

TEKTIETEN

Eens regende het stenen

F.B.van Dam*

Iedere verzamelaar heeft zo zijn specialisaties, voorkeuren of stokpaardjes. Het zijn vaak van die objecten waar men iets in ziet, of waar men een verhaal aan vast kan knopen. Voor de verzamelaars van mineralen, gesteenten en fossielen bestaan er vele mineralogische en geologische curiosa. In deze rubriek behoren ook de tektieten. Ze vormen nog altijd een bron voor studie en discussie.

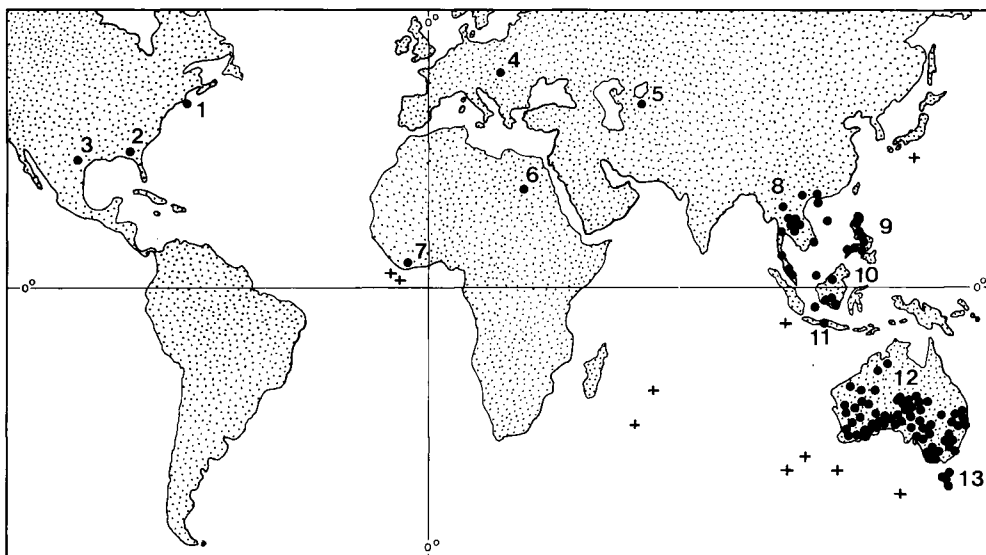
Dat tektieten al heel lang geleden werden gezocht en bewaard bewijzen grafvondsten en overleveringen. De oudste geschreven bron is ruim 1000 jaren oud. In "Notitie over de wonderen aan gene zijde van de Nanlingbergen in Kwangtung" schrijft de Chinese auteur Liu Sun: "In Leichow verzamelen de mensen na plotselinge regenbuien zwarte stenen op het veld, welke ze lei-gong-mo (inktstenen van de Dondergod) noemen. De stenen maken een tinkelend geluid als men ze aanslaat en ze hebben een verrukkelijk heldere glans". Ook de inheemse bevolking van onder-

meer Australië (dateerbaar tot 5000 v.C.) en Afrika en bewoners van de Philippijnen verzamelden tektieten, zowel voor het maken van gereedschappen (evenals van obsidiaan), als voor magische doeleinden. De oudste vondst komt uit Willendorf in Oostenrijk waar enkele tot mesjes geslepen moldavieten zijn gevonden tezamen met de Venus van Willendorf (Cro-Magnonmens: ca. 31000 jaren geleden).

TOT GLAS GESMOLTEN

Tektieten zijn objecten van natuurlijk glas. Ze ontvingen hun naam in 1900 van de Oostenrijkse geoloog F.E.Suess, uitgaande van het Griekse woord tekto = gesmolten. Ze komen voor in

* De Del 2
6891 AP Rozendaal (Gld)



Verspreidingsgebied van tektieten. 1. Marta's Vineyard tektiet. 2. Georgia tektieten. 3. Texas bediasieten. 4. Tsjecho-slowaakse moldavieten. 5. Irghizieten. 6. Libische Woestijn-glas, Egypte. 7. Ivoorkust tektieten. 8. Indochinieten. 9. Filippinieten. 10. Borneo. 11. Javanieten. 12. Australieten. 13. Darwin glas. (Naar Barnes, 1963)

