

VERSTEEND HOUT ALS ZWERFSTEEN.

We verbazen ons in den tegenwoordigen tijd over niets meer, onbelangstellende cynici, die we lijken. En toch zijn er momenten, waarin we nog wel een beetje emotionneel schijnen. Zoo beleef ik het altijd met de stukken versteend hout.

Zoodra een niet-deskundige zulk een als hout uitziend stuk in de hand krijgt, een stuk dat weegt als een zware keisteen, en daar op de vezelachtige structuur bespeurt, komt de beschouwer uit de plooi: „Verbazend, hoe is 't mogelijk? En hoe komt u aan die mooie stukken?”

Op het „allemaal zwerfstenen, van de hei en uit de grintgroeven” volgt een nieuwe explosie, gevolgd door de vragende opmerking, dat er toch alleen maar in Amerika versteend hout is, waar er een heel bosch van moet bestaan.

En dan moeten we vertellen van het wonder, dat voltrokken werd bij de verandering van hout in steen, met mikroskopisch nauwkeurige bewaring van de cellenstructuur; van de zeldzame vondsten op zwerftochten; van de boomstammen in steenkool- en bruinkoolgroeven en de veenderijen; en ook van de versteende wouden van Arizona en Kairo.

Er ware een boek over te schrijven, zoo rijk is de stof, maar van de lezers zal ik slechts de aandacht vragen voor enkele bladzijden.

Al bijna een duizend jaar geleden heeft het verschijnsel der versteening de aandacht getrokken, zonder dat men met omstandigheden en oorzaken en wezen van het verschijnsel een stap verder kwam.

Albertus Magnus, levende van ongeveer 1200 tot 1280, vermeldt, dat hij boomstammen in 't water zag liggen, die geheel versteend waren, maar hun vorm hadden behouden; terwijl Agricola drie eeuwen later mededeelde, dat hij versteende stammen met takken en zelfs met versteende schors had aangetroffen.

Dat laatste is niet onmogelijk, als we denken aan de boomstammen in oude venen, die nog wel niet versteend zijn, maar toch duizenden jaren hun schors hebben behouden. En aan de veel oudere bekende, nog staande stammen met wortels en deels omgeven met de schors in de bruinkoolgroeven, welke venen waren voor eenige miljoenen jaren, in het tertiaire tijdperk.

Nu zijn er uit het Tertiair bij groote massa's plantaardige zoowel als dierlijke resten bekend, welke geheel zijn versteend, d.w.z. tot kiezel zijn geworden, wat in bijzondere omstandigheden ook het bruinkoolhout overkwam, met of zonder schors.

Het z.g. Versteende woud van Kairo bezit dergelijke stammen niet, daar men hier te doen heeft met een groote massa boomen samengespoeld van elders, welke dus bij het transport in het water hun takken en schors hebben verloren.

Er is hier dus geen sprake van een eigenlijk bosch, evenmin als in Arizona, waar „The petrified Forests” bestaan uit zandwoestijnen met honderden verspreide versteende stammen, waartusschen de bodem bedekt is met brokstukken en gruis van versteend hout in allerlei kleuren, een veelkleurig mozaiek gelijk.

Ook hier staan niet, doch liggen de stammen, welke echter zijn gegroeid op dezelfde plaats maar op eenige honderden meters hooger niveau, dat geleidelijk door denudatie, wegspoeling — werd verlaagd, waarbij de zware stammen en brokken resteerden en niet het lichte zand en kleislib naar elders konden volgen.

Daartegenover moet in West-Europa in den diluvialen ijstijd de stroomkracht der rivieren wel heel groot zijn geweest, dat stukken van stammen zooals in het Zwolsche museum en in Flehite te Amersfoort liggen, naar Overijssel en Utrecht konden worden vervoerd, stamstukken van 50 en meer kilo's.

Nu is 't de vraag of dergelijke steenen, evenals de vele Duitsche bazaltblokken en groote Ardennen-kwartsieten niet op ijsschotsen zijn vervoerd, en ook aldus de bedoelde stamstukken niet mee zijn gekomen.

Tenzij dit hout in onzen eigen bodem zou zijn verkiezeld.

Straks zullen we zien bij het verkiezelingsproces, dat dit zeer onwaarschijnlijk zou zijn. Te meer, daar hout op onze heidevelden blootgesteld aan zon, regen en vorst binnen enkele jaren reeds totaal vermolmd en vergaan is, en de verkiezeling toch wel niet uit de lucht mag worden verwacht.

