

**KONINKLIJK NEDERLANDS  
METEOROLOGISCH INSTITUUT**

TECHNISCHE RAPPORTEN

T.R. - 34

C. Floor

Operationele meteorologie

De Bilt, 1983

Publikatienummer: K.N.M.I. TR-34 (CWD)

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut,  
Centrale Weerdienst (CWD),  
Postbus 201,  
3730 AE De Bilt.  
Nederland.

U.D.C.: 551.509.5

OPERATIONELE METEOROLOGIE

INHOUDSOPGAVE		Pagina
VOORWOORD		5
<u>DEEL 1</u>	: <u>INLEIDING</u>	
Hoofdstuk 1	: Procesgang operationele meteorologie	7
<u>DEEL 2</u>	: <u>WAARNEMINGEN</u>	
Hoofdstuk 2	: Synoptische en aerologische waarnemingen	12
Hoofdstuk 3	: Radarwaarnemingen	18
Hoofdstuk 4	: Satellietwaarnemingen	24
<u>DEEL 3</u>	: <u>METEOROLOGISCHE COMMUNICATIE EN GEGEVENS- VERWERKING</u>	
Hoofdstuk 5	: Meteorologische telecommunicatie	26
Hoofdstuk 6	: Dataprocesing	35
<u>DEEL 4</u>	: <u>ANALYSE, PROGNOSE EN WEERVERTALING</u>	
Hoofdstuk 7	: Principes en werkwijze van de synoptische meteorologie	39
Hoofdstuk 8	: Principes van de numerieke meteorologie	45
Hoofdstuk 9	: Numerieke analyse; BK-4; GONO, WBN	50
Hoofdstuk 10	: Taak en werkwijze van het ECMWF en de verwerking van de produkten op het KNMI	55
Hoofdstuk 11	: Statistische vertaalmethode	62
<u>DEEL 5</u>	: <u>GEBRUIKERSGERICHTE VERWACHTINGEN</u>	
Hoofdstuk 12	: Informatieoverdrachtsproblemen bij de algemene verwachting	66
Hoofdstuk 13	: Gebruikersgerichte verwachtingen	74
Hoofdstuk 14	: Routering	88
Hoofdstuk 15	: Meteorologische voorlichting van de luchtvaart	93
<u>DEEL 6</u>	: <u>VERIFICATIE</u>	
Hoofdstuk 16	: Verificatie, evaluatie en economisch nut van verwachtingen	103
<u>DEEL 7</u>	: <u>DE KLIMATOLOGISCHE DIENST</u>	
Hoofdstuk 17	: Taken en werkwijzen van de Klimatologische Dienst	108
<u>DEEL 8</u>	: <u>TOT BESLUIT</u>	
Hoofdstuk 18	: Operationele meteorologie	113



Voorwoord

*Het voor U liggende verslag is een weergave van een aantal voordrachten, die gehouden werden in het kader van de "Introductiekursus Operationele Meteorologie" in het voorjaar van 1982.*

*Aan het tot stand komen van deze cursus droegen vele medewerkers van het KNMI bij; hun namen vindt U in de verantwoording op blz. 118.*

*Hoewel de cursus in eerste instantie gericht was op nieuwe medewerkers van het KNMI, kunnen delen van de tekst wellicht ook voor hen, die al langer werkzaam zijn, nieuwe elementen bevatten.*

*Voor opmerkingen en correcties houd ik mij van harte aanbevolen.*

*C. Floor*



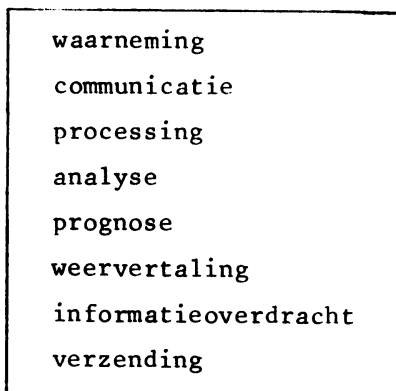
D E E L I

INLEIDING

HOOFDSTUK 1

PROCESGANG OPERATIONELE METEOROLOGIE

Voordat de nieuwslezer van het ANP zijn weerbericht kan voorlezen heeft er binnen en buiten het KNMI een groot aantal activiteiten plaatsgevonden om de uitzending van het bericht mogelijk te maken. Deze activiteiten zijn in figuur 1.1 met trefwoorden aangeduid. Tezamen vormen ze de produktielijn van de weersverwachting.



*Fig. 1.1 Produktielijn van de operationele meteorologie (CWD/LMD)*

We zullen hier een korte omschrijving geven van de verschillende elementen uit de produktielijn van fig. 1.1; in volgende hoofdstukken wordt op verschillende van de genoemde facetten gedetailleerder ingegaan.

Waarnemingen

Aan de basis van de procesgang operationele meteorologie staan de waarnemingen die op vaste tijdstippen (1-48 maal per dag) overal ter wereld worden uitgevoerd. Thans beschikken we over:

- oppervlaktewaarnemingen
- aerologische waarnemingen: waarnemingen van weerselementen met behulp van weerballonnen met radiosondes en/of radarreflectoren
- waarnemingen van boeien en automatische stations; deze worden aan de lijsten met oppervlaktewaarnemingen toegevoegd, maar zijn ook buiten de synoptische uren beschikbaar.
- satellietwaarnemingen : deze leveren bewolgingsgegevens en gegevens over de temperatuuropbouw van de atmosfeer.
- radarwaarnemingen : voor het waarnemen van neerslaggebieden tot enkele honderden kilometers afstand.

Communicatie

De synoptische en de aerologische waarnemingen worden via het telexnet verzonden aan de KNMI-stations en aan andere belanghebbenden. Aerologische waarnemingen worden ook via het facs-net verzonden. Het facs-net wordt tevens gebruikt voor het verzenden van (bewerkte) radarwaarnemingen.

Met Schiphol en Hilversum (LuMetC: Luchtmacht Meteorologisch Centrum) bestaat een fotofacs-verbinding, waarlangs satellietfoto's kunnen worden verzonden. De waarnemingsgegevens kunnen vanaf terminals te De Bilt en Schiphol, later ook vanaf andere KNMI-stations worden opgevraagd.

De uitwisseling van waarnemingen met het buitenland gebeurt via telexlijnen met Bracknell (Engeland) en Offenbach (West-Duitsland)(reserve-lijn); het betreft hier een aftakking van het zgn. Global Telecommunication System (GTS), een wereldomvattend uitwisselingsnet van meteorologische berichten (zie fig. 5.6). Uit Offenbach komen bovendien via het facs-net meteorologische waarnemingen binnen, geplot in kaartvorm.

Van de telex- en facsverbindingen wordt ook in latere fasen van de procesgang gebruik gemaakt. Een overzicht van het gebruik van deze verbindingen geeft fig. 1.2.

Medium	binnenland	buitenland
TELEX-NET	waarnemingen verwachtingen dienstberichten	waarnemingen (aftakking GTS) verwachtingen
FACS-NET	radarwaarnemingen analyses prognoses	waarnemingen (geplot) analyses Bracknell prognoses en Offenbach
FOTO-FACS	satellietfoto's	
DATALIJNEN	waarnemingen analyses prognoses	analyses ECMWF prognoses ECMWF

Fig. 1.2 Overzicht van het gebruik van communicatiekanalen door het KNMI

### Processing

De binnenkomende waarnemingen ondergaan gewoonlijk een bewerking, voordat ze door de meteoroloog worden gebruikt. De bewerking kan bestaan uit:

- ordening (bijvoorbeeld in vaste volgorde presenteren van het in Nederland waargenomen weer, de "Meteo Holland")
- in kaart zetten: plotten van weerkaarten
- bewerken satellietgegevens (omrekenen naar een vorm die vergelijkbaar is met andere binnenkomende gegevens)
- bewerken radarkaartjes (overzichtelijke presentatie met neerslagintensiteiten en hoogtes van de wolKentoppen).

Van deze bewerkingen komt het plotten van weerkaarten (geanalyseerde kaarten of verwachte kaarten) ook in latere fasen van de procesgang weer terug.

### Analyse

De waarnemingsgegevens worden geanalyseerd door de meteoroloog of door de computer. De oppervlaktewaarnemingen dienen als basis voor:



- drukanalyse
- temperatuuranalyse
- bewolkingsanalyse

De bovenluchtwaarnemingen kunnen dienen als basis voor een:

- isohypsenanalyse
- temperatuuranalyse
- windsnelheidsanalyse

### Prognose

Bij het maken van verwachtingen wordt onderscheid gemaakt tussen nowcasting, korte-termijn-verwachtingen en lange(re)-termijn-verwachtingen. Bij nowcasting gaat het om de termijn van 0-3 uur vooruit. De verwachtingen zeggen iets over bijvoorbeeld:

- individuele onweerscomplexen
- het optrekken van mist
- nauwkeurige beschrijving van een frontpassage

De hulpmiddelen die hierbij gebruikt worden zijn vooral:

- radarkaarten
- satellietfoto's met hoge resolutie
- dicht waarnemingsnetwerk, bulletin "Meteo Holland"
- uurlijkse kaarten
- automatische stations

De inbreng van de meteoroloog bij nowcasting is zeer groot; in de toekomst zullen fysische modellen mogelijk een rol gaan spelen.

Het verwachtingsgebied beslaat bij nowcasting ongeveer een provincie.

Korte-termijn-verwachtingen beslaan een tijdvak van 3-18 uur vooruit; het verwachtingsgebied is het gehele land. Er is veel subjectieve inbreng van de meteoroloog. Hij maakt gebruik van de volgende hulpmiddelen:

- synoptische waarnemingen
- radar
- satellietfoto's
- uurlijkse en drieurlijkse kaarten

In de toekomst komt daar mogelijk de uitvoer van een numeriek mesoschaalmodel bij.

Overschrijdt de verwachtingstermijn de 24 uur dan spreekt men van langere termijn-verwachtingen. De differentiatie in de verwachtingen voor verschillende regio's in ons land is gering. De inbreng van de meteoroloog is minder dan bij de korte verwachtingstermijnen; hij vaart wat meer op het kompas van de numerieke produkten. Verdere hulpmiddelen bij de lange termijnverwachting zijn:

- satellietfoto's
- drieurlijkse kaarten (als uitgangspunt voor een verwachte kaart 24-36 uur vooruit)
- statistische vertaling van verwachte weerkaarten naar optredend weer.

### Weervertaling, informatie-overdracht en verzending

De verwachte weerkaarten moeten worden omgezet in cijfers, intervallen en kansen waarop de uiteindelijke tekst van de verwachting wordt gebaseerd. Fig. 1.3 geeft een voorbeeld van de laatste stap, het omzetten van percentages in termen voor het weerbericht.

Overdag			
Zonneschijn- percentage	Zonneschijn- term	Bewolkings- term	Vergelijkbare term
0-20%	Weinig zon	Veel bewolking geheel/zwaar bewolkt	Veel bewolking geheel/zwaar bewolkt
10-40%	Af en toe zon	Half tot zwaar bewolkt	Half tot zwaar bewolkt
20-60%	Zonnige perioden, opklaringen	Wisselend bewolkt, veranderlijk be- wolkt, wolken- velden	Opklaringen, heldere perio- den
40-100%	Zonnig	Weinig bewolking, lichtbewolkt	Helder, weinig bewolking, licht bewolkt

Fig. 1.3 Voorbeeld van richtlijnen voor het omzetten van kansen op een gebeurtenis naar de terminologie van het weerbericht

Afhankelijk van het gekozen medium wordt de uiteindelijke inhoud en verwoording van de verwachtingen bepaald. Zo mag de radio-verwachting niet te lang en te ingewikkeld zijn; bij tv moeten beeld en geluid corresponderen. Het telefonisch weerbericht mag uitgebreider zijn: men kan nogmaals bellen. Ook Teletekst en Viditel laten een uitgebreide verwachting toe; het beeld blijft stilstaan en kan rustig bestudeerd worden. Doordat de verwachtingen die uitgaan regelmatig ververs worden is het aantal verwachtingen dat uitgaat zeer groot. Fig. 1.4 geeft de aantallen verwachtingen die alleen al vanuit De Bilt worden verzonden. Fig. 15.4 geeft wat cijfers van aantallen verwachtingen voor de luchtvaart die vanaf de LMD-stations worden verzonden. De 1825 havenverwachtingen die te Rotterdam worden opgesteld en de talloze telefonische verwachtingen die op alle LMD-stations verstrekt worden zijn hierbij nog niet eens opgenomen.

Met de verzending komt de produktielijn operationele meteorologie aan zijn eind en vindt het eindprodukt, de verwachting zijn weg naar de gebruikers.

Radio	± 13.000 per jaar
TV	± 3.000 per jaar
ANP	± 3.500 per jaar
Telefoon (003)	± 4.500 per jaar
Teletekst	± 2.000 per jaar (1980)
Viditel	± 1.200 per jaar (1980)
Individuele telefonische verwachtingen (De Bilt)	26.000 per jaar
Booreilanden	± 10.000 per jaar

Fig. 1.4 Aantallen verzonden verwachtingen

### Opzet van dit rapport

De procesgang operationele meteorologie, die in dit hoofdstuk werd besproken vormt tevens de rode draad van dit rapport.

Eerst komen in deel 2 de waarnemingen aan de orde.

Deel 3 behandelt de meteorologische communicatie en -gegevensverwerking.

In deel 4 worden drie fasen uit de procesgang samengenomen: analyse, prognose en weervertaling. Hiervan komt het "handwerk" in hoofdstuk 7 aan de orde, terwijl in de overige hoofdstukken de rol van de computer besproken wordt.

De informatie-overdracht aan diverse groepen gebruikers staat centraal in deel 5: gebruikersgerichte verwachtingen. Deze verwachtingen vormen het eindprodukt van de operationele meteorologie.

Na afloop kan worden nagegaan in hoeverre de verwachtingen succesvol geweest zijn; hierover handelt deel 6: verifikatie.

De vele waarnemingen die aan de basis van de weersverwachting hebben gestaan worden door de Klimatologische Dienst bewerkt en opgeslagen in een gegevensbestand; de hierbij gevolgde werkwijze wordt beschreven in deel 7: de Klimatologische Dienst.

Tot slot worden in deel 8 nog wat algemene aspecten van de operationele meteorologie besproken.

D E E L II

WAARNEMINGEN

HOOFDSTUK 2

SYNOPTISCHE EN AEROLOGISCHE WAARNEMINGEN

In het vorige hoofdstuk (procesgang operationele meteorologie) zagen we reeds dat waarnemingen van het weer aan de basis staan van weersverwachtingen, ongeacht of deze door de meteoroloog dan wel door de computer worden gemaakt. (vgl. fig. 1.1). We kunnen de waarnemingen tevens aan het einde van de procesgang van de operationele meteorologie denken: uit de waarnemingen blijkt of de opgestelde verwachting juist is geweest. Daarom hebben waarnemingen altijd veel aandacht gehad van de meteorologische diensten. Over de hele wereld zijn er thans ongeveer 7000 stations voor oppervlaktewaarnemingen (in Nederland 20) en circa 800 stations voor aerologische waarnemingen (in Nederland alleen De Bilt). De waarnemingen worden overal ter wereld op afgesproken vaste tijden verricht en tussen de meteorologische diensten uitgewisseld (synoptische waarnemingen)

Naast hun rol bij het opstellen en verifiëren van verwachtingen worden de waarnemingen gebruikt voor het geven van informatie over het aktuele weer (door de meteoroloog) en het verleden weer (door de klimatologische dienst).

In dit hoofdstuk beperken we ons tot waarnemingen voor de weerdienst; waarnemingen die uitsluitend ten behoeve van de klimatologische dienst worden verricht komen in hoofdstuk 17 (KD) aan de orde.

Synoptische oppervlaktewaarnemingen

Elk weerrapport dat op een van de synoptische tijdstippen door grondstations wordt opgesteld en verzonden bevat gegevens over de weerelementen, die zijn opgesomd in fig. 2.1. Kuststations en schepen voegen hier soms nog gegevens aan toe over zeeegang, deining en ijsafzetting.

Een deel van de metingen kan automatisch geschieden. Sommige weerelementen zoals weer, bewolking (bedekkingsgraad en soort bewolking) en in zeker zin ook het (meteorologische) zicht kunnen echter niet automatisch verkregen worden; deze gegevens zijn dus uitsluitend van bemande stations te betrekken.

- zicht		- neerslag	+ hoeveelheid
- wind	+ richting + snelheid		+ duur
- temperatuur	+ heersende temp. + max. temp. + min. temp.	- weer	+ heersend + afgelopen 1, 3 of 6 uur
- dauwpunt	(vochtigheid)		
- luchtdruk	+ heersende luchtdruk + verandering in de 3 uur	- bewolking	+ bedekkingsgraad + soort + hoogte

Fig. 2.1 De weerelementen die in een standaard weerrapport worden vermeld

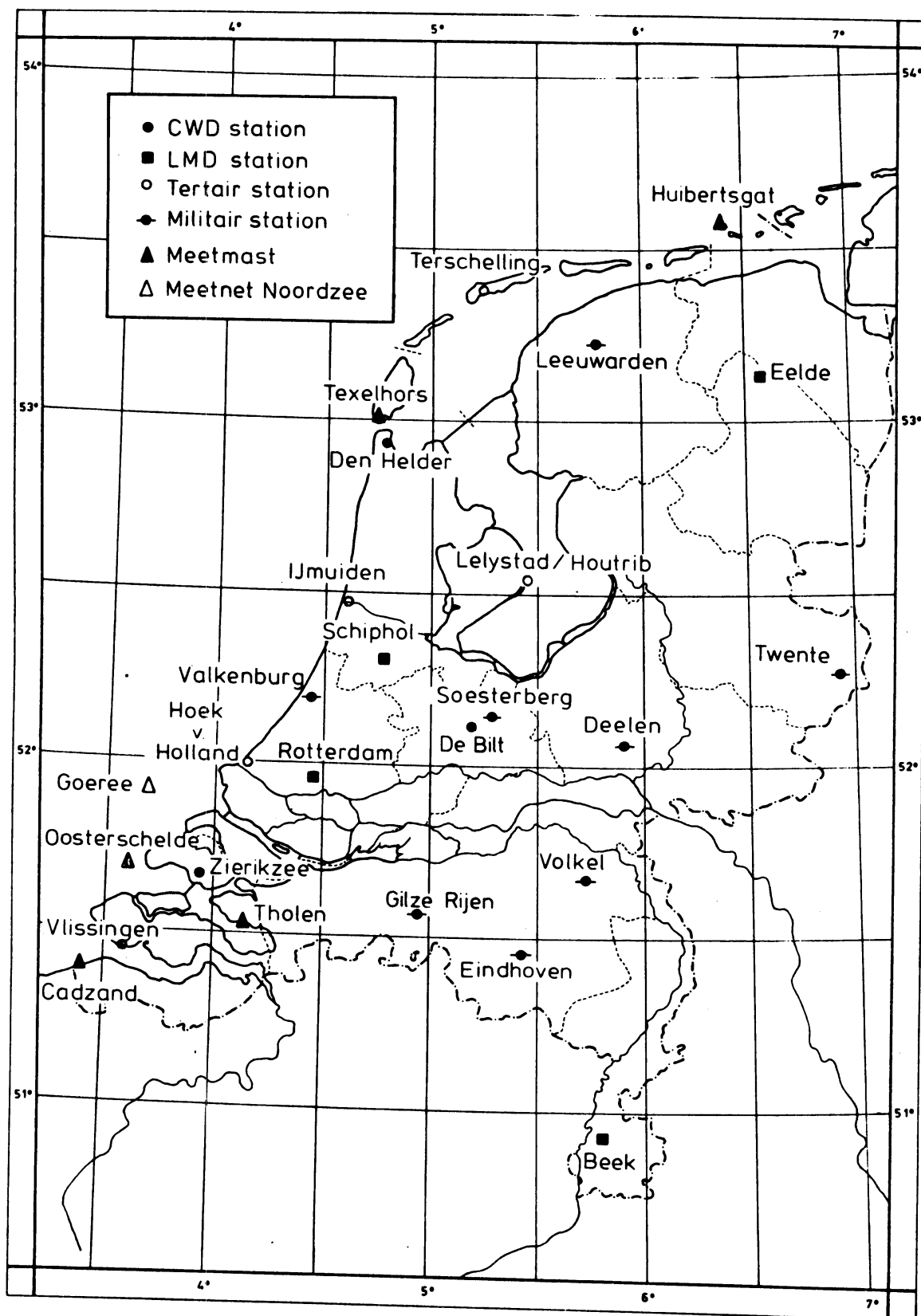


Fig. 2.2 Waarnemingsstations in Nederland in gebruik bij de CWD

Fig. 2.2 geeft de stations in ons land, die waarnemingen inzenden die bij de weerdienst gebruikt worden. In de figuur is onderscheid gemaakt tussen CWD-stations (fig. 2.3), LMD-stations (fig. 2.4), tertiaire stations (fig. 2.5) en militaire stations (fig. 2.6).

De Bilt
Den Helder
Vlissingen
Zierikzee

Fig. 2.3

CWD-stations

Schiphol
Eelde
Rotterdam
Beek

Fig. 2.4

LMD-stations

Terschelling
IJmuiden
Hoek van Holland
Lelystad/Houtrib

Fig. 2.5

Tertiaire stations

Valkenburg (ZH)*	Twente
Soesterberg	Gilze-Rijen
Leeuwarden	Eindhoven
Deelen	Volkel

Fig. 2.6 Militaire stations

\* Marine luchtvaartdienst

Overige: Koninklijke luchtmacht

De CWD-stations vallen direct onder verantwoordelijkheid van het waarnemingsbedrijf van de CWD. Deze organisatievorm heeft als groot voordeel dat de kwaliteit van de waarnemingen vanuit het KNMI gecontroleerd en bewaakt kan worden. Bij de zgn. tertiaire stations is kwaliteitsbewaking veel moeilijker. De betrokken waarnemers zijn slechts een kwartier van elk uur dat ze werken in dienst van het KNMI. De band met het externe personeel is wat minder stevig. Daardoor laat, ondanks de begeleiding van de waarnemingsdienst, de kwaliteit van de waarnemingen soms helaas te wensen over. De kosten van een tertiair station bedragen echter veel minder van de kosten van een CWD-station.

De LMD-stations werken onder de paraplu van Schiphol. De kwaliteit van de waarnemingen is over het algemeen goed, evenals bij de militaire stations. Probleem bij de laatstgenoemde stations is echter het ontbreken van een waarborg voor continuïteit. Zo is Ypenburg reeds gesloten en was Valkenburg in het verleden enige tijd dicht.

Het KNMI is hier dus afhankelijk van derden (de KLu en de MLD) en kan niet altijd op de waarnemingen rekenen.

Naast de waarnemingen van de landstations beschikt de weerdienst over de waarnemingen van 4 Noordzeestations (zie fig. 2.7 en 2.8). Deze stations vallen onder de afdeling Oceanografisch Onderzoek.

In fig. 2.8 staat tevens aangegeven via welk station de gegevens binnenkomen. Het C.I.C. in Hoek van Holland dat in fig. 2.8 wordt genoemd, coördineert alle Noordzeemetingen.

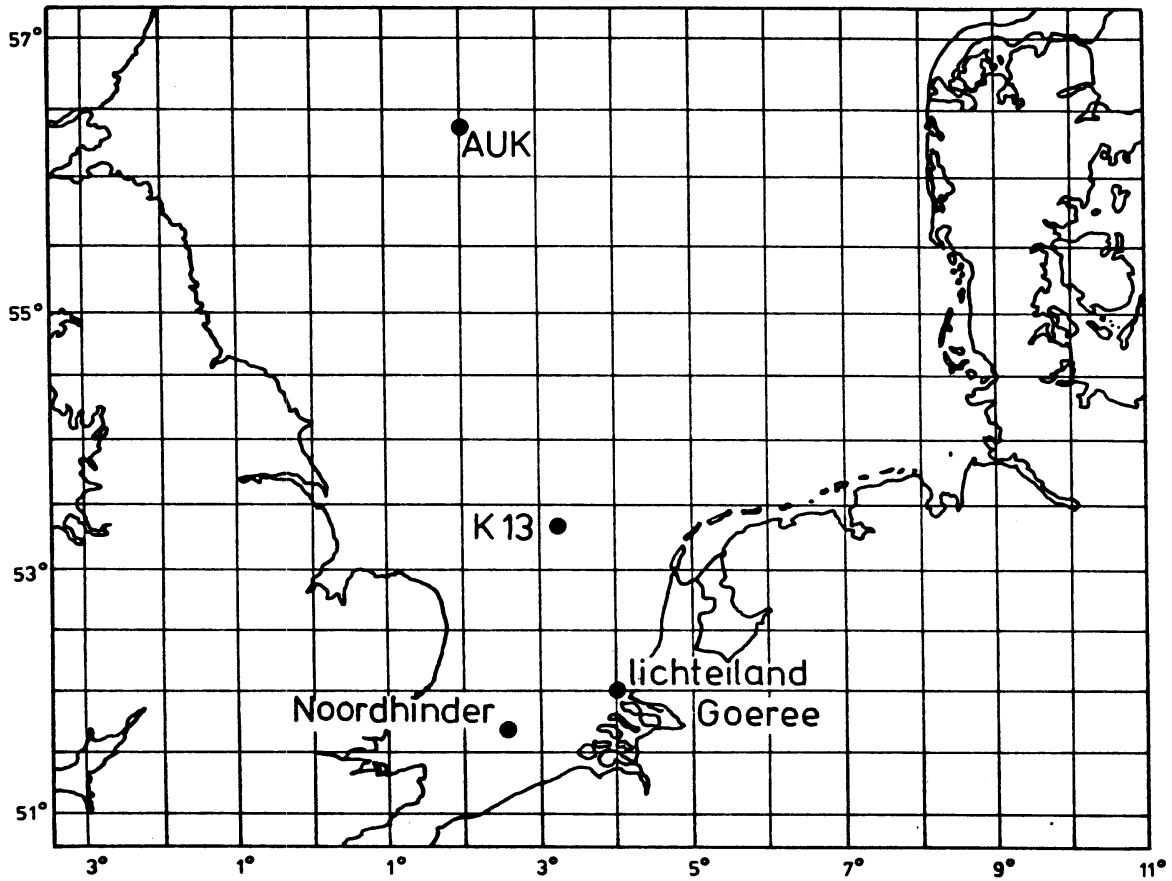


Fig. 2.7 Meetnet Noordzee

Noordhinder	(via Vlissingen)
Lichteiland Goeree	(via De Bilt )
AUK	(via C.I.C. )
K-13	(via C.I.C. )

Fig. 2.8

Noordzee-stations met plaatsen van binnenkomst gegevens

In fig. 2.2 staan met driehoekjes de meetmasten langs de kust aangegeven, waarvan het KNMI windgegevens betreft (zie ook fig. 2.9).

Texelhors	KNMI	(via Den Helder)
Huibertgat	RWS	(via De Bilt )
Cadzand	RWS	(via Vlissingen)
Oosterschelde	RWS	(via Zierikzee )
Tholen	RWS	(via Zierikzee )
Philipsdam*	RWS	(via Zierikzee )
* reserve voor Oosterschelde en Tholen		

Fig. 2.9

Windmeetmasten langs de Nederlandse kust en in de kustwateren met beheerder en plaats van binnenkomst gegevens

Hoogte	Gemeten	Weerelementen
0	T	
10	T	ddff max. ff
20	T	
40	T	
80	T	ddff max. ff
120	T	
160	T	
200	T	ddff max. ff

Fig. 2.10

De hoogten waarop de meetmast te Cabauw: temperatuur (T) windrichting (dd) windsnelheid (ff) en maximale wind (max. ff) meet

Een speciale plaats neemt de meetmast te Cabauw in. De mast leverde aanvankelijk alleen gegevens voor wetenschappelijk onderzoek; thans worden de gegevens ook door de meteorologische stations gebruikt. Fig. 2.10 geeft een overzicht van de waarnemingshoogten te Cabauw met de meteorologische elementen die op die hoogte worden gemeten.

#### Aerologische waarnemingen

Te De Bilt worden viermaal per dag aerologische waarnemingen verricht. Om de 6 uur stijgt een ballon met radarreflector op; met behulp van de Amerikaanse ECC-radar die elevatie, azimuth en afstand van de ballon meet, kunnen hoogtewinden bepaald worden. Om 0000 en 1200 UT gaat tevens een Finse Väisälä radiosonde mee. Hiermee worden temperatuur, vochtigheid en druk gemeten op verschillende hoogten.

De uitwerking van een radiosondewaarneming kan op drie manieren worden uitgevoerd:

- a. door gebruikmaking van de parameters druk, temperatuur en vochtigheid Dit wordt de "Stüve-methode" genoemd.
- b. volgens de "Rason-methode", waarbij gebruik gemaakt wordt van de parameters: radarhoogte, temperatuur en vochtigheid.
- c. volgens de door de Heer H.M. de Jong van het KNMI ontwikkelde methode, waarbij alle beschikbare gegevens optimaal worden benut, te weten: druk en radarhoogte, temperatuur en vochtigheid.

De bij a en b genoemde methoden kunnen zowel manueel als met de computer worden uitgevoerd; methode c alleen met behulp van een computer.

#### Weerschip Cumulus

Het waarnemingsbedrijf is ook verantwoordelijk voor de waarnemingen van het weerschip Cumulus. Het schip bezet met 3 Russische, 2 Franse, een Engelse en een Noors weerschip een netwerk van vier weerstations op de Atlantische Oceaan (zie fig. 2.11) en ligt de helft van de tijd op positie "L" (Lima) (de resterende tijd ligt op "L" een Brits schip).

Voor 1974 waren er 8 weerstations op de Atlantische Oceaan. In 1974 besloot de ICAO (International Civil Aviation Organisation) echter niet langer bij te dragen aan de kosten van de weerstations. De NAOS (North Atlantic Ocean Stations), een organisatie die de weerscheppendienst coördineert en waarvan de administratie bij de WMO berust, moest daarna door gebrek aan financiële middelen het aantal weerstations terugbrengen tot 4.



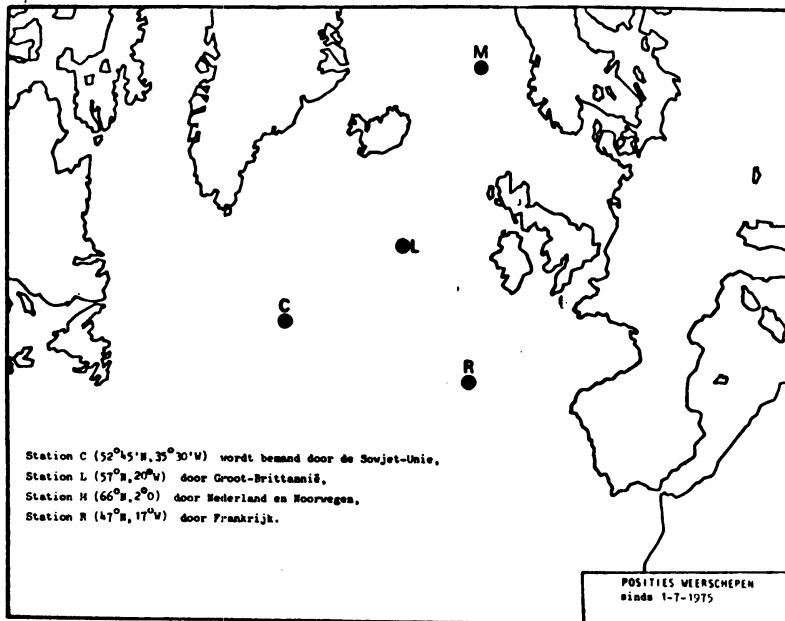


Fig. 2.11

Weerschepen op  
het noordelijk  
deel van de  
Atlantische Oceaan

De kosten worden gedragen door in de weerstations geïnteresseerde landen. Amerika en Zwitserland doen echter niet meer mee; zij hopen de benodigde gegevens via weersatellieten te kunnen betrekken. Naast de vier weerstations op de Atlantische Oceaan liggen er ook twee op de Pacific, resp. verzorgd door de Verenigde Staten en Japan.

De Cumulus en de andere weerschepen op de Atlantische Oceaan zullen vermoedelijk minstens tot 1990 in gebruik blijven. Alle zaken die de Cumulus betreffen worden geregeld door de "Stuurgroep Cumulus" op het KNMI. Het schip maakt 6 à 7 reizen per jaar. Elke reis duurt ongeveer 36 dagen: 5 dagen voor de uitreis, 26 dagen op het station en 5 dagen voor de thuisreis. Het schip heeft als thuishaven Rotterdam en ligt in het algemeen aan de Parkkade. Er zijn 30 mensen aan boord, waaronder 6 waarnemers van het KNMI en 2 radio-officieren (van Radio Holland). De overige bemanningsleden zijn in dienst van de Rederij Van Nievelt en Goudriaan te Rotterdam.

HOOFDSTUK 3

RADARWAARNEMINGEN

In de weerdienst van het KNMI wordt voor het lokaliseren van neerslag o.a. gebruik gemaakt van radar. De toepassing van radar voor dit doel gaat terug tot de tweede wereldoorlog. Bij het veelvuldig gebruik van radar in die periode was gebleken dat men met de radar ook neerslaggebieden kon "zien". In 1946 werden reeds dumpradars ingeschakeld voor het opsporen van tropische cyclonen. Sinds 1953 vervult de radar een rol bij het lokaliseren van gebieden waar mogelijk tornado's kunnen voorkomen. In 1957 werd de eerste Doppler radar in gebruik genomen. Deze radar breidde de mogelijkheden van de gewone radar uit doordat hij naast de plaats van een object (bijvoorbeeld een regengebied) ook de snelheid ervan kon waarnemen. Sinds 1980 is de Doppler radar ook operationeel in gebruik voor meteorologische doeleinden. Het gebruik van radar is met de opkomst van minicomputers voor signaalverwerking en -verzending in de afgelopen jaren sterk vergemakkelijkt.

Thans zijn er in de wereld ongeveer 650 weerradars operationeel. Twee daarvan staan in ons land: een te De Bilt en een te Schiphol. We geven nu eerst een beschrijving van de apparatuur. Vervolgens worden mogelijkheden (o.a. het bereik) van de apparatuur besproken. Daarna komen toepassingen van de radar bij het opstellen van verwachtingen aan de orde. Nadat de wijze van waarnemen is beschreven wordt geëindigd met het aangeven van een aantal toekomstige ontwikkelingen.

Beschrijving apparatuur

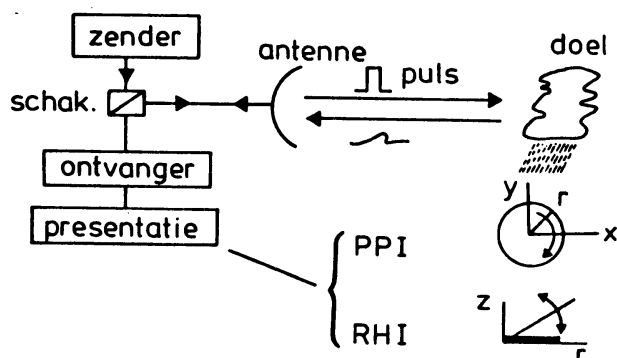


Fig. 3.1 De werking van de radar (schematisch)

Fig. 3.1 geeft schematisch de werking van de radar. Een zender zendt via een antenne een electromagnetische puls uit, die een doel treft, bijvoorbeeld de neerslag in een buienwolk. Het teruggekaatste signaal wordt, na een tijdsduur, die een maat is voor de afstand tot het doel, door dezelfde antenne weer opgevangen en naar een ontvanger geleid. Deze verzorgt de presentatie van de terugontvangen signalen op de juiste positie op een kathodestraalscherm. De presentatie kan op twee manieren geschieden:

- PPI (plan position indicator); hiermee verkrijgt men als het ware een kaartje van neerslaggebieden.
- RHI (range-height indicator): hiermee verkrijgt men een verticale doorsnede door het neerslaggebied. (Bijvoorbeeld ter bepaling van de hoogte van de wolke toppen.)

Mogelijkheden

Om een neerslaggebied nauwkeurig te kunnen lokaliseren is een nauwe bundel  $\theta$  nodig. Dit kan men realiseren door een kleine golflengte  $\lambda$  te kiezen (vgl. fig. 3.2, formule 1). Voor de gebruiksmogelijkheden van de radar speelt ook het terugontvangen vermogen  $\bar{P}$  een belangrijke rol. Enerzijds mag  $\bar{P}$  niet te klein zijn, omdat te zwakke teruggekaatste signalen geen echo meer opleveren. Anderzijds mag  $\bar{P}$  niet te groot zijn, omdat dan tevens veel demping optreedt; in dat geval zou het ene neerslaggebied het "zicht" op het erachterliggende neerslaggebied belemmeren.

Kiezen we nu  $\lambda$  klein, om zo een nauwe bundel te krijgen, dan wordt  $\bar{P}$ , en dus ook de demping, groot; dit is in te zien met behulp van formule 2 (fig. 3.2). Fig. 3.3 geeft een voorbeeld van de demping die optreedt; (de gekozen golflengtes zijn de volgens een internationale overeenkomst voorgeschreven golflengtes bij gebruik van radar). De keuze van de golflengte is dus een compromis tussen het bereik in neerslag en het scheidend vermogen. Verder wegen de antennekosten mee (door het voorkomen van de antennediameter  $d$  in de formules van fig. 3.2).

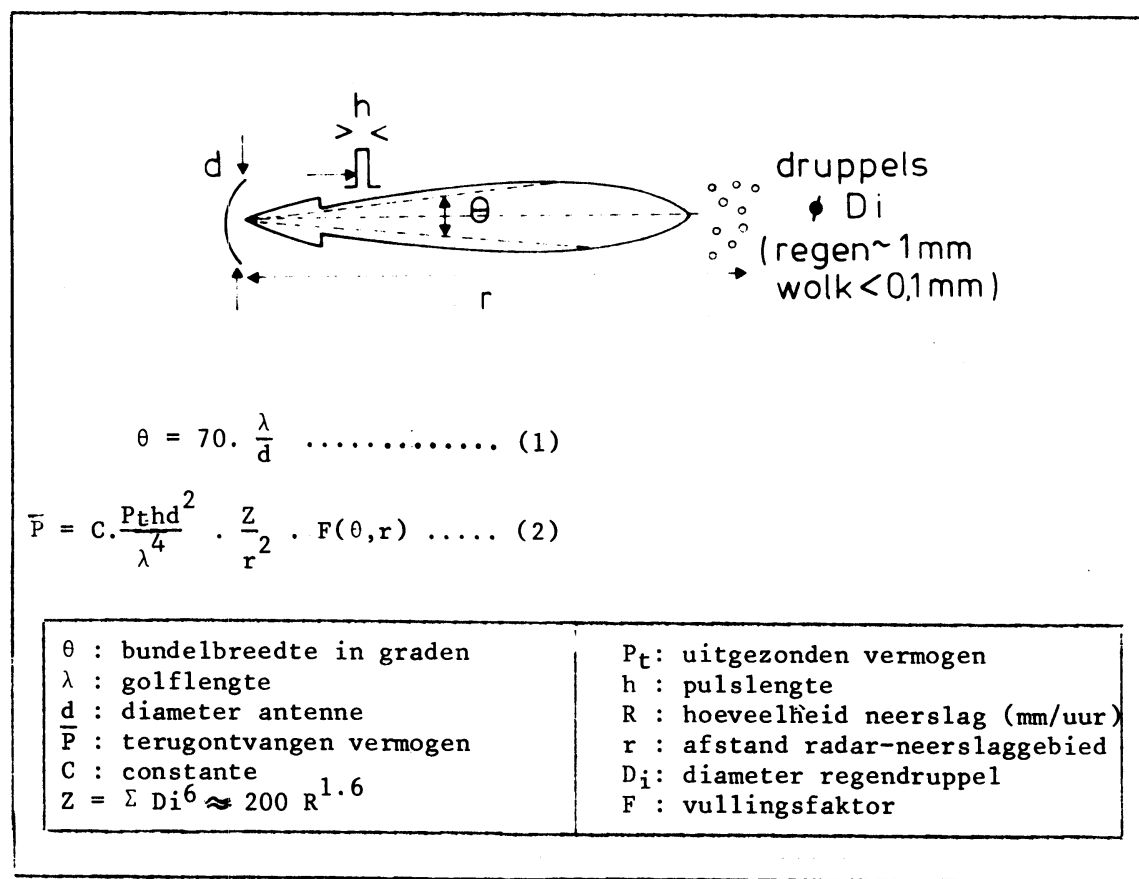


Fig. 3.2 Formules voor bundelbreedte en terugontvangen vermogen van de radar

Naast de neerslagdemping speelt ook de aardkromming een belangrijke rol. Dit is geïllustreerd in fig. 3.4. Buien op 250 km afstand met een top van 4 km of minder kunnen niet gezien worden. Vooral 's winters, als de buien niet zo hoog komen, is dat een belangrijke beperking.

golflengte (cm)	demping per km (dB/km)	voorbeeld: demping in neerslag 30 mm/uur over 20 km
10 cm	0.006 R dB/km	0.4 dB
5.5 cm	0.050 R <sup>1.18</sup> dB/km	5.5 dB
3.2 cm	0.0150 R <sup>1.3</sup> dB/km	25 dB

Fig. 3.3 Demping in neerslag bij drie standaardgolflengtes

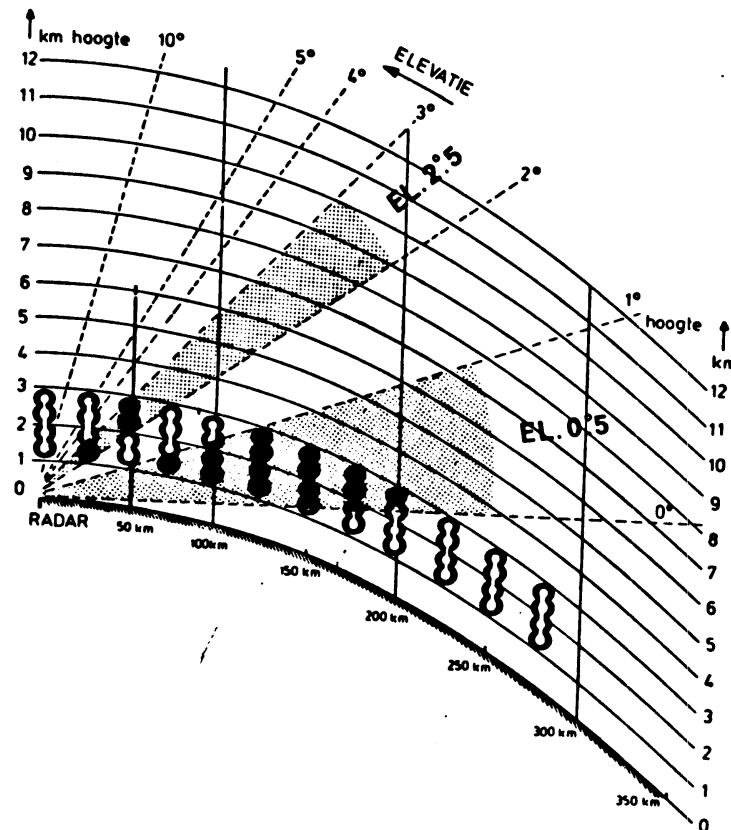


Fig. 3.4 Verloop van de radarhorizon en bereik van radar in de standaard-atmosfeer. Voorbeeld van het opbouwen van een radarbeeld uit metingen op twee elevaties, waarbij wordt verondersteld dat significante echo's tenminste lager dan 1 km én hoger dan 3 km reiken.

