

Verkiezeld hout vaak meer dan alleen een pronkstuk

Naar een manuscript van A.R. van Manen *
(door de redactie bewerkt)

In het oosten van ons land zijn tussen het grind uit de oostelijke en zuidelijke herkomstgebieden, soms fraaie stukken fossiel hout te vinden. Om de soort boom te kunnen bepalen waarvan het hout afkomstig is, moet men over specialistische kennis beschikken. Toch kunnen amateurs met behulp van een dwarsdoorsnede aan de hand van de celstructuur, vaak al veel over de boom vertellen. Hout van palmen, boomvarens, coniferen en loofbomen is met een goede loep en bij goede conservering wel te onderscheiden.

In de beginjaren van de Nederlandse Geologische Vereniging was er van de kant van de zwerfsteenzoekers veel aandacht voor fossiel hout uit het zuidelijke en oostelijke grind. Er werd zelfs regelmatig over gepubliceerd in dit blad. Nu is er een stilte rond deze interessante vondsten gevallen. Een reden om er weer eens aandacht aan te besteden. Het is gelukkig nog steeds niet moeilijk om stukjes of zelfs stukken fossiel hout te bemachtigen uit de grindhopen van zandzuigerijen en van de akkers in de Achterhoek. Als de gewassen van het land zijn en de regen spoelt het aanwezige grind weer schoon, dan zijn daar vaak nog stukken te vinden. Op de grond in Museum Freriks te Winterswijk, ligt een fraai stuk dat ik onlangs opraapte onder Aalten en dat te groot bleek voor de vitrine.

De rivierafzettingen in de terrassen tussen Aalten en Eibergen vormen het gebied waar ik meestal loop te speuren. Het is een beroemd gebied waarvandaan VAN DER LIJN (1935) al hout afbeeldt in zijn boek "Nederlandse Zwerfstenen". Bij foto 208 van dit boek spreekt hij van "boomvarenwortels". RODING (1956) publiceerde later een artikel over "Fossiel palmhout" in dit blad, waaruit bleek dat de genoemde fossiele boomvarenwortels in werkelijkheid uit fossiel palmhout bestonden. Later bleek, dat er in Twente en in de Achterhoek toch verkiezelde stamstukken van boomvarens zijn te vinden (ANDERSON 1957; KOLSTEE en TENBERGEN 1966).

NIET GEMAKKELIJK TE DETERMINEREN

Als een door de natuur, of kunstmatig gepo-

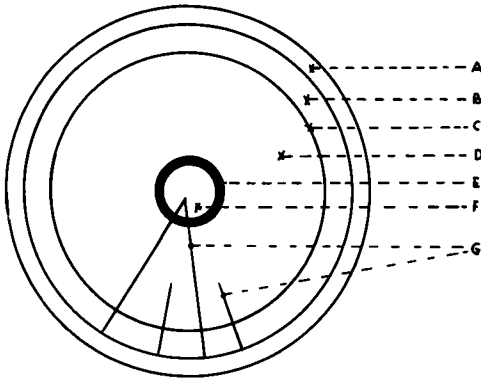
lijst vlakje van verkiezeld hout met een goede loep of onder een stereomicroscoop wordt bekeken, is soms te zien dat de celstructuur goed bewaard is gebleven. Dit is nodig om de boomsoort, waarvan het hout afkomstig is, wat nader te bepalen. Sommige verzamelaars denken aan de hand van bijvoorbeeld de kleur van het hout, al heel wat over de boom te kunnen vertellen. Dat is echter niet mogelijk. Men zal in de anatomie van planten moeten duiken voor de determinatie. De Engelsman Robert Hooke (1635 1703) keek als eerste door een microscoop naar een stuk versteend hout en ontdekte dezelfde poriën als hij in niet gefossiliseerd hout had aangetroffen. Hij begreep dat deze "poriën" - eigenlijk enigszins in de lengte van het hout gerekte "buisjes" gediend moesten hebben om sappen door de plant te vervoeren. Tegenwoordig wordt er van cellen gesproken. Hooke heeft ook als eerste deze naam gebruikt toen hij door de microscoop naar de "blaasjes" van kurk keek. Hij zag overeenkomst met een bijenraat.

