



AFBEELDING 2. | *De vindplaats bij Vachères*

Avontuur in loofhout

H. STEUR, LAAN VAN AVEGOOR 15,
6955 BD ELLECOM,
STEURH@XS4ALL.NL,
WWW.FOSSIELEPLANTEN.NL

H. DE KRUYK, HOFFMANSTRAAT 14,
4143 BE LEERDAM
HANSDEKRUYK@HOTMAIL.COM

Dit avontuur begon met een telefoontje uit Vachères in de Provence (Frankrijk). Hans Ramseier, vrijwilliger van het museum(pje) in die plaats, vertelde dat hij een paar mooie stukken fossiel hout had gevonden en hij vroeg of hij die aan mij mocht opsturen. Bij ons bezoek aan dat museum had ik hem het adres van mijn website gegeven en hij had gezien dat ik veel met hout gedaan had. Ik had er geen bezwaar tegen een paar goed geconserveerde stammetjes te ontvangen, maar waarschuwde hem er wel voor dat resultaat in de vorm van een determinatie niet gegarandeerd was. Zo kreeg ik een paar dagen later een pakketje met een aantal mooie stukken versteend hout, waarvan vooral het stammetje van afbeelding 1 mijn interesse wekte. Onder de stereomicroscop kon ik namelijk zien dat er poriën zaten in de dwarse doorsnede. En dus moest het loofhout zijn. Ik wilde al lang de wonderen van het loofhout bestuderen, na al die andere soorten hout. En dit was het duwtje dat ik nodig had.

AFBEELDING 1. | *Stammetje (A) uit het Eoceen van Vachères*

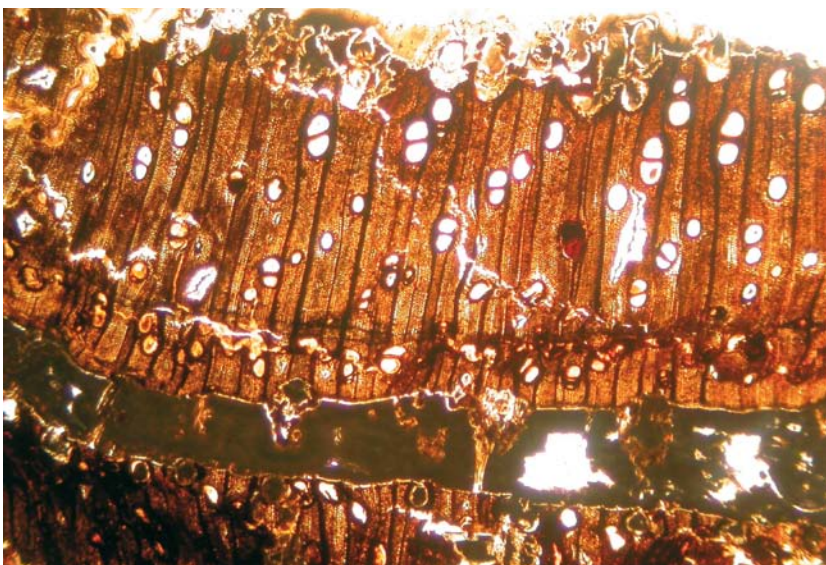


Bij het stammetje zat nog een klein stukje versteend hout, dat even zwart was en waarvan ik aannam dat het van hetzelfde stammetje afkomstig was. Hans de Kruyk toog aan het werk om daar slijpplaatjes van te maken. Na enige tijd kreeg ik via email een aantal prachtige foto's toegestuurd van de drie doorsneden, die voor het onderzoek van hout noodzakelijk zijn: de dwarse, de radiale (in de lengte, door het midden van de stam) en de tangentiale (in de lengte, evenwijdig aan het raakvlak). Hans en ik waren beiden verbaasd over de variatie van vormen en elementen, die te zien was. Wat een verschil met de eenvoudige structuur van coniferenhout!

