Mikroskopische Holzstruktur und Holzbestimmung [Schluss]

Autor(en): **Jaccard, P.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **87 (1936)**

Heft 3

PDF erstellt am: **22.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-765956

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Schweizerische
Zeitschrift für Forstwesen
Organ des Schweizerischen Forstvereins

87. Jahrgang | März 1936 | Nummer 3

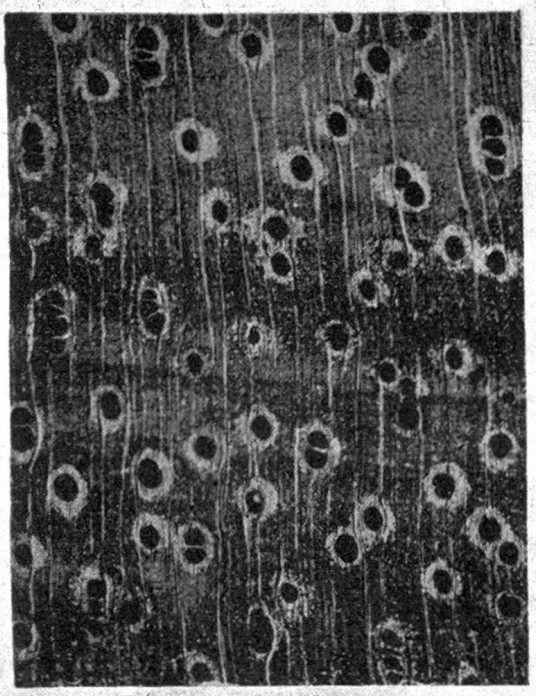
Mikroskopische Holzstruktur und Holzbestimmung.

Von P. Jaccard. (Schluss.)

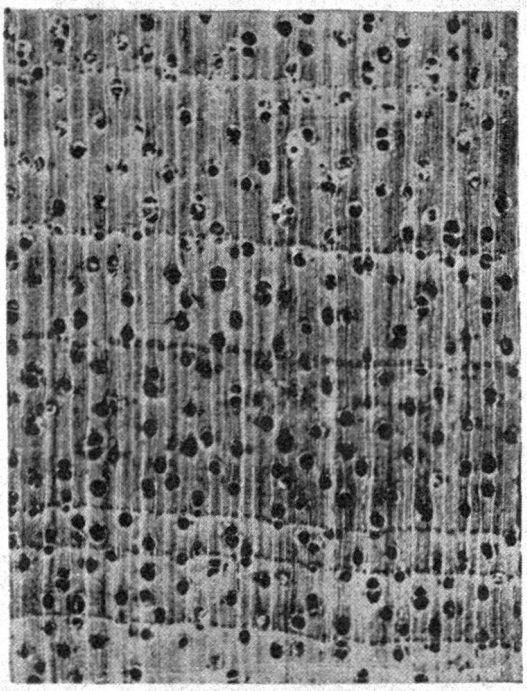
Eine andere Aufgabe, der sich der Holzanatom häufig gegenübersieht, besteht darin, die verschiedenen Holzarten auseinanderzuhalten, die unter einem Sammelnamen wie z. B. « Ebenholz » oder « Mahagoni » bei uns eingeführt werden, die jedoch trotz dieser einheitlichen Bezeichnung manchmal zu ganz verschiedenen Arten gehören. (Fig. 12.) Derartige Schwierigkeiten werden dadurch noch erhöht, dass die Handelsbezeichnungen je nach dem geographischen Ursprung der Hölzer wechseln. Dr. Hans Meyer's Buch der Holznamen gibt nicht weniger als 10.000 Holznamen an, von denen sich bis zehn verschiedene auf dieselbe Art beziehen können.

Sie werden fragen, wie es bei dieser grossen Mannigfaltigkeit der Holzstrukturen überhaupt möglich sei, die Holzarten auf anatomischem Wege praktisch auseinanderzuhalten ? Wie überall ist dies eine Frage der Methodik. Alle Holzarten, die technisch von Bedeutung sind, müssen zu diesem Zwecke nach einem einheitlichen Schema beschrieben werden. Die sichtbaren und messbaren Merkmale werden hierfür in einer bestimmten Reihenfolge in ein Merkblatt eingetragen, so dass leicht ein Ueberblick über die auffallenden anatomischen Einzelheiten der verschiedenen Hölzer gewonnen wird. Ferner müssen diese Fichen mit einfachen Skizzen oder Lupenbildern von Quer- und tangentialen Längsschnitten, sowie mit einem tabellarischen Verzeichnis der wichtigsten physikalischen Eigenschaften des betreffenden Holzes ausgestattet werden.

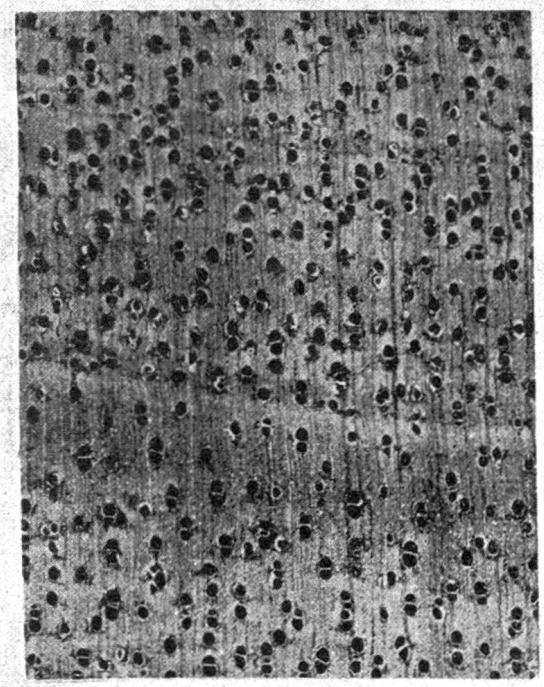
Solche Merkblätter sind durch Prof. *E. Perrot* und seine Schüler in Paris für die Hölzer einiger französischer Kolonien bereits zusammengestellt worden. Hier seien einige Beispiele dieser Merkblätter vorgelegt. Es wäre wünschenswert, für andere Holzarten ähnliche Fichen aufzustellen.



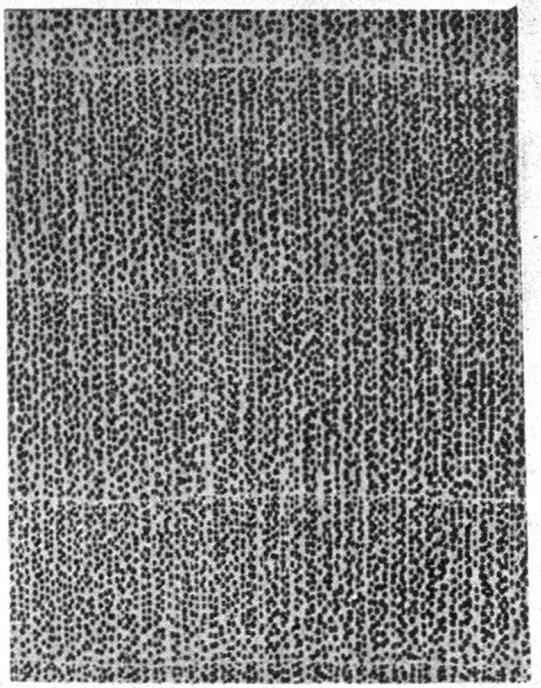
EAST INDIAN WALNUT,
Albizzia lebbek BENTH.



QUEENSLAND WALNUT,
Cryptocarya palmerstoni BAILEY.



AFRICAN WALNUT,
Lovoa klaineana PIERRE.



SATIN WALNUT,
Liquidambar styraciflua L.

Fig. 12. Vier verschiedene Holzarten, die unter der Bezeichnung « Nussbaum » im Handel sind. Sie stammen aus vier ganz verschiedenen Gegenden : Indien, Queensland, Afrika und Nord-Amerika. Vgl. mit europäischem Nussbaum im Titelbild. (N. Chalk und Rendle.)

Derartige tabellarische Zusammenstellungen sind viel einfacher zu lesen und zu verstehen als die ausführlichen anatomischen Beschreibungen, die für Botaniker bestimmt sind. Sie könnten für die Prüfung der Echtheit beim Ankauf von ausländischen Hölzern wertvolle Dienste leisten. Bei Handelshölzern ist für eine einwandfreie Bestimmung allerdings die Kenntnis ihrer Provenienz unerlässlich, da die verschiedenen geographischen Gebiete, aus welchen exotische Hölzer importiert werden, selten identische Holzarten liefern. (Siehe Tabelle S. 68.)