EVEN TERUG IN DE SCHOOLBANKEN

De gerekte cellen in hout zijn gespecialiseerd om het water met de daarin opgeloste mineralen in de plant van de wortels naar boven te vervoeren, dit celsysteem wordt xyleem of hout genoemd.

Het systeem dat in omgekeerde richting werkt, is de bast of het floëem. Door het floëem worden de in de bladeren, onder invloed van het zonlicht, geproduceerde stoffen vervoerd. In het fossiele hout is van de bast of van de schors meestal niets bewaard gebleven. Soms zijn er in een dwarsdoorsnede mergstralen te zien. De groei van een boom voltrekt zich in een ring die tussen de bast en het hout ligt. Vanuit deze ring, het cambium, worden naar buiten toe nieuwe bastcellen en naar

* Jan Tooropstraat 23
7103 AA Winterswijk



Tekening 1. Doorsnede van een stammetje: A de schors, B de bast, C het cambium, D het secundaire hout, E het primaire hout, F het merg en G de mergstralen.

binnen toe houtcellen gevormd. Meestal ontstaan er meer houtcellen dan bastcellen. Het cambium verplaatst zich dus steeds verder naar buiten waardoor de boom in dikte toeneemt. De bastcellen sterven aan de buitenzijde af. Geheel aan de buitenzijde bevindt zich de schors (zie tekening 1). Door vertraging in de groei tijdens de winter en een toename ervan tijdens de zomer ontstaan de bekende jaarringen. In het voorjaar worden er grote houtcellen gevormd met dunne wanden. De in de zomer gevormde cellen hebben dickere wanden en zien er schijnbaar platgedrukt uit (zie tekening 2).

Een boom blijft bij het ouder worden in dikte toenemen. Dit noemt men secundaire diktegroei, in tegenstelling tot de primaire diktegroei in de top van de jonge twijg.

NAAKTZADIGEN

Het fossiele hout dat we tussen de zwerfstenen kunnen vinden is meestal afkomstig van naaktzadigen. In dit geval zal ik steeds over coniferenhout spreken, hoewel niet elke naaktzadige een conifeer is.

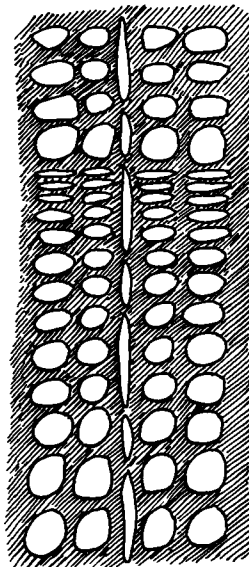
Met een sterke loop of een stereomicroscoop is op een dwarsdoorsnede vaak wel te zien of we te maken hebben met coniferenhout of met loofhout. In coniferenhout zien we namelijk op een dwarsdoorsnede keurige regelmatige rijen even-grote cellen naar het midden van de stam lopen. Het zijn de zogenoemde tracheïden, in de lengte gerekte dode cellen, die vooral dienen voor transport van water naar boven toe. Ook dienen ze voor de stevigheid. Soms zien we de regelmatigheid onderbroken door één of meer harsgangen die als grote "gaten" zichtbaar kunnen zijn. Er kunnen in het hout mergstralen van gerekte cellen voorkomen, die ook in de richting van het

centrum lopen. Kenmerkend blijft echter de regelmatige opbouw door meestal keurig in rijen geschaarde tracheïden (zie tekening 2). Jaarringen zijn in fossiel hout zelden te zien.

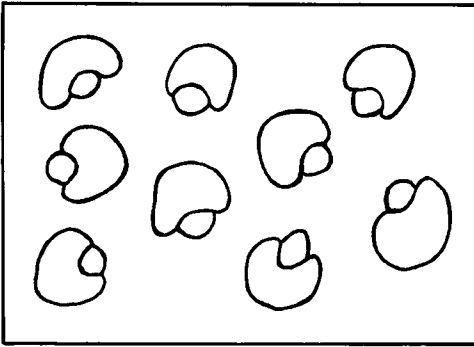
Een dwarsdoorsnede door loofhout geeft doorgaans een veel onregelmatiger indruk doordat daar in de organisatie van de cellen veel meer arbeidsverdeling heerst. Voor het watertransport zijn vaak grotere tot heel grote cellen aanwezig, de houtvaten of tracheeën, die in dwarsrijen kunnen voorkomen of verspreid door het hele houtgedeelte. In het vroege hout kunnen tracheeën met grotere doorsnede voorkomen dan in het latere. Fossiel loofhout wordt echter weinig in het grind aangetroffen. Ik ga er dus niet nader op in. Verder dan het vaststellen of men met een stuk fossiel hout van een conifeer of van een loofboom te doen heeft, komt een amateur meestal niet. Wil men een betere determinatie, dan is, naast een dosis specialistische kennis, het maken van radiale en tangentiale doorsneden nodig.

