

# Stof en zand boven zeeën en oceanen

Bij stof- en zandstormen denkt men al gauw aan de Sahara, Irak en andere woestijngebieden. Dat ook de scheepvaart ermee te maken kan krijgen en dan niet alleen vlak onder de kust, ligt minder voor de hand. Toch tonen satellietbeelden dat woestijnstof en -zand over grote afstanden door de wind worden meegevoerd en daardoor ook geregeld zichtbaar zijn boven de wereldzeeën.

Zo voeren oosten- en zuidoostenwinden Saharazand over de kustlijnen van Marokko en Mauritanië naar de Atlantische Oceaan (figuur 1). Zuiden- en zuidwestenwinden doen het stof van diezelfde bron uitwaaien over de Middellandse Zee (figuur 2); westenwinden transporteren het naar de Rode Zee (figuur 3).

Wolken van stof en zand liggen op de routinematig beschikbare zwart-witbeelden van de Amerikaanse NOAA-satellieten en de Europese METEOSAT als een vitrage over het aardoppervlak, dat erdoorheen zichtbaar blijft. De stofwolk verstrooit het opvallende zonlicht, zodat de tinten van het land en de zee eronder valer zijn en de contrasten vager.

Nieuwe generaties satellieten - zoals de Amerikaanse satellieten Terra en Aqua van het Earth Observing System (EOS) van de ruimtevaartorganisatie NASA - tonen het verschijnsel vanaf 700 km

hoogte nog duidelijker en in 'ware kleuren'. Een mooi voorbeeld van een satellietbeeld met verwaaiend woestijnstof geeft figuur 1. Het stof boven de Atlantische Oceaan is afkomstig uit de geelbruine Westelijke Sahara; de plooiën van het Atlasgebergte hebben een donkerbruine tint. Ten westen van de zanden stofwolken liggen de Canarische Eilanden, waar het stof ook vaak terecht komt, maar die dit keer de dans ontspringen.

Het satellietbeeld van figuur 2 toont opnieuw Saharazand, ditmaal afkomstig uit Libië. Zuiden- en zuidwestenwinden hebben het zand de Middellandse Zee op gevoerd. Boven in de figuur zijn Sicilië, de punt van de laars van Italië en delen van Griekenland te zien; geheel rechts is het westen van Kreta zichtbaar. Het stof en zand boven de Rode Zee op figuur 3 is afkomstig van het oostelijk deel van de Sahara. De stofpluim trok vanuit Soedan naar het oosten en heeft

bijna Saoedi-Arabië bereikt.

De satellietbeelden maken aannemelijk dat de Sahara kan fungeren als bron voor stof in de atmosfeer.

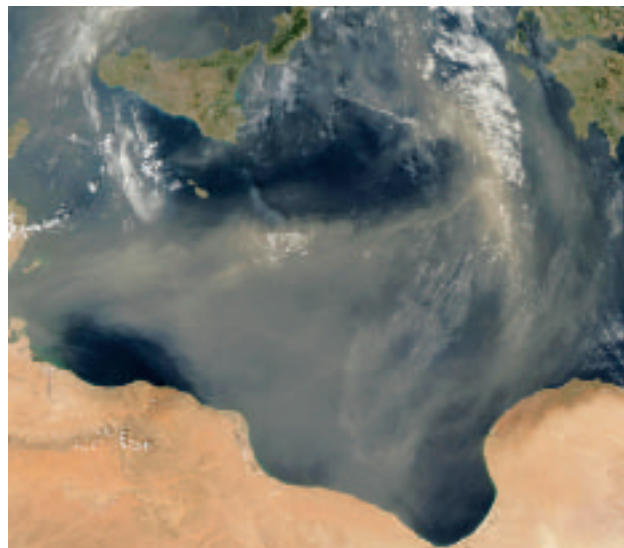
## Stofstormen

In de meteorologie noemt men de verzameling van dergelijke deeltjes, die overal - meestal minder zichtbaar dan op bijgaand satellietbeelden - in grote concentraties in lucht aanwezig zijn, het atmosferisch aerosol. Metingen bevestigen dat woestijnen en andere droge gebieden, die gezamenlijk een derde deel van het landoppervlak beslaan, een belangrijke leverancier vormen van aerosoldeeltjes. Het gebied van de Sahara en de Sahel is van al die streken de grootste stofbron; andere bronnen zijn bijvoorbeeld Midden-Azië, het Arabische Schiereiland (figuur 4), Australië en het zuidwesten van de Verenigde Staten. Het stof wordt tijdens stofstormen van het aardoppervlak losgemaakt door de

Figuur 1: Stofstorm boven Marokko en de Atlantische Oceaan, 4 november 2003. Instrument: MODIS. Satelliet: Terra. Bron: NASA.



