

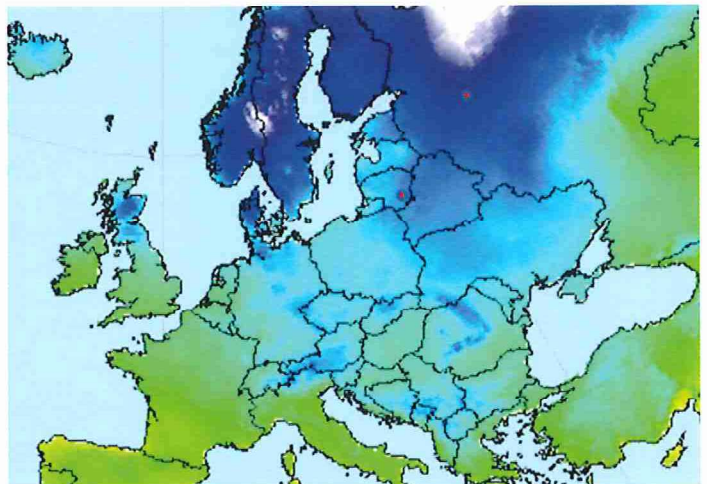
# METEOROLOGICA



Het verschil tussen foto's en beelden vanuit satellieten



Invloed van smeltwater op de Groenlandse  
ijskap is groter dan gedacht



Reconstructie van de winter 1812-1813  
tijdens Napoleons veldtocht

van vijftig veldslagen, de nederlaag geleden heeft tegen de koude, tegen de natuur van het Noorden. En ook: *Toen de koude onbarmhartig werd, heeft zij niets anders gedaan dan een leger dat al helemaal voor de ondergang stond, te vernietigen. Dat is de eenvoudige waarheid, waarom-trent bij alle ernstige onderzoekers een communis opinio bestaat.*

Dit betekent dat bij Presser de mythe van de winterkou deel uitmaakt van wat hij de Napoleon-legende noemt.

In de winter van 2012 op 2013 zal in de media ongetwijfeld aandacht worden besteed aan de veldtocht van 1812, de slag bij Borodino werd in Rusland reeds op 7 september 2012 nagespeeld op last van president Poetin.

De auteurs van dit artikel zijn er benieuwd naar of de mythe van de winterkou nog steeds leeft, of dat door de invloed van 'ernstige onderzoekers' een meer realistisch beeld van de veldtocht ingang heeft gevonden.

#### Literatuur

- Beaufort, H. L.T. de, 1979: Gijsbert Karel van Hogendorp, grondlegger van het koninkrijk. Donker Rotterdam.  
Blond, G., 1979: La Grande Armée. Robert Laffont, Paris.  
Buisman, J., 2012: Duizend jaar weer, wind en water in de Lage Landen (Deel VI). Ongepubliceerd manuscript.  
Dool, H., van den, 1994: Searching for analogues, how long must we wait? Tellus 46A : 314-324.  
Presser, J., 1946: Napoleon, Historie en Legende. Elseviers Historische Bibliotheek.  
Zamoyski, A., 2004: 1812, Napoleon's Fatal March to Moskou, Collins Publ.

## Exit satellietfoto's

KEES FLOOR

**In het verleden heb ik veel geschreven over satellietfoto's. Vijftien jaar geleden ben ik daarmee gestopt. Deskundigen hadden me ervan overtuigd dat het beter was om te spreken over satellietbeelden. Wat is het verschil? Daarover gaat dit artikel. Misschien komen we het begrip satellietfoto's hierna ook in Meteorologica niet meer tegen.**

Op 1 april 1960 bracht NASA de Tiros-1 in een baan rond de aarde. Deze eerste weersatelliet was onder andere voorzien van twee televisiecamera's met beide een bandrecorder waarop de satellietfoto's werden opgeslagen voor de perioden waarin de satelliet zich buiten het bereik van grondstations bevond. In de 78 dagen dat de satelliet operationeel was, zond hij duizenden beelden naar de aarde.