strooivelden. Tektieten worden steeds gevonden in een horizont die geen enkel verband toont met deze objecten. Van natuurlijk vulkanisch glas als obsidiaan en lipariet verschillen ze in samenstelling en opbouw, hetgeen ondermeer met de blaaspijp kan worden vastgesteld. Naast tektieten en vulkanisch glas bestaat er nog een glassoort: inslag- (''impact'-) glas genoemd. Deze vindt men in inslagkraters van meteorieten. Samenstelling, leeftijd en andere criteria van corresponderende tektieten en impactglas verschillen weinig. In de tijd dat tektieten hun naam kregen waren eigenlijk alleen nog bekend de moldaviëten, australiëten, billitonieten en andere tektieten die nu tot het Australaziatische strooiveld worden gerekend. Ze hebben de vorm van druppels, halters, discussen, peren, etc. Bovendien waren ze meestal aangevreten. Verschillende onderzoekers ontleenden daaraan de overtuiging dat het ging om kosmische voorwerpen waarvan het uiterlijk was bepaald door aërodynamische verschijnselen, in het bijzonder door warmteontwikkeling bij het passeren van de dampkring. In de 20ste eeuw en vooral in de dertiger jaren, ontdekte de wetenschap steeds meer voorwerpen die -soms ook omstrede- als tektieten werden aangemerkt. Enorme hoeveelheden in de Filipijnen, Cambodja, Laos, Malakka, Java en aansluitende regio completeerden een beeld van een buitengewoon groot strooiveld. Men neemt aan dat dit reikt tot en met Australië en wellicht in de breedte tot Madagascar. In totaal in de buurt van 10 % van het aardoppervlak. Alleen al de hoeveelheid mikrotektieten in dit strooiveld wordt berekend op zo'n 20 miljoen m³.

Een verhoudingsgewijs klein veld ligt aan de Ivoorkust, waarbij overigens tot ca. 900 km ver in de oceaan mikrotektieten zijn gevonden die grote verwantschap vertonen. Eveneens in de dertiger jaren werden in Texas en vervolgens in Georgia betrekkelijk kleine aantallen gevonden. De Texaanse werden naar een indianenstam bediasieten genoemd en de andere georgiëten. Latere onderzoekingen toonden aan dat het Amerikaanse veld veel groter blijkt te zijn.

In Aziatisch Rusland ten zuiden van het Aralmeer is een groep tektieten gevonden in de buurt van de rivier Irghez en men heeft er de naam irghizieten aan gegeven.

En dan is er nog het meest nabije strooiveld, dat van de moldaviëten in het gebied van Bohemen en Moldavië. Het totale gewicht daarvan wordt geschat op circa 3000 ton. Moldaviëten hebben veelal een groene kleur, in verschillende kleurvarianten. De flessengroene is een tijd als edelsteen in de mode geweest. Zowel de originele molda-



Donkergroene transparante moldavië, formaat ca. 50 x 25 mm. Foto P.C. van der Klugt (collectie v.Dam).

vieten als de daaruit geslepen edelstenen werden, op grond van de Franse naam voor fles, bottle-
lëstenen genoemd.

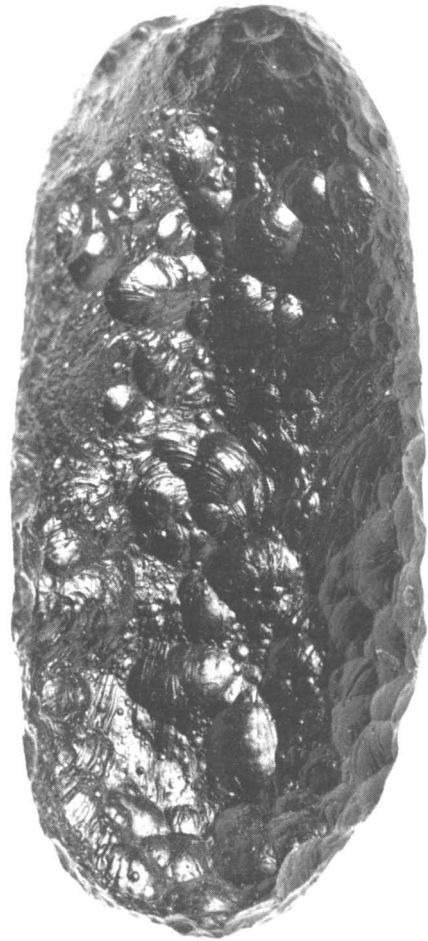
Niet alle vondsten pasten echter zo mooi in het plaatje. In Cambodja vond men een aantal zeer grote tektieten. De grootste weegt zelfs 12.8 kg. En wellicht is het slechts een brok van een groter stuk. Nog merkwaardiger was dat deze grote tektieten een duidelijk in kleur en chemische samenstelling gelaagd karakter vertoonden. Men heeft deze voorwerpen naar de vindplaats aangeduid als tektieten van het Muong Nong type. Ze bevatten tamelijk grote gasinsluitels. In tegenstelling tot normale tektieten met een zeer lage gasdruk bereikt de druk hier soms de helft van de atmosferische waarden. Gassen als argon, krypton en xenon en hun isotopen, die gevonden werden in deze insluitels, hebben een aardse samenstelling. Ook worden in deze tektieten kristallijne insluitels van o.a. korund, kwarts, cristoballiet, zirkoon en chroom gevonden. De vluchtige elementen zijn in deze Muong Nong tektieten in veel hogere concentratie aanwezig. Alles tezamen argumenten om te stellen dat deze tektieten niet de zeer hoge smelttemperaturen