Het vereiste flinke studie in onder meer het boek van Schweingruber (2001) om iets meer te begrijpen van wat er te zien was. Van determineren was echter nog geen sprake: daarvoor bleven te veel vragen over. Intussen had Hans Ramseier aan de hand van geologische kaarten vastgesteld dat het om hout uit het Eoceen ging. In de zomervakantie hebben we samen met hem daarna de vindplaats bezocht. De foto van afbeelding 2 is bij die gelegenheid genomen. Op zoek naar iemand die me zou kunnen helpen, kwam ik bij loofhoutspecialist Prof. Pieter Baas van het Nationaal Herbarium te Leiden terecht. Hij wees me



AFBEELDING 3. | Macrofoto van de dwarsdoorsnede van stammetje A. Duidelijke, zij het onregelmatige groeiringen. Halfkringporig.



AFBEELDING 4. | Microfoto (opnamevergroting 25 x) van de dwarsdoorsnede van stammetje A.

de weg naar hét boek(je) waarin alle kenmerken van loofhout heel precies beschreven worden, nl. de IAWA Hardwood List (Wheeler, Baas & Gasson, 1989). In combinatie met een lijst van dezelfde kenmerken op het internet (zie literatuurlijst), waarop eigenschappen die van toepassing zijn, aangevinkt kunnen worden, is het mogelijk tot een resultaat te komen.

In veel gevallen is dat resultaat een verzameling van mogelijke soorten, waarbij vervolgens geprobeerd kan worden soorten uit te sluiten, zodat de verzameling steeds kleiner wordt. De lijst op internet bevat zo'n 5.000 recente loofhoutsoorten en 1.500 fossiele. Omdat het aantal beschreven fossiele loofhoutsoorten tamelijk beperkt is, is de kans om tot een eenduidige soortdeterminatie te komen, erg klein. In de meeste gevallen zul je tevreden moeten zijn met een familie- of genusnaam, bv. *Quercoxylon* (voor hout dat het meest lijkt op dat van een eik) of *Aceroxylon* (voor hout dat het dichtst bij een esdoorn staat).

Op aanraden van Prof. Baas maakte Hans de Kruyk ook nog doorsneden van een deel van het stammetje zelf. Het is natuurlijk jammer om zo'n mooi stuk versteend hout te verminken, maar de informatie die je er uit krijgt, verzacht de pijn aanmerkelijk. Bovendien wist Hans dat zo te doen dat er toch een mooi geheel overbleef. Op mijn advies maakte hij alleen lengtedoorsneden omdat ik al een goede dwarsdoorsnede had. Ook daarvan kreeg ik foto's en later de slijpplaatjes zelf en zo kon ik weer aan het determineren gaan. Maar er bleven nog veel vragen over ...

Gelukkig maakte Prof. Baas tijd voor mij vrij om samen aan de hand van de slijpplaatjes mijn ingevulde lijsten door te nemen. En dat leverde al spoedig de verrassende constatering op dat het om twee verschillende houtsoorten ging. Het kleine, losse stukje was van een andere soort dan het stammetje, en de dwarsdoorsnede die ik had, gold niet voor het stammetje! Dit feit alleen al beantwoordde een flink aantal van mijn vragen. In de paar uur die volgden, leerde ik enorm veel en kreeg ik een goede indruk van de manier waarop loofhoutverzamelaars hun zaken aanpakken. Hoewel we niet tot een slotsom waren gekomen, keerde ik toch zeer voldaan huiswaarts.



Nadat Hans de Kruyk alsnog een dwarsdoorsnede van het stammetje had gemaakt, kon ik met een schone lei de beide houtsoorten gaan determineren. In beide gevallen kwam ik op een verzameling van resultaten uit die ik niet verder kon inperken. Ik nam toen contact op met Raimund Aichbauer uit Venray, die een autoriteit is op het gebied van loofhoutdeterminatie en die cursussen daarover verzorgt in Amsterdam. Hij was direct bereid het hout samen met mij te bekijken. Samen hebben we diverse uren doorgebracht met het controleren van de door mij aangestreepte kenmerken en daarnaast kon Raimund daar nog diverse andere eigenschappen aan toevoegen. Toch bleef het moeilijk om tot een eenduidige determinatie te komen. Een feit is dat er natuurlijk veel meer bekend is over de nu nog levende bomen dan over de bomen die uitgestorven zijn en alleen (zo nu en dan) als fossiel gevonden worden.

