institut) als groundtruth te beschouwen (Fig. 4). In de wintermaanden was deze fout gemiddeld 2 à 3°C hetgeen voor het 10 - 12,5 μm venster normaal is (Maul, Sidran 1973). In de zomermaanden daarentegen kon deze fout oplopen tot $\pm 9^\circ\text{C}$ tijdens zomerse dagen. Buiten waterdamp spelen andere gassen (CO_2 , O_3 , HNO_3) en aerosol deeltjes nog een geringe rol bij de temperatuur onderschatting van het zeewateroppervlak.

Brower et. al. (1976) geeft een temperatuurverlaging van ca. 0.3°C voor andere gassen en $0,1 - 1^\circ\text{C}$ voor aerosoldeeltjes.

Om het effect van de atmosfeer te corrigeren zijn de NOAA satellieten uitgerust met meerdere kanalen. Door deze kanalen onderling te vergelijken kan men de absorptie van de atmosfeer redelijk afschatten. (Split window techniek). Daar het op het KNMI nog niet mogelijk is foto's m.b.v. gecombineerde kanalen te maken zijn alle foto's standaard in kanaal 4 (10,3 - 11,3 μm) gemaakt. Dit kanaal geeft weliswaar een grotere onderschatting van de zeewatertemperatuur dan kanaal 3, (Koshiek 1982), maar heeft tot voordeel dat het niet gevoelig is voor gereflecteerd zonlicht (Sunlint) zodat er ook overdag mee gewerkt kan worden. Het gebruik van kanaal 5 heeft slechts dan zin als het in combinatie met andere kanalen kan worden gebruikt.

Om een indruk van de fout ten gevolge van de absorptie te verkrijgen zal men de satelliettemperaturen willen vergelijken met de zeewatertemperaturen (groundtruth). Daar de satelliettemperatuur bepaald wordt door de skinlaag en de zeewater temperatuur normaliter bepaald wordt op ± 1 m diepte zal dit over het algemeen tot verschillen leiden. De dikte van de skinlaag is in de regel minder dan 1 mm (Grassl 1976) terwijl de eigenlijke moleculaire warmteuitwisseling zich in diktes van ca. 100 μm afspeelt.

Afhankelijk van atmosferische verschijnselen (intensieve regenbuien, instraling, wind) zal er een verschil in temperatuur optreden tussen de skinlaag en het daaronder liggende water. Verschillen van -1° tot 3°C worden door verschillende auteurs genoemd (Ginzberg et. al. 1977; Katsaros 1977). De invloed van de wind speelt hierbij een belangrijke rol. Saunders (1967) beschrijft de relatie tussen de dikte van de skinlaag en de windstress. Bij windsnelheden vanaf $\pm 2\text{m/sec}$ zal er een vrije convectie plaatsvinden die de skinlaag in stand houdt. Bij windsnelheden groter dan 10 m/sec wordt deze skinlaag afgebroken. Het tijdsverschil tussen twee golfbrekers (± 10 sec) is dan te klein om een nieuwe skinlaag op te bouwen. (Clauss et. al. 1970). Monomoleculaire oliefilmen en andere organische substanties zullen over het algemeen de temperatuur van de skinlaag weinig beïnvloeden. Slechts dikkere films zullen de temperatuur beïnvloeden (Saunders 1967). Voor grote oceaangebieden wordt dit effect dan ook verwaarloosd. Paulson en Simson (1981) schatten de horizontale variabiliteit van de skinlaag temperatuur t.o.v. het onderliggende water in een grootte orde van enige tienden graden celsius.

Met behulp van bij het HRPT station behorende programmatuur kunnen zeewatertemperatuur patronen versterkt worden weergegeven. Deze enhancement verdeelt het gekozen temperatuur interval lineair in 32 grijsgradaties oplopend van zwart (warm) naar wit (koud). Om tot zo kontrastrijk mogelijke foto's te komen worden de onder- en bovengrens van de enhancement aangepast aan de laagste respectievelijk hoogste zeewatertemperatuur van het desbetreffende gebied. Door in dit temperatuurinterval de geschatte absorptie mee te nemen kan men tot zeer scherpe foto's komen. Een regelmatige bijstelling van de enhancement grenzen is dan ook m.n. in de zomermaanden (voor bijna iedere foto afzonderlijk) gewenst. Bij het interpreteren en volgen van kleinschalige structuren in de zeewatertemperatuur, waarneembaar tussen de wolken door, kan een uitvergroting

van het desbetreffende gebied veelal goed helpen. Hierbij heeft men de beschikking over een aantal mogelijkheden:

1:2 vergrotingsfactor 0,5

1:1 vergrotingsfactor 1

2:1 vergrotingsfactor 2

4:1 vergrotingsfactor 4

Voor routinematige zeewatertemperatuur foto's (mesoschaal structuren) wordt over het algemeen en vergrotingsfactor 2 aangehouden.

De satellietfoto wordt bij vergrotingen over de lengte in 4 sectoren verdeeld. De annotatie op de foto geeft aan welke sector (sectoren) er vergroot weergegeven zijn op de ontvangen foto.

Bij de interpretatie van foto's waarop alleen de buitenste sector (1 of 4) afgebeeld is moet men echter rekening houden met een grote onderschatting van de temperatuur. Door de langere weg die de geëmitteerde straling door de atmosfeer moet afleggen t.o.v. het subsatellite point (zenithhoek = 0) zal er ook meer straling geabsorbeerd worden. Fig. 5 laat de maximum te verwachte fout zien tussen het geval wanneer de satelliet recht naar beneden kijkt (zenithhoek = 0) en wanneer de satelliet naar de horizon kijkt (zenithhoek = 90°). Door in deze gevallen tevens de enhancement aan te passen kunnen ook van deze sectoren kontrastrijke foto's ontvangen worden.

Voor het bepalen van posities tijdens het volgen van structuren in de zeewatertemperatuur werd op de foto's een 5° grid aangebracht. Op het merendeel van de foto's bleek dit grid t.o.v. zichtbare landkenmerken verschoven te zijn. Hetzelfde geldt voor de landcontouren. Over het algemeen werden verschuivingen van ± 15 km in de Noord-Zuid richting en ± 10 km in de Oost-West richting geconstateerd. Sommige foto's vertoonden echter afwijkingen van ± 30 km in de Noord-Zuid richting en ± 20 km in de Oost-West richting.

Resultaten

Gedurende 1983 werden alle ontvangen foto's kwalitatief beoordeeld op bruikbaarheid.

Afhankelijk van de totale bedekkingsgraad (N) en een herkenbare zeewaterstructuur werden door foto's ingedeeld naar bruikbaar en niet bruikbaar.

Bruikbaar N < 6/8 herkenbare zeewaterstructuren.
Niet bruikbaar N > 6/8 twijfelachtige zeewaterstructuren.

Foto's met een bewolkingsfractie > 6/8 of gebieden met convectieve bewolking waarop tussen de wolken door een bekende zeewaterstructuur zichtbaar was konden in sommige gevallen gebruikt worden maar werden als niet bruikbaar beschouwd. Daar het om een zeer grove benadering van de bewolkingsfractie gaat (oplossend vermogen sensoren) zullen de gevonden percentages aan de hoge kant zijn. Voor een betere benadering is men echter aangewezen op computer faciliteiten. Hierbij kan men b.v. een vergelijk maken tussen twee kanalen met verschillend oplossend vermogen (Walton 1976) of kan men twee kanalen vergelijken met twee aangrenzende beeldpunten (adjacent pair technique; Smith et. al. 1968).

Klimatologische gegevens over de totale bedekkingsgraad werden verkregen uit de U.S. Navy Marine Climatic Atlas of the World. (meer dan 20 jaar waarnemingen).

Tabel 1 geeft de maandgemiddelde bewolkingsfractie < 6/8 voor verschillende gebieden. De gebieden Noorse Zee en N. Atlantische Oceaan geven gemiddelde van een aantal waarnemingsgebieden uit de atlas (Fig. 2 en 3).

Gebied	gebruikt waarnemingsgebied
Noordelijke Noordzee	A
Zuidelijke Noordzee	B
Noorse Zee	M, 1, 2.
N. Atl. Oceaan (Noordelijk deel)	I, J, 3, 4.
N. Atl. Oceaan (Zuidelijk deel)	K, 5, 6.

Tabel 1Kans op een bewolkingsfractie $N < 6/8$

MAAND	Gebied				
	N.Noordzee	Z.Noordzee	Noorse Zee	N.At1.O.N	N.At1.O.Z
Jan.	39%	40%	34%	39%	53%
Feb.	40%	42%	40%	39%	57%
Mrt.	44%	50%	31%	39%	60%
Apr.	50%	48%	41%	44%	60%
Mei	50%	57%	39%	43%	60%
Jun	50%	50%	29%	35%	54%
Jul.	50%	54%	27%	29%	55%
Aug.	50%	60%	31%	39%	60%
Sep.	54%	60%	31%	43%	56%
Okt.	50%	51%	37%	44%	54%
Nov.	50%	40%	36%	44%	56%
Dec.	48%	44%	37%	41%	54%
	48 ± 4%	50 ± 7%	34 ± 5%	40 ± 4%	57 ± 3%

In de Noorse Zee vertoende waarnemingsgebied 1 (Oost van IJsland) een grillig karakter t.o.v. de waarnemingsgebieden M en 2. In de zomermaanden (juni, juli) ligt het percentage $N < 6/8$ ongeveer 15% lager dan in de andere waarnemingsgebieden, terwijl dit in het voorjaar (maart, april) ongeveer 10% hoger ligt. De waarnemingsgebieden op de oceaan kwamen over het algemeen goed overeen en vertoonden weinig of geen afwijking t.o.v. elkaar.

Van de ontvangen foto's werden de bruikbaarheidspercentages bepaald voor de volgende gebieden:

Noordzee (geheel)	51N - 61N	
Noordelijke Noordzee	55N - 61N	inclusief Skagerak
Zuidelijke Noordzee	51N - 55N	inclusief Doggersbank
Noorse Zee	61N - 70N	inclusief de wateren rond IJsland en FarOer
N.Atl. Oceaan Noordelijk deel	52N - 62N	10W - 30W
N.Atl. Oceaan Zuidelijk deel	45N - 52N	10W - 30W
N.Atl. Oceaan (geheel)	45N - 62N	10W - 30W

Noorse Zee (Gebied I).

Gedurende de eerste 5 maanden van 1983 werden gebied I en II (Noorse Zee, Noordzee) op één foto samengevoegd. Doordat de foto's tijdens deze periode met een vergrotingsfactor 2 gemaakt werden kwam het dikwijls voor dat het noordelijk deel van gebied I niet op de foto zichtbaar was.

De jaargemiddelde percentages gelden voor juni t/m december 1983.

Tabel 2.

MAAND	Gevraagd	ontvangen		Bruikbaar	
		n	%	n	%
Jan.	62	-	-	-	-
Feb.	56	(7)	-	-	-
Mrt.	62	(5)	-	-	-
Apr.	60	(10)	-	-	-
Mei	62	(3)	-	-	-
Jun.	60	43	72%	16	37%
Jul.	62	60	97%	25	42%
Aug.	62	60	97%	22	37%
Sep.	60	53	88%	13	25%
Okt.	62	47	76%	14	30%
Nov.	60	51	85%	3	6%
Dec.	62	59	95%	21	36%

Van de Noorse Zee werd gemiddeld $\pm 87\%$ van het aantal gevraagde foto's ontvangen. Hiervan was gemiddeld 30% bruikbaar, en kwam in aanmerking voor een nadere kwantificering. Wolkenvrije foto's van het gehele gebied werden tot nu toe nog niet ontvangen.

Van gebied I werden enige mooie foto's ontvangen waarop de ligging van het temperatuursfront tussen IJsland/FarOer'- OWS Mike duidelijk zichtbaar was. Frontverplaatsingen en kleinschalige fenomen langs het front (golven) werden opgemerkt, maar door gebrek aan zichtbare landkenmerken kon er slechts een ruwe schatting van verplaatsingssnelheden gemaakt worden.

Noordzee (Gebied II).

Tabel 3

Bruikbaar N < 6/8									
MAAND	Gevraagd	Ontvangen		Gehele Noordzee		Zuid		Noord	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Jan.	62	40	65	15	38	10	25	7	18
Feb.	56	40	71	20	50	15	38	6	15
Mrt.	62	54	87	37	69	16	30	25	46
Apr.	60	57	95	22	39	13	23	17	30
Mei	62	49	79	20	41	12	24	9	18
Jun.	60	50	83	28	56	18	36	23	46
Jul.	62	59	95	33	56	30	51	15	25
Aug.	62	59	95	42	71	38	64	16	27
Sep.	60	51	85	13	25	12	24	10	20
Okt.	62	48	77	31	65	25	52	13	27
Nov.	60	58	97	36	62	23	40	16	28
Dec.	62	57	92	20	35	19	33	8	14

Gemiddeld werd voor de gehele Noordzee (51N - 61N) $\pm 85\%$ van het aantal gevraagde foto's ontvangen. Hiervan was ongeveer de helft ($51 \pm 15\%$)

bruikbaar. In slechts 3 gevallen was de gehele Noordzee onbewolkt.