hebben gekend van de "normale". Ze liggen vermoedelijk niet ver van de plaats van oorsprong.

In de Libische woestijn, op een zeer ontoegankelijke plaats kwam men voor een soortgelijke puzzel. In 1934 vond men er brokken glas met een SiO_2 gehalte van ongeveer 98%, hetgeen dus aan heel zuiver kwartszand respectievelijk zandsteen doet denken. De stukken liggen op een langgestrekte baan met een breedte van enkele tientallen kilometers en een lengte van meer dan 100 km. De glasbrokken hebben een in de lengte gerekte vorm alsof ze in de vloeifase een bepaalde richting uitstroonden. De kleur is bruin tot geel en soms transparant. Bij Port Darwin op Tasmanië werden voorwerpen gevonden die door sommigen voor tektieten en door anderen voor impactglas worden gehouden. Hetzelfde geldt voor Aouelloul in Mauretanië. Glas in de Wabar-krater in Arabië en de Henbury-krater in het midden van Australië en ook vondsten in Arizona en Quebec moeten veel meer als impactglas worden aangemerkt. En hetzelfde geldt voor het glas dat in de Rieskrater is gevonden. In het gebied van de Irghizieten is eveneens een krater gevonden, de Vhamanshin-krater, waarin impactglas aanwezig is. De samenstelling van dit glas is echter niet gelijkmatig. Er zijn SiO_2 rijke, SiO_2 -arme en daar tussenin vallende stukken gevonden. De grens tussen tektieten en natuurlijk glas is dus soms gering. Om het probleem er niet eenvoudiger op te maken vermeld ik hier nog even de mikro-tektieten, kleine glasbolletjes van minder dan één mm tot 40 micron. Deze mikrotektieten bestaan er in 2 soorten. De ene vertoont alle karakteristieken van tektieten, de andere is zeer rijk aan magnesiumoxide en past er niet bij qua samenstelling. Merkwaardigerwijs komen ze in gelijke strooivelden voor, terwijl boringen buiten deze gebieden geen van beide soorten korrels opleveren. Voor deze chemische verschillen moeten nog steekhoudende argumenten worden gevonden.

UITERLIJKE KENMERKEN

Bij het bespreken van de verschillende soorten kwam natuurlijk al veelvuldig de uiterlijke vorm ter sprake. Vanzelfsprekend was deze vorm een basis voor herkenning en classificatie. Daarnaast ook aanknopingspunt voor herkomst en wijze van ontstaan. De buitenaardse herkomst werd in 1897 gesteld door een geoloog van Billiton N.V., R.D.M. Verbeek, in een verhandeling voor de Kon. Ned. Akad. van Wetenschappen: "Over glaskogels van Billiton" gesteld. Verbeek hield het op Maan-vulkanische oorsprong. Suess baseerde rond de eeuwwisseling de buitenaardse herkomst op de kentekenen van transport door



Zwarte tektiet uit Thailand, formaat ca. 50 x 25 mm. Foto P.C. van der Klugt (collectie v.Dam).

de atmosfeer met sporen van aërodynamische vervorming.

Naast de enigszins voor de hand liggende vormen als druppel, peer, kogel en discus toonden vooral de Australische tektieten merkwaardige vormen zoals knopen en kogels met een flens, met soms merkwaardige oren en vele onwaarschijnlijk gladde kogels. Later is gebleken dat door het optreden van spanningen tussen een gloeiend binnenste en een snel koelende mantel een deel van deze bizarre vormen kan worden verklaard. De schil is er namelijk tijdens de vlucht geheel of gedeeltelijk afgesprongen.

