

Misvattingen rond modellen

KEES FLOOR (KNMI, DE BILT)

Al meer dan vijftig jaar werken meteorologen aan en met numerieke modellen van de atmosfeer (Spekat 2000). De producten van het ECMWF, dat in 2000 zijn 25 jarig bestaan vierde, zijn sinds 1981 op routinebasis in de weerkamers van de lidstaten beschikbaar. Je zou dan ook verwachten dat inmiddels de 'ins en outs' van atmosfermodellen en van modeluitvoer bij geroutineerde meteorologen gemeen goed zijn, maar niets blijkt minder waar. Sommige zaken zijn nog niet bekend en vragen om nader onderzoek; voor andere geldt dat erover misvattingen rondzingen die een effectief gebruik van de modelproducten in de weg staan. Hieronder komen enkele van die misvattingen aan bod.

'WHAT YOU SEE IS WHAT YOU GET'

Sinds de overgang van DOS naar Windows zien we op het scherm van onze PC precies hoe het document dat we gaan printen eruit zal zien. 'What you see is what you get' werd de slogan waarmee de overgang naar het nieuwe besturingssysteem werd aangemoedigd. Het lijkt wel of deze uitdrukking door veel meteorologen is verinnerlijkt en wordt toegepast op terreinen waar ze niet voor is bedoeld, bijvoorbeeld de interpretatie van grondprognoses van numerieke modellen. De achterliggende gedachte is: het model *deugt* als de prognose voor een bepaald tijdstip identiek blijkt te zijn aan de analyse. Maar *deugen* op dag 2 van een mondiaal model is wat anders dan *deugen* op dag 6 en *deugen* langs de rand van een regionaal model is wat anders dan *deugen* in het centrum van het rekengebied.

Een grondkaart voor dag 1 ziet er net zo uit als een grondkaart voor dag 6; toch gaat het eigenlijk om totaal verschillende

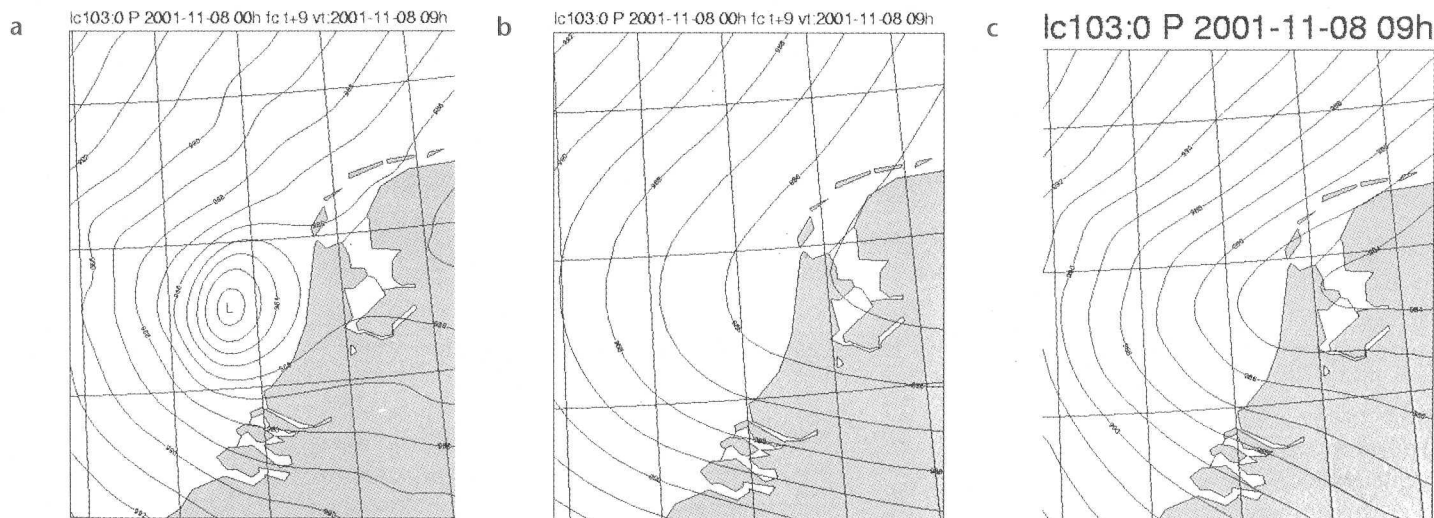
prenten, omdat het gewicht van de dag-1-prognose uiteraard anders is dan dat van die voor dag 5. Een depressie bij IJsland op een prognose van 48 uur vooruit in de uitvoer van een regionaal atmosfermodel, bijvoorbeeld het HiRLAM, ziet er net zo uit als een depressie boven Nederland; de depressie bij IJsland bevindt zich echter dicht bij de rand van het rekengebied dan haar collega boven Nederland en is daardoor minder te vertrouwen.