Figuur 3.5 geeft het bereik van de radar te De Bilt voor lichte regen (streepjeslijn) en voor buien (getrokken lijn) bij de aangegeven hoogten van de wolkentoppen.

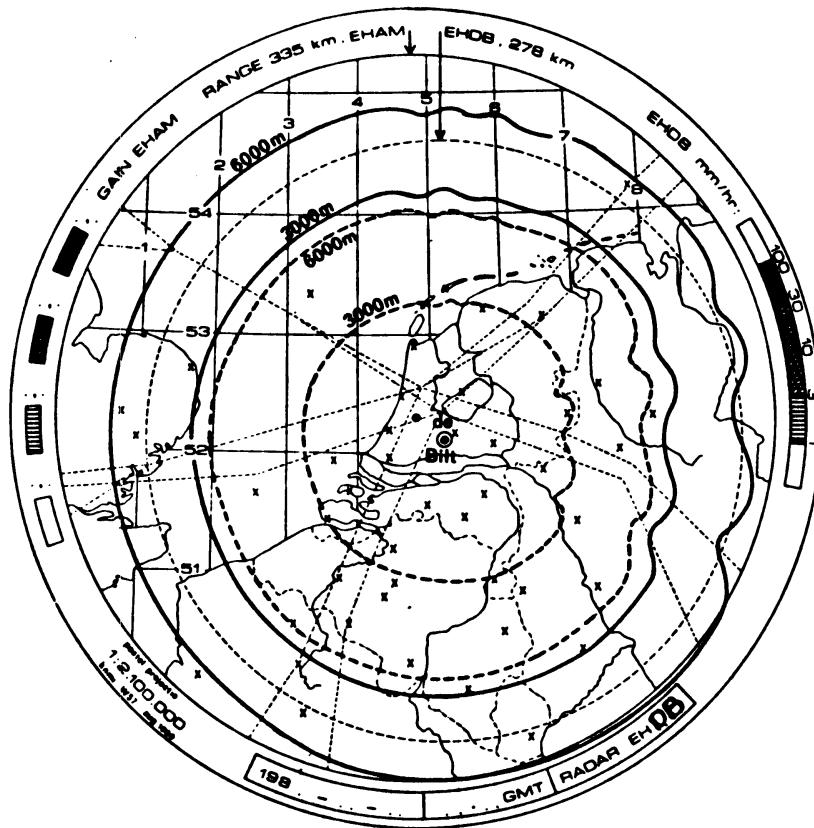


Fig. 3.5 Geschat bereik van de radar te De Bilt, voor lichte regen (dikke streeplijn) en buien (getrokken) met aangegeven echohoogten.

### Toepassing van radar

In hoofdstuk 2 (synoptische en aerologische waarnemingen) zagen we reeds dat de radar op het KNMI wordt toepast voor hoogtewindmeting. Verder worden radarbeelden gebruikt voor korte termijn verwachtingen en waarschuwingen. Het gaat dan om de volgende verschijnselen: turbulentie, windstoten, hagel, ijsafzetting, ontladingen, hevige neerslag, slecht zicht en gladheid. De waarschuwingen zijn bestemd voor het verkeer (vooral de luchtvaart, de landbouw, de industrie, de bouw en het grote publiek (eventueel regionaal)). Daarnaast speelt de radar een rol bij het bijsturen van verwachtingen voor heden en in de klimatologie voor het verschaffen van informatie achteraf. Ook in het onderzoek vindt de radar toepassing. Neerslagmeting voor hydrologen is in ons vlakke land weinig urgent: er zijn goede mogelijkheden voor de plaatsing van regenmeters en bovendien komen er weinig snelstromende beken in ons land voor. Daar deze toepassing bovendien méér radars vergt en niet zulke nauwkeurige resultaten oplevert ligt hij bij ons niet zo voor de hand.

### Wijze van waarnemen

Bij de waarnemingen van neerslaggebieden met de radar worden twee elevaties (hoek van de as van de bundel met het horizontale vlak) gebruikt, nl.  $0.5^{\circ}$  en  $2.5^{\circ}$  (vgl. fig. 3.4). De lagere elevatie levert een beeld op van de neerslaggebieden die verder dan 50 km van de radar verwijderd zijn. De bundel loopt namelijk onder de bewolking door, die zich in de nabijheid van de radar bevindt. De echo's van neerslaggebieden dichtbij worden bij een elevatie van  $2.5^{\circ}$  waargenomen. Bij deze elevatie wordt tevens minder hinder ondervonden van grondecho's, veroorzaakt door gebouwen, electriciteitsleidingen e.d. Figuur 3.6 geeft een voorbeeld van het resulterende radarplaatje, dat elk half uur voor de meteoroloog wordt gemaakt en via het faxnet naar de buitenstations wordt verzonden. Het kaartje bevat grenzen van gebieden met een bepaalde neerslagintensiteit en hoogten van de toppen van de neerslaggebieden. Op het hele uur wordt zo'n plaatje te Schiphol gemaakt en verzonden, op het halve uur gebeurt dat te De Bilt. De meteoroloog analyseert zo'n radarplaatje op de ligging van fronten, de aanwezigheid van buien en het mogelijk voorkomen van hagel, onweer en windhozen.

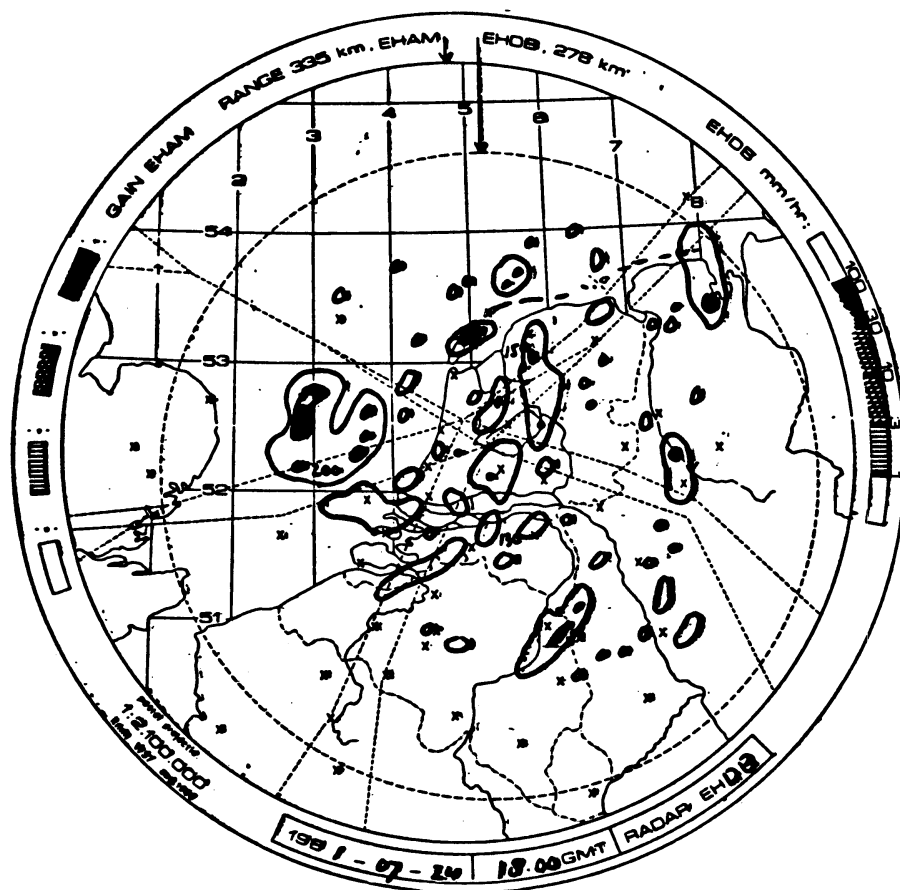


Fig. 3.6 Radarplaatje voor operationeel gebruik

### Toekomstige ontwikkelingen

De gebruiksmogelijkheden van de radar zullen in de toekomst verfijnd worden door verdere digitalisering, onder andere wat betreft de presentatie. Te denken valt aan grafische display, t.v. op afstand, teletekst, hard copies en "loops" van radarbeelden. Digitalisering zal ook een snellere en nauwkeurigere uitwerking en verzending (nu nog per fax) van radarbeelden mogelijk maken.

Verder wordt er thans gedacht aan een Europees net van composietbeelden, verschillende radarbeelden die tot een radarbeeld van een veel groter gebied worden samengevoegd. Op deze manier kan de beperking die de kromming van de aarde aan het bereik van de radar stelt, omzeild worden. Ook automatische extrapolatie van radarbeelden voor gebruik in korte termijn verwachtingen behoort tot de toekomstige mogelijkheden. Tenslotte zal de radar misschien invoergegevens kunnen leveren voor een mesoschaal model.

HOOFDSTUK 4

SATELLIETWAARNEMINGEN

Sinds 1969 worden er in De Bilt routinematig overzichtsbeelden van de atmosfeer opgevangen, uitgezonden door meteorologische satellieten. Deze satellietopnamen worden gebruikt bij de analyse van weerkaarten om de ligging van fronten en andere weersystemen te bepalen. Met meerder opnamen van een zelfde gebied na elkaar kan men de verplaatsing en de ontwikkeling van de weersystemen die op de foto's zichtbaar zijn onderzoeken. Deze kunnen vergeleken worden met de door numerieke modellen gegeven ligging. Zo nodig kunnen de analyses en prognoses van het numerieke model worden bijgestuurd.

Naast overzichtsbeelden leveren de satellieten ook gegevens over de verticale temperatuuropbouw van de atmosfeer. Deze komen op het KNMI regelmatig binnen via het GTS (Global Telecommunication System; zie hoofdstuk 5 (Meteorologische Telecommunicatie)) en worden gebruikt bij de analyse van bovenwindkaarten. Men onderscheidt twee typen weersatellieten: z.g. geostationaire satellieten en z.g. quasi-polaire, zonsynchrone satellieten. Deze indeling is gebaseerd op verschillen in de baan van de satellieten; fig. 4.1 geeft een samenvatting van kenmerken van beide typen.

soort satelliet	geostationair	quasi-polair of zonsynchroon
omloopstijd	24 uur	ca. 100 min.
hoogte	36000 km	800 km
opnamefrequentie	. ieder half uur . iedere 5 min. (rapid scan)	enige keren per dag
oppervlak beeld	≈ ½ aarde	veel kleiner dan geostationaire sat.
golflengten	. VIS . IR 2-15 kanalen	. VIS . IR 5 kanalen
enkele satellietopnamen	Meteosat, GOES, GMSS	TIROS N, NOAA 6, NOAA 7

*Fig. 4.1 Overzicht van de kenmerken van meteorologische satellieten*

De satellieten vergaren hun informatie met z.g. scanning radiometers. Deze meten de hoeveelheid uitgezonden straling in verschillende golflengtegebieden. Bij VIS (zichtbaar licht) beelden komt het gekozen golflengtegebied ongeveer overeen met het maximum van het door de zon uitgestraalde licht; bij IR (infrarood) beelden met het maximum van het door de aarde uitgezonden licht. Daarnaast zijn er kanalen die van tussenliggende golflengtes gebruik maken.

Water, wolken, vegetatie enz. verschillen onderling in de mate waarin ze het opvallende zonlicht terugkaatsen of zelf straling uitzenden. Deze verschillen veroorzaken de contrasten op de satellietopnamen. Bij VIS foto's gaat het om gereflecteerd zonlicht; bij IR foto's gaat het om de emissie. De IR-foto's worden echter negatief afgedrukt, zodat hoge emissie (warm) overeenkomt met zwart op de foto.



Door VIS- en IR foto's gezamenlijk te bekijken kan informatie verkregen worden over de hoogte (temperatuur) en de dichtheid van de wolken en over de neerslagkans.

Literatuur:

W. Kohsiek "Fysische achtergronden en toepassingen van het HRPT-station"  
Memo FM 82-6

D E E L III

METEOROLOGISCHE COMMUNICATIE EN GEGEVENSVERWERKING

HOOFDSTUK 5                    METEOROLOGISCHE TELECOMMUNICATIE

De werkwijze van de operationele meteorologie maakt het noodzakelijk dat allerlei op de meteorologie betrekking hebbende gegevens, zoals waarnemingen, verwachtingen en dienstberichten, onderling worden uitgewisseld tussen de verschillende meteorologische centra en stations. Zo'n uitwisseling kan plaatsvinden per post, telegraaf, telefoon, telex of via terminals over datalijnen. Naarmate de techniek verder voortschreed kwam het aksent op steeds snellere communicatiemiddelen te liggen. De communicatie vindt voornamelijk plaats via gecodeerde berichten. Verschillende nationale en internationale communicatienetwerken geven de mogelijkheid tot communicatie tussen mensen onderling of tussen mens en machine. We zullen hier de belangrijkste meteorologische communicatienetwerken bespreken. Elk netwerk bevat één of meer centra, waar de inzameling, verwerking, presentatie en verspreiding van de berichten plaatsvindt.

1. Nationale netwerken en lijnverbindingen

1.1 Telexverbindingen

1.1.1 NMT

Het centrum van het nationaal meteorologische telexnetwerk (NMT) wordt gevormd door de PDP 11 inzamelautomaat en de B6800 computer (fig. 5.1). De meeste berichten komen binnen via telexlijnen; van enkele stations worden de waarnemingsgegevens soms per telefoon naar De Bilt doorgebeld. Gegevens van het meetnet Noordzee (fig. 2.7) komen binnen via het CIC (Controle en informatiecentrum van Rijkswaterstaat te Hoek van Holland). Via dezelfde telexlijnen gaan de verzamelde berichten naar alle buitenstations en enkele andere gebruikers. Het NMT is een besloten telexnet; derden kunnen geen gebruik maken van de gegevens op het net of van de lijnen.

Via het NMT worden 150 verschillende soorten berichten verzonden; elke dag worden 250.000 karakters (letters of cijfers) overgeseind. Het gemiddeld lijngebruik bedraagt minder dan 10%, maar er zijn pieken rond het halve en het hele uur. De B6800 computer gebruikt de gegevens van het NMT voor het aanmaken van plotdata en voor de databank IMIS (interactief meteorologische informatiesysteem).

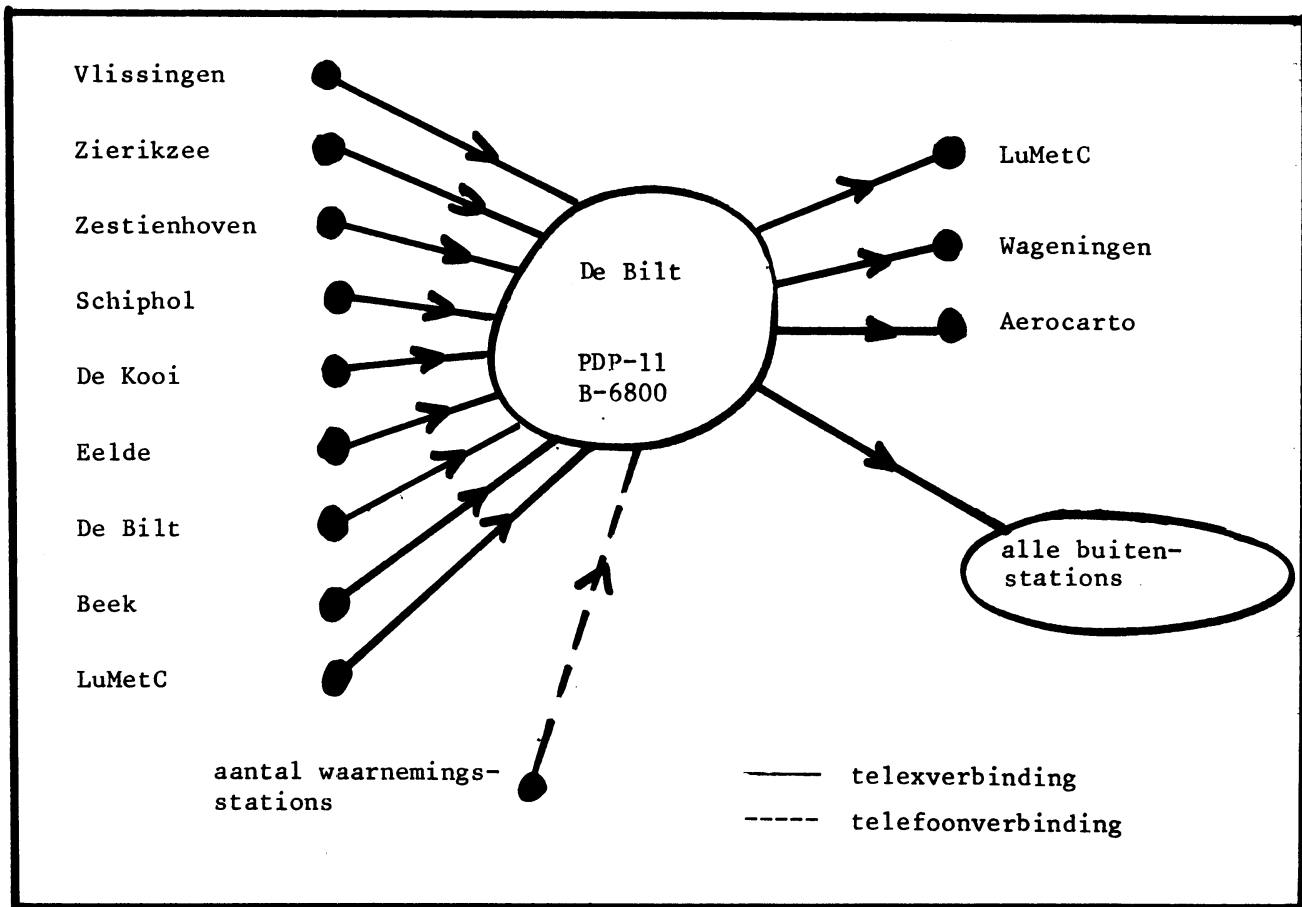


Fig. 5.1 Het Nationaal Meteorologisch Telex Network (NMT)

1.1.2. Militaire gegevensstroom

De centrale verwerking van de gegevens voor de Koninklijke Luchtmacht vindt plaats via het AMSS (Automatic Switching System) in het luchtmachtmeteorologisch centrum (LuMetC) te Hilversum. Fig. 5.2. geeft de configuratie van het netwerk.

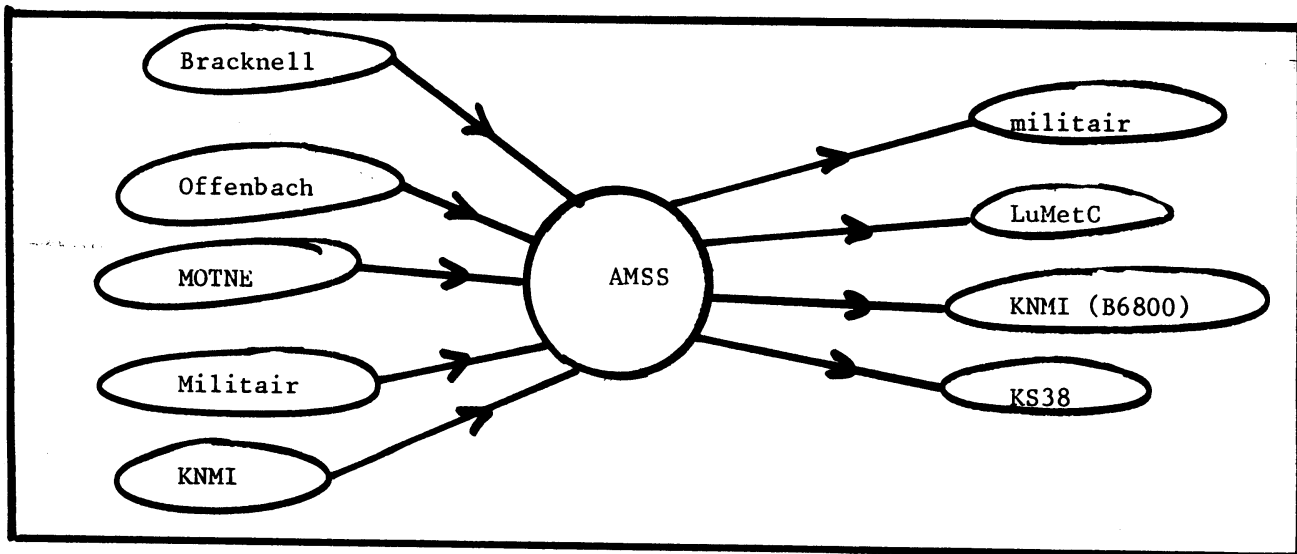


Fig. 5.2 Configuratie van het Militaire Communicatienetwerk (AMSS)

Een tweede LuMetC netwerk, Key Setting 38 (KS 38), is afgebeeld in fig. 5.3; het vertoont qua inhoud overlap met andere netwerken en zal binnenkort worden opgeheven. De gegevens komen beschikbaar via het NMT en het AMSS.

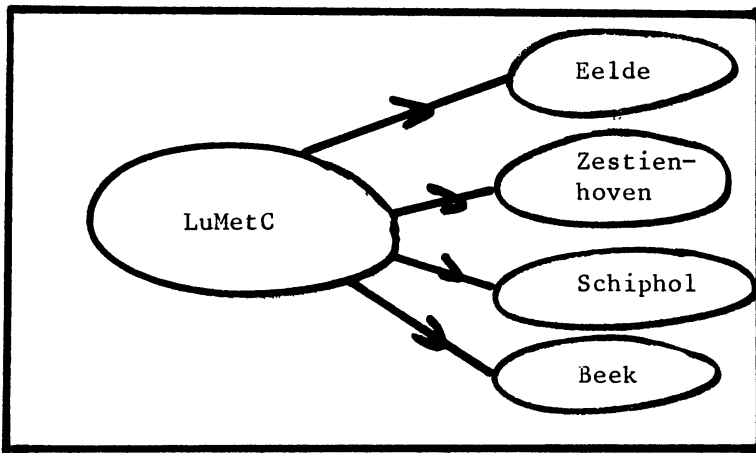


Fig. 5.3 Configuratie van het Militaire Communicatienetwerk KS38

### 1.1.3 Meetlijnenetwerk

Er bestaan nog diverse andere lijnen waarlangs gegevens binnenkomen te De Bilt. De gegevens betreffen:

- geofysisch onderzoek
- CWD/klimatologie
- CWD/waterhoogten
- meetgegevens meetmast Cabauw (fysische meteorologie).

### 1.1.4 Andere netwerken en verbindingen

Met Scheveningen Radio worden gegevens uitgewisseld. Het KNMI ontvangt SHIPS (Scheepswaarnemingen van een aantal schepen) en levert scheepsweerberichten en stormwaarschuwingen (fig. 5.4).

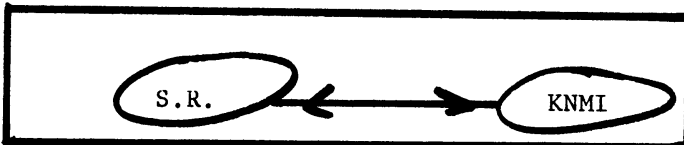


Fig. 5.4 Telexlijn KNMI - Scheveningen Radio

Via de computer van de politieverbindingdienst (PVD) (Lodewijk) verspreidt het KNMI gegevens aan een aantal instanties (fig. 5.5). De PVD wil deze dienstverlening echter opheffen.

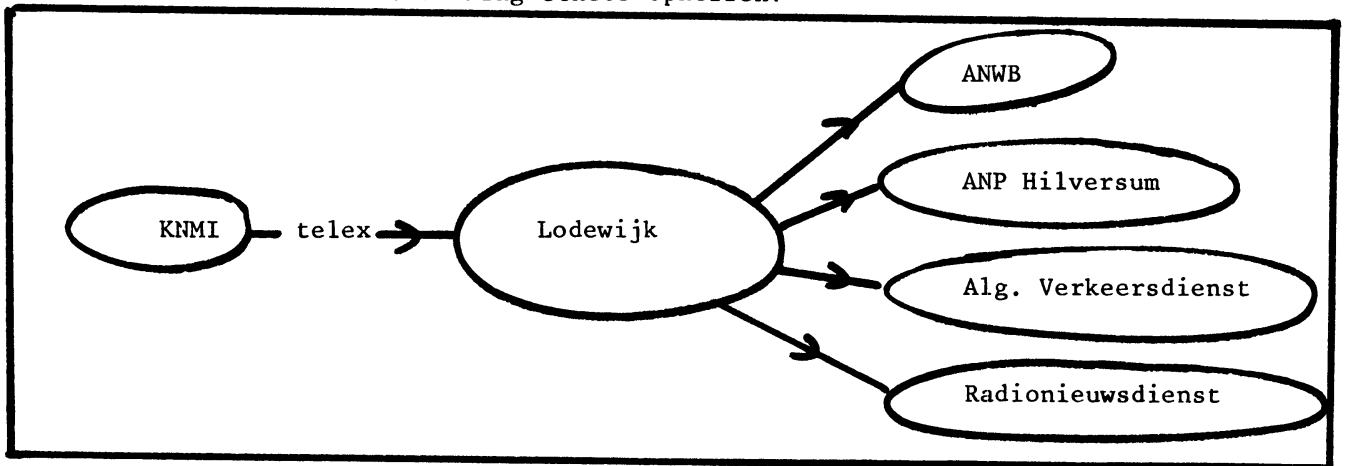


Fig. 5.5 Telexverbinding KNMI - Politie Verbindingsdienst

Direkte distributie van gegevens vindt plaats naar:

- bijzondere klanten (booreilanden, olieraffinaderijen etc.)
- ANP Den Haag. De huidige telexverbinding wordt een datalijn met beeldscherm.
- via het openbaar telexnet
- via telefoon : + 003
  - + bouwweerbericht
  - + regionaal weerbericht
- TV + NOS journaal (straalverbinding)
  - + teletekst
  - + viditel/viewdata via telefoonlijn.

## 1.2 Facsimile verbindingen

De tot nu toe besproken netwerken en lijnverbindingen zijn geschikt voor het overbrengen van berichten, bestaande uit letters en cijfers (alfanumerieke presentatie). Synoptische weerkaarten, temps. e.d. worden ook verzonden in de vorm van plaatjes met behulp van de analoge facsimile. Hierbij worden analoge signalen overgebracht via lijn- of radioverbindingen. Het verzenden van een weerkaart duurt ca. 15 minuten (bij 120 omwentelingen per minuut).

### 1.2.1. NMF

Het nationaal meteorologisch facsnet bestaat uit twee systemen:

- het LMD-net. Via dit net verzendt Schiphol ca. 68 kaarten per dag en De Bilt ongeveer 25 weerkaarten en 23 temps per dag naar Eelde, Zestienhoven en Beek.
- het CWD-net. Vanuit De Bilt worden met dezelfde zender plaatjes verzonden naar Schiphol, Zierikzee, Vlissingen en LuMetC. Het facsnet fungeert ook als reservesysteem voor het NMT.

### 1.2.2. Fotofacs

Via een fotofacs verbinding worden satellietfoto's verzonden, vanuit De Bilt naar Schiphol en LuMetC.

## 2. Internatioaal Netwerken

### 2.1 GTS en Offenbach-circuit

Voor de analyse van de weersituatie dienen meteorologen en analyseprogramma's van computers te beschikken over een groot aantal weergegevens uit het buitenland. De internationale uitwisseling van gegevens vindt plaats via het GTS (Global Telecommunication System), dat is opgezet onder auspiciën van de WMO. Alle gegevens die van algemeen belang zijn komen via de nationale meteorologische centra op het GTS terecht. Het totale netwerk is erg complex; zie figuur 5.6. Het GTS is opgedeeld in zes deelgebieden; hierbij is dezelfde verdeling gebruikt die ook elders in de WMO wordt gehanteerd. Figuur 5.7 geeft het deel van het GTS dat betrekking heeft op Europa. De Bilt en LuMetC betrekken hun gegevens uit Bracknell (1200 bps). In de figuur ontbreekt de directe lijnverbinding tussen De Bilt en Offenbach (100 baud). Deze lijn fungeert echter als back-up voor de officiële Bracknell-lijn en is een belangrijke leverancier van gegevens voor de buitenstations (het Offenbach-circuit, zie fig. 5.8). De Offenbach-verbinding maakt geen deel uit van het GTS.



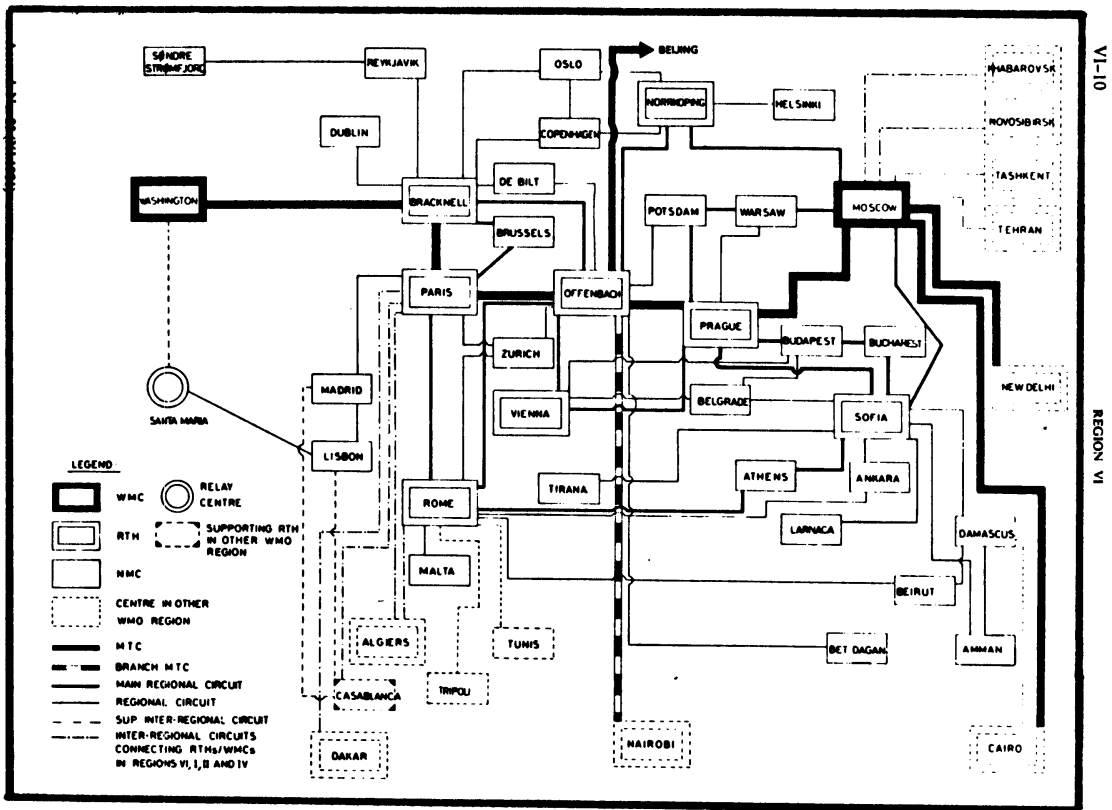


Fig. 5.7 Configuratie van het Europese deel van het GTS

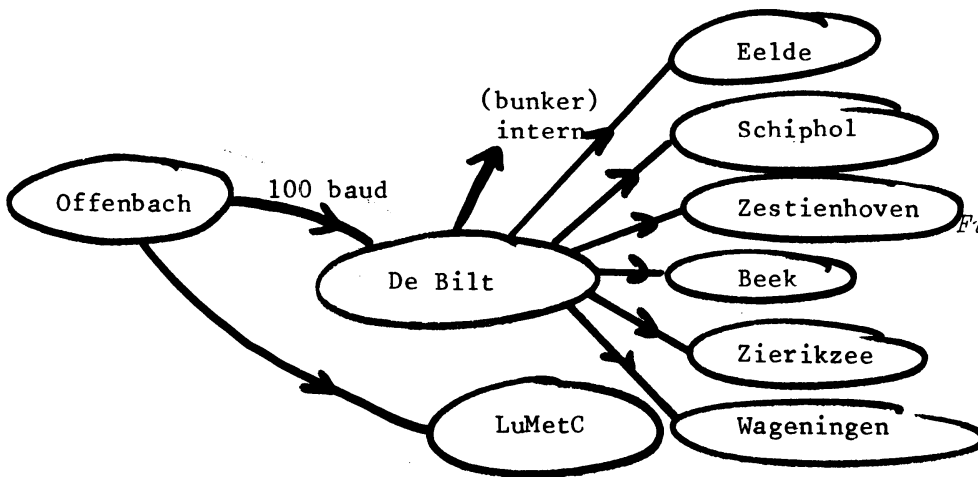


Fig. 5.8 Het Offenbach-circuit

## 2.2 ECMWF-verbinding

Een aparte lijn (1200 bps) verbindt De Bilt met het ECMWF te Reading (fig. 6.4). Via deze lijn komen verwerkte gegevens binnen, zoals de meerdaagse verwachtingen. De lijn kan ook gebruikt worden voor het werken op de ECMWF-computers vanuit De Bilt.

### 2.3 Internationale facsverbindingen

Tussen het Met Office te Bracknell en De Bilt en Schiphol bestaat een lijnfacsverbinding, waarlangs Engelse analyses en prognoses binnenkomen. Sinds kort heeft ook Valkenburg een meeleslijn met deze facslijn. Met Offenbach bestaan twee radiofacsverbindingen.

- DCF54 : diverse analyses en prognoses, 27 kaarten per dag ontvangen te De Bilt en de LMD stations.
  - DCF37 : ca. 75 kaarten per dag o.a. ten behoeve van de luchtvaart.
- Tenslotte beschikt LuMetC nog over een aantal eigen facsverbindingen.

### 3. Meteorologische communicatie t.b.v. de luchtvaart

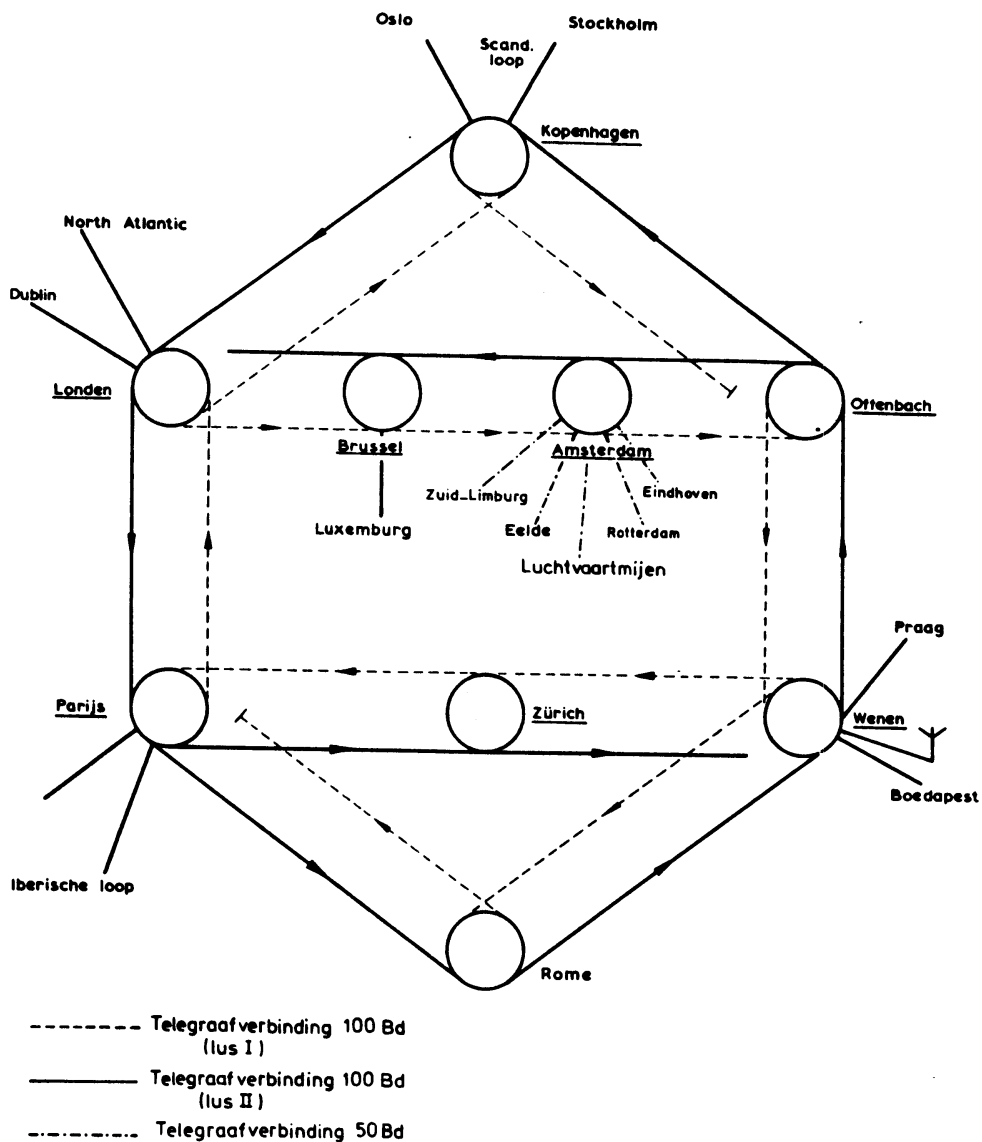


Fig. 5.9 Configuratie van het MOTNE netwerk



Voor een vliegtuig naar een bepaalde bestemming vertrekt moet de gezagvoerder over gegevens beschikken over het aktuele weer op de plaats van bestemming en de verwachting. Om deze informatie te kunnen leveren, zijn de Nederlandse vliegvelden aangesloten op het MOTNE (Meteorological Operational Telecommunication Network Europe), dat voor Europese bestemmingen deze gegevens levert (fig. 5.9). De gegevens komen binnen aan de voorlichtingsbalie, bij de meteodienst zelf en bij het Flight Information Office van de vliegvelden. Eventuele ontbrekende gegevens kunnen worden opgevraagd bij databanken in Brussel en Wenen. Dagelijks passeren ongeveer 800.000 karakters de MOTNE telexlijnen.

Mondiaal verschaft het AFTN (Aeronautical Fixed Telecommunication Network) weergegevens van vliegvelden (100 baud lijn). In de toekomst zal het CIDIN (Common ICAO Data Interchange Network, 2400 bps) het Europese en Noord-Afrikaanse deel van het AFTN overnemen.

Via AIDS (Airborn Integrated Data System) en ASDAR (Aircraft to Satellite Data Acquisition and Relay) leveren vliegtuigen gegevens over de bovenlucht aan meteorologische diensten (z.g. Aireps). AIDS werkt met radioverbindingen naar grondstations; bij ASDAR worden de gegevens via satellieten verzonden.

#### 4. Toekomstige Ontwikkelingen

Fig. 5.10 geeft een algemeen overzicht van de lijnverbindingen die het KNMI in en/of uitgaan. De totale lijnkosten bedragen in 1982 voor het KNMI ca. f 350.000,--.

