

reactie omkeren en de CO<sub>2</sub> weer vrijkomen. Dat is vergelijkbaar met cola die ontgast.”

Een ander voordeel van de olivijn-methode is dat ze stukken goedkoper is dan CCS. Laatstgenoemde techniek kost nu circa 60 tot 90 euro per ton opgeslagen CO<sub>2</sub>. Als de technologie zich verder uitontwikkelt, zou de prijs pas vanaf 2030 kunnen dalen naar 30 tot 45 euro per ton. Daar zitten dan nog niet de kosten in van het permanente toezicht op het opgeslagen gas. Volgens Schuiling is olivijn financieel een stuk aantrekkelijker. “Als je gebroken olivijn uit een Groenlandse mijn per schip naar Rotterdam transporteert, kost dat 23 euro per ton. Dan hebben we het over een kleine mijn, een land met hoge lonen en transport over grote afstand. Als ik een aantal olivijnmijnen neerzet in tropische landen, kan ik op al die factoren besparen. In de tropen gaat de verweringsreactie vanwege de hoge temperatuur veel sneller, dus ga ik het olivijn daar vermalen en plaatselijk uitstrooien. Zo beperk ik de transportkosten. De lonen zijn in die landen ook lager en bovendien wordt de kostprijs per unit kleiner als ik van een kleine naar een grote mijn overstap. Ik schat dat de kosten van olivijn naar rond de 15 euro per ton kunnen. Aangezien één ton olivijn 1,2 ton CO<sub>2</sub> afvangt, zit ik per ton CO<sub>2</sub> op een prijs van 12 euro – duurzaam en natuurlijk afgevangen.” Grootchalige olivijnwinning stimuleert bovendien de werkgelegenheid in de tropische ontwikkelingslanden waar het moet worden gewonnen, benadrukt Schuiling. Over het gebruik van olivijn in de

tropen is Hangx in principe ook positief. “Tropische bodems zijn van nature zuurder, wat het gehele proces kan bespoedigen.” Maar, zo voegt ze daaraan toe: “Door het strooien van olivijn zal de pH van de bodem omhooggaan, wat de verweringsnelheid weer omlaag brengt. Ik heb ook nog andere overpeinzingen. Zou dit voorstel het kappen van bossen vereisen om de verspreiding te vergemakkelijken? En wat gebeurt er met de flora en fauna wanneer de pH gaat stijgen door reactie met olivijn? Om de wetenschappelijke wereld te overtuigen dat dit werkt, is meer nodig dan een *back-of-the-envelope*-berekening.”

#### Opslaglobby

Als olivijn zoveel efficiënter en goedkoper is dan CCS, waarom heeft de overheid de overstap dan niet gemaakt? Schuiling schreef brieven naar milieuminister Jacqueline Cramer, maar zonder resultaat. Volgens haar gaf de olivijnmethode problemen met fijnstof. Schuiling: “Fijnstof slaat op roetdeeltjes kleiner dan 2,5 micron. Olivijn is geen roet en je praat over deeltjes van 100 micron. Dat is dus geen fijnstof.” Maar VROM laat weten dat fijnstof niet alleen betrekking heeft op roet, maar ook op andere kleine deeltjes, en dat de grens niet op 2,5 maar op 10 micron ligt. Volgens het ministerie is het ‘vrijwel onvermijdelijk’ dat bij het vergruizen van olivijn ook deeltjes kleiner dan 10 micrometer vrijkomen. Ook Hangx plaatst een kanttekening bij de opmerking dat olivijn geen fijnstof is. Zij onderzocht met prof. dr. Chris Spiers een voorstel

▼ Opzet van een olivijnreactor in de Maasvlakte, ontwikkeld door Olaf Schuiling en bedoeld om de verweringsnelheid van olivijn in zee te berekenen. De reactor is 50 meter lang en 4 meter breed. Het zeewater stroomt bij vloed aan de kustzijde de reactor binnen en stroomt er met eb aan de zeezijde weer uit.