Dit probleem werd ook duidelijk in een tweede sessie bij Prof. Baas in Leiden. We voerden alle kenmerken nog eens opnieuw in, stonden één fout toe en kregen vervolgens een lijst met mogelijke uitkomsten. Die namen we door en Prof. Baas kon daarvan een groot aantal soorten uitsluiten. Het resultaat bleef toch omgeven door een mate van onzekerheid. De stam is waarschijnlijk afkomstig van een soort uit de Rutaceae. Dit is een grote familie (momenteel 150 geslachten, 900 soorten) van vooral heesters en bomen, die genoemd is naar de wijnruit (*Ruta graveolens*), een geneeskrachtig struikje. Tot deze familie behoort onder meer het genus *Citrus*, dat ons citrusvruchten zoals citroenen en sinaasappels levert.

De determinatie van het kleine stukje is onzekerder. Het lijkt nog het meest op een soort uit de Meliaceae, een grote familie (nu 55 geslachten, 550 soorten) uit tropische en subtropische streken, die vooral bekend is als leverancier van prachtige houtsoorten, zoals mahonie.

Ik zal nu de belangrijkste kenmerken beschrijven met verwijzingen naar de beide stukken uit Zuid-Frankrijk in de hoop op die manier wat inzicht te geven in de structuur van loofhout. Volledigheid is daarbij niet mogelijk omdat dit artikel dan onleesbaar en te

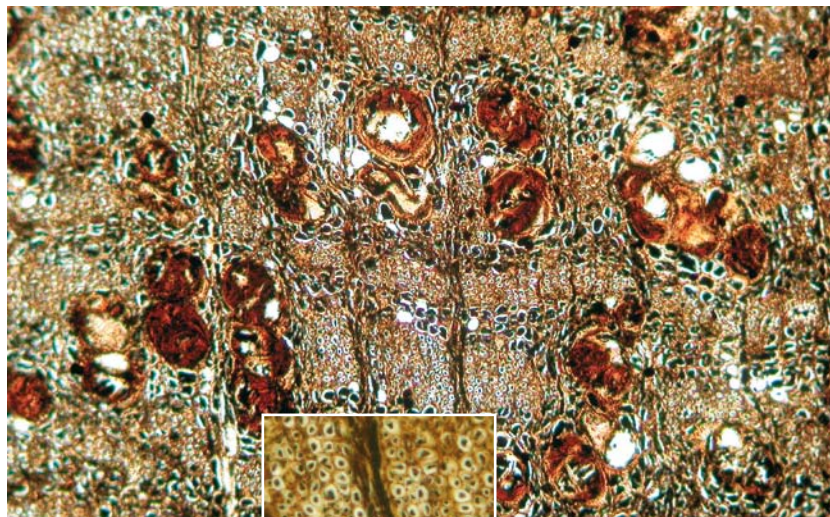
lang zou worden. Voor de duidelijkheid geef ik het stammetje van afbeelding 1 aan met de letter A en het kleine losse stukje (niet afgebeeld) met de letter B.

Groeiringen

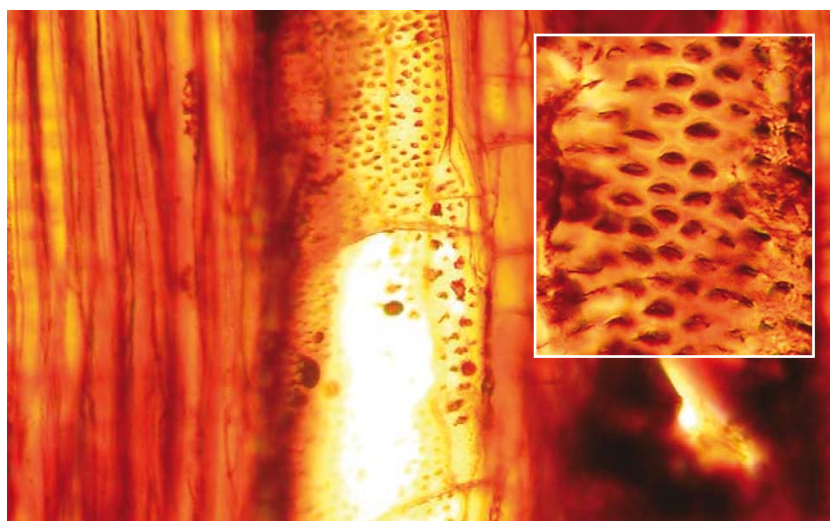
Groeiringen ontstaan door verschillen in groeisnelheid in de loop van het jaar en zijn te zien als concentrische zones in de dwarse doorsnede van de stam. De oorzaak ligt meestal in een afwisseling van natte en droge periodes of in temperatuursinvloeden waarbij een stopperiode in de groei plaatsvindt als de temperatuur te laag wordt. In het laatste geval zijn de groeiringen veel scherper begrensd dan in het eerste. In de gematigde klimaatzones wordt meestal één ring per jaar gevormd (de jaarring dus), maar als er een groeistop plaatsvindt door bv. kaalvraat door de eikenprocessierups of door een zeer lange droogteperiode, kunnen er meerdere groeizones per jaar ontstaan. In een zeer gelijkmatig klimaat ontstaan geen groeiringen.