De kuilen en gaten in tektieten blijken voor een deel ook anders te kunnen worden geïnterpreteerd. Uiteindelijk liggen tektieten al lange tijd in de bodem en ze zijn daardoor onderworpen aan

de werking van verwerking, devitrificatie, oxidatie en ingeval van transport, aan mechanische slijtage. Tsjechische proeven hebben aangetoond dat een transport door water over 40 km bijna 99% van deze natuurlijke glassoorten door slijtage zou doen verdwijnen. Kijkt u trouwens maar op het strand wat er van glas van flessen overblijft.

De merkwaardige en interessante boomachtige vormen van vele moldavieten moet dan ook berusten op het weg-etsen van de snelst oplosbare delen, waaruit dan ook weer mag worden geconcludeerd dat tektieten geen homogene samenstelling hebben.

CONTROVERSE HERKOMST AARDE/MAAN GAAT NOG DOOR

Het is onbeschrijflijk wat de techniek door verfijnde meet- en registratie-apparatuur mogelijk heeft gemaakt. Visueel kan de moderne microscoop extreem kleine delen zichtbaar maken en geïsoleerd doen beoordelen. Ook chemisch en spectrometrisch kan men sporen van elementen vaststellen. Dit alles heeft er toe geleid dat men overeenkomsten en verschillen in samenstelling heeft kunnen ontdekken tussen aardse gesteenten en tektieten. De later te noemen correlaties tussen moldavieten en bepaalde lagen in de Ries-inslagkrater hebben er ondermeer toe bijgedragen om een scenario te scheppen voor het ontstaan van moldavieten en het verklaren van de plaats waar ze nu gevonden worden. Al eerder hebben we genoemd de overeenstemming van de tektieten van het Muong Nong-type (en dus in feite van het gehele Australisch-Aziatisch veld) en de bodem van Cambodja in de omgeving van Muong Nong. Het beroerde voor deze vaststelling is, dat ter plaatse niets van een krater is te vinden. Toch lijken deze grote brokken, natuurlijk alleen voor de voorstanders van een aardse

herkomst, te wijzen op plassen gesmolten materiaal van een kleiachtige aard die min of meer in situ worden gevonden.

Wil men het gehele strooiveld vanuit dit centrum verklaren dan moeten krachten worden verondersteld die enerzijds duizenden kilometers ver vloeibaar gesteente konden laten wegspatten en die anderzijds geen zichtbare krater in de omgeving achterlieten. In dit verband zijn er suggesties voor komeet-inslag gedaan. Natuurlijk kan men ook verder zoeken naar een meteorietkrater die dan, gezien de grote brokken, niet al te ver weg kan liggen. De voorstanders van een verklaring via een meteoriet-inslag in de Tycho-krater van de Maan respectievelijk van een vulkaanuitbarsting aldaar, scoren in elk geval in één opzicht een punt doordat ze duidelijk op een krater kunnen wijzen. De laatste tijd zijn vele pogingen gedaan om op het aangrenzende zeegebied van het continentale plat op inslagkraters gelijkende bodemprofielen te vinden en men heeft verschillende plaatsen gemarkeerd. Definitieve bewijzen zijn er echter nog niet.

De lange strook van woestijnglas in Libië zou natuurlijk prachtig passen in het beeld van een komeet die met zijn staart over de woestijnbodem veegt. In de buurt van de tektietenvondsten in Ivoorkust ligt het Bosumtwi-meer in Ghana, ook wel als Ashantikrater aangeduid. Alweer kloppen samenstelling en leeftijd van gesteenten en tektieten. Ook hier zijn verklaringproblemen, want de bij boringen gevonden mikrotektieten, kloppen geheel met de samenstelling, maar vanuit de krater gezien zouden deze mikrotektieten een andere richting zijn uitgevlogen.

Voor de Amerikaanse tektieten uit Texas en Georgia is nog geen passende krater gevonden. Wel neemt men aan dat het Amerikaanse strooi-

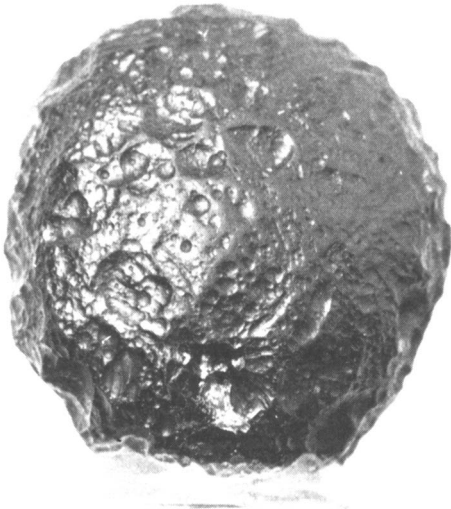
Samenstellingstabel van de belangrijkste chemische componenten van diverse soorten tektieten. (* en geassocieerde tektieten, uitgezonderd Java). (naar Barnes).

