

EOLISCHE DESTRUCTIEVORMEN

OP EEN ZANDSTRAND

door
J. M O O IJ

De aan stormen zo rijke augustusmaand van 1956 bood alle gelegenheid om de uitwerking ervan op het strand, tijdens een vakantie op Terschelling, waar te nemen.

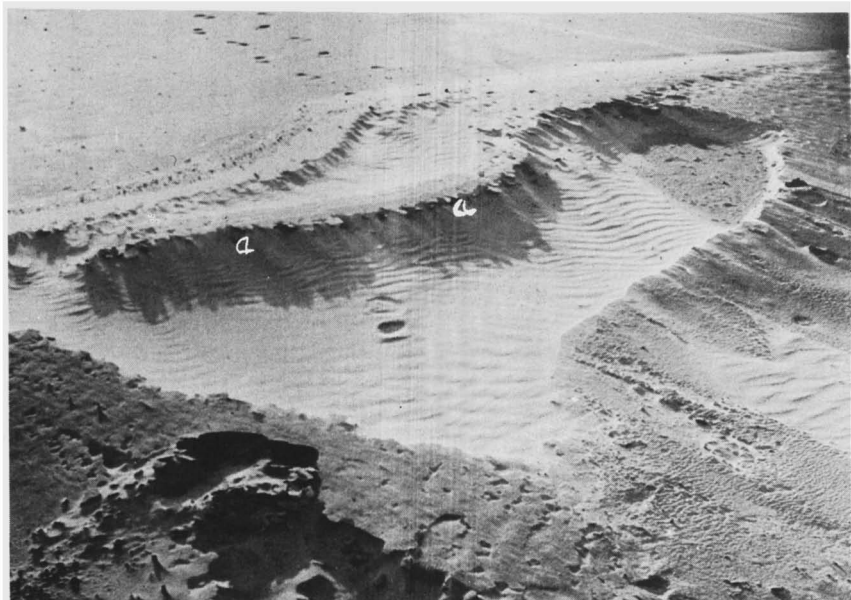
Het meest spectaculair op zo'n stormachtige regendag zijn wel de, soms kronkelend voortjagende, stuifzandsluiers over het natte donkere strand. Ze zijn 1-2 dm hoog en meest enkele dm breed. De kronkelbeweging vindt horizontaal plaats; het lijkt op een kwispelen, een meanderen in flauwe bochten van de zandstroom. Die stroom is niet constant. Stootsgewijs rukt hij vooruit, nu eens meer, dan weer minder zandkorrels transporterend. Hij is een afspiegeling van de rukkerige (in richting-), vlagerige (in kracht wisselende zuidwester). Het materiaal wordt bij zuid- tot zuidwestelijke stormen van de toppen der duinen geblazen. Vooral de pas aangelegde, slechts hier en daar van krammatstro voorziene stuifdijk aan het strand bij Hoorn, biedt een gewillige prooi.

Het strand ziet er woest en verlaten uit. Schild- (tot enkele m middellijn) en tongvormige (tot 10 en meer m lengte) zandhopen (hellingshoek een 10 graden) liggen verspreid tot een hoogte van enkele dm. Hindernissen als schelpen en aangespoelde voorwerpen (vooral in de vloedlijn) geven aanleiding tot opwaaiing. Misschien zijn er ook delen van de (verplaatste) eerste strandrug bij (na springvloed). In de depressies tussen tongen en schilden kan enige uitwaaiing plaats vinden, waarbij het reliëf geaccentueerd wordt. Bij de zandtongen lijkt het erop, alsof de voortjellende zandsluiers plotseling verstarde en aan het natte strand verkleefden. Verdere toevoer van zand bouwde de kam hoger op. Dit zijn niet de longitudinale zandstrepen, waarvan Bagnold spreekt. Deze ontstaan door een uniforme zanddrift over een ruw oppervlak (Bagnold, p. 178).

Op beide accumulatievormen zorgde de neerslag voor de vorming van een min of meer bestendige korst donker, nat, zwaar zand. Voordat het zover komt, kan de wind het zand opnieuw weg blazen. Zo zien we verschillende zandsluiers achter elkaar over het strand voortjagen, soms in lengterichting, soms in schuine, al naar gelang de component die de westelijke wind heeft.

