

Zandzuiltjes, zandkegels en zandpaddestoelen

L.W. DEKKER EN J.M.H. HENDRICKX

Op het strand en in de duinen worden soms merkwaardige door regen en wind gecreëerde zandvormen aangetroffen, die uiteen kunnen lopen van eenvoudige zandzuiltjes tot fraai gevormde zandkegels, zandhoeden of paddestoelachtige vormen. In de literatuur hebben we foto's aangetroffen van deze verschijnselen en worden de omstandigheden beschreven waaronder ze werden gevonden. Een aannemelijke verklaring voor het ontstaan ervan ontbreekt meestal. De laatste jaren is steeds duidelijker geworden dat het regenwater droge zandgronden onregelmatig bevochtigt. Het verband tussen deze onregelmatige bevochtiging, via zogenaamde preferente stroombanen, en het ontstaan van de markante zandvormen wordt in dit artikel beschreven.

Voor zover ons bekend was Deecke (1) de eerste auteur die het voorkomen en ontstaan van zandzuiltjes heeft beschreven. In de nazomer van 1906 was hij ooggetuige van de bevochtiging van de voorduinen van de Darr, een schiereiland in de omgeving van Pommern en Mecklenburg aan de Noordzeekust van Duitsland. Door een droge periode waren de duinen sterk uitgedroogd. Op zekere dag regende het bijna onafgebroken. De volgende dag was het droog en tamelijk winderig. Deecke merkte op dat slechts een dunne toplaag van het duinzand was bevochtigd. Door de wind en de zon droogde de oppervlaktelaag snel op en twaalf uur na het einde van de regen waaide het zand alweer weg. Deecke stelde toen al vast, dat het duinzand onder de oppervlaktelaag onregelmatig, kegel- en trechtervormig was bevochtigd. Het droge zand waaide de volgende dag weg en daardoor waren de voorduinen tussen Prerow en Zingst gedurende meer dan

een etmaal bedekt met duizenden natte zandkegels. Deze kegels waren volgens Deecke zo stevig, dat hij ze met de hand kon optillen.

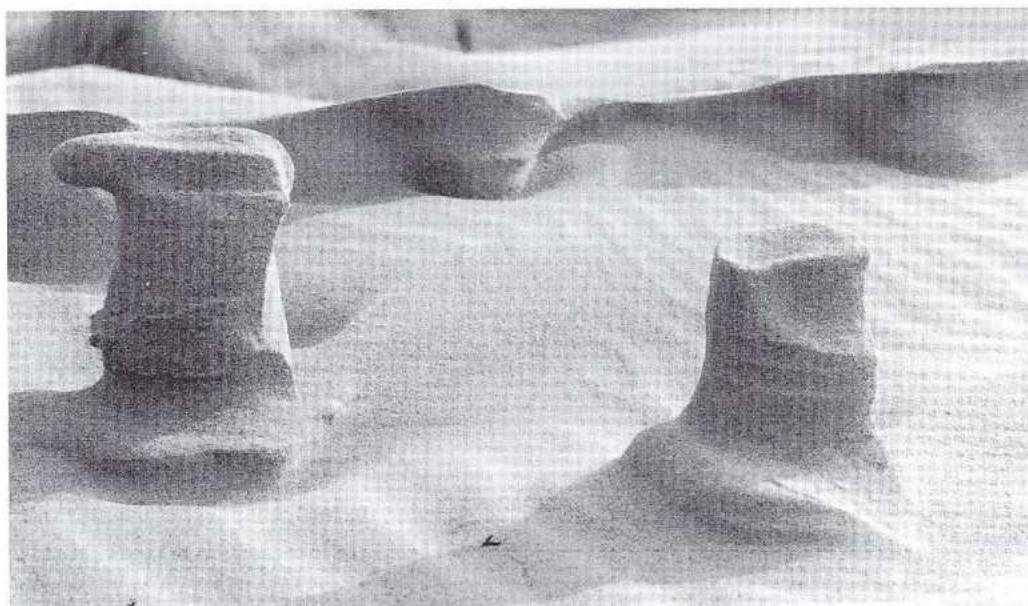
De aanwezigheid van zand- of strandpaddestoelen werd in Nederland het eerst gesignaleerd door Mooij (6). Hij beschrijft het voorkomen ervan in augustus 1956 in de hogere zandtongen en andere zandopwellingen op het strand van Terschelling. De paddestoelen bestonden uit een plaatje zand ter dikte van 0,5-2 cm met een maximale diameter van 20 cm, op een zandzuiltje van 5-8 cm lengte.