Van het aantal bruikbare foto's was gemiddeld 73% bruikbaar voor de zuidelijke Noordzee en 53% voor de noordelijke Noordzee.

Ondanks bewolking en mist (zomermaanden) konden in de zuidelijke Noordzee verschijnselen als opwarming/afkoeling van Doggersbank en kustgebieden tijdens de seizoenen redelijk gevolgd worden.

Ook instroming van relatief warm kanaalwater was tijdens het voor- en najaar goed te volgen. De noordelijke Noordzee gaf in het voorjaar enige fraaie foto's van het koude water uit de Oostzee (Skagerrak) opstromend langs de Noorse kust.

Noord Atlantische Oceaan (Gebied III).

Tabel 4

Bruikbaar n < 6/8										
MAAND	Gevraagd	Ontvangen		Gehele Gebied		Zuid		Noord		
		n	%	n	%	n	%	n	%	
Jan.	62	39	63	7	18	7	18	0	0	
Feb.	56	36	64	7	19	7	19	0	0	
Mrt.	62	51	82	6	12	6	12	0	0	
Apr.	60	47	78	6	13	6	13	0	0	
Mei	62	41	66	7	17	6	15	1	2	
Jun.	60	47	78	17	36	13	28	6	13	
Jul.	62	53	85	30	57	15	28	21	40	
Aug.	62	55	89	24	44	11	20	15	27	
Sep.	60	46	77	12	26	9	20	3	7	
Okt.	62	54	87	11	20	10	19	2	4	
Nov.	60	51	85	18	35	12	24	8	16	
Dec.	62	58	94	12	21	10	17	8	14	

Van het gehele gebied (45N - 62N) werd gemiddeld \pm 79% van het aantal

gevraagde foto's ontvangen. Hiervan was gemiddeld ongeveer een kwart ($\pm 26,5\%$) bruikbaar, met een maximum gedurende de zomermaanden juni t/m augustus ($\pm 46\%$).

Gedurende de eerste 5 maanden van het jaar waren bijna alle bruikbare foto's ($\pm 98\%$) afkomstig van het zuidelijke deel van de Atlantische Oceaan.

Tijdens de zomerperiode (juni t/m augustus) had van het aantal bruikbare foto's gemiddeld $\pm 56\%$ betrekking op zowel het noordelijke deel als het zuidelijke deel van de N. Atlantische Oceaan, waarna dit in het najaar voor het noordelijke deel terugliep naar $\pm 39\%$ en voor het zuidelijke deel steeg naar $\pm 79\%$.

Over het afgelopen jaar kenmerkte de bewolking zich door uitgestrekte wolkenvelden afgewisseld door gebieden met convectieve bewolking.

Voor deze laatste gebieden bleek, dat er ondanks een beperkte zichtbaarheid van zeewaterstructuren tussen de bewolking door, er een dusdanige grijs sluier optrad, dat het merendeel van deze foto's als niet bruikbaar beschouwd werd. Van het zuidelijke deel (omgeving OWS Romeo) werden enige interessante series opnames ontvangen die een goede indruk gaven van de daar aanwezige oceaantwervels (mesoschalen).

In verband met eventuele onderzoeksprojecten op de oceaan werd tevens het aantal bruikbare foto's van gebieden rond de weerschipsposities bepaald. (OWS Mike, Lima, Romeo). Een gebied van 120 bij 120 zeemijl met als middelpunt de weerschipspositie werd hiervoor gebruikt. Foto's van deze gebieden kunnen rekenen op een continue groundtruth (weerschips) en mede hierdoor een waardevolle aanvulling geven bij de interpretatie van de oppervlakte waarnemingen. Deze gebieden werden onderzocht bij een vergrotingsfactor twee.

Tabel 5

Bruikbaar N < 6/8						
MAAND	MIKE		ROMEO		LIMA	
	n	%	n	%	n	%
Jan.	-	-	0	0	0	0
Feb.	-	-	6	17	0	0
Mrt.	-	-	5	10	0	0
Apr.	-	-	2	4	0	0
Mei	-	-	3	7	0	0
Jun.	8	19	5	11	2	4
Jul.	5	8	10	19	8	15
Aug.	6	10	2	4	2	4
Sep.	7	13	6	13	3	7
Okt.	0	0	5	9	0	0
Nov.	1	2	7	14	0	0
Dec.	4	7	7	12	2	3

Gedurende het laatste halfjaar van 1983 was voor OWS MIKE gemiddeld $\pm 8\%$ van het aantal ontvangen foto's bruikbaar. In dit gebied werden duidelijke temperatuurgradiënten waargenomen ($3 \text{ à } 4^\circ\text{C}$). Voor OWS LIMA waren alleen tijdens de zomermaanden de gaten in de bewolking voldoende groot om enige zeewatertemperatuur gradiënten ($0,5 - 1^\circ\text{C}$) waar te nemen. Gemiddeld was $\pm 7,5\%$ van het aantal ontvangen foto's bruikbaar.

In het gebied rond OWS ROMEO konden over het hele jaar (m.u.v. januari) oceanografische verschijnselen waargenomen worden. De bruikbare foto's vertoonden over het algemeen goed herkenbare wervelstructuren die tot een maximum van 4 dagen gevolgd konden worden. Gemiddeld was $\pm 10\%$ van het aantal ontvangen foto's bruikbaar.

De bewolkingspercentages van deze relatief kleine gebieden laten zien dat het aantal bruikbare foto's erg laag ligt. Dit in tegenstelling tot wat er verwacht werd op grond van klimatologische gemiddelden.

Wolkeneliminatie.

Door gedurende een bepaalde tijd (7 à 10 dagen) de bewolkingsgebieden uit de foto's weg te halen, en ze hierna opnieuw samen te stellen tot één foto zouden men tot één min of meer wolkenvrije foto kunnen komen. Deze mozaïek foto's zouden dan in navolging van andere landen (Japan, USA, Frankrijk) op commerciële wijze verspreid kunnen worden (Visserij). Een eerste indruk werd verkregen door van de verschillende gebieden het aantal bruikbare foto's per week te bepalen aan de hand van de routinematig verkregen foto's (twee per etmaal).

Tabel 6 geeft het gemiddeld aantal bruikbare foto's per week voor verschillende seizoenen.

Tabel 6

Gemiddeld aantal bruikbare foto's per week.

Periode	Gebied		
	Noordzee	Noorse Zee	N.Atl.Oceaan
jan. t/m mei	5,4	-	1,6
juni t/m aug.	7,6	4,6	5,5
sep. t/m dec.	5,8	3,0	3,0
Jaargemiddelde 1983	6,1	3,7	3,0

Voor de deelgebieden zuidelijke Noordzee en het zuidelijke deel van de N. Atlantische Oceaan liggen deze aantallen respectievelijk $\pm 25\%$ en $\pm 10\%$ hoger. Van het zuidelijk deel van de N. Atlanische Oceaan worden momenteel door het Centre de Meteorologie Spatiale in Lannion/Frankrijk, uit infrarood foto's samengestelde zeewatertemperatuurkaarten, operationeel uitgegeven.

Koudwater bellen in de Noordzee.

Gedurende een periode van 18 dagen (11 februari t/m 28 februari) kon m.b.v. infrarood foto's van de Noordzee het gedrag van twee relatief koudwater bellen ten noorden van de Waddenzee/Duitse Bocht gevolgd worden. Tevens was het mogelijk binnen deze periode een survey in dit gebied uit te voeren m.b.v. het

m.s. Holland (Rijkswaterstaat).

Het weer stond tijdens deze periode onder invloed van een hoge drukgebied boven de Noordzee met een in het Waddengebied overwegend noordoostelijke stroming (2 à 3 Bft.). Vanaf 27 februari draaide de wind naar zuid tot zuidwestelijke richtingen.

Vrijdag 11 februari werd de eerste aanwijzing verkregen dat zich ter hoogte van de waddeneilanden Schiermonnikoog, Rottum en in de Duitse Bocht (mondingsgebied Elbe/Weser) twee koudwater bellen aan het vormen waren. Vanwege de bewolking was het echter niet mogelijk de herkomst van dit water vast te stellen.

Op de middagfoto van 13 februari werd zichtbaar dat de bel benoorden Schiermonnikoog vast zat aan de Waddenzee ter hoogte van Rottum. Deze bel manifesteerde zich als een brede afgeplatte pluim met een smalle verbinding naar de Waddenzee. Opmerkelijke was dat de afplatting van de pluim rond de 40m diepte lijn plaatsvond.

Donderdag 17 februari bleek dat de verbinding met de Waddenzee verbroken was en de bel zich op ongeveer 30 zeemijl van de kust (Schiermonnikoog) bevond. De bel had nu een langgerekte vorm aangenomen ter hoogte van de 40m diepte lijn. (± 60 zeemijl breed, ± 15 zeemijl lang).

In de hierop volgende dagen veranderde deze vlek weinig van vorm en van plaats (± 80 zeemijl breed, ± 15 zeemijl lang) en bleef hij hangen rond de 40 m diepte lijn waarna hij op 28 februari een "harig" uiterlijk kreeg hetgeen op "oplossen" van deze geïsoleerde bel in het omringende water lijkt te wijzen en later niet meer teruggevonden werd.

Met behulp van het m.s. Holland werd op 24 februari deze bel onderzocht op oppervlakte temperatuur, ca. $3,5^{\circ}\text{C}$, oppervlakte zoutgehalte, ca. 33 en troebelheid, ca. 2 JTU. (Jackson Turbidity Units). Het omringende water was bepaald door een oppervlakte temperatuur ca. $4,5^{\circ}\text{C}$, een oppervlakte zoutgehalte ca. 34.5 en een troebelheid van ca. 4 JTU. (Dichtheid bel $1026,3 \text{ kg/m}^3$, dichtheid omringende water $1027,4 \text{ kg/m}^3$).

De bel in de Duitse Bocht manifesteerde zich als een lang gerekte pluim waarvan de top de bodemtopografie volgde (40 m). Deze pluim was gedurende de hele periode verbonden met de kustlijn (mondingsgebied Elbe). Het lijkt dan ook waarschijnlijk dat het hier om rivierafvoer (Elbe) gaat dat onder invloed van de heersende weersomstandigheden vrij ver de Noordzee op geblazen werd. Alhoewel deze vlek niet door het m.s. Holland onderzocht werd kon op de infrarood foto's duidelijk een verbinding met de Elbemonnd waargenomen worden.

Voor wat betreft de bel benoorden Schiermonnikoog ligt de zaak wat ingewikkelder.

De vraag of dit water afkomstig was van de Dollard/Eems danwel uit de Waddenzee is echter niet met zekerheid te beantwoorden. De waarnemingen van het m.s. Holland wijzen in de richting van Waddenzee water (kouder, zoeter, helderder).

De vraag waarom in het "Waddenzee-geval" wel afsnoering plaatsvindt en in het "Duitse Bocht-geval" niet, is op grond van de beschikbare gegevens niet te beantwoorden. Ook voor het schijnbare verband met de bodemtopografie (koppeling aan de 40m -lijn) is op dit moment geen afdoende verklaring te geven.

Wel tonen deze gebeurtenissen aan, dat het routinematig verzamelen van satellietbeelden een belangrijke bijdrage kan leveren in het opsporen en volgen van fenomenen die in nauw verband staan met de circulatie in het betrokken zeegebied.

Conclusies en aanbevelingen.

Met behulp van het KNMI-HRPT station werden gedurende 1983 infrarood foto's van het zeewateroppervlak van voldoende kwaliteit ontvangen voor kwalitatief oceanografisch gebruik. Verschijnselen als temperatuurfronten, wervels, meanders, intrusies, kustwater en banken waren op de foto's zichtbaar en konden als zodanig herkend worden.

Mesoschaal structuren zowel als kleinschalige structuren (5 à 10 km) waren ondanks uitvergrotingen nog zeer scherp zichtbaar. Een kwalitatieve vergelijking van KNMI Noordzee foto's met dezelfde foto's afkomstig van de universiteit van Dundee bracht geen zichtbare verschillen aan het licht. Door gebruik van een ander soort fotopapier (glanzend) ogen deze foto's wel wat beter.

