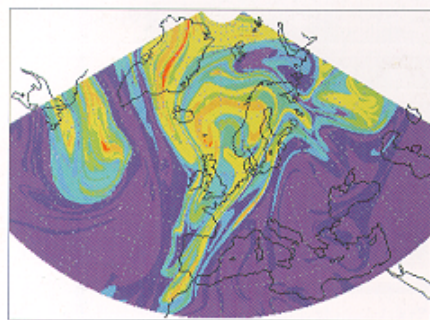
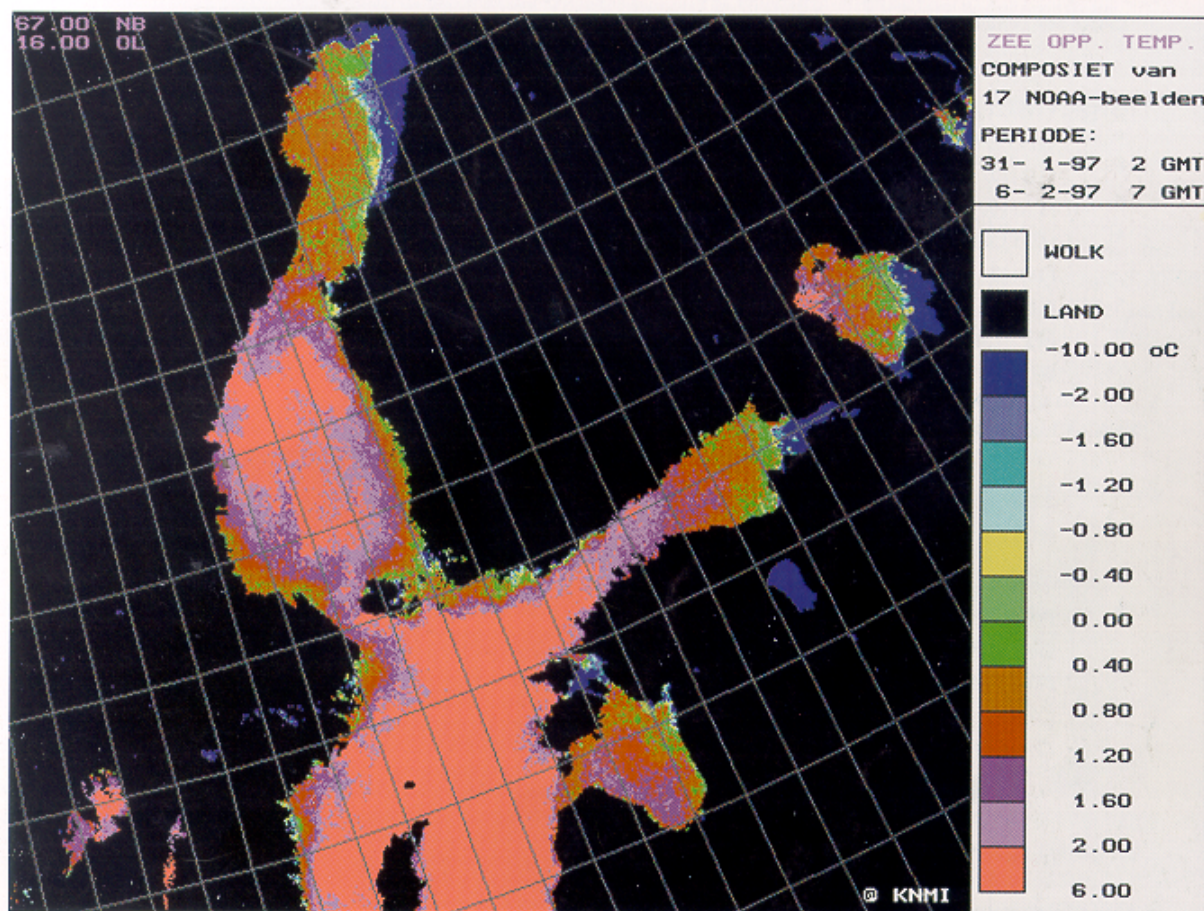
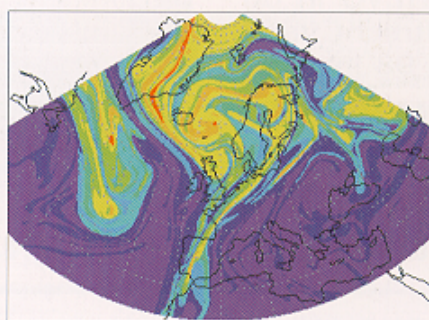