Vlak daarna deed Schuddebeurs (10) verslag van de door hem in de zomer van 1956 gekonstateerde zandkegels met een diameter van 5 tot 13 cm op het strand van Schiermonnikoog.

In een artikel dat in 1984 werd gepubliceerd, toont Raats (9) een barchaantje op het strand van Ameland, waarin een paar honderd zandzuiltjes te voorschijn komen.

Zelf constateerden wij de aanwezigheid van zandzuiltjes in november 1989 in de voorduinen van Terschelling. Op 3 oktober 1991, nam de eerste auteur van dit artikel zandpaddestoelen waar op het strand van Texel. Ze kwamen voor in het opgewaaide strandzand langs de duinreep ten noordwesten van De Slufter.

Uit dit overzicht, maar ook uit verscheidene persoonlijke mededelingen blijkt dat het fenomeen zandzuiltjes een frequent optredend verschijnsel is. De zandzuiltjes, zandkegels en zandpaddestoelen zijn voornamelijk gesignaleerd in de onbegroeide lage duintjes op de stranden van de Waddeneilanden, maar in principe zijn langs de hele Nederlandse kust aan te treffen. Zo nam mevr. J. Joziase in februari 1989 zandzuiltjes waar in de voorduinen van Walcheren (zie foto 1).



Zandzuiltjes in de duinen van Walcheren (foto: J. Joziase).

Verklaringen

Over het ontstaan van de zandzuiltjes zijn al heel wat theorieën gevormd door de auteurs die over die zuiltjes hebben geschreven. Ze veronderstelden vaak dat er een verschil in bindmiddel en vochthoudend vermogen voorkomt tussen het zand van de zuiltjes en het zand er omheen. Zo nam Deecke (1) aan dat er meer fijne veendeeltjes in de zandkegels zouden voorkomen. Op het strand van Schiermonnikoog trof Schuddebeurs (10), die in het voetspoor trad van Deecke, geen turfdeeltjes aan, en opert daarom de mogelijkheid van een hoger kleigehalte in de zandzuiltjes als bindmiddel. Schuddebeurs (11, 12) komt hier later toch van terug, omdat, zo zegt hij, de klei in dunne laagjes wordt afgezet en niet in concentrische vormen, zoals die van de zandzuiltjes. Nadat Mooij (7) had vastgesteld, dat er geen verschillen voorkwamen in ijzer-, kalk- of organische stofgehalte en er ook geen olieresten of plankton in de zandzuiltjes aanwezig was, deed hij een onderzoekje naar de grofheid van het zand. Hoewel de verschillen niet groot waren, trof hij in de zandzuiltjes meer fijnere zandkorrels aan dan in het omringende zand. Hij dacht op grond hiervan een verklaring te hebben voor de bevochtigingsverschillen. Hij herriep dat later zelf weer (8), omdat hij inzag dat het moeilijk is te verklaren dat het fijnere zand in dit soort patronen zou zijn afgezet. De Duitse geoloog Gripp (4) veronderstelt dat de patronen samenhangen met de afzetting van het zand in meer en minder dichte pakking. Het zand dat in barchaantjes naar beneden roetsjt, het afgegleden zand, heeft een dichtere pakking dan het zand dat door de wind wordt neergelegd. Het afgegleden zand kan later nat worden door neerslag of door opstijgend grondwater. De vorm van het afgegleden zand, die volgens Eisma (3) vaak cilindrisch-kegelvormig is, zou dan leiden tot de zandzuiltjes. Ook Eisma neemt aan dat het afglijden van het zand de aanleg van zandkegels en paddestoelen bepaalt. Raats (9) wijt het ontstaan van de zuiltjes aan de hoge intensiteit van de neerslag. Hierdoor werd volgens hem lucht ingesloten en samengedrukt tussen het infiltrerende vochtfront en het natte onderliggende strandzand. Door de toename van de luchtdruk tot boven de atmosferische druk werd volgens Raats het vochtfront instabiel, wat resulteerde in de onregelmatige bevochtiging van het droge zand.