### Camera's en stralingsmeters

Van de talrijke weersatellieten die zouden volgen, waren er in de beginperiode vele nog uitgerust met camera's voor het maken van zichtbaarlichtbeelden. In die

tijd kon met recht gesproken worden van satellietfoto's. Inmiddels is dat echter al lang niet meer het geval en zijn de aardobservatiesatellieten die min of meer vergelijkbare beelden leveren, uitgerust met stralingsmeters als de AVHRR, de MODIS, de SEVIRI of de VIIRS (zie kader).

Deze instrumenten meten onder andere de hoeveelheid gereflecteerd zonlicht. Ze tasten het aardoppervlak af in smalle stroken. Bij geostationaire satellieten volgen die stroken breedtegraden; bij quasipolaire satellieten staan ze loodrecht op de baan van het satellietplatform waarop ze zich bevinden.

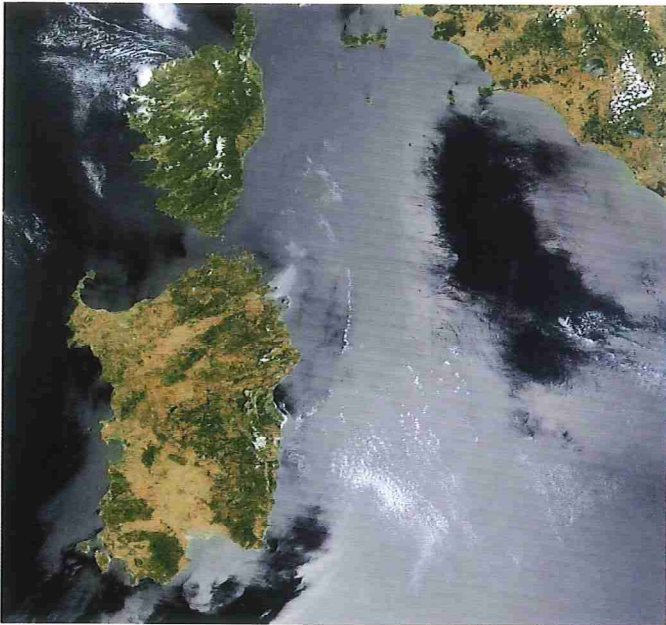
Op MODIS-beeldmateriaal is de opbouw uit opeenvolgende gescande stroken soms nog terug te vinden. Zo sluiten bijvoorbeeld de 2300 kilometer lange en 10 kilometer brede stroken aan de zijkanten van het near-real-time-beeld niet precies op elkaar aan. Er is overlap, zodat - als je de stroken 'aan elkaar plakt' - sommige gebieden tweemaal in beeld zijn (figuur 1). Op de gecorrigeerde beelden die later beschikbaar komen, is het euvel verholpen; dan bieden echter gebieden met zonneglinstering soms duidelijke aanwijzingen dat het aardoppervlak in smalle stroken is afgescand (figuur 2). Uit meetgegevens van opeenvolgende stroken worden beelden van een groter gebied samengesteld. Het resultaat is, zoals NASA dat zo mooi zegt, 'een op een foto lijkend beeld' van dat gebied, maar geen foto. Waarom niet? We zoeken de verschillen.

### Foto's en beelden

Op een foto is alles wat we erop zien op hetzelfde moment in beeld gebracht vanuit de positie waar de camera zich bevindt. Het resultaat geeft direct wat we willen zien; Albert Heijn zou zeggen: een foto is puur en eerlijk. Wat we zien is doorgaans gereflecteerd zonlicht; op infraroodfoto's zien we door de voorwerpen in beeld uitgezonden warmtestraling. Eventuele bewerkingen van foto's beperken zich tot het aandikken of bijwerken van de kleuren of het verscherpen van het contrast. Daarnaast kijken we op foto's vanuit de ruimte, zoals bijvoorbeeld de bemanningen van het internati-



Figuur 1. Near-real-time satellietbeeld van de Waddeneilanden. Doordat de MODIS het aardoppervlak scant in smalle, elkaar naar de randen toe steeds verder overlappende stroken, worden sommige plekken van het aardoppervlak dubbel afgebeeld. Datum: 8 september 2012, instrument: MODIS, satelliet: Aqua (bron: NASA).

