

Woestijnstof: aanjager en afremmer klimaatverandering

Woestijnstof speelt een veel grotere rol in ons klimaat dan tot voor kort werd verondersteld. Het stof fungeert in de eerste plaats als een isolerende deken en een reflecterend zonnescherm. Daarnaast daalt het neer als mest in de oceanen, met als gevolg algenexplosies. De gevolgen voor het klimaat zijn ingrijpend.

JAN-BEREND STUUT

Aerosolen veroorzaken de mooie rode luchten tijdens zonsondergangen. Dit kunnen asdeeltjes van vulkaanuitbarstingen en bosbranden zijn, maar ook zout, waterdruppeltjes of woestijnstof. De skifanaten onder ons die begin februari 2021 in de Franse- en Zwitserse Alpen waren, zagen een fenomeen dat ook wel 'bloedsneeuw' wordt genoemd. Met de sneeuw kwam ook Saharastof uit lucht vallen, die de witte sneeuw oranje-rood kleurde. Dit Saharastof wordt vanaf het Noord-Afrikaanse continent richting Europa geblazen met de Sirocco; een zuidelijke windstrooming die voornamelijk in het voorjaar voorkomt.

Stralingseigenschappen

Eén van de belangrijkste effecten van woestijnstof op het klimaat is de verandering van de *albedo* van zowel de atmosfeer als het aardoppervlak, de mate waarop energie wordt weerkaatst. Een wit oppervlak zoals verse sneeuw kan tot wel 95% van de energie weerkaatsen. Op zonnige dagen zijn sneeuwwhellingen letterlijk oogverblindend! Met woestijnstof bedekte sneeuw weerkaatst misschien maar 40% van het zonlicht en neemt dus veel warmte op. Hetzelfde geldt voor de atmosfeer. Bovenin de atmosfeer kunnen aerosolen zonlicht weerkaatsen, zodat minder energie het aardoppervlak bereikt. Zo hebben ze een afkoelende werking op de aarde. In de lagere delen van de atmosfeer kunnen stofdeeltjes daarente-

gen warmte absorberen, vergelijkbaar met een broeikasgas. Op die manier kunnen ze juist een opwarmend effect hebben op de aarde.

“De stralingseigenschappen van stofdeeltjes hangen nauw samen met hun korrelgrootte, vorm en kleur”, aldus professor Jan-Berend Stuut van het Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) en bijzonder hoogleraar 'Aeolian Sedimentology' aan de Vrije Universiteit. “We weten eigenlijk pas zeer recent dat daar heel veel variatie in kan zitten.” Meteorologen en klimaatmodellereurs gingen er altijd van uit dat stofdeeltjes die over grote afstanden door de lucht werden geblazen eigenlijk niet groter waren dan ongeveer 10µm (één honderdste millimeter). Stuut: “Inmiddels weten we dat stofkorrels tot wel 500µm over duizenden kilometers door de lucht kunnen vliegen. Dit is aangetoond met behulp van op het NIOZ ontwikkelde meetinstrumenten die we in de Atlantische Oceaan hebben neergelegd.” Op basis van deze waarnemingen worden meteorologische- en klimaatmodellen nu aangepast, want een verschil van meerdere ordegroottes in korrelgrootte heeft grote gevolgen voor de stralingsbalans van de atmosfeer. Zo kunnen bijvoorbeeld grotere zandkorrels

veel meer straling en dus warmte opnemen dan waar tot nu toe rekening mee werd gehouden. Dit heeft een opwarmend effect.

Voedselbron

Daarnaast bevat woestijnstof veel voedingsstoffen. Een belangrijke daarvan is ijzer, dat het woestijnzand ook zijn rode kleur geeft. Dit is bovendien een belangrijke voedingsstof voor fytoplankton in de oceaan. Verder bevat woestijnstof andere essentiële voedingsstoffen zoals silica en fosfaat. Met verschillende windstromingen komen deze nutriënten op de meest afgelegen plekken op aarde. Daar kunnen de stofdeeltjes zelfs de belangrijkste bron zijn van deze voedingsstoffen, zoals bijvoorbeeld fosfaat in het regenwoud in het Amazonegebied.

Plankton houdt de aarde leefbaar

Het Amazonegebied wordt ook wel de longen van de planeet genoemd. Dit valt echter in het niet vergeleken bij de invloed die de oceaan heeft op de atmosfeer. Zo produceert fytoplankton ongeveer de helft van alle zuurstof in de atmosfeer op aarde. Daarnaast wordt bij het proces van fotosynthese CO₂ aan de atmosfeer onttrokken. “Deze opname van het broeikasgas CO₂ wordt zelfs gezien als dé manier waarop op in het

‘Longfunctie Amazonegebied valt in het niet bij de invloed van de oceaan’

verleden natuurlijke klimaatsveranderingen werden versterkt”, vertelt Stuuat. “Tijdens ijstijden was de aarde aanzienlijk droger dan tijdens interglacialen, waardoor veel ijzerrijk woestijnstof werd afgezet in de oceaan.” Het fytoplankton profiteerde van het ijzer in het woestijnstof en nam méér CO₂ op. Dit leidde tot een verdere afkoeling en verdroging van woestijngebieden en méér stofproductie - een zelfversterkend proces.