Als er sprake is van jaarringen dan zijn de in het voorjaar gevormde cellen groot en dunwandig en de in de zomer gevormde cellen kleiner en dikwandig. Men spreekt van *vroegehout* en *laathout*.

In het geval van het stammetje A (Afb. 3) zijn de groeiringen duidelijk aanwezig, maar bij het kleine stukje hout B (Afb. 5) zijn ze erg onduidelijk. Het al of niet aanwezig zijn van duidelijk begrensde groeiringen is een determinatiekenmerk.

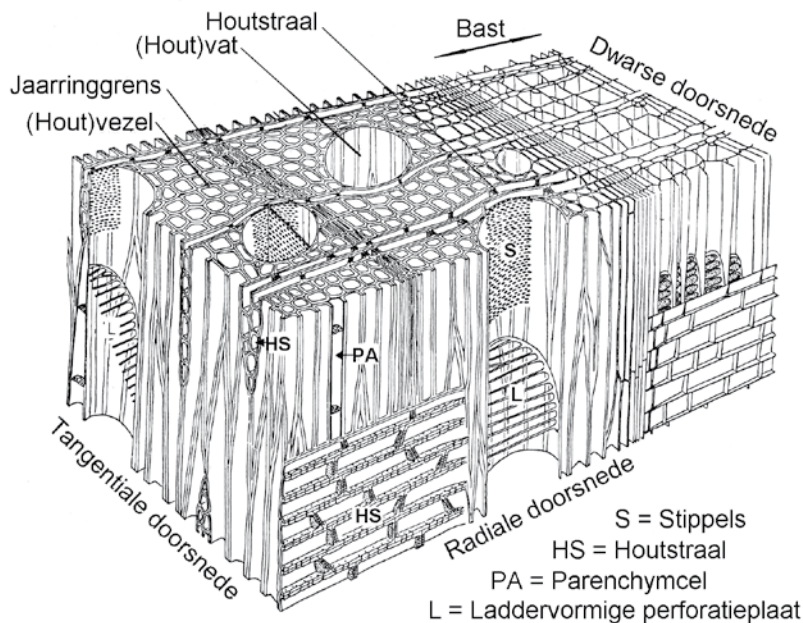


AFBEELDING 5. | Microfoto (opnamevergroting 100x) van de dwarsdoorsnede van stukje B. Verspreidporig. Verticale lijnen zijn houtstralen. Horizontale lijnen zijn parenchymbanen. Inzet: vezels in sterkere vergroting.



AFBEELDING 6. | Microfoto (opnamevergroting 100x) van een houtvat in stammetje A. Links: vezelcellen. Inzet: vat-vat-stippels.



