

# Satellietbeelden leveren aanwijzingen voor Levanter

KEES FLOOR (KNMI)

**Uit de Straat van Gibraltar komt soms een stevige oostenwind. Satellietbeelden leveren hiervan nu en dan het bewijs. We geven hier een aantal voorbeelden.**

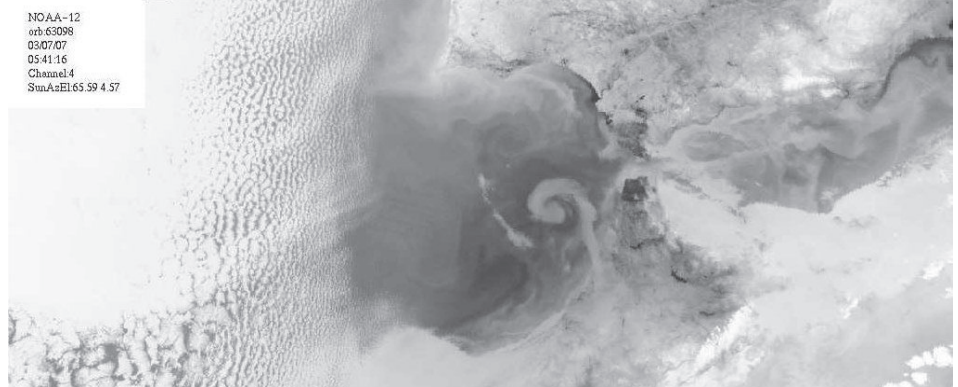
## De Straat van Gibraltar

De Straat van Gibraltar is de westelijke ingang van de Middellandse Zee. Hij is 15 km breed en 55 km lang. De bergen aan weerszijden zijn ongeveer 1000 m hoog. De sterkste winden door deze nauwe doorgang tussen Europa en Afrika komen uit het oosten. Deze zogeheten Levanter bereikt snelheden van 20-40 knopen in de Straat en over het aansluitend oceaangebied. De bijbehorende zeegolven maken het lastig vanaf de Atlantische Oceaan de Middellandse Zee te bereiken. De Levanter komt het meest voor in het warme seizoen, van mei tot oktober.

De bij de Levanter behorende synoptische situatie toont een hogedrukgebied boven het westen van de Middellandse Zee, terwijl de luchtdruk boven de oceaan voor de kusten van Portugal en Marokko laag is. Uit de combinatie van deze luchtdrukverdeling en de harde tot stormachtige oostenwinden blijkt al dat er van een geostrofisch evenwicht geen sprake is: de lucht stroomt van hoge- naar lagedruk (Scorer 1952, Terpstra 1995).

## Inversie

De dalende luchtbewegingen die met de hogedrukzone samenhangen, veroorzaken een inversie op een hoogte van 300 tot 600 m, -'s winters hooguit 1 km -, veelal iets onder het niveau van het land. De inversie ligt als een deksel op de onderste laag van de atmosfeer en maakt het de door de zee-engte geperste lucht onmogelijk naar boven uit te wijken. Spanje en Marokko vormen zo een effectieve blokkade en de luchtstroming door de zeestraat wordt verder aangewakkerd. Boven de Straat van Gibraltar zijn onder deze omstandigheden de luchtdrukgradiënten zeer groot; de windsnelheden nemen van oost naar west toe, in extreme gevallen van zwak tot matig in het westelijk Middellandse-Zeegebied tot hard of stormachtig aan de Atlantische kant. De hoogste windsnelheden treden dus niet op midden in de zee-engte, maar boven het westelijk gedeelte ervan en meer stroomafwaarts boven de Atlantische Oceaan.



Figuur 1a. Wervels voor de kust van Marokko. NOAA-12 infrarood opname (kanaal 4) van 6 juli 2003 ongeveer 5.40 UTC (Universiteit Straatsburg).