Handelsbezeichnung : Lokuba, Acajou d'Afrique.
Lokaler Volksname : Dukuma-Dugara.
Botanische Bezeichnung : Khaya ivorensis.
Pflanzenfamilie : Meliaceen.
Heimat : Côte d'Ivoire, Afrika.

Wichtigste Merkmale des Holzes :

Aussehen : Gleichmässig, homogen.
Korn : Fein.
Farbe : Hellrot.
Geruch : Schwach.
Porosität : Schwach.
Härte : Gross.
Spezifisches Gewicht : 0,461—0,556.
Wässeriger Auszug : Hell gelb-rötlich.
Alkoholischer Auszug : Hellrot.
Alkoholischer Auszug bei Wasserzusatz : Keine besondere Reaktion.

Spezielle Bemerkungen : Geschätztes Acajouholz; infolge der ungleichmässigen Verteilung und Grösse der helleren Zonen des Holzparenchyms variiert das Aussehen des Holzes je nach der Richtung des Schnittes. Das weisse Acajouholz (Acajou blanc) unterscheidet sich vom nahverwandten afrikanischen Acajouholz (Acajou d'Afrique) unter anderem :

1. Durch die Anzahl, die Weite und die mehr oder weniger elliptische Form der Gefässe (4—6 pro mm² und höchstens 200 μ Durchmesser);
2. durch die Höhe der Markstrahlen (bis 900 μ hoch gegenüber 600 μ) und deren Anzahl pro mm² (3—4 statt 5);
3. durch die Länge der Fasern (1600—1800 μ statt 1100 μ) und deren Durchmesser (20 μ statt 30 μ);

		Querschnitt	Tangentialschnitt
Gefässe	Verteilung	einzeln, zu zweien oder mehr in radialer Reihenfolge	—
	Zahl pro mm²	5 – 7	—
	Durchmesser	bis 250 μ[1]; meistens 150 μ	—
	Querschnittsform	rund	—
	Tüpfelung	—	sehr klein, regelmässig
Markstrahlen . .	Höhe	—	bis 600 μ (0,6 mm)
	Breite in μ	—	sehr verschieden, bis 80—100 μ
	Zahl der Zellreihen in der Breite	—	verschieden, bis 8
	Zahl pro mm²	5	—
Fasern	Länge	—	bis 1100 = (1,1 mm)
	Maximaler Durchmesser	—	30 μ
	Durchschnittliche Wanddicke	—	$^1/_6$ des Faserdurchmessers
	Verlauf	—	wellig
	Prozentsatz auf dem Gesamtquerschnitt	75—80 %	—
Holzparenchym .	Prozentsatz einschliesslich Markstrahlen	10—15 %	—
	Verteilung	einige wenige Inseln in Nähe der Gefässe	—
Zellinhalt . . .	Kalziumoxalat	hie u. da Prismen in den Markstrahlen	—
	Stärke	fehlt	—
Sekretionsorgane .		manchmal Gummibehälter im Holz	—
Gerbstoffe, Gummi, Harze, Farbstoffe		Farbstoffe im Markstrahl und Holzparenchym	—
Jahrringe oder Zonenbildung		nicht sichtbar	—

[1] 1 μ = $^1/_{1000}$ mm.

4. durch einen weniger grossen Anteil der Fasern auf dem Querschnitt (45—50 % statt 75—80 %) und dafür eine stärkere Entwicklung des Holzparenchyms (35—40 % statt 10—15 %);
5. durch die Gegenwart von Schleimbehältern, die Abwesenheit von Farbstoffen im Markstrahl- und Holzparenchym und eine ziemlich deutliche Jahrringbildung.

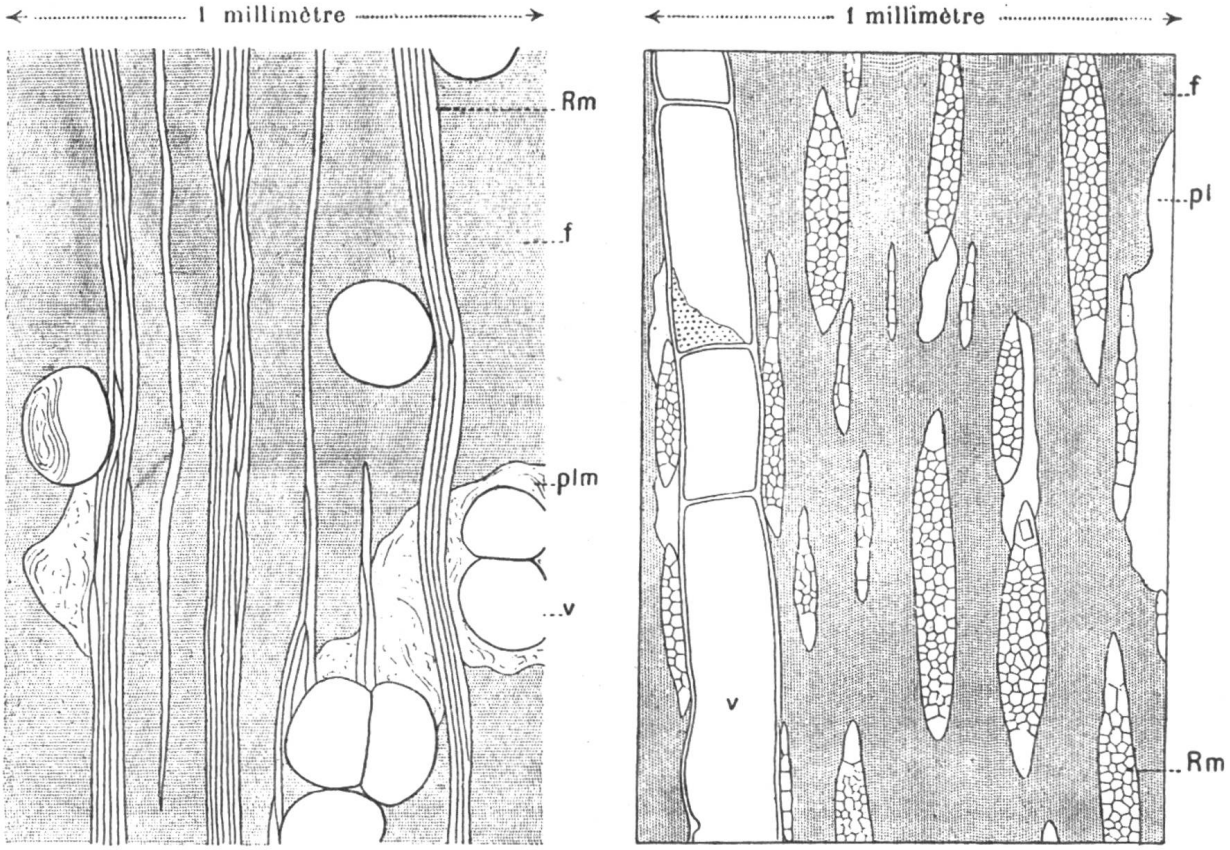


Fig. 13.
Lupenbilder von 1 mm breiten Quer- und Tangentialschnitten (50fach vergrössert).[1]

Die zahlreichen Monographien, die bisher über die Hölzer exotischer Gebiete publiziert worden sind, enthalten nämlich eine Unsumme von anatomischen Einzelheiten; aber da diese Daten nicht systematisch nach einem bestimmten Plane geordnet sind,

[1] Auf den Figuren sind die Gefässe (V) durch Kreise auf dem Querschnitte angedeutet, auf dem Tangentialschnitte dagegen durch halbierte Röhren; das Gebiet des Holzparenchyms (pl) ist weiss gelassen, dasjenige der Fasern (f) schraffiert und die Gummibehälter sind durch feine Striche angegeben; die Markstrahlen (rm) sind auf dem Querschnitte durch radiale Streifen und auf dem Tangentialschnitte durch hochgestellte Ellipsen angegeben, Kristalleinschlüsse von Kalziumoxalat werden durch Prismen wiedergegeben.

ist es oft schwer, sie für die Praxis zugänglich und nutzbar zu machen.

Die anatomischen Fichen werden manchmal durch beschreibende Abbildungen ergänzt, so z. B. diejenige, die vom « *Office des bois coloniaux français* » veröffentlicht werden. Diese Bildertabellen enthalten vor allem ein kleines Holzmuster in Form eines ½ mm dicken Furnierblattes vom Tangential- und vom Radialschnitt; ferner enthält das Merkblatt ein Habitusbild des Baumes, Detailzeichnungen seiner Organe, sowie eine kurze botanische und forstliche Beschreibung über Name, Standort, Habitus, Bewirtschaftung; schliesslich folgen noch technische Angaben über die physikalischen Eigenschaften des Holzes, seine technischen und ästhetischen Vorteile, seine Verwendung und die Art, wie es verhandelt wird.

