

Wasbordpatroon in bewolking achter bergen

Kees Floor*

* Kees Floor is wetenschapsjournalist en weerpublicist. Veel van zijn bijdragen aan Zenit (en andere tijdschriften) zijn te vinden op: www.keesfloor.nl.

Lijgolven boven Ierland en Schotland.
Datum: 17 december 2003. Instrument:
MODIS. Satelliet: Aqua. Bron: NASA.

Satellietbeelden tonen achter gebergten of bergachtige eilanden vaak wolkenribbels. Zo'n wasbordpatroon in de bewolking hangt samen met lijgolven die ontstaan in de lucht die over de bergen stroomt. Dergelijke golven kunnen zich vormen achter allerlei uitstulpingen van het aardoppervlak, van bescheiden heuvels tot hoge bergen. Ze zijn niet alleen aanwezig op het niveau van de toppen van bergen en heuvels, maar kunnen soms ook tot op veel grotere hoogte worden teruggevonden. Zo kwam een Amerikaans U-2 spionagevliegtuig op twintig kilometer hoogte nog lijgolven tegen; radarwaarnemingen gaan tot dertig kilometer en ook lichtende nachtwolken op tachtig kilometer hoogte vertonen de kenmerken van zulke golven.

Lijgolven werden in 1933 'ontdekt' in het Pools-Tsjechische Reuzengebergte door zweefvliegers, die er vanaf dat moment gebruik van maakten om er hoger mee te komen en grotere afstanden mee af te leggen. Al in 1937 kwam men boven de 7000 meter en in 1989 bereikte een zweefvlieger in de lijgolven van de Sierra Nevada in de Verenigde Staten een hoogte van bijna vijftien kilometer. Ook de langste zweefvlucht maakte gebruik van lijgolven; in 2001 werd zo achter de Andes in Argentinië een afstand afgelegd van meer dan 2500 kilometer. De Duitse natuurkundige Gerhard Lyra gaf in 1943 als eerste een theoretische verklaring voor het verschijnsel.

Stabiel en stevige wind

Om lijgolven te krijgen is een stevige wind op de hoogte van de bergtoppen vereist, bij voorkeur loodrecht op de bergkam. Bij meer puntvormige barrières, zoals vulkanische eilanden in de oceaan, doet de windrichting er minder toe. De atmosfeer moet stabiel zijn opgebouwd; alleen in stabiele lucht keert een luchtdeeltje dat door een golfbeweging van zijn oorspronkelijke niveau omhoog is gebracht terug naar zijn uitgangspositie. De opstijgende lucht zet namelijk uit door de afnemende luchtdruk, koelt daardoor af, wordt zwaarder dan de lucht in de omgeving en zakt vervolgens terug. Daarbij schiet het luchtdeeltje te ver door naar beneden, wordt samenge-drukt, warmt op en stijgt weer omhoog naar het oorspronkelijke niveau. Het schiet ook daar weer te ver door en zo ontstaat een golfbeweging (zie fig. 2).

De golflengten lopen achter individuele bergen of bergkammen uiteen van drie tot twintig kilometer; daarnaast kunnen de Alpen, de Pyreneeën, de Karpaten en andere

grote berggebieden als geheel bij voldoende wind ook nog lijgolven opwekken met een golflengte van 20-40 km. De golflengte is groter naarmate het harder waait en naarmate de lucht minder stabiel is. In onstabiele lucht bestaat geen mechanisme om lucht die uit positie is geraakt, terug te drijven naar het oorspronkelijke niveau; daardoor treden in dat geval geen lijgolven op. De golfhogte wordt bepaald door de hoogte en de omvang van het gebergte, de karakteristieken van de berghelling en de stabiliteit van de atmosfeer.

Naast een stevige wind uit de goede hoek is een toename van de windsnelheid met de hoogte belangrijk, zonder dat daarbij de windrichting verandert; uit deze situatie putten de golven hun energie. Als de overgang tussen de troposfeer en de daarboven gelegen stratosfeer niet te abrupt is, kunnen de golven tot grote hoogte in de stratosfeer aanwezig zijn. Lijgolven treden het hele jaar door op. De kans erop is in het winterhalfjaar echter groter dan 's zomers, omdat het 's winters harder waait en de atmosfeer dan vaker de juiste stabiliteit bezit. De geschikte meteorologische omstandigheden doen zich onder meer voor aan de voorzijde van een frontale zone en wan-

neer zich een zogeheten straalstroom boven bergachtig gebied bevindt.