ZONDER DIKTEGROEI

Een heel ander geval is het met hout van bomen die geen secundaire diktegroei hebben zoals dit in het voorgaande is besproken. Zo'n boom kent alleen een groeipunt in de top van de stam en moet daar meteen min of meer de maximale

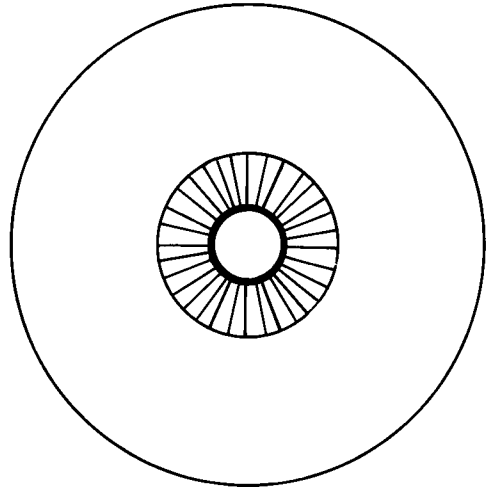


Tekening 2. Coniferenhout op dwarsdoorsnede (ver-groot). Regelmatige rijen cellen in de richting van het midden van de stam. In de lengterichting loopt er een mergstraal doorheen. Bij de jaarringgrens lijken de cellen te zijn platgedrukt.



Tekening 3. Zo kan een stukje palmhout er op een dwarsdoorsnede en vergroot uitzien: vaatbundels, onregelmatig verspreid en half omhuld door een dikke "muts" van steunweefsel (sklerenchym).

dikte bereiken. Vandaar de specifieke vorm die we kennen van palmbomen. In fossiel palmhout zien we talrijke "buisjes" lopen. Daar zaten de zogenoemde vaatbundels (bast- en houtvaten), vaak half omhuld door een hoeveelheid steunweefsel, sklerenchym (zie tekening 3). Net als bij loofhout treft men, nu binnen de vaatbundels, ook wijdere houtvaten of tracheeën aan. Helaas zijn ze in het fossiele palmhout lang niet altijd terug te vinden, omdat van de vaatbundels vaak alleen nog maar de holtes waarin ze voorkwamen

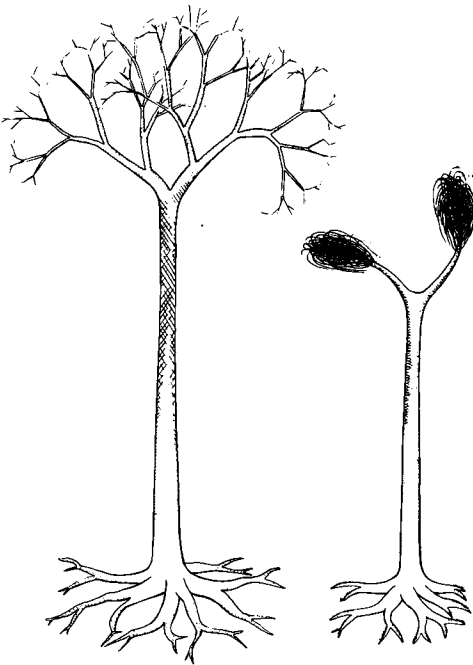


Tekening 5. Een schematische dwarsdoorsnede van een *Lepidodendron*stam: in het midden merg; de dikke lijn er omheen is primair xyleem; daar weer omheen gestreept secundair xyleem. De dike laag schorsweefsel is wit gelaten.