Bij paal 16 tussen Hoorn en Oosterend kwamen in hoog op het strand gelegen zandtongen en andere zandopwelvingen verschillende destructievormen voor, zoals het microreliëf van foto I te zien geeft. Plaatjes zand (van enkele tot 20 cm) ter dikte van 0,5-2 cm, rusten op een zuiltje zand (5-8 cm lang). We kunnen ze zand- of strandpaddestoelen noemen. De plaatjes vormen het 't meest weerstand biedende deel van een oorspronkelijk geheel aaneengesloten oppervlak: het plaatselijk oppervlak van de zandaccumulatie. Daar krijgt de wind vat op en schuurt er gaten in uit. De wind vervoert de zwaarste korrels het dichtst bij de bodem. Die slijpen de randen van de gaten dicht bij de bodem het meest uit, waarbij in die randen een holle richel ontstaat. Ik nam waar dat wervelend zand in de stuifgaten die richel vormde, waarbij, door nastorting, het gat zich vergrootte. Door aaneensluiting der gaten krijgen de restanten van het oude oppervlak een stervorm. De corrosie slijpt de sterpunten af en het ronde plaatje is ontstaan.

De vernieling van het oorspronkelijke oppervlak van de zandaccumulaties heb ik nergens kunnen betrappen. Die vernieling is natuurlijk



- Foto 1. Zandpaddestoelen in een accumulatie bij paal 16 (Terschelling).
 Langs de rand op de achtergrond voetafdrukken.
 a: Guirlande-achtige begrenzing van weerstand biedend gedeelte.
 Hieruit kunnen zich ook zandpaddestoelen ontwikkelen.
 b: Gekanteld dekplaatje van een zandpaddestoel.
 c: Naarmate de plaatjes lager komen worden ze kleiner.
- Foto 2. Geheel opengelegd deel van een zandrug bij paal 16 (Terschelling).
 Vervolg op situatie van foto 1 (betreft andere plaats).
 In het midden van het voorste bekken een voetafdruk.
 Windribbels in het stuifzand in de bekkens.
 a: een smal rugje bleef gespaard.

het effect van corrosie, gevolgd door deflatie. De zandwind treft, kwispelend en wisselend in sterkte, een bijv. loefwaartse helling. De korrels botsen op de hellingkorst. Sommige, door terugspringen, meerdere malen. De allerfijnste korrels blijven op de vochtige oppervlakte plakken en bepoederen die als het ware met "suikerzand" (zie foto I) De meeste korrels worden dus, eventueel springend op de helling, verder getransporteerd. Door die botsingen brengen ze de hellingkorrels uit hun verkleefing en in beweging. Ook drogen de hellingkorrels door die botsingen en door de wind (en zon). Een door een plotselinge windstoot opgeroepen, niet verzadigde zandwind neemt ze dan mee. Geringe oneffenheden kunnen het effect van de botsende korrels op de helling vergroten.

Misschien is de slechte sortering van de verschillende korrelgrootten mede verantwoordelijk voor het ontstaan van de vele gaten in de helling. (Om een zandpaddestoel te vormen zijn minstens 3 aaneensluitende gaten nodig). Windstoten, verschillend in kracht, bouwden de helling op eenzelfde plaats met materiaal van verschillende korrelgrootten op. Ook de oppervlakkige spreiding is op onregelmatige wijze met zand van verschillende korrelgrootten geschied. (Tot een sortering onder invloed van het overschrijden van de maximale hellingshoek is het niet gekomen: die helling, 34-36 graden (Minnaert III, p. 198) is niet bereikt).

Een nadere beschouwing van de foto leert echter dat er ook langgerekte plaatjes voorkomen, waarbij wervels in de omtrekken guirlandachtige inhammen doen ontstaan (o.a. bij a). Zo kunnen ook zandpaddestoelen ontstaan. Het is dus niet nodig, dat zich voor elke zandpaddestoel 3 gaten aaneensluiten.

Aan de lijzijde van een helling zijn het de kleine luchtwerfels die zandkorrels als 't ware in horizontale rollen naar beneden transporteren. Telkens klauwt het over de kop buitende zand in de helling en vernielt deze.