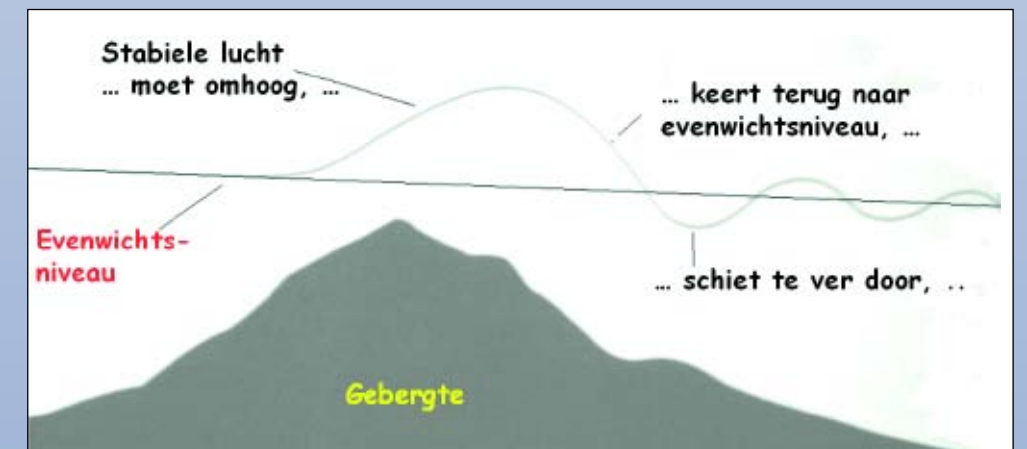
De lijgolven zijn in principe niet zichtbaar. Toch kunnen ze een patroon met wolkenribbels veroorzaken, dat onder meer op van satellieten afkomstige hoge-resolutiebeelden zichtbaar is. Dat is het geval als er in de toppen bewolking zit, terwijl tegelijkertijd in de golfdalen geen bewolking aanwezig is. Zo'n situatie komt geregeld voor, doordat de lucht die zich in de golftoppen bevindt omhoog is gebracht, is afgekoeld en daarbij oververzadigd geraakt kan zijn, zodat condensatie optreedt en zich bewolking vormt. In de golfdalen bevindt zich juist lucht die is gedaald en daarbij is opgewarmd; daardoor is de relatieve vochtigheid lager geworden en eventueel aanwezige bewolking mogelijk opgelost.