Het kiezen van de juiste enhancement bepaalt de kwaliteit van de foto. De grote variabiliteit van m.n. waterdamp in de atmosfeer en grote lucht-zee temperatuur verschillen tijdens de zomermaanden leveren hierbij dikwijls problemen op. De juiste temperatuur grenzen werden dan achteraf gevonden door in de playback mode van één registratie meerdere afdrukken met verschillende enhancements te maken. Deze procedure kost echter veel tijd en materiaal. Een monitor waarop bij variabele enhancements de foto vooraf zichtbaar gemaakt kan

worden (Dundee procedure) kan in dit geval, tezamen met enige kennis van de oceanografie, tot optimale foto's leiden.

Een beperking bij het volgen van oceanografische verschijnselen (Fronten, Eddies) in de tijd is de verschuiving van het grid/landcontouren t.o.v. de aardse coördinaten. Aanpassing van programmatuur, rekening houdend met de afplatting van de aarde en met de baan excentriciteit zou hierin verbetering kunnen brengen.

Bewolkingsstatistiek laat zien dat met name voor de oceaangebieden, het aantal bruikbare foto's erg laag ligt voor routinematig gebruik. Van de weerschip gebieden werden slechts incidenteel enkele bruikbare foto's ontvangen. Doelgericht gebruik van deze foto's zal zich hoofdzakelijk tot het zomerseizoen beperken, bijvoorbeeld ter ondersteuning van onderzoeksvaartochten. Dundee foto's hebben reeds hun nut bewezen bij een kwalitatieve interpretatie van de oppervlakte waarnemingen tijdens Frame '81 (Hr.Ms. Tydeman). Bewolkingsstatistiek voor de Noordzee laat een gunstiger beeld zien voor routinematig gebruik. Hetgeen gedurende de seizoenen op deze foto's gezien en gevolgd kon worden zou een nadere kwantificering toelaten. Dit is slechts mogelijk met behulp van computertechnieken. Uitbreiding van de huidige HRPT apparatuur (Digitale uitgang, permanent opslag medium voor ruwe satelliet data) en ontwikkeling van programmatuur (Wolkeneliminatie, Split window technieken) kunnen de mogelijkheden voor oceanografisch gebruik aanmerkelijk verbeteren. De op deze wijze verkregen zeewatertemperatuur, tezamen met actuele meteorologische informatie en een continue, betrouwbare groundtruth kan leiden tot een optimale interpretatie van de satelliet foto. Quasi-synoptische zeewatertemperatuurkaarten van de Noordzee, uitgegeven op een operationele basis zouden dan tot de mogelijkheden behoren.

Referenties.

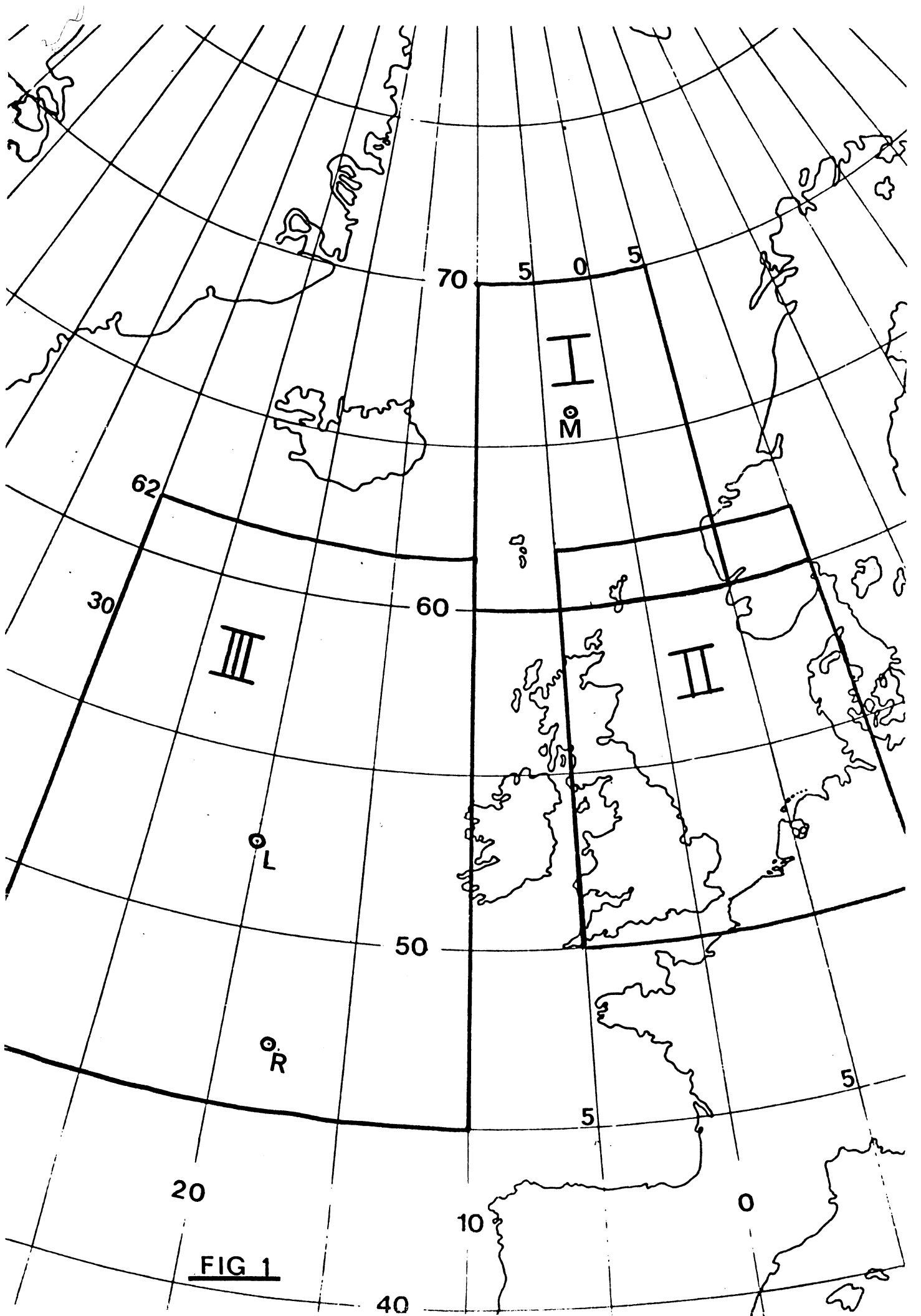
- Brower, R.L., Gohrband, H.S., Pichel, W.G., Signore, T.L., Walton, C.C., 1976. Satellite derived sea surface temperature from NOAA spacecraft. NOAA Technical Memorandum Ness 78, U.S. Department of Commerce, Washington, D.C..
- Clauss, E., Hinzpeter, H., Müller-Glewe, J., 1970. Messungen der Temperaturstruktur in Wassen an der Grenzfläche Ozean-Atmosphäre. "Meteor" Forschungsergebnisse, Reihe B, . 90-94.
- Deschamps, P.Y., Phulpin, T., 1980. Atmospheric Correction of infrared measurements of sea surface temperature using channels at 3.7, 11 and 12 μm . Boundary Layer Meteorology, 18, p. 131-143.
- Dickson, R.R., Gurbutt, P.A., Dillai.,V.A., 1980. Satellite evidence of enhanced upwelling along the european continental slope. J. Phys. Oceanogr., 10, p. 813-819.
- Dickson, R.R., Hughes, D.C., 1981. Satellite evidence of mesoscale activity off Biscay Abyssal plain. Oceanologica Acta, 4, p. 43-46.
- Ginzburg, A.I., Zatsepin, A.G., Fedorov, K.N., 1977. "Tonkaya Structura Termicheskogo Pogranichnogo Sloya v Vode u Poverkhnosti Razdela Vodavozdukh".
Isv. A.N.C.C.CR.; Seria Fisika Atm. I. Okeana, Vol. 13, No. 12, p. 1263-1277.
- Grassl, H., 1976. The dependence of the measured cool skin of the ocean on wind stress and total heat flux. Boundary Layer Meteorology, 10, p. 464-474.
- Katsaros, K.B., Liu, W.T., Businger, J.A., Tillman, J.A., 1977. "Heat Transport and Thermal Structure in the Interfacial Boundary Layer Measured in an Open Tank of Water in Turbulent Free Convection". J. Fluid Mech., 83, pt. 2, p. 311-335.

- Kohsiek, W., 1982. Fysische achtergronden en toepassingen van het HRPT station. K.N.M.I. memorandum FM-82-6. [Niet gepubliceerd]
- Lauritzen, L., Nelsen, G.J., Porto, F.W., 1976. Data extraction and calibration of TIROS-N/NOAA radiometers. NOAA Technical Memorandum Ness 107, U.S. Department of Commerce, Washington, D.C.
- Legeckis, R.V., 1978. A survey of world wide sea surface temperature fronts detected by environmental satellites. J. Geophys. Res., 83, p. 4501-4522.
- Maul, G.A., Sidran, M., 1973. Atmospheric effects on ocean surface temperature sensing from the NOAA satellite scanning radiometer. J. Geophys. Res., 78, p. 1909-1916.
- Maul, G.A., 1981. Application of GEOS visible-infrared data to quantifying mesoscale ocean surface temperatures. J. Geophys. Res., 86, p. 8007-8021.
- Meserve, J.M.. U.S. Navy Marine Climatic atlas of the world. Navair 50-1c-528; Naval Weather Service Detachment, Asheville, N.C..
- McMillin, L.M., Dean, C., 1982. Evaluation of a new operational technique for producing clear radiances. J. Appl. Met., 21, p.1005-1024.
- Paulson, C.A., Simpson, J.J., 1981. The temperature difference across the cool skin of the ocean. J. Geophys. Res., 86, p.11044-11054.
- Saunders, P.M., 1967. The temperature of the ocean-air interface. J. Atm. Science, 24, p. 269-273.
- Shenk, W.E., Salomonson, V.V., 1972. A simulation study exploring the effects of sensor spatial resolution estimates of cloud cover from satellites. J. Appl. Met., 11, p. 214-220.

- Smith, W.L., Rao, P.K., Koffler, R., Curtis, W.R., 1970. The determination of sea surface temperature from satellite high resolution infrared window radiation measurements. *Mon. Wea. Rev.*, 98, p.604-611.
- Spence, T.W., Legeckis, R.V., 1981. Satellite and hydrographic observations of low frequency wave motion associated with a cold Gulfstream ring. *J. Geophys. Res.*, 86, p. 1945-1953.
- Stumpf, H.G., Rao, P.K., 1975. Evaluation of Gulfstream eddies as seen in satellite infrared imagery. *J. Phys. Oceanogr.*, 5, p. 388-393.
- Viehoff, T., 1983. Bestimmung der Meeresoberflächentemperatur mittels hochauflösender infrarot-Satellitenmessungen. *Berichte aus dem Institut für Meereskunde nr. 115, Kiel.*
- Vukowich, F.M., Chrissman, B.W., 1980. Some aspects of Gulfstream western boundary eddies from satellite and in situ data. *J. Phys. Oceanogr.*, 10, p. 1792-1813.
- Walton, C.C., Brower, R.L., Signore, T.L., 1976. Satellite derived sea surface temperature by multichannel regression. *Proceed. of COSPAR Symposium on Meteorological Observations from Space, COSPAR XIX, Philadelphia, Pa., p. 155-159.*
- Weinreb, M.P., Hill, M.L., 1980. Calculations of atmospheric radiances and brightness temperatures in infrared window channels of satellite radiometers. *NOAA Technical Report Ness 80, U.S., Department of Commerce, Washington, D.C..*

Figuren

- Fig. 1 Gebieden waarvan op routinematige basis (tweemaal daags) zeevatertemperatuur foto's genomen worden.
- Fig. 2 Waarnemingsgebieden ter bepaling van klimatologische bewolkingspercentages (uit: US Navy Marine Climatic Atlas of the World).
- Fig. 3 Idem voor de Noordzee.
- Fig. 4 Invloed van de atmosfeer op de helderheidstemperatuur van de satelliet fototo. Maandgemiddelden voor de Noordzee.
- Fig. 5 Invloed van de zenith hoek op de atmosferische correctie.
- Fig. 6 Percentage van voorkomen van verschillende bewolkingsfracties naar klimatologische gegevens.
A = Noordelijke Noordzee; B = Zuidelijke Noordzee.
- Fig. 7 Idem voor de Noorse Zee.
- Fig. 8 Idem voor de N. Atlantische Oceaan.
- Fig. 9 Percentages "bruikbare" foto's Noorse Zee en Noordzee.
- Fig. 10 Percentages "bruikbare" foto's N. Atlantische Oceaan en weerschipsposities.
- Fig. 11 Aantal "bruikbare" foto's per week, Noorse Zee.
- Fig. 12 Idem voor de Noordzee.
- Fig. 13 Idem voor de N. Atlantische Oceaan.
-
- Foto 1 Voorjaarssituatie Noorse Zee. In de linkerbovenhoek van de foto is IJsland zichtbaar, rechtsonder Noorwegen. Het zwarte vierkantje midden op de foto geeft OWS MIKE aan. Helder wit is bewolking. Duidelijk zichtbaar is hier het temperatuursfront ter hoogte van OWS MIKE.
- Foto 2 Voorjaarssituatie Noordzee. Let op de koudwaterbellen benoorden de Waddenzee en een temperatuursfront dwars over de Noordzee. Ook goed zichtbaar is de relatief warme instroom (pluim) uit het Engels Kanaal in de Noordzee.
- Foto 3 Zelfde situatie als foto 2, 12 dagen later. Temperaturen afgedrukt m.b.v. isozones (1 grijsstint = 1°C).
- Foto 4 Najaarssituatie N. Atlantische Oceaan. Duidelijk zichtbaar zijn hier mesoschaal wervels ter hoogte van OWS ROMEO (witte vierkantje). OWS LIMA (zwarte vierkantje) is geheel bewolkt.