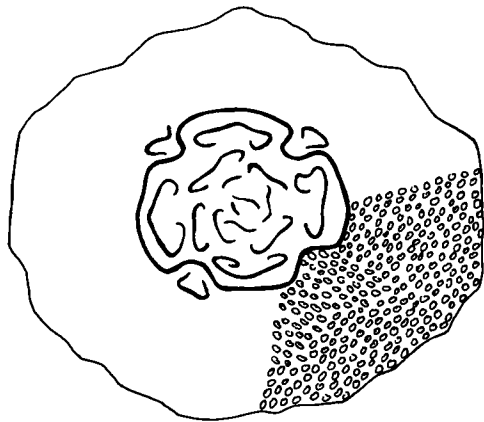
over zijn. Het lijkt dan wel of in zo'n stuk met een naald een groot aantal gaatjes is geprikt. Van het inwendige van de vaatbundels is dan natuurlijk niets meer te zien. Palmhout zal niet gauw worden verward met coniferen-of loofhout. Met boomvarens ligt het anders. Deze kennen ook geen normale diktegroei. Verderop kom ik erop terug aan de hand van de enige boomvarens in ons Pleistoceen.

VROEGE BOMEN

Ver terug in de geologische geschiedenis komen al bomen voor. En zelfs flinke hoge. Tekening 4 laat enkele reuzen uit de Carboonwouden zien. In de moerassen uit het Boven-Carboon groeiden schubbomen (*Lepidodendron*) van wel 30 meter hoog of meer. De zegelbomen (*Sigillaria*) deden daar op dit punt weinig voor onder. Beide waren familie van de hedendaagse wolfsklauw, een sporeplant. Van deze bomen zijn tal van fraaie afdrucken van stamgedeelten met bladkussens gevonden. Fossielen aan de hand waarvan de inwendige structuur bestudeerd kan worden, zijn veel zeldzamer. Tekening 5 laat zien dat er maar een dunne ring van secundair hout is gevormd. Het grootste deel van de stam wordt ingenomen door schorsweefsel. Dit laatste zal vooral hebben bijgedragen tot de stevigheid. Vermoedelijk bereikten deze bomen snel hun maximale hoogte. Bij de vertakkingen aan de toppen halveerde de dikte steeds zo ongeveer. Op een bepaald moment was er geen verdere groei meer mogelijk. Hier is sprake van een tijdelijke secundaire diktegroei. Mogelijk wijst de geringe secun-



Tekening 4. Een *Lepidodendron* (links) en een *Sigillaria*. Beiden behoorden tot de Wolfsklauwen.



Tekening 6. Een dwarsdoorsnede van de stam van *Psaronius*. In het centrum de vaatbundels. In deze tekening is de korst slechts gedeeltelijk met doorsneden van luchtwortels ingevuld.

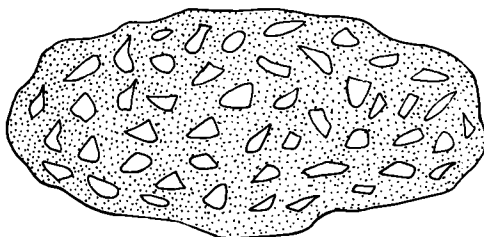
daire diktegroei van de Carbonische bomen op een nog vrij primitief vervoersysteem in vergelijking met de huidige bomen. Het is ook mogelijk dat er nog geen secundair bastweefsel aanwezig was. In het centrum van de stam van de bomen uit het Paleozoïcum was vaak nog een grote mergholte aanwezig. De mergcellen dienen voor de opslag van voedsel. Op de storthopen van de kolenmijnen zijn platgedrukte stamstukjes van *Calamieten* te vinden, de steenkernen van zulke mergholten. Deze *Calamieten* waren bomen met een hoogte van zo'n 20 tot 30 meter, verre familieleden van de paardestaarten. Ook in deze stammen moet een betrekkelijk dunne zone van secundair hout aanwezig zijn geweest, met daaromheen weer een dikke laag schorsweefsel. Dit weefsel had de stevigheidsfunctie die het hout heeft in de huidige bomen.

