

waarin onder meer sociaal-economische aspecten zijn opgenomen. Het Instituut voor Marien en Atmosferisch onderzoek van de Universiteit Utrecht (IMAU) is een door de Universiteit Utrecht op 24 september 1991 formeel ingesteld interfacultair instituut. Het IMAU is ontstaan door een bundeling van de vakgroepen Meteorologie en Fysische Oceanografie van de faculteit Natuur en Sterrenkunde en de sectie kustonderzoek van de faculteit Ruimtelijke Wetenschappen. Het IMAU zal zich binnen het CKO concentreren op het uitvoeren van fundamenteel onderzoek.

## HET ONDERZOEK

Er zijn twee thema's gedefinieerd waar het CKO zich op zal concentreren: (1) de samenstelling van de atmosfeer en stralingsforcering, en (2) variabiliteit en verandering van het klimaat. In feite zijn

deze twee thema's zo gedefinieerd dat het huidige onderzoek er onder valt. In het eerste thema gaat het vooral om de interactie tussen chemie, wolken en straling en de klimaateffecten daarvan. Onder de kop van het tweede thema vallen diverse onderwerpen als de relatie tussen het ijs op aarde (de ijskappen en de gletjers) en het klimaat, het IMAGE-2 model waarin de interactie van het klimaat en het menselijk handelen wordt gesimuleerd, en het ENSO-probleem (zie het hoofdartikel in dit nummer).

Het doel van het CKO is het verhogen van de kwaliteit van het klimaatonderzoek in Nederland en daarbuiten. De bedoeling is na het jaar 2000 een vooraanstaande plaats te hebben in de mondiale top van het klimaatonderzoek.

Of het CKO deze hooggespannen verwachtingen kan waarmaken hangt af van

de deelnemende instituten. Het CKO zelf is namelijk niet meer dan een afspraak tot nauwere samenwerking. Mevrouw Tanja van Beek, plaatsvervangend secretaris generaal van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, noemde het CKO in haar officiële openingsrede een "virtueel instituut". Het CKO heeft namelijk geen eigen budget noch een eigen staf. Ook de voorzitter van de raad van toezicht van het CKO, Prof.ir. van Egmond, waarschuwde het publiek op het symposium ter gelegenheid van de start van het CKO voor overspannen verwachtingen. Hij wees daarbij op de altijd moeilijke samenwerking tussen de zogenaamde "fundo's" (diegene die fundamenteel onderzoek doen zonder te denken aan de toepassingen, zoals bijvoorbeeld op het IMAU gebeurt) en de zogenaamde "globo's" (diegene die het meer toegepast en beleidsgericht onderzoek doen, zoals op het RIVM).

Beantwoord voor je aan dit artikel begint eerst de vraag over 'bevroren neerslag' op bladzijde 3.

## IJSREGEN BUITENBEENTJE

# 'Bevroren neerslag', een uiterst zeldzaam natuurverschijnsel

*Kees Floor (KNMI Meteorologische Opleidingen)*

In het maandblad *Onze Taal* van april 1991 besprak Marlies Philippa onder de kop 'Bevroren neerslag' een aantal verschijningsvormen van water. De schrijfster noemde: sneeuw, hagel, ijzel, ijsregen, onderkoelde regen, rijp en witte dauw. De titel van haar bijdrage suggereerde dat het hier gaat om zeven soorten bevroren neerslag. Mijns inziens is van deze zeven alleen ijsregen bevroren neerslag; in alle andere gevallen dekt de vlag de lading niet.

Om te kunnen spreken van bevroren neerslag moet namelijk zijn voldaan aan ten minste twee eisen: (1) het moet gaan om neerslag, (2) de neerslag moet bevroren zijn.