Aus der trefflichen Monographie von *L. Chalk, J. Burtt* and *Desch* (East african Coniferae and Leguminosae) entnehmen wir Fig. 13 und 14, die zusammen mit dem zugehörigen Text die Bestimmung der betreffenden Arten gestatten.

Falls sie in richtiger Weise durchgeführt wird, bildet also die anatomische Untersuchung die Grundlage für die Bestimmung und Echtheitsprüfung der Hölzer, die in der Industrie verwendet werden. Da man jedoch sehr oft nur über eine einzige oder nur eine kleine Anzahl Proben verfügt, muss der Holzanatom auf eine grosse Vergleichssammlung von sicher bestimmten Holzarten und daraus hergestellten mikroskopischen Präparaten verfügen, damit er das Ergebnis seiner Bestimmung prüfen und kontrollieren kann. Eine solche Sammlung sind wir durch Tausch gegen unsere einheimischen Hölzer und mit finanzieller Unterstützung der Volkswirtschaftlichen Stiftung im Begriffe zusammenzustellen. Sie zählt bereits zirka 800 Nummern und umfasst die wichtigsten Handelshölzer von den Vereinigten Staaten, Brasilien, Niederländisch Westindien, Mitteleuropa, Südafrika, Tropisch Afrika, Vorderindien, Niederländisch Ostindien, Cochinchina, Philippinen, Corea, China, Japan, Australien und Neu-Zeeland. Von allen Holzmustern, die wir erhalten, werden mikroskopische Schnitte hergestellt, die bei der Bestimmung unbekannter exotischer Hölzer als wertvolle Teste dienen.

Diese Sammlung bildet eine nützliche Ergänzung zu denjenigen, die für den technologischen Unterricht an der Forstschule von Herrn Prof. Knuchel und von Herrn Prof. Jenny-Dürst für

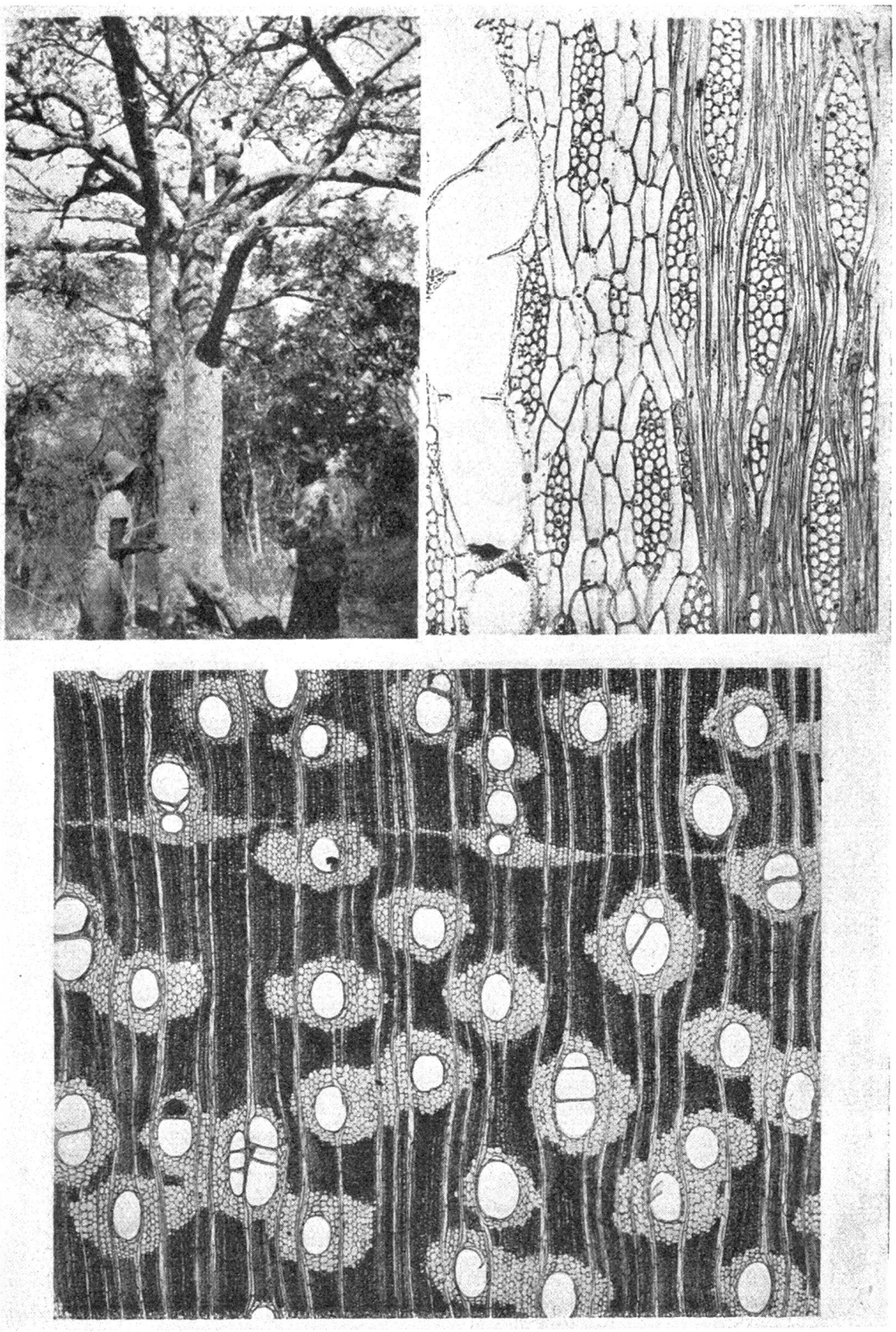


Fig. 14. Exotischer Holztypus aus Ost-Afrika. Leguminose der Gattung *Afzelia*. Links oben: Habitusbild; rechts: Tangentialschnitt, mit grossen Markstrahlen, deren elliptischer Querschnitt sich zwischen die Holzfasern oder die Parenchymzellen einschiebt (links ein grosses Gefäss). Unten: Querschnitt mit weiss gehaltenen Gefässen, die von Stärkeparenchym umgeben sind und schwarz dargestellten Holzfasern. Die parallelen Linien sind die Markstrahlen. (N. Chalk, Davis und Desch.)

die Holzanwendung an der Architektenschule angelegt worden sind.

Die an zweiter Stelle erwähnte Untersuchung ist vornehmlich botanischer Art und liefert zugleich mit den neuen Klassifikationsmerkmalen wertvolle Hinweise für die Phyllogenie und Genetik von bestimmten Verwandtschaftsgruppen. Zur richtigen Bewertung solcher Holzuntersuchungen erwähnen wir die anatomischen Studien von *S. Record,* « Rôle of Wood Anatomy in Taxonomy. Tropical Woods » Nr. 37. 1934), welche die Wichtigkeit der Holzanatomie für die Klassifikation gewisser Arten und Gattungen und für die Kenntnis ihrer systematischen Verwandtschaft angibt. Besondere Erwähnung verdient *Chloroxylon Swietenia* (ostindisches Satinholz), welche Art zu den Meliaceen gezählt wird, während *Xanthophyllum flavum* (westindisches Satinholz) als Rutacee gilt. Nach der Anatomie des Holzes müssen jedoch beide Arten unter die Rutaceen eingereiht werden.

Anderes Beispiel : *Copaifera hymenaefolia* unterscheidet sich durch seine Holzstruktur deutlich von den anderen Arten derselben Gattung; sie konnte jedoch erst nach der anatomischen Untersuchung seines Holzes mit Sicherheit von den anderen Copaifera-Arten abgetrennt werden und nach Percy Wilson der neuen Gattung *Pseudocopaifera* zugeteilt werden.

S. Record zählt ferner eine ganze Reihe tropischer Hölzer auf, deren erste systematische Zuteilung sich als falsch erwiesen hat und erst nach einer gründlicheren Untersuchung des Holzes richtig erkannt worden ist. Zahlreiche Arten wurden so anderen Gattungen zugewiesen. Umgekehrt mussten gewisse Formen, so z. B. von *Calophyllum,* die nach ihren hinfälligen Organen in verschiedene Arten aufgeteilt worden waren, unter demselben Artbegriff vereinigt werden.

Hinsichtlich der Phylogenie zeigt *Irma E. Webber,*[1] dass das Holz der Malvaceen in den verschiedenen Gattungen dieser Familie eine weitgehende anatomische Differenzierung und Spezialisation bietet, die man als Hinweis für einen hohen Organisationsgrad betrachten darf. Die Gefäßsegmente sind sehr kurz, man beobachtet ein Vorherrschen der einfachen Tüpfel im Zusammenhang mit der starken Entwicklung des Holzparenchyms, hochdifferenzierte Markstrahlen, Gefässe mit opponierten oder alternier-

[1] « Tropical Woods » N° 37, 1934.

ten Hoftüpfeln, Vorherrschen der Holzfasern, während die weniger stark differenzierten Fasertracheiden nur bei wenigen Gattungen dieser Familie vorkommen; dies wären nach *Ir. Webber* und *Frost* die Anzeichen für eine höhere Organisation bei den Malvaceen.