Tenslotte nog een groep sporeplanten uit de steenkooltijd, de boomvarens. Bekend zijn de stamstukken van *Psaronius* (zie tekening 6), uit de Carboon- en Permperiodes. Bij deze boomvarens is het probleem hoe een stevige stam te krijgen, weer op een heel andere manier opgelost. Op afbeeldingen van stamdoorsneden zijn in het centrum vermicelli-achtige slingers te zien, de vaatbundels. Aan de buitenkant treft men een soort korst aan met allemaal min of meer ronde doorsneden. Dat zijn luchtwortels die de stevigheid aan de stam verleenden. Men zal ze in Nederland wel niet vinden, maar mooie afbeeldingen van *Psaronius* treft men aan in: Fossilien der Erdschichte van G. en B. Krumbiegel.

Toch bestaat er een, weliswaar kleine, kans dat men een stamstukje van een boomvaren in Nederland vindt. Het zijn in feite geen stamstukjes,

maar schijnstammetjes. Stengels en bladstelen worden omringd door een groot aantal luchtwortels die samen het geheel vormen dat op een stammetje lijkt. Het fossiel komt in oostelijk grind voor.

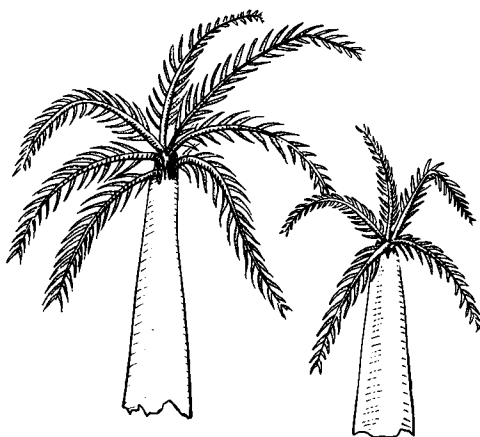
Ik vond eens een stukje in Vragender, in het oosten van de Achterhoek. Ook in een zandzuigerij bij Doesburg is eens een stukje gevonden. Vermoedelijk gaat het om de soort *Tempskya schimperi Corda*. Een varen met een hoogte van ca. 4,5 meter (zie tekening 7).



Tekening 7. Een dwarsdoorsnede door een *Tempskya*. De wat hoekige vormpjes zijn doorsneden van stengels, terwijl de puntjes luchtwortels voorstellen. Het stukje is ongeveer op ware grootte weergegeven.

STENENRIJKE AKKERS

Vindplaatsen in de Achterhoek liggen tussen Aalten en Eibergen (Vragender) in de buurtschap De Haard onder Aalten, bij Meddo in de buurt van Winterswijk en Zwolle vlakbij Groenlo. In de loop der jaren heb ik hier ver over de honderd stukken opgeraapt. Uit de determinatie van deze stukken door prof. Remy uit Munster, bleek dat het merendeel afkomstig is van naaktzadigen.