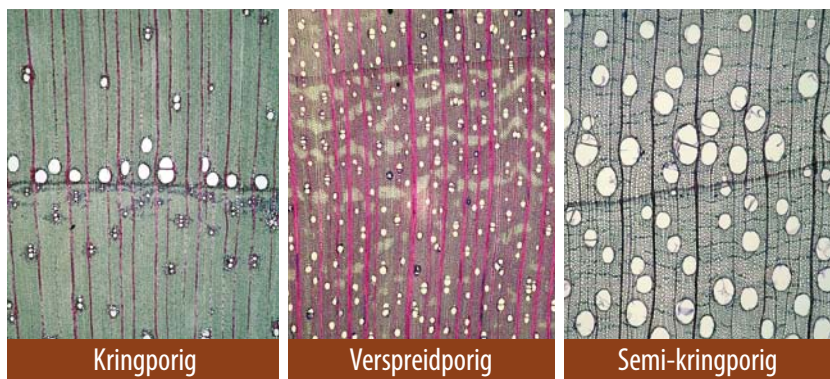


AFBEELDING 7. | Schematische tekening van een blok loofhout. De bast is bij fossiel hout vrijwel altijd verdwenen. Naar Grosser (1977)

(Hout)vaten

Op de dwarse doorsnede van loofhout zijn de z.g. poriën het meest opvallend (Afb. 4, 5 en 7). Het zijn in feite de doorsneden van houtvaten (Eng. *vessels*), die in de lengterichting van de stam lopen en die water transporteren. Ze hebben een aanmerkelijk grotere diameter dan de andere elementen van het hout. Ze zijn opgebouwd uit vatelementen, die, op elkaar gestapeld, het vat vormen. Op het raakpunt van twee elementen zit een geperforeerde wand: de perforatieplaat (Afb. 7). Zie afbeelding 6 voor een vat waarin twee elementen en de tussenwand te zien zijn. Als twee of meer vaten tegen elkaar aan liggen, wat veel voorkomt (zie Afb. 4 en 5), dan staan die met elkaar in verbinding via z.g. vat-vat-stippels. Dat zijn vrij gecompliceerde systemen met een membraan. Die stippels zijn te zien op de bovenste cel en in de inzet in afbeelding 6.

De meest voorkomende perforatieplaat vertoont geen bijzondere structuur. Vrij veel voorkomend zijn platen met laddervormige perforaties. In afbeelding 7 is



AFBEELDING 8. | Voorbeelden van kringporig hout (es: *Fraxinus*; links), verspreidporig hout (esdoorn: *Acer*; midden) en halfkringporig hout (walnoot: *Juglans*; rechts). Van de website: *Database of Japanese Woods*.

zo'n plaat getekend. Daarnaast komen er ook voor met netvormige perforaties. Onze stukjes hout hebben beide eenvoudige perforatieplaten.

Een belangrijk determinatiekenmerk is gelegen in de verdeling van de poriën over de dwarse doorsnede (zie voor voorbeelden Afb. 8):

- Bij *kringporig* hout zijn de vaten (en dus de poriën) in het vroeghout aanmerkelijk groter dan die in het laathout. De brede poriën vormen een duidelijk

afgescheiden zone. Voorbeelden van kringporig loofhout zijn eik, es, iep, robinia en kastanje.

- Bij *verspreidporig/diffuusporig* hout hebben de poriën allemaal ongeveer dezelfde doorsnede en liggen ze gelijkmatig verspreid over de hele doorsnede, onafhankelijk van de groeizones. Verreweg de meeste tropische houtsoorten horen bij deze groep alsmede veel soorten uit de gematigde zone. Bv. beuk, berk, esdoorn, linde, populier en wilg.
- Bij *halfkringporig* hout is er een duidelijk verschil in grootte van de poriën tussen laathout en het daaropvolgende vroeghout, maar is er een geleidelijke overgang naar kleinere poriën van vroeghout naar laathout in dezelfde jaarring. Voorbeelden zijn: prunus en walnoot.

Wat onze stukjes betreft: het stammetje A is halfkringporig en het kleine stukje B is verspreidporig.

De houtvaten leveren overigens nog veel meer kenmerken op. Ik noem er een paar:

- de groepering van de vaten: ze kunnen, op dwarse doorsnede gezien, allemaal los van elkaar liggen, in radiale rijtjes, of in clusters;
- patronen: de poriën kunnen volgens bepaalde patronen gerangschikt zijn;
- de rangschikking en de grootte van de vat-vat-stippels;
- de diameter van de houtvaten;
- het aantal vaten per mm² op de dwarse doorsnede;
- de lengte van de cellen waaruit een vat bestaat.