Georg A. Garrat,[1] Professor an der Forstschule New Haven, kommt auf Grund einer sorgfältigen Untersuchung der Holzanatomie der Myristicaceen und verwandter Familien zu folgendem Schlusse: Es besteht eine nahe Verwandtschaft zwischen den Myristicaceen und Lauraceen, eine schwächere zu den Magnoliaceen, eine sehr entfernte zu den Anonaceen, und schliesslich fehlen nach den anatomischen Merkmalen verwandtschaftliche Beziehungen zwischen den Myristicaceen und Menispermaceen vollständig. Bei phylogenetischen Ableitungen, die man auf die Differenziation der Holzstruktur gründet, muss man jedoch vorsichtig sein, da ähnliche ökologische Aussenfaktoren bei gewissen biologischen Typen der verschiedensten systematischen Verwandtschaft analoge anatomische Strukturen hervorrufen. Als Beispiel sollen die Lianen erwähnt werden, deren Gefässe hinsichtlich ihrer Länge und Weite deutlich den besonderen Bedürfnissen des Wassertransportes bei diesen Pflanzen entsprechen, deren Laubwerk in keinem Verhältnis zu dem schlanken Stämmchen steht. Ausserdem wird nur ein ganz schwaches mechanisches Gewebe angelegt, da das Gewicht der Krone nicht durch die Pflanze selbst getragen werden muss. Ein lehrreiches Gegenstück hierzu bilden die Holzarten mit immergrünen Lederblättern, wie Buchs, Kirschlorbeer, Aucuba usw., die sich durch den kleinen Durchmesser ihrer Gefässe auszeichnen. Immerhin kann man bezüglich der Entwicklungsgeschichte gewisser Pflanzenfamilien aus einer eingehenden Untersuchung der anatomischen Struktur des Holzes wichtige Zusammenhänge erschliessen, so namentlich bei den Ulmaceen: *Houlbert*[2] sieht den Bauplan des ausgewachsenen Holzes von *Ulmus* als den vollkommensten dieser Verwandtschaftsgruppe an und vergleicht den ersten Jahrring mit dem ausgewachsenen Holz der Conocephaleen und besonders der Boehmerieen; der zweite Jahrring erinnert an das Holz von *Planera, Sponia* und

---

[1] Georges A. Garrat Bearing of Wood anatomy on the relationships of the Myristicaceae Tropical Woods No. 36, S. 20—44 (1933).

[2] *Houlbert, Ch.* Phylogénie des Ulmacées. Rev. gén. de botan. **11.** 106 (1899).

anderen niederen Moraceen; der des dritten und vierten Jahres an die höheren Moraceen, und derjenige des fünften und sechsten Jahres zeigt Eigenschaften des Holzes von *Morus* und *Celtis*, d. h. die charakteristischen tangentialen Bänder von Ulmus gemischt mit inselnartigen Gruppen von Gefässen, wie sie in Morusholz vorkommen. Erst *gegen das zehnte Jahr* erreicht das Holz von *Ulmus* die typische Struktur des erwachsenen Zustandes. Der Verfasser schliesst daraus, dass das Holz von *Ulmus* phylogenetisch das jüngste sei, da jede der eben genannten Gattungen auf einem weniger differenzierten Stadium stehengeblieben ist.

Es ist daher unerlässlich bei anatomischen Holzuntersuchungen, nicht nur junge Zweige oder Stengelstücke, sondern auch ältere Stammstücke zu berücksichtigen, d. h. Holzgewebe, das seine vollkommene Differenzierung erreicht hat. Das Holz von *Ulmus* durchläuft, wie die aufeinanderfolgenden Stadien seiner Differenzierung zeigen, in abgekürzter Form die Entwicklungsgeschichte der verschiedenen Typen der Ulmaceen. Die Struktur seines ersten Holzringes erinnert an *Laportea photiniphylla*, einen der ältesten Typen dieser Verwandtschaftsgruppe, dessen grobzelliges und leichtes Holz sich kaum über den Zustand hinaus entwickelt, der von den krautigen Ulmaceen erreicht wird. Man kann sich auf diese Weise eine Vorstellung machen, wie krautige, monokarpische Stengel, wie z. B. vom Hanf oder der Brennessel, sich durch eine höhere Differenzierung ihres Holzgewebes zu strauchartigen polykarpischen Stämmchen entwickeln konnten.

Diese Betrachtungsweise findet darin eine Berichtigung, dass die Holzstruktur der primitiven Gefässpflanzen (Gymnospermen, Pteridophyten, Pteridospermen) viel einfacher gebaut und weniger differenziert ist als bei den Angiospermen, die aus einem jüngeren geologischen Zeitalter stammen.

Von den anatomischen Merkmalen, die systematisch wertvoll sind, müssen in erster Linie die verschiedenen Ausbildungsformen der Hoftüpfel genannt werden. (Fig. 15.) Die typischen Hoftüpfel, wie sie z. B. bei unseren Koniferen vorkommen, zeigen bei exotischen Leguminosen und anderen Dikotyledonen eigenartige Strukturveränderungen. *J. W. Bailey* hat eine eingehende Untersuchung darüber angestellt und bezeichnet sie als « vestured pits », was wir als « verzierte Hoftüpfel » oder auf französisch als « ponctuations ornées ou appendiculées » übersetzen können. (Fig. 16, 17 und 18.) Besser als eine lange Beschreibung geben

die Figuren ein Bild von diesen Tüpfeln, deren sekundäre Membranschicht, die an den Hof grenzt, mit verzweigten Falten oder mehr oder weniger zahlreichen knoten- oder papillenförmigen Vorsprüngen von verschiedenem Relief verziert ist. Es handelt sich dabei nicht um postmortale Quellungsbilder, wie gewisse

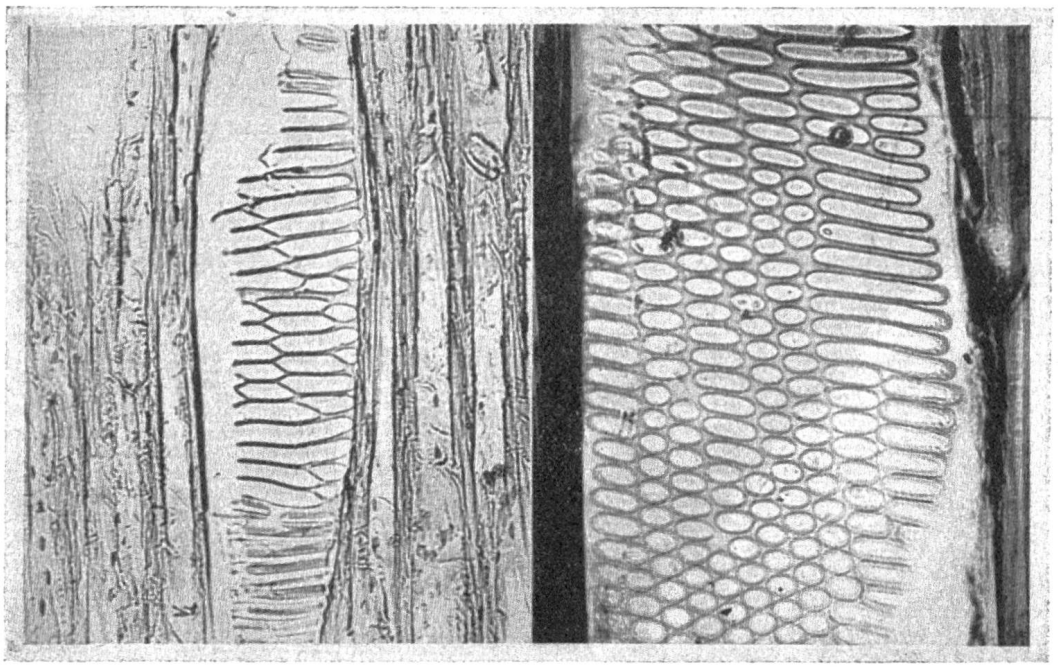


Fig. 15. Zwei verschiedene Ausbildungsformen der Tüpfel bei exotischen Hölzern. Die hellen Aussparungen von elliptischer, polygonaler, runder oder netzartiger Form sind unverdickte und wenig lignifizierte Gebiete der Gefässwandung, wodurch die Permeabilität erhöht und eine transversale Wasserbewegung ermöglicht wird. (N. Chalk.)