Internationale data verbindingen van het KNMI

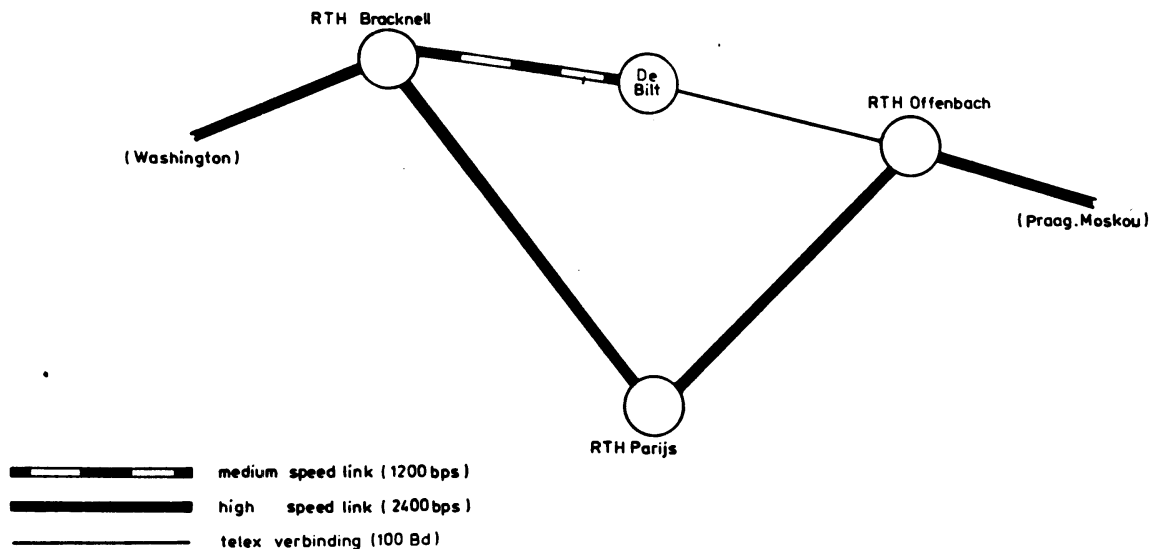


Fig. 5.10.a

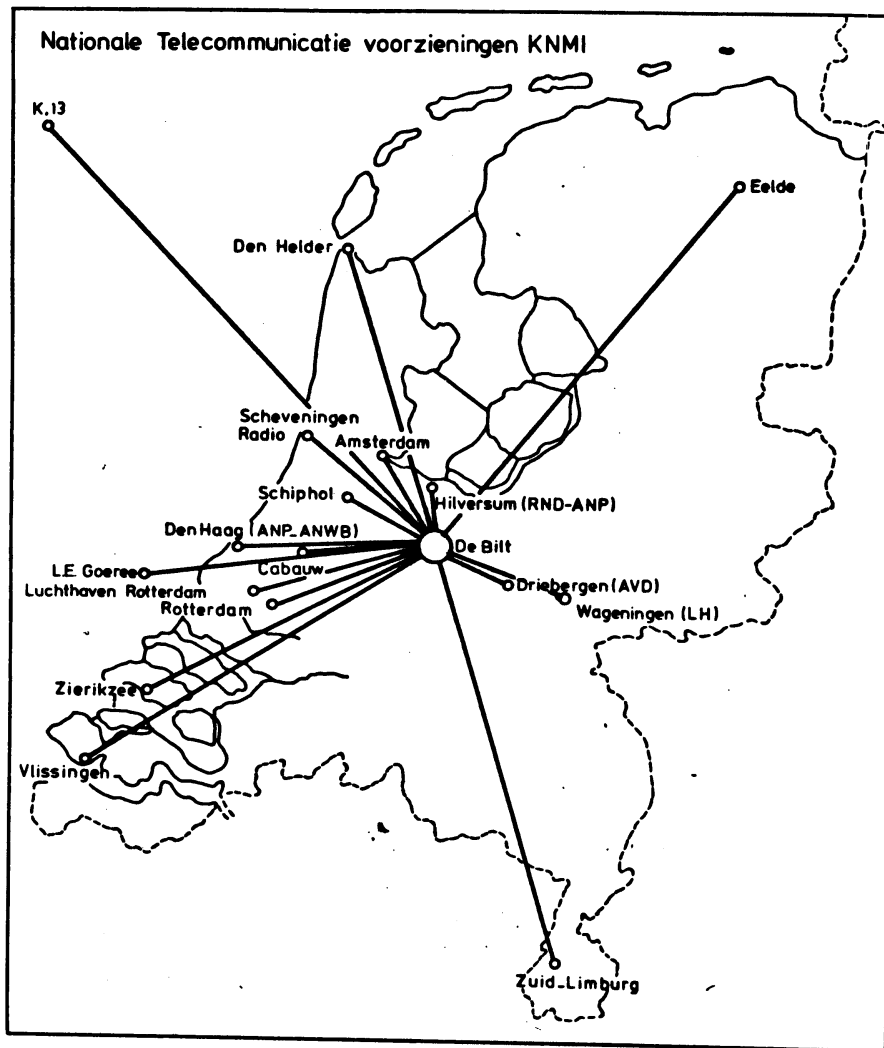


Fig. 5.10.b

In de toekomst zal getracht worden te bezuinigen op lijnkosten:

- door decentralisatie en regionalisatie hoopt men minder lijnen nodig te hebben;
- door gebruikmaking van multiplex technieken kunnen de lijnen efficiënter benut worden.

Het KNMI kan een beter gebruik gaan maken van bestaande netwerken (bijvoorbeeld het meetnet Noordzee). Verder is er een tendens naar toenemende digitalisering van de informatie (satellietbeelden, radarbeelden, informatie die thans via de facs wordt verzonden). De automatisering van de buitenstations en van de waarnemingsstations vraagt in de toekomst om een nieuw netwerk. Uitgaande van gegevens over de huidige belasting van de lijnen en van de internationale telecommunicatierichtlijnen (ITU) wordt bestudeerd hoe zo'n netwerk eruit zal moeten gaan zien. Duidelijk is al dat de bovengeschetste ontwikkelingen een aanpassing van de apparatuur vragen en dat lijnen van betere kwaliteit nodig zijn om de grote stroom gegevens efficiënt en storingsvrij te kunnen verwerken.

HOOFDSTUK 6

DATAPROCESSING

0. Inleiding

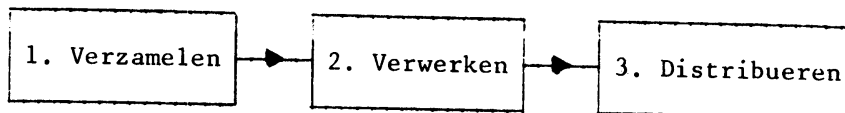


Fig. 6.1 Dataprocessing

Het proces van het verzamelen, het opslaan en verwerken en het distribueren van gegevens noemt men dataprocessing. De dataprocessing ten behoeve van operationele taken is meer gedetailleerd weergegeven in fig. 6.2. Op het KNMI vervult de B6800 computer hierbij een centrale rol. Fig. 6.3 vermeldt een aantal gegevens van de B6800.

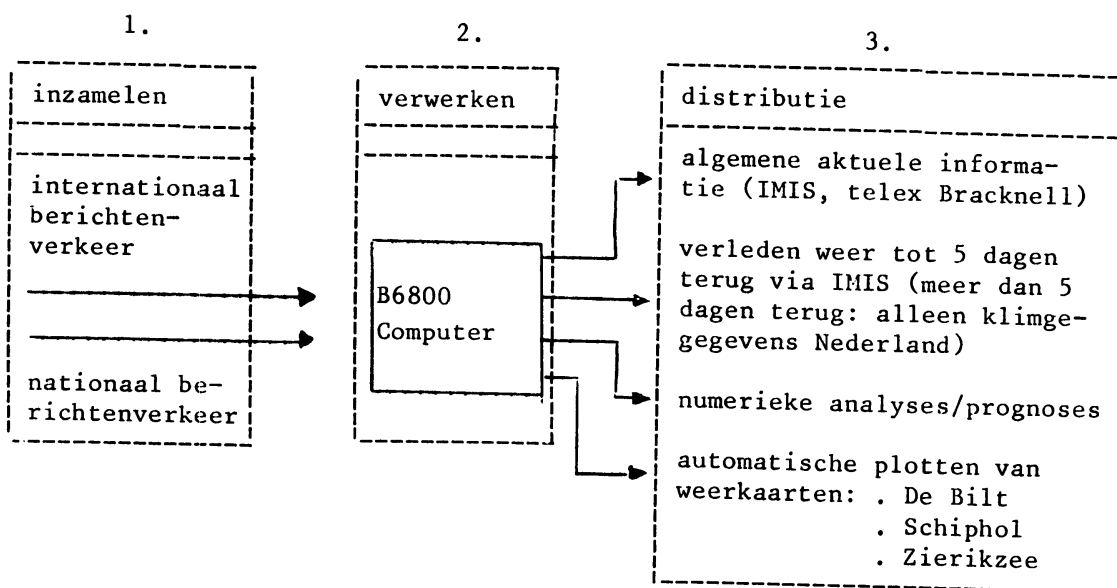


Fig. 6.2 Dataprocessing t.b.v. operationele taken

- 2 rekenprocessoren
- 2 I/o (input-output)processoren
- 2 datacomprocessoren
- totaal 6 miljoen bytes geheugen
- totaal 100 miljoen bytes discopslag
- 2 lineprinters
- 4 tape units

Fig. 6.3 Gegevens B6800 computer van het KNMI

Het computersysteem is dubbel uitgevoerd om de continuïteit van dataprocessing te kunnen waarborgen.

## 1. Inzameling

### 1.1. Internationaal berichtenverkeer

#### 1.1.1. Bracknell

Voor de ontvangst van gegevens die verspreid worden via het GTS (Global Telecommunication System, zie hoofdstuk 5, 2.1.) is het KNMI verbonden met Bracknell via een huurlijn (1200 baud). Het is een duplex verbinding: via deze lijn betreft het GTS zijn weergegevens uit Nederland. De lijnbelasting is gemiddeld 33%. Dagelijks ontvangt De Bilt 4 miljoen tekens. Op de hoofduren is de belasting 100%.

#### 1.1.2. ECMWF

Elke dag ontvangt het KNMI de prognoses van het ECMWF te Reading tot vijf dagen vooruit via een huurlijn (2400 bps duplex verbinding). Bij de overdracht van gegevens wordt gebruik gemaakt van een software lagenstructuur, te weten:

- X24 protocol
- end to end protocol
- file transfer protocol.

De software is ondergebracht in de Burroughs B800 minicomputer (vgl. fig. 6.4). Tevens kunnen via deze verbinding programma's op de computers van het ECMWF verwerkt worden.

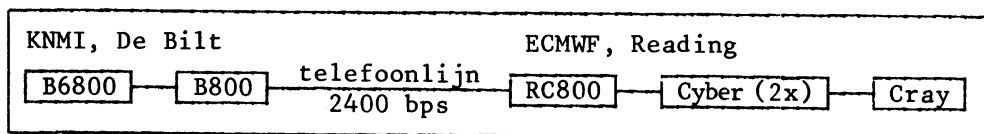


Fig. 6.4 De lijnverbinding KNMI-ECMWF

#### 1.1.3. Offenbach

Tussen Offenbach en De Bilt bestaat een 100 baud telexlijn (vgl. fig. 5.8). De lijn fungeert als back-up in geval te De Bilt geen data worden ontvangen vanuit Bracknell.

### 1.2. Nationaal berichtenverkeer

Een PDP 11 computer verzorgt de inzameling van alle berichten van de buitenstations. Tevens komen gegevens van het LuMetC (luchtmacht meteorologisch centrum), het CIC (Controle en Informatie Centrum van Rijkswaterstaat) en in de toekomst van het ANP binnen (fig. 6.5). De gegevens worden doorgezonden naar de B6800 en tevens terug gedistribueerd naar de buitenstations.

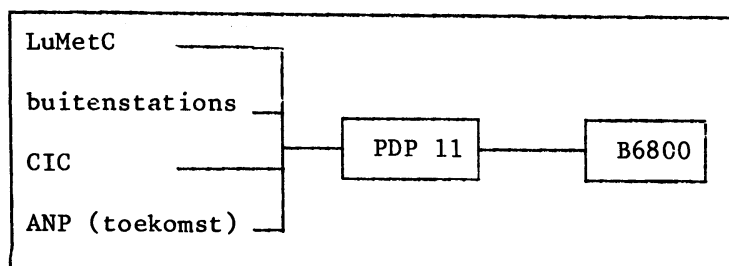


Fig. 6.5 Inzameling nationale berichten

## 2. Verwerking

Alle binnenkomende gegevens worden naar een achtergrondgeheugen (schijf) weggeschreven. Aan de hand van een z.g. routeringslijst wordt bepaald wat de verdere verwerking zal zijn, bijvoorbeeld:

- extraheren
- verzenden naar een bepaalde telex
- verzenden naar Bracknell.

Het extraheren heeft een tweeledig doel: enerzijds worden de gegevens netjes gerangschikt, anderzijds worden de gegevens (codetechnisch) gecontroleerd. De geëxtraheerde data dienen als invoer voor o.a. - plotters

- analyses en prognoses
- IMIS (zie onder).

## 3. Distributie

### 3.1. Algemene actuele informatie

De algemene actuele informatie komt terecht in de IMIS (Interactief Meteorologisch Informatie Systeem), op telexen, in de PDP 11 (voor verzending naar buitenstations) en op de lijn naar Bracknell (ten behoeve van het GTS).

### 3.2. Verleden weer

Het verleden weer wordt opgeslagen in de database van de KD (Klimatologische Dienst) en is dan toegankelijk voor medewerkers van de KD. Tot 5 dagen terug is het verleden weer tevens beschikbaar via IMIS. Evenals bij Imis wordt er gebruik gemaakt van beeldschermen met toetsenborden. Via printers kan een "hard copy" worden verkregen.

### 3.3. Plotters

Het automatisch plotten van weerkaarten gebeurt met 8 plotters, die elk via een minicomputer verbonden zijn met het grote computersysteem. Fig. 6.6 laat zien waar het huidige plotterbestand zich thans bevindt.

De Bilt	: 2 penplotters
	2 electrostatische plotters
Schiphol	: 2 penplotters
Zierikzee	: 1 penplotter
	1 electrostatische plotter

Fig. 6.6 KNMI-  
plotmachines

### 3.4. Numerieke analyse/prognose

De geëxtraheerde weergegevens dienen tevens als invoergegevens voor de numerieke modellen BK4, GONO en het trajectoriënmodel.

### 3.5. Niet operationele doelen

De weergegevens worden eveneens verwerkt voor niet operationele doeleinden, zoals wetenschappelijk onderzoek en het testen van programma's.

### 3.6. Archivering

De geëxtraheerde gegevens worden 5 dagen op schijf bewaard. Daarna worden ze voor onbepaalde tijd op tape gearchiveerd. Archivering van "ruwe" gegevens vindt niet plaats.

## 4. Toekomstige ontwikkelingen

De volgende ontwikkelingen zijn thans reeds in voorbereiding of in uitvoering:

- het in gebruik nemen van een grafisch beeldscherm, dat via een PDP 11 minicomputer verbonden is met de B6800. Hiermee kunnen allerlei afgeleide gegevens berekend en gepresenteerd worden.
- de ontwikkeling van automatische weerstations
- het aansluiten van de buitenstations Rotterdam, Eelde en Beek op de grote computer
- het aanbrengen van grafische faciliteiten (o.a. plotters) op deze buitenstations
- vervanging van het huidige computersysteem; deze vervanging moet plaats vinden in 1985 of 1986
- herziening van het data-communicatie netwerk.

D E E L IV

ANALYSE, PROGNOSE EN WEERVERTALING

HOOFDSTUK 7

PRINCIPES EN WERKWIJZE VAN DE SYNOPTISCHE METEOROLOGIE

Bij de analyse van weerkaarten en het construeren van progs maakt de meteoroloog gebruik van begrippen, principes en werkwijzen uit de klassieke meteorologie. Het principe van deze klassieke meteorologie, ook vaak synoptische meteorologie genoemd, werd gelanceerd door Lavoisier en Lamarck in 1804 (vgl. fig. 7.1). Zij stelden voor om gelijktijdig op een groot aantal waarnemingspunten een waarneming te doen van het weer. Via de "starre schuifmethode", het verplaatsen van het weer op een bepaalde plaats met de wind mee, kon zo'n momentopname gebruikt worden voor een uitspraak over het toekomstige weer.

1804	Lavoisier, Lamarck	het idee van de synoptiek
1857	Buys Ballot, Ferrel	windwet
1862-1868	Kelvin e.a.	adiab. processen in droge en vochtige lucht
1878	Ferrel	thermische wind
1902	Teisserenc de Bort	Tropopauze, stratosfeer
1906	Margules	helling van discont. vlakken
1918/1919	Bjerknes, Bergeron	frontentheorie "Noorse School"
1927	Moltchanoff	radiosonde
1935	Bergeron	theorie neerslagvorming
1940-1960	Bloeiperiode	Synoptische Meteorologie

*Fig. 7.1 Belangrijke jaartallen, personen en begrippen uit de synoptische meteorologie*

In 1857 vond Buys Ballot experimenteel een verband tussen luchtdrukverdeling en wind: de wet van Buys Ballot. De wet bleek naderhand al eerder theoretisch te zijn gevonden door de Amerikaan Ferrel. In de periode van 1862-1868 werd grote vooruitgang geboekt met de wetten van de thermodynamica. Het beschrijven van adiabatische processen in droge en in vochtige lucht speelt nog steeds een belangrijke rol bij het verwachten van bewolking en buien (thermodynamisch diagrampapier). Uit 1878 stamt het begrip thermische wind, afgeleid door Ferrel. De thermische wind is de verandering van de (geostrofische) wind met de hoogte; hij hangt direkt samen met horizontale temperatuurverschillen in de lucht.

Door de ballonvluchten van Teisserenc de Bort (1902) kwam men meer te weten over de opbouw van de atmosfeer op grotere hoogte; de tropopauze en de stratosfeer werden ontdekt. In de synoptische meteorologie speelt het begrip luchtsoort

een belangrijke rol. Er wordt een uitgestrekte hoeveelheid lucht mee bedoeld waarbinnen de fysische eigenschappen nagenoeg homogeen zijn. De grensvlakken tussen twee luchtsoorten met verschillende eigenschappen staan schuin: zwaardere (koudere) lucht wil uitstromen onder de warmere (lichtere lucht). Door de draaiing van de aarde lukt dat maar gedeeltelijk, zodat uiteindelijk een schuine stand van het discontinuïteitsvlak resulteert. Margules vond in 1906 een uitdrukking voor de helling van zulke discontinuïteitsvlakken. Sinds 1918/1919 spreekt men niet meer van discontinuïteitsvlakken maar van fronten. De Noor Bjerkness en de Zweed Bergeron komen in deze jaren met hun z.g. frontentheorie van de Noorse school.

In 1927 ontwikkelde de Rus Moltchanoff de radiosonde; thans worden dagelijks ca. 1600 radiosondes op operationele basis opgelaten om gegevens over de hogere luchtlagen te verkrijgen. In ons land heeft Soesterberg aanvankelijk gefunctioneerd als aerologisch station. Daar werden, eerst met vliegtuigen, later met vliegtuigen, waarnemingen van de bovenlucht verricht tot ca. 5 km hoogte. Nadat Bergeron in 1935 nog had bijgedragen aan de meteorologie met zijn theorie over neerslagvorming bereikte de synoptische meteorologie in de veertiger en vijftiger jaren zijn bloeiperiode.

### Analyse

We gaan nu wat gedetailleerder in op de analyse van een weerkaart met behulp van de synoptische meteorologie. Uitgangspunt is een hoeveelheid gelijktijdige (synoptische) waarnemingen, die de toestand op een bepaald ogenblik weergeeft. De gegevens worden in een kaart geplott op de manier van fig. 7.2. Uit de luchtdrukwaarden (rechtsboven in de plotjes in 0.1 mb, honderdtallen wegge-laten) kan een isobarenpatroon worden afgeleid (fig. 7.3), met lagedrukgebieden, hogedrukgebieden, troggen en ruggen. Met behulp van gegevens over wolken en

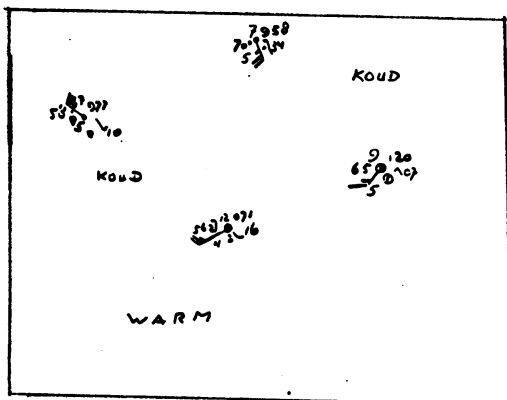


Fig. 7.2 Plotjes in een weerkaart

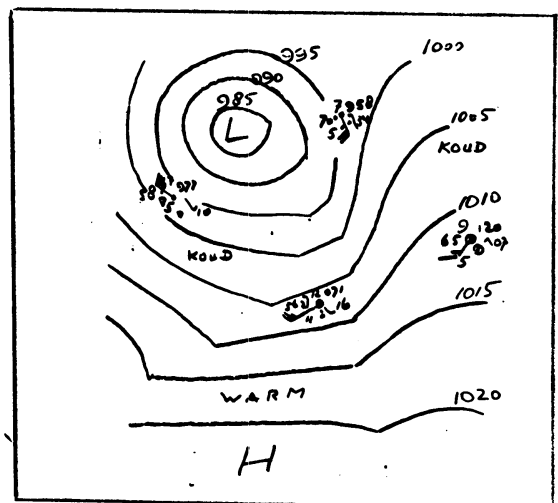


Fig. 7.3 Als fig. 7.2, met isobaren



neerslag en met radiosondemetingen kunnen eigenschappen van luchtmassa's (stabiel of onstabiel) worden bepaald. De scheidingslijnen tussen verschillende luchtmassa's zijn de fronten. Criteria om een front aan het aardoppervlak te vinden zijn:

- neerslag (aktueel en verleden weer)
- temperatuur en dauwpunt
- bewolking (type, hoeveelheid en hoogte)
- luchtdrukverandering
- windrichting en -snelheid
- zicht.

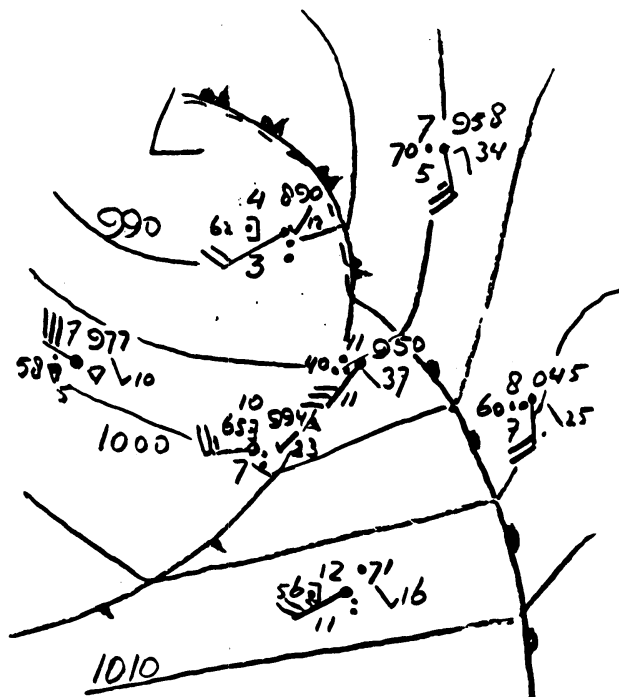


Fig. 7.4 Als fig. 7.2 en 7.3, met aanvullende plotjes en posities van de fronten

De frontenanalyse moet een kaart opleveren, die logisch aansluit op voorgaande kaarten. Een front is zelden scherp begrensd; meestal vinden we op de weerkaart een "frontale zone". Extra hulpmiddelen bij het plaatsen van fronten zijn de satellietopnamen en de diktekaart (vgl. fig. 7.5). Op satellietfoto's is de bewolking die met fronten samenhangt dikwijls gemakkelijk terug te vinden. Diktekaarten worden gemaakt uit gegevens over de dikte van een luchtlaag (meestal 1000-500 mb), die wordt berekend uit radiosondeopstijgingen. De dikte van zo'n laag is tevens een maat voor de gemiddelde temperatuur van de laag (vgl. fig. 7.6). Vroeger beschikte men over veel meer hoogtewaarnemingen dan tegenwoordig. Dat kwam enerzijds doordat er meer weerschepen op de oceaan lagen, die weerballonnen oplieten, anderzijds doordat er meer vliegtuigen op de hoogte van het 500 mb-vlak vlogen. Thans leveren satellieten aanvullende gegevens over de dikte van de laag 1000-500 mb, zodat een diktekaart vaak meer

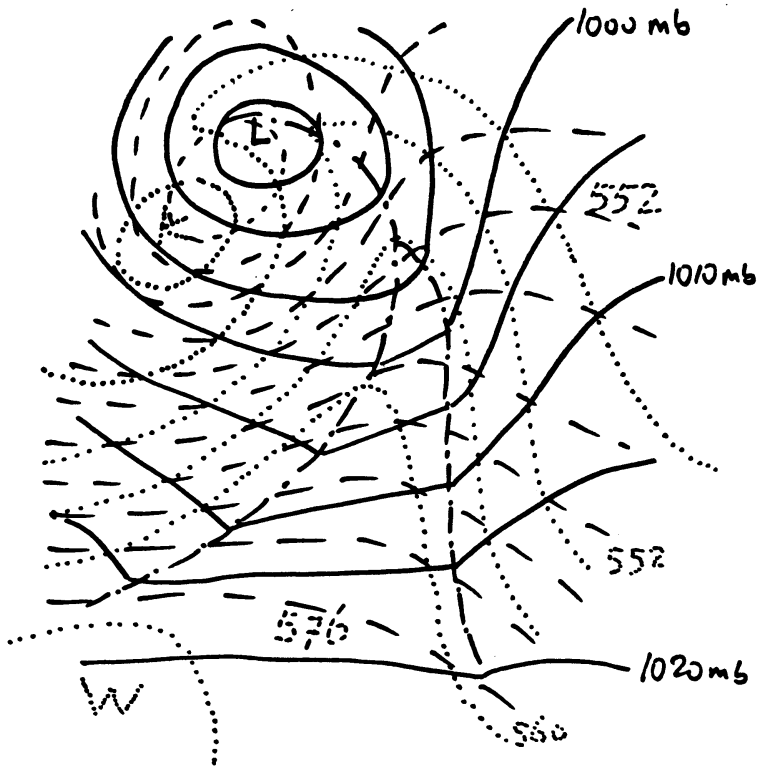


Fig. 7.5 *Patroon van isobaren, diktelijnen (1000-500 mb) en hoogtelijnen (500 mb) bij een depressie met warme sektor*

gegevens bevat dan de 500 mb bovenluchtkaart van hetzelfde tijdstip. Het "optellen" van de diktekaart bij de grondkaart levert een 500 mb kaart op. De analyses van deze kaarten hangen dus nauw met elkaar samen. De meteoroloog probeert de onderlinge overeenstemming zo goed mogelijk te maken (vgl. fig. 7.5).

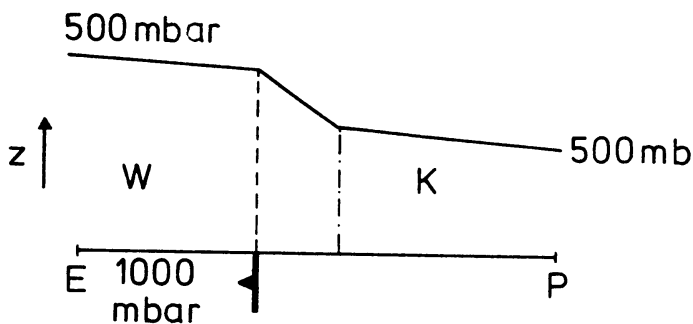


Fig. 7.6 *De dikte van de laag tussen 500 mb en 1000 mb hangt af van de temperatuur van de lucht. Aan de evenaar (warme lucht) bedraagt de dikte ca. 6 km, aan de pool ca. 5 km*

### Prognose

Wanneer de analyse klaar is, begint de meteoroloog gewoonlijk aan het maken van een verwachte kaart voor bijvoorbeeld 12 uur vooruit. Zo'n kaart laat de verwachte toekomstige posities zien van drukcentra en van fronten, met het bijbehorend isobarenpatroon. De nieuwe ligging van de drukcentra kan bijvoorbeeld gevonden worden door extrapolatie van posities uit voorgaande kaarten (vgl. fig. 7.7). Daarnaast bestaat er bijvoorbeeld de z.g. "warme sektorrgel", die

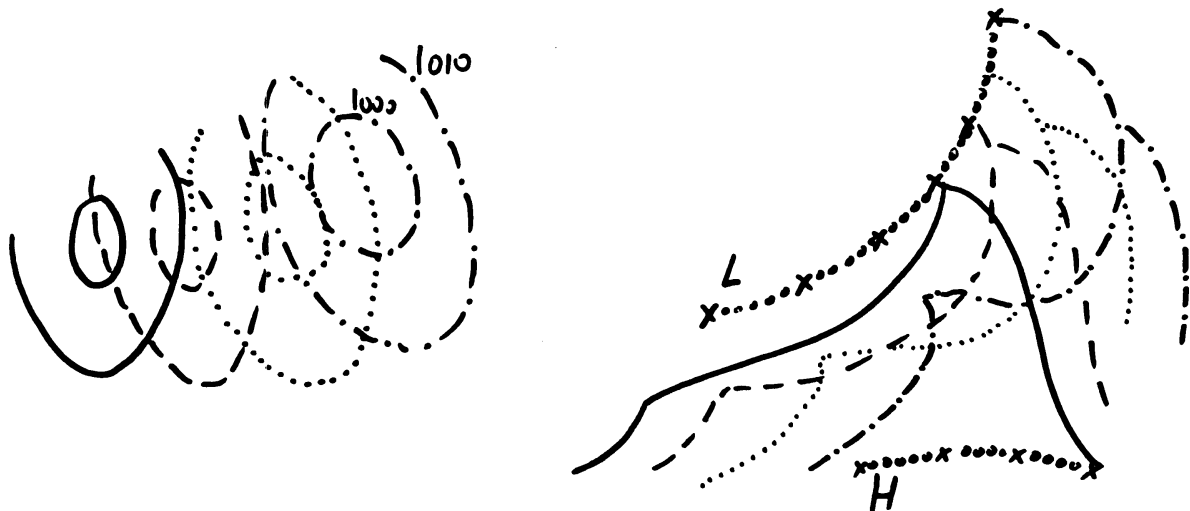


Fig. 7.7 De "starre schuifmethode" in de praktijk

- A. extrapolatie van de posities van een depressie.
- B. extrapolatie van de posities van een lagedrukkern en het bijbehorende frontensysteem. Bij de extrapolatie is rekening gehouden met de ontwikkelingsgang van depressies, zoals afbeeld in fig. 7.9.

zegt dat druksystemen en fronten zich verplaatsen in een richting die evenwijdig is aan de isobaren in de warme sektor. Bij het bepalen van de trekrichting let men ook op de richting van de sturende hoogtestroming. De ontwikkeling van de hoogtestroming zelf wordt tevens in de overwegingen betrokken (fig. 7.8). De treksnelheid van koufronten komt ongeveer overeen met de snelheid van de geostrofische wind loodrecht op het front. Warmtefronten trekken ca. 25% minder snel.

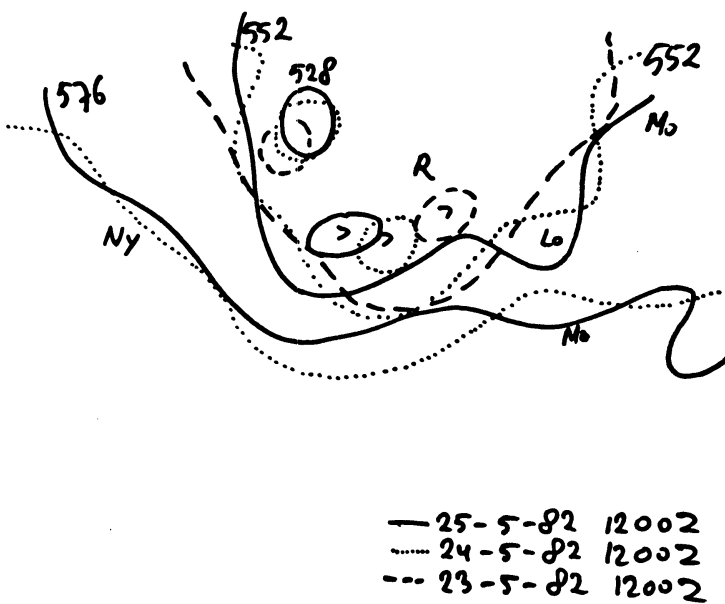


Fig. 7.8 Extrapolatie van het 500 mb-hoogtelijnenpatroon

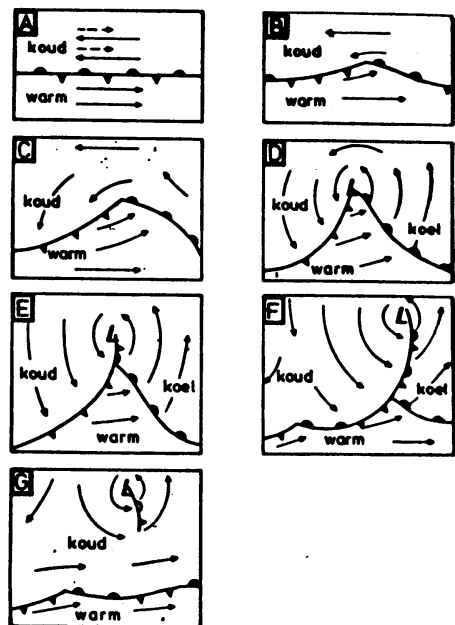


Fig. 7.9 De ontwikkelingsgang van een depressie

### Weervertaling

Uit een verwachte kaart kan het weer in de verwachtingsperiode worden afgeleid, door bijvoorbeeld te letten op de volgende punten:

- welke luchtmassa's bevinden zich boven het verwachtingsgebied
- waar komt de wind in de grenslaag vandaan? (Vaak is de windrichting in de grenslaag sterk gekrompen t.o.v. de geostrofische wind.)
- waar bevinden zich gebieden met convergentie en divergentie (divergente gebieden geven vaak inversies, bijvoorbeeld boven de Noordzee.)
- treedt er verscherping of verzwakking van fronten op.

Het weerbeeld dat volgens de klassieke meteorologie aan fronten is gekoppeld (vgl. fig. 7.10) heeft de meteoroloog hierbij in het achterhoofd. Op deze manier slaagt de meteoroloog erin zich een beeld te vormen van het weer in de verwachtingsperiode; de basis voor de verwachting is nu gelegd.

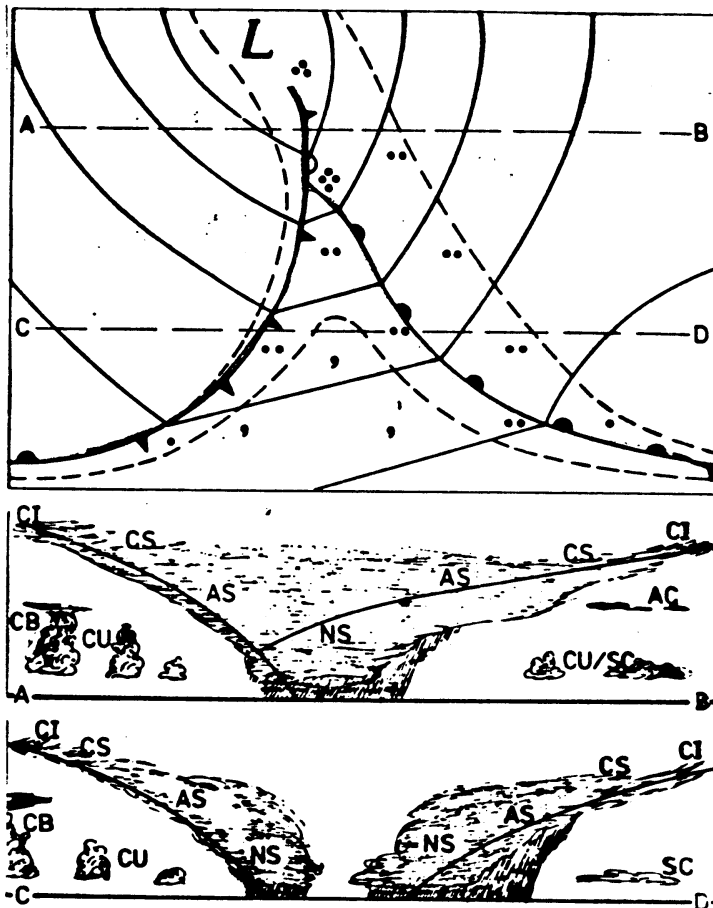


Fig. 7.10 *Depressie met frontensysteem en warme sektor (boven)  
Vertikale doorsneden door de atmosfeer langs de lijnen AB  
(midden) en CD (onder)*

HOOFDSTUK 8

PRINCIPES VAN DE NUMERIEKE METEOROLOGIE

Dynamische meteorologie is de leer van de aardse atmosfeer, gezien vanuit het oogpunt van de klassieke vloeistofmechanica. Je zou kunnen zeggen dat numerieke meteorologie toegepaste dynamische meteorologie is. Dynamische meteorologie wil alle atmosferische verschijnselen begrijpen. Numerieke meteorologie beperkt zich tot grootschalige verschijnselen (lengteschalen van de orde van 100 km of meer), maar wil deze dan wel kunnen voorspellen.

De basis voor de numerieke meteorologie werd gelegd in 1904; toen opperde de Noorse meteoroloog V. Bjerkness het idee om de natuurkundige wetten van de klassieke vloeistofmechanica toe te passen op de atmosfeer. De Brit L.F. Richardson kan als grondlegger van de numerieke meteorologie beschouwd worden; hij probeerde in 1928 om voor één punt in Duitsland de luchtdrukverandering over een periode van 6 uur te voorspellen. Hoewel zijn berekeningen niet succesvol waren ontstond zo toch het eerste boek over numerieke meteorologie. De definitieve doorbraak van de numerieke meteorologie vond pas 30 jaar later plaats, omstreeks 1950, nadat de eerste elektronische computers hun intrede hadden gedaan en de meteorologen Charney en Fjörtoff samen met de wiskundige Von Neumann aan de problemen van de numerieke meteorologie gingen werken. De oprichting van het ECMWF in 1975 kan beschouwd worden als een volgende mijlpaal in de geschiedenis van de numerieke meteorologie.

Natuurkundige wetten

De natuurkundige wetten die het gedrag van de atmosfeer bepalen zijn weergegeven in fig. 8.1. Omdat de wet van Newton wordt toegepast in 3 bewegingsrichtingen gaat het uiteindelijk om 6 vergelijkingen met 6 onbekenden.

- Wet van Newton ("K = m.a")  
(3 bewegingsvergelijkingen of Navier-Stokes vergelijkingen)
  - Wet van behoud van energie (thermo-dynamica)
  - Wet van behoud van massa
  - Toestandsvergelijking (Boyle-Gay Lussac)
- 6 vergelijkingen met 6 onbekenden:  $u, v, w, p, \rho, T$

*Fig. 8.1 Natuurkundige wetten die nodig zijn bij het beschrijven van het gedrag van de atmosfeer*

We hebben hier voor het gemak de waterdamp in de atmosfeer buiten beschouwing gelaten. Deze waterdamp speelt overigens wel een belangrijke rol.

Het feit dat deze vergelijkingen worden toegepast op de atmosfeer, een dunne gasschil op een draaiende bol, levert ingewikkelde formuleringen op. Fig. 8.2 geeft een voorbeeld. We zien dat naast de drukgradientkracht, de zwaartekracht en eventuele andere echte krachten (bijvoorbeeld de wrijving) ook schijnkrachten voorkomen in de vergelijking, omdat we werken in een draaiend systeem.

- Deze schijnkrachten -

Deze schijnkrachten zijn de corioliskracht en de centrifugale kracht.

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = -\frac{1}{\rho} \vec{\nabla} p - 2\vec{\Omega} \times \vec{v} + \vec{\Omega} \times (\vec{\Omega} \times \vec{r}) + \vec{g} + \vec{F}$$

drukgradiënt-  
kracht
Coriolis-  
kracht
centrifugale  
kracht
zwaarte-  
kracht
overige echte  
krachten

Fig. 8.2 De wet van Newton, herschreven voor de atmosfeer

Fig. 8.3 toont dezelfde vergelijking, maar nu uitgeschreven in drie bewegingsrichtingen (na verwaarlozing van de centrifugale kracht en met de hydrostatische aanname). De formuleringen van fig. 8.2 en 8.3 gelden voor een waarnemer die meebeweegt met de luchtstroming. In de meteorologische praktijk is dat niet handig; we zitten op een vast waarnemingsstation en laten de luchtstromingen over ons heenkomen. Veranderingen in weerselementen worden dan maar voor een deel bepaald door veranderingen die optreden als we met de lucht meebewegen; een ander deel wordt veroorzaakt door de aanvoer van ander weer. De wiskundige formulering hiervoor geeft fig. 8.4A. De bewegingsvergelijkingen nemen nu de vorm aan van fig. 8.4B. In de numerieke meteorologie wordt gewerkt met vergelijkingen van dit type.

$$\begin{aligned} \frac{du}{dt} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + fv + F_x \\ \frac{dv}{dt} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} - fu + F_y \\ 0 &= \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + g \end{aligned} \quad f = 2\Omega \sin \phi$$

Fig. 8.3 Als fig. 2, nu uitgeschreven voor de drie bewegingsrichtingen

Vereenvoudigingen

Het oplossen van de vergelijkingen van fig. 8.4B voor het geval van de atmosfeer is een gigantische taak, ook voor de huidige generatie computers. Naast de meteorologische interessante oplossingen (meteorologische golven: ligging van hoge- en lagedrukgebieden, meanderende straalstroom; snelheid  $C \ll 30 \text{ ms}^{-1}$ ) hebben de vergelijkingen ook golven met grotere voortplantingssnelheid, zoals geluidsgolven ( $C = 300 \text{ ms}^{-1}$ ) en zwaartekrachtsgolven ( $C < 300 \text{ ms}^{-1}$ ) als oplossing. Een oplossing met snellere golven vereist kleinere tijdstapjes bij de berekeningen en daardoor veel meer rekentijd. Men is dus helemaal niet zo blij met deze oplossingen en probeert ze daarom op de een of andere manier kwijt te raken.

Met een tweetal vereenvoudigingen blijkt dit inderdaad mogelijk. Bij meteorologische golven bestaat er vrijwel altijd een balans tussen de drukgradiënt en de corioliskracht (zg. geostrofische aanname). Verder zijn de vertikale versnellingen klein ten opzichte van de versnelling van de zwaartekracht en de drukafname met de hoogte (hydrostatische aanname). De eerste aanname blijkt voldoende om de zwaartekrachtgolven uit te filteren, de tweede aanname doet

- A. \_\_\_\_\_

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} + w \frac{\partial}{\partial z}$$

- B. \_\_\_\_\_

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + fv + F_x$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} - fu + F_y$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} = -g$$

Fig. 8.4 De bewegingsvergelijkingen van fig. 3 kunnen m.b.v. de uitdrukking onder A. geschreven worden in de vorm die is gegeven onder B.

dat voor de geluidsgolven. Het BK4 model, dat in gebruik is op het KNMI, werkt met gefilterde vergelijkingen. Zulke modellen zijn niet bruikbaar in de tropen, omdat daar de geostrofische aanname niet geldt. Een ander bezwaar van gefilterde modellen is dat de filtering ook de meteorologische interessante verschijnselen aantast. Daarom ziet men thans een tendens naar modellen die toch weer uitgaan van de zg. primitieve vergelijkingen en die daarom rekenen met kortere tijdstappen. Zulke modellen zijn in gebruik op het NMC (National Meteorological Centre, USA), het UKMO (United Kingdom Meteorological Office) en ECMWF. Ook het thans in ontwikkeling zijnde LAM (limited area model) van het KNMI is een primitieve-vergelijkingen-model.