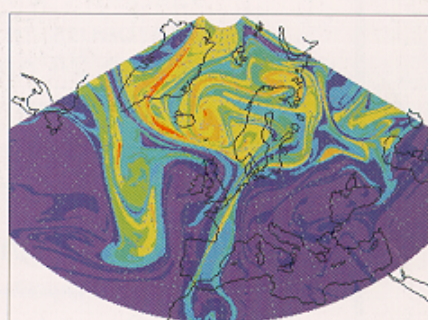
METEOROLOGICA



13 MEI 1997
12.00 UTC



14 MEI 1997
00.00 UTC



14 MEI 1997
12.00 UTC

METEOROLOGISCHE MISSER (3)

PV zet meteorologen op het goede spoor?

MAARTEN AMBAUM EN WIM VERKLEIJ (KNMI)

In Meteorologica 2-97 geeft Robert Mureau een fraai voorbeeld van een meteorologische misser: de computermodellen die in de weerkamer worden gebruikt, voorspelden voor 14 mei 1997 aardig weer (geregeld zon en kans op een bui), terwijl het opgetreden weer een stuk slechter bleek: druilerig en fris. In Meteorologica 3-97 beschrijft Marco Nolet hoe de meteorologen op het KNMI door de modellen op het verkeerde been zijn gezet, en de zonnige verwachting naar buiten brengen ondanks enige aanwijzingen - zoals ontwikkelingen op satellietfoto's - dat het weer zou kunnen omslaan. Nolet stelt dan ook de terechte vraag of en wanneer de meteoroloog had kunnen zien dat de modellen niet meer overeenstemden met de actuele situatie. In deze bijdrage willen we aantonen dat de ontwikkeling van de potentiële vortciteit (PV) in dit geval een goede indicator had kunnen zijn voor de ontsprende voorspelling.

WANNEER IS EEN VERWACHTING TE VERTROUWEN?

De moderne meteoroloog maakt bij zijn weersverwachting intensief gebruik van computermodellen. Probleem met deze modellen is dat ze per definitie slechts een beperkte geldigheid hebben; zo is bijvoorbeeld het oplossend vermogen van de meeste modellen te klein om individuele buien te kunnen voorspellen. Verder beschrijft een computermodel slechts een benadering van de processen in de atmosfeer. Wanneer weet je of een modeluitkomst te vertrouwen is? Een aardige truc is om verschillende

modellen met elkaar te vergelijken (een "poor-man's ensemble forecast"). Als de uitkomsten verschillend zijn dan heeft de meteoroloog een goede aanwijzing dat deze uitkomsten slechts beperkt geldig zijn. Maar dat de uitkomsten ook beperkt geldig kunnen zijn wanneer deze hetzelfde zijn, bewijst de meteorologische misser van 14 mei. Door naar de PV te kijken, had dit wellicht duidelijker kunnen worden.