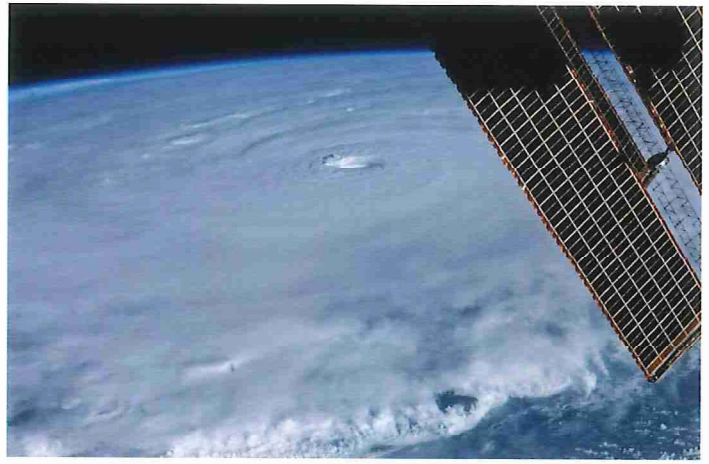


*Figuur 2. Satellietbeeld met Corsica, Sardinië en een gedeelte van Italië. Op de Tyrrheense Zee is zonneglinstering zichtbaar. Boven de donkere plekken is het windstil; de zee is er spiegelglad zodat er daar geen golven zijn met geschikte hellingen om het zonlicht naar de MODIS te reflecteren. De 'strepen' in de gebieden met zonneglinstering zijn een gevolg van de manier waarop de meetgegevens waarop het beeld is gebaseerd, zijn verzameld, namelijk middels scans van smalle stroken loodrecht op de baan van de satelliet. Datum: 28 juni 2012, instrument: MODIS, satelliet: Terra (bron: NASA).*

onaal ruimtestation ISS die maken, niet allen recht van boven, maar vaak ook van opzij tegen verschijnselen aan (vergelijk figuren 3, 6 en 8).

Bij de beelden van geostationaire satellieten, zoals de METEOSAT en de GOES, is er weliswaar eveneens sprake van een vaste waarneempositie, maar verschillende 'stroken' van het satellietbeeld tonen de aarde op verschillende momenten. Zo heeft de METEOSAT 15 minuten nodig om de aarde van zuid naar noord in beeld te brengen. Het 'aan elkaar plakken' van opeenvolgend gescande stroken geeft al een mooi resultaat: een 'aardbol' of een deel daarvan (vergelijk figuur 4). Indien gewenst schuwt men verdere bewerkingen echter niet, zoals het presenteren van de meetgegevens in een 'weerkartenprojectie' (dat doet de Britse Weerdienst bijvoorbeeld op [1]).

Bij de beelden van polaire satellieten, zoals de NOAA 17, de Terra, de Aqua en de Suomi-NPP, zijn de verschillen met 'gewone' foto's nog groter. Ook nu weer tonen opeenvolgende stroken van het satellietbeeld de aarde op verschillende momenten, maar dan ook nog eens vanuit zich steeds weer wijzigende waarneemposities langs de baan van de satelliet. De door de stralingsmeters vergaarde informatie is op de operationeel beschikbare beelden veelal zo gepresenteerd of gemanipuleerd dat we overal recht van boven naar de aarde lijken te kijken (vergelijk figuur 2, 5, 7 en 10);



*Figuur 3. De tropische cycloon Earl boven de Benedenwindse Eilanden, 'van opzij' gefotografeerd vanuit het internationaal ruimtestation ISS op 30 augustus 2010 (bron: NASA).*

