

KRALENKETTINGEN IN DE LUCHT

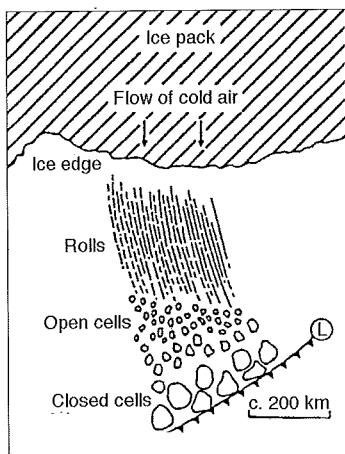
Wolkenstraten

KEES FLOOR (KNMI, DE BILT)

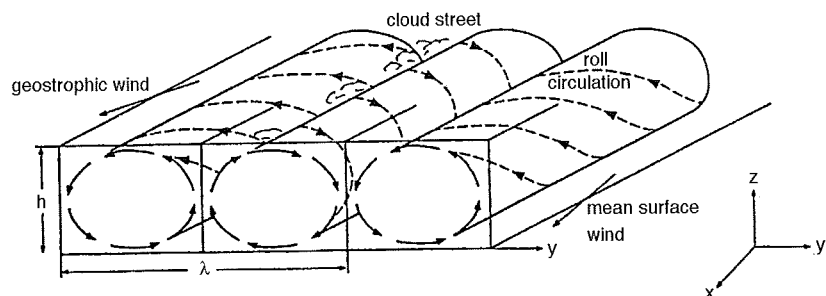
Koude poollucht die vanaf Groenland of andere met sneeuw en ijs bedekte gebieden in de poolstreken over de omliggende oceanen of poolzeeën uitstroomt, biedt op satellietfoto's gewoonlijk een spectaculaire aanblik (zie foto's). Niet ver van de rand tussen land en zee of tussen ijskap en zee begint de vorming van langgerekte wolkenstraten of koordwolken (laatstgenoemde term ontleend aan Schietekat, 1983). Sommige wolkenstraten hebben maar weinig open water nodig om zich te kunnen vormen en kunnen zich bovendien, tegen de gangbare beschrijvingen in, boven drijfijis of met sneeuw en ijs bedekt land handhaven, zoals we verderop zullen zien. Eerst beschrijven we echter de 'normale situatie'.

KARAKTERISTIEKEN

Wolkenstraten zijn in het verleden talrijke malen waargenomen en foto's ervan zijn geregeld afgedrukt in meteorologische bladen en tijdschriften. Hoewel het bestaan van wolkenstraten al langer bekend was van oppervlaktewaarnemingen, legden pas de beelden van polaire weersatellieten de ware schoonheid van het koordwolkenpatroon bloot. Een schematische weergave van het wolkenpatroon dat sinds de opkomst van de weersatellieten geregeld op satellietbeelden is terug te vinden, is afgedrukt als figuur 1. De wolkenstraten liggen meestal boven relatief warm zeewater; het temperatuurverschil tussen water en lucht is bij uitvallen van koude lucht in de poolstreken soms slechts een halve graad, maar kan in uitzonderlijke gevallen ruim 20 graden bedragen. De koordwolken liggen in evenwijdige banden op een onderlinge afstand van 5 tot 10 km; ze



Figuur 1. Schematische weergave van het wolkenstraten- of koordwolkenpatroon, zoals geregeld te zien op satellietbeelden bij kou-uitvallen boven open, relatief warm oceaaneewater.



Figuur 2. Conceptueel model van het koordwolkenpatroon. De maritieme grenslaag bevat rolvormige circulaties; aangrenzende rollen hebben tegengestelde draairichtingen. Bewolking ontstaat in de stijgende takken van de rollen vanaf het convectief condensatieniveau tot aan de top van de grenslaag. De oriëntatie van de koordwolken houdt het midden tussen de windrichting aan de grond en de richting van de geostrofische wind.