Bovenstaande genetische beschouwingen zijn geheel speculatief. Beproefd werd een experiment te nemen, bij ontbreken van een windtunnel, met behulp van het blazende achterende van een stofzuiger met fijn, droog, met narde verontreinigd (proglaciaal) zand, ongeveer 30 cm boven het midden van een $\frac{3}{4}$ m lange aangelegde, door regen bevochtigde (vochtig laagje 0,5 cm dik) helling van 10 graden, een halve mtr achter die helling, in een zandbak. Dit gaf na tien minuten, behalve bepoedering van de helling, geen vernielingen te zien. De snelheid van het horizontaal geblazen zand was hier ong. 2 à 3 m per sec. (in de natuur 5x zo groot). En dan nog de factor TIJD. In horizontaal liggend droog zand ontstond vlak voor het uiteinde van de persbuis die onder een hoek van 10 graden vlak boven het droge zand werd gericht, een komvormige holte die in de helling voortvrat, doordat het vochtige laagje door nastorting afbrokkelde.

De corrosie kan zolang doorgaan, tot het plaatje, dat oorspronkelijk de helling van het vroeger aaneengesloten oppervlak bezat, waarvan het immers deel uitmaakte, kantelt t.o. van dat oppervlak. Op de foto zijn er zo te zien (bij b). Ze hellen naar de loefzijde. Daar wordt het zuiltje het meest ondermijnd door de afslijpende werking van de aanstormende zandkorrels. Voortsuizende korrels die het zuiltje aan de kanten treffen zullen onder het plaatje door een iets grotere snelheid krijgen. Er passeren daar via een doorsnede meer korrels per tijdseenheid, dan een evengrote doorsnede buiten het plaatje omdat de stroomlijnen onder het plaatje iets samengedrukt worden. Door deze werkingen aan de loefzijde en door de ondermijning aan de kanten wordt het plaatje uit zijn oorspronkelijke stand gebracht en kantelt. De zandwind, die de kanteling bewerkte, kwam op de foto ongeveer van

links binnen vallen (naar links vindt de kanteling plaats), dat betekent een zuidwestelijke wind. Het zijn juist deze winden die op onze noorderstranden het grootste zandtransport veroorzaken. Ze blazen het droge zand van de toppen der duinen of van het droge strand in een schuine richting over het strand. De z.o. windrichting is daarvoor ook gunstig, maar zal in de zomer niet veel effect sorteren wegens de minder steile gradiënt.

Enkele kleinere plaatjes liggen in een ander niveau (foto I, c). Er bestaat verband tussen dat kleiner zijn en het lager liggen. De in de vorige alinea genoemde werkingen doen het plaatje niet alleen kantelen maar verlagen tevens het zuiltje, waarop het rust. Er bestaat dus verband tussen het niveau, de grootte en de stand van de plaatjes (foto I, "b en c"). Natuurlijk worden ondertussen de plaatjes ook getroffen door de zandwind, die naarmate het plaatje lager komt te liggen, met grover geschut gaat werken, waardoor de plaatjes verkleind worden. De zandstroom die onder het plaatje doorgaat zal vooral dáár corraderen: het plaatje brokkelt af. Ik nam nergens een geheel ontzuild plaatje waar. In dat geval zou het opnieuw verzuild kunnen raken. Eer het zover komt is het plaatje al geheel ten offer gevallen aan de corrosie.

Tot nu toe werd steeds van een zandzuiltje gesproken waarop de plaatjes liggen. Die zuiltjes zijn echter voorzien van een uitgezakte basis van afrollende zandkorrels, afbraakproduct van "zuiltje" en plaatje met tot rust gekomen stuifzand. Het is beter te spreken van afgeknotte zandkegels.

Foto 2 zou ik als een vervolg van foto 1 willen zien. Het betreft een ander gedeelte in de zandrug bij paal 16. De zandpaddestoelen zijn hier geheel opgeruimd, de hellingen geheel opengelegd. Alleen op de kam is het oude oppervlak nog zichtbaar als een flauw gebogen rugje (a), dat echter zowel aan de loef- (=achter-) als een de lij- (=voor-) zijde aangetast worden. Het rugje, dat vrijwel horizontaal ligt, is waarschijnlijk verlaagd. Het vochtig-donkere zand lag er ter dikte van ruim 2 cm op droog zand. Uit beide foto's blijkt dat de corrosie de voet van de hellingen tot dusverre spaarde.