Het grondweefsel

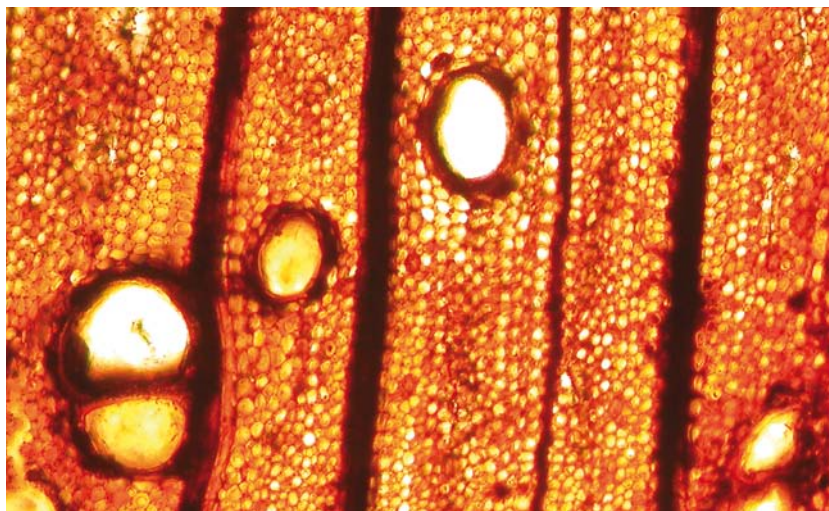
In de dwarsdoorsnede in afbeelding 9 is te zien dat het hout voornamelijk is opgebouwd uit kleine cellen. Dit zijn de (hout)vezels (Eng. *fibres*). Samen vormen ze het grondweefsel (Eng. *ground tissue*). In een lengtedoorsnede is te zien dat ze langgerekt zijn, met scheve wanden aan de onder- en bovenzijde, waardoor ze puntig in elkaar steken. Zie bijvoorbeeld de lange, dunne cellen in afbeelding 7, links van het houtvat. Zie ook de



schematische tekening in afbeelding 6. Deze vezelcellen staan met elkaar in verbinding door heel kleine stippels in de verticale wanden.

Kenmerken die gebruikt worden bij het determineren van de houtsoort zijn onder meer:

- de dikte van de wand in de dwarse doorsnede. Zo zijn deze in het kleine stukje (B) erg dik (zie inzet van Afb. 5). De zwarte stip in het midden van een cel geeft aan wat er over is van de holte in de cel. Bij het stammetje A (Afb. 9) zijn ze veel dunner;
- de gemiddelde lengte van de vezels;
- het al of niet aanwezig zijn van septen (dwarswandjes) in de vezels, te bekijken in een lengtedoorsnede;
- het type stippels tussen de vezels (al of niet met een hof).



AFBEELDING 9. | Microfoto (opnamevergroting 100x) van dwarsdoorsnede van stammetje A. Grote objecten zijn houtvaten; kleine cellen zijn houtvezelcellen; verticale lijnen zijn houtstralen. Vergelijk Afb. 6.

Houtstralen

De donkere lijnen die in de afbeeldingen 4, 5 en 9 in verticale richting lopen zijn houtstralen (vroeger mergstralen geheten; Eng. *ray*). Het zijn banen van dunwandige cellen (parenchym) die in horizontale richting straalsgewijs naar buiten lopen. Sommige houtstralen beginnen in het midden van de stam, de meeste beginnen op enige afstand daarvan. De functie van houtstralen is onder meer het transport van voedingsstoffen in horizontale richting. In de tangentiale doorsnede zien de houtstralen er lensvormig uit (Afb. 6 en 10). Terwijl ze bij coniferenhout maar één cel breed zijn, hebben ze in loofhout heel vaak een meercellige dikte. De hoogte vertoont grote variaties per soort en vaak ook binnen een soort. Voor de determinatie is vooral van belang:

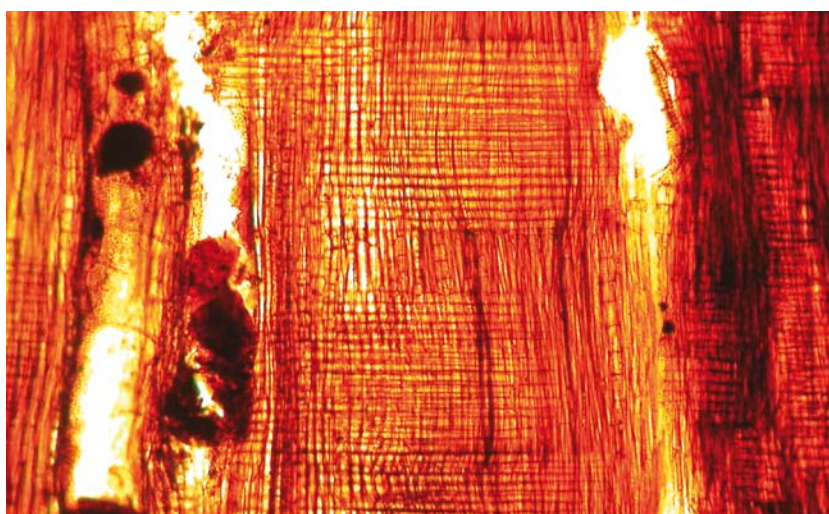
- het gemiddelde aantal cellen dat een houtstraal breed is in de tangentiale doorsnede.

In de radiale doorsnede is de houtstraal te zien als een horizontaal lopende band van min of meer rechthoekige cellen (Afb. 6 en 11). Een determinatiekenmerk is:

- de vorm van de cellen waaruit de straal is samengesteld. Soms zijn alle cellen van dezelfde vorm: liggend rechthoekig, of staand rechthoekig (inclusief vierkant). In andere gevallen zijn de meeste cellen liggend rechthoekig maar is de bovenste rij staand rechthoekig. Zo zijn er nog meer combinaties.



AFBEELDING 10. | Microfoto (opnamevergroting 100x) van tangentiale doorsnede door stammetje A. De lensvormige structuren zijn houtstralen.



AFBEELDING 11. | Microfoto (opnamevergroting 25 x) van radiale doorsnede van stammetje A. Links en rechts zijn twee slecht geconserveerde houtvaten te zien. De horizontale banden zijn houtstralen.



Bij onze twee stukken hout lijken alle cellen liggend rechthoekig te zijn, hoewel dat bij het kleine stukje (B) moeilijk te zien is. In zo'n geval kun je het beste dit kenmerk overslaan. Een ander kenmerk is:

- het aantal houtstralen per mm. Dit meet je langs een rechte lijn in de tangentielle of de dwarse doorsnede.

Parenchym

Zoals eerder gezegd bestaat parenchym uit dunwandige cellen. Ze kunnen losjes verspreid liggen tussen de andere cellen zoals in afbeelding 6 en dan vallen ze niet erg op. Maar vaak zijn deze cellen gegroepeerd op een voor een soort of familie karakteristieke wijze. Men spreekt van *axiaal parenchym* om het te onderscheiden van het parenchym van de houtstralen. Ik zal het woord axiaal hier verder weglaten. Dit parenchym wordt ook vaak tot het grondweefsel gerekend. Er worden drie belangrijke manieren onderscheiden waarop het parenchym gegroepeerd kan zijn:

1. *Apo-tracheaal parenchym*. Apo betekent: weg van. Dit parenchym ligt los van de houtvaten (tracheeën), verspreid over de dwarse doorsnede.
2. *Paratracheaal parenchym* (para = naast). Hier ligt het parenchym op een of andere manier tegen de houtvaten aan.
3. *Gebandeerd parenchym*. Dit is een term voor parenchym dat in doorlopende banden ligt. In de dwarse doorsnede is meestal vrij gemakkelijk te zien welke groep van toepassing is, of dat er sprake is van de mogelijkheid:
4. er is geen of zeer weinig axiaal parenchym aanwezig.

In het geval van het kleine stukje uit Zuid-Frankrijk (B) is heel duidelijk gebandeerd parenchym te zien (Afb. 5). Het zijn min of meer horizontaal lopende lijnen van één, twee of drie cellen dik. Je zou ze kunnen verwarren met jaarringen, maar die vertonen in het laathout veel dikkere celwanden. De verticale lijnen zijn de houtstralen.