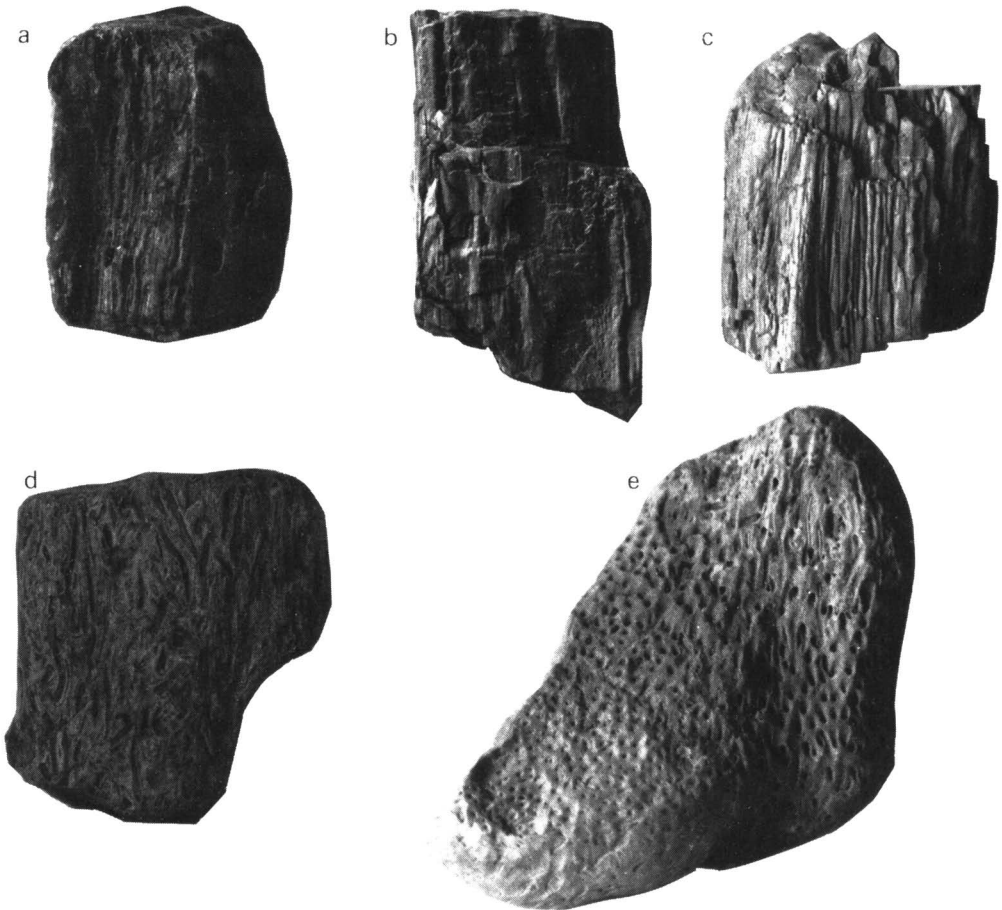


Tekening 8. Zo moeten cycas-palmen er uit hebben gezien.

Eén van de stukjes heeft mogelijk toebehoord aan een Cycas-achtige (zie tekening 8). De cycaspalm of palmvaren is een plant die in het Mesozoïcum veel voorkwam. Hij komt nu alleen nog in de tropen voor. In werkelijkheid zijn het geen palmen of varens, maar primitieve naaktzadigen. Het hout van de cycas heeft voor een naaktzadige vrij grote houtcellen, tracheïden en er komt veel merg in voor. Er is ook maar een geringe secundaire diktegroei. Geen wonder dat de cycas dan ook meer op een palm lijkt dan op een naaldboom.

Tussen het hout uit Vragender, dat in Munster is bekeken, bevond zich slechts één stukje dat als loofhout kon worden gedetermineerd. Soortbepaling was niet mogelijk. Ook palmhout komt in Vragender en omgeving relatief weinig voor.

Misschien minder dan vijf procent! De soortbepaling van palmhout is moeilijk. Meestal moet men zich tevreden stellen met de benaming palmhout of Palmoxylon. Over de palm zelf valt weinig te zeggen. Het is niet te zien of het om een hoogopgaande boom gaat of om een lage. Fragmenten van boomvarens zijn ook zeldzaam. Ik heb in Vragender tot nu toe één enkel stukje gevonden. KOLSTEE en TENBERGEN (1966) noemen een stuk uit de collectie Van Heek. Enige tijd geleden zag ik een opmerkelijk groot stuk dat vlak over de grens was gevonden. Er worden ook stukken gemeld uit Twente (ANDERSON 1957). Ooit vond ik een stukje in een grindgroeve bij Uelsen, even over de Duitse grens, niet ver van Kloosterhaar. Het gaat dan steeds om de genoemde Tempskya. De min of meer ronde door-



a, b en c. Fraaie stukken verkiezd naaldbout uit de buurtschap Vragender. d. *Tempskya*, een schijnstammetje van een boomvaren. Dit stuk is vermoedelijk afkomstig uit het Onder-Krijt. Eveneens gevonden in Vragender. e. Verkiezd palmhout. Het lijkt wel alsof er met een naald gaatjes in zijn geprikt.

sneden, of holtes, die bij een oppervlakkige beschouwing kunnen worden aangezien voor vaatbundels als bij palmhout, zijn in werkelijkheid stengeldoorsneden. Deze zijn veel grilliger van vorm dan de "buisjes" van palmhout. Soms zijn ze min of meer elliptisch, soms driehoekig met inhammetjes enz. Daartussen, in de grondmassa, bevinden zich de luchtwortels die doorgaans als stippen zichtbaar zijn. Ook op de zijvlakken hebben de stukken een karakteristieke, wat grillige vorm.