Ondanks de verschillen in 'realiteitsgehalte' van een prognose voor dag 2 en voor dag 6, stellen we in de 'meerdaagse', mogelijk tegen beter weten in, een weersverwachting op voor dag 5 op basis van de ligging en de ontwikkeling van lagedrukgebieden op ECMWF-uitvoer, terwijl de eigen *User Guide* daarover onomwonden opmerkt dat de skill laag is en er over de ligging en activiteit van fronten zelfs in het geheel geen uitspraak kan worden gedaan. Om maar direct een andere misvatting te voorkomen: dag 5 van de meer-

daagse is dag 6 van het ECMWF-model, dat immers draait op de analyse van gisteren 12 UT.

DE LAATSTE VERWACHTING IS ALTIJD DE BESTE

Deze stelling berust op een misvatting. De clou zit hem natuurlijk in het woord 'altijd'. Dat je nooit 'nooit' moet zeggen is algemeen bekend, maar dat datzelfde ook geldt voor 'altijd', ontsnapt soms aan de aandacht. Gemiddeld genomen is de laatste verwachting natuurlijk de beste, maar niet altijd. De vorige versies van de *User Guide* (ECMWF 1995) melden dat de kwaliteit van de meest recente prognoses voor dag 5 en 6 (de laatste twee dagen van de 'meerdaagse' dus) in 20-25% van de gevallen achterblijft bij die van de prognose van een dag eerder, zodat in die gevallen (je weet helaas niet welke) beter de 'oude' prognose gebruikt hadden kunnen worden.



Figuur 1. HiRLAM +09-prognoses voor 8 november 2001 van twee modelversies met verschillende resolutie: 11 km (links) en 55 km (middelen). Is de hoge resolutie een zegen voor de meteoroloog? In dit geval niet (zie de uiteindelijke analyse door het HiRLAM 11-km-resolutiemodel rechts), want het hogeresolutiemodel 'ontspoorde' in deze situatie duidelijk met een veel te sterke ontwikkeling van een polarlowachtig systeem, terwijl de grovere resolutie een beter resultaat liet zien.

Doordat oude prognoses niet altijd onderdoen voor nieuwe, kunnen ze gezamenlijk, - eventueel samen met de voorspellingen van nog een dag eerder, - worden gebruikt als 'poor man's ensemble', bestaande uit twee of drie leden, waarvan het gemiddelde beter scoort dan elk van de leden afzonderlijk.

HOE HOGER DE RESOLUTIE, DES TE BETER DE PROGNOSE

Op talrijke meteorologische centra waar atmosfeermodellen draaien, is men bezig resoluties te verhogen en roosterpuntafstanden te verkleinen om accuratere prognoses te krijgen. Leveren fijnmaziger modellen echter wel altijd betere voorspellingen? Een hoge resolutie blijkt voor regionale modellen niet alleenzigmakend; gedetailleerd rekenen aan de fouten die door een te dichtbij liggende rand het rekengebied binnendringen, levert geen extra winst. Mesinger (2000) geeft voorbeelden waarbij een groter rekengebied even belangrijk is als een hogere resolutie: de 29 km/50 lagen versie van een Amerikaans atmosfeermodel leverde geen betere neerslagverwachtingen dan de even 'dure' 48 km/38 lagen versie met een 2,5 maal zo groot rekengebied. COMET (2002b) toont een situatie waarin een 80-km-roosterpuntmodel het beter deed dan een 22-km-model; oorzaak was dat de zeevatertemperatuur, die in dit geval een belangrijke rol speelde, beschikbaar was in een resolutie die beter overeenkwam met die van het grove model dan met de resolutie van het fijnmazige model. Ook van HiRLAM zijn gevallen bekend waarin een fijnere resolutie geen verbetering inhield; een voorbeeld van zo'n situatie geeft figuur 1.