Bij het stammetje A (Afb. 4) is heel weinig parenchym te zien, zodat dit onder de vierde mogelijkheid valt.

Andere kenmerken

Er zijn te veel kenmerken om allemaal op te noemen, maar enkele voorbeelden zijn:

- het al of niet aanwezig zijn van met olie of slijm gevulde cellen;
 - het al of niet aanwezig zijn van kristallen in diverse soorten cellen;
 - de vorm en grootte van stippels die de houtvaten en de houtstralen verbinden.
- Ter geruststelling: voor determinatie is vaak een beperkt aantal kenmerken al voldoende om een flink eind op streek te raken.

Tot slot

Het zal duidelijk zijn dat het onmogelijk is om in het bestek van een kort artikel een volledig beeld van de structuur van loofhout te geven. De bedoeling van dit stuk is dan ook om de belangrijkste elementen van de structuur voor te stellen. Loofhout is een wereld op zich en het is niet verwonderlijk dat er een actieve vereniging van houtsoortenverzamelaars bestaat (NEHOSOC), waarvan de leden thuis kasten vol met rechthoekige blokjes hout hebben staan. Met versteend hout houden zij zich in het algemeen wat minder bezig, vooral omdat daarvoor andere technieken nodig zijn zoals het maken van slijpplaatjes.

Ik moet zeggen dat Hans de Kruijk en ik erg genoten hebben van dit avontuur en dat we weer heel wat momenten van verwondering over de fraaie en in het begin zo raadselachtige structuren hebben meegemaakt. En ik ben ook blij dat ik nu Hans Ramseier heb kunnen berichten dat het stammetje waarschijnlijk afkomstig is uit de familie van de Rutaceae en dat het misschien wel een sinaasappelboom geweest is. Hij heeft namelijk in zijn museum een nog veel grotere stam van ditzelfde hout liggen en kan daar nu een naamplaatje bij zetten.

Dankwoord

Ik dank Hans Ramseier uit Vachères (Provence, Frankrijk) voor het opsturen van een aantal mooie stukken fossiel loofhout, die hij in zijn omgeving gevonden had. Deze vormden de basis van dit artikel. Ik dank Prof. Pieter Baas van het Nationaal Herbarium te Leiden heel hartelijk voor de begeleiding die hij gaf bij het inwerken in deze materie en bij het schrijven van het artikel. Ik dank

Raimund Aichbauer (Venray) van de Nederlandse Vereniging van Houtsoortenverzamelaars (NEHOSOC) hartelijk voor het met mij doornemen van mijn determinaties en het geven van allerlei aanwijzingen en informatie. Dr. Johan van der Burgh van de Universiteit van Utrecht dank ik voor het verstrekken van een aantal slijpplaatjes van loofhout als oefenmateriaal.

LITERATUUR

Barefoot, A.C. & Hankins, F.W., 1982. Identification of Modern and Tertiary Woods. Oxford.

Daniels, F.J. & Dayvault, R.D., 2006. Ancient Forests. A closer look at fossil wood. Colorado. Groot formaat platenboek.

Fahn, A., Werker, E. & Baas, P., 1986. Wood Anatomy and Identification of Trees and Shrubs from Israel and Adjacent Regions. Jerusalem 1986.

Grosser, D., 1977. Die Hölzer Mitteleuropas. Springer Verlag, Berlijn.

Ilic J., 1987. The CSIRO Family Key for Hardwood Identification. Leiden. Voorloper van de IAWA-lijst.

Schweingruber F.W., 1990. Mikroskopische Holz Anatomie/ Anatomie microscopique du bois/ Microscopic Wood Anatomy. Birmensdorf (Zwitserland).

Wheeler, E.A., Baas, P. & Gasson, P.E., 1989 (4e herdruk: 2007). IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification. Te bestellen bij het NCB-Nationaal Herbarium te Leiden.

Inside Wood. Online-determinatielijst voor loofhoutsoorten. <http://insidewood.lib.ncsu.edu/menu/type/modern/.2> Maakt gebruik van de IAWA List (1989).

What wood is that? Nog een online-determinatielijst, die ook handig is om mee te werken. <http://what-wood.servehttp.com/>