## GEEN NEERSLAG

Rijp en witte dauw voldoen niet aan de eerste voorwaarde. Zo gaat het in de gevallen dat we in onze weersverwachting de kans op neerslag aangeven meestal om regen, motregen, sneeuw en hagel, nooit om dauw of rijp. 'Van Dale' ondersteunt deze praktijk en noemt neerslag 'een collectieve benaming voor regen, sneeuw en

hagel'. 'Koenen' maakt nog weer duidelijker waarom bij rijp en (witte) dauw niet van neerslag gesproken kan worden: 'water dat in vaste of vloeibare toestand op de aarde valt, inz. regen, sneeuw en hagel'. Rijp en dauw vallen nu eenmaal niet als vaste stof of vloeistof uit de hemel; ze vormen zich in koude nachten uit het teveel aan waterdamp in de omringen-

de, afgekoelde lucht. Witte dauw is niets anders dan bevroren dauw met een dun rijplaagje) en dus evenmin neerslag. Ook ijzel voldoet niet aan de eerste eis. Hij valt niet op de aarde, maar ontstaat op het moment dat neerslag - regen, onderkoelde regen of ijsregen - in aanraking komt met een ijskoud aardoppervlak of met tot onder het vriespunt afgekoelde voorwerpen die daaraan vast zitten, zoals bomen, auto's, lichtmasten enzovoort. Daarbij vormt zich gewoonlijk een dun ijslaagje. Overigens is het aannemelijk dat het woord neerslag vroeger een ruimere betekenis had dan nu, gezien de vermelding in 'Koenen-Endepols', negende druk, 1951: 'vochtigheid, die uit de dampkring op aarde nederslaat: regen, sneeuw, hagel, dauw, rijp'. Het 'Woordenboek der Nederlandse Taal (WNT)' geeft als definitie van neerslag 'naam voor water dat uit de dampkringslucht wordt afgescheiden' (deel IX, kolom 1795).

## NIET BEVROREN

Het verschil tussen neerslag die tijdens de val bevriest, zoals ijsregen, en neerslag die bevriest op het moment dat de val eindigt, zoals bij de vorming van ijzel, lijkt misschien te klein om in het ene geval wel van bevroren neerslag te spreken en in het andere geval niet. Wanneer we afzien van het feit dat ijzel geen neerslag is en hem als 'bevroren neerslag' zouden opvatten, zou het gebruik van 'bevroren' echter afwijken van het gebruik elders. Als ijzel ontdooit ontstaat namelijk geen vloeibare neerslag; er blijft 'gewoon' vloeibaar

water over, dat bijvoorbeeld op de weg ligt of van een boom afdruipt. In andere gevallen waarin het woord bevroren wordt gebruikt, hebben bevroren en ontdooien geen invloed op de naam van de stof of van het voorwerp waar het over gaat. Bevroren water is ijs en wordt na ontdooien weer water, bevroren cola die ontdooit, blijft cola en zelfs bevroren ledematen blijven ondanks eventueel opgelopen beschadigingen wat ze waren. Van de vier overgebleven verschijningsvormen van water voldoen de meeste niet aan de tweede eis. Het duidelijkst is dat bij onderkoelde regen, een neerslagvorm die bestaat uit vloeibaar water met een temperatuur onder nul, maar waarbij desondanks nog geen bevroren is opgetreden. Ook bij sneeuw kan men echter on-

mogelijk spreken van bevroren neerslag, neerslag die door vorst vast geworden is ('Van Dale'). Sneeuw vormt zich namelijk uit waterdamp, die in een wolk direct is overgegaan in ijs en die verder aangroeit door meer waterdamp naar zich toe te trekken. Er treedt geen overgang op van vloeibaar naar vast en er vindt geen wijziging plaats die deze neerslagvorm ondergaat door vorst. Sneeuw hoort dus niet in het rijtje met 'bevroren neerslag' thuis. Hagel zou ik evenmin 'bevroren neerslag' willen noemen. Hagel ontstaat als neerslagelementen in een buienwolk tijdens de op- en neergaande luchtbewegingen waardoor ze worden meegevoerd, nu eens in lucht rondzweven met een temperatuur boven nul, dan weer in lucht met een temperatuur onder het vriespunt. Het afwisse-

lend bevroren en ontdooien is essentieel voor de vorming van hagel. Men zou hagel zelfs met hetzelfde recht 'ontdooide neerslag' kunnen noemen, al ben ik daar geen voorstander van; het ontdooien is namelijk even belangrijk bij de vorming van hagel als het bevroren. Dit bevroren is hier niet iets wat de neerslag zo maar overkomt, in tegenstelling tot wat bij de vorming van bevroren frisdrank of bevroren tenen het geval is. Hagel is in dit opzicht meer te vergelijken met bijvoorbeeld consumptieijs, waarvan men ook niet gauw zal zeggen dat het bevroren is. Wanneer men het eens is over wat neerslag is en wat niet, zijn de problemen die het gebruik van 'bevroren' neerslag met zich meebrengen te omzeilen door het over 'vaste' neerslag te hebben.