	Filippijnen tektieten	Texas tektieten	Molda- vieten	Indochi- nieten	Billiton* tektieten	Austra- lieten	Java tektieten
SiO ₂	71.21	75.65	79.60	73.14	70.50	73.33	73.73
Al ₂ O ₃	12.57	14.59	11.02	12.48	12.58	12.75	11.38
Fe ₂ O ₃	1.47	0.41	0.15	0.19	0.74	0.50	0.83
FeO	4.19	4.00	2.24	4.98	5.27	4.25	4.46
MgO	2.90	1.28	1.30	2.00	3.07	1.98	2.39
CaO	3.19	0.05	1.92	2.51	3.14	3.01	2.49
Na ₂ O	1.52	1.36	0.51	1.45	1.75	1.25	1.15
K ₂ O	1.93	1.85	3.00	2.40	2.28	2.05	2.32
H ₂ O*	0.37	0.05	0.07	0.28	0.45	0.19	0.25
H ₂ O ⁻	-	-	0.04	0.10	0.09	0.09	0.06
TiO ₂	0.89	0.81	0.80	0.94	0.85	0.67	0.87
MnO	0.11	0.01	0.11	0.13	0.16	0.16	0.11
	100.35	100.06	101.39	100.60	100.83	100.23	99.99

veld eveneens heel groot was nadat ook in Massachusetts, op Cuba en in de Caribische Zee tektieten, respectievelijk mikrotektieten zijn gevonden.

WANNEER ONTSTAAN ?

Er bestaat een betrekkelijk grote overeenstemming over de ouderdom van de tektieten in de verschillende strooivelden. Al zijn lang niet alle raadselen hieromtrent opgelost. Allereerst wil ik enkele opmerkingen maken over de methoden waarmee hun ouderdom wordt vastgesteld. Een aantal metingen is van radiometrische aard. Door het meten van radioactieve elementen en de daaruit voortgekomen vervalproducten kan men in principe vaststellen hoe lang geleden het gesteente is ontstaan. Bij de verhouding tussen 87-rubidium en 87-strontium stelt men de leeftijd vast vanaf het moment waarop de gesteentemix is ontstaan. Voor tektieten zou dat niet met zekerheid betekenen dat dit het ogenblik van smelt of stolling is. In elk geval zijn deze metingen niet in strijd met de andere. Dat is dan primair de 40-kalium/40-argon-meting. Daar argon een gas is, staat bij deze meting voorop dat bij het ontstaan van de smelt, alle vroegere argon-resten moeten zijn vervluchtigd. De voorwaarde daarvoor is, dat gedurende een bepaalde tijd een zeer hoge temperatuur aanwezig was. Met zekere reserves werden op deze basis dan ook ouderdomsmetingen verricht.



Zwarte billitoniet, formaat ca. 20 x 15 mm. Foto P.C. van der Klugt (collectie v. Dam).

Sedert omstreeks 1964 werd aan deze meetmethoden nog de "fissiontrack"-methode toegevoegd. Uranium laat, na verval, in glas een spoor achter. Door het etsen zijn deze sporen zichtbaar te maken en door een deel met radio-actieve bestraling kunstmatig te bombarderen kunnen vergelijkingscijfers worden gecreëerd. Wel hebben de splijtingssporen het nadeel dat bij verwarming boven ca. 500° C. de sporen meer of minder worden uitgewist. Een fikse bosbrand bereikt al gauw deze temperaturen. Bij de voornoemde meetmethoden speelt uiteraard de ligging in bepaalde aardlagen een rol. Men mag evenwel aannemen en dat is ook bewezen, dat veel tektieten niet meer op hun oorspronkelijke plaats liggen. Voor de australieten blijkt de geologische datering in een deel van het strooiveld tot volstrekt tegenstrijdige resultaten te leiden in vergelijking met het isotopen-onderzoek. Tegenover de algemeen aangenomen 700.000 jaren levert deze datering een leeftijd van 6000 tot 12000 jaren. Inmiddels is de hoeveelheid isotopen-onderzoeken zo veelzijdig en omvangrijk dat de geologische datering als onjuist moet worden aangemerkt, d.w.z. dat als primaire vindplaatsen beschouwde locaties toch secundair zullen moeten zijn. In een enkel geval beschikt men over een datering door fossielen. In het Aziatisch-Australisch strooiveld werd een tektiet uit de Chinese Zee gehaald waarop een kalkaanslag zat, met daarin fossielen. Datering leidde tot de conclusie dat de tektiet al tenminste 1 miljoen jaren in zeewater had gelegen. Zou men aannemen dat de gaten in deze tektiet tevoren door vertering op het land waren ontstaan dat dient er nog een fikse periode te worden bijgeteld. Even merkwaardig is een groep natriumrijke tektieten in Australië waarvan de verschillende metingen een ouderdom van 11 miljoen jaren opleveren. Sommigen speculeren zelfs nog op een derde val in hetzelfde gebied. Deze zouden op grond van ouderdomsmetingen ca. 8 miljoen jaren geleden zijn gevallen.