Operationele werkwijze

Fig. 8.5 laat zien hoe het bovenstaande operationeel wordt toegepast.

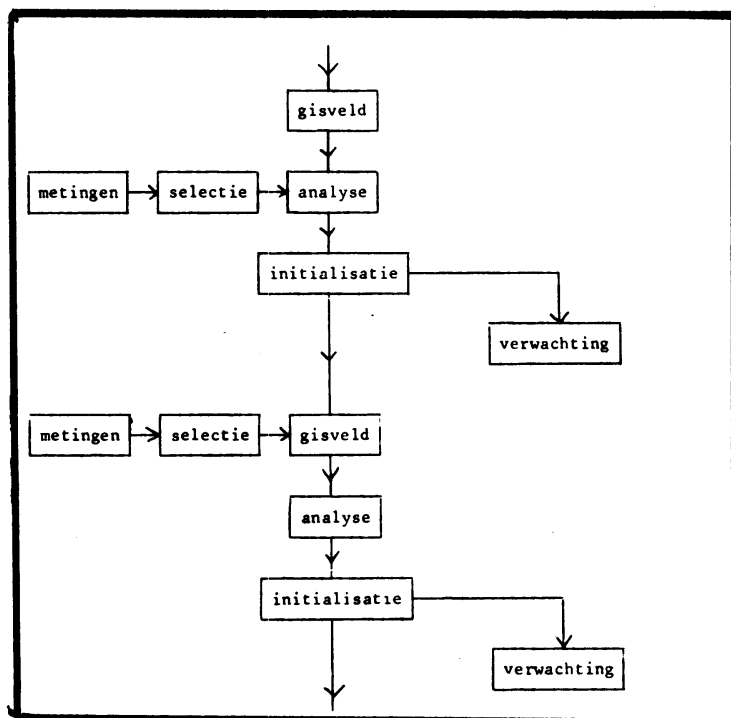
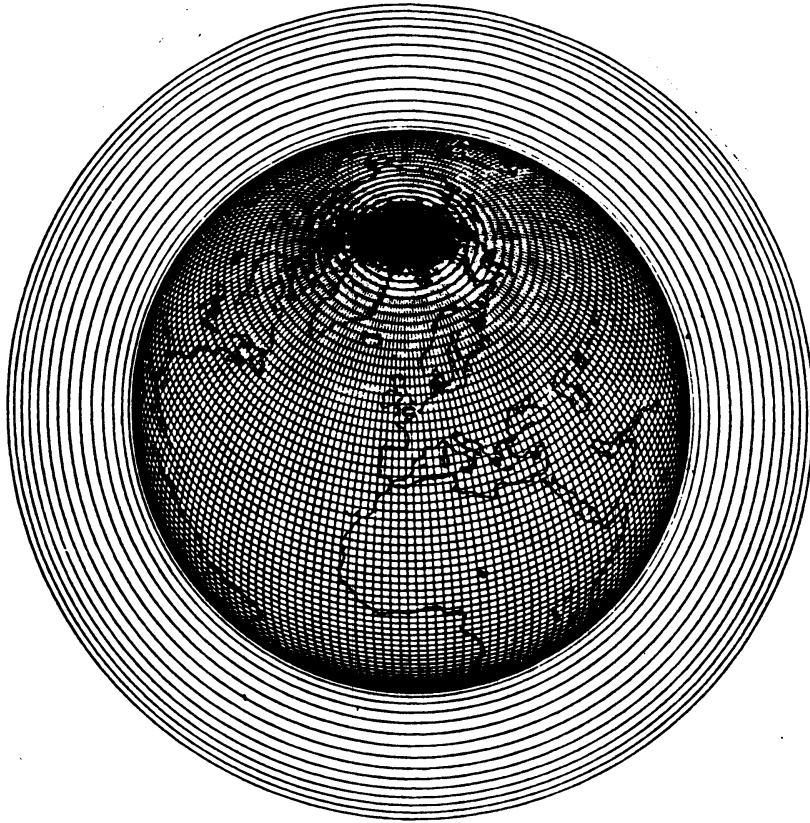


Fig. 8.5 Toepassing van numerieke modellen in de operationele meteorologie

Er wordt uitgegaan van een zg. gisveld, meestal de verwachte weersituatie op basis van voorgaande berekeningen van het model. Uit het gisveld en uit geselecteerde waarnemingen, die binnenkomen via het GTS en door de computer gecontroleerd en geselecteerd worden, maakt de computer een analyse. Een analyse maken betekent in dit geval een waarde toekennen aan de variabelen op alle roosterpunten (vgl. fig. 8.6).



*Fig. 8.6 Het netwerk van roosterpunten op de aardbol van het ECMWF-model*

Daarna volgt de initialisatie: dit proces stemt de waarden van de variabelen op verschillende roosterpunten op een zodanige wijze op elkaar af, dat de zwaartekrachtsgolven. Het rekenproces niet kunnen verstoren. (Bij gefilterde modellen, zoals het BK4 model, kan initialisatie dus achterwege blijven.) Vervolgens vinden de eigenlijke berekeningen plaats; het model wordt "gedraaid". Het resultaat is een verwachting voor een aantal uren vooruit, aanvankelijk weer in waarden van variabelen op roosterpunten, maar daarna ook grafisch beschikbaar. De verwachting dient weer als gisveld voor een volgende "run" van het model etc.

#### Voorspelbaarheid

Het BK4 model levert verwachtingen tot 36 uur vooruit, het ECMWF tot 144 uur vooruit. Hoe ver kun je met numerieke modellen vooruit rekenen? Het blijkt dat alle modellen na een aantal dagen resultaten opleveren, die er wel uitzien als een weersituatie die zich zou kunnen voordoen, maar die toch afwijken van de werkelijkheid. Ook op theoretische gronden heeft men geconcludeerd dat



de voorspelbaarheid eindig is; als uiterste grens wordt 2 à 3 weken aangehouden. De begrenzing van de voorspelbaarheid wordt veroorzaakt door het feit dat kleinschalige processen na verloop van tijd doorwerken op grotere schalen. Het is onmogelijk om deze kleinschalige processen in de analyse te vangen: er blijft altijd een kleinste schaal waar beneden men niet kan waarnemen (afhankelijk van de roosterpuntafstand). Ook al zal de termijn, waarvoor betrouwbare verwachtingen beschikbaar komen, in de toekomst dus nog wat langer kunnen worden, mogen we toch niet rekenen op verwachtingsperiode van drie weken of meer vooruit.

#### Literatuur

A.P.M. Baede "Wiskundige modellen en het weer"  
TR 13 (1982)

Hoofdstuk 9

NUMERIEKE ANALYSE, BK-4, GONO, WBN

Aan het eind van de zestiger jaren startte op het KMMI de werkgroep Numerieke voorspellingen. Het doel van de werkgroep is een zo goed mogelijke ondersteuning te geven aan de operationele dienst, overeenkomstig de eisen die de OD aan de produkten stelt: goede kwaliteit en snelle beschikbaarheid van de gegevens. Momenteel zijn de volgende modellen operationeel.

- BK-4 : baroklien 4-lagen model; verwachtingen van grondkaarten, hoogtekaarten en verticale bewegingen tot 24 uur vooruit.
- WBN : windberekening Noordzee of waterberekening Noordzee tot 24 uur vooruit.
- GONO : golven Noordzee, eveneens tot 24 uur vooruit.

We zullen hier nader op deze modellen ingaan.

Vergelijkingen en onbekenden

De modellen BK-4 en WBN maken bij hun berekeningen gebruik van 6 vergelijkingen voor de atmosfeer en 3 vergelijkingen voor de zee. De vergelijkingen en de erin voorkomende onbekende grootheden zijn weergegeven in fig. 9.1. Het GONO-model wijkt in dat opzicht af; hierin vindt een vertaling plaats van in de tijd geïntegreerde windvelden naar een golfveld.

	Atmosfeer	Zee
Onbekenden	$\left. \begin{array}{l} 1 \quad u \\ 2 \quad v \\ 3 \quad w \end{array} \right\} \vec{v}$ $4 \quad p$ $5 \quad \rho$ $6 \quad T$	$1 \quad U = \int_0^H u dz \left. \right\} \vec{V}$ $2 \quad V = \int_0^H v dz$ $3 \quad h$
Vergelijkingen	$\left. \begin{array}{l} 1 \\ 2 \\ 3 \end{array} \right\} \text{Newton: } K = \rho * \frac{\partial \vec{v}}{\partial t}$ $4 \quad \text{behoud van massa}$ $\frac{\partial p}{\partial t} = -\text{div}(\rho \vec{v})$ $5 \quad \text{gaswet } p = \rho RT$ $6 \quad \text{behoud van energie}$	$1 \quad \text{Newton: } \vec{T} = \rho_s \frac{\partial \vec{V}}{\partial t}$ $2$ $3 \quad \text{behoud van massa}$ $\frac{\partial h}{\partial t} = -\text{div}(\vec{V})$

Fig. 9.1 Vergelijkingen en onbekenden in de numerieke modellen BK-4 en WBN

Het WBN berekent de wateropzet h; deze wordt gedefinieerd in fig. 9.2. Fig. 9.3 geeft een voorbeeld van de orde van grootte van de opzet in een zeer eenvoudig geval; uit het voorbeeld blijkt dat een storm met windsnelheden van 25 ms<sup>-1</sup> (50 kts) over de gehele Noordzee een opzet van 3 m kan veroorzaken.

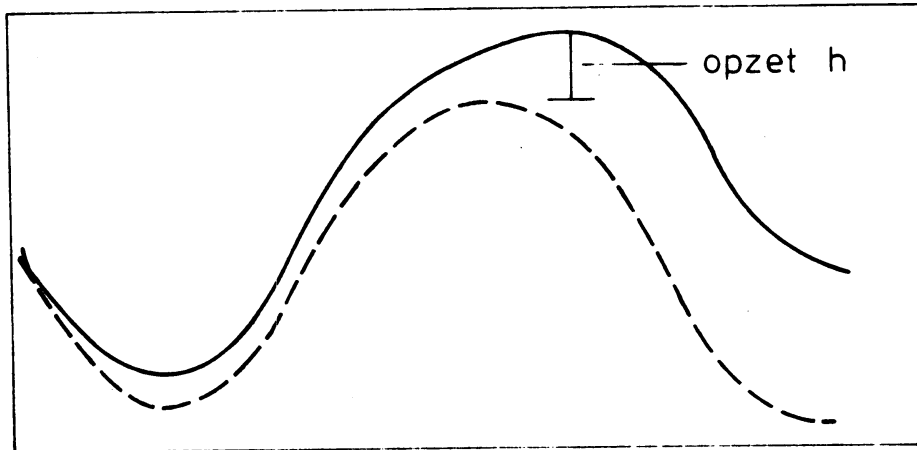


Fig. 9.2  
Definitie wateropzet h.  
----- astronomisch berekend getij  
———— gemeten getij

VERHANGKRACHT = SCHUIFSPANNING

$$\rho_w g H \Delta h / \Delta x = C_d \rho_l V^2$$

$$[\text{ML}^{-3} \text{LT}^{-2} \text{L}] = [\text{ML}^{-3} \text{L}^2 \text{T}^{-2}]$$

$$[\text{ML}^{-1} \text{T}^{-2}] = [\text{ML}^{-1} \text{T}^{-2}]$$

$$\frac{\text{MLT}^{-2}}{\text{L}^2}$$

(A)

verhangkracht = schuifspanning

$$\rho_w g H \Delta h / \Delta x = C_d \rho_l V^2$$

$\rho_w = 1 \text{ t/m}^3$     $g = 10 \text{ m/s}^2$     $H = 50 \text{ m}$   
 $\rho_l = 1.2 \times 10^{-3} \text{ t/m}^3$     $V = 25 \text{ m/s}$

$$\frac{\Delta h}{\Delta x} = \frac{2.7 \times 10^{-3} * 1.2 * 10^{-3} * 625}{1 * 10 * 50} =$$

$$4 * 10^{-6} \text{ m/m} = 4 \text{ mm/km}$$

lengte Noordzee: 800 km  
opzet  $800 * 0.004 \approx 3 \text{ m}$ .

(B)

Fig. 9.3  
Vergelijking voor het bepalen van de wateropzet h (A) en een eenvoudig getallenvoorbeeld (B)

BK-4	WBN
4 lagen 1000, 850, 500, 300 mbar	1 laag
zeer groot rooster ↓ kleiner rooster met randvoorwaarden van het grote rooster	aangepast aan de zee randvoorwaarden → // kust open zee: h = 0

Fig. 9.4  
Kenmerken BK-4 en WBN

Een aantal kenmerken van BK-4 en WBN is weergegeven in fig. 9.4. Meer informatie over de gebruikte roosters kan worden afgeleid uit de figuren 9.5 - 9.8. Het grof rooster van BK-4 (het zgn. oktagon rooster) bevat bijna het gehele noordelijk halfrond. Dit rooster levert de randvoorwaarden voor het zgn. telescooprooster dat een kleiner gebied bestrijkt en waarin de roosterafstanden gehalveerd zijn t.o.v. die van het oktagon rooster.

De roosters van WBN en GONO beslaan een veel kleiner gebied. Merk op dat voor de berekening van de wateropzet ook gegevens uit naburige gebieden van de Atlantische Oceaan nodig zijn, ten noorden van Ierland en Schotland en ten zuiden van Engeland. De roosterpuntafstand is het kleinst (ca. 40 km) in het zuidelijk deel van de Noordzee; voor de andere gebieden is het rooster grover.

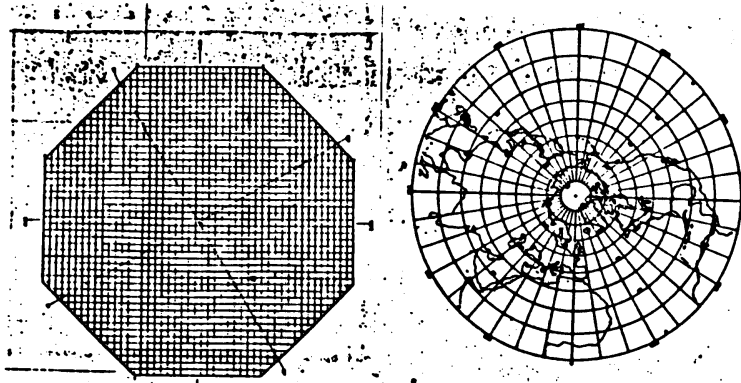


Fig. 9.5

Het oktagonrooster (groe rooster) van BK-4 beslaat bijna het gehele noordelijk halfrond: roosterafstand 375 km.

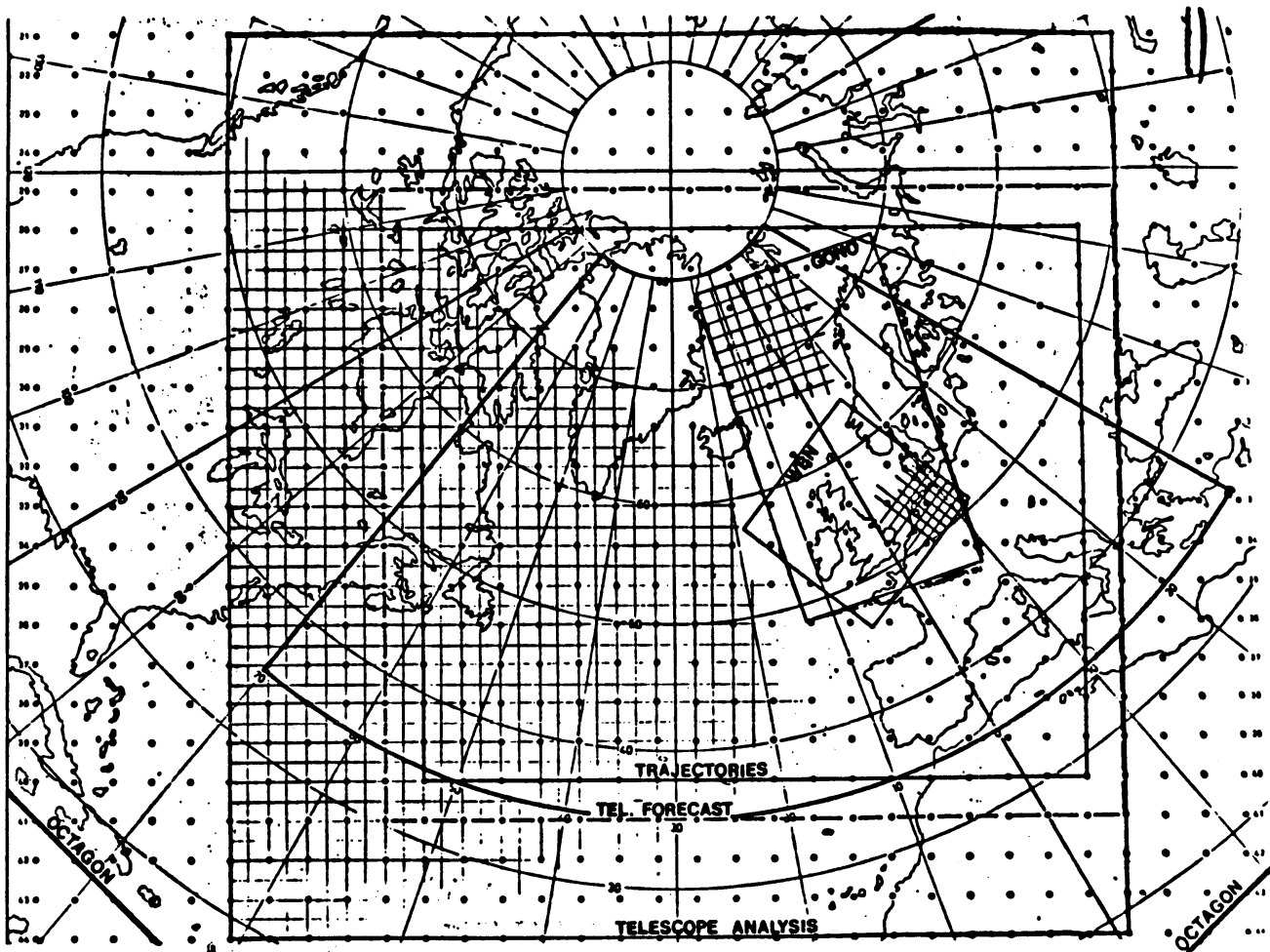


Fig. 9.6 Oktagonrooster, telescooproosters, GONO rooster en WBN rooster

Ook het GONO-model heeft roosterpunten buiten de Noordzee en wel in de Noorse Zee. Dit is noodzakelijk omdat de lange golven, die vooral bij stormsituaties ontstaan, zich bijna zonder energieverlies voortplanten en daardoor nog een aanzienlijke deining kunnen veroorzaken in het zuidelijk deel van de Noordzee. De roosterafstand bedraagt bij het GONO-model 75 km.

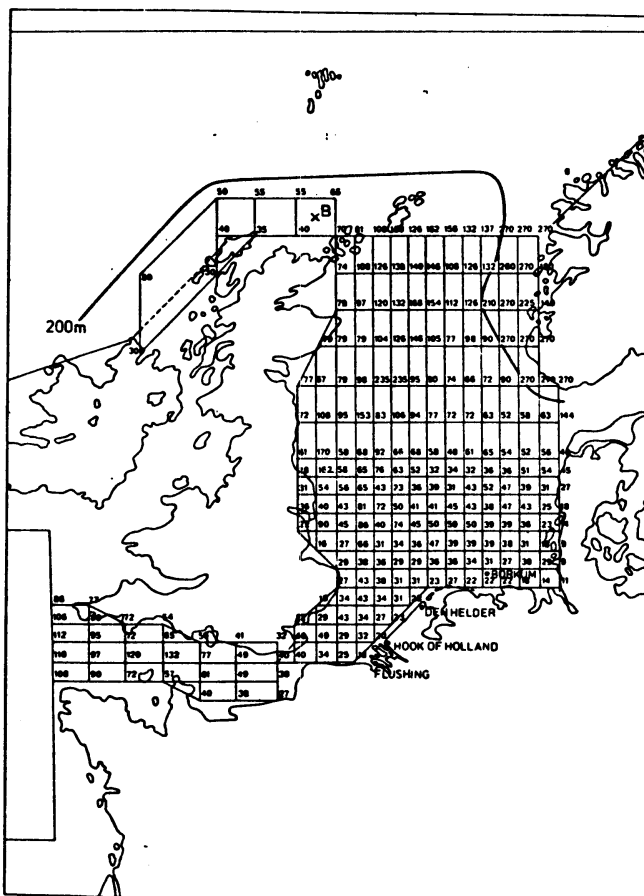


Fig. 9.7 WBN rooster Noordzee en directe omgeving

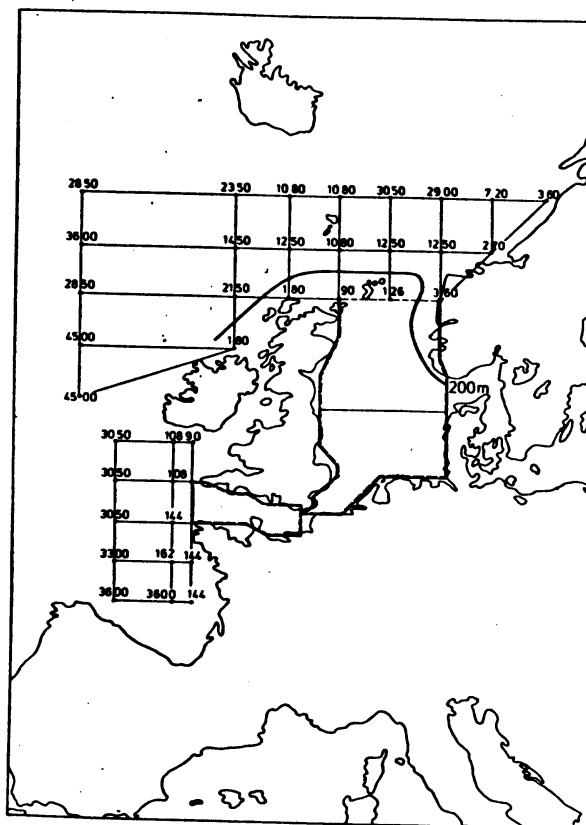


Fig. 9.8 WBN rooster Atlantische Oceaan

### Operationele werkwijze

De operationele werkwijze verloopt als volgt.

Om de zes uur wordt de weersituatie geanalyseerd op het oktagon rooster. Deze analyse en de voorspellingen tot 24 uur vooruit leveren de randvoorwaarden voor analyse en voorspellingen op het telescooprooster, die resp. om de 3 en 6 uur plaatsvinden. De geanalyseerde en verwachte windvelden en luchtdruk velden op het telescooprooster dienen o.a. als uitgangspunt voor de berekeningen van GONO en WBN, die eveneens tot 24 uur vooruit gaan.

De resultaten van het WBN model worden in de weerkamer gebruikt naast een handmethode om de wateropzet te berekenen. Bij deze methode wordt gebruik gemaakt van een tabel, waarin de bijdragen van vijf vakken op de Noordzee en van het Kanaal (zie fig. 9.9) tot de opzet in een aantal geselecteerde plaatsen langs onze kust zijn aangegeven als functie van de windrichting in de vakken.

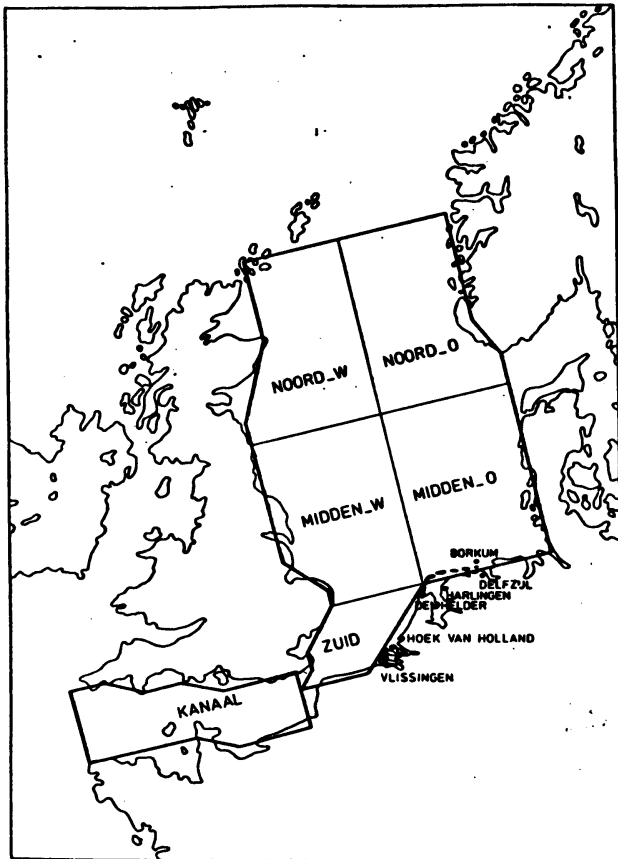


Fig. 9.9  
Distrikten handberekening  
wateropzet

Resultaten

Fig. 9.10 geeft de standaarddeviaties van de door het WBN-model berekende opzetten bij rustig weer en bij stormvloeden. Behalve onvolmaaktheden van het model spelen meetfouten ( $\frac{1}{2}$  dm), de standaarddeviatie van het astronomisch getij (1 dm) en de representativiteit van de waarnemingen een rol. Een vergelijking met Engelse en Duitse wateropzetmodellen wordt thans uitgevoerd. Een eerder uitgevoerde vergelijking van GONO met Engelse en Duitse golfmodellen leverde bevredigende resultaten.

	RUSTIG WEER	STORMVLOEDEN
WBN-analyse	1½ - 2 dm	2½ - 3 dm
WBN PREB (+18 en +24)	1½ - 2½ dm	4 - 5 dm

Fig. 9.10  
Standaarddeviaties  
WBN-model

1. Geschiedenis

Op 15 juni 1979 werd het Europees centrum voor weersverwachting op Middellange termijn (ECWMT, op het KNMI meestal aangeduid met de beginletters van de Engelse naam ECWMT) officieel geopend.

De geschiedenis van het centrum gaat terug tot oktober 1967, toen de raad van ministers van de EG voorstellen deed om tot meteorologische samenwerking te komen op wetenschappelijk en technisch gebied.

Anderhalf jaar later lag er een voorstel van meteorologische deskundigen. Hierin werd o.a. gepleit voor het oprichten van een reken- en onderzoekscentrum met als doel het opstellen van verwachtingen voor de middellange termijn. Enkele maanden nadat het voorstel was aangenomen werd besloten dat ook landen buiten de EG konden toetreden.

In augustus 1971 verscheen een rapport waarin alle voor- en nadelen van een gezamenlijk meteorologisch centrum op een rij werden gezet.

Met name werden de voordelen voor de landbouw, de bouwnijverheid, het verkeer en vervoer en de nutsbedrijven benadrukt. De verhouding kosten/baten werd geschat op 1:20. Laatstgenoemd rapport leidde tot de "Convention establishing the European Centre for Medium Range Weather Forecasts". De conventie werd ondertekend in oktober 1973 en vermeldde als doelen voor het ECMWF:

1. het ontwikkelen van computermodellen waarmee het gedrag van de atmosfeer nagebootst kan worden, zodat verwachtingen voor 7 à 10 dagen vooruit gemaakt kunnen worden.
2. het verzamelen en opslaan van de benodigde meteorologische gegevens.
3. het beschikbaar stellen van computerfaciliteiten aan de lidstaten.
4. het geven van onderricht aan de wetenschappers van de meteorologische centra in de lidstaten (d.m.v. symposia en workshops).

Deze doelen zijn inmiddels alle bereikt.

In 1975 werd de conventie van kracht. Er doen 17 landen mee (zie fig. 10.1); Engeland treedt op als gastland. Het permanente hoofdkwartier werd gevestigd te Reading, nabij London. Het centrum kreeg de beschikking over een zeer geavanceerd computersysteem met o.a. de Cray-1 (50 miljoen instructies per seconde). Reeds voor de officiële opening in 1979 werd er gewerkt door 130 man personeel, waaronder vele hooggekwalificeerde wetenschappers en computerdeskundigen. Daarom konden de operationele verwachtingen van start gaan op 1 augustus 1979.

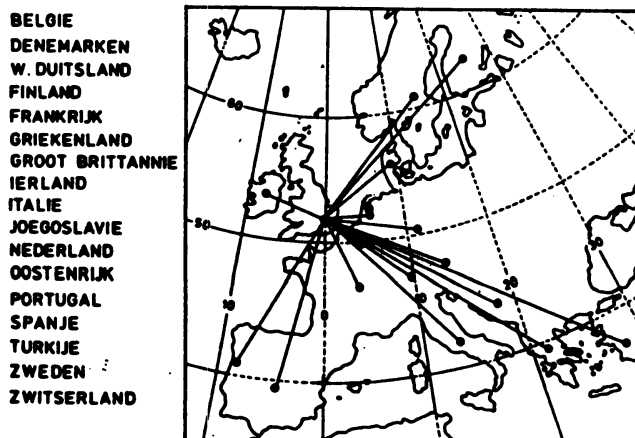


Fig. 10.1

De 17 lidstaten van het ECMWF en het stervormig communicatienetwerk

Aanvankelijk draaiden er 5 series per week (alleen op werkdagen). Het KNMI ontving de produkten (100 mbar en 500 mbar kaarten) per post. In januari 1980 werd een 100 baud telexverbinding tussen het KNMI en het ECMWF in gebruik genomen. Op 1 augustus 1980 werd het centrum volledig operationeel; de produkten worden dagelijks gemaakt en verzonden. Zo kon het KNMI op 1 juni 1981 starten met het dagelijks uitgeven van verwachtingen tot 5 dagen vooruit. Sinds september 1981 is de communicatie met het centrum verbeterd, na de ingebruikname van een medium-speed verbinding.

## 2. Werkwijze ECMWF

### 2.1. Organisatie

In de "Convention establishing the ECMWF" zijn de gedragsregels voor het centrum vastgelegd. Als bestuur treedt op de Raad (Council), die wordt bijgestaan door drie verschillende commissies, te weten:

- Scientific Committee (SAC)
- Finance Committee (FC)
- Technical Advisory Committee (TAC)

Zonodig worden voor beperkte duur bepaalde werkgroepen ingesteld ter ondersteuning van de Council. De vertegenwoordigers bij en de contactgroepen met het ECMWF zijn opgenomen in fig. 10.2. Daar vindt men tevens de leden van de commissie operationeel gebruik ECMWF produkten.

Council.....	: HD KNMI
	vertegenwoordiger Directie Financieel-economische zaken en comptabiliteit van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat
SAC.....	: C.J.E. Schuurmans (sinds 1977; 2e termijn van 4 jaar)
TAC.....	: A.P.M. Baede
FC.....	: thans geen Nederlandse vertegenwoordiger
Memberstate computer representative	: G.D.G. Folkers
Meteorological contact point	: W.M. Reinten
KNMI: Commissie operationeel gebruik ECMWF-produkten	: J.P. de Jongh (CWD) W.M. Reinten (CWD) G.D.G. Folkers (IG ) C. Lemcke (DM )

Fig. 10.2 Kontaktpersoon en vertegenwoordigers ECMWF + KNMI/ECMWF commissie



## 2.2. De operationele 10-daagse verwachting

Het voornaamste doel van het ECMWF is het produceren van middel-lange termijnverwachtingen. Het hiervoor ontwikkelde numerieke voorspelmodel voert de berekeningen uit op een zgn. rooster, een wereldomvattend netwerk van punt (fig. 8.6).

In verticale richting is de atmosfeer verdeeld in 15 lagen. In 5 uur tijd wordt de 10-daagse verwachting gemaakt. Uitgaande van 50 miljoen instructies per seconde betekent dit dat er 900 miljard instructies zijn uitgevoerd. Het ECMWF model is dan ook zeer complex: in fig. 10.3 is schematisch weergegeven welke wisselwerking er in het model opgenomen zijn.

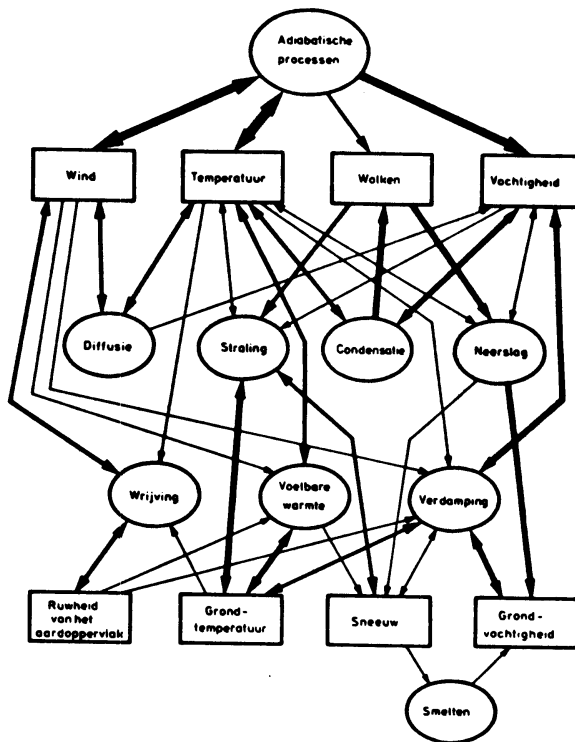


Fig. 10.3

Variabelen (recht-hoeken), processen (ellipsen) en wissel-werkingen (pijlen) in het ECMWF-model

Voor het model kan draaien is een begintoestand nodig, de weer-waarnemingen van de hele aardbol (zie fig. 10.4 en 10.5). De waarnemingen komen binnen via het GTS en worden vanuit Bracknell naar het ECMWF gezonden (fig. 10.6); een lijn met Offenbach dient als back-up. Om zoveel mogelijk waarnemingen van 12.00z binnen te hebben wordt gewacht tot 20.30z alvorens het model wordt opgestart. Om ca. 1.30z is de hele serie voltooid, meer dan 12 uur na waarnemingstijd. Fig. 10.7 geeft het basisschema weer, waarlangs de operationele verwachtingen tot stand komen. Zowel de verwachtingen als de analyses worden voor later gebruik gearchiveerd. Zodra voor een bepaalde tijdstap de prognoses gereed zijn worden deze via het ECMWF datacommunicatienetwerk verzonden naar de lidstaten.

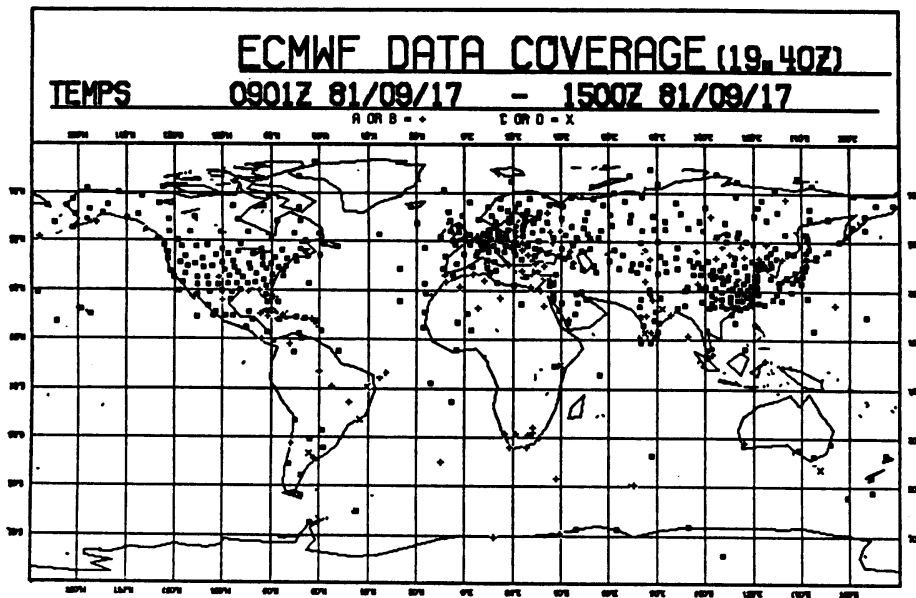


Fig. 10.4

Een voorbeeld van door het ECMWF gebruikte grondwaarnemingen

Fig. 10.5

Een voorbeeld van door het ECMWF gebruikte waarnemingen van de bovenlucht

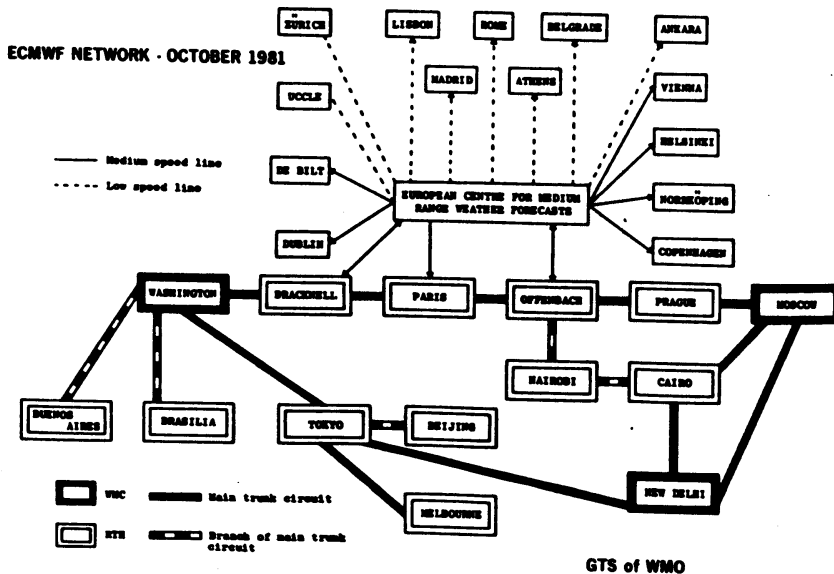
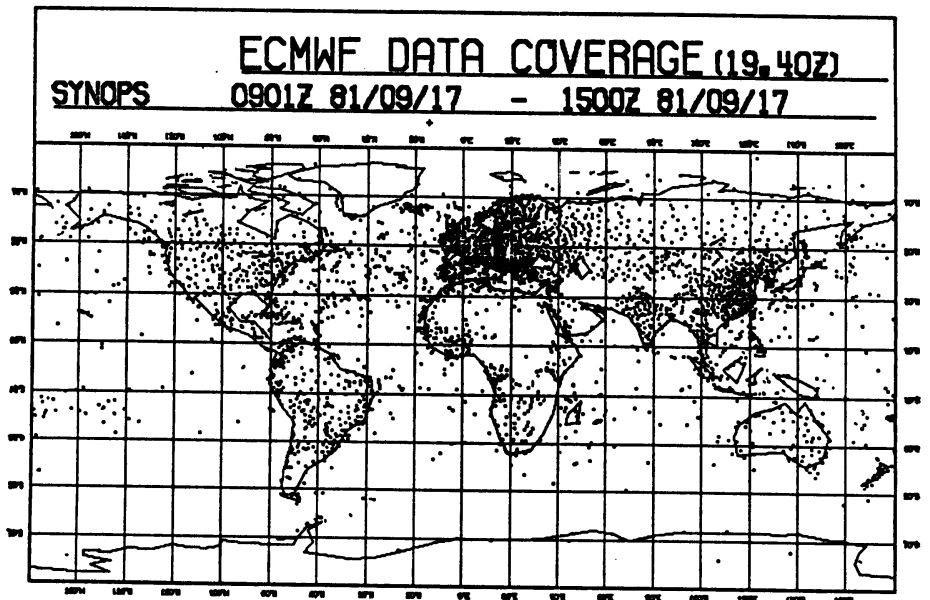


Fig. 10.6

Het ECMWF netwerk

CDC CYBER 1975  
computer

CRAY-1 computer

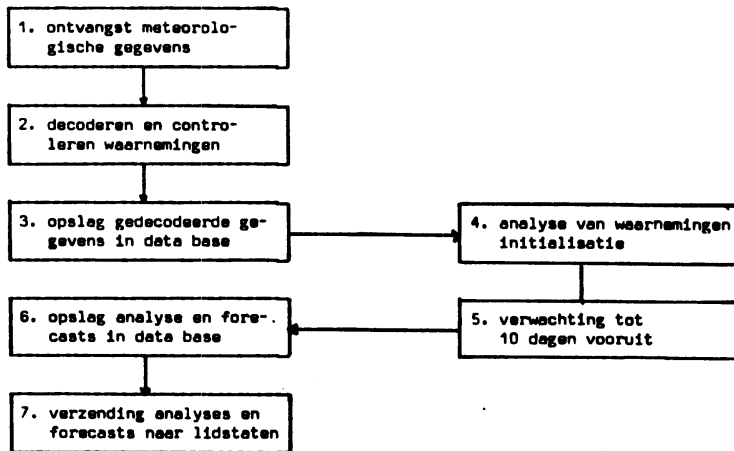


Fig. 10.7

Het operationele ECMWF  
produktieschema

### 2.3. Leverbare producten

Uitgaande van het basisrekenrooster heeft het ECMWF een aantal standaardroosters gedefinieerd: 4 lengte/breedteroosters met roosterafstanden van  $1,5^\circ$ ,  $3^\circ$ ,  $4,5^\circ$  en  $6^\circ$ ) en 4 stereografische roosters (met roosterafstanden van 150, 300, 450 en 600 km). Snedes uit deze roosters zijn opgenomen in de produktencatalogus. Daarnaast heeft elke lidstaat de mogelijkheid om uit de 6 globale roosters een snede te kiezen. Het KNMI heeft een gebied gekozen met Nederland als middelpunt, zie fig. 10.8.