Diep onder 't zand zou nog gaan, maar de stukken, ook uit de zandgroeven, toonen de eigenaardige overdwarse breuk en splijting van versteend hout, werden dus reeds als zoodanig gedeponneerd en niet als rol- en schuifstukken van hout met die eigenaardige gerondheid als we opmerken aan de stukken hout aan rivieroeveren en op de stranden.

Dus van elders als versteend hout. De Rijn moet voor 't transport naar deze oorden wel aansprakelijk worden gesteld, terwijl de plaats van versteening wel gezocht zal moeten worden in de Duitsche bruinkoolgebieden in de Noordduitsche laagvlakte, maar nog meer in die tusschen Bonn en het Saarbekken, speciaal nabij het Zevengebergte en in de buurt van de bazaltbergen, daar een nauw verband valt aan te wijzen tusschen de verkiezeling en vulkanische uitbarstingen, zoowel de begeleidende als de volverschijnselen, speciaal warme bronnen.

We zullen trachten het wonder der versteening te doorgronden, en bewegen ons daartoe op fantastische wijze van het mineralogisch laboratorium naar de versteende wouden, vandaar naar mijn steenenkast, om per vliegmaschine even naar de Duitsche warme bronnen te stuiven, met retour naar onze mikroskoop en de Amersfoortsche hei.



Fig. 1. Rolsteenen van fossiel hout van Maarn en Amersfoort, echt verkiezeld hout, bruinzwart van kleur. Nat. gr.

Reeds langer dan een eeuw weet men, dat het materiaal van versteend hout kiezel is, hetzelfde als waaruit ons grint in hoofdmassa bestaat.

Mineralogisch zou versteend hout zijn in te deelen bij de kiezelzuurverbindingen, hetzij bij de waterhoudende kiezelzuren hyaliet en opaal, welke echter veranderlijke producten zijn; of bij de chalcedonen, secundaire mineralen, maar houdbaar; of bij de kwartsen, eigenlijk eindproducten en onverwoestbaar in de natuur.

Gewoonlijk blijkt het versteende hout chalcedoon te zijn geworden, van een grijze, gele, bruine of roode, zelden blauwe of groene kleur. In The petrified Forests of



Fig. 2. De woestijn van Arizona, met een deel van de z.g. versteende wouden. Op den voorgrond een kolos in mootjes gebroken.

Arizona is in een der velden blauw de hoofdkleur van het mozaiekveld, vandaar The blue Forest, het blauwe bosch, terwijl in The rainbow Forest alle kleurtjes dooreen liggen.

Kwarts treedt gaarne op in holten van half vermolmd hout, vormt de bekleeding der wormgangen en scheuren met waterheldere zespuntige kristalletjes, die als diamantjes schitteren, maar te klein zijn om op de foto tot hun recht te komen. Overigens werkt kwarts verstorend op de cellenstructuur, die door opaal en chalcedoon echter uitnemend wordt bewaard.

In de oudste versteende stammen vindt men steeds de reeds stabiele kiezelverbinding chalcedoon, in enkele jongere houtsoorten komt nog wel de amorfe, pekachtig

glanzende massa van opaal voor, hoewel in 't algemeen toch de „slechts” eenige miljoenen jaren oude tertiaire houtbrokken uit chalcedoon bestaan.

Nu stoort de natuur zich niet aan de door den mensch geschapen orde en volgorde, en laat de honderd en meer miljoenen jaren oude triassische stammen van Arizona nog ten deele uit opaal bestaan.

Zoo zit het onderwerp vol puzzles.

In Duitschland hebben Storz, Dathe en Mielecke zich op het vraagstuk der bodemverkiezeling geworpen en komen alreeds tot eenig resultaat.

Zoo o.m. dat in den bodem zich in allerlei voorwerpen een geleidelijke verkiezeling kan voltrekken, in planten, dieren, in sedimenten en zelfs bij eruptieve gesteenten, zoodat verkiezelde tuffen, zelfs verkiezelde veldspaten kunnen voorkomen; niet alleen tengevolge van hooge temperaturen, die de oplossing zeer bevorderen, maar ook onder gewone omstandigheden. Aan den graad der verkiezeling heeft men houvast bij 't bepalen van 't klimaat, dat in de verkiezelingsperiode heeft geheerscht, en men meent op deze wijze beter inzicht te krijgen in de vroegere klimatologische toestanden.