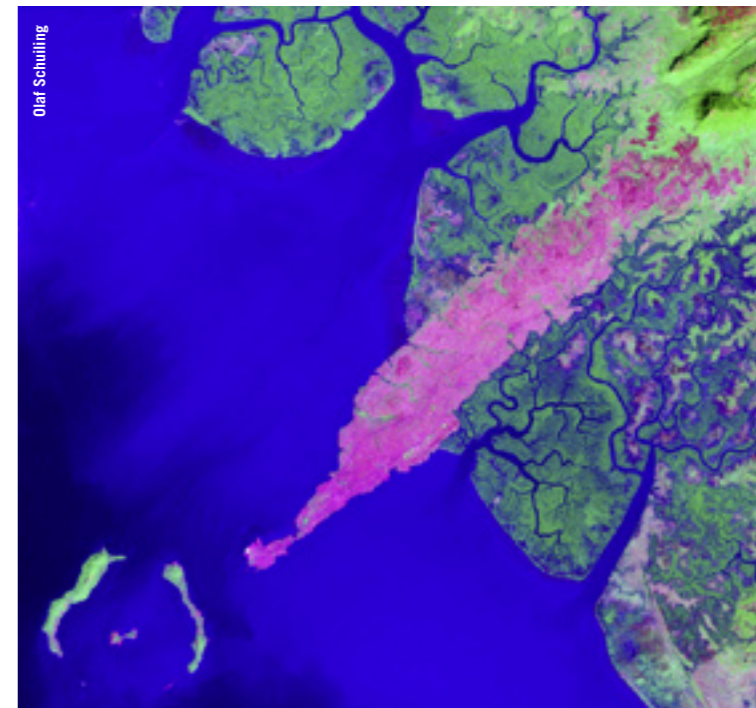
van Schuiling waarbij olivijnpoeder zou worden uitgestrooid op alle kustlijnen van de aarde. Volgens die studie duurt het verweringsproces aan zee door de hoge pH-waarde van het zeewater te lang; ongeveer tweehonderd jaar. “Om een snellere reactie te bewerkstelligen, zijn poeders nodig die twintig keer zo fijn zijn als die 100 micron,” legt Hangx uit. “Met het oog op de aanwezigheid van asbest in gedolven olivijn zou dit wel degelijk een gezondheidsprobleem kunnen opleveren.” Volgens Schuiling zijn het echter vooral economische belangen die CCS in het zadel houden. “Er zijn mensen die CO<sub>2</sub>-pijpleidingen door heel West-Europa willen aanleggen en anderen die dure compressors ontwikkelen om het gas in de grond te pompen of installaties verkopen om CO<sub>2</sub> uit het rookgas te halen. Er zijn instituten die flink geld verdienen aan onderzoek naar CCS. Dat zijn miljoenencontracten.” Jan-Jaap Eikelboom, persvoorlichter van VROM, spreekt die aantijging tegen. “Er zijn wel contracten, maar daar worden geen miljoenen aan verdiend. Om te zeggen dat CCS zo’n machtige lobby is dat die olivijn gaat tegenwerken, is overdreven. Als er een techniek zou zijn die minstens zo goed is als CCS, zouden we dom zijn als we die niet gebruikten. Maar aan olivijn zitten nog wat haken en ogen en daar moeten we ook naar kijken. Je moet kiezen voor de meest rendabele en hoopvolle techniek, want je kunt je geld maar één keer uitgeven.”

#### 25 miljoen voor olivijn?

Professor Schuiling bruist in elk geval van de ideeën hoe olivijn

kan worden ingezet om het klimaat te verbeteren. Van energiebedrijf Essent kreeg hij onlangs 100.000 euro voor een proef met een olivijn-reactor. Bij de verweringsreactie van olivijn komt namelijk een enorme hoeveelheid warmte vrij, die kan worden gebruikt om stroom op te wekken. Schuiling noemt het ‘knalgroene energie’: “Groene energie wordt opgewekt zonder dat er CO<sub>2</sub> vrijkomt, maar dit is opgewekte energie waarbij er tegelijkertijd CO<sub>2</sub> wordt afgevangen.” Hij heeft vier olivijnvoorstellen ingeschreven voor de Virgin Earth Challenge, een prestigieuze milieuprijs van 25 miljoen dollar voor het beste idee om op commercieel haalbare en duurzame wijze 1 miljard ton CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer te halen. Twee van zijn vier voorstellen zijn op de shortlist beland; de winnaar wordt volgend jaar bekendgemaakt. Dan wordt duidelijk of olivijn zijn groene kleur inderdaad kan waarmaken.