Neerregenen of neerdwarrelen?

De grootste bron van woestijnstof voor de oceaan is op het moment de Sahara. Jaarlijks wordt ruim 180 miljoen ton Saharastof over de Atlantische Oceaan geblazen, waarvan het merendeel met regen naar beneden spoelt. “Er blijkt een groot verschil te zitten tussen opgelost ijzer en ijzerrijk woestijnstof in de oceaan”, zegt Stuuat. “Het eerste is direct beschikbaar voor fytoplankton. Maar fytoplankton kan nauwelijks ijzer onttrekken aan woestijnstof, omdat het in vaste vorm aan de stofkorrels gebonden zit. Experimenten met opgelost ijzer wekten algenbloei in zee op, maar het effect van zogenaamde droge depositie was niet zo heel groot.”

Dit lijkt goed nieuws, maar er is nóg een effect van woestijnstof op de atmosfeer. De stofdeeltjes zorgen ervoor dat waterdruppels kunnen ontstaan in afkoelende luchtstromen. Zo spelen ze een belangrijke rol bij de vorming van wolken. En wolken kunnen, net als de stofdeeltjes zelf, zowel een afkoelend als opwarmend effect hebben. Overdag

blokkeren ze inkomende zonne-energie. 's Nachts houden ze uitgaande energie van het aardoppervlak vooral vast. Bij het condenseren van water op stofkorrels kunnen chemische reacties voorkomen die in het dunne huidje water rond de stofkorrels de zuurgraad enorm kunnen verlagen. Dit effect is sterker in gebieden met veel luchtvervuiling. Het zuur kan de metalen zoals ijzer en fosfor van de stofkorrels losweken zodat het wél beschikbaar is voor het fytoplankton in de oceaan zodra de druppel in zee valt.

Afzinken van koolstof

“Nadat de stofkorrels ijzer, silica en fosfor geleverd hebben aan het fytoplankton, kunnen de relatief zware stofkorrels het organisch materiaal versneld naar de zeebodem laten zakken”, aldus Stuuat. “Dit organisch materiaal bevat net uit de atmosfeer verwijderde CO₂. Dit effect kan grote effecten hebben op ons begrip van het belang van woestijnstof op het klimaat.” Het gevolg van een verlaging van atmosferisch CO₂ zou namelijk de opwarming van de aarde kunnen laten afremmen en mogelijk zelfs laten afnemen.

Aangezien 95% van de actieve koolstof (zoals de C in CO₂) zich in de oceaan bevindt, ligt het voor de hand te zoeken naar technische manieren om met behulp van de oceanen het klimaat positief te veranderen. Denk aan het kunstmatig ingrijpen in mariene ecosystemen zoals het verwijderen van de oceaan met woestijnstof. Voordat dit op grote schaal gedaan kan worden, zal echter eerst in detail moeten wor-



Jan-Berend Stuuat: “Vruchtbaar stof kan via de groei van algen zorgen voor beperking van het broeikas-effect”

den onderzocht wat daarvan precies de gevolgen kunnen zijn. Daarvoor zullen de komende jaren diverse evenwichten in stromingen, ecosystemen en fysische-, chemische-, en biologische processen in de oceaan beter begrepen moeten worden.

Conclusie

Relevant voor de nabije toekomst is met name de nieuwe kennis over de eigenschappen van woestijnstof in termen van korrelgrootte (veel groter dan gedacht), transportprocessen (veel verder dan gedacht) en uitwerking op de oceaan (nutriënten zijn mogelijk toch beschikbaar bij ‘natte depositie’). Deze onderzoeksbevindingen werpen een heel nieuw licht op de mogelijkheid om de oceaan kunstmatig te verrijken met woestijnstof en zo algenbloei tot stand te brengen om uiteindelijk het CO₂-gehalte van de atmosfeer te verlagen en zodoende de opwarming van de aarde tegen te gaan. Door het monitoren van Saharastof in de Atlantische Oceaan en de effecten daarvan op het mariene milieu hopen we een beter begrip te krijgen van de natuurlijke invloed van woestijnstof op het leven in de oceaan en de rol die woestijnstof op die manier speelt in het globale klimaat. ●●●

● Voor meer informatie, zie: www.nioz.nl/dust en www.stuuat.tv