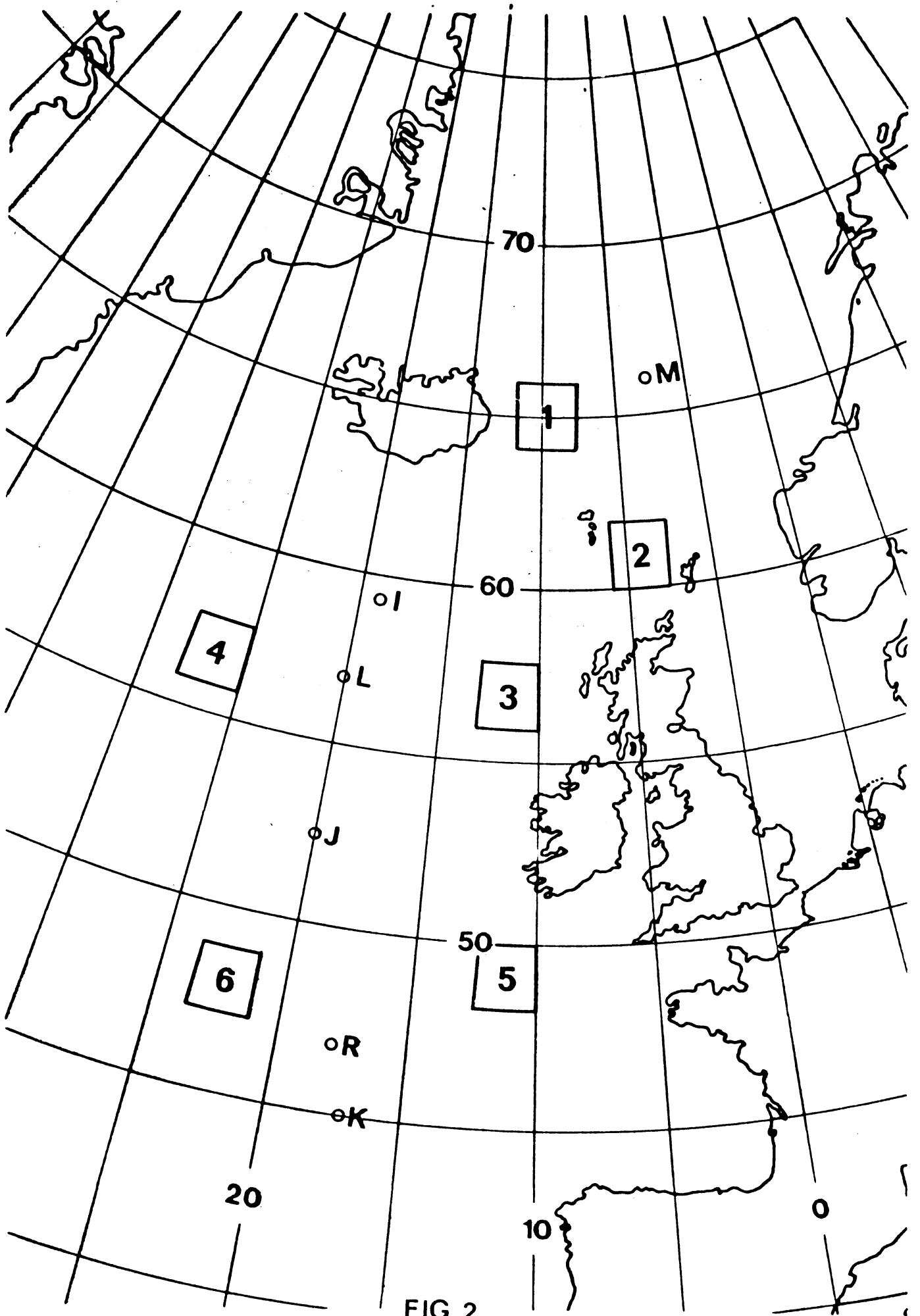


FIG 2

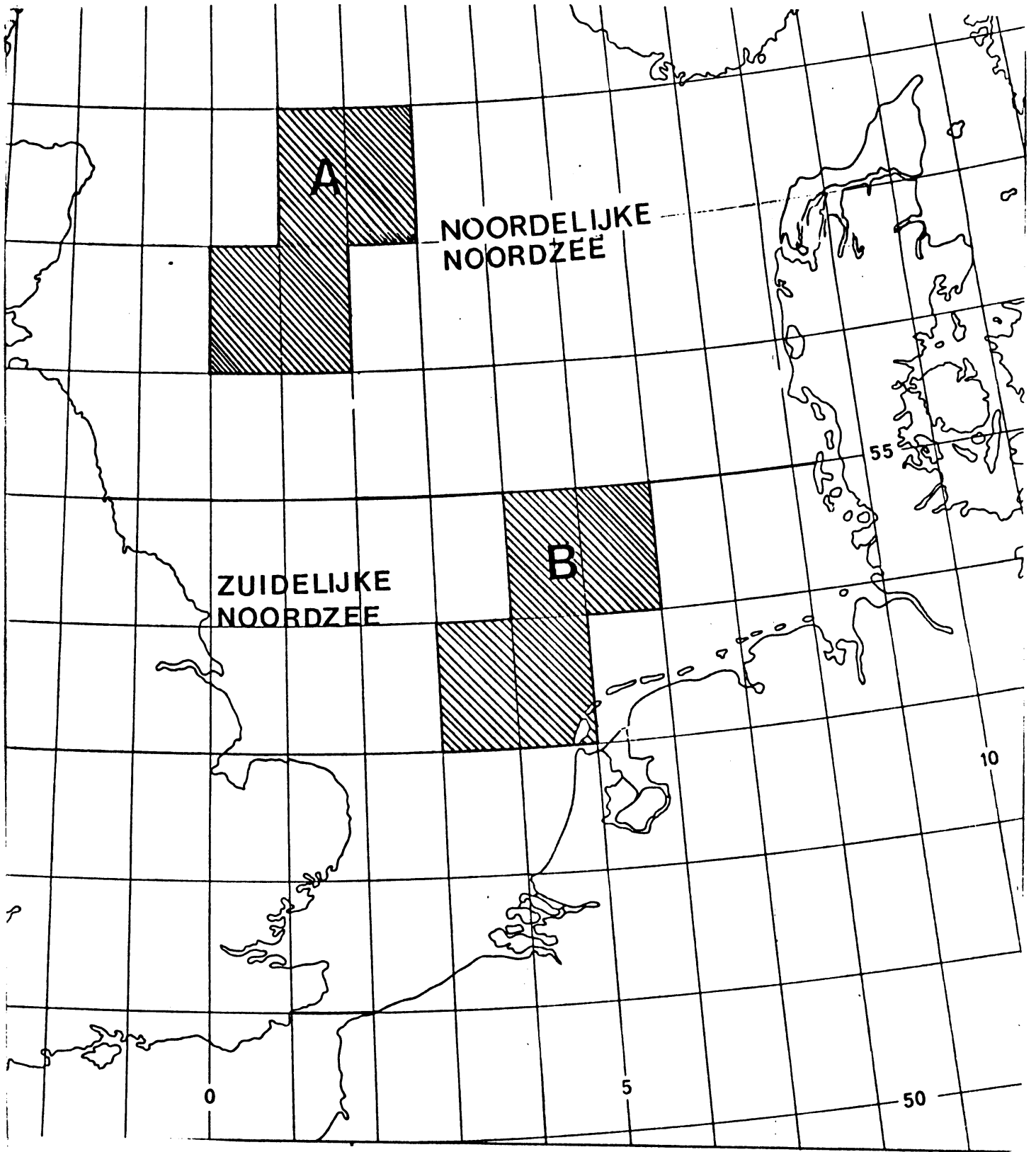


FIG 3

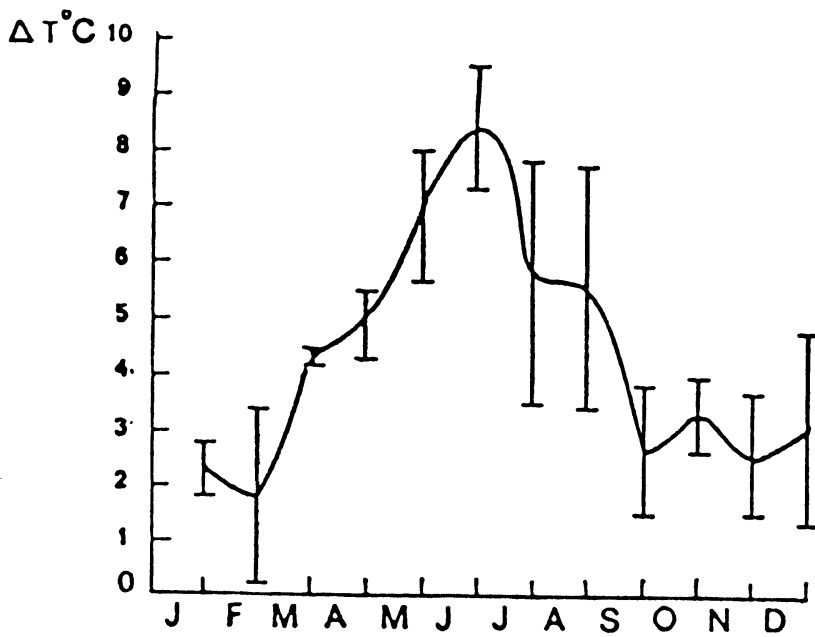


FIG 4

Invloed van de atmosfeer op de fototemperatuur t.o.v. D.H.I. oppervlaktekaarten (1983)