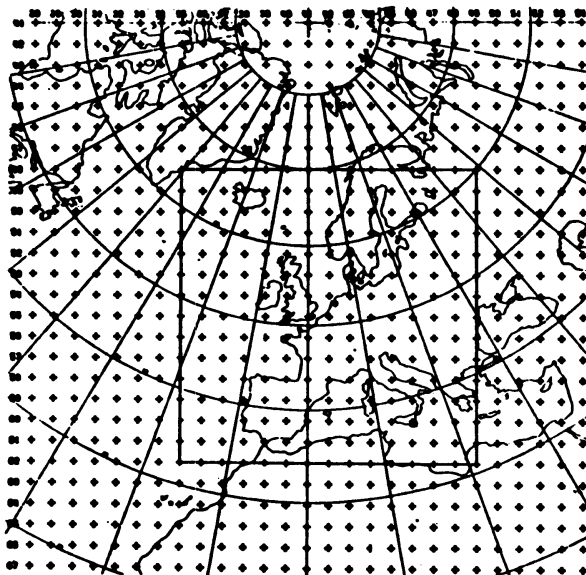
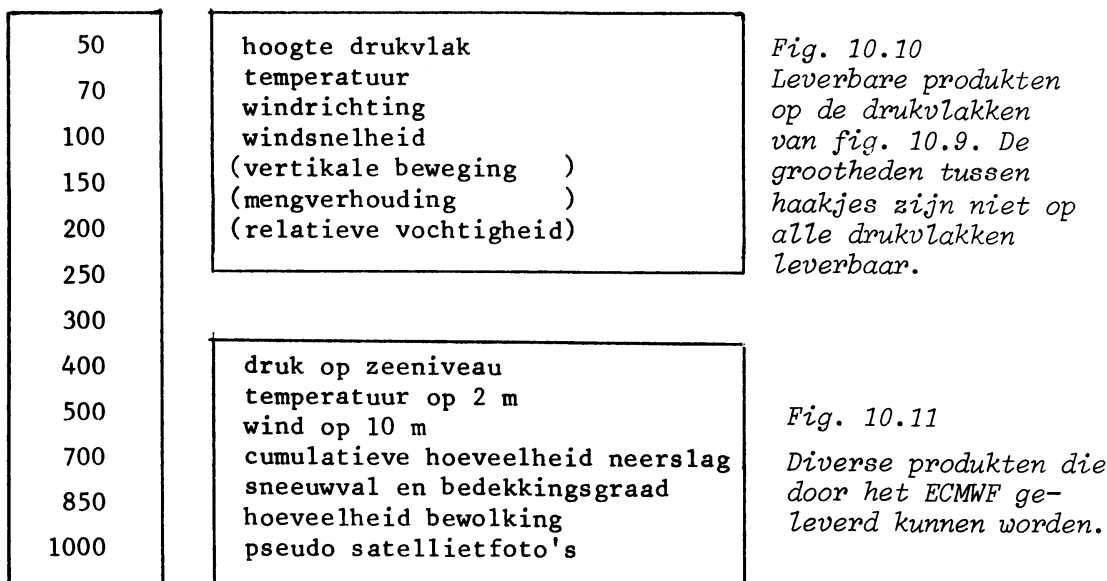


Fig. 10.8

Deel van het standaard ECMWF-grid (rooster 1) met in het kader het door Nederland gedefinieerde "memberstate grid" (rooster 2) roosterafstand 300 km.

Voor de lidstaten zijn de gegevens beschikbaar op 12 niveau's (fig. 10.9). Voor elk van deze vlakken kan een groot aantal producten geleverd worden (fig. 10.10).



*Fig. 10.9*  
Drukvlakken waarop het ECMWF produkten kan leveren

In fig. 10.11 zijn nog wat aanvullende gegevens die leverbaar zijn, opgesomd, De produkten zijn verkrijgbaar in tijdstappen van 12 uur tot 24 uur vooruit; tot en met 8 uur vooruit tevens in stappen van 6 uur.

#### 2.4. Datacommunicatie en computergebruik

Het ECMWF heeft een eigen stereovormig communicatienetwerk (zie fig. 10.1 en 10.6). Het wordt gebruikt voor:

- het verkrijgen van waarnemingen
- het verzenden van modeluitvoer.  
Steeds als een tijdstap (+6 uur, +12 uur, +18 uur enz.) gereed is gaan de gegevens per mediumsnelheidslijn of per telex naar de lidstaten.
- het toegankelijk maken van de computer van het centrum voor de lidstaten. Tweederde van de lidstaten is nu voorzien van een computerverbinding met het ECMWF. Vanuit deze landen kan onderzoek worden uitgevoerd op de Cyber of de Cray en kan het archief worden geraadpleegd. Tevens wordt de verbinding gebruikt voor correspondentie met ECMWF-medewerkers.

Op het KNMI kunnen programma's op elke B-6800-terminal gemaakt en verzonden worden (zie fig. 6.4). De uitvoer kan naar keuze op de printer van de B-800 of de B-6800 of op B-6800 disk voor verdere verwerking.

#### 3. Gebruik van ECMWF-produkten op het KNMI

Fig. 10.12 bevat een overzicht van de produkten die dagelijks worden ontvangen. De produkten hebben betrekking op een tijdvak tot maximaal 144 uur vooruit. Door de late binnenkomst van de produkten is de +144 uur verwachting nog slechts te gebruiken als verwachting voor dag 5.

Bij het opstellen van de zgn. vijfdaagse (dag 2 t/m dag 5) vormen de 1000 en 500 mbar verwachtingen voor 12.00z die door het centrum gemaakt worden de belangrijkste informatiebron. Hulpmiddelen zijn de analogen en de gidsverwachtingen (zie hoofdstuk 11). Voor dag 1 wordt gewerkt met de hoogten van de 1000, 850 en 500 mbar vlakken, met de verticale beweging op 500 mbar en met afgeleide produkten (thans nog op experimentele basis). De gegevens over neerslag en bewolking die het centrum levert worden tevens op kwaliteit getoetst. Verdere (geplande) toepassingen van de produkten die het ECMWF levert zijn:

- routing van schepen (1000 mbar/500 mbar/10 m winden, zie hoofdstuk 14)
- berekening van golfhoogten en wateropzetten opzetten op de Noordzee
- berekening van trajectoriën.
- leveren van de randvoorwaarden voor het toekomstige Limited Area Model van het KNMI (LAM)

Literatuur: ECMWF Meteorological Bulletin the dissemination of  
ECMWF results to memberstates.

Inleiding

De statistiek vindt in de meteorologie een aantal belangrijke toepassingen. Bij het opstellen van verwachtingen wordt voor de vertaling van een numerieke prognose naar "weer" gebruik gemaakt van statistische modellen voor de samenhang tussen variabelen. Bij de verifikatie van verwachtingen wordt statistiek gebruikt voor het bepalen en meten van de samenhang tussen tijdreeksen. Vooral de eerstgenoemde toepassingen komen in dit hoofdstuk aan de orde. Daarnaast vindt de statistische toepassing in de klimatologie (aangepaste kansverdelingen) en bij de objectieve analyse (ruimtelijke samenhang); deze toepassingen vallen echter buiten het bestek van dit hoofdstuk.

Geschiedenis

Het gebruik van statistische relaties voor het maken van verwachtingen gaat terug tot het begin van deze eeuw. In de periode 1900-1950 zocht men vooral naar toepassingen voor lange termijnverwachtingen. Men wilde statistische verbanden afleiden waarmee uitspraken gedaan konden worden over het weer van een komende maand of een volgend seizoen. Het werk van Bauer (Duitsland) op dit terrein is zeer bekend. In Nederland werkte Visser hieraan; later werd het werk voortgezet door Schuurmans en Krijnen. Omdat resultaten uitbleven werd dit onderzoek gestopt. Van 1950-1970 lag het aksent juist op de korte termijnverwachting. Daar werden wel resultaten geboekt; een voorbeeld is de onweersmethode van Hansen. De methoden maken gebruik van waargenomen waarden voor variabelen, van waarden die uit de analyses van de meteoroloog konden worden afgeleid en van door de meteoroloog verwachtte waarden van variabelen op toekomstige tijdstippen om tot een verwachting te komen. Na de opkomst van de numerieke produkten ontstond behoefte aan een statistische interpretatie van de output van numerieke modellen. Klein en Glahn (USA) werkten in de periode 1970-1980 aan regressievergelijkingen voor dit doel. In 1970 ontwikkelde Bijvoet samen met een groep meerdaagse meteorologen een semi-objectieve interpretatie van een numeriek model met analogen. In 1975 werd door de Jongh en Kruizinga een objectieve methode voor de selectie van analogen ontwikkeld. De Jongh werkte van 1975-1979 bovendien aan het objectief gebruik van analogen. Sinds 1979 is de gidsverwachting, gebaseerd op modeloutput van het ECMWF, ontwikkeld. De methode maakt gebruik van regressie; ze werd ontwikkeld door Kruizinga en Lemcke, aanvankelijk in samenwerking met Hofstee.

Doel en aanpak

Het doel van de statistische interpretatie van produkten van numerieke modellen is om op basis van de output van het model een verwachte prikwaarde (of kans) voor een lokale grootheid (of gebeurtenis) te bepalen. Voorwaarde hierbij is dat de gevonden prikwaarde of de gevonden kans betrouwbaar is; hiermee wordt bedoeld dat bij een prikwaarde  $T_x = 25^{\circ}\text{C}$  het gemiddelde van de opgetreden waarden ook  $25^{\circ}$  bedraagt; na een kans van  $p\%$  moet in  $p\%$  van de gevallen de gebeurtenis optreden. De statistische interpretatie maakt gebruik van twee essentieel verschillende methoden: de perfect prognose (PP) methode en de MOS methode (Model output statistics).

PP modellen worden ontwikkeld door analyses uit verleden te vergelijken met de bijbehorende waarnemingen. Op grond hiervan kunnen vergelijkingen worden gevonden die het verband aangeven tussen bepaalde variabelen en verwachtings-elementen. Het PP model wordt toegepast op de prognoses van het numeriek model en levert zo het bijbehorende weerbeeld. Als de verwachtingen niet perfect zijn, is een PP model dus gedoemd om weervertalingen te leveren die eveneens onvolmaakt zijn. De kwaliteit van de behaalde resultaten neemt af met de kwaliteit van de prog en daardoor met de duur van de verwachtingsperiode.

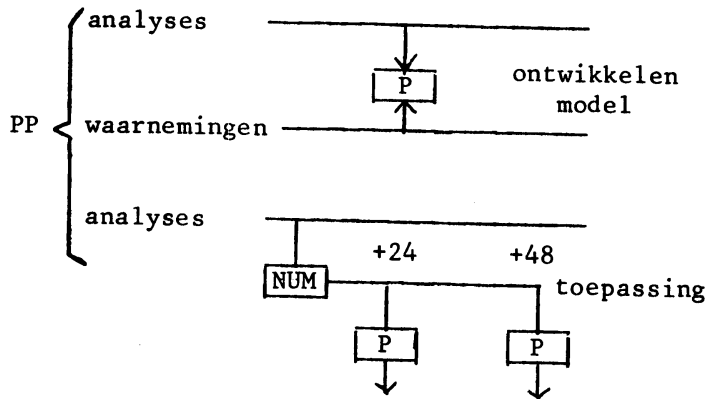


Fig. 11.1 Perfect Prog modellen

MOS-modellen worden ontwikkeld door verwachtingen van een numeriek model uit het verleden te vergelijken met het in werkelijkheid opgetreden weer. Daarmee worden weer regressievergelijkingen opgesteld waarmee toekomstige verwachtingen van het model in weer vertaald kunnen worden. Nadeel van de MOS methode is dat men over een groot aantal prognoses dient te beschikken van hetzelfde model. Daar de modelbouwers steeds zullen proberen het model te verbeteren is dit moeilijk haalbaar. Voordelen van de methode zijn echter dat er meer ingangsvariabelen beschikbaar zijn bij modeloutput (bijvoorbeeld verticale beweging), dat eigenaardigheden van het model in rekening gebracht worden en dat betrouwbaarheid automatisch wordt gerealiseerd

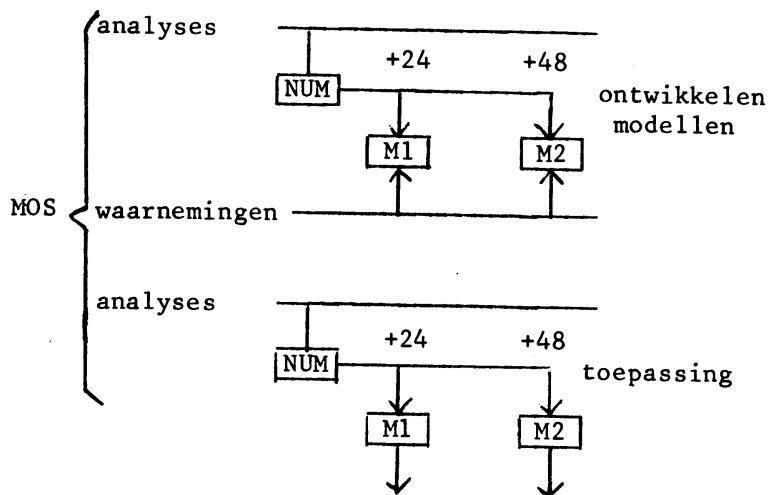


Fig. 11.2 MOS-modellen

Op het KNMI zijn thans twee statistische vertaalmethoden in gebruik: de analogenmethode en de gidsverwachting, beide PP-methoden. Gegevens over deze methoden staan in figuur 11.3 en 11.4.

Fig. 11.3 Gegevens Analogenmethode

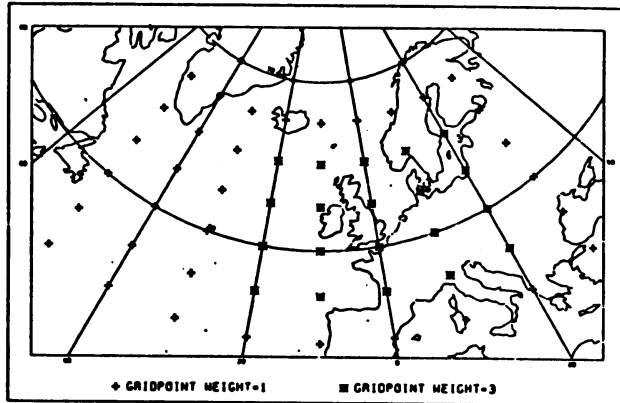
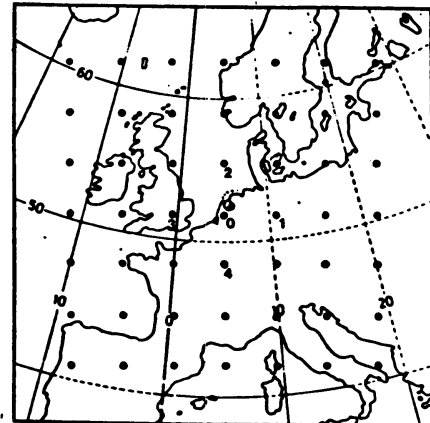


Fig. 11.4 Gegevens Gidsverwachting



Stereographic projection  
D = 400 km

### Resultaten

Ter beoordeling van de kwaliteit van de analogenmethode en de gidsverwachting is voor de periode december 1980 tot en met november 1981 een vergelijking gemaakt tussen beide methodes, de prestaties van de meteoroloog en de klimatologie. De prestaties worden gemeten met de PI (alle variabelen) (Prestatie-index: hoe groter, des te beter, zie hoofdstuk 16), de mean absolute error (mae) (continue variabelen) en de half brier score of mean square error (mse) (kansverwachtingen) (voor mae en mse geldt: hoe kleiner, hoe beter). De resultaten van de vergelijking vindt men in fig. 11.5.

### Toekomstige ontwikkelingen

Het karakter van de statistische interpretatie is zich aan het wijzigen. Vroeger werden vertaalmethoden gebruikt om uit een verwachte 500 mb kaart variabelen te krijgen die nu door het ECMWF min of meer rechtstreeks worden geleverd. Daarom komt het aksent nu meer te liggen op het aanpassen van het model voor de eigen regio. Het is de bedoeling om in de toekomst naar MOS-technieken over te gaan om de betrouwbaarheid op te voeren. Voor de langere termijn blijft de analogenmethode wellicht de belangrijkste vertaalmethode althans zolang de 500 mb gegevens van het model voor dag 10 van betere kwaliteit zijn dan de overige variabelen.



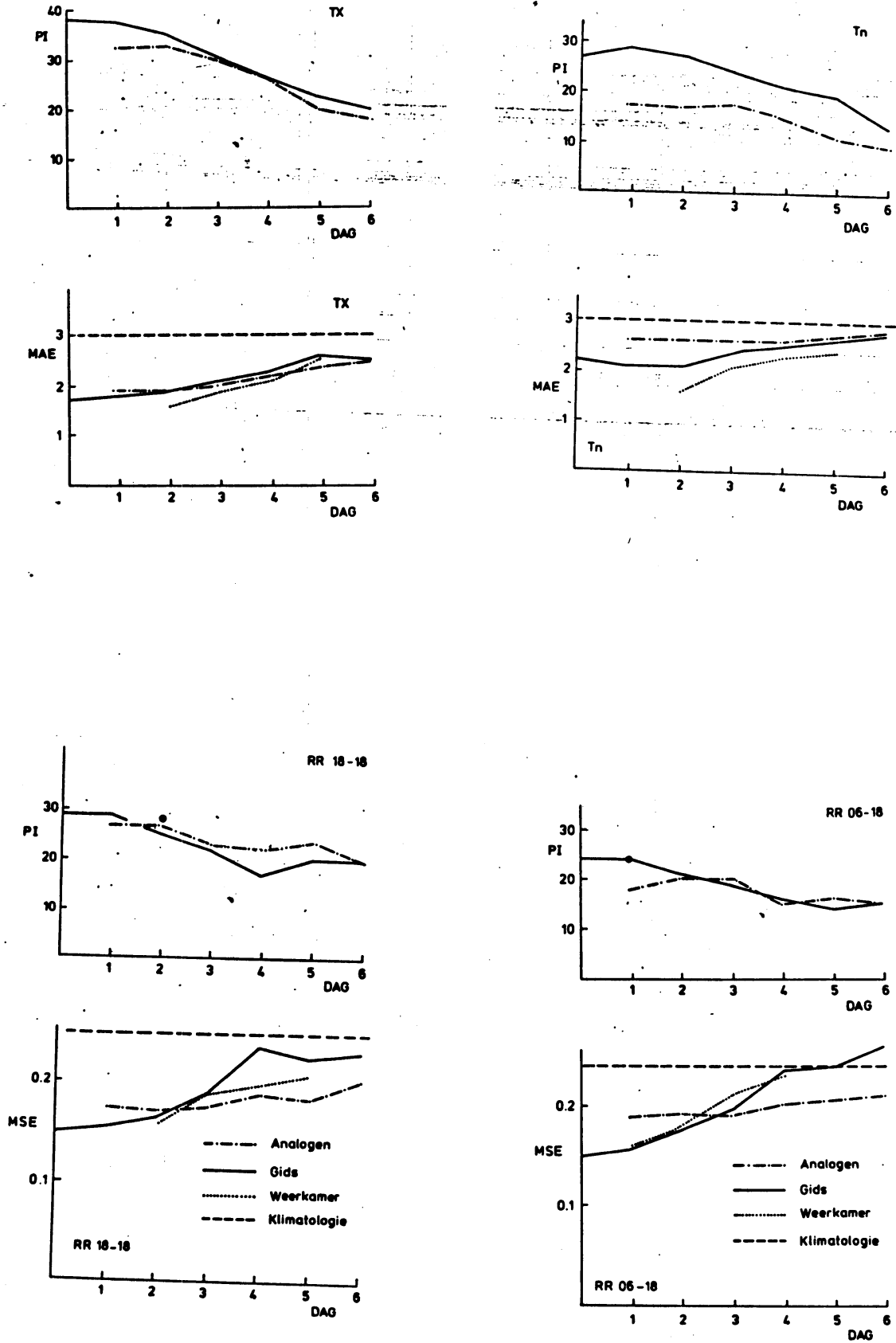


Fig. 11.5 Vergelijking van de resultaten van de analogenmethode, de gidsverwachting, de meteoroloog en de klimatologie. Periode december 1980 t/m november 1981

D E E L IV

GEbruikersGERICHTE VERWACHTINGEN

HOOFDSTUK 12

INFORMATIEOVERDRACHTSPROBLEMEN BIJ DE  
ALGEMENE VERWACHTING

De voorlichting over het weer aan het algemene publiek via radio en tv is een moeilijke zaak. De doelgroep is een amorfe massa; de informatiebehoeften van verschillende gebruikers lopen sterk uiteen. Verder is er geen directe wisselwerking tussen de meteoroloog die de verwachting opstelt, en de gebruiker, zodat niet nagegaan kan worden of de verwachting is overgekomen zoals bedoeld. De voorlichting aan het algemene publiek verschilt op deze punten van de voorlichting, zoals die aan individuele gebruikers, die de meteoroloog opbellen of aan de balie van een vliegveld komen, wordt gegeven. Daar kan de meteoroloog in wisselwerking met de klant bepalen welke informatie de klant nodig heeft en of die goed is overgekomen. Het weerbericht voor radio en tv heeft ook als bezwaar dat het "vluchtig" is; als het voorgelezen is, is het weg. Het duurt dan enige tijd voordat er een volgend weerbericht wordt uitgezonden. Dit in tegenstelling tot een weerbericht op teletekst, dat men zo lang op het scherm kan laten staan als men wil, of tot het telefonisch weerbericht, dat men nogmaals kan bellen.

De moeilijkheden die de voorlichting aan het algemeen publiek oplevert, kwamen in de zeventiger jaren wat meer in de aandacht; via onderzoek werd getracht meer over het gebruik van de weersverwachting en de onthoudbaarheid ervan te weten te komen. Fig. 12.1 geeft een overzicht van deze onderzoeken. In het nu volgende gaan we gedetailleerder in op de resultaten en de aanbevelingen die de onderzoeken hebben opgeleverd.

medio 73	NOS Kijk- en Luisteronderzoek gebruik en begrip TV-weerbericht (onderzoeker H. Wentholt)
medio 75	Het Weerbericht gebruik en beoordeling Nederlandse Stichting voor de Statistiek, Den Haag
77	Over het onthouden van Weerberichten T.N.O.-I.Z.F., Soesterberg (onderzoeker W. Wagenaar)
79	Over de onthoudbaarheid van het TV-weerbericht verschillende presentatievormen Universiteit Leiden-vakgroep psychologie (begeleider W. Wagenaar)
79	Het grote publiek en de terminologie van het weerbericht. Enquete onder 60 mensen. (onderzoeker H. Mellink)
9-2-80	Het gebruik van het radioweerbericht, na 15-1-79 NOS-DRP-Luisteronderzoek, Hilversum (onderzoeker Y. Metzmaekers)
23 t/m 27-6-80	Onderzoek speciale gebruikers en diverse vormen van weersverwachtingen T.N.O.-I.Z.F., Soesterberg (onderzoeker W.A. Wagenaar)

Fig. 12.1 Onderzoeken naar gebruik en onthoudbaarheid van de weersverwachting

### Gebruik en begrip TV weerbericht (NOS, 1973)

Het weerbericht in het NOS-journaal behoort tot het "avond kijken". Primair kijkt men om het pure verwachtingsaspect. Men wil het weer weten voor:

1. Rekreatie
2. Verkeer
3. Dagelijkse werkzaamheden (zowel huishouden als beroep)
4. Kleding
5. Gezondheid (bijvoorbeeld hooikoorts, reuma).

Het publiek wil het weer begrijpen voor de gebruiksdoeleinden, niet vanwege de meteorologie. Men wil de ontwikkeling van het weer kunnen zien en labels toekennen zoals "een depressie brengt slecht weer", "zuidenwind zorgt in de zomer voor warmte" enz. Bij het onderzoek bleek verder dat veel KNMI begrippen niet overkwamen, met name bewolking en plaatselijkheid.

De onderzoeker deed de aanbeveling om de weersinformatie aan te passen aan de maatschappelijke functie. Als suggestie voor verder onderzoek werd genoemd: "welke belangrijke levensgebieden hebben hoeveel belang bij de verwachtingen". Gaat het om al dan niet uitvoeren van geplande activiteiten, dan wel om de wijze waarop deze uitgevoerd gaan worden?

### Het weerbericht, gebruik en beoordeling (NSS, 1975)

De resultaten van dit onderzoek voor wat betreft het gebruik van het weerbericht, zijn weergegeven in fig. 12.2; het oordeel van het algemene publiek over het al of niet uitkomen van de verwachting staat in fig. 12.3. Een minderheid bleek de begrippen die in het weerbericht gebruikt worden exact te kennen. Vooral de plaats- en tijdsbepalingen van de neerslag levert problemen op.

<u>Gebruik</u>	
Een dagje "er tussen uit"	65%
Buitenwerkzaamheden als tuinieren, aan de auto knutselen	36%
Bezoek attractiepunten	32%
Vakantie	32%
Bezoek aan familie, kennissen	23%
De was doen	22%
Bekijken van voetbalwedstrijden	13%
Beoefenen van buitensporten	13%

Fig. 12.2 Gebruik van het weerbericht, volgens het NSS onderzoek uit 1975

In fig. 12.4 zijn de werkhypothesen weergegeven, die tijdens het onderzoek getoetst werden. Dit leverde soms verrassende resultaten op, zie bijvoorbeeld de hypothesen 5, 8, 10 en 11.

Mening over het uitkomen van de weersverwachting voor morgen (geen specifieke verwachting, maar in het algemeen)				
De weersverwachting komt ..... uit	Televisie %	Radio %	Krant %	Telefoon %
altijd	7	10	8	3
vaak	52	44	32	5
zo nu en dan	41	43	56	3
nooit	-	-	-	-
weet niet	-	3	4	3
Aantal ondervraagden	237	171	68	14

Fig. 12.3 Beoordeling van het weerbericht volgens het NSS onderzoek uit 1975

<u>Werkhypothesen</u>	<u>Resultaat</u>
1. Naarmate meer activiteiten van iemand door het weer kunnen worden beïnvloed, is de frequentie waarmee men het weerbericht verneemt groter.	ja
2. Naarmate meer activiteiten van iemand door het weer kunnen worden beïnvloed, is de interesse die men voor de verwachting heeft sterker.	ja
3. Naarmate men een hogere opleiding heeft genoten, is de interesse voor de weersverwachting groter.	nee
4. Naarmate de interesse die men voor het weerbericht heeft sterker is, luistert men ook meer naar de verwachting.	ja
5. Naarmate de frequentie waarmee men het weerbericht verneemt groter is, is de kennis van de meteorologische begrippen beter.	nee
6. Naarmate men een hogere opleiding heeft genoten, is de kennis van de gehanteerde meteorologische begrippen beter.	ja
7. Naarmate de kennis van de gehanteerde meteorologische begrippen beter is, is de interesse die men voor de weersverwachting heeft, sterker.	nee
8. Naarmate de kennis van de gehanteerde meteorologische begrippen beter is, is men beter in staat de informatie uit de verwachting correct te reproduceren.	nee
9. Naarmate men een hogere opleiding heeft, is de reproductie van de informatie beter.	ja
10. Naarmate de frequentie waarmee men de weersverwachting verneemt groter is, gaat de reproductie van de informatie beter.	nee
11. Naarmate de interesse die men voor het weerbericht heeft sterker is, is men beter in staat de informatie te reproduceren.	nee

Fig. 12.4 Werkhypothesen en resultaten uit het NSS onderzoek van 1975

### Onthouden van weerberichten (TNO-IZF, 1977)

Bij het onderzoek werd aan de deelnemers gevraagd alle informatie uit de, via de radio verspreide verwachting te reproduceren. De onderzoeker wilde daaruit conclusies trekken over de aard en de lengte van de vergeten informatie. Fig. 12.5 geeft de resultaten van het onderzoek en, voorzover van toepassing, de de daaruit voortvloeiende aanbevelingen. Als suggestie voor verder onderzoek werd voorgesteld om na te gaan hoe het publiek het huidige weer kent; mogelijk kan de beschrijving van het weerbeeld van Europa en Nederland een kader scheppen om de verwachting beter te onthouden. Deze laatste stelling werd in een volgend onderzoek, dat zich overigens vooral met presentatievormen van het weerbericht bezig hield, niet bevestigd.

1. Verwachtingsterminologie  
wordt even slecht onthouden als zinloos materiaal (gemiddeld 7 proposities)  
Advies: probeer bericht logischer op te zetten.
2. Lengte van de verwachting  
Bij toenemende lengte daalt procentueel het aantal onthouden proposities.  
Er is een limiet.  
Advies: indien bericht niet logisch kan, dan korter.
3. Positie informatie  
De volgorde van de aangeboden informatie speelt geen rol van betekenis.
4. Selektief luisteren  
Men tracht alle informatie op te nemen, en selecteert vervolgens uit het onthouden gedeelte.  
Advies: indien splitsing naar streek nodig is, complete weersverwachting voor twee streken opstellen.
5. Toevoeging meerdaagse  
Lijstlengte neemt toe, dus % minder onthouden.
6. Landstreken:  
Gebruik van windstreken werkt verwarrend.

*Fig. 12.5 Resultaten onderzoek TNO-IZF, 1977 met aanbevelingen.*

### Presentatievormen van het TV-weerbericht

Doel van het onderzoek was om na te gaan of er verschillen bestaan voor wat betreft onthoudbaarheid als er andere presentaties gebruikt worden. Vier presentatievormen werden vergeleken:

1. nieuwslezer in beeld (TV journaal van 19.00 uur en het laatste journaal);
2. leeg beeld;
3. verspringend beeld (huidige presentatie TV journaal 20.00 uur);
4. weerman (niet improviserend).

Tussen presentatievormen 2, 3 en 4 graden geen significante verschillen op; presentatievorm 1 was echter significant slechter. Ook de weerman scoorde iets lager, maar dat kan toeval zijn; ook is het mogelijk dat de kijker door het nieuwe gezicht wordt afgeleid. Het onderzoek werd herhaald met vereenvoudiging van tekst en beeld. Nu waren er geen onderlinge verschillen meer tussen de presentatievormen; wel waren de resultaten na de vereenvoudigingen alle significant beter dan bij het eerste experiment.

### Afspraken terminologie KNMI/CWD, 1979

De resultaten en aanbevelingen van de hierboven beschreven onderzoeken werden besproken in de "Werkgroep Informatie Overdracht". Deze stelde een aantal adviezen op, die resulteerden in de volgende afspraken voor de terminologie:

1. Laat de wind uit de verwachting tot 9 bft en laat de minimumtemperatuur weg als het niet vriest. (Een verkorting van de verwachting werd aanbevolen door het TNO-IZF onderzoek.)
2. Vervang plaatselijkheidstermen door waarschijnlijkheidstermen (op grond van suggesties van de onderzoekers van NOS en NSS).
3. Gebruik bij plaatsaanduiding landstreken, geen windstreken (naar aanleiding van TNO-IZF onderzoek).
4. Vereenvoudig het taalgebruik (n.a.v. onderzoeken NSS, TNO-IZF en universiteit Leiden).

Met de volgende aanbevelingen werd (nog) niets gedaan:

1. Pas de weersinformatie aan, aan de maatschappelijke functie (NOS).
2. Pas de meteorologische begrippen belangrijk aan (NSS).
3. Breng logica in de verwachtingen (TNO-IZF).
4. Zoek aansluiting bij het "huidige weer" (TNO-IZF).

De twijfels rond de opzet van de voorlichting aan het algemene publiek bleven echter bestaan.

### Het gebruik van het radio-weerbericht na 15-1-79 (NOS, 1979)

Korte tijd na de veranderingen van de weerberichtgeving aan het algemene publiek onderzocht de NOS-DRP of de veranderingen waren opgemerkt en zo ja, hoe ze gewaardeerd werden. Fig. 12.6 geeft de resultaten.

Positieve veranderingen zijn het vervangen van windstreekbenamingen door landstreekaanduidingen en het weglaten van het vakjargon; dubieuze veranderingen zijn het weglaten van de wind en van de minimumtemperatuur. Er blijkt geen verschil in waardering tussen degenen die dagelijks afhankelijk zijn van het weer en hen die dat niet zijn.

Bij het onderzoek vroeg men de deelnemers tevens het weer van die dag te beschrijven in de hoop dat dit eventueel andere terminologie op zou leveren. Hierbij bleek dat het weer vooral in subjectieve termen beschreven wordt. De elementen die opvallend zijn voor het weer van die dag beschrijft men het gemakkelijkst. De wind wordt door weinigen spontaan genomend (19% tegenover neerslag 27% en bewolking 79%).

Zijn de veranderingen opgevallen?

16% van de ondervraagden zeg ja!!  
(dit betreft dus verkorting, ander taalgebruik etc.)

50% heeft daarover een positief oordeel  
20% maakt niet uit  
20% heeft een negatief oordeel.

Plaatselijkheid vervangen door waarschijnlijkheid (spontaan 0%)

31% verbetering (door vraag 27.1%)  
47% maakt niet uit  
2% verslechtering  
19% geen mening

Windstreekbenaming vervangen door landstreekaanduiding (spontaan 0.3%)

64% verbetering (door vraag 36.6%)  
24% maakt niet uit  
4% verslechtering  
8% geen mening

Meest positieve verandering.

Wind alleen vermelden boven 9 bft (6bft veel wind) (spontaan 1.6%)

38% verbetering (door vraag 21.4%)  
29% maakt niet uit  
20% verslechtering  
13% geen mening

Dubieuze verandering.

Minimumtemperatuur boven nul niet vermelden (spontaan 0%)

26% verbetering (door vraag 21%)  
29% maakt niet uit  
25% verslechtering  
20% geen mening

Dubieuze verandering.

Windverwachting in lange uitzending (spontaan 0%)

46% verbetering (door vraag 17%)  
22% maakt niet uit  
1% verslechtering  
30% geen mening

Weglaten vakjargon

(spontaan 2%)  
(door vraag 18%)  
53% verbetering  
25% maakt niet uit  
3% verslechtering  
19% geen mening

Op één na meest positieve verandering.

Fig. 12.6 Resultaten luisteronderzoek NOS-DRP (1979)

Onderzoek specifieke gebruikers en diverse vormen van de weersverwachting

De resultaten van het NOS-DRP onderzoek namen de twijfels over de juistheid van de WIO adviezen niet weg. Zo werd opgemerkt:

- luisteraars kunnen goed selekteren; ze halen uit de verwachting wat ze nodig hebben;
- luisteraars onthouden de weerelementen die ze nodig hebben weliswaar niet, maar ze nemen toch een juiste beslissing.

Daarnaast regende het klachten over het weglaten van de wind en de minimumtemperatuur. Verder waren er ook punten van kritiek op vorige onderzoeken. Zo pasten de verwachtingen die gebruikt werden niet in het jaargetijde waarin het onderzoek plaatsvond. Ook waren de verwachtingen niet reëel en vaak veel te lang.

Al deze bedenkingen tegen uitwering en resultaten van voorgaande onderzoeken werden betrokken bij de opstelling van het tot nog toe laatste onderzoek dat aan de weerberichtgeving voor het algemene publiek was gewijd. De preciese formulering van deze vragers geeft fig. 12.7, linkerdeel.

1. Onthoudt men een kortere verwachting beter?	Aantal onthouden elementen uit de verwachting blijft gelijk. Uitspraken over tijdstippen en kansen, alsmede de meerdaagse verwachting worden beter onthouden.
2. Kun je de windverwachting beter apart geven?	De onthoudbaarheid wordt er niet door verhoogd, noch door verlaagd.
3. Kan men 1 of 2 elementen uit een verwachting selecteren? Onthouden professionele gebruikers de verwachting beter dan het algemene publiek?	Er wordt nooit meer dan 50% van de informatie onthouden, ook niet door professionele gebruikers.
4. Onthoudt men de verwachting als meteorologische achtergronden in de verwachting worden opgenomen?	Nee.
5. Als men een besluit neemt op het weerbericht, kan het dan zo zijn dat de verwachting niet wordt onthouden, maar dat er toch een juiste beslissing valt?	Dit is onwaarschijnlijk.

Fig. 12.7 Vraagstelling en konklusies van het TNO-IZF onderzoek (1980)

Bij het onderzoek werd gewerkt met 4 soorten verwachtingen:

1. volledige opsommende verwachtingen (de vorm van voor 15-1-79);
2. verkorte weersverwachting met windverwachting;
3. verkorte weersverwachting zonder windverwachting;
4. "logische tekst".



De verwachtingen werden door een nieuwslezer voorgelezen aan drie soorten publiek: aan een "algemeen" publiek (leden van diverse harmoniegezelschappen) aan hooiers en aan zeilers. Het algemene publiek werd gevraagd om zoveel mogelijk elementen uit de verwachting te reproduceren. Fig. 12.8 geeft de resultaten. Ca. 30% van de informatie wordt onthouden; temperatuur (TE) wordt beter onthouden dan wind (WI) en bewolking/neerslag (BW). De resultaten zijn beter als de windverwachting wordt weggelaten. Vervolgens werd de deelnemers gevraagd een bepaald deel uit de verwachting te onthouden. Voor zeilers en een deel van het algemene publiek was dat de wind, voor de hooiers en de rest van het algemene publiek bewolking en neerslag. Fig. 12.9 toont de resultaten; zelfs nu wordt slechts 50% van de verwachting onthouden.

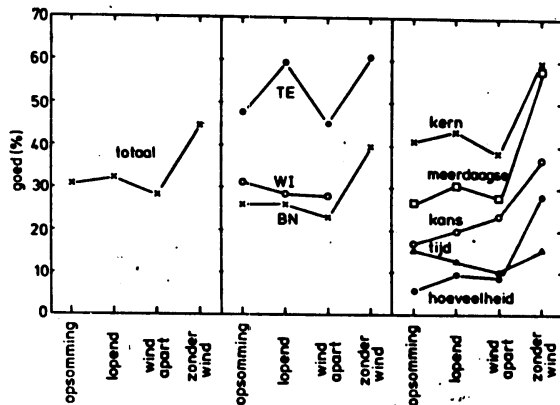


Fig. 12.8 Resultaten van het TNO-IZF onderzoek (algemeen publiek)

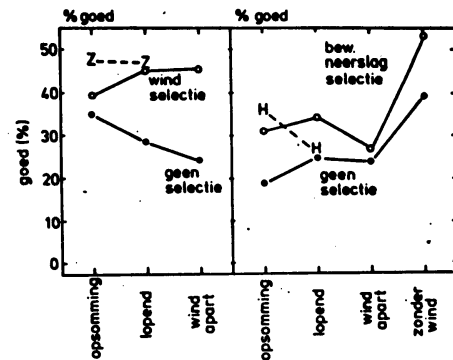


Fig. 12.8 Vergelijking van de resultaten algemeen publiek met die van zeilers (z) en hooiers (h)

Tenslotte werd nagegaan of er op grond van de verwachting juiste beslissingen werden genomen, ook al kon men deze niet reproduceren. In 77% van de 630 gevallen werd een juist besluit genomen. Dit percentage is niet zo hoog als men bedenkt dat met gokken al een score van 50% te halen is.

Uit alle onderzoeken is tot nu toe gebleken dat het overbrengen van "onlogische" weerinformatie niet zonder problemen verloopt. Het menselijk geheugen is kennelijk niet goed in staat dit soort compacte informatie goed te rubriceren. Ondanks de pogingen om die overdracht te verbeteren is dat nog niet goed gelukt. Toekomstig onderzoek moet zich vooral op de oplossing van het vraagstuk richten. Bovendien moet nagegaan worden of de gebruikte terminologie eenduidig is. Mogelijk komt uit onduidelijke woorden ook voort dat ze slechter onthouden worden.

HOOFDSTUK 13

GEBRUIKERSGERICHTE VERWACHTINGEN

Sinds 20 februari 1864 geeft het KNMI ten behoeve van de scheepvaart wind- en stormwaarschuwingen uit. Deze waren de eerste van een reeks verwachtingen en waarschuwingen die niet voor een algemeen publiek waren bestemd, maar gericht waren op een specifieke groep gebruikers. In 1924 startte de stormvloedseinendienst en later werden nog vele andere gebruikersgerichte verwachtingen ontwikkeld en op routinebasis uitgegeven. Fig. 13.1 geeft een overzicht van de gebruikersgerichte verwachtingen en de data waarop met de uitgifte van de verwachtingen werd begonnen. De genoemde verwachtingen worden in dit hoofdstuk uitvoeriger besproken.