Natuurlijk zijn er talrijke andere voorbeelden bekend die juist wel een toegevoegde waarde van een hogere resolutie laten zien, maar in incidentele gevallen zet het beter geachte model je op het verkeerde been. Dat is vooral het geval als de data niet beschikbaar zijn in de voor dit type modellen benodigde resolutie; de analysecyclus kan dan gaten opvullen met onjuiste details en vervolgens vanuit een onjuiste beginpositie doorrekenen. Ook komt het modelleren van neerslagprocessen en van processen in de grenslaag veel kritischer dan in grofmaziger modellen.

Kijken we op de wat langere termijn, dan geldt eveneens dat een hogere resolutie niet langer borg staat voor een betere prognose. Zo levert het ensemblepredictiesysteem (EPS) van het ECMWF naast de 'gewone' ECMWF-prognoses ook nog 51 prognoses van een modelvariant met

een lagere resolutie. Voor verwachtingen van 6 tot 10 dagen vooruit heeft het uitkomen van de hogeresolutieverwachting echter geen grotere waarschijnlijkheid meer dan de overige verwachtingen, gemaakt met een lagere resolutie.

CONSISTENTE VERWACHTINGEN ZIJN BETER DAN INCONSISTENTE

Van tijd tot tijd lijken de atmosfeermodellen periodes door te maken waarin significante verschillen optreden in opeenvolgende middellangetermijnverwachtingen, - en soms zelfs in verwachtingen op de korte termijn, - geldig voor een zelfde tijdstip. In de jaren tachtig van de vorige eeuw begonnen veel 'meerdagsemeteorologen', die geregeld met deze springerigheid van de modellen werden geconfronteerd, de overeenkomst van dag op dag tussen prognoses voor een zelfde tijdstip te gebruiken als maat voor de kwaliteit van de verwachting. (ECMWF 1995). Onderzoek naar het verband tussen con-

sistentie en kwaliteit leverden echter niet bruikbaar op. Veranderingen in verwachtingen van dag op dag, zoals bijvoorbeeld in figuur 2, zijn onvermijdelijk en noodzakelijk (Persson 2002); je wilt namelijk dat het verwachtingssysteem nieuw waarnemingen volledig uitbuit om voorgaande analyses van de toestand van de atmosfeer bij te schaven. Doordat de laatste verwachting gebaseerd is op recentere waarnemingen, zal ze door de bank genomen beter zijn (echter niet altijd: zie boven onder het kopje: 'De laatste verwachting is altijd de beste'). Meestal zijn de veranderingen in opeenvolgende verwachtingen gering, zeker voor de eerste vijf of zes dagen, maar af en toe treden toch grote verschillen op. Dat laatste bijvoorbeeld het geval als er nieuwe waarnemingen beschikbaar komen uit gebieden waar de gevoeligheid van het model groot is. Het schrijnende van de situatie is dat het model dus af en toe inconsistent ofwel springerig moet zijn om de nieuw binnengekomen waarnemingen ten voll-



Figuur 2. Vijf ECMWF 500 hPa prognoses, geldig voor 1 februari 2001 12 UTC en ontleend aan Persson (2002). Ze zijn alle redelijk consistent en realistisch, behalve de prognose van 27 januari, die een depressie boven Schotland introduceert. Wat doet de meteoroloog?

te kunnen benutten, terwijl de meteoroloog juist wél consistent moet zijn om het publiek niet in verwarring te brengen! En dat terwijl diezelfde meteoroloog niet kan bepalen welke verwachting de beste is, zo er al een de beste is. Er is namelijk geen significant verschil in kwaliteit tussen consistente en inconsistente verwachtingen.