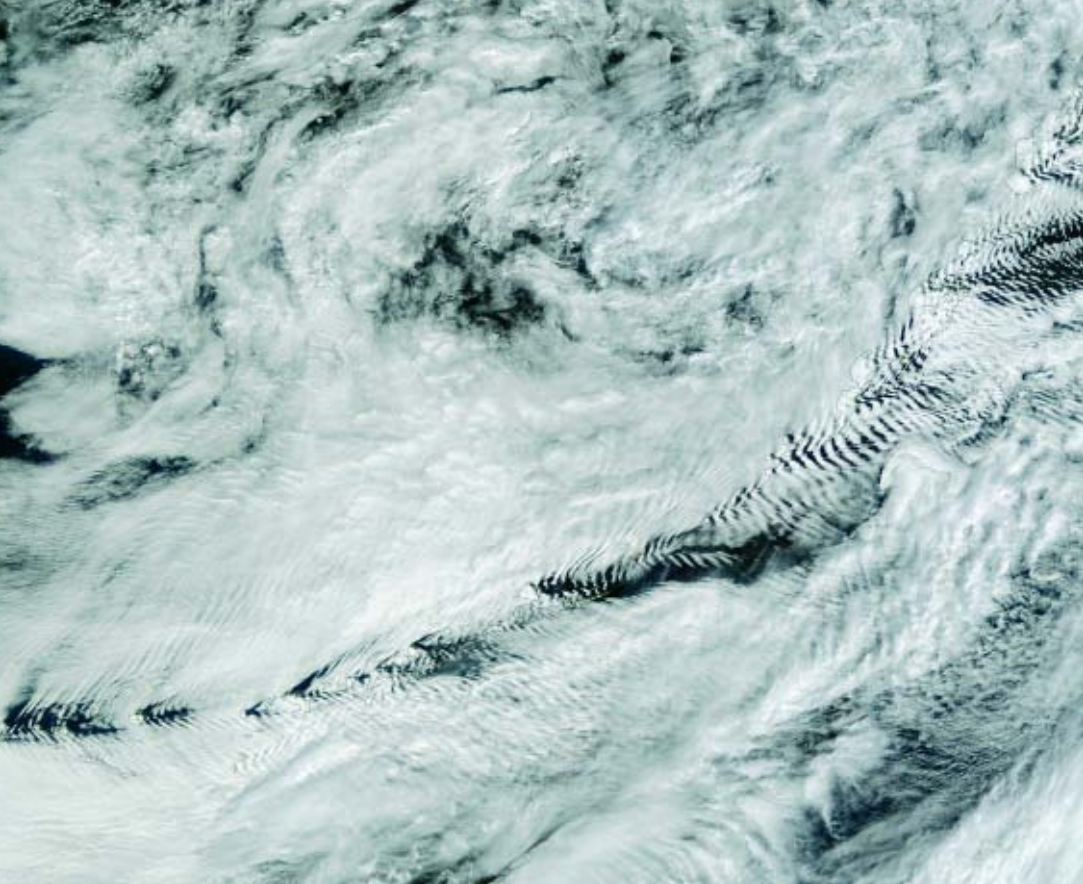
Bewolkingspatronen

De bewolking die onder deze omstandigheden in de golftoppen ontstaat, is veelal lensvormig; weerwaarnemers spreken van *altocumulus lenticularis*. Op satellietbeelden vormen achtereenvolgende lenswolken de wolkenribbels die aanleiding geven tot een wasbordpatroon. Zo'n patroon is op alle afgebeelde satellietbeelden te zien. De beelden zijn afkomstig van verschillende bronnen. Figuur 1 toont een beeld dat is gemaakt met de MODIS (moderate resolution imaging spectroradiometer) van de NASA-satelliet Aqua van het Earth Observing System (EOS). De lucht die over Schotland en Ierland uitstroomt wordt door de gebergten aldaar uit balans gebracht. Er ontstaan golven die het wasbordpatroon veroorzaken. Het beeld is van 17 december 2003.

Het gebied dat op 6 september 2002 door de Terra, het 'broertje' van de Aqua, in beeld is gebracht,

2. Het ontstaan van lijgolven achter bergen.





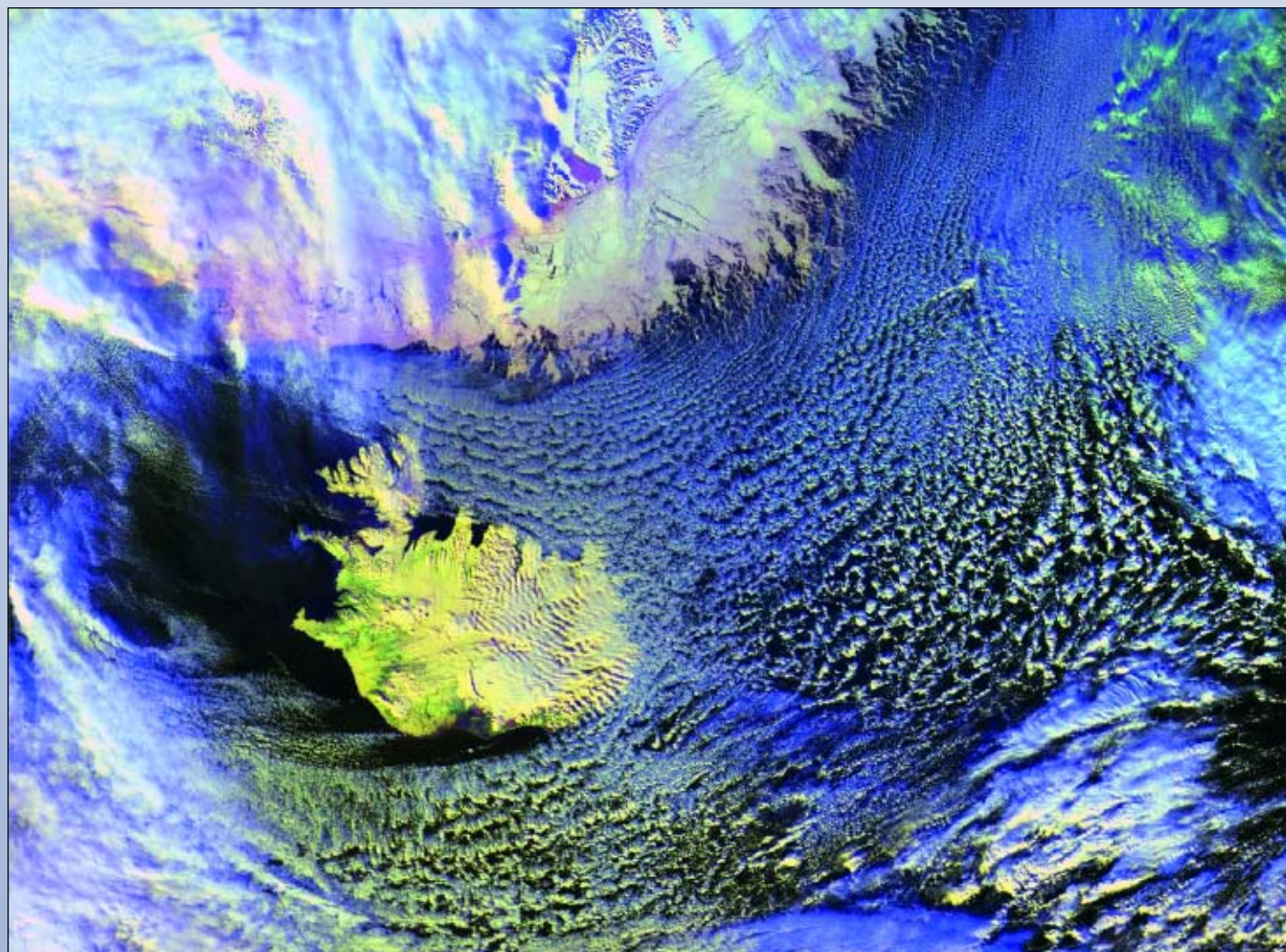
3. Lijgolven achter de Aleoeten.
Datum: 6 september 2002. Instru-
me