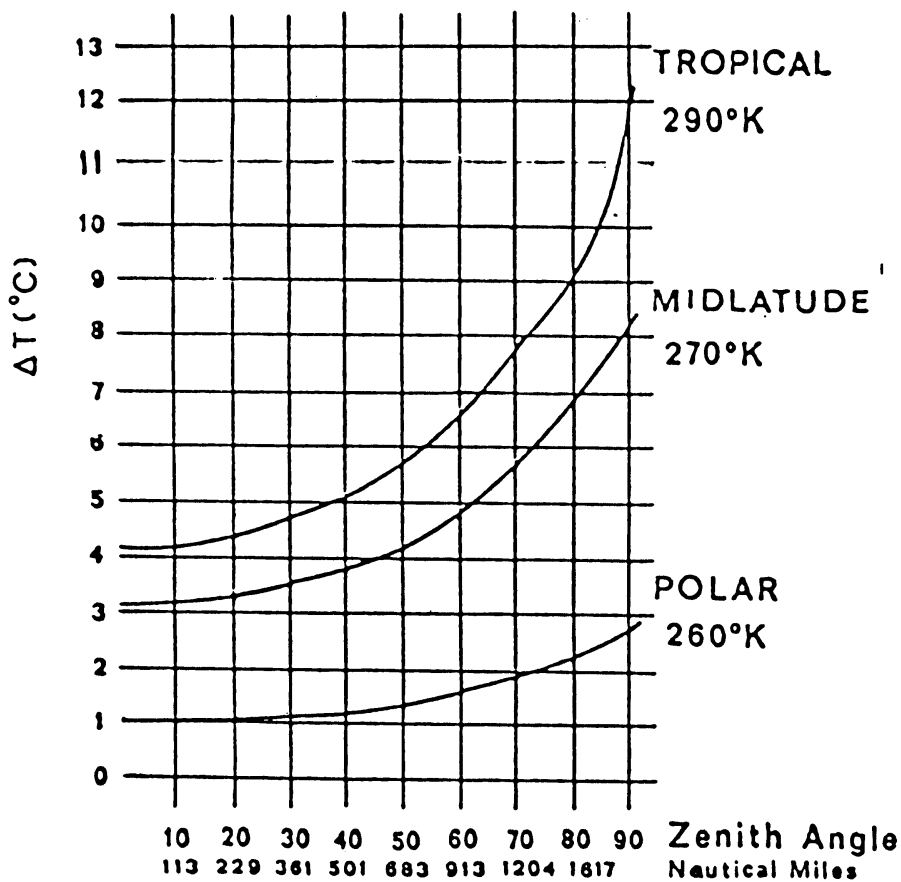
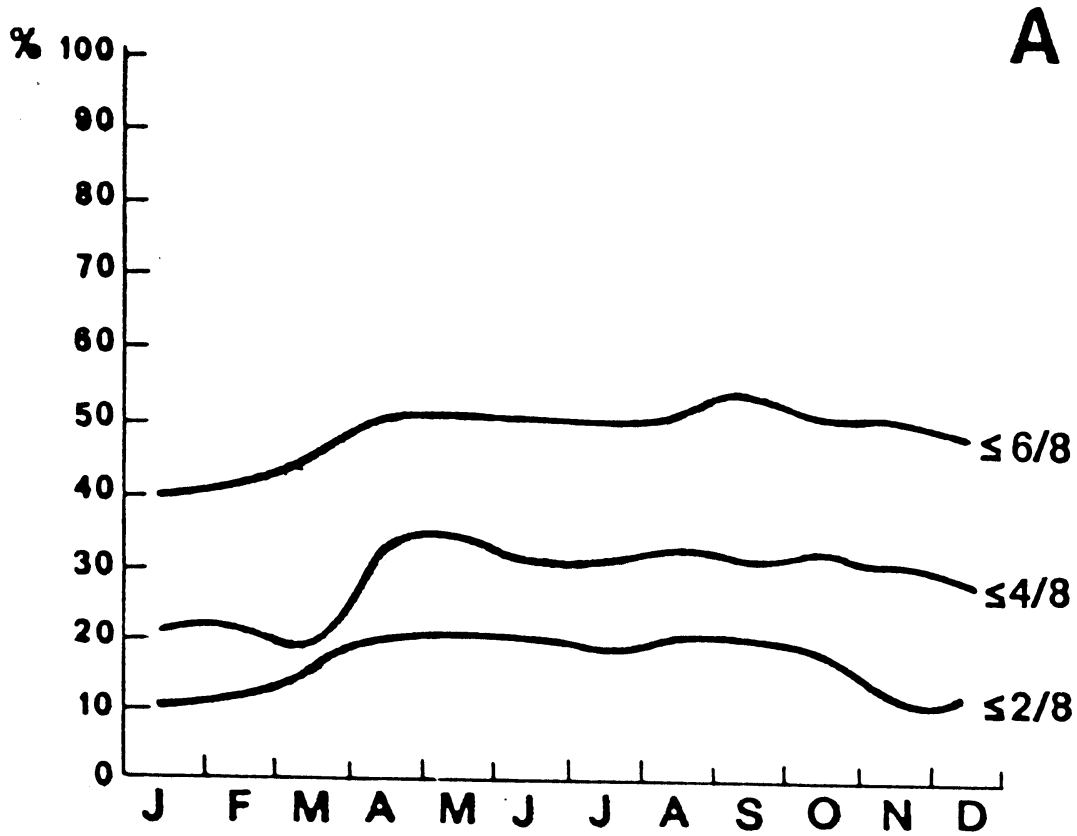
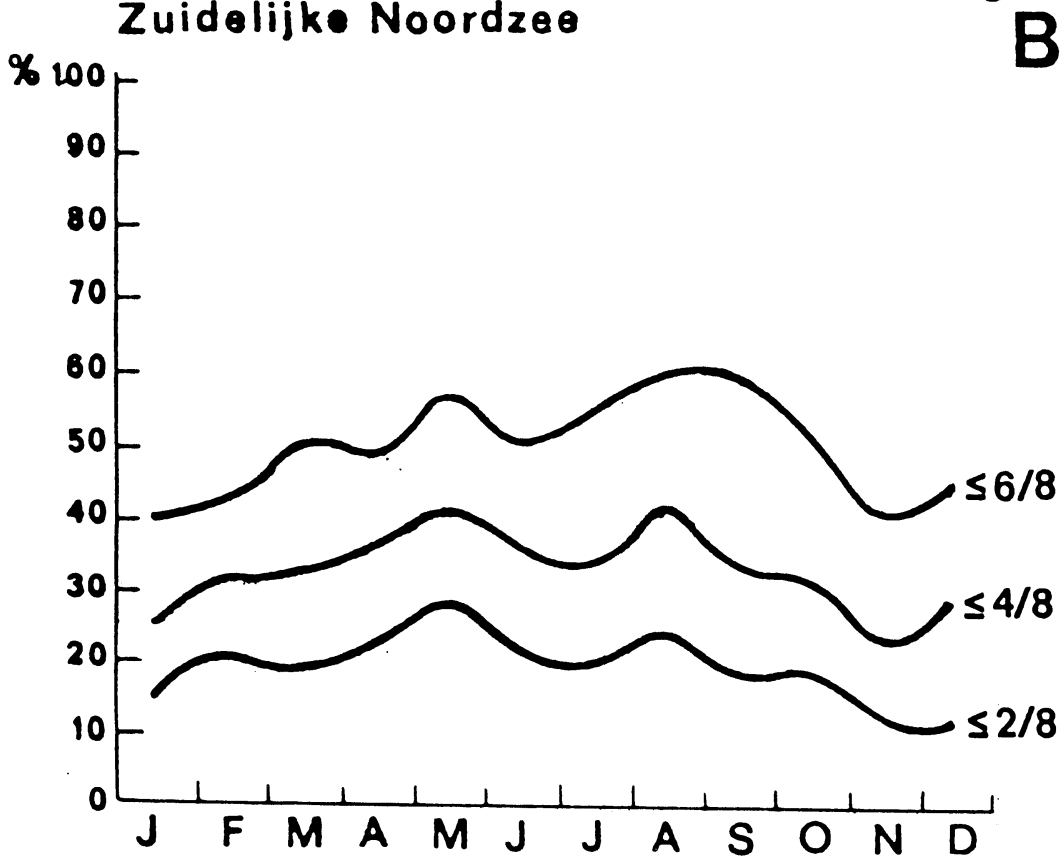


FIG5 Invloed van de zenithhoek op de atmosferische correctie.

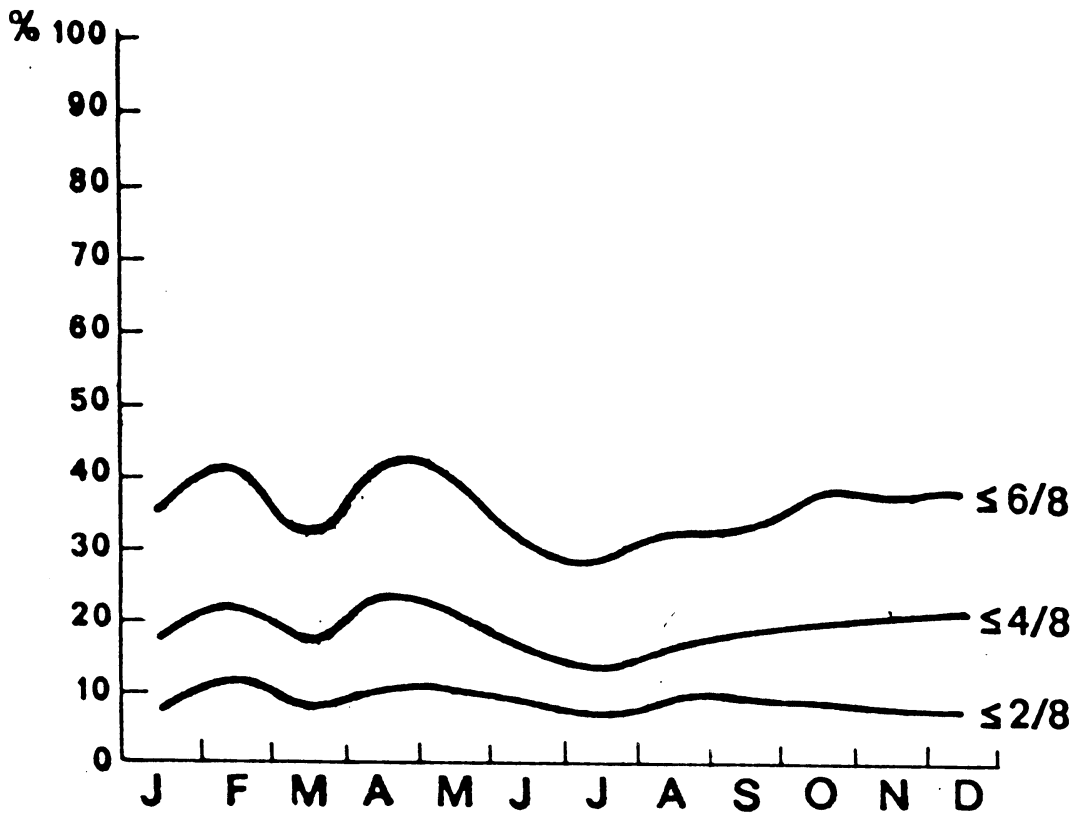
FIG 6 Klimatologische Bewolkingspercentages Noordelijke Noordzee



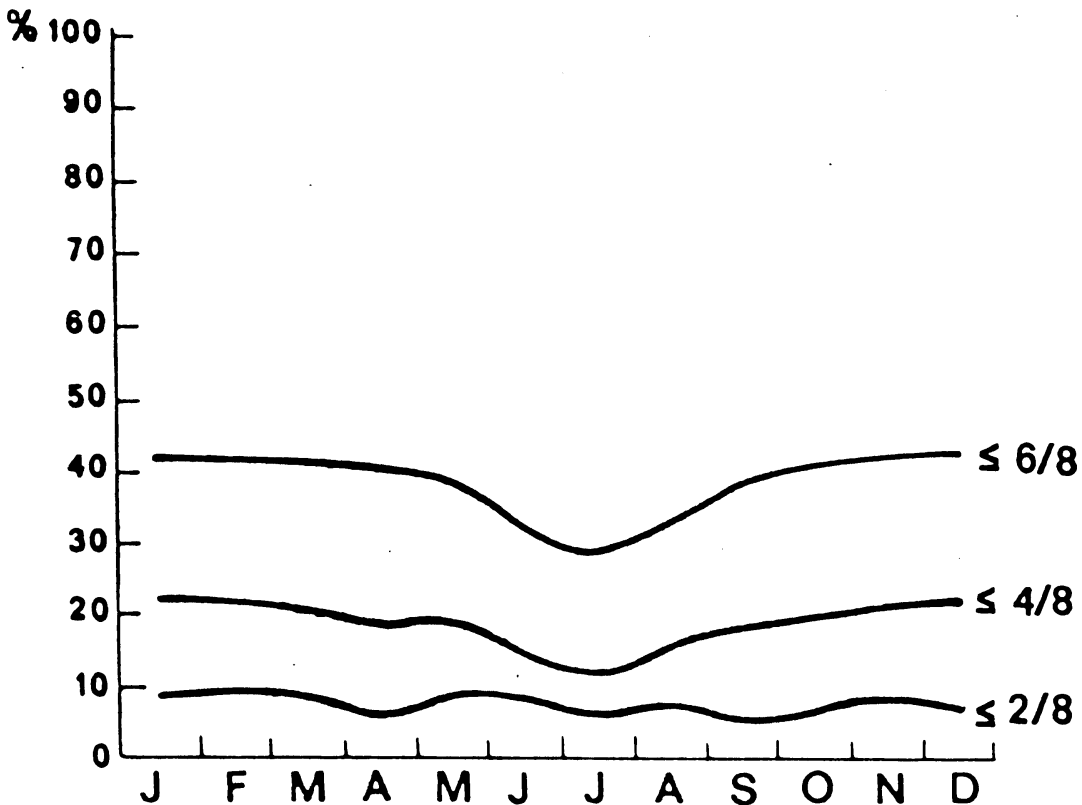
Klimatologische Bewolkingspercentages Zuidelijke Noordzee