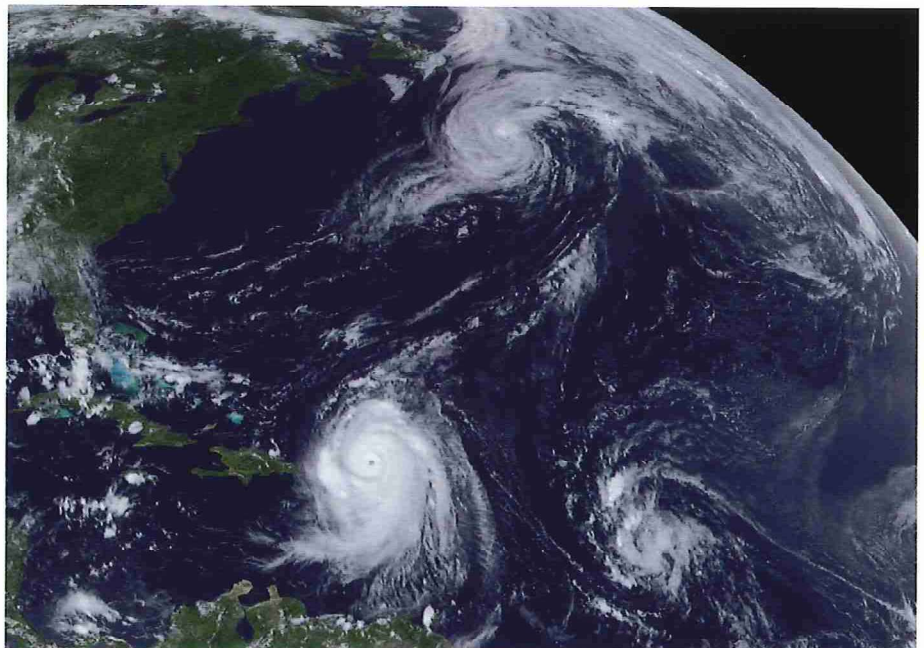
voor de vervormingen aan de randen wordt gecorrigeerd of ze worden weggepoetst, weggelaten of opgevuld met meetgegevens van een andere satelliet of een ander tijdstip. Overigens zijn ook

bij het weergeven van satellietdata van polaire satellieten andere presentatievormen mogelijk; een samensteller van satellietbeelden kan in principe elke plek boven het aardoppervlak kiezen als positie van waaruit de aarde wordt waargenomen. Door gegevens van opeenvolgende omwentelingen van de polaire satelliet te combineren kan hij zo zelfs 'aardbollen' maken die sterk lijken op de standaardproducten van de geostationaire satellieten (zie bijvoorbeeld [2] of [3]).

We geven hieronder enkele voorbeelden van verschillen tussen het 'uiterlijk' van verschijnselen op foto's, al dan niet vanuit de ruimte, enerzijds en op satellietbeelden anderzijds.

#### **Voorbeeld 1: Tropische cycloon**

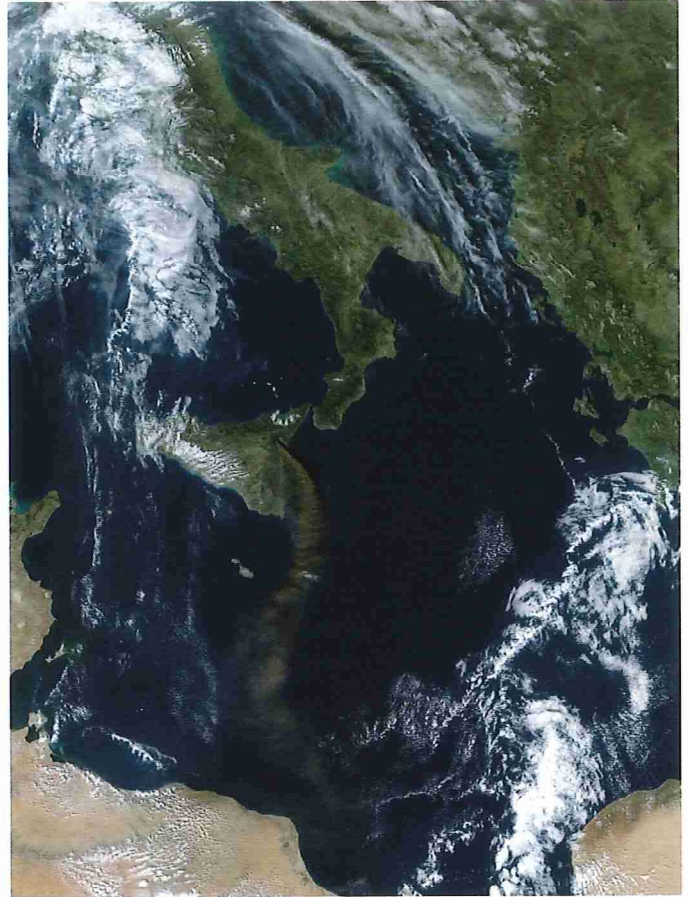
Eind augustus/ begin september 2010 werd het Caribische gebied getroffen door de vijfde tropische cycloon van het seizoen: Earl. De orkaan, op zijn hoogtepunt een categorie 4 hurricane met windsnelheden van 215 kilometer per uur, werd op 30 augustus 'van opzij' gefotografeerd vanuit het internationaal ruimtestation ISS (figuur 3). Earl bevond zich toen 180 kilometer ten noordoosten van San Juan, Porto Rico. We zien de bewolking aan de bovenzijde van de hurricane van opzij; een kijkje nemen in het 28 kilometer brede oog is helaas niet mogelijk.