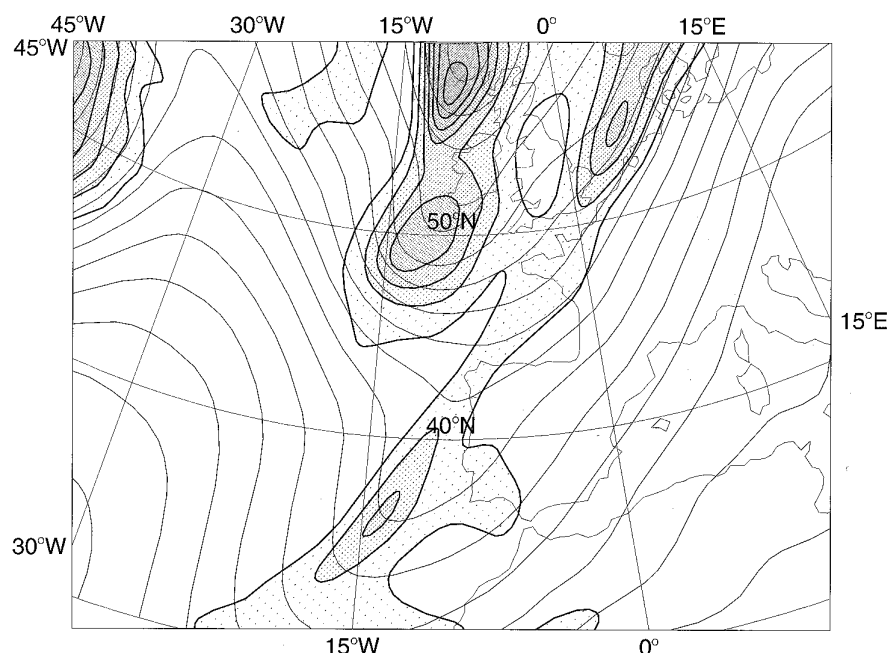
DE PV-BRIL

Over PV en haar (on)nut is al veel geschreven, ook in Meteorologica (zie artikelen over PV in Meteorologica 3-95

(Verkley) en 2-97 (Ambaum), met reacties in Meteorologica 3-97 (Van Dorp, Klein Tank)). Veel discussies gaan over de meerwaarde van PV boven de "traditionele" grootheden zoals druk en temperatuur. Wij willen in dit stuk bepleiten dat PV weliswaar formeel niets nieuws oplevert, maar dat PV onze kijk op de atmosfeer kan verscherpen (zie ook Verkley & Ambaum in Meteorologica 4-97). Dit kunnen we demonstreren door met een PV-bril de meteorologische misser nogmaals te bekijken.

DE UITGANGSSITUATIE VAN 13 MEI

Figuur 1 is de analyse van 13 mei 1997, 00 UTC. De vette, met grijsstinten ingevulde isolijnen stellen de PV voor, de andere isolijnen de geopotential. Hier zullen we verder de uitvoer van het ECMWF model gebruiken, maar de andere modellen (HIRLAM, UKMO, RACMO) lieten min of meer dezelfde (foute!) ontwikkeling zien. Alle figuren laten het 300 hPa isobaarvlak zien. Ten zuidwesten van Ierland is een duidelijke PV structuur te zien. Een dergelijke structuur is in feite een cyclonale wervel (zie Verkley & Ambaum in Meteorologica 4-97) en hangt samen met de trog die zichtbaar is in de geopotential. Aangezien PV een (bijna) behouden grootheid is zal deze structuur meebewegen met de wind op 300hPa. Het is echter onduidelijk of de structuur naar het zuidoosten of naar het noordoosten zal worden getransporteerd. Dit hangt subtiel af van een aantal factoren. Het is echter van cruciaal belang voor het verdere verloop van het weer.



Figuur 1. Potentiële vortciteit en geopotentiële hoogte op 300 hPa. ECMWF analyse 13 mei 1997, 00 UTC.

In grote lijnen kunnen er twee dingen gebeuren:

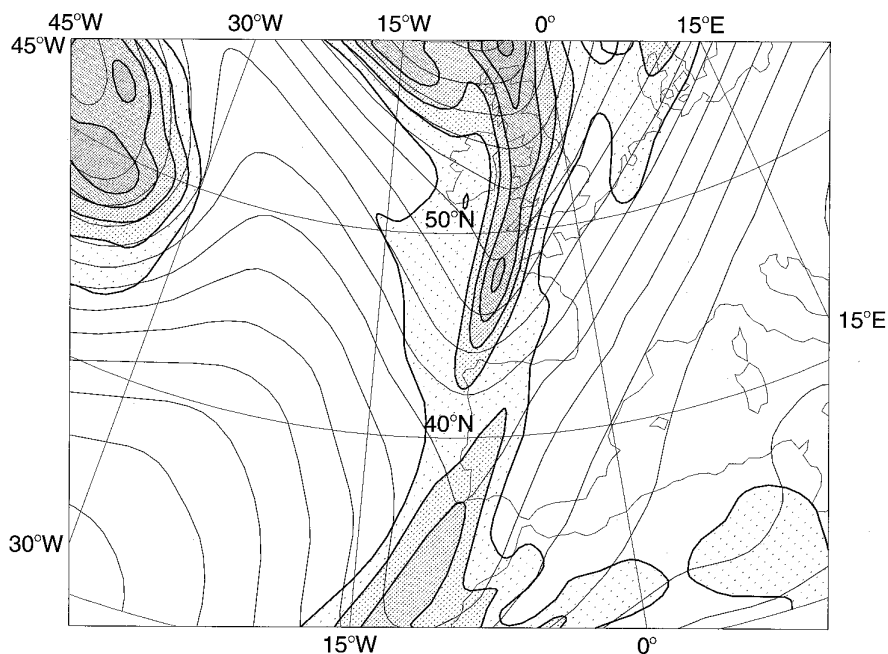
1. De structuur zal verder afsnoeren en haar eigen identiteit behouden. Dit kan gebeuren doordat de structuur meer naar de westzijde van de trog neigt en daardoor naar het zuidoosten gaat bewegen. Een andere oorzaak kan zijn dat de structuur wordt verdiept, bijvoorbeeld door een sterke afkoeling onder de wervel (dit is dan ook herkenbaar als een verdieping van het lagedrukgebied dat samenhangt met de structuur). Een dergelijke verdieping zal tot gevolg hebben dat de wervel sterker gaat roteren en dus gemakkelijker zal afsnoeren.
2. De structuur zal uit elkaar worden gerekt of worden opgeslokt door de PV-structuren in het noorden en zal hiermee haar identiteit verliezen. Dit kan gebeuren doordat de structuur meer naar de oostzijde van de trog neigt en daardoor naar het noordoosten gaat bewegen. Ook kan de structuur minder diep worden, bijvoorbeeld door sterke regenval onder de wervel. Hierbij zal de eigenrotatie van de wervel afnemen en kan de wervel gemakkelijker uit elkaar worden getrokken.

Door de PV-bril kunnen we deze mogelijkheden identificeren en worden we er op gewezen hoe, door subtiele verschillen in de meteorologische omstandigheden, er dramatische verschillen in de uiteindelijke ontwikkeling kunnen ontstaan. De modellen kozen mogelijkheid 2, de natuur koos mogelijkheid 1.

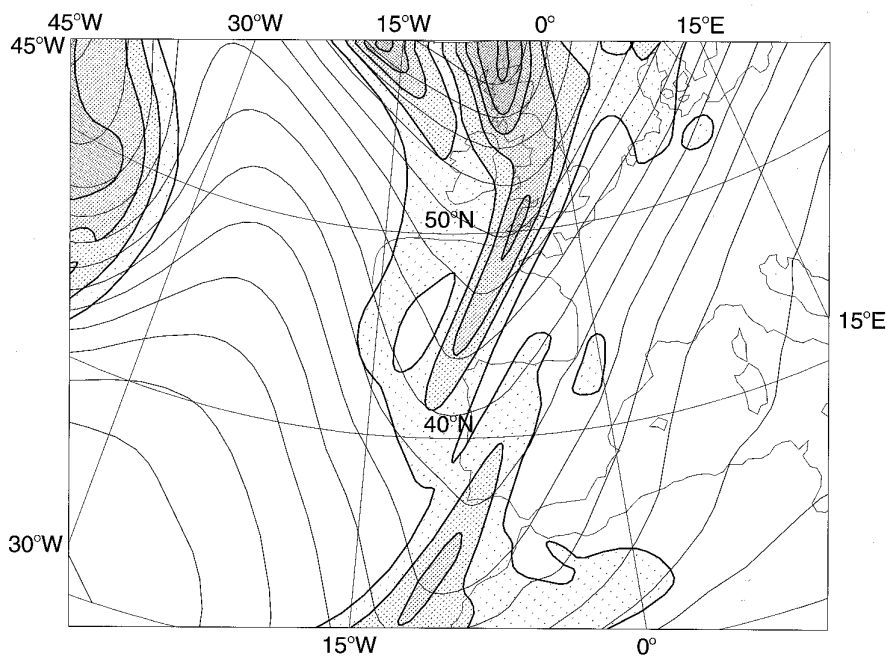
Als men gewend is om naar PV te kijken - de meteoroloog die gewend is naar vorticititeit te kijken zal hier niet veel moeite mee hebben - herkent men deze situaties direct: de atmosfeer "staat op het punt te kiezen" tussen twee mogelijkheden, en die keuze is gevoelig afhankelijk van kleine factoren. Deze factoren kunnen gemakkelijker door de modellen worden gemist.