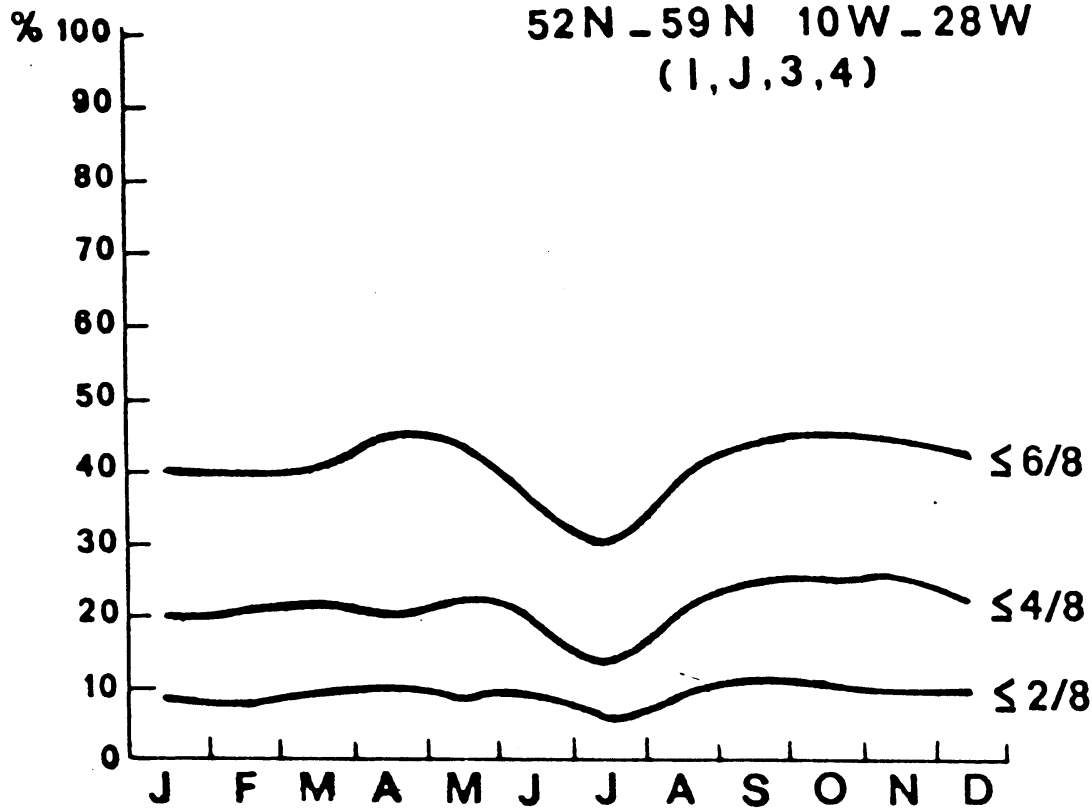
**FIG 7 Klimatologische Bewolkingspercentages
Noorse Zee 60N-67N 2°O-11°W (1,2,M)**



Klimatologische Bewolkingspercentages ows Mike



**FIG 8 Klimatologische Bewolkingspercentages
N.Atlantische Oceaan Noordelijk deel
52N_59 N 10W_28W
(1,J,3,4)**



Zuidelijk deel 47N_50N 10W_24W (5,6,k)

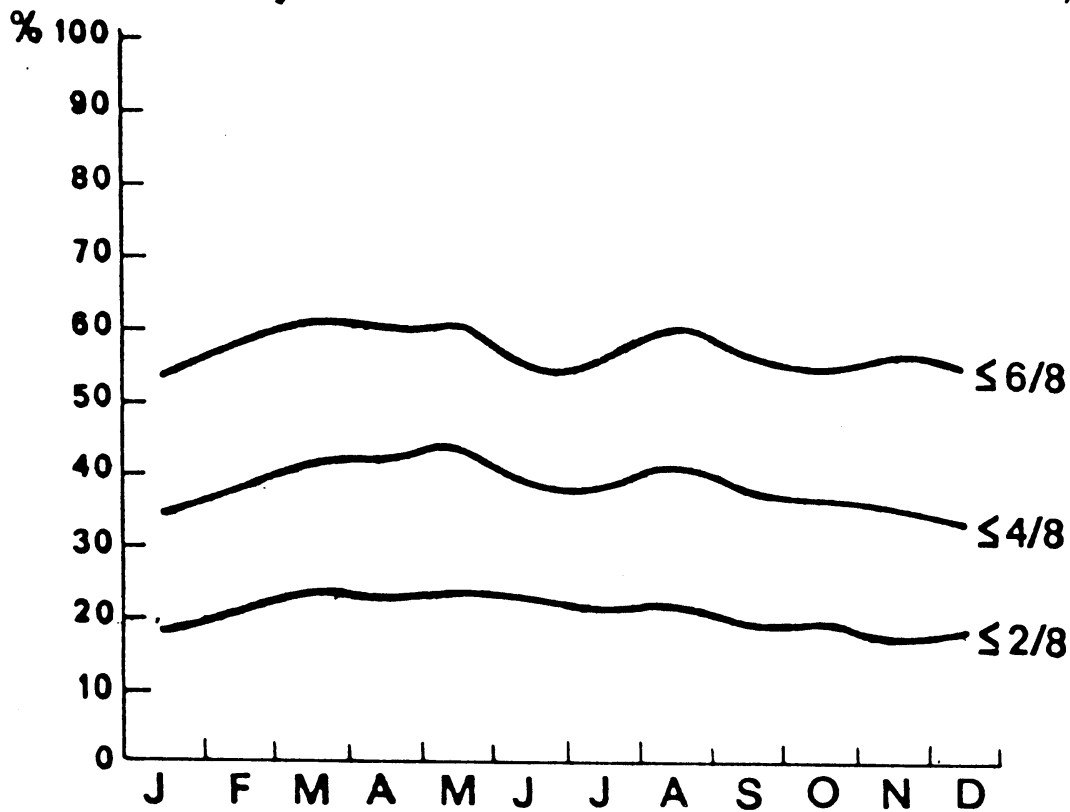
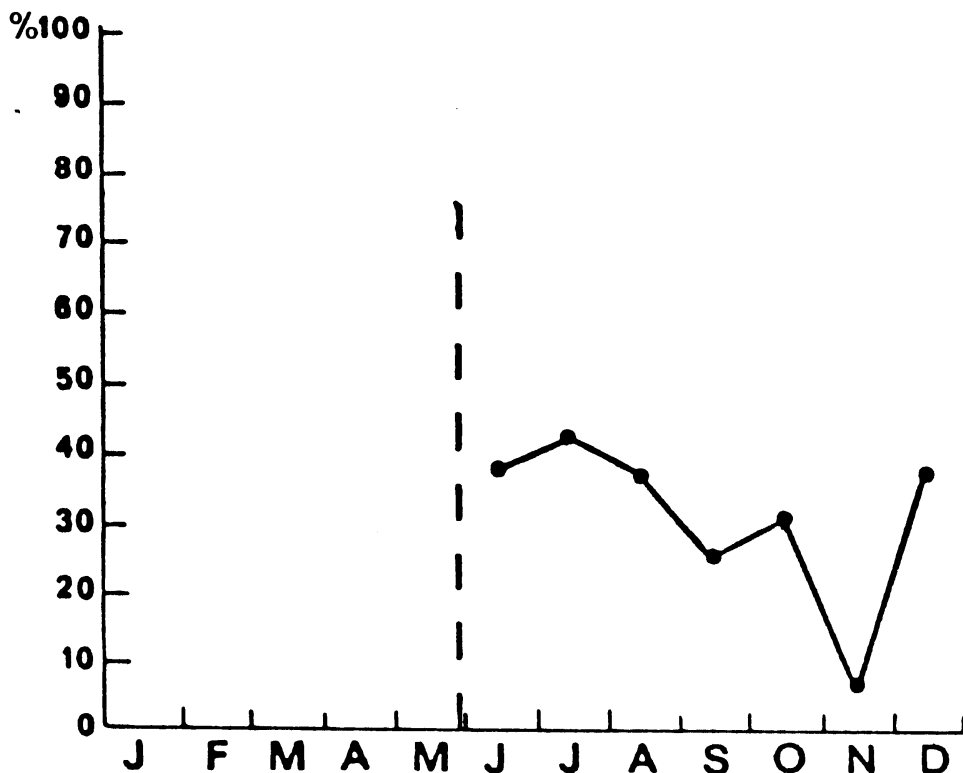


FIG 9

Percentages "bruikbare foto's" Noorse Zee (Gebied 1) 1983



Percentages "bruikbare foto's" Noordzee (Gebied 2)

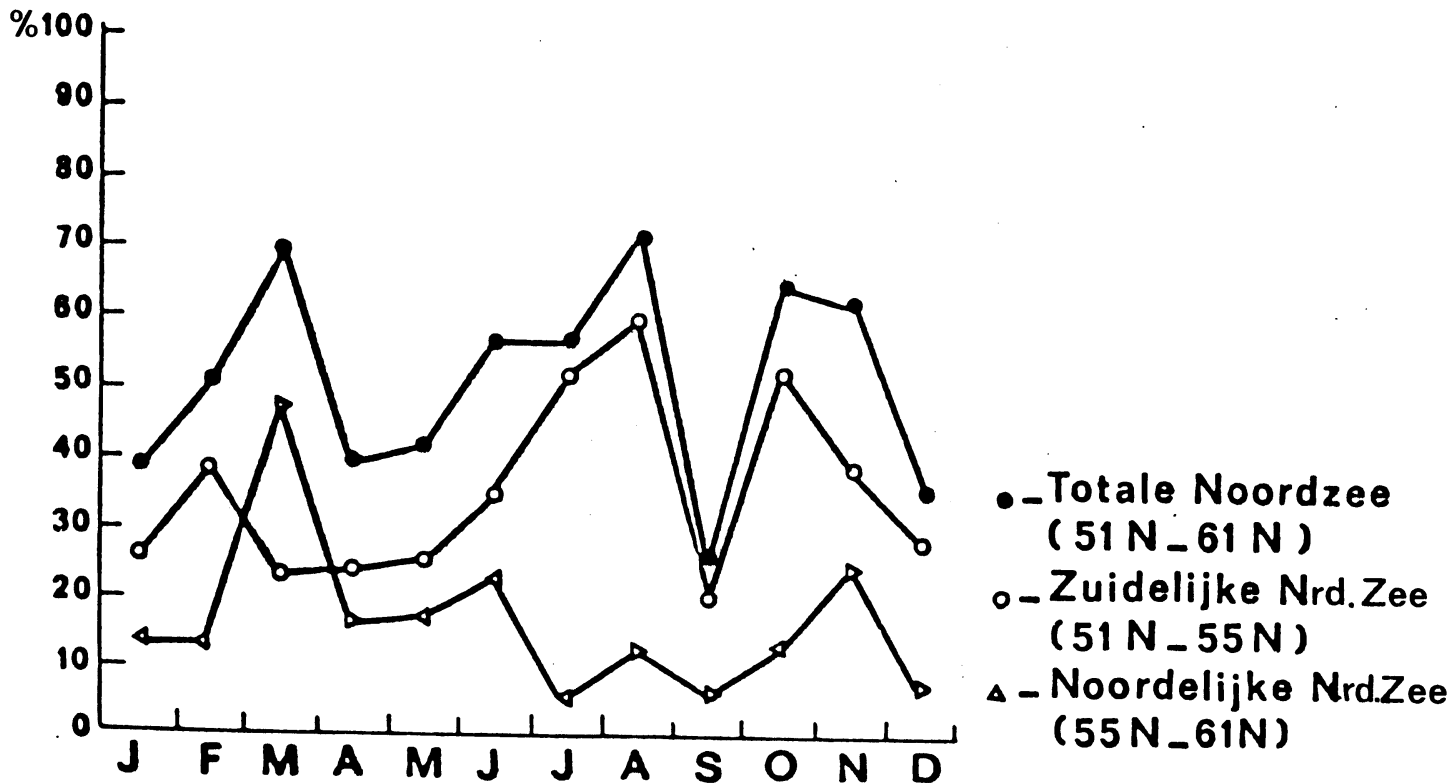
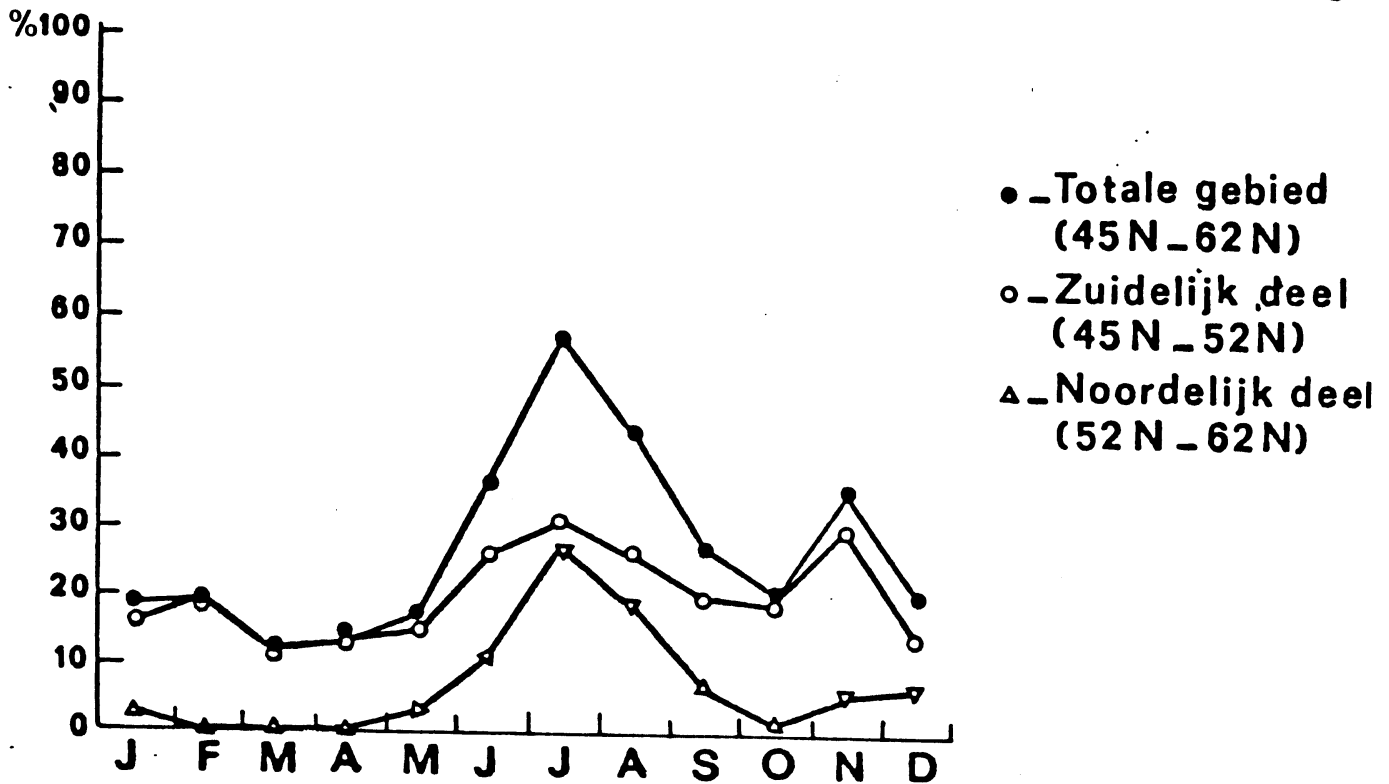
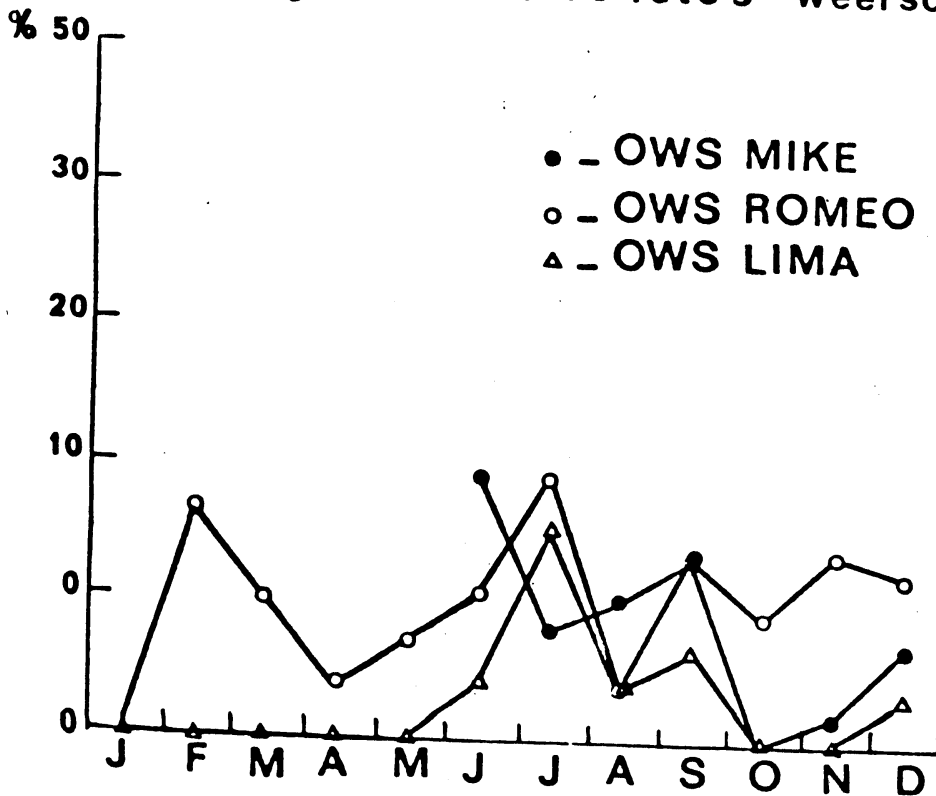