*Figuur 4. Hurricane Daniëlle (middenboven), hurricane Earl (linksonder) en tropische depressie 8, die later zou uitgroeien tot hurricane Fiona, op 30 augustus 2010 'waargenomen' vanuit de geostationaire satelliet GOES-13 (bron: NASA GOES project).*



Figuur 5. MODIS-beeld van de tropische cycloon Earl boven de Benedenwindse Eilanden, op 30 augustus 2010 'recht van boven waargenomen' vanuit de quasipolaire satelliet Terra (bron: NASA).



Figuur 7. MODIS-beeld van een uitwaaierende aspluim tijdens een uitbarsting van de Etna, op 30 oktober 2002 'recht van boven waargenomen' vanuit de quasipolaire satelliet Terra (bron: NASA).

Figuur 5 geeft het MODIS-satellietbeeld van diezelfde dag. Links ligt de Dominicaanse Republiek, onderin beeld bevindt zich Venezuela. De lichte vlek ten noorden van de Venezolaanse kust wordt veroorzaakt door zonneglinstering. De orkaan is recht van boven in beeld gebracht in een projectie die ook voor weerkaarten wordt gebruikt; het is alsof we in het oog kunnen kijken en een glimp van het zeeoppervlak kunnen

opvangen.

Figuur 4 toont Earl eveneens op 30 augustus 2010. Het beeld is afkomstig van de geostationaire satelliet GOES-13 en toont naast Earl ook de hurricane Danielle (midden boven) en de tropische depressie 8, die zich later zou ontwikkelen tot tropische storm Fiona. Ditmaal is de aarde niet overal recht van boven in beeld gebracht, maar steeds vanuit een vast punt boven de evenaar op 75 graden

westerlengte en op een hoogte van ongeveer 36000 kilometer.

### Voorbeeld 2: de Etna, Sicilië en Italië

De Etna op Sicilië, Italië, is de hoogste en actiefste vulkaan van Europa. Sinds 2001 treden er weer geregeld uitbarstingen op, die steeds goed zijn voor spectaculaire satellietbeelden en dito foto's vanuit het ISS. De afbeeldingen bij dit artikel tonen de vulkaan op 30 september 2002, zowel in zijaanzicht vanuit het ruimtestation (figuur 6) als recht van boven, gebaseerd op MODIS-gegevens (figuur 7). De verschillen tussen foto en satellietbeeld zijn in dit geval weer duidelijk te zien; als het ISS recht over de Etna zou zijn gevlogen, zouden de verschillen overigens minder pregnant zijn geweest.

Vergelijk verder de manier waarop het satellietbeeld Sicilië en de 'laars' van Italië 'van boven af' in beeld brengt met wat de astronauten 'van opzij' vanuit het ISS waarnemen en fotograferen wanneer ze over de Middellandse Zee vliegen (figuur 8).

### Voorbeeld 3: de glorie

Het verschil tussen een 'pure en eerlijke' foto en een uit talrijke scans opgebouwd satellietbeeld is het opmerkelijkst bij de



Figuur 6. Uitwaaierende aspluim tijdens een uitbarsting van de Etna, 'van opzij' gefotografeerd vanuit het internationaal ruimtestation ISS op 30 oktober 2002 (bron: NASA).