Vatten we de verschillende metingen samen dan bestaat, ondanks vragen en verklaringsproblemen, ongeveer het volgende beeld:

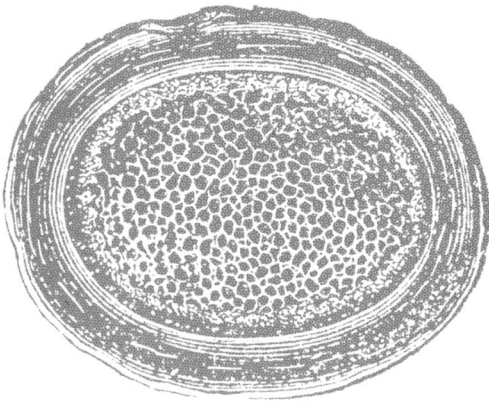
het Amerikaanse gebied	34 milj. jaren
het Libische woestijn glas	28 milj. jaren
moldaviëten	14,7 milj. jaren
oudste Australische tektieten	11 milj. jaren
tweede Australische serie (?)	8,3 milj. jaren
Ivoorkust	1 milj. jaren
Australisch-Aziatisch veld	0,7 milj. jaren
Irghizieten	< 1 milj. jaren

Of er daarmee een verband kan worden gelegd tussen Irghizieten en het Australaziatisch strooiveld is op z'n minst twijfelachtig, te meer omdat

voor de Irghizieten een inslagkrater bestaat die qua omvang en vele andere criteria niet toereikend is voor het gehele veld. Eigenlijk is de hoogste leeftijd van 34 miljoen jaren, uiterst merkwaardig daar de geologische processen, die aan het ontstaan van tektieten ten grondslag liggen, nauwelijks beperkt kunnen zijn tot deze geologisch korte periode. Tenzij men alsnog oudere tektieten vindt, moet worden aangenomen dat processen van verwerking, devitrificatie, tektoniek en dergelijke tot hun vernietiging hebben geleid. Indien men evenwel ziet hoe vele oude vormen als fossielen bewaard zijn gebleven, zou men ook op fossiele tektieten moeten kunnen stuiten. Misschien is een steen in de vorm van een tektiet, zeker na verdere verwerking, nauwelijks meer als zodanig te herkennen.

ONTSTAAN VAN TEKTIETEN

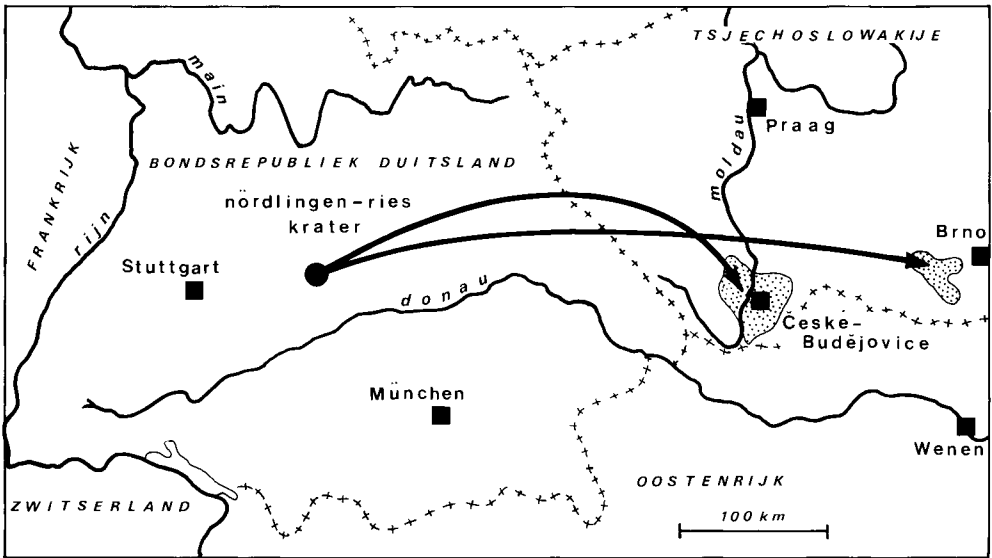
Om na een weergave van de feiten tot een conclusie te komen dat de tektieten dus.....zo en zo zijn ontstaan, blijkt niet eenvoudig. In de loop van het verhaal zijn er al verschillende hypothesen ter sprake gekomen. Toen Darwin in 1844 Australië bezocht en uit handen van inboorlingen een tektiet ontving, beschreef hij deze als een obsidiaanbom. Vervolgens ontstond de neiging om tektie-