FIG 10

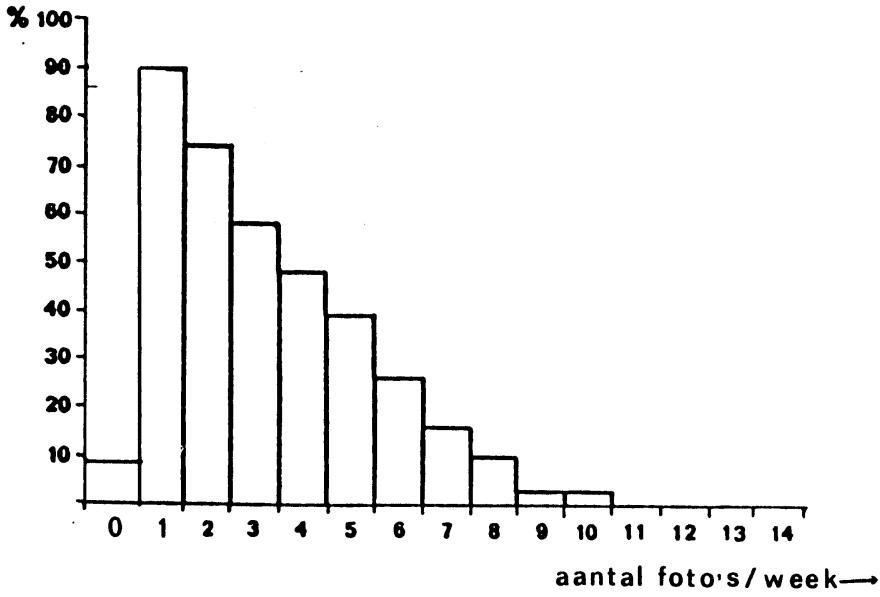
Percentages "bruikbare foto's" N. Atlantische Ocea an. 1983



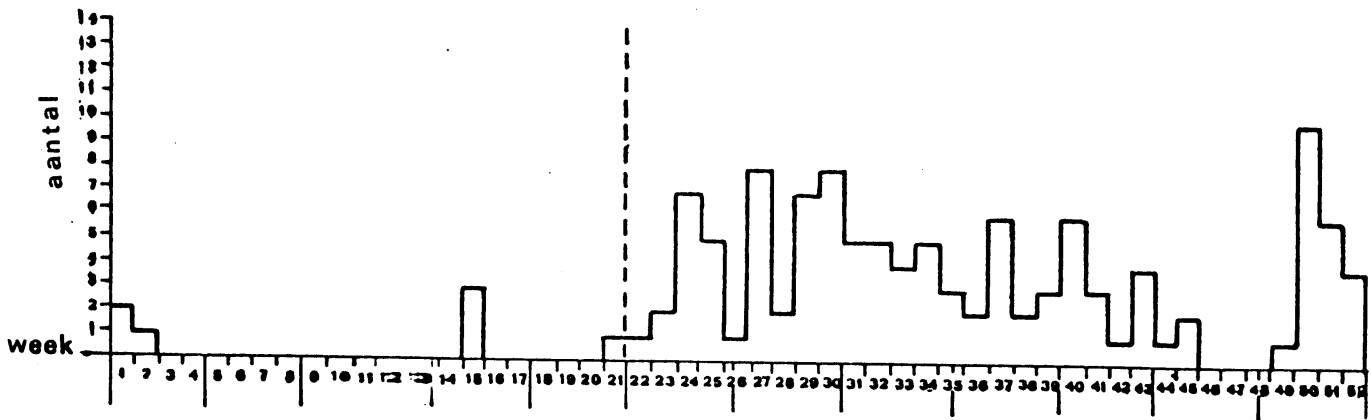
Percentages "bruikbare foto's" weerschip posities



aantal bruikbare foto's/week
 Gebied 1 (Noorse Zee) FIG 11

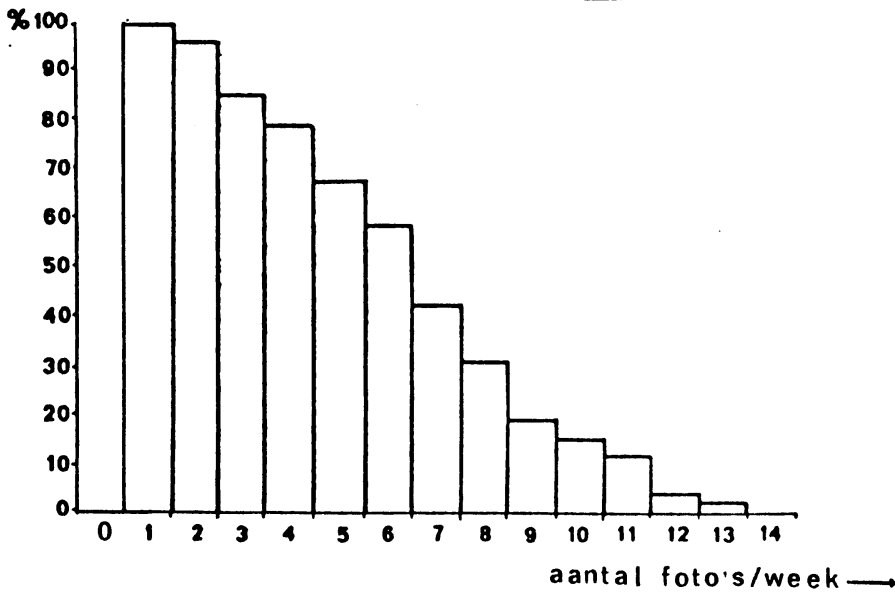


Aantal bruikbare foto's/week; Noorse Zee 1983

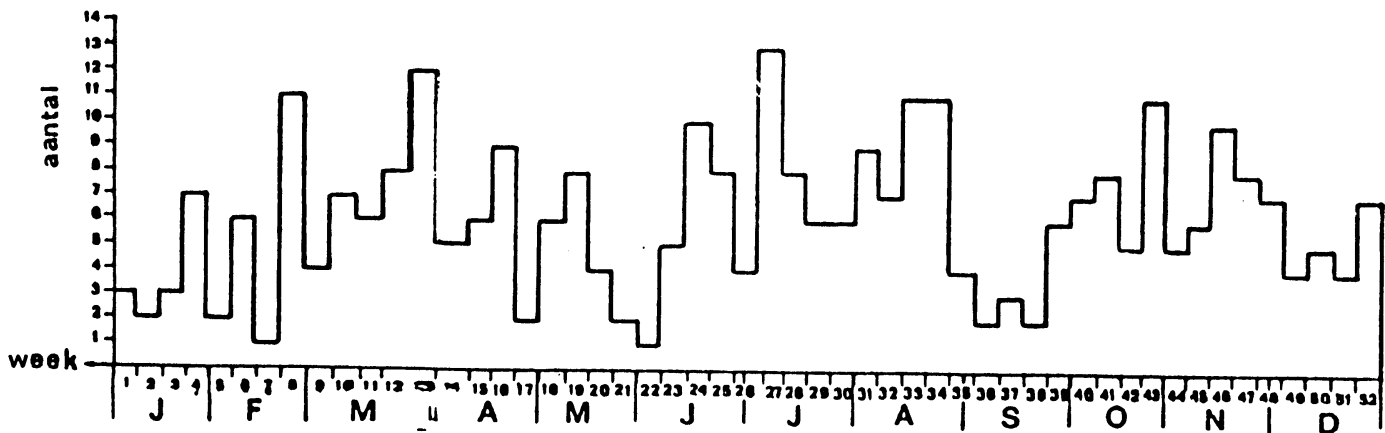


aantal bruikbare foto's/week
Gebied 2 (Noordzee)