► Satellietfoto van een dunietmassief van 50 kilometer lengte in Guinee (West-Afrika), volgens Olaf Schuiling een zeer geschikte locatie voor een olivijnmijn. Duniet bestaat voor 90 procent uit olivijn. De paarse kleur wordt veroorzaakt door de ijzeratomen in het dunietgesteente.



#### AMBITIEUZER DAN KYOTO

Volgens het Kyoto-verdrag moet de wereldwijde uitstoot van CO<sub>2</sub> in 2020 5,2 procent lager liggen dan het niveau van 1992. Gaat dat lukken met het uitstrooien van olivijnpoeder, zoals hoogleraar geochemie Olaf Schuiling voorstelt? Olivijn verveert het snelst bij een hoge temperatuur. Daarom zijn de landen in de tropen met hun warme en vochtige klimaat – er moet immers ook regen bij – er het meest geschikt voor. In de tropen verveert een korrel olivijn volgens Schuiling na ongeveer vijf jaar, wat wordt bevestigd door een onafhankelijk TNO-rapport. Op één vierkante kilometer past 1000 ton olivijnpoeder en 20 miljard ton olivijn is nodig om alle door mensen uitgestoten CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer te halen. Aangezien olivijn er 5 jaar over doet om volledig te ververen, stelt Schuiling voor om de hoeveelheid olivijn op 1 vierkante kilometer op te hogen naar 5000 ton, een laagje van anderhalve millimeter dikte. Er is dus een uitstrooioppervlak nodig van 20 miljoen vierkante kilometer, een gebied ongeveer twee keer zo groot als Europa. Maar dan is ook al het broeikasgas afgevangen en het klimaatprobleem in één keer opgelost. Heel wat ambitieuzer dan die 5,2 procent. Als het alleen om de Kyoto-doelstelling zou gaan, is 1 miljoen vierkante kilometer uitgestrooid olivijn al genoeg; een gebied ongeveer twee keer zo groot als Frankrijk. Nederland is als uitstrooiland minder geschikt. Vanwege ons koelere klimaat zal het olivijn hier een stuk langzamer ververen en ook wat betreft ons geringe landoppervlakte komen we niet ver. Schuiling: “We kunnen hier best een steentje bijdragen, maar het grootste effect moet komen van de natte tropen. Omdat CO<sub>2</sub> zich in korte tijd verspreidt over de gehele atmosfeer, maakt het niet uit op welke locatie je het weghaalt.”

.....  
Hidde Tangerman sprak voor dit artikel met hoogleraar geochemie prof. dr. Olaf Schuiling, CO<sub>2</sub>-onderzoekster/doctoraalstudent Aardwetenschappen Suzanne Hangx (beide Universiteit Utrecht) en Jan-Jaap Eikelboom, persvoorlichter milieuzaken bij VROM. Verder gebruikte hij de volgende literatuur:

- > Jaqueline Cramer: **Besluit luchtkwaliteit 2005**
- Brief van minister van VROM aan voorzitter Tweede Kamer (reactie op brieven van Olaf Schuiling)
- > René Didde: **Bang voor het broeikasgas** De Volkskrant (februari 2009)
- > H. Veld, G.D. Roskam en R. van Enk: **Desk study on the feasibility of CO<sub>2</sub> sequestration by mineral carbonation of olivine** TNO-rapport (juli 2008)

Ga voor de geraadpleegde sites naar [www.kijk.nl/links](http://www.kijk.nl/links)

1 In deze brok basalt is een stukje felgroen olivijn ingekapseld. Het basalt komt via smeltprocessen in de aardmantel van 100 kilometer diepte omhoog en neemt op zijn weg naar boven stukjes olivijn mee.

2 Een olivijnmijn in de noordwestpunt van Spanje, nabij Santiago de Compostella.