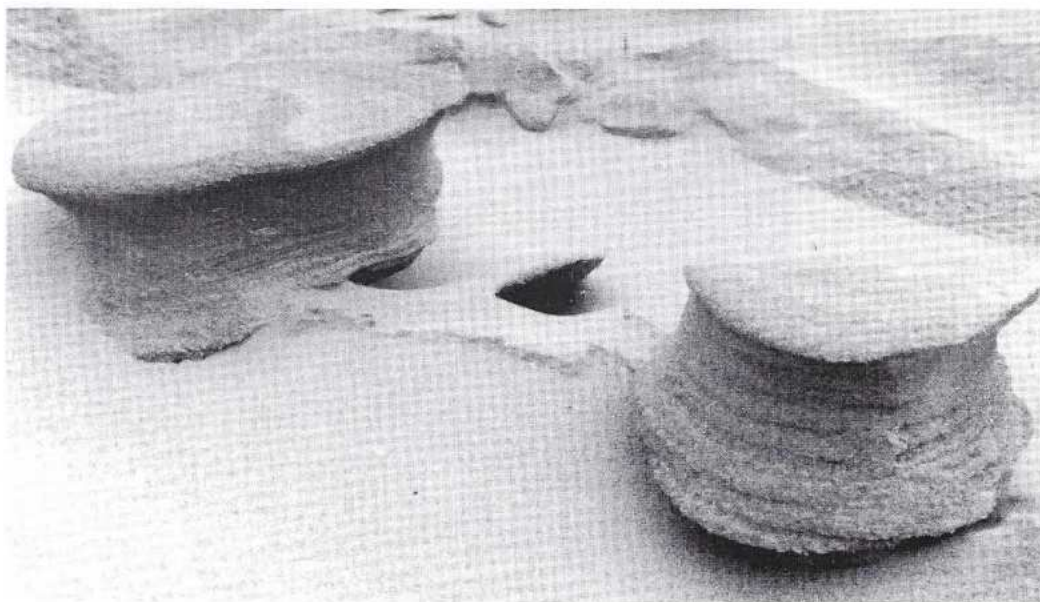
Preferente stroombanen

Volgens ons ligt het allemaal echter iets anders. Het zand dat op het strand tot lage duintjes is opgewaaid bestaat uit een massa losse op en naast elkaar gelegen zandkorrels. Neemt men dit zand in de hand, dan kan men het als in een zandloper laten wegglijpen. Bevochtiging doet het zand aan elkaar klitten. Door het vocht in het zand neemt de massa toe, en men noemt het dan ook wel zwaar zand. Door de bevochtiging wordt het zand tevens iets verdicht, waardoor de dichtheid van de grond (het aantal grammen droge grond per kubieke centimeter) iets groter is dan van het droge onbevochtigde zand. Simpel water werkt dus als bindmiddel van het zand.

Over het algemeen wordt aangenomen dat regenwater homogeen in droge zanden binnendringt. Dit blijkt echter niet altijd het geval te zijn. In werkelijkheid wordt soms slechts een enkele millimeters tot centimeters dikke toplaag van het zand homogeen bevochtigd. Daaronder verplaatst het regenwater zich soms plaatselijk via zogeheten preferente stroombanen door het zand: het infiltrerende water heeft een voorkeur voor bepaalde delen of banen in het zand waarbij het dan een deel van het droge zand ongemoeid laat (2).