## HÖVMOLLER DIAGRAM

# Rosbygolven

Nicole van Lipzig en Cisco de Bruijn (KNMI/IMAU)

De ruggen en troggen in de straalstroom op de gematigde breedten vertegenwoordigen de golftoppen en golfdalen van zogenaamde Rosbygolven (zie de omslag). De golflengte van deze planetaire golven bedraagt enkele duizenden tot meer dan tienduizend kilometers. Rosbygolven zijn zichtbaar in de geopotential op 500 hPa.

In de figuur hieronder zijn contourplaatjes van de geopotential op 500 hPa als functie van de geografische lengte en de tijd (dag 1-30) uitgezet in zogenaamde Hövmoller diagrammen voor de maanden november 1993 en november 1994. De

geopotentialen zijn verkregen door middeling van data, afkomstig uit het archief van het Europese Centrum in Reading, over een gebied dat zich uitstrekt tussen 40° en 61° Noord. In de Hövmoller diagrammen kunnen gemakkelijk de evolutie van de

patronen van ruggen en troggen herkend worden.

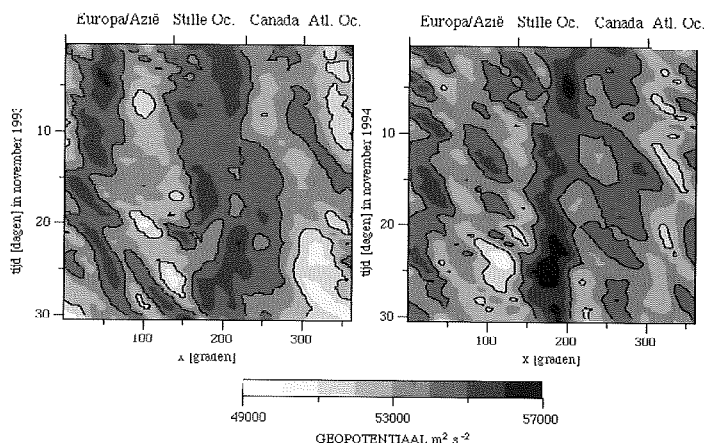
November 1993 was in Nederland gemiddeld een relatief koude maand (gemiddelde temperatuur in De Bilt: 2,2°C).

Daarentegen was november 1994 een relatief zeer zachte maand (gemiddelde temperatuur in De Bilt: 10,2°C).

In november 1993 zien we op 500 hPa een bijna permanent aanwezige golftop van een Rosbygolf (een rug) boven Rusland (50°). Onder het bijbehorende hogedrukgebied nabij het aardoppervlak was het al vanaf eind oktober erg koud. Deze kou kwam geleidelijk aan naar het westen en bereikte op 21 november Nederland (5°).

In het Hövmoller diagram is te zien dat op 21 november 1993 een rug ons land passeerde. Deze rug lag op 10 november al enkele dagen stil boven het oosten van Canada. In 20 dagen trok de rug van Canada naar Siberie (tot ongeveer 100°). De afstand die hiermee werd afgelegd is 11400 km. De snelheid wordt daarmee 24 km per uur, ofwel 6.6 m/s.

In November 1993 was er overigens relatief weinig activiteit van korte, relatief snel trekkende golven. Het golfpatroon werd gedomineerd door lange golven die zich niet of nauwelijks voortplanten. In november 1994 zien we veel grotere activiteit van snel van west naar oost lopende kortere golven, vooral boven de Atlantische Oceaan, Europa en Azië. Dit is een teken dat er aan de grond meer depressieactiviteit is, waarmee de kortere golven worden geassocieerd. Bij de westelijke rand van de Stille Oceaan net ten oosten van de noordelijke



Hövmoller diagrammen, contourplaatjes van de geopotential als functie van de geografische lengte en de tijd voor November 1993 (links) en November 1994 (rechts).