Amerikaanse weersatelliet NOAA 16. De figuur toont IJsland en omgeving op 26 februari 2002. De lucht die op IJsland toestroomt is afkomstig van de poolstreken. De bewolking die zich boven het relatief warme oceaanoewater vormt, toont aanvankelijk wolkenstraten. Meer stroomafwaarts is, verder naar het oosten, een cellenstructuur in de bewolking zichtbaar. Jan Mayen ligt als een witte, besneeuwde stip in de oceaan en de bewolking daarboven; het eiland heeft duidelijk invloed op het patroon van de bewolking. Boven IJsland ontstaan door de wisselwerking tussen de noordoostelijke stroming en het bergachtige aardoppervlak lijgolven, die aanleiding geven tot een wasbordpatroon boven land. Aan de zijde is een markant opklaringsgebied aanwezig.

toont de eilandengroep Aleoeten met de Bering Zee aan de bovenkant en het noordelijk deel van de Stille Oceaan aan de onderkant (fig. 3). Aan de zijde van de eilan-

den vallen gaten in de bewolking en er treden wolkenribbels op. Figuur 4 ten slotte is afkomstig van de Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) van de

4. Lijgolven boven Oost-IJsland. Datum: 26 februari 2002. Instrument: AVHRR. Satelliet: NOAA 16. Beeldbewerking: Freie Universität, Berlijn, Duitsland.



POLARIS OPTISCHE INSTRUMENTEN

Dit najaar bij Polaris de nieuwe LXD75 serie van Meade



Astrologische
premier!

Newton 152 mm
Schmidt-Newton 152 mm, 203 mm, 254 mm
Schmidt-Cassegrain 203 mm
Achromatische refractor 127 mm en 152 mm

POLARIS OPTISCHE INSTRUMENTEN
Nachttegaalstraat 76 - 3581 AM Utrecht
tel/fax: 030-2322569
e-mail: fa.polaris@wolmail.nl

Verdeler :

Orion
Meade
William Optics
SAC camera's
Jim's Mobile
Scopetronix
Swarovski
Bresser
Kendrick
Denkmeier
Lumicon
Sky Publishing
Oregon Scientific



Megrez 80 II
vanaf 870 €

New!



Orion XT 12"
Intelliscope

www.astroproducts.nl

Astro Products Belgium

Toonzaal Berlaar open
vanaf 1 januari 2005

Doelstraat 75
2590 Berlaar



Tel. : +32 (0)499-03.03.03
info@astroproducts.nl

ETX SERIES

SUPER AANBIEDING

MEADE

Nu krijgt u bij de ETX90, ETX105 of ETX125
de Autostar + vloerstatief tegen een zeer speciale prijs!

KORTINGEN TOT 364,00

Autostar, een hand controller met 30.000 hemelobjecten.
De luxe Statief #884, een zeer stabiel vloerstatief te gebruiken
voor equatoriale en azimuthale observeringen.

ETX 90 + Autostar met statief	normaal 1203,00	nu 865,00
ETX105 + Autostar met statief	normaal 1437,00	nu 1099,00
ETX125 + Autostar met statief	normaal 1963,00	nu 1599,00

VERKOOP VIA ONZE MEADE (KERN)DEALERS - INFO: BENEL BV, 0528 - 23 48 28 OF WWW.BENEL.NL