DE ONTWIKKELING NA 13 MEI

In figuur 2a zien we de analyse voor dinsdag 13 mei, 12 UTC, en in figuur 2b de 24-uurs verwachting voor hetzelfde tijdstip. De twee hiervoor geschetste mogelijkheden zijn duidelijk te onderscheiden. De analyse laat een PV-structuur zien ten westen van Normandië. Daarmee geassocieerd is een redelijk scherpe trog. De verwachting laat echter een meer uitgerekte structuur zien die wakker is dan de overeenkomstige



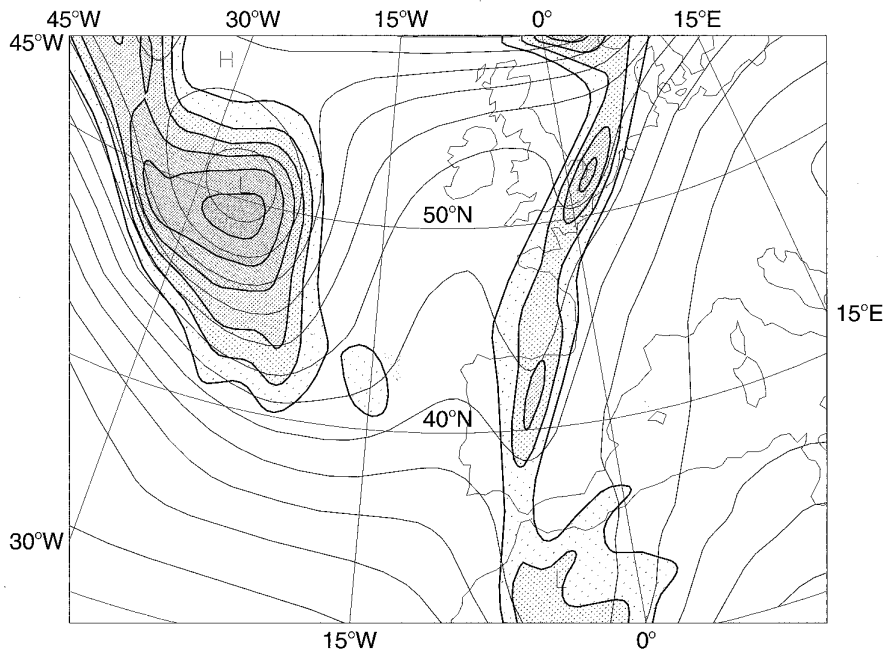
Figuur 2a. Potentiële vorticititeit en geopotentiële hoogte op 300 hPa. ECMWF analyse 13 mei 1997, 12 UTC.