Anatomen ursprünglich vermuteten, sondern wie *J. W. Bailey*[1] nachweist, um Bildungen des Cytoplasmas, die während der letzten Phase der Verholzung (der Gefässe und Tracheiden) in Erscheinung treten. Es sind auch keineswegs Tüpfel mit Siebplatten, mit denen man sie, in der Meinung, sie seien von Plasmodesmen durchsetzt, oft verwechselt hat. Bailey gibt indessen zu, dass es nicht ausgeschlossen sei, dass gewisse dieser Bildungen von einer postmortalen Anhäufung fester Substanzen während der Umwandlung des Splints in Kernholz herrühren. Doch unterscheiden sich die typischen verzierten Tüpfel von solchen zufälligen Bildungen durch ihre konstante und genau bestimmte Struktur, sowie durch ihre regelmässige Verteilung über das gesamte Leitgewebe bei

[1] *J. W. Bailey.* Structure, Distribution and Diagnostic signification of vestured pits on Dicotyledones. Journal of the Arnold Arboretum Bd. 14, S. 259—273, 3 Tafeln, 4 Abbildungen, Boston 1933.

allen Vertretern einer Art, und zwar unabhängig von deren Herkunft.

Verzierte Hoftüpfel sind bisher im sekundären Holz bei 25 von 152 untersuchten Familien gefunden und beschrieben worden; sie sind bis jetzt bei 2660 Arten, die 979 Gattungen angehören, bekannt. Abgesehen von einigen Ausnahmen kann die An- oder Abwesenheit solcher Tüpfel als charakteristisches Unterschei-

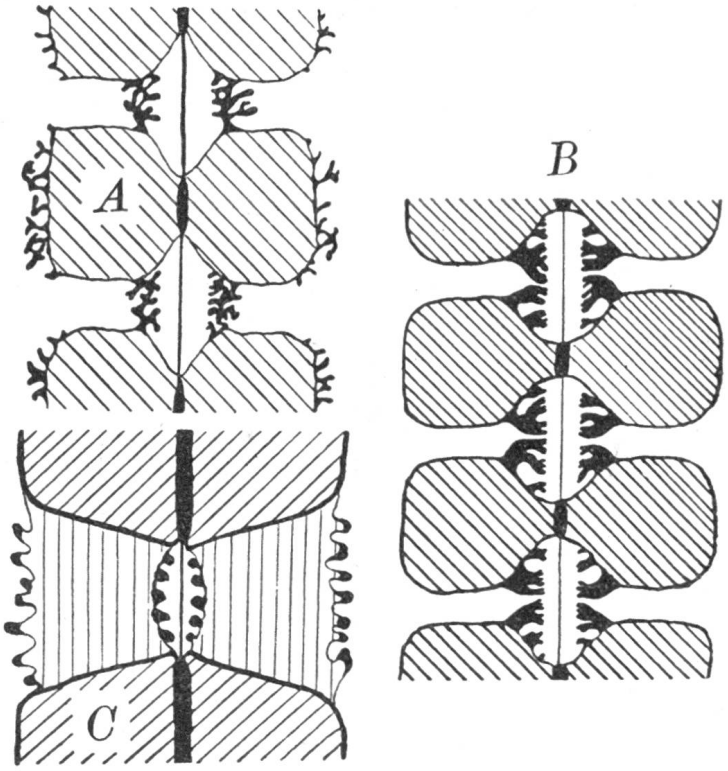


Fig. 16. Verzierte Tüpfel : A. Querschnitt; C. Längsschnitt; B. Längsschnitt eines anderen Typus. (N. Bailey, Tropical Woods Nr. 31.)

dungsmerkmal innerhalb bestimmter Familien betrachtet werden. *W. Bailey* zeigt z. B., dass diese Tüpfel bei allen Arten und Gattungen der Leguminosen vorkommen, ausser bei den Bauhineae; umgekehrt fehlen sie bei den Euphorbiaceen überall, mit Ausnahme der Bridelieae. Sie sind bei den albumenfreien Ochnaceen vorhanden, fehlen jedoch bei den albumenhaltigen Vertretern dieser Familie. Ebenso treten sie bei den 107 untersuchten Arten der Fagaceen nirgends in Erscheinung. Die einzige Schwierigkeit, die sich einer allgemeinen Anwendung dieses Unterscheidungsmerkmales in der Systematik entgegenstellt, ist die Verwechslung der pseudoverzierten Hoftüpfel mit den echten, denen allein der Wert von Gattungs- oder Artmerkmalen zukommt. Solche Verwechslungen können nur sehr gewandte Anatomen vermeiden, die über

ein grosses Vergleichsmaterial verfügen. Ohne der Gegenwart oder dem Fehlen der verzierten Tüpfel eine allzu grosse phylogenetische Bedeutung zuschreiben zu wollen, muss immerhin darauf hingewiesen werden, dass sie nur bei den hochspezialisierten Gefässpflanzen auftreten, während sie im allgemeinen bei Typen mit einer einfacheren anatomischen Struktur, im besonderen bei den Koniferen, nicht vorhanden sind. Jedenfalls hat die Entdeckung verzierter Tüpfel im Holz bei strittigen Arten gestattet, eine Anzahl Fehlbestimmungen, die auf ungenügendes Herbarmaterial zurückzuführen waren, zu berichtigen. Zum Beispiel gleicht das sekundäre Holz von *Maclura pomifera* merkwürdig demjenigen von *Robinia pseudacacia*, doch kann es deutlich von ihm unterschieden werden, da bei Robinia verzierte Hoftüpfel auftreten, während sie bei Maclura vollständig fehlen. Obschon die verzierten Tüpfel mit Vorliebe auf den Scheidewänden vorkommen, die zwei aneinanderstossende Gefässe voneinander trennen, können sie sich, allerdings seltener, auch auf der inneren Wandfläche von Tracheiden oder sogar von Holzfasern vorfinden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Holzanatomie wertvolle Hinweise für die Systematik und die Bestimmung der Holzarten liefert; sie bringt aber auch neue Probleme mit sich, von denen zahlreiche noch ihrer Lösung harren. Erwähnen wir, dass jeder anatomischen Struktur eine physiologische Bedeutung zukommt. Es ist daher plausibel anzunehmen, dass die merkwürdige Vielgestaltigkeit, die bei den verschiedenen Holzstrukturen in Erscheinung tritt (besonders hinsichtlich der Form, der Anordnung, der Dimensionen, der Anzahl und des gegenseitigen Verhältnisses der Bauelemente), ebenso vielen Varianten der physiologischen Funktionen entsprechen. Obgleich die Grundfunktionen des Holzkörpers bei allen Arten dieselben sind, muss man doch annehmen, dass sie sich in der verschiedensten Weise auswirken. Worin die Natur dieser kleinen Unterschiede besteht, lässt sich zur Zeit nicht angeben. Die in der Ausbildung der Hoftüpfel vorkommenden Verschiedenheiten zeigen, dass die Rolle dieser Tüpfel als Permeabilitätsorgane auf verschiedenen Wegen verwirklicht werden kann und dass offenbar die erwähnten Struktureigentümlichkeiten durch eine entsprechende Anzahl spezifischer Bedürfnisse bedingt sind.

Neben der mikroskopischen Untersuchung gestattet auch das Studium der Micellarstruktur der Zellwände, zahlreiche ihrer phy-

sikalischen und physikalisch-chemischen Eigenschaften zu erklären oder doch besser zu verstehen. Der submikroskopische Aufbau der Zellwände liefert unter anderem den Schlüssel zu den Erscheinungen des Schwindens und des Quellens der Hölzer. Da indessen diese feine Struktur nicht etwas unveränderlich Gegebenes ist, sondern von der mechanischen Beanspruchung des Hol-

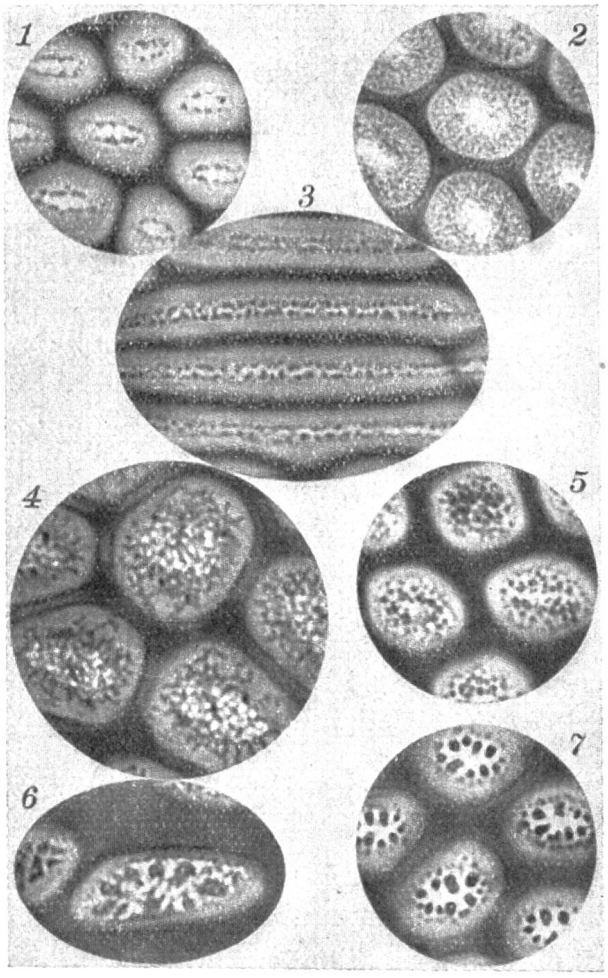


Fig. 17. Flächeninhalt von verschiedenen Typen verzierter Tüpfel. (N. Bailey.)