SOMS ZIJN DE MODELLEN INCONSISTENT, ZIJN ZE HET ONEENS OF SPREKEN ZE ELKAAR TEGEN

Moeten we nu stellen dat inconsistentie wordt veroorzaakt door het assimileren van nieuwe waarnemingen? COMET (2002a) en Kok (2002) formuleren het liever anders: inconsistentie is onlosmakelijk verbonden met de beperkingen aan de voorspelbaarheid. Als alle verwachtingen maar vallen binnen de range die het ensemblepredictiesysteem (EPS) bestrijkt, is er eigenlijk niets aan de hand. Hoe groter de spreiding in het ensemble of hoe moeilijker voorspelbaar de situatie, des te groter de kans op 'rare sprongen'. Deze springerigheid neemt nog verder toe bij het vaker draaien van een weermodel, bijvoorbeeld om de 6 uur in plaats van om de 24 uur (Kok 2002).

Als we ons in deze redenering kunnen vinden, dan komt het ook niet meer voor dat modellen inconsistent zijn, van elkaar afwijken of elkaar tegenspreken. Inconsistent impliceert als norm 'consistentie' en deze norm accepteren we dus niet langer. Managers zouden spreken over de noodzaak van een 'paradigmashift' onder de meteorologen. Het oude, deterministische, paradigma, - nog steeds de actuele 'mindset' van veel meteorologen, - schrijft voor dat opeenvolgende modelruns de weersituatie van een bepaald moment steeds goed of op z'n minst steeds beter moeten voorspellen; inconsistentie bestaat in deze visie écht en is uit den boze. Het nieuwe, probabilistische, paradigma ziet elke verwachting, al dan niet afkomstig van hét operationele model, als een nieuwe greep uit de vele mogelijkheden binnen de ruimte die het ensemble toelaat of die de mate van onvoorspelbaarheid van dat moment met zich meebrengt; inconsistentie is inexistent. Verschillende weermodellen kunnen het niet langer met elkaar oneens zijn en elkaar niet meer tegenspreken; ze hebben alleen nog een andere greep gedaan uit de scenario's die het ensemble aanreikt. De paradigmashift houdt in het afzweren van het deterministische paradigma en het daarvoor in de plaats omarmen van het probabilistische.

MET EEN 11 KM ROOSTER KUN JE WEERSYSTEMEN VANAF 22 KM GOED BESCHRIJVEN

Weer een stelling over resolutie en roosterpuntafstanden en ook deze blijkt niet waar. Mogelijk is een verschijnsel dat slechts twee of drie roosterpunten omvat, terug te vinden in de analyse, maar van enige nauwkeurigheid is dan beslist geen sprake. Bovendien wil je niet alleen dat het verschijnsel in de analyse tot zijn recht komt, maar ook in de daaropvolgende prognoses. Het weersysteem mag niet door rekentechnische oorzaken degenereren in de loop van het rekenproces. Om degeneratie te voorkomen, zijn 2 of 3 roosterpunten niet genoeg; eerder zijn 8 tot 10 roosterpunten nodig (COMET 2002b). Je mag van fijnmazige modellen wel verwachten dat ze een signaal afgeven voor het optreden van bijvoorbeeld zeewind of het passeren van een kleinschalig gebied met zware neerslag, maar op de getoonde details mag je niet blindvaren.