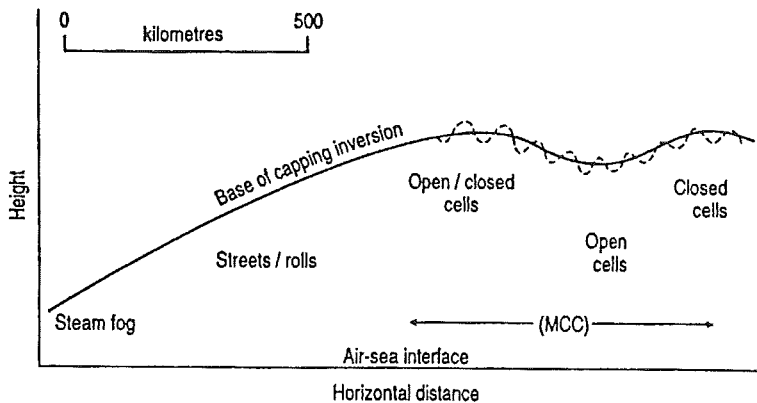
bestaan uit talrijke afzonderlijke cumuli die als het ware als kralen zijn aaneengeregen. De 'kralenkettingen' kunnen lengtes aannemen van 20 tot maar liefst 500 km. De bovenkant van de stapelwolken valt samen met de top van de maritieme grenslaag. De omvang van de cumuli neemt toe met de afstand tot de kust. De afstand tussen twee naburige wolkenstraten is gewoonlijk twee of drie maal de grenslaaghoogte.

De oriëntatie van de koordwolken houdt het midden tussen de windrichting aan de grond en de richting van de geostrofische wind (figuur 2). De figuur toont het conceptueel model van het koordwolkenpatroon. In de grenslaag doen zich rolvormige circulaties voor; aangrenzende rollen hebben tegengestelde draairichtingen. Bewolking kan zich vormen in de stijgende takken van de rollen vanaf het convectief condensatieniveau tot aan de top van de grenslaag, waarvan de hoogte oploopt van ongeveer 1500 m. dicht bij de kust tot zo'n 3000 m. verder op zee (figuur 3).

REGEL GESCHONDEN

Bij de beschrijvingen van bewolkingspatronen met wolkenstraten die ik in de literatuur tegenkwam, werd steeds gemeld of zelfs benadrukt dat de koordwolken ontstaan op zekere afstand uit de kust of van de rand van een ijskap. Sommige wolkenstraten lijken zich echter niet aan die regel te houden; de bewolking ontstaat in die gevallen dicht bij de kust en strekt zich uit over met ijs bedekte delen van de aangrenzende oceaan of poolzee. Nauwkeurige bestudering van de gedetailleerde HRPT opnamen laat echter zien dat in die gevallen steeds open water de bron vormt van waaruit de koordwolken ontstaan; vaak is er geen sprake van een duidelijke ijsrand. Een mooi voorbeeld toont de foto van Spitsbergen en omgeving (figuur 4). Vooral midden boven is goed te zien hoe open water vrijwel direct aanleiding geeft tot het ontstaan van koordwolken; sommige daarvan kunnen zich zelfs handhaven boven het koude land. Links op de foto is eveneens te zien dat een beperkte hoeveelheid open water voldoende is om de vor-

• Atkinson and Zhang: MESOSCALE SHALLOW CONVECTION



Figuur 3. Dwarsdoorsnede door de atmosfeer loodrecht op de kust. De hoogte van de top van de maritieme grenslaag (getrokken lijn) neemt toe van ongeveer 1500 m. net uit de kust tot zo'n 3000 m. verder op zee.

ming van wolkenstraten mogelijk te maken die zich vervolgens ook over gebieden met drijfijis kunnen uitstrekken. De bovenste satellietfoto op de achterpagina bevat hiervan eveneens duidelijke voorbeelden.

ANDERE LOCATIES

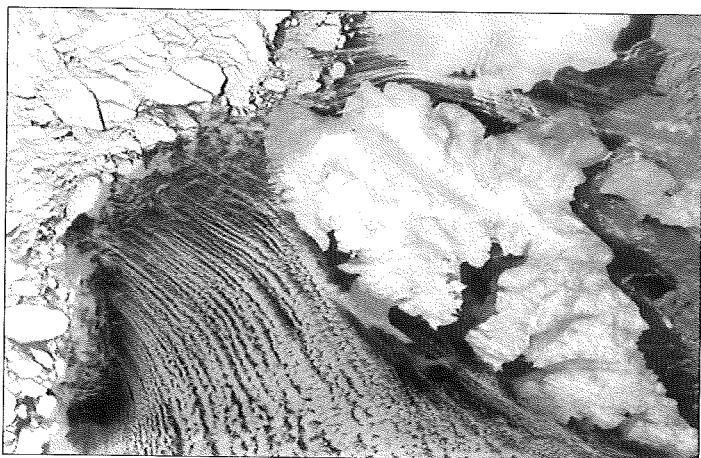
Wie eenmaal oog heeft gekregen voor de schoonheid van wolkenstraten, treft ze niet alleen aan in de poolzeeën en zelfs niet alleen boven water. Op de beelden die in