De mogelijkheid moet nog worden geopperd, dat wanneer de aangetaste accumulaties met zeewater in aanraking zijn geweest, hetzij dat het delen van de al of niet verplaatste eerst strandrug zijn of zuiver eolische vormen door springvloed of stormwater overspoeld, het zand meer verkit is doordat het resten van afgewerkte stookolie bevat. Dit zand biedt meer weerstand aan de zandwindwerking. In het bijzonder voor het geval dat het deel uitmaakt van een eerste strandrug: het zand wordt door de waterbeweging in zijn dichtste pakking opgeworpen. (Minnaert, III, p. 203).

Sneek, maart 1957.

Geraadpleegde literatuur

- Bagnol, R.A.: The physics of blown sand and desert dunes, London 1941.
- Dieren, J.W.: Organogene Dünenbildung. Eine geomorphologische Analyse der Dünenlandschaft der West-Friesischen Insel Terschelling mit pflanzensoziologischen Methoden, Haag 1934 (Diss.).

- Escher, B.G.: Grondslagen der algemene geologie, Amsterdam, Antwerpen 1951.
- Isbary, G.: Das Inselgebiet von Ameland bis Rottumeroog. Morphologische und hydrographische Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der friesischen Inseln, Hamburg 1936 (Diss.).
- Minnaert, M.: De natuurkunde van het vrije veld, III, Zutphen 1942.
- Timmermans, P.D.: Proeven over de invloed van golven op een strand in verband met enkele waarnemingen aan de Nederlandse kust, Leiden s.d. (Diss.).
- Walther, Johannes: Das Gesetz der Wüstenbildung in Gegenwart und Vorzeit, Berlin 1900.

RIJKSMUSEUM VAN GEOLOGIE EN MINERALOGIE

Op aanraden van de heer Roding vestig ik nog eens de aandacht op het Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie te Leiden.

Doordat het onderwijs aan de studenten in de geologie steeds meer de aandacht vroeg, lag vóór de laatste wereldoorlog het museumwerk hier praktisch stil. Na de oorlog is daar verandering in gekomen en kreeg het museum een eigen staf van wetenschappelijk en technisch personeel en na het afscheid van prof. Escher werden in diens plaats 2 directeuren benoemd, prof. Pannekoek voor het Geologische en Mineralogische Instituut (waar het onderwijs en alles wat daarmee samenhangt, in is ondergebracht) en prof. van der Vlerk voor het Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie. Hiermede heeft het museum dan eindelijk weer een status gekregen, die past voor het centrale geologische museum. Immers, het heeft altijd in de bedoeling gelegen, dat in Leiden het centrale museum gevestigd zou zijn, terwijl de musea in Utrecht, Groningen en Delft slechts bedoeld waren als hulpcollecties voor het onderwijs.

Dadelijk na de oorlog is de staf van het museum plannen gaan maken en uitvoeren om de tentoonstelling aantrekkelijker te maken voor het publiek. Hierbij moest een enorme achterstand worden ingehaald, zodat het nog heel wat jaren duurde eer de eerste resultaten zichtbaar werden en ook nu moet er nog veel gedaan worden. Een paar afdelingen zijn echter reeds geheel nieuw ingericht.

In de eerste plaats de zaal, waar de geologie van Nederland is tentoongesteld, en die we ook wel "250 miljoen jaar geschiedenis van Nederland" genoemd hebben. Hier zijn, in stratigrafische volgorde, vondsten uit Nederland en naaste omgeving uitgestald. O.a. ziet men fraaie fossiele planten uit het Carboon en verschillende reptielen uit het Krijt van Zuid Limburg, zoals de mosasauriers en de schildpad. Verder is er een grote collectie beenderen van zoogdieren uit het IJstijdvak. Ook zijn er enige vitrines met zwerfstenen, maar als, naar we hopen in de loop van dit jaar, onze nieuwe conservator voor zwerfstenen in dienst treedt, zal hier ongetwijfeld nog wel wat veranderen.

Een tweede afdeling, die geheel nieuw is ingericht, en verleden jaar voor het publiek werd opengesteld, is door ons "de geschiedenis van het leven op aarde" genoemd. Hier is op een grote tabel de ontwikkeling van de verschillende groepen van planten en dieren in de geolo-