Figuur 8. Italië bij nacht, gezien 'van opzij' vanuit een boven de Middellandse Zee vliegend internationaal ruimtestation ISS, 18 augustus 2012 (bron: NASA).

glorie, een van de optische verschijnselen in de atmosfeer. Het lichteffect rond de schaduw van een waarnemer is vooral bekend bij luchtreizigers. Zie vanaf hun raamplaatsjes geregeld een aantal gekleurde ringen rond de schaduw van het vliegtuig op onderliggende bewolking (figuur 9). In het midden direct rond de schaduw is het helder. Daaromheen zijn gekleurde ringen met blauw binnen en rood buiten. Bij goed ontwikkelde glories zijn daarbuiten dan nog een of meer blauwe, groene en rode ringen te zien. De glorie blijft zichtbaar rond de schaduw en beweegt dus met het vliegtuig mee.

Op beelden van polaire satellieten in natuurlijke kleuren treedt de glorie soms ook op, al zijn er geen ringen te zien. Doordat het beeld is opgebouwd uit verscheidene scans, zien we steeds hetzelfde

stukje glorie links en rechts van de niet zichtbare schaduw van de satelliet - of beter: het met de satelliet mee bewegende tegenpunt van de zon - op de in beeld gebrachte strook. Gezamenlijk leveren de gescande stroken zo een langgerekt, bij constante druppelgrootte uit min of meer evenwijdige banden bestaande realisatie op van de glorie (figuur 10).

#### Tot slot

In het voorgaande heb ik aannemelijk proberen te maken dat de vlag 'satellietbeeld' de lading beter dekt dan 'satellietfoto'. Vooral bij beelden in natuurlijke kleuren, in feite in kaartvorm gepresenteerde informatie over gemeten gereflecteerd zonlicht, zal de omschakeling even moeite kosten. Bij andere in vergelijkbare vorm gepresenteerde satellietinformatie met bijvoorbeeld zeevatertemperatu-

#### Nadere informatie

AVHRR: Advanced Very High Resolution Radiometer op de satellieten van het Amerikaanse Tiros-N programma (NOAA-6 tot en met NOAA-17) en de MetOp's van EUMETSAT.

MODIS: Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer op de satellieten Terra en Aqua van NASA's Earth Observing System (EOS) programma.

SEVIRI: Spinning Enhanced Visible & Infrared Imager op METEOSAT-8 en hoger.

VIRS: Visible Infrared Imager Radiometer Suite (VIIRS) op de nieuwe Suomi NNP satelliet.

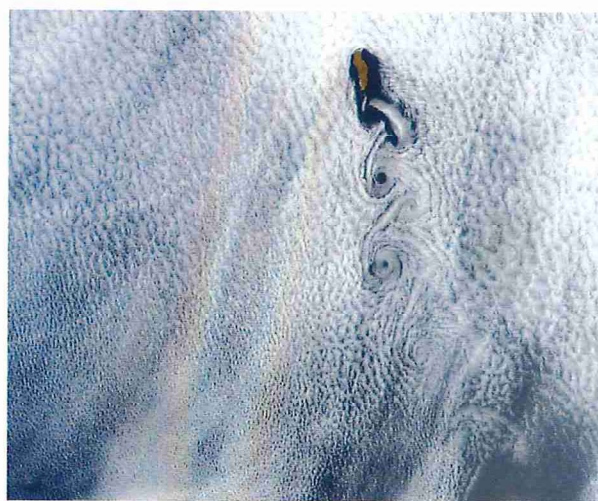
ren, ijsbedekking, aerosolconcentraties en dergelijke, is de term satellietbeeld al geheel en al ingeburgerd.

#### Websites

- [1] [http://www.metoffice.gov.uk/satpics/latest\\_VIS.html](http://www.metoffice.gov.uk/satpics/latest_VIS.html)
- [2] <http://www.nasa.gov/topics/earth/features/viirs-globe-east.html>
- [3] <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=77085>



Figuur 9. Foto van de glorie rond de schaduw van een vliegtuig, of beter: rond het tegenpunt van de zon (foto: Ophios/Flickr).



Figuur 10. Satellietbeeld van een langgerekte glorie 'rond' het met de satelliet mee bewegende tegenpunt van de zon. Het lichteffect is zichtbaar in stratocumulusbewolking boven de Grote Oceaan voor de kust van Baja California, Mexico. Achter het eiland Guadalupe zijn Von Kármánwervels zichtbaar. Datum: 20 juni 2012, instrument: MODIS, satelliet: Aqua (bron: NASA).