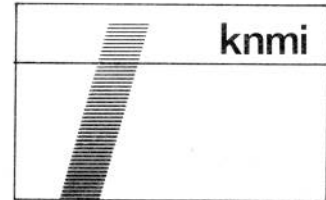


Reflecties van zonlicht op satelietfoto's

door: C. Floor

Reflecties van zonlicht op satellietfoto's



C. Floor

De foto's van weersatellieten spelen tegenwoordig een belangrijke rol bij het tot stand komen van weersverwachtingen. Enkele malen per dag tonen deze foto's de meteoroloog de actuele toestand van de atmosfeer, zichtbaar gemaakt door middel van bewolgingspatronen. De foto's kunnen op verschillende manieren tot stand komen. Veelal worden infraroodopnamen gebruikt, die als het ware temperatuurverschillen in beeld brengen. Zulke foto's kunnen zowel overdag als 's nachts gemaakt worden omdat de warmtestraling waar de "foto"-apparatuur op reageert overdag en 's nachts in gelijke mate wordt uitgezonden. Daar het menselijk oog niet gevoelig is voor warmtestraling hebben we weinig ervaring met dit soort beelden en is interpretatie ervan niet altijd eenvoudig. Naast infraroodbeelden leveren de weersatellieten (met de bijbehorende ontvangstapparatuur) ook zichtbaarlichtfoto's. Deze opnamen komen wat meer overeen met de zwart-wit kiekjes die ieder met zijn fototoestel kan maken. Wel is een soort "oranje- of roodfilter" gebruikt om hinderlijk strooiligheid, dat overwegend blauw van kleur is, weg te zuiveren en zo een scherpe opname van het aardoppervlak en de bewolking daarboven mogelijk te maken. De zichtbaarlichtfoto's tonen in wezen niets anders dan gereflecteerd zonlicht. Zo kaatsen wolken veel zonlicht terug en zijn daarom wit op een satellietopname. Zeeoppervlak, landoppervlak en vegetatie reflecteren over het algemeen weinig zonlicht en zijn donker van tint. Toch zijn de reflecties van zonlicht niet altijd even vanzelfsprekend, zodat ook hier interpretatieproblemen kunnen ontstaan. Deze treden vooral op wanneer er spiegelende oppervlakken op de foto voorkomen. Deze spiegelende oppervlakken bestaan meestal uit het water van zeeën, rivieren of meren. Soms fungeren ook ijskristallen uit hoge cirrusbewolking als vlakke spiegel. In al deze gevallen bestaat het gevaar dat de witte plekken, die de reflecties van zonlicht op de foto teweegbrengen, ten onrechte voor mist of bewolking worden gehouden. Hieronder volgt een aantal voorbeelden om dat te illustreren.

Weerspiegeling in water

Figuur 1 toont een zichtbaarlicht opname van de Noordzee en de omringende landen. De opname werd gemaakt op 21 juni 1983 rond 8.30 UT vanaf een hoogte van ruim 800 km door de weersatelliet NOAA 8. Reflecties van zonlicht in zee-water zijn op deze foto zeer duidelijk te zien in de Duitse Bocht. De positie, de helderheid en de vorm van de weerspiegelingen hangen af van de golven op het zeeoppervlak en van de positie van zon en satelliet ten opzichte van elkaar. Naast de heldere witte vlekken treden er ook extra reflecties op in het grijze zeeoppervlak dat op de vlekken (en op de kustlijn van Denemarken, Duitsland en Nederland) aansluit. Dat het hier ook om reflecties gaat is te zien door de tint van het zeeoppervlak in de Duitse Bocht te vergelijken met de normale tint van