FIG 12

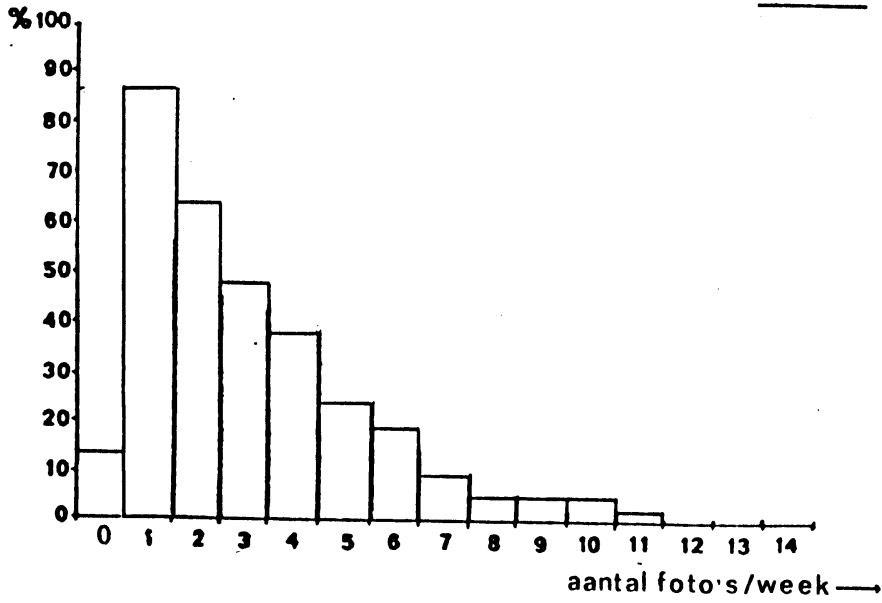


Aantal bruikbare foto's per week; Noordzee. 1983

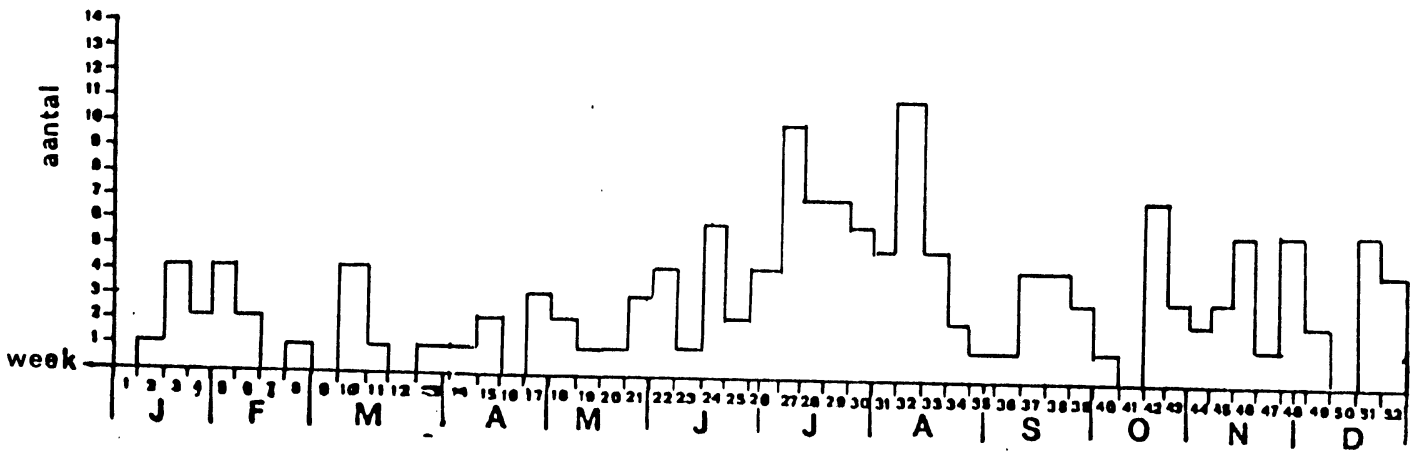


aantal bruikbare foto's/week
 Gebied 3 (Noord Atlantische Oceaan)

FIG 13



Aantal bruikbare foto's per week, 1983



NOAA- 7 4728 2:1 XX. PB R1-S 6-2025 LPMK2 G= 5 840501 13:58: 6
70.00N 2.31W IR4 ENH: 8 DT= -3
50.31N 13.830 ST= -1
GEBIED I+II: ZEEWATERTEMP. SYS: -4/+4 FRANGSMA OC OND HD

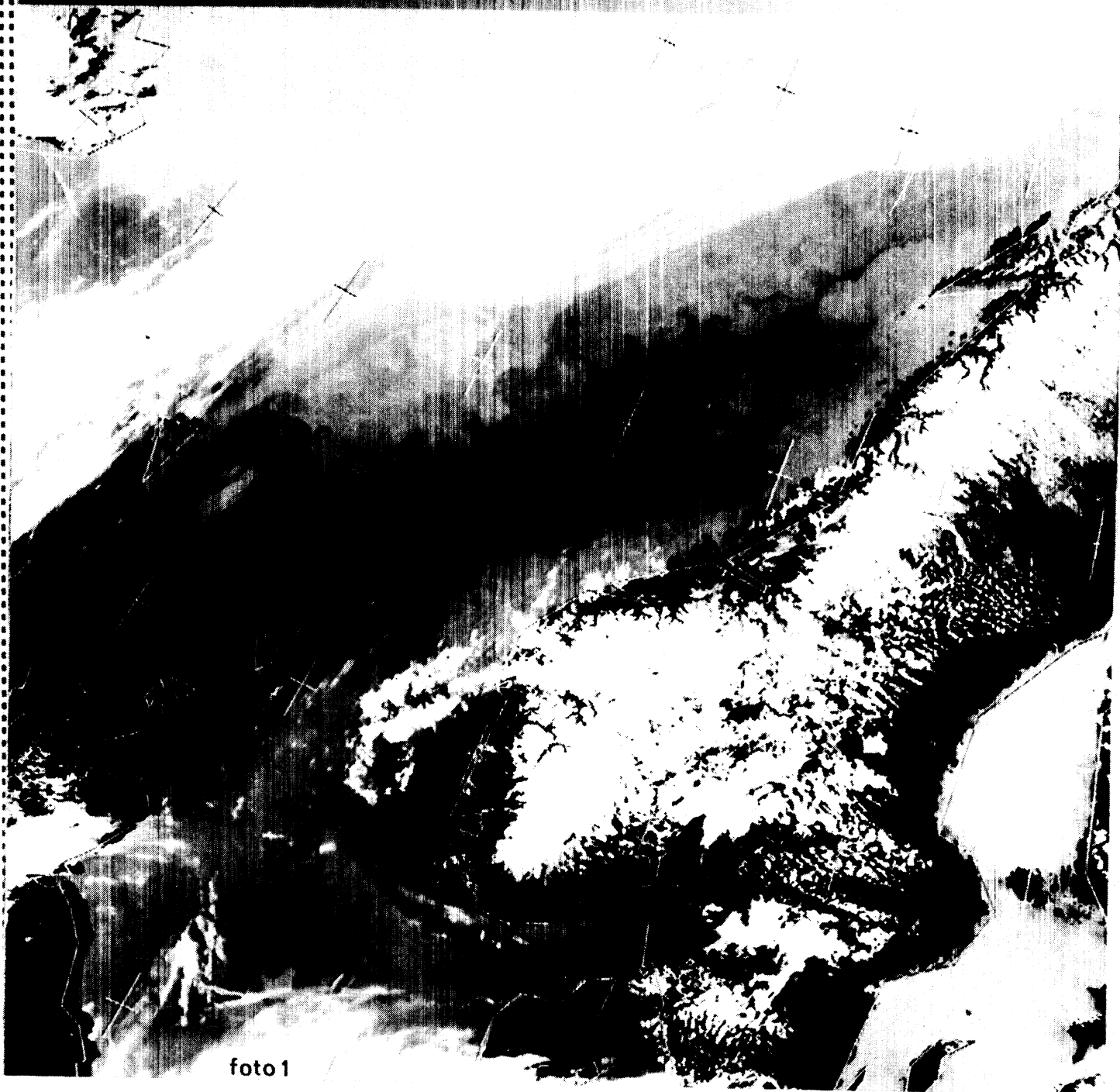


foto 1



foto 2

NOAA-7 8607 4:1 .X. PB R1-S 9-1027 LPMK2 G= 5 830223 3:21:55
59.91N 10.040 IR4 ENH: 8 DT= 1
48.00N 3.480 ST: 0
HD

NOAA-7 8797 2:1 XX PB R1-S 6- 468 LPMX2 G=10 830308 13:58: 9
60.00N 1.19W IR4 ENH: 0 -2 -1 0 1 2 3 4 5 DT= -5
48.56N 5.190 ST: 0
GEBIED 2 ISOZONE -2/+5 BG.

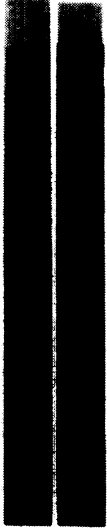


foto 3



NOAA- 7 1721 2:1 XX PB R2-S 9- 221 LPM*2 G= 5 831001 15 31.49
63.00N 23.46W IR4 ENH 8 DT= -1
42 85N 12.38W ST= 0
GEBIED III: ZEEWATERTEMP. SYS +2/+12. PRANGSMA 0 & 0. VD

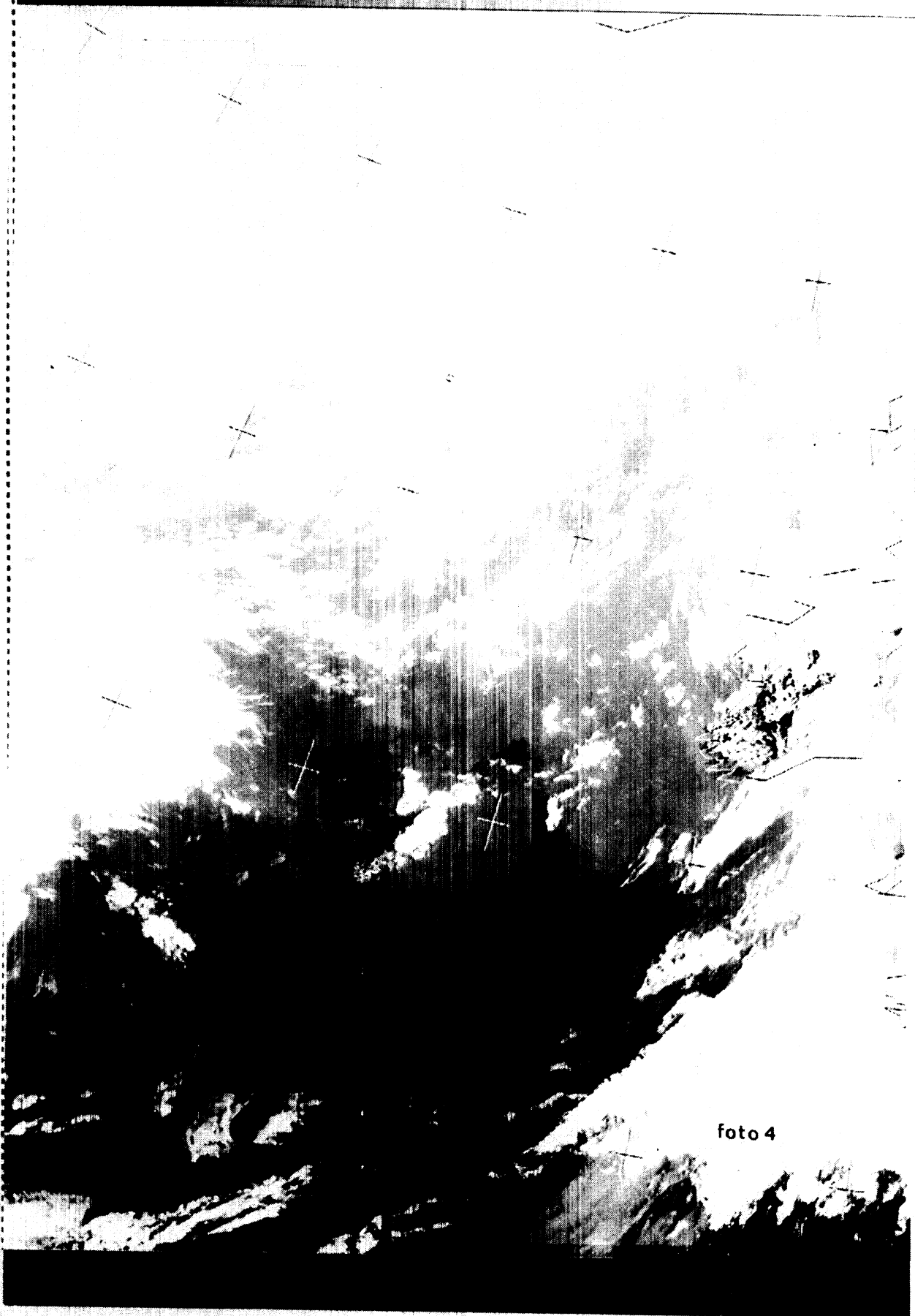


foto 4