Deze preferente stroming is het gevolg van instabiele vochtfronten. Instabiliteit kent een aantal oorzaken. Allereerst kan het zijn dat het zand water afstoot en dus moeilijk te bevochtigen is. Ten tweede kan het voorkomen, dat minder waterdoorlatende lagen bovenop goed waterdoorlatende lagen liggen. Ten derde kan het het gevolg zijn van een neerslagintensiteit die geringer is dan de hydraulische doorlatendheid van het zand. Als vierde oorzaak kan Raats' theorie genoemd worden over het voorkomen van luchtinsluitingen als gevolg van veel regen (9).

De onregelmatige en incomplete bevochtiging van het zand kan goed worden vastgesteld als het geregend heeft na een periode van droogte. Als dan in het zand wordt gegraven, kan worden waargenomen dat het water slechts plaatselijk, via een soort pijpjes, dieper het zand is binnengedrongen. Op eenzelfde diepte wordt dan stofdroog en vochtig zand naast elkaar aangetroffen. We hebben deze onregelmatige bevochtiging de laatste jaren in veel droge zandgronden door geheel Nederland waargenomen (2,5).



Close-up van twee vrij geblazen paddestoelachtige zuiltjes. De foto werd in april 1984 gemaakt op het strand van Terschelling (foto: Gerard Beers).



Fraaie kegels in een laag duintje op het strand van Terschelling, gefotografeerd in april 1984 (foto: Gerard Beers).

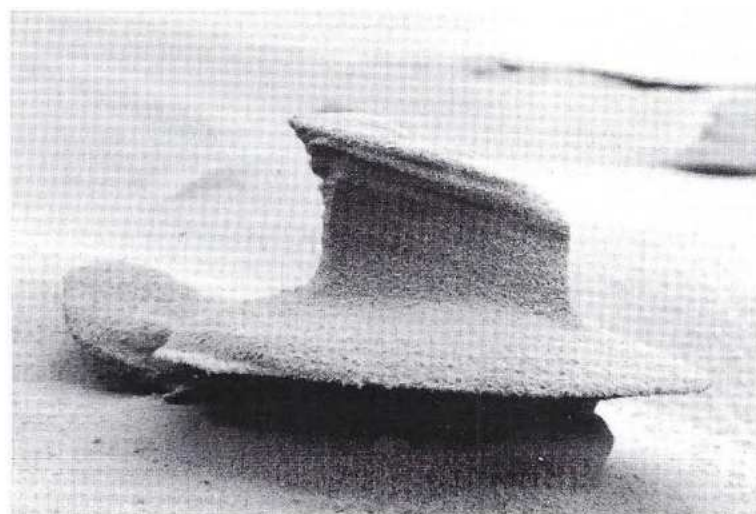
Ontstaan van zandvormen

Wat gebeurt er nu? Vooral in onbegroeide voorduinen en in lage strandduintjes, de sikkelduintjes of barchaantjes, wordt door de wind veel zand verplaatst. Dit gebeurt als het zand droog is en in toenemende mate bij sterkere windkracht. Op natte zandlagen heeft de wind in eerste instantie minder vat. Valt er meer regen, dan zal dit water het dekje vochtig houden en verder via de plaatselijk voorkomende preferente banen, die een veel grotere doorlatendheid bezitten dan het droge tussenliggende zand, naar dieper gelegen vochtige lagen of het grondwater worden afgevoerd.

Overigens is het natte zanddekje niet overal even vochtig. Natter en minder nat zand komen naast elkaar voor. Dit kan komen door ongelijkmatige bevochtiging van het zand door het regenwater, maar ook door ongelijkmatige capillaire opstijging tijdens een droge periode, waarbij verdamping aan het oppervlak optreedt. De capillaire opstijging van water naar het oppervlaktelaagje is het sterkst op de plekken van de preferente banen en nihil op plaatsen waar droog zand als een isolerend laagje tussen het vochtige oppervlaktelaagje en de vochtige zandondergrond voorkomt.