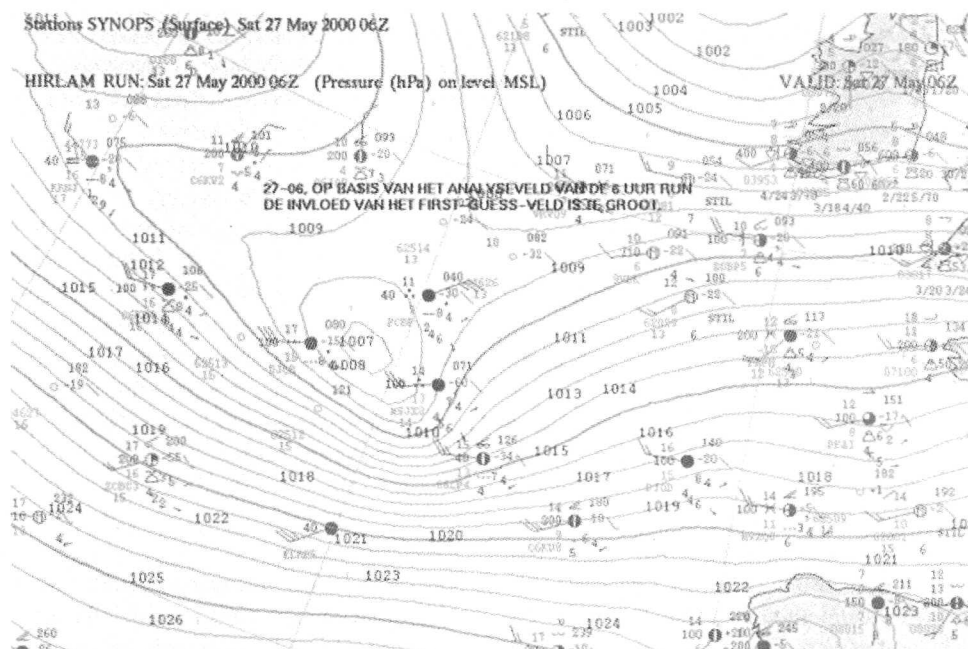
WAARNEMINGEN MOETEN NAADLOOS PASSEN IN DE MODELANALYSE

'In het huidige sterk door computermodellen, progtemps en automatische waarnemingen bepaalde wereldje is één van de basisprincipes om betrouwbare verwachtingen te maken nog altijd vergelijking van de modeldata met de werkelijkheid', zo las ik onlangs in een email van een meteoroloog. *'Om een zo goed mogelijke verwachting te krijgen, moet de analyse exact overeenkomen met de waarnemingen; is dat bij een bepaalde modelrun onverhoopt niet*

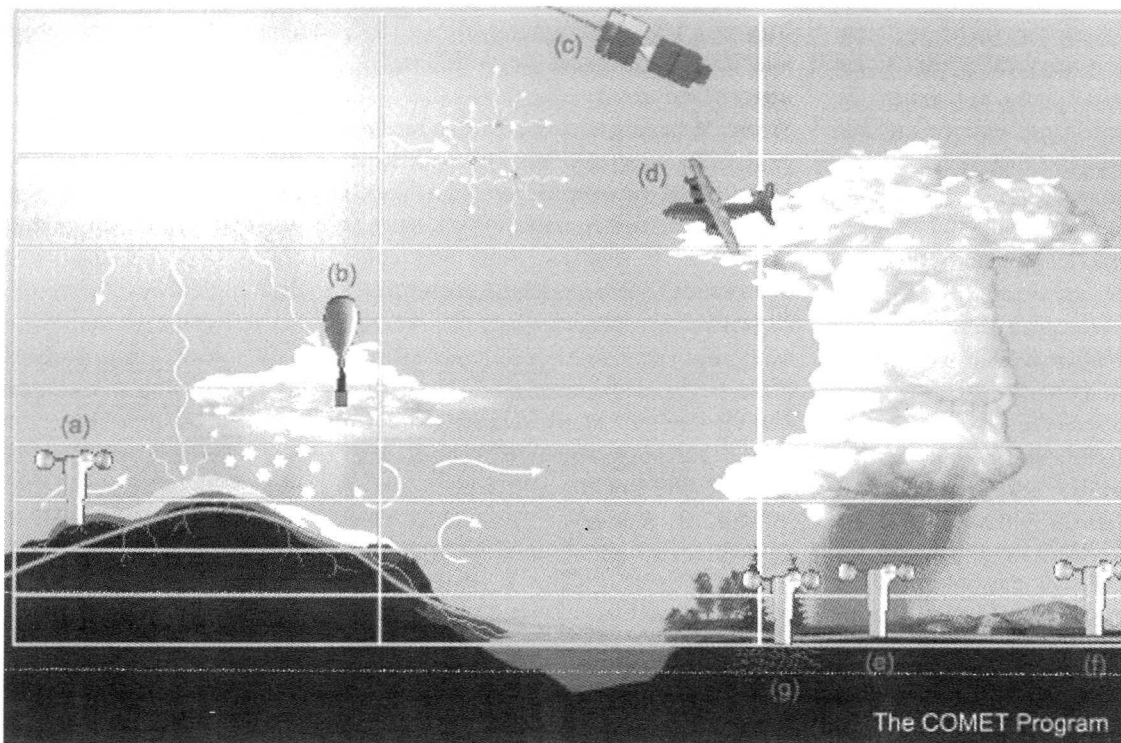
het geval,' (zoals bijvoorbeeld in figuur 3), *'dan wantrouwen we alle prognoses'*, zo wordt vaak gedacht. Ten onrechte, want een modelanalyse is namelijk niet alleen gebaseerd op waarnemingen, maar ook op een zogeheten gisveld. Het gisveld is de prognose van de vorige modelrun die geldig is voor het nieuwe analysetijdstip. Zo'n gisveld bevat dus veel informatie uit het verleden over de toestand van de atmosfeer; deze informatie wordt zo goed mogelijk benut voor het analyseren van de weersituatie op het tijdstip van de waarnemingen. Bij de analyse wordt het gisveld wel in de richting van de waarnemingen getrokken, maar vrijwel nooit voor de volle 100%.