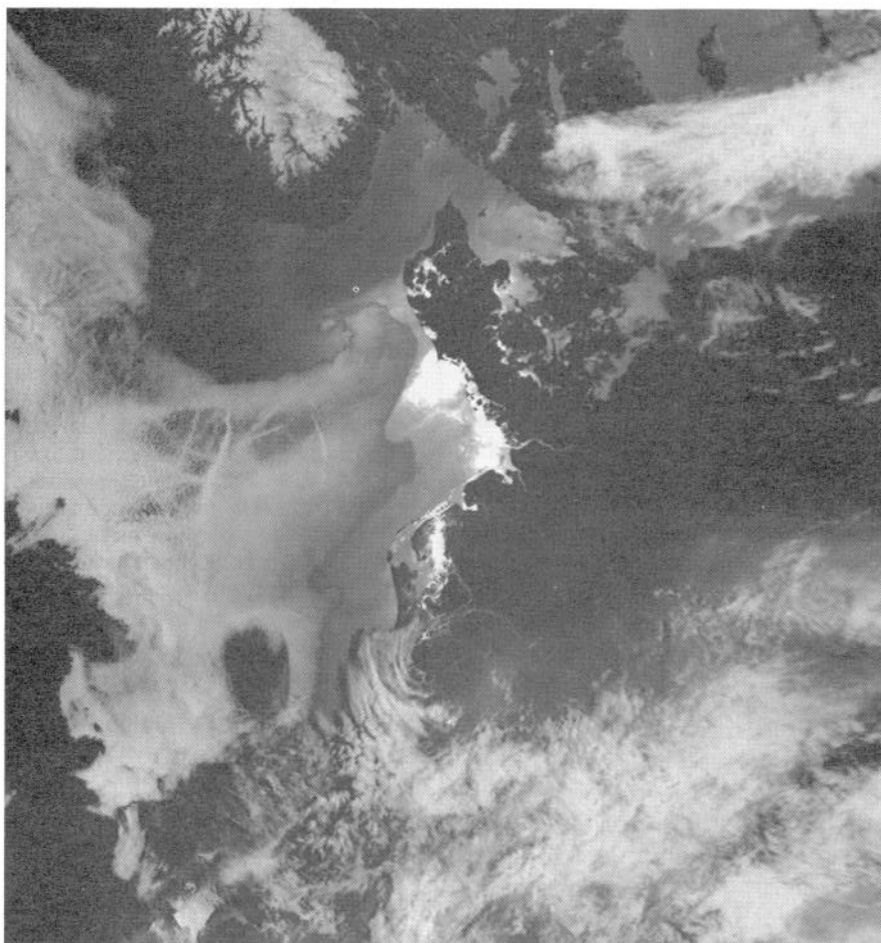
de zee, bijvoorbeeld in het gebied ten zuidwesten van Noorwegen. De grijs-tint is een zonneglinstering die slechts in die delen van het golvende zeeoppervlak plaatsvindt, die toevallig de juiste stand hebben om als spiegelend oppervlak tussen zon en satelliet te kunnen fungeren. Figuur 2 geeft een ander voorbeeld van de weerspiegeling van zonlicht in zee-water. De opname werd eveneens gemaakt door de weersatelliet NOAA 8, nu op 8 april 1984. De zonneglinstering treedt op in de Middellandse Zee. Het water van de Atlantische Oceaan, dat vrij is van reflecties, toont weer een veel donkerder tint dan het spiegelende Middellandse Zee-water. Een interessant detail op deze foto is de donkere zone die over de Balearen loopt, noordwest-zuidoost gericht is en

het gebied met zonneglinstering doorsnijdt.

Vergelijking van de foto met de bijbehorende weerkaart (niet afgebeeld) laat zien dat de donkere zone op de satellietopname correspondeert met de as van een rug van hoge druk op de kaart. Het donkere gebied blijkt niets anders te zijn dan een zone met uiterst rustig, windstil weer. Golven komen er niet of nauwelijks voor. Daardoor zijn er ook geen golfhellingen die de juiste stand innemen om het zonlicht naar de satelliet te kunnen weerkaatsen, zodat een donkere tint resulteert. Het overeenkomen van donkere zones in gebieden met zonneglinstering en assen van hogedrukgebieden en hun uitlopers vindt zijn toepassing bij het analyseren van weerkaarten. Vooral in streken waar meteorologische meetgegevens niet voor het oprapen liggen, zoals boven grote delen van de oceanen, leveren de reflecties van zonlicht op satellietfoto's de meteoroloog waardevolle aanvullende informatie. Wel overtuigt men zich eerst met behulp van infraroodopnamen dat het inderdaad om een reflectie gaat. Infraroodfoto's tonen geen gereflecteerd zonlicht, zodat de reflecties op die opnamen geheel ontbreken.

Weerspiegelingen in wolken

Naast reflecties in zee-water zijn ook weerkaatsingen van zonlicht in dunne cirrostratusbewolking mogelijk. Bij de heldere vlek boven Noordoost Nederland op figuur 1 fungeren de ijskristallen van dit type bewolking als vlakke spiegel. Het gaat hier om een zgn. "onderzon", een van de vele vormen waarin haloverschijnselen zich kunnen manifesteren. De weerspiegeling treedt voornamelijk op in platte, zeshoekige ijskristalletjes (zgn. plaatjes). Deze kristallen nemen tijdens het zweven een voorkeursstand aan, waarbij de grote bovenzijde min of meer horizontaal georiënteerd zijn. Het cirrostratusdek is in dit geval zo dun, dat de sensor van de satelliet het niet kan waarnemen. Daardoor kan de onderzon gemakkelijk voor een dik wolkendek worden aangezien. Pas na vergelijking met de bijbehorende infraroodopname (niet afgebeeld) waarop de onderzon moet ontbreken, of met de synoptische waarnemingen,