Figuur 2: Stofstorm boven de Middellandse Zee, 3 oktober 2003. Instrument: MODIS. Satelliet: Aqua. Bron: NASA.



wind; dergelijke stormen komen ieder jaar voor, zij het in sterk wisselende frequentie en intensiteit. De minimaal vereiste windsnelheid voor het losmaken van het stof van het aardoppervlak hangt onder andere af van de samenstelling, de structuur en de vochtigheid van de bodem. De orde van grootte waaraan gedacht kan worden, is windkracht 4 op de standaardhoogte voor windwaarnemingen, 10 m boven het aardoppervlak. De diameter van de deeltjes die worden meegevoerd, loopt sterk uiteen: van 0.1 tot 0.0001 mm. Het aantal stofdeeltjes kan in de buurt van de brongebieden oplopen tot enkele duizenden per cm<sup>3</sup>; de deeltjes verblijven maximaal twee weken in de lucht en kunnen in die tijd een afstand hebben afgelegd van enkele duizenden kilometers. De uit de woestijnen afkomstige deeltjes kom je dan ook vrijwel overal ter wereld tegen; de verspreiding ervan is dus veel ruimer dan je bij het zien van stofwolken op satellietfoto's in eerste instantie zou denken. Zo wordt Saharastof aangetroffen tot in Ierland, Florida en Mexico-City, terwijl stof uit Azië de westkust van de Verenigde Staten kan bereiken.

#### Aërosol

Het uit woestijnen afkomstige aërosol speelt een rol bij talrijke processen, zowel binnen de meteorologie als daarbuiten. Zo vormt het een van de belangrijkste bronnen van mineralen voor het leven in de oceaan en beïnvloedt het de 'gezondheid' van koraalriffen. Bij kinderen kan het woestijnstof de gezondheid eveneens raken door ademhalingsmoeilijkheden te veroorzaken. Bovendien werd onlangs ontdekt dat bepaalde types ziekten zich kunnen verspreiden doordat ziektekiemen zich aan het woestijnaërosol hechten en tot op grote

afstand worden meegevoerd. Het woestijnstof heeft ook gevolgen voor de chemische samenstelling van de atmosfeer door het absorberen van gassen en het afschermen tegen ultraviolette zonnestraling.

schattingen noemen 30-50% van het stof in de atmosfeer een direct gevolg van menselijk ingrijpen aan het aardoppervlak. Het stofareaal reageert op eventuele klimaatveranderingen; het dijt uit bij verdroging en wordt minder effectief als het vaker regent.

## 'Aërosol absorbeert zonnestraling én verstrooit zonlicht'

Het atmosferisch aërosol, dat zoals gezegd voor een belangrijk deel afkomstig is van de woestijnen, doet ook van zich spreken in het onderzoek van weer en klimaat. Het aërosol absorbeert zonnestraling én verstrooit het zonlicht. Daardoor hangt de invloed op de warmtehuishouding van de dampkring niet alleen af van de eigenschappen van het aërosol, maar tevens van het terugkaatsingsvermogen van het onderliggende aardoppervlak. Daarnaast is er een beïnvloeding van de warmtehuishouding via een wisselwerking met bewolking; wolkenvorming, neerslagvorming en de optische eigenschappen van wolken hangen samen met het atmosferisch aërosol. Klimatologen die de invloed van woestijnstof op de warmtehuishouding van de aarde goed willen inschatten, moeten dus niet alleen weten hoeveel woestijnaërosol er gemiddeld genomen in de lucht zit, maar ook waar het zich bevindt en hoe de wisselwerking met bewolking in zijn werk gaat. De hoeveelheid woestijnstof hangt bovendien af van de omvang van de stofbronnen. Door menselijke activiteit, zoals landbouw en ontbossing, is het 'stofareaal' op aarde in omvang toegenomen en neemt het nog steeds toe; sommige

#### Literatuur:

Sokolik, I.N., 2003, Dust; in: Holton, J.R., Curry, J.A. & Pyle, J.A., Encyclopedia of Atmospheric Sciences, Vol2, Amsterdam, Academic Press.

Dr. K. Floor is wetenschappelijk medewerker bij het KNMI



Figuur 3 (links): Stofstorm boven de Rode Zee, 25 juni 2003. Instrument: MODIS. Satelliet: Aqua. Bron: NASA.

Figuur 4 (rechts): Stofstorm boven de Golf van Oman, 16 november 2003. Instrument: MODIS. Satelliet: Aqua. Bron: NASA.