De Bilt, Dundee en Straatsburg worden ontvangen, zijn in incidentele gevallen tijdens kou-uitvallen in een oostelijke stroming boven de Noordzee en de Oostzee en in een noordelijke stroming boven de Middellandse Zee eveneens wolkenstraten te zien. Daarnaast kennen we de wolkenstraten natuurlijk uit eigen waarneming tijdens een noordwestelijke stroming in het voorjaar en figuur 5 maakt duidelijk dat ook deze koordwolken boven land de NOAA-satellieten niet ontgaan.

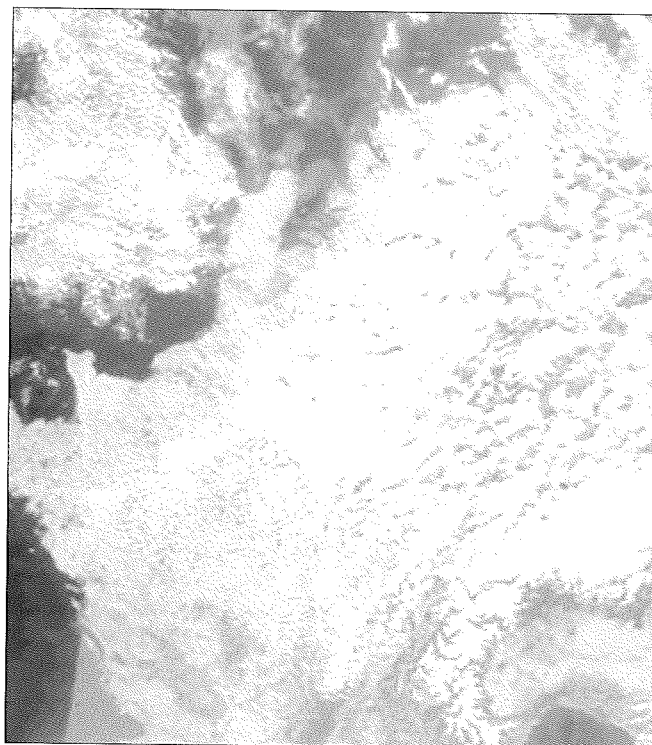
Literatuur:

Atkinson, B.W. and J. Wu Zhang, 1996: Mesoscale shallow convection in the atmosphere, Rev. of Geoph. 34 (4), 403.

Schietecat, G.D., 1983: De Weerfoto's, Interpretatie en gebruik van meteorologische stellingfoto's, Koninklijk Meteorologisch Instituut van België, Brussel, België.



Figuur 4. HRPT-opname in het infrarood van wolkenstraten nabij Spitsbergen. (foto NOAA/Dundee University) ▲



Figuur 5. Wolkenstraten boven Nederland, België, Noord-Frankrijk, Engeland en Wales. Zichtbaarlichtopname van de NOAA 14 in kanaal 2, 29 maart 1997, ongeveer 1400 UTC. (foto NOAA/Universiteit Straatsburg) ►

quote
van een
vakgenoot

Een van de eerste dingen die studenten in de meteorologie en de oceanografie leren is de werking van een zeer fundamenteel begrip: Corioliskracht. En al vrij snel zijn zij in staat deze kracht toe te passen, en wordt niet meer nagedacht over de fysische principes die aan deze kracht ten grondslag liggen. We hebben het ooit afgeleid gezien, en dus zit het wel goed: een luchtstroming ondervindt "een afwijking naar rechts op het Noordelijk Halfrond". De vooraanstaande Amerikaans Oceanograaf Henry Stommel formuleerde dit als volgt:

"Clutching the teacher's hand, they are carefully guided across a narrow gangplank over the yawning gap between the resting frame and the uniformly rotating frame. Fearful of looking down into the cold black water between the dock and the ship, many are glad, once safely aboard, to accept the idea of a Coriolis force, more or less with blind faith, confident that it has been derived rigorously. And some people prefer never to look over the side again"

Stommel, H.M. and D.W. Moore, 1989: An introduction to the Coriolis Force, Columbia Press, 297 pp.