Er is nog meer te zeggen over verschillen tussen analyse en waarneming. Het kan bijvoorbeeld zijn dat de modellen niet over dezelfde meetgegevens beschikken als de meteoroloog die de modelanalyse op waarde moet schatten. Zo genereren de Zeeuwse windmeetpalen geen SYNOP's en komen de gegevens daardoor niet in het buitenland terecht. De wind in de Zeeuwse kustwateren in een analyse van het Britse MetOffice kan dus gemakkelijk afwijken van de metingen die in Nederland opvraagbaar zijn. Maar ook als het model waarnemingen wél heeft gebruikt voor de analyse, zijn verschillen mogelijk. Dat heeft uiteenlopende oorzaken, waarvan sommige geïllustreerd kunnen worden met behulp van figuur 4 (COMET 2002b).

Het roosterpuntmodel dat in die figuur is geschetst, gebruikt SYNOP's (a, e, f, g), een TEMP (b), satellietdata (c), en vliegtuigwaarnemingen (d) om per vakje 'het



Figuur 3. HiRLAM-analyse van 27 mei 2000 06 UTC met waarnemingen. De luchtdruk in de kern van de depressie is ongeveer 5 hPa te hoog; het lagedrukcentrum ligt in de modelanalyse te veel naar het westen. Deugt het model niet in dit geval?



Figuur 4. 'Vakjes' van een roosterpuntmodel met daarin aangegeven de beschikbare waarnemingen: (a) een oppervlaktewaarneming met binnen het vakje grote verschillen in sneeuwbedekking, topografie en temperatuur; (b) radiosonde stijgt op door sneeuwvui; (c) satelliet-waarneming die radiantie meet gemiddeld over verscheidene vakjes, (d) vliegtuig dat meet in het aambeeld van een onweersbui en (e) drie SYNOP's, één in de regenzone van een onweersbui, één vóór de bui en één erachter. Vind je het gék dat waarnemingen de analyse niet altijd volledig dekken?

weer' te bepalen. In sommige vakjes is echter geen enkele waarneming beschikbaar; daar moet het model dus wel terugvallen op het gisveld.