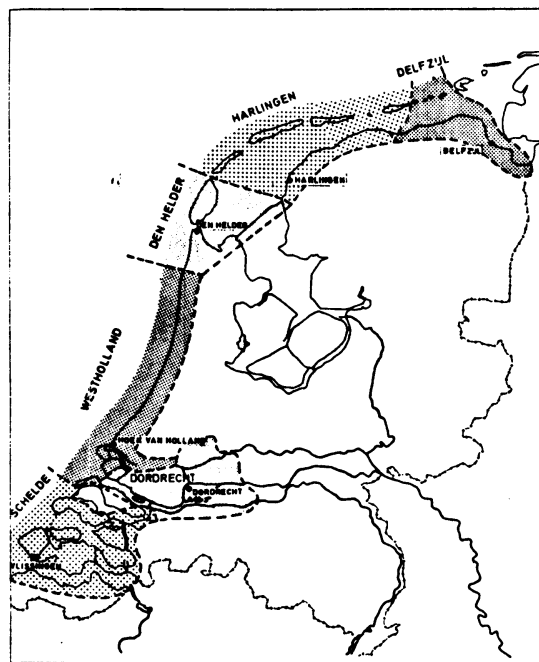
1. Calamiteiten	- stormvloedseinendienst (SVSD)	1921
	- verspreiding gevaarlijke stoffen	september 1966
2. Volksgezondheid	- luchtverontreiniging	11 oktober 1972
	- ontsmettingsregeling methylbromide	14 juli 1981
3. Scheepvaart	- wind- en stormwaarschuwingdienst	20 februari 1864
	- scheepsweerbericht (kust)	1937
	- scheepsweerbericht (Noordzee)	1947
	- routing	9 februari 1960
	- boorplatforms	23 mei 1968
	- deiningsverwachting Eurogeul	10 oktober 1971
4. Luchtvaart	- burgerluchtvaart	1919
	- thermiekverwachting zweefvliegers	50-er jaren
	- militaire luchtvaart	
5. Weg- en railvervoer	- Nederlandse Spoorwegen	voor 1952
	- weginformatiedienst (ANWB en RP)	1 januari 1970
6. Bouwnijverheid	- weerfasen	1 november 1956
7. Agrarische sektor	- nachtvorstwaarschuwingen	1920
	- aardappelziekte	1927
	- export aardappels	15 november 1946
	- export bloemen	1 november 1952
	- suikerbietencampagne	1 november 1968
	- mededelingen voor land- en tuinbouw	1947
8. Energievoorziening	- electriciteitscentrale Zuid-Holland	1951
	- SEP-Arnhem	1956
	- Gasunie	1 november 1966
9. Openluchtrecreatie	- strandweer	1 juni 1972
	- recreatieve scheepvaart	1980
	- postduiven (officieel vanaf)	1 juli 1971

*Fig. 13.1 Gebruikersgerichte weersverwachtingen en waarschuwingen met de datum van invoering*

## 1. Calamiteiten

### 1.1. De SVSD

In 1921 werd de stormvloedseindendienst (SVSD) ingesteld met als doel bij stormvloed informatie en advies te geven aan dijkbeheerders en andere belanghebbenden in het Nederlandse getijdgebied. Aanleiding tot het instellen van de SVSD was de watersnood van 13 januari 1916. De organisatie van de SVSD is in handen van Rijkswaterstaat (RWS), die samenwerkt met het KNMI en de PTT (in verband met de verspreiding van de waarschuwingen). De werkwijze die gehanteerd wordt is als volgt. De voorlichtingsmeteoroloog te De Bilt berekent de verwachte afwijking van de hoogwaterstanden. Deze berekening voert hij, het liefst minstens 10 uur voor het verwachte tijdstip van hoogwater, uit voor 5 basisstations, gelegen in de sectoren Schelde, West-Holland en Dordrecht, Den Helder, Harlingen en Delfzijl (zie fig. 13.1.A).



*Fig. 13.1.A*  
*Basisstations en sectoren SVSD*

Als de voorlichtingsmeteoroloog verwacht dat het zgn. informatiepeil (zie fig. 13.2) overschreden zal worden, waarschuwt hij de getijmeteoroloog, die vervolgens volledig beschikbaar is voor verwachtingen van wateropzetten. De getijmeteoroloog onderhoudt het contact met de ingenieur van dienst van RWS, die beslist of het waarschuwingsbureau van de SVSD geopend en bezet zal worden. Wanneer het bureau geopend is levert het KNMI opzetverwachtingen en alle andere meteorologische informatie (wind- en stormwaarschuwingen, weerrapporten, weeroverzichten). Verder onderhoudt het KNMI de contacten met de Radionieuwsdienst ANP. RWS beslist zonodig tot spoedalarmering; er kunnen via PTT adviestelegrammen, verergeringstelegrammen en verminderingstelegrammen worden verzonden. De adviezen kunnen inhouden:

Stormvloed Klassifikatie:	Peil	Frekwentie	+NAP waterstandshoogte in cm				
			Vliss	HvH	Den H.	Harl.	Delfz.
	Informatiepeil →		270	180	150	200	250
Hoge vloeden (80%)	BB-peil	5 x per jaar	280	185			
		2 x per jaar	295	210			
		1 x per jaar	310	220	190	250	300
		5 x per jaar	330				
Lage storm- vloeden (18%)	UB-peil	2 x p. 10 jr.	340	265			
		1 x p. 10 jr.	350 370	280	260	330	380
Middelbare stormvloeden (18%)		5 x p. 100 jr.	380	310			
		2 x p. 100 jr.	405	335			
		1 x p. 100 jr.	425	355	360	435	500
Hoge storm- vloeden (0,18%)		5 x p. 1000 jr.	445	380	385		
		2 x p. 1000 jr.	470	405	410		
		1 x p. 1000 jr.	495	430	435	510	575
Buitengewoon hoge storm- vloeden (0,02%)		5 x p. 10.000 jr.	515	450	455		
		2 x p. 10.000 jr.	545	480	485		
		1 x p. 10.000 jr.	565	500	505	580	640

Fig. 13.2 Klassifikatie van stormvloeden en hoogten van waarschuwingspeilen. De opgegeven frekwenties van de waterstanden hebben betrekking op de waarnemingsperiode 1880-1950; de gegevens van Harlingen en Delfzijl berusten op de periode 1932-1950 (i.v.m. aanleggen Afsluitdijk). Per 1-11-1982 zijn de BB en UB peilen voor Vlissingen verhoogd tot resp. 330 en 370 cm.

"beperkte bewaking" (BB) of "uitgebreide bewaking" (UB) (vgl. fig. 13.2 en 13.3). Kort voor de zitting van het waarschuwbureau wordt beëindigd, wordt er een opheffingstelegram verzonden. Achteraf verschijnt er een stormvloedverslag.

1 februari	1953	455
3 januari	1976	398
15 november	1977	378
16 november	1966	373
21 maart	1961	367
10 december	1965	365

Fig. 13.3 Middelbare en hoge stormvloeden te Vlissingen 1952-1981. De frequentie van optreden is groter dan de gegevens van fig. 2 doen verwachten

### 1.2. Verspreiding gevaarlijke stoffen

Bij ongevallen tijdens het transport van gevaarlijke stoffen, in chemische industrieën en in nucleaire installaties geeft het KNMI voorlichting over de te verwachten verspreiding van de verontreinigingen. De verspreiding hangt af van plaats en tijdstip van het ongeval, de vrijkomende stof of -straling, emissieduur en -grootte en de effectieve bronhoogte. Verder spelen meteorologische parameters een rol: windrichting en windsnelheid en de veranderlijkheid daarvan, stabiliteit en het al of niet optreden van mist of regen. De meteorologische activiteiten na de melding van een calamiteit vinden plaats in twee fasen. Fase 1 omvat de bepaling van het verwachte verspreidingsgebied. In fase 2 worden de trajectoriën geconstrueerd. Deze constructie vindt nu nog plaats met de hand; in de toekomst zal dit met het LAM of een grenslaagmodel ook objectief kunnen gebeuren. Gedurende de gehele periode bewaakt de getijmeteoroloog het weer.

## 2. Volksgezondheid

### 2.1. LVO

Weersverwachtingen in verband met luchtverontreiniging (LVO) worden sinds 1 oktober 1972 op routinebasis uitgegeven. De verwachtingen betreffende meteorologische omstandigheden die LVO kunnen bevorderen. Er worden verwachtingen verstrekt op korte termijn (9 uur vooruit) en op langere termijn (dag 1, 2 en 3) aan de provinciale waterstaat Zuid-Holland, het Openbaar Lichaam Rijnmond, het RIV te Bilthoven en de SEP te Arnhem. Voor het optreden van luchtverontreiniging spelen de volgende meteorologische parameters een rol: windrichting (dd) en windsnelheid (ff), bewolking ( $N_h + N_m$ ), maximum- en minimumtemperatuur ( $T_n$  en  $T_x$ ), de hoogte en de sterkte van de inversie en stabiliteitskriteria voor de onderste 2 km van de atmosfeer. Uit deze gegevens wordt het accumulerend vermogen van de atmosfeer (AVA) afgeleid; het wordt uitgedrukt in een AVA-index die loopt van 1-100 (vgl. fig. 13.4). De AVA-index geeft de mate waarin meteorologische omstandigheden luchtverontreiniging bevorderen die ter plekke wordt uitgestoten. Hetzelfde geldt voor het direct met het AVA-index samenhangende

$$I_{AVA} = 10 \left[ \underbrace{\frac{\Delta\theta}{4}}_{\text{invloed}} + \underbrace{\frac{8}{\bar{U}_{24}} \times \frac{1600}{L_{\max}}}_{\text{invloed}} \right]$$

inversiestrekte ventilatie

restricties:  $\Delta\theta \leq 20 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow \Delta\theta/4 \leq 5$   
 $\bar{U}_{24} \geq 2 \text{ kts} \rightarrow 8/\bar{U}_{24} \leq 4$   
 $L_{\max} \geq 600 \text{ m} \rightarrow 1600/L_{\max} \leq 2.7$   
 $8/\bar{U}_{24} \times 1600/L_{\max} \leq 5$

$I_{AVA}$  : AVA-index  
 $\Delta\theta$  : inversiesterkte (=  $T_{0000}^{0000} + 5 \text{ }^\circ\text{C} - T_n T_n$  (hut) in graden celsius  
 $\bar{U}_{24}$  : etmaalgemiddelde (0-24<sup>u</sup>) v.d. windsnelheid in  $\frac{1}{2}$  m/s op 10 m.  
 $L_{\max}$  : maximale menhoogte in meters

Fig. 13.4 Definitie AVA-index

begrip "stagnatiedag". Men spreekt van een stagnatiedag als  $I_{AVA} \geq 50$ . Luchtverontreiniging kan echter ook afkomstig zijn van gebieden buiten onze grenzen, bijvoorbeeld het Ruhrgebied of de industriegebieden bij Luik en Antwerpen. Wanneer de meteorologische omstandigheden de aanvoer van luchtverontreiniging bevorderen spreekt men van één transportdag (zie fig. 13.5).

Voorwaarden transportdag:			
-	$225^\circ$	>	dd > $75^\circ$
-	$5 \text{ ms}^{-1}$	<	ff < $10 \text{ ms}^{-1}$
-	$T_x$	<	$10 \text{ }^\circ\text{C}$
-	de atmosferische opbouw tot 2000 m		
	of: neutraal tot hoogstens 1200 m, daarboven stabiel		
	of: stabiel tot minstens 600 m		

Fig. 13.5. Definitie transport

De begrippen stagnatiedag en transportdag spelen een rol bij het brandstoffeninzetplan centrales (BIPC) van de SEP. Dit plan is ontwikkeld, nadat de overheid besloot de aardgasvoorraden te reserveren voor huishoudelijke en hoogwaardige toepassingen. Daardoor raken de centrales in de 80-er jaren in toenemende mate afhankelijk

van stookolie, waardoor de SO<sub>2</sub>-uitworp toeneemt. Teneinde de hierdoor te verwachten luchtverontreiniging te beperken werd het BIPC opgesteld: de stookolie mag alleen gebruikt worden als verwacht mag worden dat de lvo bepaalde drempelwaarden niet overschrijdt.

Op stagnatiedagen en transportdagen moet daarom aardgas gebruikt worden voor de ondervuring van oliegestookte electriciteitscentrales als de voorbelasting met SO<sub>2</sub> bepaalde grensvoorwaarden overschreden heeft. Het BIPC heeft tot gevolg dat de SO<sub>2</sub>-uitworp tot 1985 groter is dan zonder BIPC; daarna is hij echter geringer. De hoeveelheid aardgas die zonder BIPC voor een periode van 10 jaar bedoeld was, wordt met BIPC verbruikt in een langere periode tot aan het moment waarop de oliegestookte centrales zijn afgeschreven.

Naast de LVO-verwachtingen van het KNMI spelen ook de metingen van het nationaal meetnet LVO (RIV) een rol bij de beslissing om van stookolie over te schakelen op aardgas. De effecten van deze omschakeling op de luchtkwaliteit worden gemeten met meetwagens en meetvliegtuigen.

## 2.2. Ontsmettingsregeling methylbromide

Voor de ontsmetting van kassen in het Westland wordt veel gebruik gemaakt van methylbromide. De methode heeft als bezwaar dat er methylbromide vrij komt, dat zich in een stabiele atmosfeer in te hoge concentraties kan handhaven. Met behulp van de zgn. stabiliteitsklassen van Pasquill kan een scheidingslijn getrokken worden tussen situaties waarin het verdunnend vermogen van de atmosfeer voldoende wordt geacht en situaties waarin dat niet het geval is. In de praktijk wordt echter gewerkt met een vereenvoudigde indeling waarbij uit een combinatie van bedekkingsgraad en gemiddelde windsnelheid wordt afgeleid of het verdunnend vermogen van de atmosfeer "gering" (ontsmetting niet toegestaan) dan wel "voldoende" (ontsmetting wel toegestaan) is.

Het KNMI levert om 11.15 uur een uitspraak over het verdunnend vermogen in de komende nacht en om 22.30 uur voor de volgende dag.

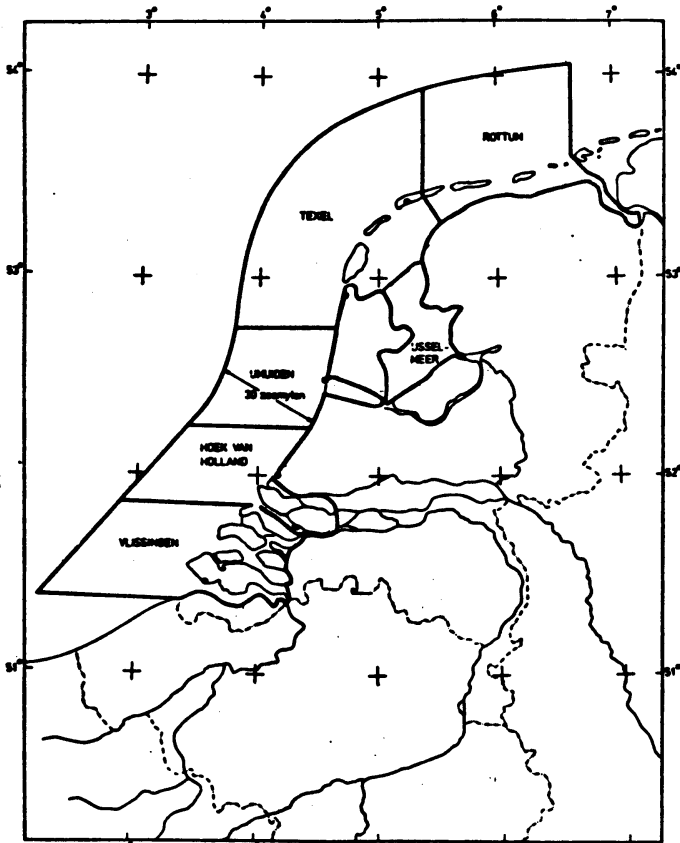
De 20 à 30 grondontsmettingsbedrijven kunnen de verwachting telefonisch opvragen bij een centrale antwoordtelefoon bij het Openbaar Lichaam Rijnmond. De verantwoording voor de toestemming tot ontsmetten berust bij de Directie Lucht van de Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiene. Het telefoonnummer wordt veel vaker gedraaid dan men op grond van het aantal ontsmettingsbedrijven zou mogen verwachten. Kennelijk draaien ook tuinders, die hun kassen willen laten ontsmetten of die zelf daarin bijvoorbeeld bespuitingen willen uitvoeren, het nummer in verband met hun planning.

## 3. Scheepvaart en off-shore industrie

### 3.1. WSWD

De wind- en stormwaarschuwingsdienst (WSWD) waarschuwt voor harde wind (7 Beaufort) en storm (8 Bft of meer). Daarnaast worden er t.b.v. de recreatie scheepvaart (w.o. plankzeilers) alleen via de radionieuwsdienst van het ANP ook waarschuwingen uitgegeven voor windkracht 6 Bft. Het waarschuwingsgebied omvat de Nederlandse kustwateren, het IJsselmeer ( $\geq 6$  Bft) en de Noordzee ( $\geq 7$  Bft). De kustwateren en de Noordzee zijn weer onderverdeeld in verschillende distrikten (zie fig. 13.6 en 13.7)

DISTRICTS—INDELING NEDERLANDSE KUSTWATEREN



• PLAKTS WAAR DAG- EN NACHTSEHEN WORDEN GEROOND

Fig. 13.6

DISTRICTS—INDELING NOORDZEE

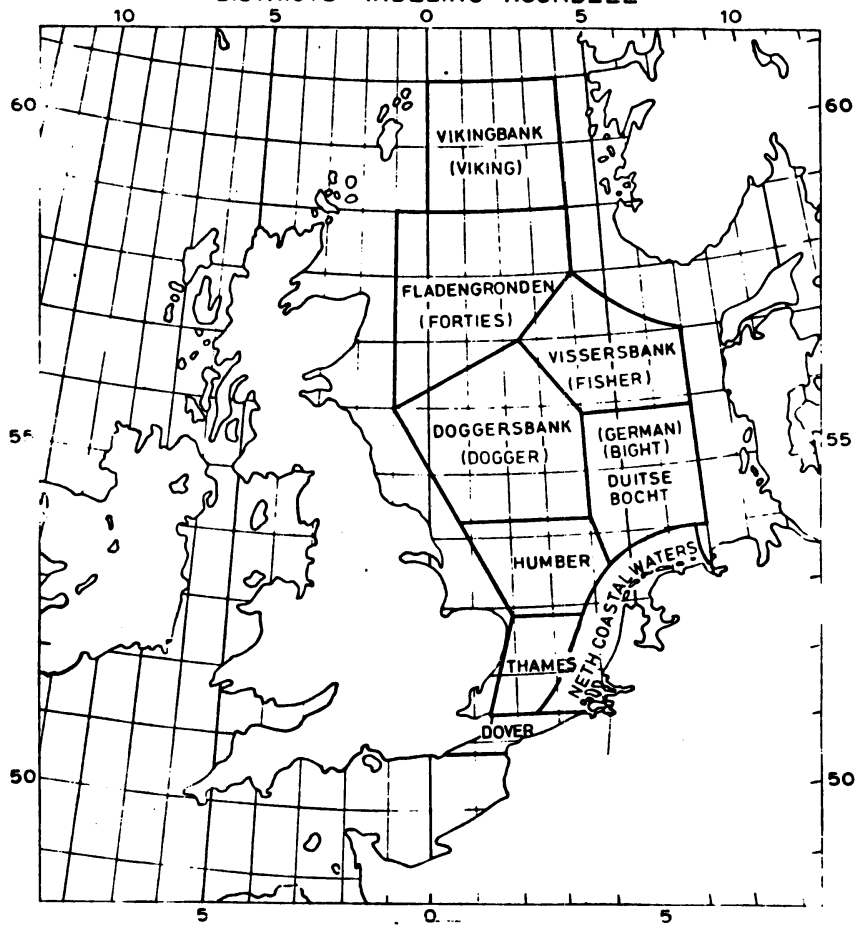


Fig. 13.7



Bij de uitgegeven waarschuwingen maakt men gebruik van de schaal van Beaufort (zie fig. 13.8).

Bft	officiëel	gemeten wind (praktijk)
7	28 - 33	27 - 31
8	34 - 40	32 - 37
9	41 - 47	38 - 43
10	48 - 55	44 - 50
11	56 - 63	51 - 57
12	> 63 kts	> 57 kts

Fig. 13.8

*Schaal van Beaufort voor harde wind (7) en storm (8 of meer). De officiële schaal is volgens de WMO-richtlijnen; de praktijkschaal wordt in de operationele dienst gebruikt.*

De officiële schaal wijkt wat af van de in de praktijk gemeten wind. Een waarschuwing wordt in principe uitgegeven 6 - 12 uur vóór het tijdstip waarop de in de waarschuwing genoemde windkracht verwacht wordt. Er wordt een "voorzichtige" tactiek gevolgd: het aankondigingspercentage ligt iets hoger dan het trefferpercentage. De waarschuwingen worden aangekondigd na Scheveningen Radio via de radio-nieuwsdienst en de vroege KNMI uitzendingen en door middel van visuele seinen. Radio Scheveningen verzendt de Nederlandse en de Engelse tekst van de waarschuwingen via radiotelefonie; de engelse tekst wordt tevens verzonden via radiotelegrafie. De visuele seinen bestaan uit ballen (windkracht 7) en kegels (windkracht 8 of meer); ze staan opgesteld te Hoek van Holland, IJmuiden, Den Helder en Ter-schelling. De waarschuwingen worden ingetrokken via "mededelingen voor de Scheepvaart" voor de Noordzee-distrikten nadat de wind is afgenomen tot 6 Bft of minder, voor de Nederlandse kustwateren en het IJsselmeer nadat de wind in het bewuste distrikt is afgenomen tot 5 Bft of minder.

De werkwijze bij het uitgeven van de waarschuwingen is als volgt: De meteoroloog die een weerkaart heeft geanalyseerd kan de windsnelheid op een bepaalde plaats afleiden uit het isobarenpatroon. Hij maakt daarbij gebruik van de afstand tussen de isobaren, het temperatuurverschil tussen water en lucht, de kromming van de isobaren, de waargenomen druktendensen en de geografische breedte. De resulterende wind wordt vergeleken met gerapporteerde gemeten of geschatte winden. Zo nodig worden geschatte winden gecorrigeerd voor verschillen tussen de officiële schaal en de praktijkschaal (fig. 13.8). Uitgaande van zo'n analyse en een aantal voorgaande analyses wordt het isobarenveld voor 6 - 18 uur vooruit berekend en de bijbehorende wind bepaald. De opgestelde prog wordt vergeleken met computerprodukten voor dezelfde tijdstippen. Een probleem bij het uitgeven van de waarschuwingen is dat de gedragslijn van andere landen soms afwijkt van de onze. Zo vallen de Engelse waarschuwingen vaak 1 Bft hoger uit dan de onze; het beleid van de Engelse weerdienst is mogelijk nog voorzichtiger dan het beleid dat het KNMI hanteert. De Duitse waarschuwingen nemen buienhalingen (kortstondige toename van de wind vóór of na een bui) wel mee, de Nederlandse waarschuwingen niet.

### 3.2. Scheepsweerbericht, boorplatforms en routing

Het scheepsweerbericht en de verwachtingen voor de boorplatforms worden opgesteld, uitgaande van hetzelfde kaartmateriaal dat bij de WSWD gebruikt wordt. Het scheepsweerbericht wordt verspreid via Scheveningen Radio; de verwachtingen voor de boorplatforms worden per telex naar de betrokken maatschappijen en boorplatforms verzonden. Laatstgenoemde verwachtingen bevatten gegevens over weer, wolken, zicht, temperatuur, wind, zeevang (hoogte, periode en deining). De verwachtingen voor boorplatforms voor meer dan 18 uur vooruit worden verzorgd door de dienst routing; deze dienst komt afzonderlijk aan de orde in hoofdstuk (14) (routing).

### 3.3. Deiningsverwachting Eurogeul

Ten behoeve van de grote mammoettankers die op Europoort varen is een vaargeul uitgegraven: de Eurogeul. Wanneer een tanker door deze geul heen vaart is de speling tussen de kiel van de tanker en de bodem van de geul betrekkelijk gering. Als de tanker gaat slingeren ten gevolge van dwarsinkomende zeevang of deining bestaat het gevaar, dat de kiel van de tanker de geulbodem raakt. Om dat te voorkomen worden de tankers niet binnengelaten wanneer er teveel zeevang of deining verwacht wordt. Het KNMI geeft zgn. "deiningsverwachtingen" uit die waarschuwen voor laagfrequent deining (met een periode van meer dan 10 s) met een energie-inhoud van  $150 \text{ cm}^2$  of meer, uit richtingen komend dwars of nagenoeg dwars op de Eurogeul. De verwachtingen worden verstrekt aan het CIC (Controle en Informatie Centrum van RWS te Hoek van Holland) en de Rijkshavenmeester ten behoeve van het binnenloodsen van olietankers met een diepgang van 65 voet (20 m) of meer. Genoemde laagfrequent deining ontstaat o.a. uit zeevangsvelden van 4-5 m op de Noordzee, komend uit noordwest tot noordoost; maar ook noord-zuid gerichte zeevangsvelden op het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan veroorzaken de hinderlijke deining in de Eurogeul als de golfhoogte 5-6 m bedraagt (tussen  $60^\circ$  en  $65^\circ$  NB) of meer dan 6.5 m (tussen  $65^\circ$  en  $70^\circ$  NB). Verder bevat óók het golfspectrum van het zeevangsveld dat bij 34 kts of meer ( $\geq 8$  Bft) lokale wind in het Eurogeulgebied wordt opgewekt (als deze wind minimaal 3 uur doorstaat), componenten van 10 sec. en een energie-inhoud van  $150 \text{ cm}^2/\text{sec}$ .

Deiningsberekeningen worden zowel met een computermodel uitgevoerd (GONO-model), zie hoofdstuk 9 (numerieke analyse; BK-4, GONO, WBN) als met de hand. Bij de handberekeningen wordt zowel uitgegaan van het actuele windveld (op dezelfde wijze als bij de stormwaarschuwingen uit de analyse van het luchtdrukveld afgeleid) als van het verwachte windveld. Wanneer aanstrijklengte, zeediepte en duur van de wind bekend zijn kan de hoogte van de zeevang bepaald worden. De afstand tot Eurogeul bepaalt of de deining nog voldoende energie-inhoud heeft. Als dat het geval is kan uit de periode en de afstand tot Eurogeul de aankomsttijd van de deining berekend worden. Tenminste 4 uur voordat de deining arriveert dient de waarschuwing te zijn uitgegaan.

## 4. Luchtvaart

Zie hoofdstuk 15.

## 5. Weg- en railvervoer

De Nederlandse Spoorwegen ontvangen gegevens over rijp, ijzel, sneeuw en temperaturen onder het vriespunt in verband met ijsafzetting op de bovenleidingen en het vastvriezen van de wissels. 's Zomers zijn er voor het weekend en in de vakantieperiode incidentele contacten over het te verwachten strandweer in verband met het inzetten van extra treinen naar Hoek van Holland en Zandvoort.

Met de weginformatiedienst van de Rijkspolitie (i.s.m. ANWB) bestaan sinds 1 januari 1970 kontakten over te verwachten gladheid en mist. Daarvoor bestond de waarschuwingdienst gladde wegen van RWS (sinds 1 december 1947), die alleen in uitzonderlijke situaties die niet voorzien konden worden door de kantonniers van RWS, waarschuwingen voor het optreden van gladheid uitgaf.

## 6. Bouwnijverheid

Ten behoeve van de bouwnijverheid worden in de periode van 1 november tot 1 april speciale verwachtingen uitgegeven. Deze bouwweerberichten werden in 1956 voor het eerst uitgegeven en hadden ondermeer als doel het vorstverlet te beperken. De verwachtingen bevatten zgn. "weerfasen" (zie fig. 13.9), verwachte maximum- en minimumtemperaturen en eventueel windgegevens.

weerfase:	gemiddelde temperatuur van 's ochtends 9 uur tot de volgende ochtend 9 uur:	in de nacht:
0	plus 4 °C of hoger	op de meeste plaatsen: geen vorst of niet meer dan 1 graad vorst
1	plus 4 °C of hoger	op vele plaatsen: meer dan 1 graad vorst
2	tussen 0° en plus 4 °C	op de meeste plaatsen: niet meer dan 2 graden vorst
3	tussen 0° en plus 4 °C	op vele plaatsen: meer dan 2 graden vorst
4	beneden 0 °C	op de meeste plaatsen: niet meer dan 5 graden vorst
5	beneden 0 °C	op vele plaatsen: 5 tot 10 graden vorst
6	beneden 0 °C	op vele plaatsen: meer dan 10 graden vorst

Fig. 13.9 Weerfasen, gebruikt in de weerberichtgeving voor de bouwnijverheid

## 7. Agrarische sector

De specifieke meteorologische voorlichting voor de agrarische sector omvat de volgende deelgebieden:

1. nachtvorstwaarschuwingen
2. waarschuwingen voor de aardappelziekte
3. mededelingen voor land- en tuinbouw
4. temperatuurverwachtingen t.b.v. de export
5. voorlichting tijdens de suikerbietencampagne

### 7.1. Nachtvorstwaarschuwingen

De term nachtvorst wordt gebruikt in het seizoen dat gewassen en producten uit land- en tuinbouw gevoelig zijn voor vorst.

In het voorjaar: april, mei, juni.

In het najaar : september, oktober, november.

In het voorjaar vooral t.a.v. jonge aardappelplanten en bloeiende bongerds, waarbij de eerste vruchtzetting plaats vindt.

In het najaar vooral voor bloemen en op het veld liggende producten als aardappelen, uien en suikerbieten.

Met de waarschuwingen werd gestart in 1920.

De term nachtvorst wordt in principe alleen gebruikt wanneer de gewone vorstterminologie (temperatuur om het vriespunt, lichte vorst, matige vorst, enz.) niet meer van toepassing is.

"Lichte nachtvorst" betekent dat aan het aardoppervlak (door uitstraling) de temperatuur wél tot onder nul daalt, maar in de waarnemingshut op 1½ m hoogte niet. Voor dit geval is het Engelse woord "groundfrost" beter van toepassing.

"Zware nachtvorst" betekent een minimumtemperatuur die ook in de hut tot iets onder nul komt, terwijl aan de grond waarden optreden van min 5 graden of nog lager!

#### 7.2. Waarschuwingsdienst voor aardappelziekte

De aardappelziekte, Phytophthora Infestans, treedt op in het bladgewas van de aardappelplant wanneer de "bladnatperiode" overdag groter is dan ca. 10 uur en de minimumtemperatuur boven de 10 °C blijft.

Men dient daartegen preventieve bespuitingen uit te voeren.

De waarschuwingsdienst dateert uit 1927.

#### 7.3. Mededelingen voor land- en tuinbouw

De rubriek bevat een weeroverzicht, weersverwachtingen, weerrapporten en speciale landbouwberichten, alsmede berichten van verschillende waarschuwingsdiensten.

Het weeroverzicht maakt in het bijzonder melding van die weersomstandigheden die van belang zijn voor de land- en tuinbouw, zoals hooi- en oogstwerkzaamheden, vooral tijdens de gras-, graan- en suikerbietencampagne. De berichtgeving dateert van 3 augustus 1947. Naast "vroeg" uitzendingen (05.45 uur (zomer) en 06.45 uur) is er de uitzending van 12.26 uur. Vroeger was dat 12.30 uur. Dit tijdstip rond half één is sinds de invoering in 1947 nimmer gewijzigd. Waarschijnlijk geniet het mede daardoor de grootste bekendheid. Het is ook het meestbeluisterde weeroverzicht van de radioberichtgeving. Hoewel de aankondiging nog steeds luidt: "Hier volgen mededelingen voor land- en tuinbouw" luisteren zeer veel gebruikers uit andere sectoren eveneens naar dit bericht. In de zomer vooral uit de recreatieve sector.

Bij de uitzending van 06.45 uur worden de etmaalwaarden voor de straling en van de verdamping (deze laatste niet in de winter) vermeld. In de uitzendingen kunnen op verzoek van de landbouwconsulentschappen waarschuwingen en adviezen van zeer uiteenlopende aard worden opgenomen.

#### 7.4. Temperatuurverwachtingen t.b.v. de export

Exporteurs van bloemen, fruit, groenten, consumptie- en pootaardappelen zijn met betrekking tot de aan te brengen voorzieningen bij de verpakking en het transport bijzonder gebaat bij informatie over de te verwachten maximum- en minimumtemperatuur tot twee dagen vooruit op de route en in de plaats van aflevering.

De berichtgeving voor de aardappelexport startte op 15-11-1946.

Die voor bloemen (via de veiling Bloemenlust te Aalsmeer) op 1-11-1952.

De aard van de berichtgeving is in de loop der jaren nogal eens gewijzigd.

Hoewel in het jaar 1970 zeker 600 exporteurs belangstelling hadden voor een groot export-temperatuurbulletin, is het nooit tot een brede verstrekking van een zo groot bulletin gekomen.

Het betrof leden van de Algemene Bond van groenten- en fruitexporteurs, van de VENEXA (exporteurs van aardappelen), van het bedrijf voor de groothandel in bloemkwekerijproducten en van de Nederlandse Federatie voor de handel in pootaardappelen.

#### 7.5. Voorlichting tijdens de suikerbietencampagne

Tijdens de jaarlijkse bietencampagne (oogst, bewaring, transport en verwerking) bestaat bij de betrokkenen (landbouw, binnenscheepvaart, suikerfabricage) behoefte aan goede informatie t.a.v. het te verwachten temperatuurverloop (in het bijzonder tijdige aankondiging van vorstperioden of te verwachten zware nachtvorst), het windveld op het IJsselmeer en de neerslagactiviteit.

De campagne strekt zich uit van midden-september tot eind-december. Na enkele jaren van incidentele voorlichting startte de georganiseerde voorlichting in samenwerking met Instituut voor Rationele Suikerproductie, gevestigd te Bergen op Zoom, op 1 november 1968.

Fig. 13.10 geeft voor het jaar 1980 een gedetailleerde verdeling van de teeltgebieden en de 11 aanwezige suikerfabrieken. Elke stip heeft betrekking op 100 ha teeltoppervlak. Suikerbieten worden in verscheidene gebieden eens per 4 jaar geteelt, in sommige gebieden zelfs eens per 3 jaar.

*Oppervlakte bieten; • = 100 ha; ■ = suikerfabriek.*



*Fig. 13.10  
Teeltgebieden van  
suikerbieten en  
suikerfabrieken  
(1980)*

## 7.6. Energievoorziening

Weersverwachtingen t.b.v. de energievoorziening dienen om een goede schatting te maken van het te verwachten gebruik aan electriciteit en gas.

### 7.6.1. Weersverwachtingen t.b.v. de electriciteitscentrale Zuid-Holland (EZH)

Dagelijks worden aan de EZH schattingen in Mwatt verstrekt van de volgende electriciteitsmaxima:

- a) de avondpiek van "vanavond"
- b) de ochtendpiek van "morgenochtend"
- c) de avondpiek van "morgenavond" (dus een voorlopige schatting)

Een meteorologische toelichting geeft inzicht in de onzekerheden in de te verwachten weersontwikkeling. De schattingen worden gemaakt aan de hand van een semi-objectieve methode, door op zogeheten basisgetallen meteorologische correcties voor bewolking (helderheid) en temperatuur toe te passen. De berichtgeving dateert van 1951.

### 7.6.2. Weersverwachtingen t.b.v. de samenwerkende electriciteitsproducenten, de SEP te Arnhem

In tegenstelling tot de schattingen in Mwatt aan de EZH worden aan de SEP dagelijks schattingen van de verwachte temperatuur op 5 stations en de helderheid in De Bilt verstrekt. Tevens worden de opgetreden waarden van de temperatuur en helderheden over het afgelopen etmaal opgegeven. Bovendien wordt een weersverwachting voor de eerstkomende 24 uur verstrekt, waarbij de nadruk op de helderheid komt te liggen. De berichtgeving liep in het begin via de EZH. Dit duurde van 1951 tot 1956. Vanaf 1956 gaan de verwachtingen rechtstreeks naar de SEP.

### 7.6.3. Weersverwachtingen t.b.v. de Nederlandse Gasunie te Groningen

In de periode van 1 oktober - 1 april krijgt ook de Gasunie, twee maal daags, meteorologische gegevens. Naast een tekstverwachting worden ook verwachte waarden van temperatuur, windsnelheid en helderheid verstrekt voor drie regio's (Noord, Randstad Holland en Zuidzuidoost). Aan de hand van deze meteorologische informatie maakt de Gasunie prognoses, die onder kritieke omstandigheden tot afschakeling van electriciteitscentrales kunnen leiden. Na kennisgeving hiervan door de Gasunie verzorgt het KNMI speciale aan de weersomstandigheden aangepaste oproepen via de nieuwsmedia m.b.t. het besparen op gas of verstandig met het gasgebruik om te gaan bij strenge vorst en aanhoudende koude, in het algemeen bij een verwachte gemiddelde etmaaltemperatuur beneden de  $-8^{\circ}\text{C}$ .

## 8. Openluchtrecreatie

### 8.1. Strandweer

Het is moeilijk om de aangenaamheid van het weer voor de openluchtrecreatie direct af te leiden uit de elementen die worden gevonden in de algemene weersverwachting: weer, bewolking, zonneshijn, windrichting en windsterkte, temperatuur. Daarom onderzochten Delver en Den Tonkelaar de correlatie tussen deze elementen en de individuele weerbeoordeling van de badgast en keken ze naar de spreiding in individuele beoordeling bij verschillende weersituaties. Uit de onderzoeken bleek dat de intensiteit van de zonnestraling, de windsterkte en de temperatuur (in deze volgorde) de belangrijkste factoren waren. Bij operationeel gebruik werkt men met de "effectieve bedekkingsgraad" in plaats van met de intensiteit van de zonnestraling (middelbare en hoge bewolking telt voor de bepaling van de effectieve bedekkingsgraad slechts voor de helft mee).

Met behulp van een diagram kan de meteoroloog uit zijn verwachting voor de effectieve bedekkingsgraad, de windsnelheid en de temperatuur bepalen welk strandweer verwacht kan worden: slecht, tamelijk slecht, matig, tamelijk goed, goed of zeer goed.

### 8.2. Recreatieve scheepvaart

Sinds 1980 worden naast de WSWD-waarschuwingen die via Scheveningen Radio worden verspreid ( 7 Bft) ook waarschuwingen uitgegeven voor windkracht 6 ten behoeve van de recreatieve scheepvaart. In een enkel overzicht wordt onder het hoofdje "verwachting voor de recreatieve scheepvaart" een afzonderlijke windverwachting gegeven voor het open water in Nederland. Zonodig wordt daarin ook iets gezegd over het zicht en gewaarschuwd voor windstoten.

### 8.3. Voorlichting t.b.v. postduivenconcoursen

In de jaren 70 heeft het KNMI vele jaren weerkundige voorlichting gegeven aan de Nederlandse Postduivenhouders Organisatie. De NPO verzorgde de verdere interne distributie binnen haar eigen organisatie, met name via de hoofdconcourseleider, die verantwoordelijk was voor de beslissing t.a.v. het lossen, niet lossen of uitstellen van de vlucht. Aan de hand van het vliegprogramma en de geplande lossingstijden werden voor de vliegtrajecten verwachtingen verstrekt van die meteorologische omstandigheden die van belang waren voor het verloop van de vlucht. Naast richting en sterkte van de wind, waren vooral van belang de vluchtbelemmerende factoren, zoals regen (vooral bij de start), mist (zowel op de lossingsplaats als langs de vluchtlijn), front-passage (vooral het kruisen van een warmtefront vanuit de warme sector), stratusbewolking op 200 m lager, onweer, hoge luchtvochtigheid (dauwpunt hoger dan 16 °C), tegenwind van meer dan 16 kts, en inversies, vooral die lager dan 1200 m en aanwezig in maritiem-subtropische lucht. Hoewel in de jaren van de meteorologische begeleiding het aantal rampvluchten aanzienlijk is gedaald, is na de wisseling van hoofdconcourseleider rond 1980 een eind gekomen aan de inschakeling van meteorologische voorlichting, die in het laatst van de periode verzorgd werd door de LMD te Schiphol.

HOOFDSTUK 14

ROUTERING

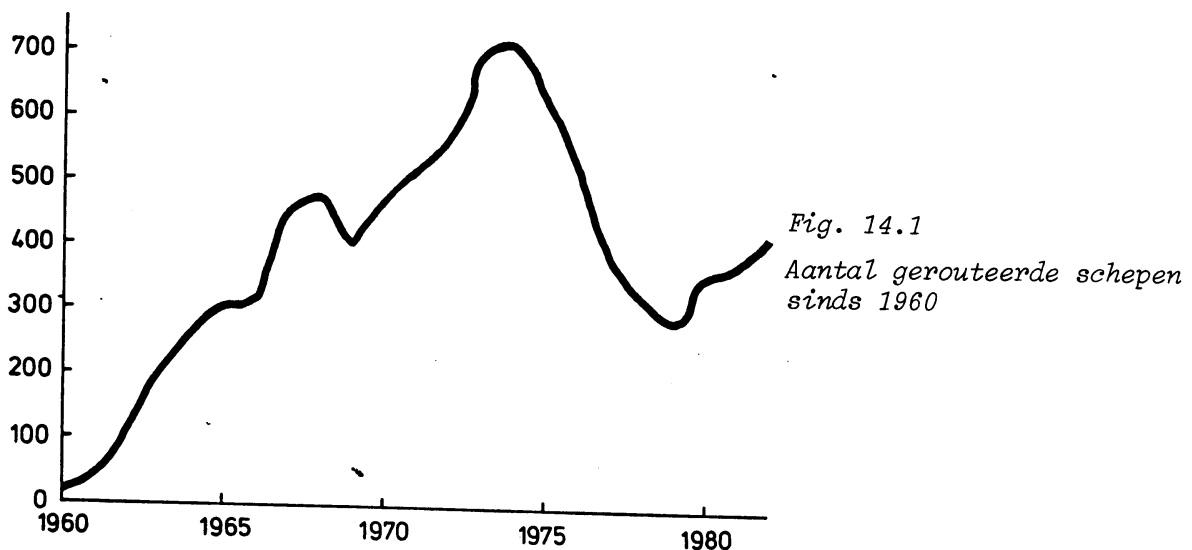
Op 9 februari 1960 ging het Bureau Routing van start met als taken:

- \* het verstrekken van route-adviezen aan gezagvoerders teneinde onder de heersende en verwachte weersomstandigheden een zo veilig en economisch mogelijke oversteek te maken.
- \* het verstrekken van verwachtingen speciaal voor wat betreft wind en golven op de Noordatlantische Oceaan, Noordzee en Middellandse Zee.

Aanvankelijk vormde tijdsbesparing het belangrijkste argument voor routing; thans is daar het argument van brandstofbesparing bijgekomen.

Fig. 14.1 geeft aan welke aantallen routeringen er werden verzorgd in de jaren dat het Bureau Routing werkzaam is. Na de energiecrisis van 1974 is een duidelijke teruggang te bespeuren. Er werden schepen afgestoten en men ging met grotere eenheden varen. Sinds 1979 is er weer een opgaande lijn te bespeuren, voornamelijk als gevolg van de sterk gestegen noodzaak brandstof te besparen.