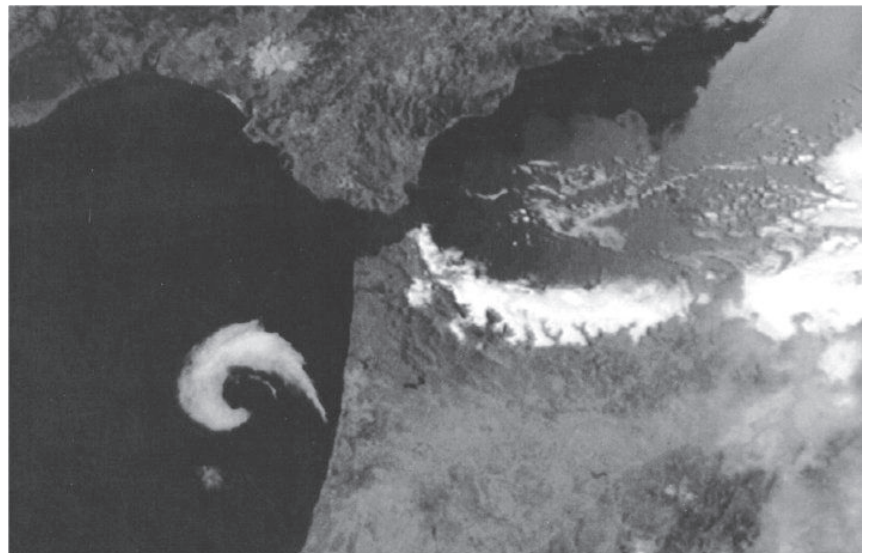
## Venturi-effect

Het waargenomen windpatroon ondergraaft de vaak gehoorde uitleg van de Gibraltarwind en vergelijkbare winden als een gevolg van het venturi-effect. Volgens deze verklaring moet alle op een zee-engte toestromende lucht die belemmerd door een inversie niet naar boven kan ontwijken, door het gat naar de andere kant. Als gevolg van behoud van massa moet de langzaam aankomende lucht versnellen om precies daar een maximum te bereiken waar het nauw het nauwst is. Voorbij het smalste punt moet de windsnelheid, - nog steeds volgens deze verklaring met behulp van het venturi-effect -, weer afnemen. Volgens de wet van Bernoulli is de luchtdruk het laagst in de smalste doorgang, zodat de stroomsnelheid op de nadering van dat punt toeneemt en na passage ervan weer afneemt.

## Synoptisch en hydraulisch effect

Voor het ontoereikend zijn van een verklaring met behulp van het venturi-effect voor het windpatroon door gaten van 10 tot 100km breedte, zoals bij Gibraltar, zijn verscheidene oorzaken aan te geven. Allereerst heeft de analogie van het deksel haar beperkingen: het atmosferisch deksel is minder degelijk dan een 'gewoon' deksel. Daardoor slaagt de toestromende koude lucht er toch in zijn ruimte enigszins in verticale richting op te rekken. De in diepte toenemende laag met relatief koude lucht doet de luchtdruk boven de zeestraat en het zeegebied daarvoor iets stijgen; daardoor zwakt de naderende luchtstroming wat af.

Verder verbreedt de luchtstroming zich aan de uitgang van de zee-engte zodra ze het smalste punt is gepasseerd en spreidt de lucht zich uit. Het resultaat daarvan is een dunner wordende luchtlaag met aan het aardoppervlak een afnemende lucht-



Figuur 1b. NOAA-10 VIS-opname (kanaal 2), 1 augustus 1990 ongeveer 08.30 UTC (KNMI).

druk, die de lucht boven de uitgang van de zeestraat versnelt (hydraulisch effect).

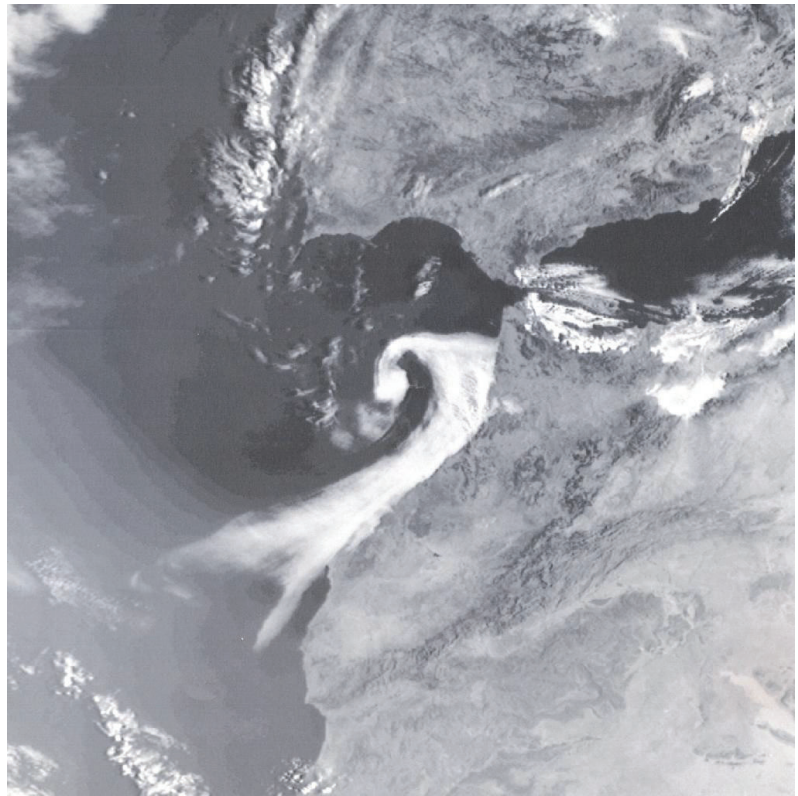
Een derde reden voor maximale windsnelheden in het gebied achter de uitgang van de zeestraat is het synoptische luchtdrukpatroon, met hoge luchtdruk aan de ingang en lage druk bij de uitgang. Hoe langer de luchtdrukgradiënt werkzaam is, des te hoger is de snelheid geworden (synoptisch effect). De straatwind is namelijk een ageostrofische wind: de windrichting staat bijna loodrecht op de isobaren. Hierdoor wordt een luchtdeeltje geruime tijd onafgebroken versneld. Pas na de uitgang is aanpassing aan de geostrofie mogelijk en neemt de snelheid wat af.