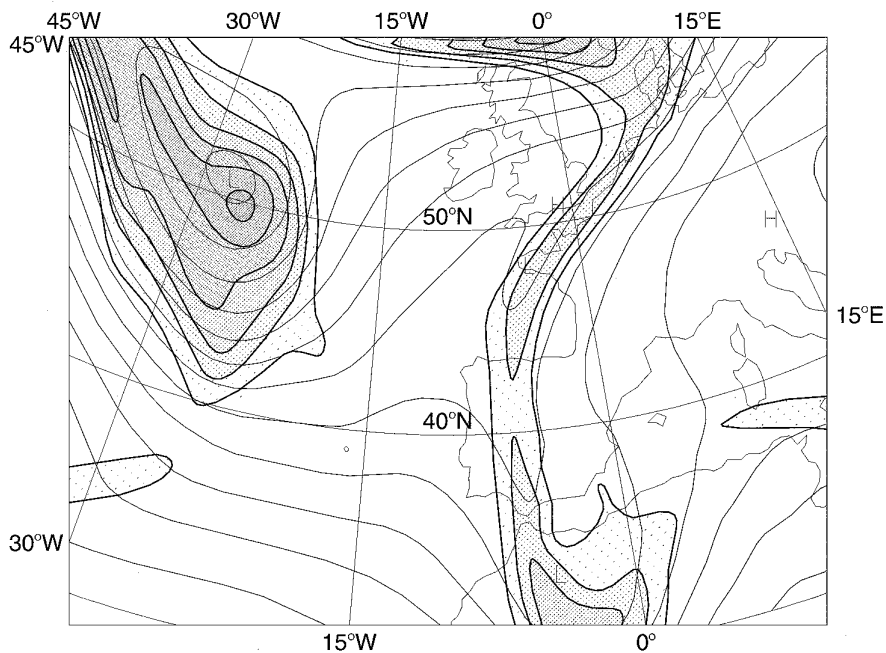
Figuur 2b. Potentiële vorticititeit en geopotentiële hoogte op 300 hPa. ECMWF 24-uurs voorspelling voor 13 mei 1997, 12 UTC.

structuur in de analyse en die gecentreerd is boven het zuiden van Engeland. De geassocieerde trog is dan ook minder diep. Juist door naar de PV te kijken worden we gewezen op de discrepantie tussen analyse en voorspelling en worden we ons bewust van de potentiële gevolgen hiervan. Deze discrepantie had bij het binnenkomen van de analyse een waarschuwing kunnen zijn dat de modellen de verkeerde kant op gingen.

Dat de kortetermijnverwachtingen het slecht blijven doen bewijzen figuren 3a en 3b. Figuur 3a is de analyse van woensdag 14 mei, 12 UTC. Dit is de analyse die overeenkomt met de meteorologische misser zoals genoemd in de inleiding. In figuur 3b is de 24-uurs verwachting voor datzelfde tijdstip te zien. Deze voorspelling gebruikt dus de analyse uit figuur 2a als uitgangspunt. In figuur 2a kunnen we ook zien dat de atmosfeer weer op het punt staat te kiezen tussen de twee voornoemde



Figuur 3a. Potentiële vorticititeit en geopotentiële hoogte op 300 hPa. ECMWF analyse 14 mei 1997, 12 UTC.



Figuur 3b. Potentiële vorticititeit en geopotentiële hoogte op 300 hPa. ECMWF 24-uurs voorspelling voor 14 mei 1997, 12 UTC.

ontwikkelingen: afsnoeren of opslokken. De verwachting in figuur 3b laat slechts een zwakke sliert PV zien, overeenkomstig de tweede geschetste ontwikkeling. De verifiërende analyse in figuur 3a laat echter een duidelijke PV-structuur zien ten westen van Nederland in overeenstemming met de eerste geschetste ontwikkeling.

EEN PV-ANALYSE MET SATELLIETBEELDEN

Een verdere waarschuwing dat de modelontwikkeling na 12 mei de verkeerde kant op ging, had kunnen komen van de satellietfoto's in het waterdampkanaal. In figuur 4 zien we een reeks van vier foto's, 6 uur na elkaar, beginnend op 13 mei 18 UTC. Het contrast tussen donker en licht correspondeert met een contrast tussen relatief droge en relatief vochtige lucht.

Een donkere (dus droge) plek kan ontstaan doordat de lucht daar voor een groot deel van stratosferische oorsprong is. Dit hangt meestal samen met een lage tropopauze, welke op de PV-kaarten herkenbaar is als een gebied met relatief hoge waarden van PV. Op deze wijze kunnen we satellietfoto's van het waterdampkanaal interpreteren als PV-kaarten. Door deze interpretatie krijgen de satellietfoto's een belangrijke extra betekenis: een dynamische betekenis.