Veel aandacht wordt nu geschonken aan acquisitie. Verder wordt belangstelling gekweekt bij potentiële klanten, bijvoorbeeld op zeevaartscholen.



Er is veel concurrentie van andere routeringsbureau, dus de kwaliteit is belangrijk. Via een evaluatieformulier wordt elke gezagvoerder geïnformeerd over het behaalde resultaat. Het werkgebied van het Bureau Routing omvat het noordelijk deel van de Atlantische Oceaan (zie fig. 14.2)



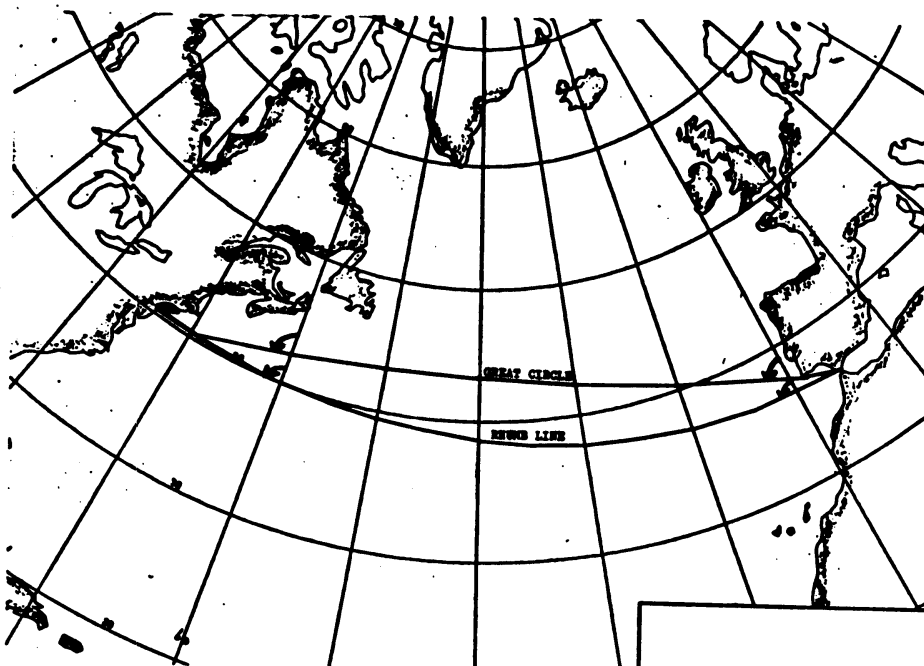


Fig. 14.2 Werkgebied van het Bureau Routing met voorbeelden van twee veel gevaren routes: de grootcirkel en de loxodroom (rhumb line)

### Werkwijze Routing

Bij het routeren van schepen gaat het erom de schepen in de kortst mogelijke tijd van de vertrekhaven naar de plaats van bestemming te krijgen.

Fig. 14.2 toont twee veelgekozen routes: de grootcirkel en de loxodroom (rhumb line). De grootcirkel is de kortste afstand tussen twee punten op aarde; wanneer de grootcirkel gevaren wordt moet de koers van het schip een of meer malen per dag veranderd worden.

De loxodroom is een rechte lijn op een zeekaart; de koers die gevolgd wordt verandert niet en de route voert zuidelijker. Hierdoor varen niet gerouteerde schepen vaak de loxodroom; de grootcirkel is echter een kortere route, zodat er -onder overigens gelijke omstandigheden- tijdswinst behaald kan worden door de grootcirkel te varen. Wanneer een schip door de grootcirkel te varen echter hoge golfvelden tegenkomt kan het verstandiger zijn om deze golfvelden heen te varen. De golven vertragen het schip en het slingeren van het schip kan gevaar opleveren voor de lading.

Om de plaatsen waar de golfvelden zich bevinden te weten te komen wordt tweemaal daags een golfkaart geanalyseerd. De kaarten laten de ligging van druksystemen en fronten zien, alsmede golfvelden met richting en hoogten van 2 meter en meer (fig. 14.3). De zeegang is aangegeven met getrokken lijnen en -pijlen; de deining met gestreepte lijnen en -pijlen. Bij het routeren tracht men hoge golven te vermijden, tegengolven te ontwijken en meegolven te benutten. Een veelgevolgde strategie is dan ook om, indien mogelijk, schepen die naar het westen varen ten noorden van de depressies langs te sturen (WB fig. 14.4) en de schepen die naar het oosten varen een route ten zuiden van de depressies te adviseren (EB fig. 14.4).

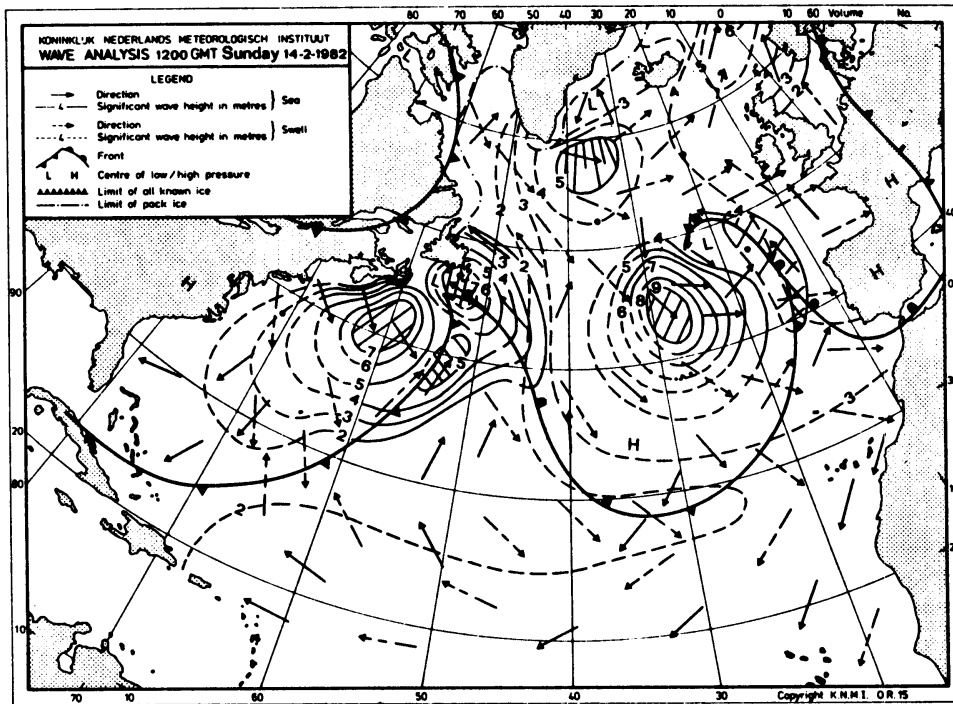


Fig. 14.3 Voorbeeld van een golfkaart

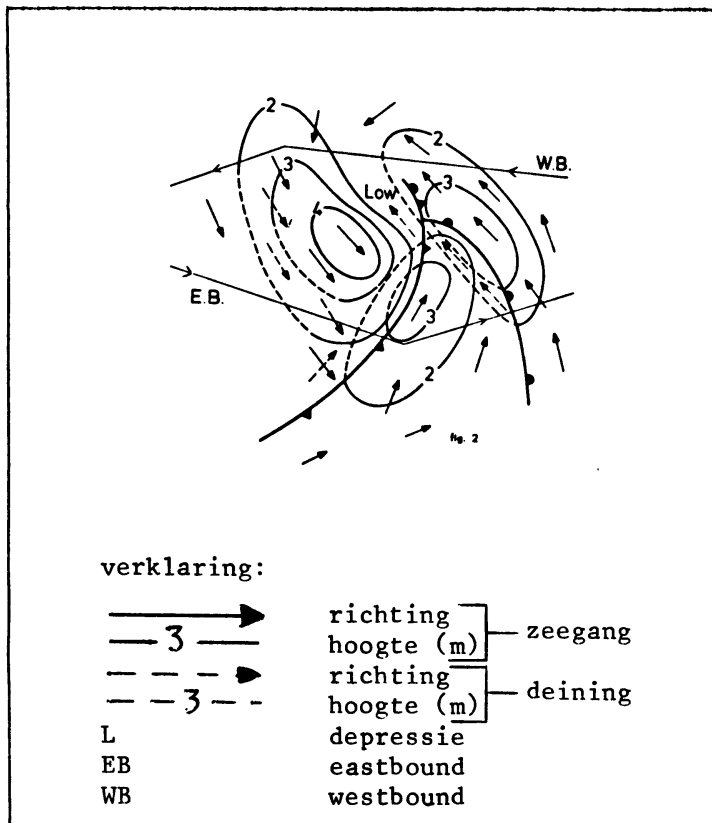


Fig. 14.4

Bij het routeren gevolgde taktiek:

schepen die naar het westen varen (WB) worden ten noorden van de depressie langs geleid; schepen die naar het oosten varen (EB) worden bezuiden om geleid.

In beide gevallen worden hoge golven vermeden en kan geprofiteerd worden van meegolven.

Het streven is om die route te adviseren die in de kortste tijd kan worden afgelegd (zgn. "least-time" varen). Om de "least-time" route te kunnen bepalen moet het verband tussen golfhoogte, vaarrichting t.o.v. de golven en snelheid van het schip bekend zijn. Dit verband kan worden afgelezen uit een "afvalgrafiek", die voor verschillende typen schepen beschikbaar is.

Achteraf wordt een verslag gemaakt van de verstrekte adviezen. De kortste afstandroute (grootcirkel) wordt dan vergeleken met de geadviseerde route en de "least-time" route.

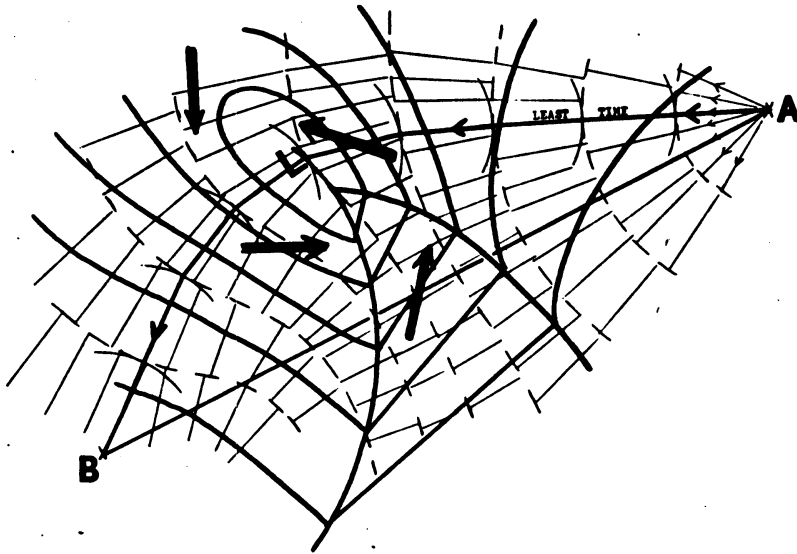


Fig. 14.5  
Evaluatie van  
routeringsadviezen

Fig. 14.5 geeft schematisch aan hoe de "least-time" route kan worden gevonden. De gestreepte krommen in de figuur verbinden punten waarop het schip zich op een bepaald tijdstip had kunnen bevinden. De kortste-afstand route is geen "least-time" route; dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de sterke vertraging die optreedt wanneer het schip door de warme sector van de depressie vaart.

Bij het verstrekken van routeadviezen wordt gebruik gemaakt van ECMWG-progs. Thans zijn deze tot 96 uur vooruit goed bruikbaar; bij langere verwachtings-termijnen neemt de bruikbaarheid af.

Resultaten

Fig. 14.6 toont de resultaten van de routing gedurende 10 winterseizoenen. Op oostgaande routes is de routing minder effectief dan op westgaande routes, waar de kans op vertraging groter is. Tijdwinst wordt vooral behaald als de weersomstandigheden nabij de grootcirkel slecht zijn. Globaal kan gesteld worden dat 80% van de routeringen succesvol is; 20% ervan had beter gekund of is een regelrechte misser.

TRAJECT	reisduurverschillen in uren t.o.v.						afstandsversch. in mijlen t.o.v. GROOTCIRKEL		
	AANBEVOLEN ROUTE			GROOTCIRKEL			least-time	aanbev. route	loxo-droom
	least-time	groot-cirkel	loxo-droom	least-time	aanbev. route	loxo-droom			
1. Europa - Caribische Zee	+ 1,3	- 6,8	- 2,3	+ 8,1	+ 6,8	+ 4,5	58,3	63,1	41,1
2. Caribische Zee - Europa	+ 1,0	- 1,0	- 3,5	+ 2,0	+ 1,0	- 2,5	16,3	17,3	60,9
3. Europa - Golf van Mexico	+ 3,1	-10,8	- 4,8	+13,9	+10,8	+ 6,0	132,3	141,8	109,6
4. Golf van Mexico - Europa	+ 2,6	- 0,7	-	+ 3,1	+ 0,7	-	33,5	43,5	-
5. Europa - Savannah	+ 4,8	- 2,4	- 4,5	+ 7,2	+ 2,4	- 2,1	109,3	127,2	81,7
6. Savannah - Europa	+ 1,2	- 1,7	-	+ 2,9	+ 1,7	-	28,7	30,7	-
7. Europa - New York*	+ 4,2	- 3,9	- 6,4	+ 8,1	+ 3,9	- 2,5	113,2	108,1	58,9
8. New York - Europa*	+ 1,9	- 0,6	- 0,9	+ 2,5	+ 0,6	- 0,3	22,9	33,7	33,0
9. Kanaal - New York**	+ 2,0	- 1,7	- 3,2	+ 3,7	+ 1,7	- 1,5	58,8	71,8	43,0
10. Tory I./Pentland F. - New York**	+ 2,0	- 1,7	- 2,8	+ 3,7	+ 1,7	- 1,1	49,2	62,8	28,8
11. New York - Europa**	+ 0,5	- 0,4	- 1,1	+ 0,9	+ 0,4	- 0,7	13,3	18,2	24,0
12. Europa - Grote Meren	+ 2,7	- 3,8	- 5,5	+ 6,5	+ 3,8	- 1,7	61,9	66,6	34,9
13. Grote Meren - Europa	+ 0,7	- 1,3	- 1,6	+ 2,0	+ 1,3	- 0,3	23,5	33,0	33,7
14. Gibraltar - Oostkust V.S.	+ 3,0	- 3,5	- 3,6	+ 6,5	+ 3,5	- 0,1	68,4	77,5	71,2
15. Oostkust V.S. - Gibraltar	+ 1,8	+ 0,1	- 2,4	+ 1,7	- 0,1	- 2,5	22,8	40,8	61,3

\* conventionele schepen  
\*\* container schepen

Fig. 14.6 Gemiddeld resultaat over 10 winterseizoenen

Toekomstige ontwikkelingen

In de toekomst zal het gebruik van ECMWF-produkten verder worden uitgebreid. Te denken valt aan verwachte golfkaarten voor het noordatlantisch gebied. Wanneer hiermee bevredigende resultaten geboekt worden, kan het werkgebied wellicht worden uitgebreid tot de Pacific.

HOOFDSTUK 15

METEOROLOGISCHE VOORLICHTING VAN DE LUCHTVAART

"The objective of meteorological service for international air navigation shall be to contribute towards safety regularity and efficiency of international air navigation". (ICAO Annex 3)

Het doel van de luchtvaartmeteorologie is het bevorderen van de veiligheid, de regelmaat en de doelmatigheid van het luchtverkeer. De luchtvaart is een belangrijke gebruiker van meteorologische informatie en de begeleiding van de luchtvaart vraagt een relatief groot deel van de personele en materiële middelen van het KNMI (zie fig. 15.1).

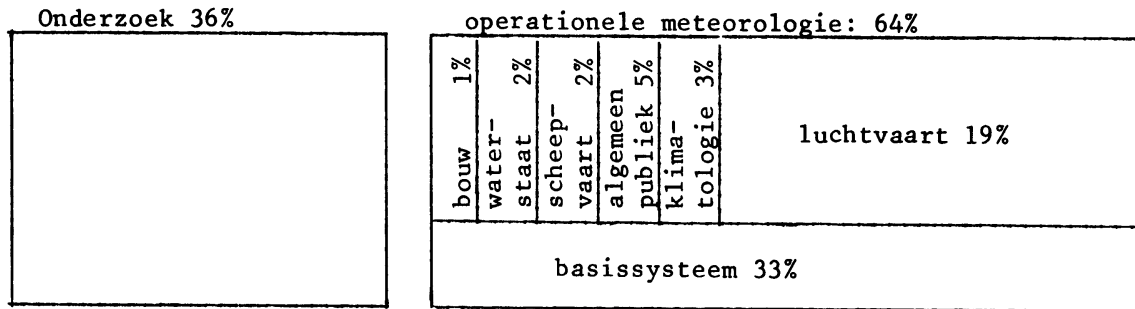


Fig. 15.1 Kosten van de meteorologische inspanningen in Nederland (f 60 miljoen, 1980)

In 1980 bedroegen de meteorologische inspanningen in Nederland 60 miljoen gulden. Ruim eenderde hiervan werd besteed aan onderzoek, de rest dekte de kosten van de operationele meteorologie. De helft van het budget van operationele meteorologie is nodig voor het basissysteem: de infrastructuur waaronder bijvoorbeeld vallen het weerschip, het waarnemingsnetwerk en het meedoen aan internationale afspraken en voorzieningen. De andere helft kan men opsplitsen in een aantal toepassingsgebieden. Uit fig. 15.1 blijkt dat voor de luchtvaart de meeste kosten worden gemaakt: 4x zoveel als voor het algemene publiek, 10x zoveel als voor de scheepvaart of voor de waterstaat en 10x zoveel als voor de bouw. De kosten worden echter volledig teruggewonnen: de Rijksluchtvaartdienst (RLD) betaalt het KNMI en verhaalt dit bijna geheel op de commerciële luchtvaart. Kosten van twee jaar terug vormende basis voor de users charges van nu (dus bijvoorbeeld de kosten van 1981 vormen de basis van de gelden die de luchtvaartmaatschappijen in 1983 moeten opbrengen).

In Europa werken 11 staten op deze manier; samen verhalen zij op de luchtvaartmaatschappijen een bedrag van \$ 200 miljoen.

Volgens een besluit van de International Civil Aviation Organisation (ICAO) worden de meteokosten geheel verrekend via de zgn. routeheffingen. Deze worden vastgesteld aan de hand van de door Eurocontrol geregistreerde vliegplangegevens. In de landingsgelden zijn dus geen meteo-kosten opgenomen. Door deze betalingsregeling worden momenteel de kosten van de meteorologische dienstverlening aan de lichte luchtvaart (nog) niet door deze gebruikersgroep gedragen.

De commerciële luchtvaart is als gevolg van de volledige doorberekening een zeer geïnteresseerde klant die wil weten wat de kwaliteit en de waarde is van het produkt waarvoor hij betaald. In de luchtvaartmeteorologie is dan ook, meer dan in andere toepassingsgebieden van de operationele meteorologie, goed bekend welke meteorologische informatie de gebruiker precies wil hebben. De vereiste dienstverlening wordt vastgesteld via internationaal overleg (ICAO/WMO) waarbij de gebruikersorganisaties zijn vertegenwoordigd.

(IATA: International Air Transport Association, IACA: International Civil Airport Association, IAOPA: International Council of Aircraft Owner and Pilot Associations).

Naast doorberekening van de kosten vertoont de luchtvaartmeteorologie nog de volgende kenmerkende aspecten:

- de gebruiker kent procedures, codes en vaktermen;
- de meteorologische informatie betreft een beperkte verwachtingsperiode (10 min. - 24 uur);
- de meteorologische informatie betreft ruimtelijk een zeer uitgebreide range (micro-schaal-mondiale stromingspatronen).
- de dienstverlening is via internationaal overleg tot in detail geregeld;

Voordat wij verder ingaan op het laatste punt lopen we eerst langs de historische ontwikkeling van de luchtvaartmeteorologie en het daarmee samenhangende internationale overleg.

### Geschiedenis

De luchtvaart en de meteorologie hebben elkaar in het verleden enorm gestimuleerd. Enerzijds had de luchtvaart zonder meteorologische begeleiding niet zo'n grote vlucht kunnen nemen, anderzijds hebben de vliegtuigwaarnemingen van de hogere luchtlagen de meteorologie sterk gestimuleerd.

We geven nu een aantal belangrijke jaartallen:

1873 oprichting IMO (International Meteorological Organization, voorloper van de WMO)

1904 eerste vlucht van een vliegtuig met een motor: 350 kg (vliegtuig + bestuurder) maakte een vlucht van 255 m. Op de avond van de eerste vlucht zette een windstoot het vliegtuig op zijn kant; hierdoor was de noodzaak van meteorologische begeleiding van de luchtvaart al vanaf het prille begin duidelijk.

1919 eerste lijndienst (London-Parijs)

IMO richt een commissie op voor luchtvaartmeteorologie: CAeM

Paris Air Convention met de oprichting van een nieuwe internationale organisatie, de ICAN (International Conference for Air Navigation)

1944 Conventie van Chicago met de oprichting van de ICAO.

1946 De IMO wordt WMO; de CAeM blijft bestaan als onderdeel van de nieuwe organisatie.

1980 Boeing 747, startgewicht 372000 kg maakt vluchten van 11000 km. In 75 jaar tijd blijkt de prestatie vergroot met een factor  $5 \times 10^7$ .

### Internationale samenwerking

De opzet van de hiergenoemde internationale organisaties vertoont parallellen (zie fig. 15.2). De regionale indelingen wijken echter wat van elkaar af. De ICAO regelt internationale samenwerking in de luchtvaart, de WMO de samenwerking op het terrein van de meteorologie. De luchtvaartmeteorologie ressorteert onder beide organisaties, waardoor voorschriften en aanbevelingen op dit gebied worden ontwikkeld in zgn. conjoint meetings, bijeenkomsten waaraan zowel de CAeM van de WMO als de ICAO deelnemen. Voorbeelden van zulke conjoint meetings zijn de Air Navigation Conferences en de Divisional Meetings van ICAO indien deze ook meteorologische onderwerpen bespreken. Voor de luchtvaartmeteorologie is het belangrijkste document de ICAO Annex 3: "Meteorological Service for International Air Navigation".

Dit document is gelijkloidend aan Chapter C.3.1. van de WMO Technical Regulations; het bevat de voorschriften en procedures betreffende de dienstverlening aan de luchtvaart en de eisen (nauwkeurigheid en betrouwbaarheid) waaraan waarnemingen en verwachtingen moeten voldoen.

WMO	ICAO
WMO World Meteorological Organization Congress (154 members) (154 members) Executive	ICAO International Civil Aviation Organization Assembly (150 Contracting States) Council (33 leden) Air Navigation Commission (15 leden)
<u>Worldwide</u>	
Sessions Technical Commissions	Air Navigation Conferences Divisional Meetings
<u>Regional</u>	
Sessions Regional Associations	Regional Air Navigation Conferences
I Africa	AFI
II Asia	MID/SEA
III South America	CAR/SAM
IV North and Central America	NAM
V South-West Pacific	PAC
VI Europe	EUR NAT
<u>Voorschriften</u>	
Technical Regulations Manuals	Annexes Air Navigation Plans Procedures for Air Navigation Services Regional Supplementary Procedures

Fig. 15.2 Internationale organisaties

De deelnemende landen zijn onderling de volgende verplichtingen aangaan:

- weerbewaking en weerrapportering m.b.t. luchthavens
- luchthavenverwachtingen en landingsverwachtingen
- weerbewaking en waarschuwingen m.b.t. nationale luchtruim
- radiouitzendingen met meteorologische informatie t.b.v. luchtverkeer
- voorlichting t.b.v. vluchtvoorbereiding

Bij de meteorologische voorlichting van het internationale luchtverkeer wordt gebruik gemaakt van gegevens die verspreid worden via het GTS (basic data), het AFTN en het MOTNE (operationele weersinformatie: actuele weerrapporten verwachtingen en waarschuwingen).

De produktie van de vluchtverwachtingen (hoogtewinden, temperatuur, significante weersverschijnselen) is gecentraliseerd via internationale samenwerking d.m.v. het WAFS (World Area Forecast System) met mondiale centra (WAFS) in Washington en London en met 14 regionale centra (RAFC).

De meteorologische basisgegevens benodigd voor het functioneren van de mondiale en regionale centra in het WAFS moeten beschikbaar zijn via de voorzieningen van de WWW.

#### Luchtvaartmeteorologische voorzieningen in Nederland

De meteorologische voorlichting aan de civiele luchtvaart in Nederland wordt uitgevoerd door de Luchtmeteorologische Dienst (LMD). Het dienstonderdeel ressorteert onder de hoofdafdeling Operationele Dienst (OD) van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)(zie bijlage, fig. 2)

Gezien de internationale afspraken over de meteorologische dienstverlening moet de taak van de LMD beschouwd worden als een onderdeel van de totale inspanning van de Nederlandse Staat ten behoeve van de veiligheid van het luchtverkeer. De kosten van de LMD worden bij de afdeling Luchtverkeersbeveiliging (LVB)(van de Rijksluchtvaartdienst) in rekening gebracht. Tevens worden alle bouwkundige- en technische voorzieningen die op de luchthavens ten behoeve van de LMD nodig zijn door de LVB verzorgd.

De meteorologische dienstverlening omvat de volgende activiteiten:

1. meteorologische voorlichting m.b.t. de luchthavens
  - . weerbewaking en weerrapportering
  - uitgifte van verwachtingen en waarschuwingen
  - verzorging van radio-uitzendingen
2. meteorologische voorlichtingen m.b.t. het Nederlands luchtruim
  - continue bewaking AMSTERDAM FIR
  - uitgifte waarschuwingen en hoogtewinden
3. meteorologische voorlichting t.b.v. flight planning
  - rechtstreekse voorlichting op de luchthavens
  - voorlichting per telefoon, telex of teletekst

#### Weerbewaking en weerrapportering

Op de vier luchthavens waar verkeersleidingsdiensten zijn gevestigd (Schiphol, Rotterdam, Eelde en Zuid-Limburg) worden door LMD-stations meteorologische waarnemingen verricht.

Ten behoeve van het lokale luchtverkeer vindt in de operationele perioden (waar mogelijk) een ononderbroken bewaking van de weersomstandigheden op de luchthaven plaats. De rapportering heeft de vorm van het "*report for take-off and landing*" dat verspreid wordt via de door de LVB ingerichte informatiesystemen (bedrijfstelevisie). De rapporten worden op routinebasis halfuurlijks opgesteld (*routine reports*) en, indien veranderingen in het weer dit noodzakelijk maken, aangevuld met extra meldingen (*special reports*). Voor gebruik buiten de luchthaven worden de halfuurlijkse waarnemingen verspreid via de daartoe bestemde telexnetwerken in een internationale code METAR (van METeorological Aerodrome Report). De METAR is een zgn. "self evident code form", die met een minimum aan toelichting kan worden gelezen.

De routineberichten worden op alle luchthavens zonder onderbreking opgesteld; de continue weerbewaking nodig voor het eventueel uitgeven van special reports, kan op de regionale luchthavens niet volledig worden gehandhaafd i.v.m. de beperkte bezetting (zie fig. 15.3).

Door middel van automatische verwerking worden de elementen wind en runway visual range (RVR) vrijwel in "real-time" met een zeer hoge verversingsfrequentie (RVR elke halve minuut) aan de verkeersleiding gerapporteerd.



### Verwachtingen en waarschuwingen

Voor alle luchthavens worden landingsverwachtingen (*landing forecasts*) uitgegeven. Deze verwachtingen worden toegevoegd aan de METAR-rapporten in de internationale code TREND. De TREND is een verwachting in verkorte vorm van zicht, wolkenbasis en significant weer geldig voor de twee uren volgend op het tijdstip van waarneming van de bijbehorende METAR. Omdat deze verwachtingen alleen door een meteoroloog ter plaatse kunnen worden opgesteld, worden op de regionale luchthavens landingsverwachtingen slechts gedurende een deel van het etmaal uitgegeven (zie fig. 15.3).

Ten behoeve van flight planning worden zgn. luchthavenverwachtingen (*aerodrome forecasts*) opgesteld. Deze verwachtingen worden verspreid in de internationale code TAF (van Terminal Aerodrome Forecast). De TAF is qua code analoog aan de METAR en eveneens self-evident. Ten behoeve van het Europese luchtverkeer worden elk drie uur TAF's uitgegeven met een geldigheidsperiode van 9 uren: 0100-1000, 0400-1300, 0700-1600, enz.

Hiernaast vindt voor het lange afstandsverkeer 4 maal daags de uitgifte plaats van TAF's geldig voor de periode van 6 uur tot 24 uur na het tijdstip van opstelling (zie overzicht). Via de bedrijfstelevisie wordt de TAF van de eigen luchthaven intern verspreid. Op Schiphol is bovendien de TAF van Rotterdam in de TV-verspreiding opgenomen.

Voorts worden aan de havendiensten, indien nodig, waarschuwingen verstrekt m.b.t. verwachte meteorologische omstandigheden van belang voor geparkeerde vliegtuigen, banen en platforms, zoals bijv. hevige windstoten, sneeuwval, ijsafzetting of opvriezen van natte baangedeelten. Deze berichten zijn internationaal gekenmerkt als *aerodrome warnings* en worden verspreid in verstaanbare taal.

Tenslotte worden t.b.v. de planning van de start op verzoek zgn. *take-off forecasts* opgesteld. Deze verwachtingen betreffen het verwachte gedrag van grondwind, luchttemperatuur en luchtdruk in de komende twee uren.

### Radio-uitzendingen

De verspreiding van het report for take-off and landing naar het betrokken luchtverkeer vindt normaliter plaats via automatische radio-uitzendingen, de "Automatic Terminal Information Service" (ATIS). Het inspreken van de meteorologische- en operationele informatie is, om een zo snel mogelijk "updating" te bereiken, gedelegeerd aan de LMD. ATIS-uitzending vindt te Schiphol continu plaats, op de overige luchthavens zoveel mogelijk gedurende alle operationele perioden (zie overzicht).

Ten behoeve van het luchtverkeer in de en route-fase zijn in internationaal verband de zgn. VOLMET-uitzendingen ingesteld. De VOLMET-uitzending voor AMSTERDAM FIR (Amsterdam Flight Information Region, de luchtruimte waarvoor Nederland verantwoordelijk is) is de *Amsterdam MET Broadcast*, waarin de halfuurlijkse METAR's en TREND's van de luchthavens Amsterdam, Rotterdam, Brussel Düsseldorf, Hamburg, Bremen, Kopenhagen en London Heathrow zijn opgenomen.

### Bewaking AMSTERDAM FIR

Het LMD-station te Schiphol is als *Meteorological Watch Office (MWO)* aangegeven voor de meteorologische bewaking van de AMSTERDAM FIR. Bij het optreden of verwachten van voor het luchtverkeer potentieel gevaarlijke weersomstandigheden worden waarschuwingen uitgegeven. Hiernaast is het MWO Schiphol verantwoordelijk voor de afhandeling van alle verzoeken om weersinformatie tijdens de vlucht die via het Flight Information Centre Amsterdam binnenkomen.

### Waarschuwingen en hoogtewinden

Indien de weersontwikkeling in de AMSTERDAM FIR dit noodzakelijk maakt wordt t.b.v. het commerciële luchtverkeer een waarschuwing opgesteld die als SIGMET (van SIGnificant METeorological message) wordt aangeduid. Voor meteorologische verschijnselen die uitsluitend voor het lichte luchtverkeer gevaar kunnen opleveren worden geen SIGMET's uitgegeven. De inhoud van de SIGMET is weergegeven in "abbreviated plain language". De verspreiding van SIGMET's naar het luchtverkeer in de EHAM FIR wordt verzorgd door ACC als "directed transmission". Hiernaast vindt internationale uitwisseling van SIGMET's plaats. ACC ontvangt van de LMD ook SIGMET's van aangrenzende FIR's om het luchtverkeer dat zich naar die gebieden begeeft te kunnen waarschuwen. Evenzo worden de Nederlandse SIGMET's via telex naar de aangrenzende ACC gezonden om het luchtverkeer op weg naar Nederland te waarschuwen.

Ten behoeve van het lichte luchtverkeer wordt indien nodig een speciale waarschuwing opgesteld, de *Special MET warning for light aircraft*. Deze waarschuwingen worden door het Vlucht Informatie Centrum Amsterdam omgeroepen en voorts per telefoon verspreid naar de betrokken GA-velden. Er worden geen waarschuwingen uitgegeven voor ongunstige weersomstandigheden die in de routineverwachtingen en overzichten tijdig zijn aangekondigd.

Verwachte hoogtewinden ten behoeve van SARP-verkeersleidingssysteem worden viermaal daags verstrekt. Indien nodig worden de hoogtewinden gespecificeerd voor de verschillende airway segmenten.

### Rechtstreekse voorlichting t.b.v. flightplanning

Op alle luchthavens is ten behoeve van de vluchtvoorbereiding *briefing and consultation* beschikbaar. Naast de mondelinge voorlichting wordt voor de internationale vluchten op verzoek *flight documentation* samengesteld. Voor het commerciële verkeer worden deze uitgifte en inhoud van de vluchtfolder via overleg met de operator geregeld. De vluchtdocumentatie omvat meestal één of meer hoogtestromingskaarten, de Significant Weather Chart (SWC, kaart van de relevante weersomstandigheden tijdens de vlucht) en de TAF's van bestemming en uitwijkhavens.

### Voorlichting per telefoon

De telefonische voorlichting vindt plaats via automatische apparatuur en op individuele aanvraag. Voor de lichte luchtvaart wordt door Schiphol een speciaal weerbulletin uitgegeven en via telefoonbeantwoordingapparatuur beschikbaar gesteld. Dit systeem is in de meeste staten van West-Europa in gebruik en wordt aangeduid met de afkorting ATAS (van Automatic Telephone Answering Service).

Het Weerbulletin voor de lichte luchtvaart wordt overdag elke drie uur uitgegeven en heeft een geldigheidsduur van 6 uren.

Een belangrijk onderdeel van dit bericht vormt de zgn. GAFOR (van GA-FORecast) waarin de verwachte vliegcondities in Nederland per distrikt in 4 operationele klassen worden aangegeven, nl. O = open, D = Difficult, M = Marginal en X = closed.

Bij het gebruik van het telefonische weeroverzicht is het de bedoeling dat bij de verwachtingen D en M geen vlucht wordt ondernomen alvorens nadere inlichtingen bij een LMD-station zijn ingewonnen.

Behalve via ATAS wordt het overzicht per telex naar de overige LMD-stations verzonden (zie ook Teletekst). De GAFOR wordt internationaal uitgewisseld met West-Duitsland en Denemarken.

Telefonische contact met een meteoroloog van één van de LMD-stations is de aangewezen weg bij de voorbereiding van vluchten die vanaf terreinen plaatsvinden waar geen meteo en verkeersleidingsdiensten zijn gevestigd.

Volgens internationale maatstaven is de voorziening van meteorologische informatie voor flightplanning op de zgn. groene velden voldoende geregeld indien daar een telefoon en een telefoonnummer van een voorlichtingsdienst beschikbaar zijn. Een GA-piloot kan voor een vlucht vanaf één van de groene velden ook een gedocumenteerde verwachting krijgen, mits hij de moeite wil nemen de verwachting bij het betrokken LMD-station te komen ophalen.

Naast telefonische verzoeken om inlichtingen vanaf luchtvaartterreinen wordt veelvuldig meteorologische informatie verstrekt aan vliegers die hun vluchtvoorbereiding thuis uitvoeren. Vooral in de winter zal de GA-piloot alvorens naar het vliegveld te komen zich ervan willen overtuigen dat een overlandvlucht mogelijk is.

Ook een groot deel van de inlichtingen t.b.v. commerciële vluchten wordt per telefoon afgehandeld. Dit hangt o.a. samen met de aanzienlijke loopafstanden die op de luchthavens moeten worden overbrugd; met name de voorlichting van de Dienst Luchtvaart van de Rijkspolitie en de bedrijven op Schiphol-Oost (KLM Helicopters) vindt bijna geheel per telefoon plaats.

In verband met de sterke werkbelasting die dit voor de meteorologen veroorzaakt, wordt er naar gestreefd dit telefoonverkeer terug te dringen door bij de luchtvaartmaatschappijen het gebruik van geautomatiseerde voorzieningen te propageren (aansluiting op LVB informatie-systemen, meelezers op meteorologisch telexverkeer).

#### Voorlichting per telex

De meteorologische informatie die nodig is voor de vluchten die vanaf Eindhoven plaatsvinden wordt door Schiphol verzorgd en hoofdzakelijk via telex verzonden. Naast een vast telexprogramma met METAR's en TAF's dat via de MOTNE-automaat wordt verzonden, worden routeverwachtingen te Schiphol opgesteld in een daartoe voorgeschreven code en per openbare telex naar Philips Vliegdiens of Afhandeling Welschap verzonden.

Ook ten behoeve van de voorlichting van KLM Helicopters wordt van telex gebruik gemaakt.

#### Teletekst

Een veelbelovende ontwikkeling is het gebruik van Teletekst voor de verspreiding van het weersoverzicht voor de lichte luchtvaart. Dit medium komt tegemoet aan de behoefte van de GA-piloot om de vluchtvoorbereiding reeds thuis ter hand te nemen. De visuele informatie zal minder gauw tot fouten aanleiding geven dan een telefoonbericht.

Verder is de informatie voortdurend toegankelijk (het telefonisch weerbulletin is door overbelasting van de lijnen vaak niet onmiddellijk te beluisteren). De verspreiding per teletekst vraagt van de LMD relatief een geringe personele inspanning. Waarschijnlijk zullen binnen afzienbare tijd alle GA-vliegers over een ontvangstmogelijkheid beschikken. Het ligt in de bedoeling in 1982 alle LMD-balies van een op Teletekst-GA afgestemde TV-ontvanger te voorzien.

In de loop van deze zomer zal ook een pagina met actuele weerinformatie van de Nederlandse vliegvelden (verversing per half uur) worden opgenomen.

De tijden zijn vermeld in GMT.

De dienstuitvoering op de luchthaven Eelde is gedurende de weekeinden enigszins afwijkend. In het algemeen is de toestand gedurende de winter-tijd weergegeven.

	<u>Schiphol</u>	<u>Eelde</u>	<u>Rotterdam</u>	<u>Zuid-Limburg</u>
<u>Waarnemingen</u>				
Weerbewaking	00-24	07-19	06-21	06-15
routinereports	00-24	00-24	00-24	00-24
METAR's	00-24	00-24	00-24	00-24
ATIS	00-24	0530-1730	0500-2000	in voorbereiding
<u>Verwachtingen</u>				
TREND's	00-24	07-19	07-21	07-15
9-uur TAF's:				
01-10	x	-	x	-
04-13	x	x	x	x
07-16	x	x	x	x
10-19	x	x	x	x
13-22	x	x	x	x
16-01	x	x	x	x
19-04	x	x	x	x
22-07	x	-	x	x
18-uur TAF's:				
0600-1800	x	-	x	-
0600-2400	x	-	x	-
1200-0600	x	-	x	-
1800-1200	x	-	x	-
Aerodrome warnings	00-24	06-19	00-24	06-15
Take-off forecast		-----op verzoek-----		
<u>Info t.b.v. flightplanning</u>				
Briefing	00-24	00-24	00-24	00-24
Consultation	00-24	05-19	05-21	06-15
<u>Bewaking AMSTERDAM FIR</u>				
SIGMET's	00-24			
Warning Light Aviation	daylight			
SARP hoogtewinden	04-10			
	10-16			
	16-22			
	22-04			
<u>Weeroverzicht lichte luchtvaart</u>				
ATAS/teletekst		<u>zomertijd</u>	<u>wintertijd</u>	
		03-09	-	
		07-13	06-12	
		10-16	09-15	
		13-19	12-SS	
		15-SS	15-SS	

Fig. 15.3 Overzicht van LMD-voorzieningen t.b.v. het luchtverkeer

	SCHIP- HOL	ROTTER- DAM	EELDE	ZUID- LIMBURG
<u>Voor inkomend verkeer met bestemming:</u>				
Schiphol )	2920			
Rotterdam ) luchthavenver-	1095	1825		
Eelde ) wachtingen met	872		1318	
Zuid-Limburg ) geldigheid 9 uur	1274			1136
Schiphol ) luchthavenver-	1460			
Rotterdam ) wachtingen met	1460			
Schiphol )	17520	10935		
Rotterdam )				
Eelde ) landingsverwachtingen			6996	
Zuid-Limburg )				7811
<u>Voor uitgaand verkeer:</u>				
Gedocumenteerde vlucht- voorlichting:				
- transatlantisch	4219			
- overige vluchten	65835	7592	1550	3239
- lesvluchten Rijksluchtvaartschool			2030	
Niet gedocumenteerde vluchtvoorlichting:				
- binnenland		13685	4610	5422
- buitenland		2750	1328	1490
- telefonische weerbericht	2007			
- Aantal oproepen	197512			
- Gebiedsverwachtingen (in code)	1642			
- Gebiedsverwachtingen (in kaartvorm)	1095			
<u>Overige verwachtingen:</u>				
Hoogtewind verwachtingen	1460			
Voorlichting Rijksluchtvaartschool			455	
Voorlichting Nationale Luchtvaartschool				232
Voorlichting Havendienst en KLM vluchtplanning				
Verwachting t.b.v. luchthaven	1095			
Route verwachtingen t.b.v. Eindhoven	1418			
<u>Waarschuwingen voor de luchtvaart:</u>				
Voor het Nederlands verkeersgebied	53			
Voor de toestand van de banen	272	61		147

Fig. 15.4 Aantallen opgestelde verwachtingen en waarschuwingen in 1981

### Toekomstige ontwikkelingen

De luchtvaart is steeds nauw verbonden geweest met de meteorologie en verwacht mag worden dat dit zo zal blijven. Het veiligheidsaspect van de meteorologische begeleiding maakt echter steeds meer plaats voor het aspect van de economische factoren (besparen op brandstofkosten). In de toekomst zullen daarom de eisen aan meteorologische informatie voor en tijdens de vlucht worden aangeschept. Een perfect lopend communicatiesysteem wordt steeds belangrijker. Onvolledige meteorologische informatie m.b.t. bestemming en uitwijkhavens heeft extra brandstofgebruik tot gevolg, omdat men zich in moet stellen op verder weggelegen uitwijkhavens, waarvan wel verwachtingen beschikbaar zijn. Een goede infrastructuur zal dus meer dan ooit een noodzakelijk voorwaarde zijn om het doel van de meteorologische begeleiding van de luchtvaart te kunnen bereiken.