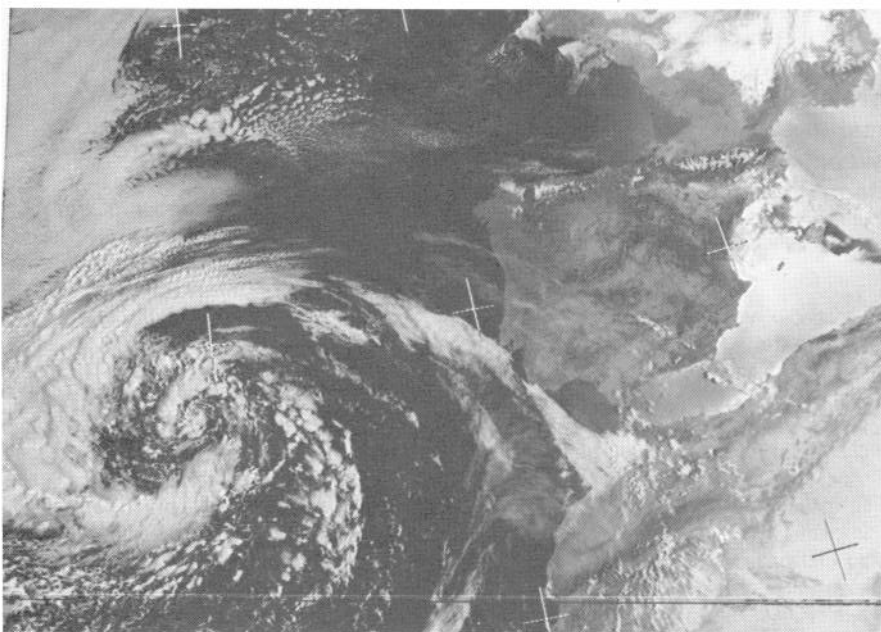
Figuur 1
Opname van de Noordzee en omliggende landen, gemaakt op 21 juni 1983 door de weersatelliet NOAA 8. De foto toont weerspiegelingen van zonlicht in het water van de Duitse Bocht en in cirrostratusbewolking boven noordoost Nederland. In de mist en laaghangende bewolking boven de Noordzee zijn wolkenstrepen van schepen zichtbaar. De satellietontvangstapparatuur van het KNMI werd bediend door F.K. Drechsler.

kan de konklusie getrokken worden dat op de foto een onderzon is afgebeeld. Weerspiegelingen in ijskristallen zijn op satellietfoto's tamelijk zeldzaam; vanuit vliegtuigen worden ze echter geregeld waargenomen en ook vanaf hooggelegen waarnemingsposities (bergtoppen) zijn waarnemingen gerapporteerd.

Tot slot, hoewel buiten het bestek van dit artikel, wijzen we hier nog op het bewolkingspatroon boven de Noordzee in figuur 1. In de mist en laaghangende bewolking die daar aanwezig zijn hebben zich langwerpige wolkenstrepen gevormd. Deze bewolking wordt veroorzaakt door schepen. Voor meer informatie over deze scheepswolken verwijzen wij naar een artikel eerder in dit tijdschrift, t.w. mei 1982.

Literatuur

- Zwart, B. 1973 "Weerspiegeling van de zon", *Hemel en Dampkring* 71, 299-301.
 Zwart, B. en P. Können 1977 "Halo's op satellietopnamen van de aarde", *Zenit* 4, 154-155.
 Floor, C. 1982 "Wolkenstrepen van schepen op satellietfoto's", *NTT/de Zee* 11/5, 128-130.
 Floor, C. 1984 "Greenhouse Effect' and other reflections on satellite imagery", *Weather* 39, 3-6.
 Floor, C. 1984 "Een misleidende satellietfoto", *Zenit* 11, 468-469.



Figuur 2
Opname van het Iberisch Schiereiland en aangrenzende delen van de Atlantische Oceaan en de Middellandse Zee. De foto toont de weerspiegeling van zonlicht in het water van de Middellandse Zee. Dit water lijkt daardoor veel lichter dan het water van de Atlantische Oceaan. Het gebied met zonneglinstering op

de Middellandse Zee wordt onderbroken door een donkere strook die o.a. over de Balearen loopt. De opname werd gemaakt door de weersatelliet NOAA 8 op 8 april 1984. De satellietontvangstapparatuur van het KNMI te De Bilt werd bediend door R.J. Kamminga.