AGAATSTRUCTUUR

De conserveringstoestand kan van stuk tot stuk veel verschillen. Belangrijk is natuurlijk in hoeverre de fijne houtstructuur bewaard is gebleven. De determinatie is daar tenslotte van afhankelijk. Gave stukjes, met een kern en naar de randen lopende stralen zijn een uitzondering. Vaak is alleen nog aan de uiterlijke vorm te zien dat het om hout gaat. Van de inwendige structuur is nog maar weinig over. Toch zijn dit vaak de meest spectaculaire stukken, omdat er een mooie agaatstructuur is ontstaan. Een merkwaardig geval was een stukje dat er uitzag als een blauwe kwartsiet, maar waarin aan de boven- en aan de onderkant witte ringen waren te zien. Als trouw lezer van de stukken van ALTMAYER (1982) denk je dan: zou dit nu eindelijk zo'n stuk zijn met een schijnstammetje, een prototaxiet? Altmeyer vindt deze ook zomaar in het Rijngrind bij Keulen. Na onderzoek in Munster bleek het echter geen prototaxiet te zijn, maar echt hout dat sterk is gedefformeerd, vermoedelijk palmhout. Ook dit stuk is te zien in Museum Freriks. Stukken met jaarringen zijn ook gevonden, maar deze zijn veel zeldzamer. Er komen in sommige stukken namelijk mooie banden voor die op jaarringen lijken, maar in feite met kiezel opgevulde barstjes zijn. Het determineren op grond van kleur is gevaarlijk, de stenen kunnen onderweg of ter plaatse van kleur veranderd zijn.

VOORAL NAALDHOUT

Heel opvallend is natuurlijk dat de meeste stukken afkomstig zijn van coniferen. Dit komt omdat het hout van coniferen een veel grotere kans heeft om te fossiliseren dan bijvoorbeeld loofhout. GOTHAN en WEYLAND (1954) noemen hier een paar oorzaken voor. In de eerste plaats is coniferenhout door een hoger harsgehalte beter beschermd tegen rotting dan loofhout. In de tweede plaats noemen zij de afwijkende, meer gedifferentieerde opbouw van loofhout. Daardoor bevindt zich bij loofhout tussen het minder vergankelijke houten houtvezelweefsel, ook veel vergankelijk weefsel waarin het reservevoedsel

ligt opgeslagen. Dit laatste weefsel is er de oorzaak van dat loofhout sneller uiteenvalt dan coniferenhout. Dit geldt al voor veen. Men moet daarom ook niet te snel concluderen dat bruinkoolafzettingen hun bestaan vornamelijk aan coniferenhout te danken zouden hebben.

HERKOMSTGEBIEDEN

De streek tussen Aalten en Eibergen is zoals eerder gezegd, bekend om vondsten van fossiel hout. Verkiezeld hout wordt echter ook elders in ons land aangetroffen. Van der Lijn raapte hout op bij Amersfoort en zelfs een stuk palmhout bij Maarn (Nederlandse Zwerfstenen foto's 208, 211 t/m 214). Afgezien van het palmhout, dat hij per abuis voor boomvarenwortel aanzag, noemde hij als mogelijk herkomstgebied het bruinkoolgebied in de buurt van het Zevengebergte. Staring had dit verband al veel eerder gelegd. In 1921 publiceerde OOSTINGH een studie over zuidelijke zwerfstenen. Daarin noemde hij onder andere, eveneens in navolging van Staring, het Tertiair nabij het Zevengebergte. Hij zei er wel het volgende bij: "De betrekkelijke talrijkheid in het oostenlijke deel van de Achterhoek en in Twente maakt het echter waarschijnlijk dat althans een deel der daar aangetroffen stukken uit Tertiaire lagen in de nabijheid afkomstig zijn". Ons verkiezeld hout zou, mogelijk voor een deel of misschien zelfs voor een groot deel afkomstig kunnen zijn uit een gebied of gebieden niet al te ver over onze oostgrens. Gedurende het Tertiair kreeg het de kans om te verkiezelen. Het was toen warmer dan nu en mogelijk kan de vulkanische activiteit in de nabijheid aan een snelle verkiezeling hebben bijgedragen. Ook het palmhout kan uit dit gebied afkomstig zijn. Van der Lijn vertelt bij foto 213 van zijn Zwerfstenenboek, dat onderzoek in Wageningen heeft opgeleverd dat het hier mogelijk gaat om hout van een moerascypres, een naaktzadige. Ook in dit verband noemt hij de Tertiaire bruinkoolformatie. Hierdoor is de kans groot om in het midden van het land, in Rijngrind, zeker als het gemengd is met oostelijk materiaal, hetzelfde verkiezeld hout te vinden als in de Achterhoek. Anderson schreef over vondsten van *Tempskya* uit het oostelijk grind in Twente. Behalve *Tempskya* worden er in de Achterhoek ook dezelfde oostelijke fossielen gevonden als in Twente. Ze zijn weliswaar zeldzaam, maar in Museum Freriks is bijvoorbeeld een aantal Silurische sponzen te zien die in Vragender van de akkers zijn opgeraapt. Zo blijkt het dus mogelijk om voor de Oostachterhoekse *Tempskya* als herkomst het Duitse Wealden aan te nemen, evenals Anderson dit voor de Twentse vondsten doet.