VERIFICATIE

HOOFDSTUK 16

VERIFICATIE, EVALUATIE EN ECONOMISCH NUT VAN VERWACHTINGEN

Na het uitbrengen van het weerbericht vindt er achteraf verificatie plaats: er wordt gekeken of het produkt de moeite waard. De verificatie dient een aantal doelen, die voor producent (meteoroloog), consument, gebruiker en onderzoeker verschillend liggen.

De producent kan de verificatie benutten voor het opsporen van zwakke schakels in het produktieproces systematisch fouten. Verder krijgt hij inzicht in het nut van bepaalde investeringen. Bovendien kan de verificatie aanwijzingen opleveren voor de organisatievorm waarbij de beste resultaten behaald worden. Voor de consument-gebruiker ontstaat door verificatie inzicht in het economisch nut van weersverwachtingen. Zonodig kan de presentatievorm worden aangepast aan de specifieke eisen van gebruikers. (Aan de hand van een voorbeeld zullen we verderop echter zien dat het verband tussen de kwaliteit van de verwachtingen en economisch nut niet eenduidig is aan te geven.) Verder kan de gebruiker nagaan welke beslissingen hij op basis van de verwachtingen verantwoord kan nemen. De onderzoeker tenslotte kan de verificatie gebruiken bij het testen van modellen en bij het ontwikkelen van objectieve methoden.

Fig. 16.1 geeft een voorbeeld van de resultaten van zo'n modellentest; het ECMWF-model bezit de hoogste kwaliteit en is sindsdien de belangrijkste basis voor de meerdaagse verwachting.

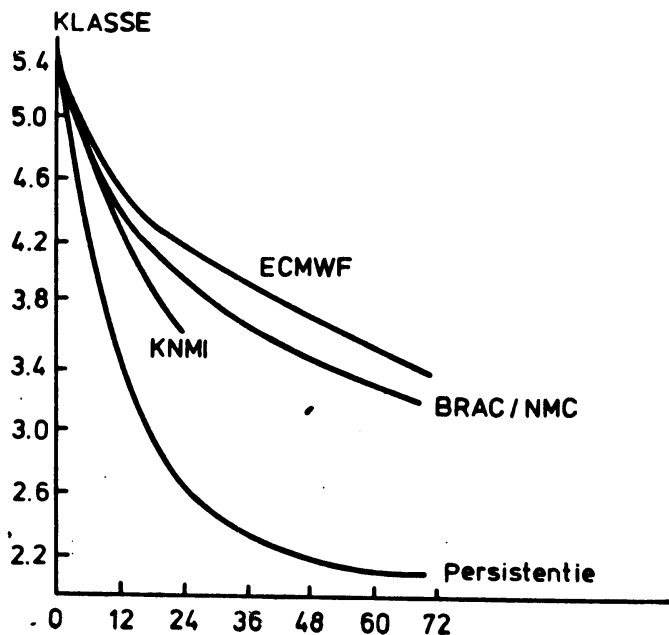


Fig. 16.1

Resultaten van de vergelijking van de prestaties van de modellen van ECMWF, Bracknell, NMC Washington en KNMI en van de persistentie.

Geschiedenis van de verificatie

Sinds 1904 werd op het KNMI een puntensysteem gebruikt om de kwaliteit van de verwachtingen te toetsen. Vanaf 1955 wordt gewerkt met de prestatie-index van Kuipers (PI). In 1971 kwam er naast het PI-systeem een index voor verschil met het opgetreden weer. In 1977 werd door de werkgroep weeramateurs van de Nederlandse vereniging voor weer- en sterrekunde een uitgebreid onderzoek gedaan naar de kwaliteit van de verwachtingen.

Bij het voorgaande ging het steeds om een kwaliteitsbeoordeling van de verwachting voor het algemene publiek. Thans vinden tevens speciale verificaties plaats voor:

- waterstanden
- stormwaarschuwingen
- golven Noordzee
- scheepsrouting
- bouwweerbericht
- strandweer

Verificatiemethoden

Om de verificatie te kunnen uitvoeren is een goede maat nodig voor de kwaliteit van een verwachting. Het trefferpercentage is geen goede kwaliteitsmaat. Hoe ruimer de marges die de meteoroloog neemt, des te groter is het trefferpercentage; het nut van een verwachting met erg ruime marges is echter gering. Daarom wordt op het KNMI gewerkt met het "gecorrigeerde trefferpercentage" of de "prestatie-index".

De "prestatie-index" is kortweg het percentage correcte verwachtingen -treffers- minus het percentage treffers dat op klimatologische gronden verwacht zou mogen worden:

$$PI = T - PK$$

Als bijv. voor IJmuiden een wind van 5 tot 7 bft verwacht wordt, dan is de kans dat die verwachting slaagt a priori al 48%. Treedt er inderdaad een waarde in het verwachte interval op, dan is de PI die dag: 100 - 48 = 52%; maar, gaat het mis, dan is de score -48%. Het heeft overigens niet veel zin om een PI per dag te bepalen, maar bijv. een maandgemiddelde geeft een redelijke indruk van de kwaliteit van de verwachtingen in die maand.

Om een zo hoog mogelijke score te bereiken moet de forecaster die verschijnselen in zijn verwachting opnemen, waarop hij de kans groter acht dan de klimatologische kans. Voor operationele verwachtingen gelden doorgaans andere regels. Daarom is het noodzakelijk om voor het bepalen van een prestatie-index afzonderlijke, zgn. kritiekverwachtingen op te stellen.

K - 23 Dag. 1 Kritiekverwachting voor \_\_\_\_\_ dag datum: APRIL 19

C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	T	PK
260 SS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
260 R	70	18	9												
Land R	41	97	16	29	18										
260 TT	<-3	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	>5		
6 Tn	5	6	2	6	11	14	12	15	13	10	3	3	4		
225 Ft	4	7	11	12	18	11	21	22	27	28	33	36	40	>40	
nacht															
260 TT	2	16	27	28	16	7	3	1							
Δ Tn	<-5	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	>5		
Δ Tx	4	7	6	11	10	12	11	8	7	5	5	3	11		
Verwachting														Totaal:	

Opgeleid datum tijd dienst peraf voor 78

Fig. 16.2 Kritiekkkaart



Fig. 16.2 geeft een voorbeeld van zo'n kritiekverwachting. De meteoroloog kruist hierop de klassen aan die hij verwacht. De klimatologische kans op het verwachte weer is op de kaart vermeld.

De PI's worden berekend over perioden van een maand of langer en gepubliceerd in het maandelijks bulletin verificatie, dat door Bureau ME wordt uitgegeven. Fig. 16.3 en 16.4 bevatten de jaarlijkse gemiddelde van de PI voor een aantal weerelementen en verschillende verwachtingstermijnen. Fig. 16.3 laat zien dat de waarde van de PI na 1968 een flinke sprong omhoog maakte; vanaf dat jaar werden de produkten van numerieke modellen gebruikt voor het opstellen van de verwachting voor dag 2.

PRESTATIE INDEX VOOR DANI  
(zon, neerslag, min en max temp. veranderingen)

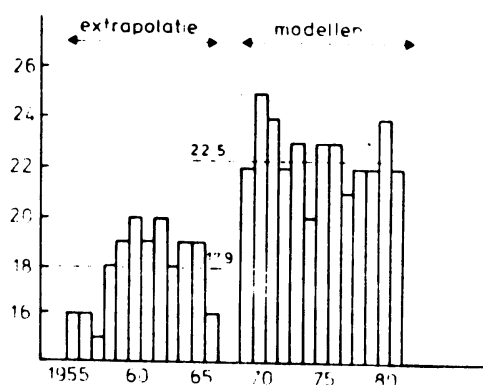


Fig. 16.3 PI voor dag 2 voor een aantal weerelementen

PRESTATIE INDEX VOOR DE BILT  
(zon, neerslag De Bilt, neerslag Nederland, wind/nacht, wind/dag, min/temp., max/temp.)

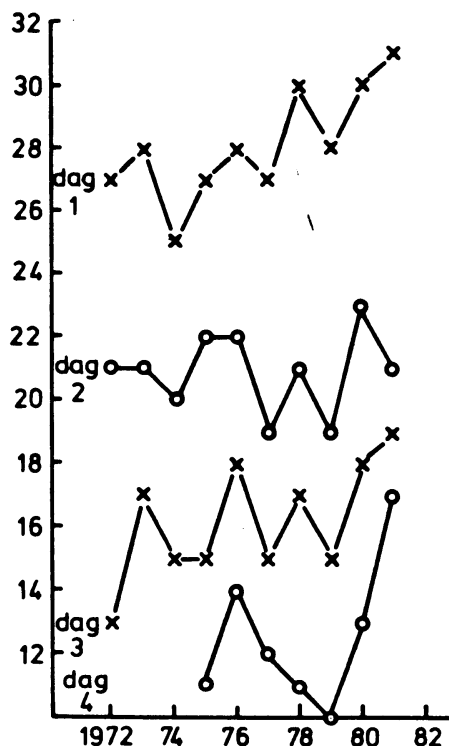


Fig. 16.4 PI voor dag 2, 3 en 4 voor een aantal weerelementen

### Kwaliteit en economisch nut

Om meer inzicht te krijgen in het verband tussen kwaliteit en economisch nut van een verwachting bekijken we het volgende voorbeeld.

Een bouwbedrijf moet een beslissing nemen over het afdekken van het werk in verband met kans op regen. De schade door regen bedraagt  $S = f 1000,-$ ; het nemen van voorzorgsmaatregelen kost  $V = f 300,-$  dus de verhouding  $V/S = 30\%$ .

Stel nu dat de klimatologische kans op regen in dat geval  $K = 40\%$  bedraagt (juni). De klimatologische kans op regen is groter dan  $V/S$ , dus zonder weerbericht moeten er dagelijks voorzorgsmaatregelen worden getroffen. Dat kost per maand  $f 9000,-$ .

Met weerbericht verandert de situatie.

Stel dat de regen is voorspeld en opgetreden zoals weergegeven in fig. 16.5.

OPGETREDEN	Voorspeld	
	Ja	Nee
	Ja	9
Nee	5	13

Fig. 16.5

Contingentietabel neerslag

De kosten voor het bouwbedrijf bedragen dan (14 x afdekken + 3 x schade)  $14 \times 300 + 3 \times 1000 = f 7200,-$ ; de behaalde winst is  $f 9000,- - f 7200,- = f 1800,-$ .

We wijzigen nu de situatie zodanig, dat het afdekken  $f 400,-$  per keer kost; de kosten van de schade blijven ongewijzigd:  $f 1000,-$ . De verhouding V/S is dan 40%, zodat  $V/S = P_K$ .

Wanneer de contingentietabel van fig. 16.5 weer van toepassing is is de winst  $12000 - (14 \times 400 + 3 \times 1000) = f 3400,-$

Als  $P_K$  veel groter is dan V/S, bijvoorbeeld bij afdekkosten van  $f 100,-$  dan treedt er verlies op; het bouwbedrijf kan beter geen weerbericht gebruiken en altijd afdekken.

De te behalen winst hangt af van V/S en van de contingentie tabel (die direct samenhangt met de PI). Hoe de contingentie-tabel er precies uit ziet hangt af van het gedrag van de meteoroloog; de meteoroloog laat zijn gedrag weer voor een deel afhangen van de eisen die de gebruiker stelt. Bijvoorbeeld, als niet voorziene regen veel schade oplevert zal de meteoroloog aan de voorzichtige kant zijn en makkelijk voor neerslag gaan waarschuwen. Daardoor zal in de contingentietabel de situatie: wel voorspeld maar niet opgetreden, vaker voorkomen.

Het economisch nut van een verwachting is dus niet eenduidig uit te drukken, omdat de strategie van de meteoroloog meespeelt.

#### Economisch nut van weerberichten

In de periode van 1972 - 1975 werd een onderzoek uitgevoerd naar het economisch nut van weerberichten. Van der Kraats van de studiefaculteit van Verkeer en Waterstaat voerde enquêtes uit bij mensen die betrokken waren bij de landbouw, de bouwnijverheid en het vervoer (wegvervoer, binnenvaart, zeevaart en luchtvaart). De conclusie die hij uit zijn onderzoek trok was dat de opbrengt 15 à 20 keer zo hoog was als de kosten van het KNMI. Het meeste voordeel van het weerbericht ondervonden de landbouw en de bouwnijverheid; voor de sector vervoer was de opbrengst lager. De resultaten lopen redelijk in de pas met kosten/baten verhoudingen die uit buitenlandse onderzoeken naar voren komen. In WMO-rapporten worden verhoudingen van 1:15 tot zelfs 1:100 genoemd, maar deze laatste schatting is vermoedelijk wat overdreven. De verhouding die Van der Kraats noemt is in de periode nadat zijn onderzoek werd afgesloten zeker niet ongunstiger geworden. De kwaliteit van de verwachtingen stijgt nog en de omvang van de berichtgeving neemt sneller toe dan de stijging van de kosten.

#### Beleid ten aanzien van toekomstige ontwikkelingen

Met betrekking tot de kwaliteit en de kwantiteit van de produktie gelden de volgende prioriteiten:

1. de continuïteit van de dienstuitvoering
2. het opvoeren van de kwaliteit door verbeteren van de huidige middelen en organisatie.

3. het opvoeren van de doelmatigheid van de verstrekte informatie (informatie-overdracht en toepassing van de informatie).
4. het verrichten van fundamenteel onderzoek dat op lange termijn kan leiden tot verbetering van de verwachting.

Wat betreft de kwaliteit van de weersverwachting zijn er de volgende actiepunten:

- internationale samenwerking t.a.v. waarnemingen en modellen (ECMWF)
- eigen KNMI modellen voor de korte termijn (tot 24 uur vooruit).  
Dit in verband met snelle aflevertijden, frekwente beschikbaarheid en de mogelijkheid afgeleide produkten te verkrijgen.
- verbetering van de communicatielijnen (zowel onderlinge meteorologische communicatie als communicatie naar de gebruiker).

Als operationele actiepunten dienen nog genoemd te worden:

- verbetering van de informatie-overdracht;
- introductie van regionale weerberichten;
- verbetering van de voorlichting aan de landbouw.

#### Literatuur

1. W.J.A. Kuipers           Over de noodzakelijkheid van weersvoorspellingen die zijn ingesteld op de gebruiker. Verslag colloquium 8-6-54
2. A.W. Hanssen en        On the relationship between the frequency of rain and  
W.J.A. Kuipers           various meteorological parameters KNMI Med. en Verh.  
no. 81 1965
3. H. Daan                Scoring rules in forecast verification  
KNMI CWD Memo 81 - 10 1981
4. H. Geurts             De betrouwbaarheid van de weersverwachting.  
Publikatie van de werkgroep Weeramateurs 1980
5. J.A. v.d. Kraats       Het economisch nut van het KNMI.  
Interne rapporten van de Studiefdeling van het  
Ministerie van Verkeer en Waterstaat 1972-1975
6. C.C. Wallén            Cost/benefit relationship studies from meteorological  
services.  
WMO conference Bangkok 14 - 21 augustus 1973.
7. W.J. Maunder          The value of the weather. Paperback 1970

*De Klimatologische Dienst*

HOOFDSTUK 17

TAKEN EN WERKWIJZEN VAN DE KLIMATOLOGISCHE DIENST

Werkzaamheden

Klimatologie omvat een uitgebreid vakgebied en heeft een groot aantal toepassingsgebieden. Deze liggen o.a. in de landbouw, de planologie, de bouw, de gezondheidszorg etc. In sommige landen wordt dit hele terrein in mindere of meerdere mate door een klimatologische dienst bestreken. In ons land beperkt de KD zich tot de werkzaamheden genoemd in fig. 17.1. Vragen op klimatologische gebied buiten dit werkterrein worden veelal behandeld in samenwerking met andere afdelingen.

- a. Het meten en laten verrichten van waarnemingen en metingen in een klimatologisch netwerk door derden t.b.v. klimatologie, voorlichting en onderzoek
- b. Het bewerken, controleren (inspecteren) van metingen, waarnemingsmethoden en opstelling teneinde uniforme, homogene gegevensbestanden te verkrijgen.
- c. Het verwerken en bewerken van waarnemingen en metingen tot een goed bestand voor klimaatbeschrijving, onderzoek en voorlichting.
- d. Het beantwoorden van schriftelijke en mondelinge vragen en het verstrekken van inlichtingen en informatie over het verleden weer en het klimaat in het algemeen. Het verstrekken van informatie op magneetbanden.
- e. Het verstrekken van adviezen en bespreken van de klimatologische aspecten die aan diverse werkzaamheden in landbouw, industrie en toegepast onderzoek verbonden zijn en van invloed zijn op economische en sociale aspecten van de maatschappij, met vertegenwoordigers van bedrijfstakken en overheidsinstanties.
- f. Het samenstellen van publikaties, klimaatsbeschrijvingen, frequentietabellen, klimaatatlas, correlaties, enz. en het op routinebasis verstrekken van dag-, maand- en jaaroverzichten en stationsoverzichten.

*Fig. 17.1 Werkzaamheden Klimatologische Dienst*

Een indruk van de omvang van het terrein dat wel tot de klimatologie behoort, maar veelal niet door de KD te De Bilt wordt behartigd, kan men verkrijgen door te kijken naar de indelingen in fig. 17.2 en naar haar specialisaties (fig. 17.3). Bij de indeling naar schaalgrootte vallen alleen mesoklimatologie en stationsklimatologie onder het werkterrein van de Klimatologische Dienst. Aan technische ontwikkelingen (sensoronderzoek, meetmethoden en ijkprocedures) wordt door de Klimatologische Dienst niet zelf gewerkt.

<u>A. Indeling naar schaalgrootte</u>		
Macro	-klimatologie	500 - 1000 km
Meso	-klimatologie	5 - 500 km
Micro	-klimatologie	< 5 km
	Stationsklimatologie	puntwaarde
<u>B. Indeling naar toepassingsgebieden</u>		
- landbouw, veeteelt, voedselproductie		
- waterhuishouding		
- energie o.a. zonne- en windenergie		
- bouwkunde		
- planologie		
- transport		
- gezondheid		
- recreatie		
- luchtvaartklimatologie		

Fig. 17.2

Mogelijke indelingen van de klimatologie

A. naar schaalgrootte

B. naar toepassingsgebieden

- Fysische klimatologie
- Dynamische klimatologie
- Synoptische klimatologie
- Maritieme klimatologie
- Paleo klimatologie
- Toegepaste klimatologie (o.a. landbouwmeteorologie/biometeorologie)

Fig. 17.3

Specialisaties van de klimatologie

#### Keuze van klimatologisch basismateriaal

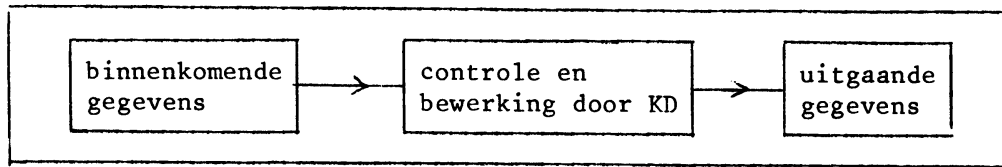
In wezen kan de klimatologie gebruik maken van alle meteorologische waarnemingen en metingen, in welke vorm dan ook. In de praktijk worden alleen die waarnemingen en metingen verwerkt, die:

- volgens vaste afspraken en met de vereiste nauwkeurigheid en representativiteit zijn verricht.
- zich lenen voor verwerking op routine basis via toepassing van computers. Zo is bijv. de codering van het weer in de WW-code niet éénduidig en daardoor niet te gebruiken voor klimatologische doeleinden.

In vele gevallen zal oorspronkelijk basismateriaal bewaard moeten blijven om aanvullende verwerking op veranderde verwerking mogelijk te maken.

#### Productieproces van de Klimatologische Dienst

Het productieproces van de KD wordt sterk vereenvoudigd weergegeven in fig. 17.4. Een deel van de gegevens wordt automatisch te De Bilt ingezameld. De rest arriveert per post (fig. 17.5).



*Fig. 17.4 Produktieproces Klimatologische Dienst*

De landstations waarvan de gegevens automatisch ingezameld en vastgelegd worden, noemt men hoofdstation (het zijn de stations die reeds werden opgesomd in fig. 2.3 t/m 2.6). De tertiaire stations (zie fig. 2.5) geven een zeer beperkt aantal weerselementen (korte synop); de overige stations leveren een zeer uitgebreide lijst van weerselementen.

Daarnaast worden de gegevens van de windmeetmasten als Texelhors, Huibertgat, Tholen, Oosterschelde en Cadzand en van de Noordzeestations automatisch ingezameld. De gegevens worden door de computer geextraheerd en gecontroleerd, waarna ze in de database van de B-6800 terecht komen of gedumpt worden.

In beide gevallen dienen ze echter als invoer voor de Sectie Bewerkingen.

In totaal gaat het dagelijks om  $20 \times 10^3$  binnenkomende gegevens.

Verder komen er nog per post gemiddeld per decade (periode van 10 dagen)  $33 \times 10^3$  gegevens binnen (zie fig. 17.5)

- 32 temperatuur en vochtigheid (pentade)
- 17 wind (pentade)
- 35 zon (decade)
- RIV - wind (maand)
- RIV - globale straling (maand)
- 300 regen 8 - 8 ( $3 \times 10^3$  gegevens/decade)
- diversen: 18 bliksem (decade)
  - 5 grondtemperatuur (in de toekomst per telex)
  - 3 straling (maand)

*Fig. 17.5 Deze gegevens komen per post binnen; totaal gemiddeld  $33 \times 10^3$  gegevens per decade. Tussen haakjes staan de tijdvakken waarover de gegevens binnenkomen.*

De Sectie Bewerkingen verricht op de binnenkomende gegevens de volgende handelingen:

- controle op uniformiteit, continuïteit en homogeniteit van waarnemingen en metingen.
- bewerking van metingen en waarnemingen tot een basisbestand. Aanvullen van gegevens.

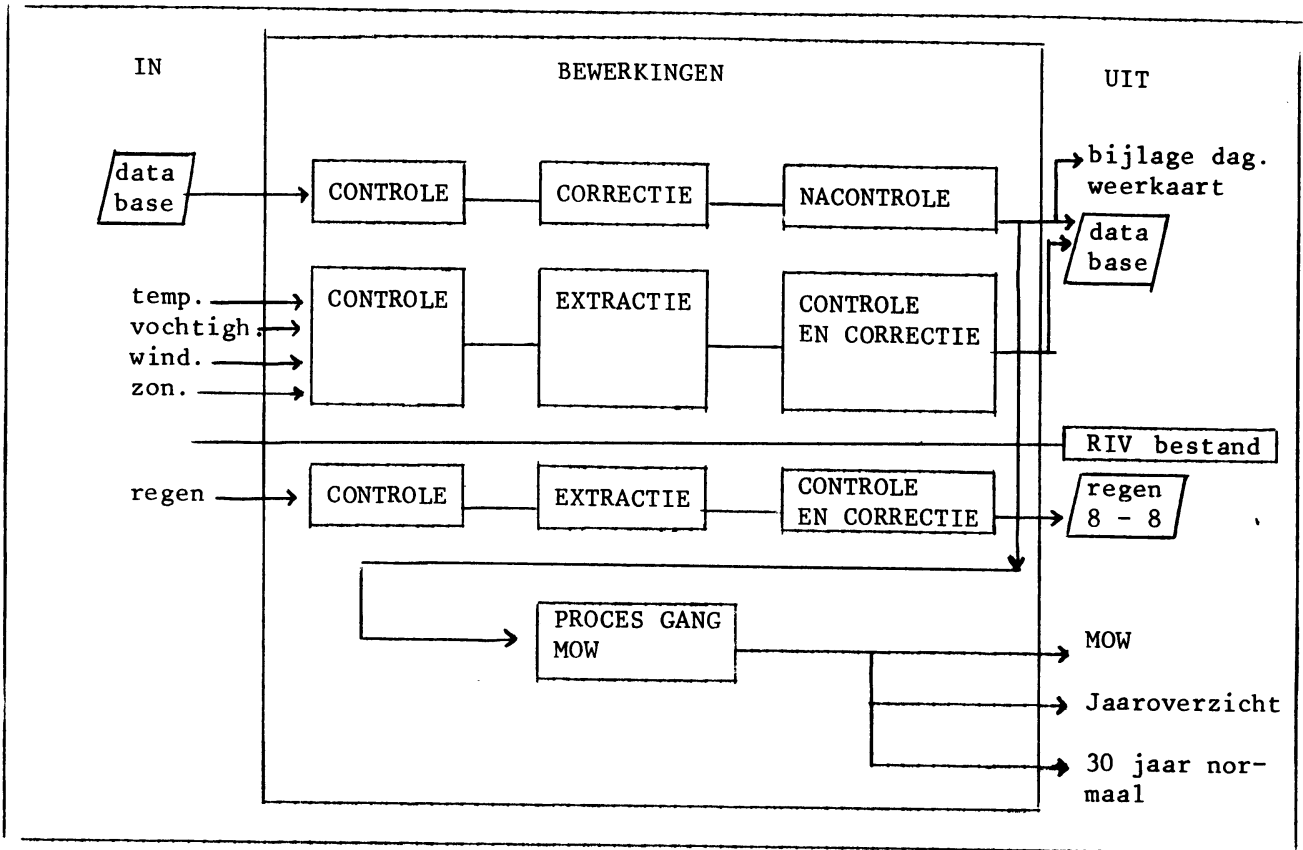


Fig. 17.6 Produktieproces klimatologische gegevens

Als uitgaande gegevens resulteren routinematige publikaties o.a. de bijlage voor het dagelijks weerbericht, het maandoverzicht van het weer in Nederland het maand- en jaarboek regen en incidentele, zoals de 30 jaarlijkse normaalgegevens. Deze publikaties zijn voorbeelden van wat door de KD actieve voorlichting wordt genoemd. Verder vallen onder actieve voorlichting:

- de uitgave van klimaatatlassen
- het verstrekken van adviezen en samenstellen van rapporten over extreme en lokale meteorologische gebeurtenissen.
- het bewerken van basismateriaal voor voorlichting d.m.v. klimatologische analyses, statistische bewerkingen en berekening van afgeleide grootheden.

Naast actieve voorlichting onderscheidt de KD passieve voorlichting: hieronder wordt verstaan het beantwoorden van schriftelijke en mondelinge vragen en het verstrekken van informatie op magneetbanden.

Fig. 17.7 laat zien om welke aantallen verstrekkingen het jaarlijks gaat.

Schriftelijk:

Verzekeringsmaatschappijen	3154	verstrekkingen
Handels- en industriële instellingen	1174	"
Particulieren	827	"
Wetenschappelijke instellingen	792	"
Verkeer en Waterstaat	232	"
Justitie, advocatuur	110	"
Land-, tuin- en bosbouwbedrijven	109	"
Politie	21	"
Militaire instanties	16	"
Scheepvaartbedrijven (meest binnenvaart)	11	"
Diversen (gemeenten, stichtingen, enz.)	186	"

Telefonisch:

Totaal 13033 inlichtingen, waarvan dagelijks aan een vijftal regionale centra voor melkhygiëne, wekelijks aan een Waterstaatinstelling en aan een gasbedrijf, in het groei- of zomerseizoen (ook wekelijks) aan een conservenbedrijf en aan een bureau van de V.V.V.. Alleen de verstrekkingen bij abonnement worden in rekening gebracht. Van de overige, gratis verstrekte, inlichtingen wordt veelvuldig later een schriftelijke bevestiging -tegen betaling- gezonden.

Aan bezoekers:

Jaarlijks worden aan gemiddeld 81 personen inlichting verstrekt; indien gegevens moeten worden overgenomen, wordt dit door de bezoeker gedaan.

*Fig. 17.7 Verstrekkingen in 1981 aan derden door de Sectie Voorlichting van de Klimatologische Dienst.*

Deze voorlichting wordt verzorgd door de Sectie Voorlichting van de Klimatologische Dienst met behulp van gegevens uit de data-base en de publikaties.

De derde Sectie van de Klimatologische Dienst, Stationszaken, inspekteert de betrouwbaarheid van de gebruikte meetapparatuur. Bovendien houdt deze Sectie zich bezig met de opslag en archivering van basisdocumenten, meetomstandigheden en meetmethoden.



HOOFDSTUK 18

OPERATIONELE METEOROLOGIE

In de voorgaande hoofdstukken is getracht een beeld te geven van diverse aspecten van de "operationele meteorologie". De uitdrukking "operationele meteorologie" is betrekkelijk recent; hij is sinds ongeveer 10 jaar in gebruik en dan nog hoofdzakelijk in Nederland. Er is in de literatuur geen definitie van; het is geen "vak" en er bestaan geen tijdschriften of leerboeken over operationele meteorologie. Hier hebben we steeds impliciet gewerkt met de volgende omschrijving:

"Operationele meteorologie omvat de kennis en kunde nodig voor het opstellen van weersverwachtingen en het geven van voorlichting omtrent het verleden, heden en toekomstig weer".

Uit deze omschrijving blijkt dat het hier enerzijds gaat om kennis, wetenschap, anderzijds om kunde, ambacht en techniek. Het spanningsveld tussen deze beide "polen" van de operationele meteorologie drukt al geruime tijd zijn stempel op de operationele weerdienst.

Er zijn twee belangrijke wetenschappelijke genootschappen in de meteorologie: de "American Meteorological Society" (USA) en de "Royal Meteorological Society (Engeland)

Deze verenigingen behartigen tevens de operationele meteorologie. Het lidmaatschap van de AMS is alleen toegankelijk voor academici; de meteorologen zijn georganiseerd in een eigen vereniging. Ook hieruit blijkt weer het spanningsveld tussen "kennis" en "kunde" in de operationele meteorologie. Beide verenigingen geven een aantal tijdschriften uit; deze zijn opgesomd in fig. 18.1 en 18.2.

<p><u>Journal of Atmospheric Sciences</u> Basic research related to the physics and dynamics of the atmospheres of the earth and other planets.</p> <p><u>Journal of Applied Meteorology</u> (heeft een sectie "operational meteorology") Research concerned with the application of the atmospheric sciences to the health, economy and general well-being of the human community eg. Transportation, communication, environmental health, air pollution meteorology, weather modification agricultural and forest meteorology and forecasting as it applies to these scientific areas.</p> <p><u>Monthly Weather Review</u> Research related to weather observations, analysis and forecasting.</p> <p><u>Bulletin American Meteorological Society</u> News, survey articles.</p>
---

Fig. 18.1 Tijdschriften AMS (USA)

Quarterly Journal of the RMS  
Wetenschappelijk tijdschrift

Weather  
(populair) wetenschappelijk tijdschrift

Fig. 18.2  
Tijdschriften RMS (GB)

Atmosferische wetenschappen	
<u>Meteorologie/</u> (tijd afhankelijk gedrag) <ul style="list-style-type: none"><li>- fysische meteorologie (structuur, samenstelling, straling, wolken neerslag, electriciteit)</li><li>- atmosferische chemie</li><li>- aeronomie (hogere luchtlagen &gt; 30 km)</li><li>- synoptische meteorologie (empirisch)</li><li>- dynamisch meteorologie (vloeistof mechanica)</li></ul>	<u>Klimatologie</u> (statistische eigenschappen) <ul style="list-style-type: none"><li>- fysische klimatologie</li><li>- aangepaste klimatologie</li><li>- klimatografie</li></ul>

Fig. 18.3 Deelgebieden van de Atmosferische Wetenschappen

Meteorologie en Klimatologie worden soms in de vakliteratuur aangeduid als "atmosferische wetenschappen". De meteorologie houdt zich bezig met het tijdafhankelijk gedrag van de atmosfeer, de klimatologie met de statische eigenschappen. De deelgebieden van deze vakken zijn opgesomd in fig. 18.3 Operationele Meteorologie is gebaseerd op deze atmosferische wetenschappen, op de "ambachtelijke" meteorologie en de daarvoor tot stand gebrachte internationale samenwerking en op de techniek.

Geschiedenis

In 1854 wordt in ons land het KNMI opgericht door Buys Ballot. Omstreeks dezelfde tijd werden ook in andere landen dergelijke instituten opgericht. (zie fig. 18.4).

Meteorologische diensten worden opgericht in:	
1834	België
1847	Pruisen
1849	Rusland
1851	Oostenrijk
1854	Nederland
1855	Frankrijk
1860	Verenigde Staten

Fig. 18.4  
Jaar van oprichting van een aantal meteorologische diensten in Europa

De oprichting van deze instituten maakt gestandaardiseerd waarnemen mogelijk; het waren mijlpalen in de geschiedenis van de operationele meteorologie. Andere mijlpalen en jaartallen zijn bijeengebracht in fig. 18.5.

1853	Brussel, standaardisatie scheepsvaarneming
1872	Leipzig, eerste directeurenvergadering
1874	Utrecht, standaardisatie synoptisch weerbericht (* 1870) het woord synoptisch verschijnt in de literatuur
1879	Rome, Internationale Meteorologische Organisatie IMO/MOI.
1919	a. le luchtvaart tentoonstelling in Amsterdam, draadloze telegrafie komt in gebruik. b. Jacob Bjerknes (1897-1975) zoon van Vilhelm (1862-1951) publiceert een artikel waarin hij het begrip warmte, koufront en geoccludeerd front introduceert. De zogenaamde Noorse of Bergense School.
1927	Moltchanof presenteert eerste radiosonde
1929	De symbolen op de weerkaart worden internationaal vastgelegd.
1937	De symbolen worden te De Bilt nu ook gebruikt. Isobaren mogen met potlood en gum getekend worden i.p.v. met inkt.
1938	Er mag voor het eerst een knik in de isobaren getekend worden.
1946	Eerste koufront verschijnt op de Nederlandse weerkaart; De Bilt wordt radiosonde station.
1951	IMO/MOI gaat over in de W.M.O.
1952	Postma wordt directeur van de afdeling weerdienst en luchtvaartmeteorologie.
1954	De door J. van Neumann bijeengebrachte groep, Princeton Institute for Advanced Studies, produceert eerste numerieke verwachting.
1967	World Weather Watch start - Global Observing System (GOS) - Global Telecom. System (GTS) - Global Data Processing System (GDPS)
1968	- eerste computer op KNMI - ICAO Area Forecast System
1976	- NAOS - eerste plotautomaat
1979	- ECMWF

Fig. 18.5

*Mijlpalen in de operationele  
meteorologie*

### Literatuur

Fig. 18.6 bevat een literatuuropgave geschiedenis van de meteorologie. Fig. 18.7 tenslotte geeft wat aanbevolen literatuur over operationele meteorologie, en met name over het spanningsveld tussen kennis en kunde, tussen dynamische en synoptische meteorologie of tussen het gebruik van computerprodukten en handanalyse. Uitsluitend werken met handanalyses komt niet meer voor, maar het andere uiterste, het blind varen op computerprodukten waarbij de meteoroloog fungeert als doorgeefluik, staat bekend als "meteorologische kanker". Het vinden van de juiste tussenweg is het belangrijkste probleem van de hedendaagse operationele meteorologie.

* The History of Meteorology to 1800 H. Howard Frisingen
* KNMI 1854 - 1954 gedenkboek
* Schneider-Corius, Wetterkunde-Wetterforschung (I 309)
* G. Kutzbach, The thermal theory of cyclones, a history of meteorological thought in the Nineteenth Century. (A.M.S. 1979)

Fig. 18.6

*Literatuur  
Geschiedenis van de  
meteorologie*

L.W. Snellman, Allan Murphy  
Man and Machine in Weather Forecasting System  
B A M S, vol. 60, no 7, July 1979

What should the NWS be doing to improve short range weather  
forecasting?  
B A M S, vol. 59, no 10, oktober 1978

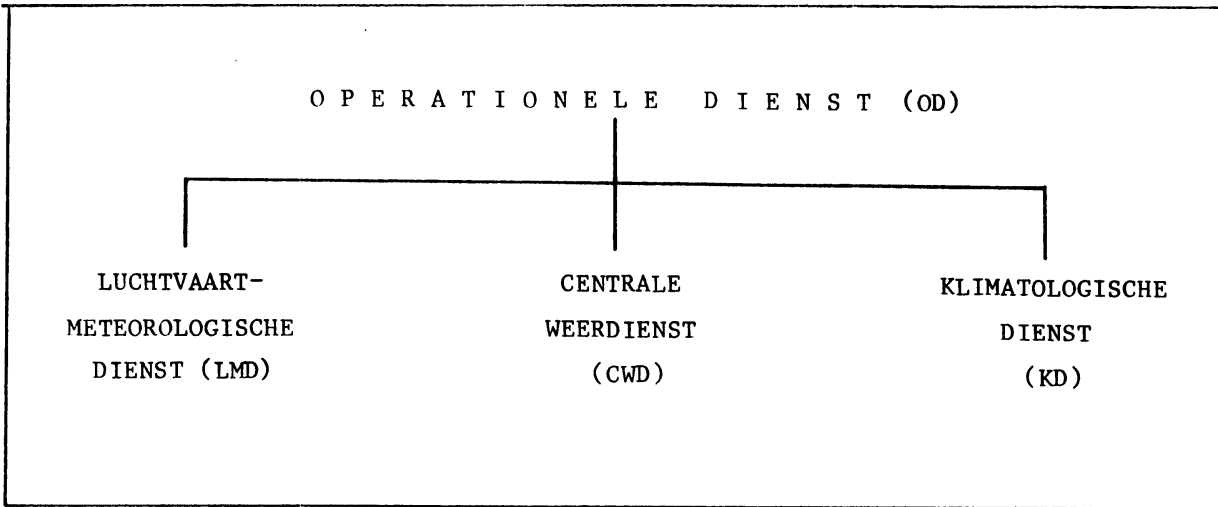
F.G. Shuman, Numerical Weather Prediction  
B A M S, vol. 59, no 1, januari 1978

Systems and Meteorology,  
R. Hills and T. Beer,  
B A M S, vol 62, no 9, september 1981

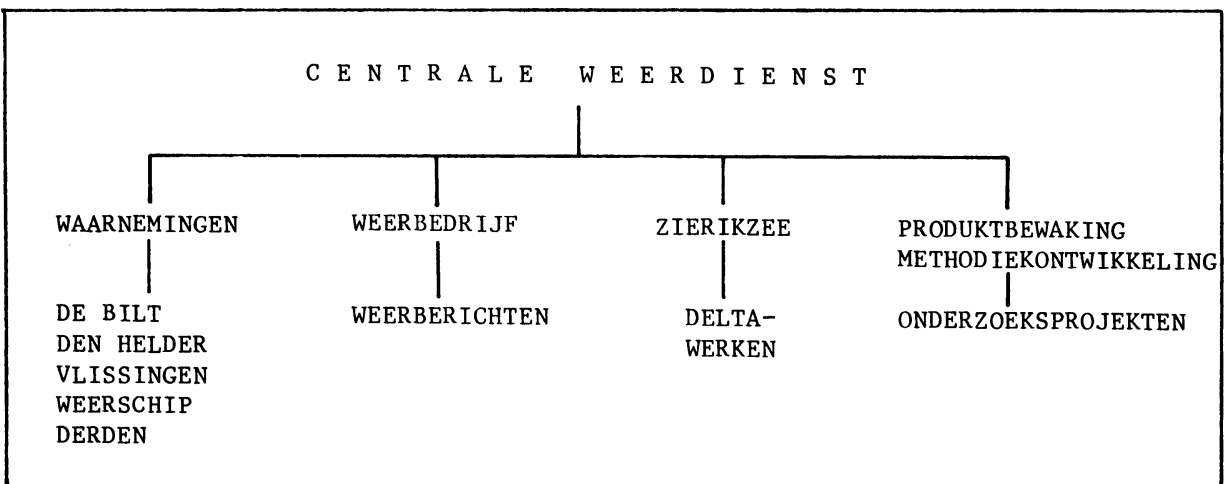
*Fig. 18.7*

*Literatuur  
spanningsveld kennis  
en kunde*

DE ORGANISATIESTRUKTUUR VAN DE OPERATIONELE DIENST



*Fig. B.1 De OD en haar onderafdelingen*



*Fig. B.2 De CWD en haar onderafdelingen*

Verantwoording

Dit rapport kon alleen tot stand komen dank zij de medewerking van de docenten van de cursus "Introductie Operationele Meteorologie".

Het cursusmateriaal en de kursusaantekeningen die zij mij verschaften (en die in sommige gevallen voor een deel zelf letterlijk of met minimale bewerking konden worden overgenomen) vormden de basis van de verslaglegging. Bovendien leverden zij allen hun commentaar op de concept-tekst van het hoofdstuk of de hoofdstukken waarbij zij betrokken waren. Als docenten traden op (tussen haakjes de hoofdstukken die op de voordracht van de betrokken docent gebaseerd zijn):

A.M.P. Baede (8), A.C. Bakker (16), D. Boersma (2), F.N.M. Emmink (12), G.D.G. Folkers (6), A.T.F. Grooters (5), C.J. van der Ham (7), D. Heijboer (14), R.A. Hoenson (17), J.P. de Jongh (1, 4), J. Kastelein (15), S. Kruizinga (11), H.J. Krijnen (17), C. Lemcke (10), H.J. Menick (17), C.W. van Scherpenzeel (17), S. Stel (7), H. Timmerman (9), J.F. den Tonkelaar (13), H.R.A. Wessels (3, 4) en J.A. Wisse (18).  
H. Daan was betrokken bij de cursusplanning. De afwerking van het rapport was bij de medewerkers van het Bureau OD, de tekenkamer en de drukkerij in goede handen.