zes während seines Wachstums abhängt, ist die Kenntnis dieser Verhältnisse sehr wichtig. Im Weiss- und Rotholz eines exzentrisch gewachsenen Stammes, die nach ihrer Entstehungsweise auch Zug- und Druckholz (oder Buchs) genannt werden, sind die Zellwände verschieden struiert. Die submikroskopischen Zelluloseteilchen oder Micellen, die als Stäbchen aufzufassen sind, verlaufen in den Holzfasern des Zugholzes mehr längs, im Druckholz dagegen mehr oder weniger quer oder schraubig. Da nun Quellen und Schwinden von der Anordnung dieser Micellen abhängig ist,

verhalten sich Zug- und Druckholz bei Veränderungen des Wassergehaltes ganz verschieden. Dies äussert sich namentlich in ungleicher Wasseraufnahme und -abgabe, wie aus diesen Bildern deutlich hervorgeht. Weiter kann in diesem Rahmen nicht auf die Grundlagen des Quellens und Schwindens eingegangen werden. (Dies wurde in einer Spezialstudie in Zusammenarbeit mit Herrn

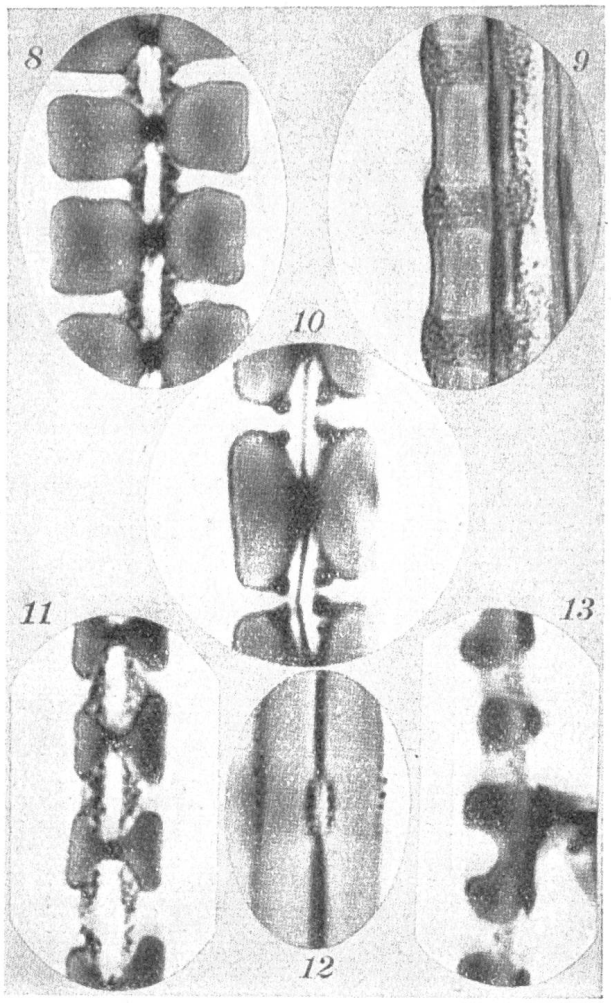


Fig. 18. Profilansicht von verschiedenen Typen verzierter Tüpfel. (N. Bailey.)

Dr. Frey-Wyssling ausführlich behandelt.) (Siehe Fig. 19—23.) Wenn solche Untersuchungen auf den ersten Blick eher theoretisch erscheinen mögen, so rechtfertigt die wichtige Frage des unregelmässigen Schwindens des Rotholzes und die vielen Schäden, die bei buchsigem Holze auftreten können, wissenschaftliche Studien in dieser Richtung vollkommen. Denn nur wenn der Schwindungsmechanismus bis ins submikroskopische Gebiet hinein befriedigend verstanden sein wird, kann man daran denken, mit Erfolg die Nachteile des Quellens und Schwindens von Holz zu vermindern.

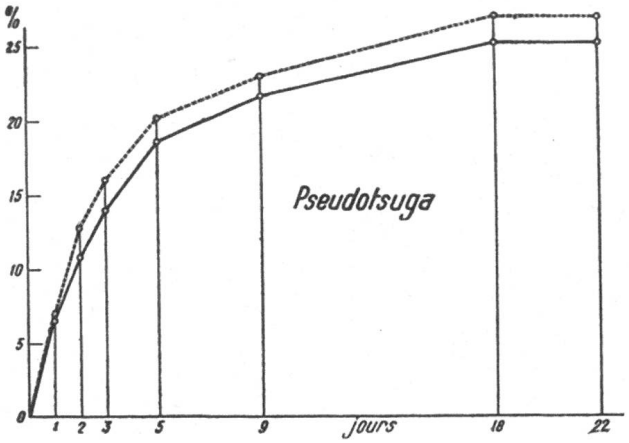


Fig. 19.
Quellungskurven des getrockneten Holzes von *Populus alba.* ——— = Druckholz; ····· = Zugholz. Ordinate: Wasseraufnahme in % des Trockengewichtes. Abszisse: Zeit. Das Zugholz nimmt in der feuchten Kammer weniger Wasser auf als das Druckholz.

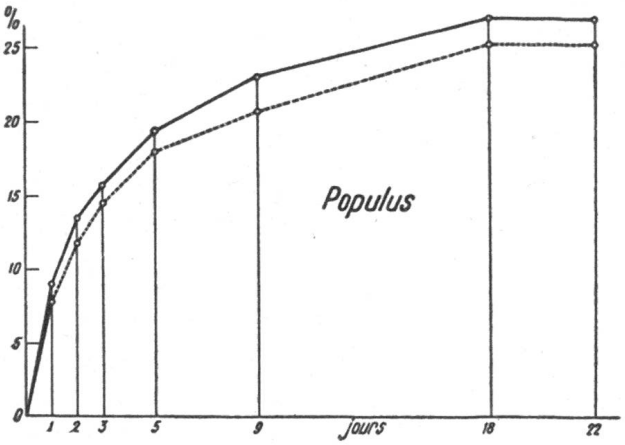


Fig. 20.
Quellungskurven des getrockneten Holzes von *Pseudotsuga Douglasii.* ——— = Druckholz; ····· = Zugholz. Ordinate: Wasseraufnahme in % des Trockengewichtes. Abszisse: Zeit. Das Zugholz nimmt in der feuchten Kammer mehr Wasser auf als das Druckholz.

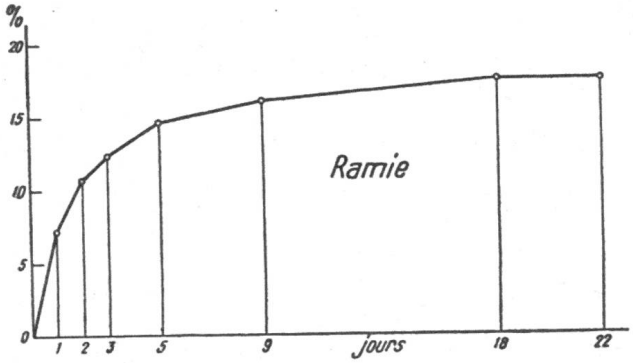


Fig. 21.
Quellungskurve der Ramiefaser (*Boehmeria tenacissima).* Ordinate: Wasseraufnahme in % des Trockengewichtes. Abszisse: Zeit. Die reine Zellulose nimmt weniger Wasser auf als verholzte Fasern

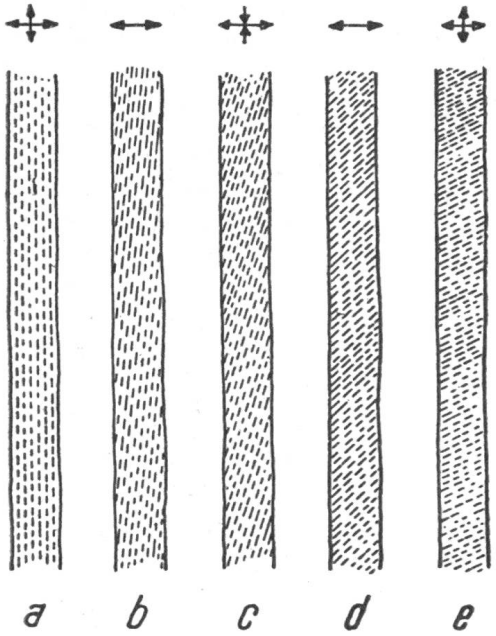


Fig. 22. Erklärung im Text.