De door Darwin in 1844 getekende australiet, van een inboorling verkregen en door hem voor obsidiaan gehouden.

ten min of meer in één adem met meteorieten te noemen en ze als kosmisch glas aan te duiden. Die kosmische oorsprong kon variëren van meteorieten van een bepaalde samenstelling, tot stukken van een andere planeet of delen van de Maan. In het laatste geval kan men kiezen tussen een vulkaanuitbarsting op de Maan of de inslag van een enorme meteoriet op de Maan. Eigenlijk kloppen alle chemische analyses met aardse materie, maar pas toen de Maanlandingen hadden plaatsgevonden beschikte men over Maanmaterie. En daarvoor klopten de analyses niet. Wanneer men echter een vulkaanuitbarsting als bron neemt weet natuurlijk niemand wat er in het binnenste van de Maan zit. Dat kan in theorie (wel een heel geforceerde theorie) weer kloppen met de samenstelling van de tektieten. Een ander argument, gebruikt door de voorstanders van een Maanherkomst, is dat de plaatsen van de Maanlandingen ver van de plaats liggen waar de materie vandaan zou zijn gekomen, zodat de monsters die voorhanden zijn weinig zeggen over het ontbreken van een duidelijke correlatie.

Men kan zeker niet zeggen dat de voorstanders van de Maantheorie fantasten zijn van het slag van Von Däniken. O'Keefe, een fervent voorstander van de Maanvulkanisme-visie, van beroep een Nasaresearchman, stelt in "Tektites and their origin" zo'n 900 werken over het onderwerp te hebben gelezen en na weergave van de feiten uit al deze studies zegt hij: dus "...the only viable alternative seems to be volcanic ejection from the Moon". Zijn volgende conclusie is dat dus de Maan een op de aardse materie lijkende samenstelling heeft. Een vijftiental jaren geleden werd onder geologen een rondvraag gehouden inzake de steun aan een aardse theorie of een Maantheorie. Onder de geologen had de Maantheorie een beperkte aanhang van zo'n 20 tot 30%. Natuurlijk is de waarheid in zulke zaken niet gebaseerd op stembusuitslagen maar het geeft een indicatie dat de opvattingen die bij de eeuwwisseling nog overheersten grotendeels verlaten zijn. Want inmiddels zijn de aanhangers van vele andere speculatieve theorieën waaronder zelfs de val van anti-materie, eveneens wel meest verdwenen. Wel één van de aardigste was de suggestie dat men bij de moldaviëten -en het blikveld was toen nog niet veel wijder te maken had met een regio waarin van oudsher de glasproductie intensief was en dus zouden het wel resten van vroegere glasblazerijen zijn. Inmiddels is wel gebleken dat voor het bereiken van de smeltemperatuur van moldaviëten er vroeger geen passende ovens bestonden. Volledigheidshalve valt te vermelden dat de val van mikrotektieten en impliciet dus ook van de gewone tektieten, door sommige ge-



Vindplaatsen en hypothetische vluchtroutes van moldaviëten (naar Horn, P., Lapis 1985/6 p.22.).

leerden wordt geassocieerd met de omkeringen van het aardmagnetisme.