Zowel het hydraulisch als het synoptisch effect werken eraan mee dat de windsnelheden bij de uitgang van de zeestraat (oceanzijde) hoger zijn dan bij de ingang (Middellandse-Zee kant) of bij het narrowste punt. Daarnaast is de driedimensionale structuur van de luchtstroming ook een belangrijke factor; doordat er geen sprake is van een gesloten systeem, kan de wet van behoud van massa niet zonder meer worden toegepast.

#### Satellietbeelden

Het windsnelheidspatroon is uit satellietbeelden in het zichtbaar licht of het infrarood gewoonlijk niet direct af te leiden. Toch zijn er voorbeelden bekend van aanwijzingen die duiden op de aanwezigheid van stevige oostenwinden boven de oceaan aan de uitgang van de Straat van Gibraltar. Door het windmaximum ter hoogte van de zee-engte en de daaraan gekoppelde afname van de wind in noordelijke of zuidelijke richting, ontstaat vortciteit, die wervels veroorzaakt. De wervels zijn soms op satellietbeelden terug te vinden. Figuur 1 geeft een aantal voorbeelden.

Een andere aanwijzing voor de aanwezigheid van sterke oostenwinden in hetzelfde gebied geeft figuur 2, een 'klassiek' geval (Bendall, 1982). De opname toont zonneglinstering in de golf van Biskaje en aan weerszijden van de Straat van Gibraltar. Om dergelijke zonnespiegelingen te krijgen is een relatief kalme zee nodig, waarbij de golven in staat zijn het opvallende zonlicht terug te kaatsen in de richting van de sensor van de satelliet. Waait het te hard, dan is de zee te chaotisch en treden de glinsteringen niet op. Dat is op de figuur het geval in de 'uitlaatzone' van de Straat van Gibraltar boven de Atlantische Oceaan. De sunlint geeft dus een aanwijzing dat het golfpatroon, en dus het windpatroon in het donkere gebied, afwijkt van wat elders in de voor zonneglinstering geschikte zone optreedt.



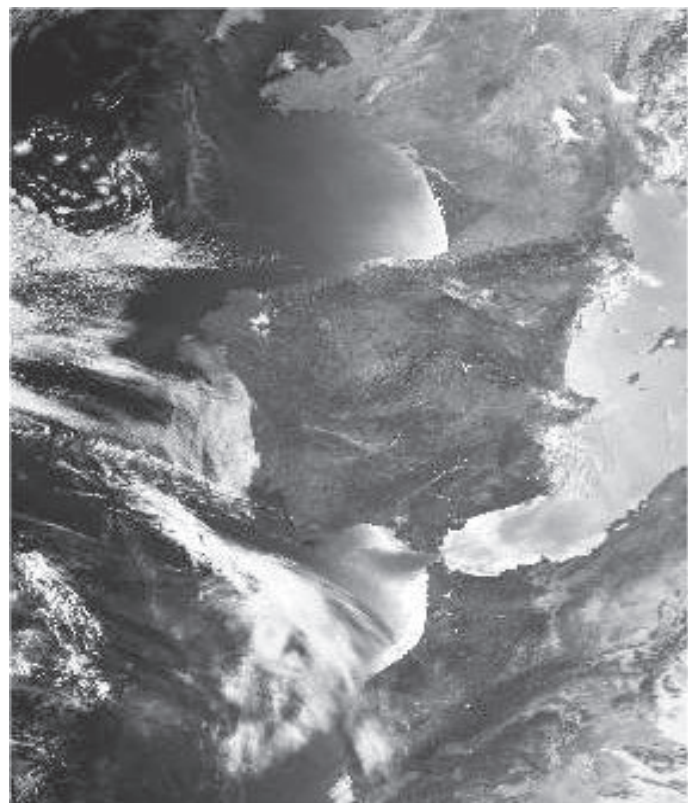
Figuur 1c. NOAA-8 VIS-opname (kanaal 1), 5 september 1983 08.00 UTC (KNMI).

#### Dankbetuiging.

Ik dank Eric Terpstra voor het kritisch doorlezen van het manuscript.

#### Literatuur en site

- Bendall, A.A., 1982, Low-level flow through the Strait of Gibraltar, *Met. Mag.* 111, 149-153.
- COMET, 2003, Gap Winds., <http://meted.ucar.edu/mesoprimgapwinds>.
- Scorer, R.S., 1952, Mountain-gap winds; a study of surface wind at Gibraltar.
- Terpstra, E., 1995, Storm in de Straat van Gibraltar, *Meteorologica* 4 (2), 16-18.



Figuur 2. NOAA-6 VIS-opname (kanaal 2), 25 augustus 1981, 09.00 UTC. Rond de Straat van Gibraltar weerspiegelt het zeeoppervlak zonlicht. Het sunlint-patroon toont een wigvormige verstoring met donkerder tinten; hier is door de Levanter de zee te ruw voor zonneglinstering. Hoe meer wind, des te hoger de golven en des te donkerder de tint van het oceaoppervlak. (Dundee University).