Het veld van onderzoek is ruim, niet beperkt tot het versteende hout, maar tot de geweldige massa van kiezelstenen in allerlei genres, z.g. silicificaten, dat zijn lichamen die als wezenlijk bestanddeel secundair, autochtoon, kiezelzuur bevatten of er geheel uit bestaan.

Hiertoe rekent men inkiezelingen, zooals de achaten die in holten zijn gevormd; doorkiezelingen, waarbij een poreus lichaam met kiezelzuur wordt opgevuld; verkiezelingen waarbij het primaire mineraal of de oplossing deels of volledig werd verdrongen en vervangen door het kiezelzuur (siliciumdioxyd, SiO_2).

Van verschillende omstandigheden afhankelijk, brengt de aantasting van de oorspronkelijke minerale lichamen of gesteenten door het SiO_2 of een oplossingsverkiezeling of een moleculaire verkiezeling te weeg.

Om niet op zijwegen te geraten, laten we de niet zoo veelvuldig voorkomende oplossingsverkiezeling buiten bespreking; versteening van hout is een moleculaire verkiezeling. Dat beteekent, dat een uiterst langzame, eeuwen durende stofruiling plaats grijpt; dat telkens a.h.w. een molecuul van de oorspronkelijke substantie wordt vervangen door een molecuul siliciumdioxyd, waarbij tevens een verheldering van het structuurbeeld ontstaat, een doorzichtig worden van de celwanden.

We hebben hier dus een volslagen vernieuwing van een oud bouwwerk, waarbij



Fig. 3. Verkiezeld, wit gebleekt, hout van *Glyptostrobus* sp. Zwerfsteen van Amersfoort op halve grootte.

telkens een oude steen wordt weggenomen en vervangen door een nieuwen steen helder als glas, zonder dat er iets in den vorm van het gebouw wordt gewijzigd.

Nu is 't mogelijk geworden, door het versteende hout heen te zien, het op zijn fraaie cellenstructuur te determineeren, hoewel 't reeds miljoenen jaren geleden groeide; de fijnste cellen, tracheiden, mergstralen en dgl. worden alle onder de mikroskoop duidelijk zichtbaar.

Voor herkenning is nu noodig een drietal dunne doorsneden, twee stuks axiaal, dus overlans, n.l. radiaal d.i. volgens de mergstralen; en tangentiaal, loodrecht er op. De derde moet overdwars of kops worden genomen.

Op bijgaande foto zijn alle drie dunne doorsneden vereenigd maar $20 \times$ vergroot, zoodat de bijzonderheden in de doorzichtige slijpplaatjes goed uitkomen.

Volgens Dr. J. R. Beversluis — Wageningen, behoort het afgebeelde hout blijkens

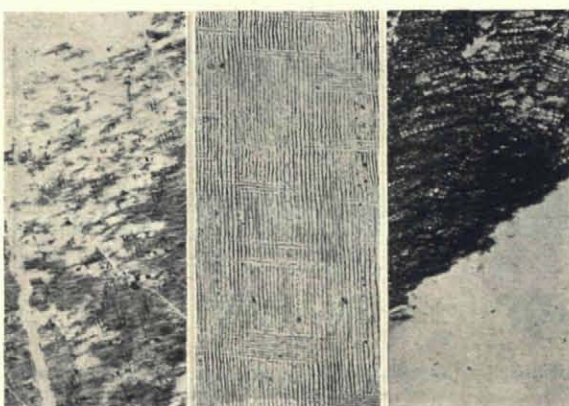


Fig. 4. Mikrofoto's van het verkiezelde hout van *Glyptostrobus* van Amersfoort, vergr. ruim $20 \times$. Foto's van het Geologisch Instituut te Amsterdam. Midden radiaal, het schuin afgesneden stuk kops.

weggezakt, aanvankelijk met humusstoffen zijn doordrenkt, en door water zijn afgesloten tegen verrotting.

De in de cellen opgehoopte harsen, suikers, meelstoffen en vetten zetten zich spoedig om, onder afgifte van water en vluchtige bestanddeelen, zwavelwaterstof, koolzuur en koolwaterstoffen, welke omhoog borrelden.