Figuur 4a kunnen we dan beschouwen als een bevestiging van de analyse van figuur 2a. Hoewel het gebied van de satellietfoto's eigenlijk net iets te klein is, zien we dat de structuur ten westen van Normandië er na 6 uur blijkbaar nog steeds is. De foto's van 6 en 12 uur later geven aan dat het donkere gebied (met hoge PV) zijn structuur behoudt en zich naar het noordoosten verplaatst. Dit in tegenstelling tot wat de modelvoorspellingen voor deze tijdstippen laten zien. Op de laatste foto van figuur 4 zien we hoe deze verplaatsing zich heeft doorgezet en het gebied met hoge PV bij Nederland is aangekomen.

De satellietfoto die correspondeert met 13 mei 12 UTC (hier niet afgebeeld) komt in de middag van 13 mei beschikbaar. Op dat moment had dus duidelijk kunnen worden dat de 24 uren voorspelling voor dit tijdstip aan het ontsporen was. De voortzetting van deze ontsporende voorspelling naar 48 uur wordt gebruikt bij het opmaken van een verwachting voor de dag erna. De HIRLAM analyse, die pas zo'n twee en een half uur later beschikbaar komt had hetzelfde laten zien. Zo had een meteoroloog met PV bril kunnen anticiperen dat er ergens ten westen van Nederland een troggetje met bijbehorende circulatie zou ontstaan.