Laten we tot slot ons voor ogen stellen, als we de fantasie kunnen opbrengen hoe het zo ongeveer kan zijn gegaan. Bezien we daartoe eens het scenario van het ontstaan van de moldaviëten: ongeveer 14,7 miljoen jaren geleden nadert een meteoriet of een komeet de Aarde met een snelheid van ca. 45 km/sec. Zou het een komeet zijn geweest, dan heeft hij een diameter gehad van ca. 1 km. Een meteoriet zou aanzienlijk kleiner zijn geweest. Vermoedelijk spreken we niet van één maar van twee objecten, of een in, of buiten de dampkring gebroken exemplaar, want er zijn ten oosten van Stuttgart twee komvormen in het terrein op een afstand van enkele tientallen kilometers te weten: het Riesbekken en het Steinheimerbekken. Deze bekkens zijn inmiddels als inslagkraters herkend. Een met zo hoge snelheid aankomend kosmisch lichaam schuift een sterk ge-comprimeerd luchtkussen voor zich uit en deze compressie veroorzaakt weer een enorme hitte. Aldus smelt een areaal aardse materie ter plaatse met een diameter van ca. 60 meter. De eigenlijke inslag van het kosmisch lichaam daar achter aan, veroorzaakt dan een gas- en dampwolk die de vloeibare massa bijna 300 km wegslingert. De zich door afkoeling verstarrende hete brokken spatten in de lucht onder temperatuurspanningen uiteen en de spetters krijgen door weerstand van de lucht en de daarmee samenhangende temperatuur hun aërodynamische vorm van kogels, druppels, discussen, haltes, etc. Nog gloeiend

heet bij hun neerkomst steken ze de vegetatie in brand (houtschoolvondsten in dezelfde stratigrafische laag). De meeste moldaviëten zijn vervolgens door water verplaatst.

De wetenschap is in staat om de meeste mineralen synthetisch te vervaardigen door druk en temperatuur van geologische processen te imiteren. Tot een simulatie van de processen waarbij tektieten zouden kunnen ontstaan is de wetenschap echter nog niet in staat gebleken. Als wij derhalve een moldavië of een andere tektiet bezitten kunnen we een klein mineralogisch en geologisch wonder in onze handen koesteren. En dan is zelfs een aangevreten groene of zwarte glasklomp mooi.

ACKNOWLEDGEMENT

I wish to thank Dr. P. Horn of Munich University for his friendly help in furnishing recent literature, together with some personal comments. Further I thank Mr. C. Laban for advice and assistance, Mr. P. C. van der Klugt for preparing the photographs and Mr. A. Walkeuter for drawing the text figures.

SUMMARY

Tektites are, with a few exceptions, small objects of natural glass found in strewnfields. In the last 150 years several explanations of their origin were given, a.o. volcanic action on earth or on the moon, a special kind of meteorites, impact of large meteorites on earth or on the moon, manmade and several other rather speculative theories. By a range of detailed analyses of the components of tektites and impactglasses, and their correlations, the nearly general opinion has grown that meteoritic impacts in sedimentary soils were the origin of nearly all tektites. Several strewnfields, some characteristics of tektites and their age are discussed.

LITERATUUR

- BARNES, V.E. & M.A.(ed.) 1973: Tektites. Dowden, Hutchinson and Ross, Elsevier Scient. Publ., 253 p. (bundel met 46 essays).
- BOUSKA, V. 1981: Moldavites, Koroseky. Symposium Nemiram, Excursion Guide, p.59-64.
- CHALMERS, R.O., HENDERSON, E.P., and MASON, B., 1976: Occurrence, distribution and age of Australian tektites. Smithsonian Contrib. to Earthsciences nr.17, 46 p.
- FLORENSKIJ, P.V. 1977: Der Meteoritenkrater Zhamanshin. Chemie der Erde 36, p.83-95.
- GRAUP, G., HORN, P., KÖHLER, H., MÜLLER-SOHNUS, D. 1981: Sourcematerial for moldavites and bentonites. Naturwissensch. 68, p.616/7.
- HORN, P., 1985: Moldavite-ihre Entstehung bei der Rieskatastrophe. Lapis 10/6, p.22-26.
- HORN, P., 1986: Über die Herkunft der Moldavite aus dem Ries. Rieser Kulturtag, Dokumentation Bd. VI/1, p.61-86.
- KOEBERL, C., 1988: The origin of tektites, a geochemical discussion. Proc. NIPR. Symp. on Antarctic Meteoritics, nr.1, p.261-290.
- KOEBERL, C. and Frederiksson, K., 1986: Impactglasses from Zhamanshin crater (USSR). Earth and Planetary Science Letters 78, p.80-88.
- KOEBERL, C., KLUGER, F. and KIESL, W., 1985: Zhamanshin and Aouelloul impactglasses. Chemie der Erde 44, p.47-65.
- O'KEEFE, John A., 1976: Tektites and their origin. Elsevier Scient. Publ. Co. 253 p.
- PANNEKOEK, A.J. (red.), 1973: Algemene Geologie. H.D. Tjeenk Willink bv.
- STORZER, D and MÜLLER SOHNUS, D., 1986: The K/Ar age of the high sodium-potassium australites. Meteoritics 21/4, p.518.