Volgt een droge periode met wind, dan zal het zand op bepaalde plaatsen eerder droog zijn. De wind neemt dit droge zand op en voert het weg, waardoor er gaten in het zandduintje ontstaan. Bij aanhoudende wind vallen er steeds meer gaten in het zand en zal veel van het niet-bevochtigde zand

Een door regen en wind vervaardigde strandhoed (foto: Gerard Beers).



wegwaaien. Op sommige plaatsen is het zand echter vochtiger en het zal daar blijven staan, zodat soms legio zandzuiltjes te voorschijn komen. Het zanddekje zal direkt boven de preferente banen en in een concentrisch deel eromheen door capillair transport van water langduriger vochtig blijven. Hierdoor komt op de zandzuiltjes soms een rond plaatje voor en lijken ze meer op paddestoelen (foto 2). Dikwijls worden de zandzuiltjes door de eroderende werking van de wind verder gezandstraald tot kegels (foto 3) of soms zelfs tot een prachtig gevormde hoed (foto 4).

Resumerend

Het voorkomen van onregelmatige en ongelijkmatige bevochtiging van droog zand door instabiele vochtfronten was de meeste auteurs die over zandzuiltjes schreven niet bekend. Resumerend stellen wij dat simpel water al voldoende is om zand te binden, zoals ook zo vaak op het strand met het bouwen van zandkastelen wordt bewezen. De bron van het fenomeen zandzuiltjes, zandkegels en zandpaddestoelen is de preferente stroming van regenwater als gevolg van het optreden van instabiele vochtfronten in droge zandgronden.

L.W. Dekker is werkzaam op het DLO-Staring Centrum te Wageningen.

J.M.H. Hendrickx is werkzaam op het New Mexico Institute of Mining and Technology, Socorro, New Mexico, USA.

Literatuur

1. DEECKE, W., 1906. Einige Beobachtungen am Sandstrande. Centralbl. für Mineral. Geol. und Paläont.: 721-727.
2. DEKKER, L.W., W. HAMMINGA EN R. DIJKSMA, 1991. Sluipwegen voor zakkend water. Hoe water in zand een snelle route verkiest. Landbouwkundig Tijdschrift 10: 29-31.
3. EISMA, D., 1989. Zandkegels en zandpaddestoelen. Waddenbulletin 4: 194-199.
4. GRIPP, K., 1961. Über Werden und Vergehen von Barchanen an der Nordsee-Küste Schleswig-Holsteins. Zeitsch. für Geomorphologie, Neue Folge, 5: 24-36.
5. HENDRICKX, J.M.H., L.W. DEKKER EN P.A.C. RAATS, 1988. Het ontstaan van zandzuiltjes. Grondboor en Hamer 6: 173-175.
6. MOOIJ, J., 1957. Eolische destructievormen op een zandstrand. Grondboor en Hamer 1: 14-18.
7. MOOIJ, J., 1960. Cohesie van strandzand. Grondboor en Hamer 6: 186-191.
8. MOOIJ, J., 1988. Zandzuiltjes (2). Grondboor en Hamer 5: 144.
9. RAATS, P.A.C., 1984. Tracing parcels of water and solutes in unsaturated zones. In: B. Yaron, G. Dagan and J. Goldshid (eds.), Pollutants in Porous Media: The Unsaturated Zone between Soil Surface and Groundwater. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, Tokio: 4-16.
10. SCHUDEBEURS, A.P., 1957. Kegelzand en zandsteen. Grondboor en Hamer 2: 21-25.
11. SCHUDEBEURS, A.P., 1961. Nog iets over zandkegels en zandpaddestoelen. Grondboor en Hamer 10: 284-285.
12. SCHUDEBEURS, A.P., 1989. Zandkegels en kegelzandsteen, nader bezien. Grondboor en Hamer 2: 48-57.