Het oplossend vermogen van die waarnemingen wijkt vaak af van de modelresolutie. De figuur bevat verscheidene voorbeelden. (1): De SYNOP-waarneming (a) rapporteert uit een vakje met grote verschillen in sneeuwbedekking, topografie en temperatuur. (2) De radiosonde (b) die een sneeuwvui doorkruist en het vliegtuig dat door het aambeeld van een onweersbui vliegt, genereren meetwaarden die kleinschaliger zijn dan het model 'aankan'. (3): De weersatelliet (c) registreert stralingsgegevens die betrekking hebben op verscheidene, boven elkaar gelegen vakjes; nu is de resolutie van de waarnemingen dus juist grover dan die van het model. (4) In het vakje rechtsonder beschikken we over drie SYNOP-waarnemingen: een voor de bui uit, een in de bui en een erachter; de modelanalyse kent per vakje maar één mogelijkheid.

In het geval van de SYNOP's gaat het ook nog om tegenstrijdige waarnemingen uit één vakje; het kan zijn dat het analysesysteem ze daarom verwerpt. Onmiskenbaar foute waarnemingen zijn gemakkelijk op te sporen en te verwerpen, maar voor kleinere fouten of kleinere afwijkingen van het gisveld is dat veel moeilijker.

Bovendien hebben we te maken met marges in de meetwaarden, die per meetsysteem anders zijn.

In een model moeten de samenhangen tussen verschillende grootheden kloppen. In het geval van de radiosondewaarneming die de sneeuwvui doorkruist, zal het model vocht toevoegen om de modelsituatie dichter bij de gemeten werkelijkheid te brengen. Een ander voorbeeld: als een lagedrukgebied aan de grond niet is terug te vinden in de bovenlucht, zal een model de depressie afvlakken, omdat haar aanwezigheid niet wordt ondersteund door de bovenluchtwaarnemingen.

Door alle genoemde, op zich goed te begrijpen, oorzaken kunnen er dus verschillen optreden tussen analyse en waarneming. Natuurlijk komt het voor dat waarnemingen ten onrechte verworpen worden en dat belangrijk weer daardoor wordt gemist, maar toch hoeven verschillen tussen waarnemingen en modelanalyse niet in te houden dat de modelprognoses niet kunnen deugen.

CONCLUSIE

Consistente verwachtingen hoeven niet beter te zijn dan inconsistente. De verwachting van gisteren kan beter zijn dan die van vandaag. Hogere resolutiemodellen zetten je soms op het verkeerde been.

Er zijn veel meer dan twee roosterpunten nodig om een weersysteem te kunnen beschrijven én vast te houden in de prognoses. Analyses hoeven niet alle geschiedenissen te waarnemen voor de volle 100% te honoreren. Op het gebied van voorspelbaarheid zitten veel meteorologen nog vast aan hun oude 'mindset'; ze zijn nog niet klaar voor de 'paradigmashift'. Een slogan 'what you see is what you get' biedt geen houvast voor het beoordelen van modeluitvoer. Deze conclusies door ons soms wel even slikken, maar dienen toch onder ogen gezien te worden.

Literatuur

- COMET (2002a), Interpretation of Global Model Forecast "Flipflops"; www.met.ed.ucar.edu/nwp/pcu3/cases/ens08apr0/menu.htm
- COMET (2002b), Ten Common NWP Misconceptions, Computer-based Training Webcast; www.comet.ucar.edu/modules/ten.htm
- ECMWF (1995), User Guide to ECMWF products v2.1, Meteorological Bulletin M3.2, Reading UK, ECMWF december 1995
- Floor (2002), Management jargon; www.floor.nl/management/paradigma.html
- Kok, C.J. (2002), Springerigheid van modellen, Uitgezocht (interne KNMI-publicatie).
- Mesinger (2000), Limited Area Modelling: Beginnings, state of the art, outlook, in: Spekat, A (2000), 50 years Numerical Weather Prediction, Berlin, EMS
- Persson, A. (2002), User Guide to ECMWF forecast products v3.2, Meteorological Bulletin M3.2, Reading UK, ECMWF maart 2002; www.ecmwf.int/products/forecasts
- Spekat, A. (2000), 50 years Numerical Weather Prediction, Berlin, EMS.