Het cellengeraamte van de houtstof of cellulose bleef grootendeels bewaard en hield den vorm intact. Langzamerhand onder den invloed van druk en tijd voltrok zich het proces der veenwording, nog later der bruinkoolvorming.

Maar de onrust woelde in 's aardrijks schoot, althans in 't Tertiair in 't Rijngebied, waar de bruinkoolgebieden en bazaltbergen elkanders burens zijn en beide zich vormden in 't Mioceen of iets eerder.

Het bazaltische magma brak op verschillende plaatsen door de aardkorst, vloeide over de velden en verhitte heele landstreken; onder invloed van de warmte had welis-

het gemis aan vaten aan een conifeer, en wel aan een Taxodiacee, n.l. *Glyptostrobus*, waarvan nog een tweetal soorten recent in China voorkomen.

Andere stukken fossiel hout uit ons land zijn van *Taxodium distichum*, den moerascypres, maar ook zijn stukken gevonden van *Juniperoxylon Silesiacum*. Het verkiezelde hout van de Arizoonsche stammen behoort grootendeels tot *Araucarioxylon Arizonicum*.

De boomen moeten in de vroegere bosschen bij hevige stormen of door hoogen ouderdom omver zijn gevallen, in de humusmassa zijn

waar een gemakkelijker oplossing en vloeijing van kiezelzuur plaats in den bodem, maar grooter was de invloed van het, de vulkanische werkzaamheid begeleidend, verschijnsel en volverschijnselen vooral, der warme bronnen, opwellend uit de aardkorst als gevolg van de heete dampvorming en den druk in 's aardrijks ingewand.

Deze warme bronnen, waarvan nog vele resteeren uit de tertiaire periode, zetten opaalachtig waterhoudend kiezelzuur af op alle lichamen, waarmede het water in aanraking komt, ja doortrokken heele velden en steenbodems.

Zoo liggen aan den Queggstein in het Zevengebergte bij Bonn talrijke hout- en bladresten in opaalleilagen en worden elders stukken van stammen, zelfs heele boomstammen verkiezeld gevonden nabij warme bronnen of bazaltbergen.

Indien boomstammen, door de rivier meegesleept, onder zand of bergpuin geraken, kan door moleculaire verkiezeling een prachtig preparaat ontstaan, dat al of niet wordt verslept: zoo vindt men middenin zandsteen, grauwacken, arkozes en tuffen nog fraaie stammen.

Hier zal de silicificering in den regel wel geschied zijn van het omhullend gesteente uit, dat zelfs mede deze omzetting onderging, zoodat de losse kwartskorrels grooter werden en aaneen mineraliseerden, zoodat dus zandsteen ontstond. Al of niet zorgden nabije warme bronnen voor doorsijpeling van opaalhoudend water.

De weg van opaal naar chalcedoon is lang, naar den tijd gerekend, eeuwen wellicht. En zeer lang weer de omzetting van chalcedoon in kwarts. Duizenden, miljoenen jaren zelfs, verliepen, eer de elders verkiezelde stammen in brokken naar onze streken geraakten, hetzij met de rivieren Rijn en Maas bij de geweldige denudatie van het Rijn-Maas-leisteengebied, hetzij met het diluviale landijs uit Zweden of Noord-Duitschland. Uit deze laatste streken zijn vondsten bekend van Sequoia, Palmoxydon, Glyptostrobus, e.a., maar ten onzent zijn nog geen stukken uit de keileem, dus van noordelijke herkomst, gepubliceerd.

De Glyptostrobus van onze afbeeldingen is, naar de vindplaats gerekend, vrij zeker van zuidelijke herkomst. Trouwens, de meeste brokken versteend hout komen uit zandgroeven, van de oppervlakte zijn ze langzamerhand wel alle ingerekend. Deze zijn anders niet de minst mooie, verweering heeft ze niet gedeerd, wel zijn ze gebleekt, daar ze oorspronkelijk wel bruin, rood of zwart moeten hebben gezien.

Thans grijswit of geelwit, kunnen ze toch ook weer een leer- tot koffie-bruine kleur verkrijgen, vooral wanneer de opaal is verdwenen door oplossing in alkalisch water. Chalcedoon- en kwartshout neemt weinig van deze kleurstoffen op.

Met dit al kan een collectie van fossiel hout een gevarieerd ensemble vormen.

Hilversum.

P. VAN DER LIJN.