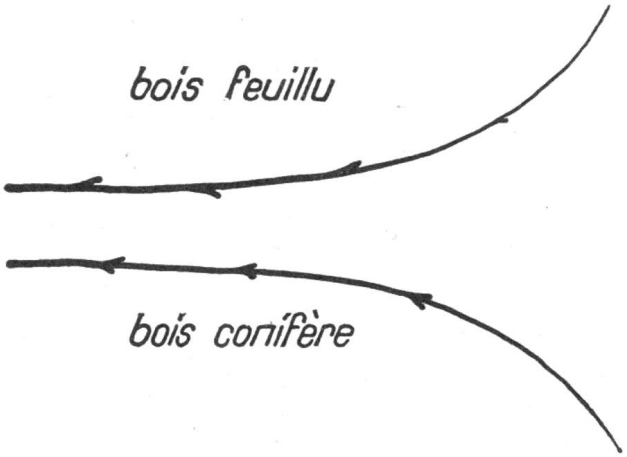


Fig. 23.
Krümmungsreaktionen trocknender Baumäste. Laubholzäste krümmen sich infolge grösserer Längsschwindung des Zugholzes nach oben, Nadelholzäste dagegen durch stärkeres Längsschwinden des Druckholzes nach unten.

Auch manche Beziehungen zwischen den mechanischen Biegungs-, Zug- und Druckbeanspruchungen der Holzfasern und ihrem Bau können auf Grund der Micellarstruktur aufgeklärt werden.

Es ist vor allem wünschenswert, solche Beziehungen genau zu kennen, die zwischen den verschiedenen Festigkeitskonstanten der Hölzer und der submikroskopischen Struktur ihrer Holzfasern bestehen. Die Untersuchungen, die wir, A. Frey-Wyssling und ich, in dieser Richtung unter Mithilfe der Eidgenössischen Materialprüfungsanstalt verfolgen, haben bereits zu aufschlussreichen Ergebnissen geführt.

* * *

Verglichen mit Eisen und Beton, besitzt also das Holz eine viel kompliziertere und weniger einheitliche Struktur. Es ist daher begreiflich, dass gegen seine Verwendung für technische Zwecke Bedenken erhoben worden sind, und dass das Holz im Vergleich zu seinen Konkurrenten Eisen und Beton etwas vernachlässigt wird. Trotzdem hat sich seine technische Verwertung auf den verschiedensten Gebieten bewährt. Aber sein Verbrauch könnte noch wesentlich gesteigert werden, wenn der innere Bau des Holzes dem Techniker besser bekannt wäre. Selbstverständlich kann man nicht erwarten, dass jeder Holzverbraucher ein durchgebildeter Holzanatome sei, ebensowenig als der Bauunternehmer, der mit Eisen oder armiertem Beton zu tun hat, die mikrographischen Methoden zu beherrschen braucht, die über die Festigkeit dieser Materialien Auskunft geben. Es wäre aber für die Holztechniker von grossem Nutzen, sich durch Fühlungnahme mit Spezialisten eine richtige Anschauung über die mikroskopische Struktur der verschiedenen Hölzer zu bilden, da, wie wir gezeigt haben, deren technische Eigenschaften von dieser feinen Struktur abhängen.

Pflanzenphysiologisches Institut der E. T. H. Zürich.

Literatur.

Es seien hier nur einige wenige Daten aus der sehr reichlichen Holzliteratur erwähnt.

British Hardwoods, their Struction and Identification, by L. Chalk and B. J. Rendle.

Forest Products Research Imperial Forestry Institute *Oxford* 1924.

Some East african Coniferae and Leguminosae, by L. Chalk, J. Burtt Davy and H. G. Desch. *Oxford* 1932.

Identification of the Coloured Woods of the Genus *Eucalyptus* by H E. Dadswell and Maisie Burnell *Melbourne* 1932.

Dadswell and Eckersley. The Identification of the Principal Commercial Australian Timbers other than Eucalyptus. *Melbourne* 1935.

Multiperforate Plates in Vessels, by L. Chalk. Imperial Forestry Institute *Oxford* 1933.

Imperial Forestry Institute *Oxford* 1933.

Emile Perrot. Essai d'identification des bois tropicaux. — Les bois de la Côte d'Ivoire. — La Rose, éditeur, *Paris* 1921.

Paul Jaccard. Etude anatomique de bois comprimés. Mitteil. der Schw. Centralanstalt für d. forstl. Versuchswesen. Bd. X, Heft 1. *Zürich* 1910.

Paul Jaccard und A. Frey. Quellung Permeabilität und Filtrationswiderstand des Zug- und Druckholzes von Laub- und Nadelbäumen. Gebr. Bornträger. *Leipzig* 1928.

L. Chalk and Miss M. Chattaway. Measuring the Length of Vessel Members Tropical Woods No. 40, p. 19—26 (1934).

J. Rendle and H. Clarke. The diagnostic Value of Measurments in Wood Anatomy. Tropical Woods No. 40, p. 27—37 (1934).

H. E. Desch. Signifiance of numerical Values used in describing Woods. Tropical Woods No. 29, p. 20—27 (1932).

Irwing W. Bailey. The Role of the Mikroscope in the Identification and Classification of the «Timbers of Commerce». Journal of Forestry. Vol. XV, 1917. 12 p., 2 fig., 3 Taf.

Samuel Record. Role of Wood Anatomy in Taxonomy. «Tropical Woods.» Yale University. No. 37. 1934.

S. Record. Identification of the Timbers of Temperate North America. *London* and *New-York* 1934.

H. P. Brown and A. J. Panshin. Identification of the commercial Timbers of the U. S. A.

Der Kleindarre zum Abschied.

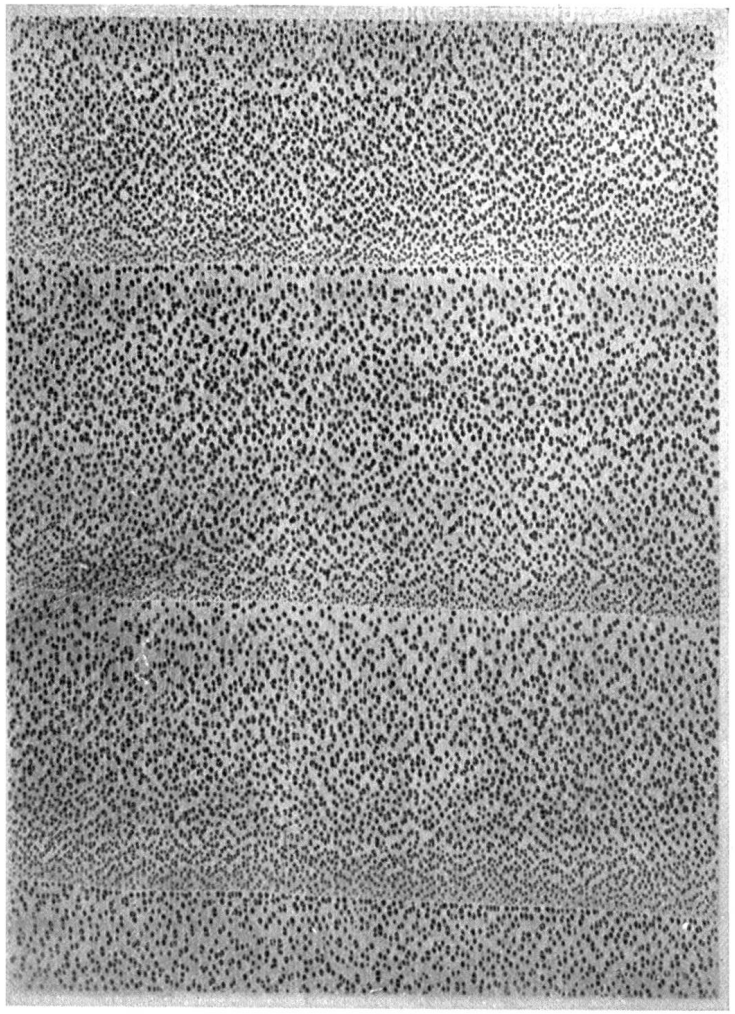
Von A. Henne, eidgen. Forstinspektor.