LEKTUUR OVER HET ONDERWERP

In de literatuurlijst heb ik nog een paar werken opgenomen die de geïnteresseerde amateur misschien verder kunnen helpen op het gebied van de plantenevolutie. "Mossen en vaatplanten" van Kalkman trof ik een paar jaar geleden aan bij De Slegte. Er staat heel wat in over de bouw en de evolutie van vaatplanten. Maar eer men eraan begint doet men er goed aan de schoolkennis over algemene plantkunde weer eens op te frissen. Een Algemene Plantkunde is waarschijnlijk gemakkelijk antiquarisch op de kop te tikken. Wie zich op de hoogte wil stellen

van hedendaagse inzichten op het gebied van plantenevolutie, schaffe zich het boek van N.S.Wilson aan.

DANKWOORD

Graag wil ik prof. W.Remy en zijn medewerkers dankzeggen voor de hulp bij het zagen, slijpen en polijsten van een aantal stukken verkiezelde hout en voor de hulp bij de determinatie ervan. Voorts ben ik mijn broer W.van Manen erkentelijk voor de vervaardiging van de tekeningen en W.W.Hakstee voor het maken van de foto's.

SUMMARY

In the Pleistocene fluvial deposits of the Achterhoek and Twente in the Netherlands, fragments of silicified wood are found in excavations and locally at the surface. Anatomical differences between wood of palms, conifers, tree ferns and foliage trees and methods of determination are discussed.

LITERATUUR

- ALTMAYER, H., 1982: Rheingerölle und ihre Herkunft. Rheinische Landschaften Heft 22. Köln, Rheinischer Verein für Denkmalpflege und Landschaftsschutz.
- ANDERSON, W.F., 1957: Verkieselde Tempkya-stammen uit het Weald als zwerfsteen in Overijssel. Grondboor en Hamer nr.6.
- BURGH J. VAN DER en MEULENKAMP J.E., 1966: "Palmhout" uit diluviale grinden in Oost-Nederland. Grondboor en Hamer nr.6.
- GOTHAN, W. & WEYLAND, H., 1954: Lehrbuch der Paläobotanik. Berlin, Akademie-Verlag.
- KALKMAN, C., 1972: Mossen en vaatplanten. Utrecht.
- KRUMBIEGEL, G en B., 1981: Fossilien der Erdgeschichte. Stuttgart.
- KOLSTEE, H.G. en TENBERGEN, H.P. 1966: Het voorkomen van sedimentaire zwerfstenen en fossielen in het oostelijk deel van de Achterhoek. Grondboor en Hamer nr.2.
- LIJN, P. VAN DER, 1935: Nederlandse zwerfstenen. Thieme, Zutphen.
- LIJN, P. VAN DER, 1974: Het keienboek. Herzien en bewerkt door Dr.G.J.Boeschoten. Thieme Zutphen.
- OOSTINGH, C.H., 1921: Bijdrage tot de kennis der zuidelijke zwerfsteenen in Nederland en omgeving. Wageningen, Veenman.
- PELETIER, W. en KOLSTEE, H.G., 1986: Inleiding tot de geologie van Winterswijk. Geologie deel I. Wet.Med.175 K.N.N.V. Hoogwoud.
- RODING, G.M., 1956: Fossiel palmhout. Grondboor en Hamer nr.3.
- WILSON, N.S., 1983: Paleobotany and the evolution of plants. Cambridge, University Press.