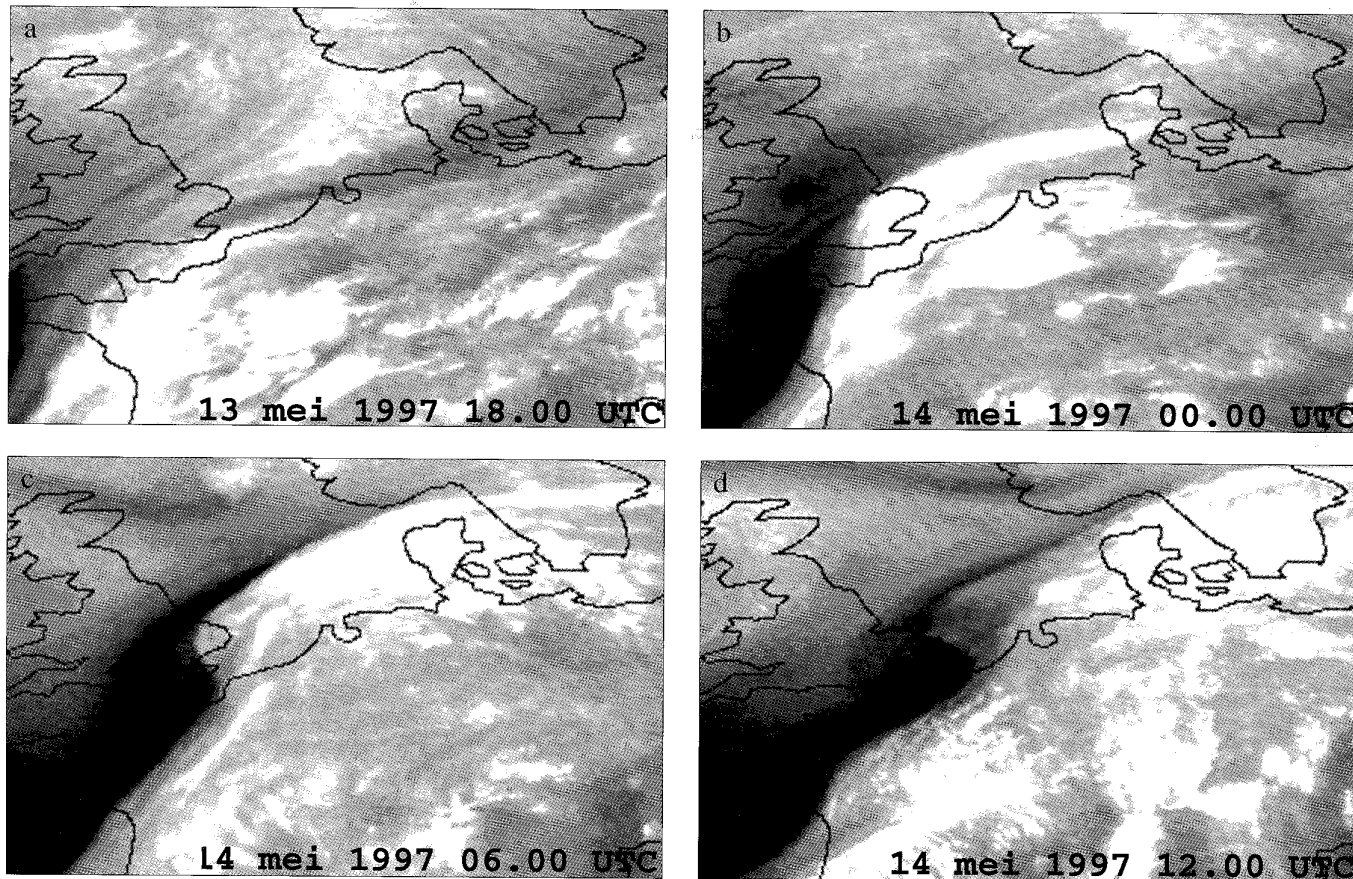
CONCLUSIE

Het vertalen van PV naar "weer" is bepaald geen triviale opgave. Toch zijn de meeste meteorologen in staat luchtdrukpatronen en temperatuurpatronen, in combinatie met andere informatie, te associëren met een zeker weertype. Echter deze informatie zit ook besloten in het PV-veld, middels het inverteerbaarheidsprincipe. Dit inverteerbaarheidsprincipe is een wiskundige constructie, die in de praktijk minder ingewikkeld is dan het lijkt: een losse PV-structuur is te associëren met, zoals Kleinschmidt dat in 1950 noemde,

een "cyclonaal lichaam". Zonder in te gaan op de vele details die met een cyclonaal lichaam samen hangen kun je stellen dat een cyclonaal lichaam alle kenmerken van een depressie met zich meedraagt. Naarmate de PV-structuur, het cyclonale lichaam, kleiner of minder diep wordt, wordt de geassocieerde depressie ook minder diep. In die zin kan de meteoroloog het PV-veld gebruiken bij de vertaling naar het weer.

Het gaat te ver om te stellen dat we alle modelmissers kunnen zien aankomen door naar het PV-veld te kijken, maar dit geval geeft aan dat de ontwikkeling van het PV-veld ons iets alerter had kunnen maken op de ontsprende weersvoorspelling. Het besproken geval bevestigt dat weer wordt gemaakt doordat luchtmassa's op de ene of op de andere wijze worden getransporteerd (een centraal concept binnen de "Noorse School"). De PV-bril geeft ons een

voldoend scherpe visie om deze luchtmassa's te kunnen identificeren en de ontwikkelingen van het weer te volgen. PS voor de PV-freaks: We hebben hier PV op een isobaar vlak geplot en niet op isentroop vlak. Verder hebben we de geopotential in plaats van de Montgomery-potential gebruikt. Strikt genomen is dit minder zuiver, maar in veel gevallen, zoals ook dit geval, zijn de verschillen niet erg groot.



Figuur 4. Satellietfoto's (Meteosat) in het waterdampkanaal (6.7 micrometer). Met dank aan Arnout Feijt (KNMI) voor het beschikbaar stellen van deze beelden.

Op de voorplaat van dit nummer zijn een drietal momentopnamen te zien van het PV veld zoals dat wordt gegenereerd door een model dat de PV vrijwel exact adverteert met de winden zoals die uit ECMWF analyses komen (voor de kenners: het is een contour-advectie model met "surgery"). Opvallend hierbij is de enorme fijnstructuur in het PV-veld die zichtbaar wordt in een dergelijk model. De plaatjes volgen 12 uur na elkaar, beginnend met 13 mei 1997, 12 UTC. Het wordt dan ook zichtbaar dat ook in dit model, dat de PV exact behoudt, de PV-structuur ten westen van Nederland uit het artikel niet wordt gevormd. De conclusie moet dus zijn dat de vorming van deze PV-structuur samenhangt met diabatische verandering van PV.