Anlässlich meines auf den Monat Mai bevorstehenden Austrittes aus dem Forstdienste, möchte ich doch meine langjährigen Erfahrungen und Beobachtungen bezüglich Beschaffung von Waldsamen sicherer und geeigneter Herkunft, des Klengwesens und besonders des Betriebes der Kleindarre Bern in Rückblick und Ausblick zusammenfassen.

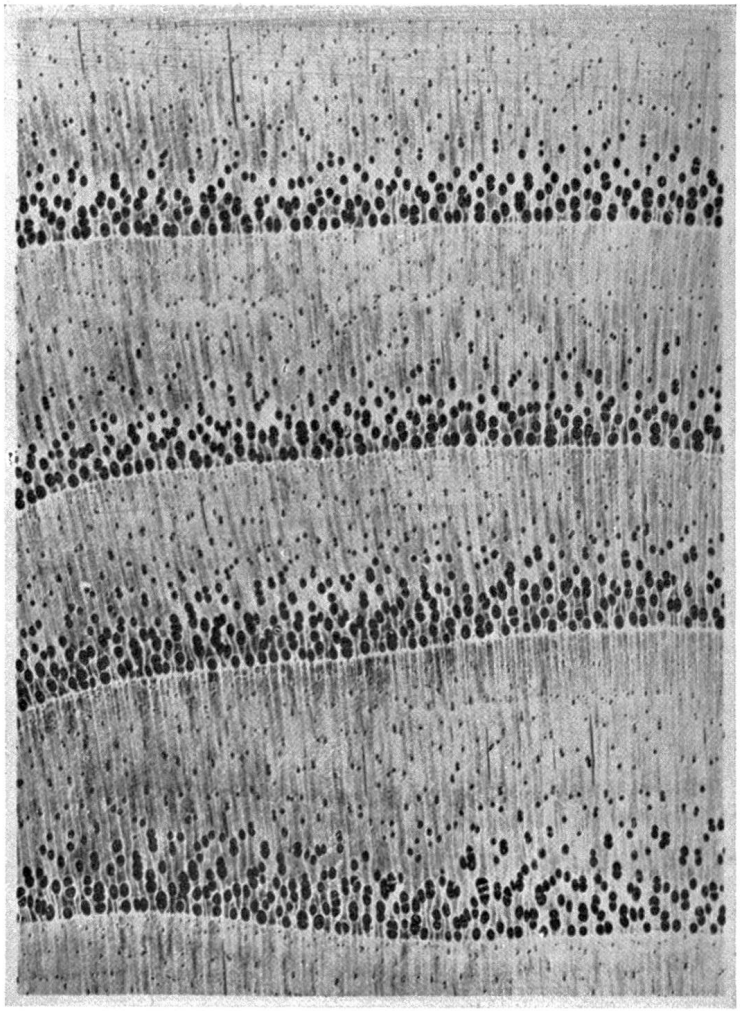
Rückblick.

Die Versuche über die *Aufbewahrung von Vorratssamen* wurden mit dem früheren Material, hauptsächlich *Fichtensamen aus dem Gurnigelgebiet,* fortgesetzt. Nebenstehende Tabelle mit graphischer Darstellung bildet den Ausbau derjenigen von 1934 und 1935.[1] Wie es in der Mitteilung von 1935 für die zweijährige Aufbewahrung der Samen geschehen war, so wurde nun für die drei Jahre aufbewahrten Samen der Mittelwert der vier Herkünfte herausgerechnet. Die Tabelle gibt eine Übersicht der erreichten Keimprozente und die graphische Dar-

[1] Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen 1934, S. 160 u. 161, 1935 S. 219 u. 220.

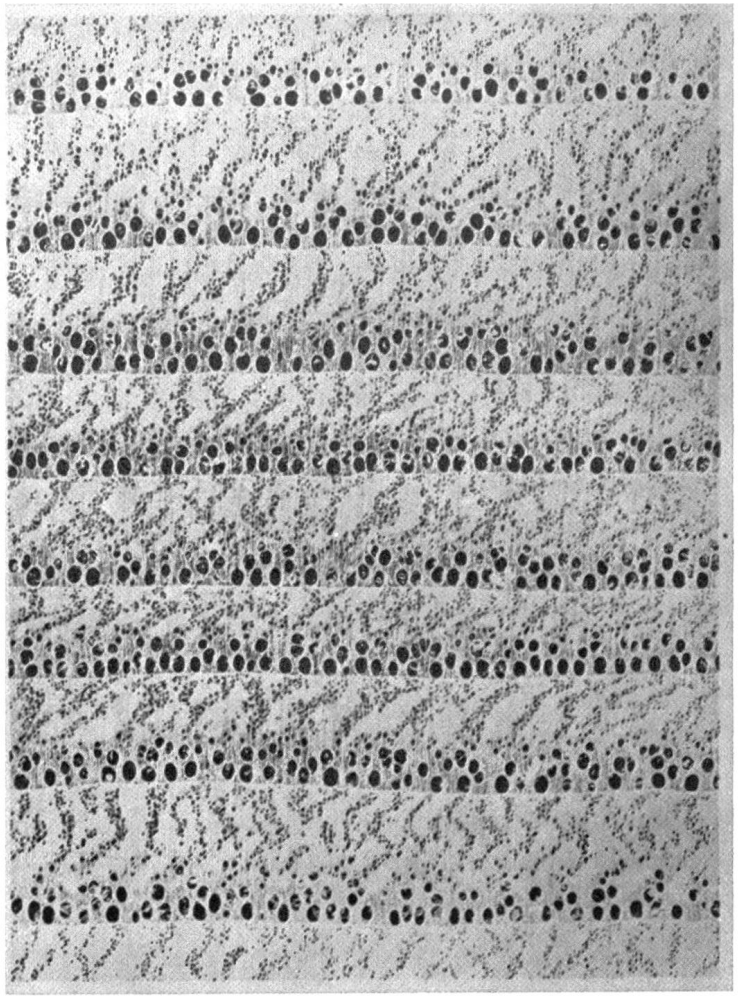


Pappel *(Populus serotina).*

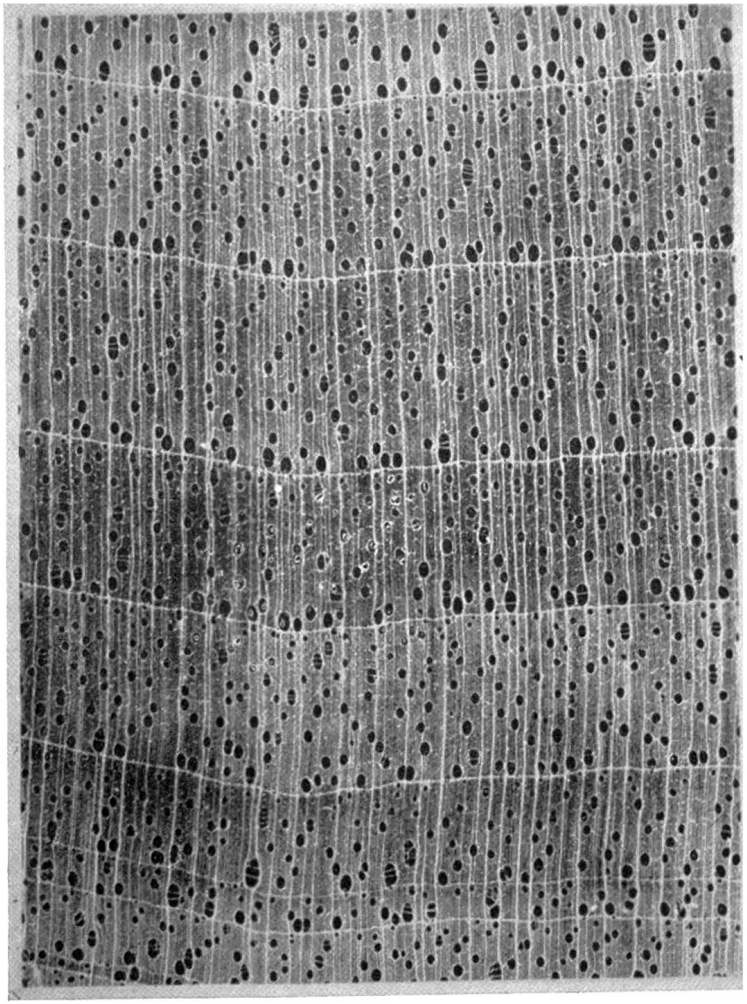


Esche *(Fraxinus excelsior).*

Mikrophotographie von Stammquerschnitten (nach L. Chalk und B. J. Rendle).



Kastanienbaum *(Castanea sativa).*



Nussbaum *(Juglans regia).*

Mikrophotographie von Stammquerschnitten (nach L. Chalk und B. J. Rendle).