UBER DIE VERWENDUNG DES ASCHENBILDES FÜR DIE BESTIMMUNG TECHNISCH VERWENDETER HÖLZER

VON

KAMETARO OHARA

MIT 2 TAFELN

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 8. JULI 1926

1. Einleitung.

Mollsch[1] hat besonders darauf aufmerksam gemacht, daß die Asche der verschiedenen Pflanzengewebe nicht immer formlos ist, sondern daß sie häufig eine bestimmte Struktur aufweist. Dieses sogenannte Aschenbild oder Spodogramm kann zur Diagnose pflanzlicher Objekte herangezogen werden.

Auf Grund von Hunderten von mikroskopischen Aschenuntersuchungen hat Molisch[2] nachdrücklich gezeigt, daß »für die Beschreibung und Erkennung eines Pflanzenobjekts nicht bloß die Anatomie des Gewebes, sondern auch die Morphologie seiner Asche herangezogen werden kann, da das Aschenbild entweder durch sein Zellskelett oder durch bestimmte Inhaltskörper oder Leitfragmente und ihre bestimmte Anordnung für jede Pflanzenart sehr charakteristisch ist«.

Bezüglich der praktischen Anwendung des Aschenbildes auf dem Gebiete der angewandten Botanik hat Molisch[3] in seiner Abhandlung darauf hingewiesen, daß das Spodogramm zur Feststellung der Zugehörigkeit einzelner Pflanzen zu gewissen Familien, z. B. zu den Gramineen, Cyperaceen, Orchideen u. a., benutzt werden kann. In manchen Fällen hat man dies auch schon früher getan, so bei den Diatomeen, Equisetaceen, dem Manilahanf, dem japanischen Papier u. a.,[4] aber eine allgemeine Heranziehung des Aschenbildes für die angewandte Botanik wurde erst von Molisch empfohlen.

Was nun das Aschenbild von Hölzern anbelangt, so hat man dieses bisher außer acht gelassen, obgleich die Erkennung der Arten auf Grund der anatomischen Eigentümlichkeiten allein immerhin schwierig ist.

Die vorliegende Arbeit, die ich im pflanzenphysiologischen Institut der Universität in Wien unter Leitung des Herrn Prof. Molisch, dem der Verfasser zu herzlichstem Dank verpflichtet ist, ausgeführt habe, bezweckt, durch das Aschenbild die Bestimmung dikotyler Holzarten zu erleichtern.

Auf einige physiologisch-anatomische Erscheinungen, die ich sowohl in den Aschenbildern als auch bei der mikroskopischen Behandlung der intakten Gewebe beobachten konnte, habe ich auch gelegentlich Rücksicht genommen.

---

[1] Molisch H.: Aschenbild und Pflanzenverwandtschaft. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss., mathem.-naturw. Kl., Nr. 129, p. 201, 1920.

[2] Derselbe, l. p. 31.

[3] l. c., p. 27—30.

[4] Ohara K.: A Method of Detecting Plant Mucilage in the Japanese Paper. Report of the Laboratory for the Testing Commercial Products. No. 1. Otaru Higher Commerial School, Japan, 1917.

Derselbe: Über die Verwendung des Aschenbildes für die Erkennung japanischer Papierfasern. Österr. Bot. Zeitschr., Jhrg. 1926, Nr. 7—9, p. 153—157

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

2. Materialien und Methodik.

Die Hölzer für meine Untersuchungen wurden mir vom pflanzenphysiologischen Institut der Wiener Universität zur Verfügung gestellt. Aus der umfangreichen Holzsammlung des genannten Institutes habe ich von Wilhelm[1] angeführte, wichtige, nützliche europäische Dikotyledonenhölzer nebst den exotischen Hölzern, die für technische Zwecke verwendet werden, für meine Untersuchungen ausgewählt.

Betreffs der Methodik der Untersuchungen sei folgendes erwähnt: Ein verhältnismäßig dicker Holzspan wurde aus der Spiegelfläche ausgeschnitten, da der Radialschnitt ein gutes Übersichtsbild des ganzen Holzgewebes liefert. Dieser Holzspan wurde dann auf einem Platinblech mit der kleinen Flamme des Bunsenbrenners bis zum völligen Weißwerden verascht. Die Asche wurde dann in Anilinöl sorgfältig eingeschlossen. Es soll beim Veraschen vermieden werden, die Probe unnötig stark zu erhitzen, weil dadurch die Struktur der Asche durch das Zusammensintern und teilweise Schmelzen gewisser Bestandteile undeutlich wird. Durch allzu reichliches Auftreten anorganischer Gebilde, insbesondere von Krystallen in der Asche, ist manchmal die Untersuchung — besonders die Bestimmung der Verteilung dieser Gebilde — erschwert. In diesem Falle muß man dünne Holzspäne veraschen, um dadurch ein klares Bild zu erhalten. Im allgemeinen eignen sich dicke Stücke besser zum Veraschen als dünne, weil das Vorhandensein der in geringerer Menge vertretenen Bestandteile nur in der Asche dicker Holzspäne beobachtet werden kann.

Die Gebilde im Aschenbild wurden immer mit denen der intakten Gewebe identifiziert. Für diesen Zweck wurden dünne Schnitte von 10 bis 20 μ mit einem Mikrotom angefertigt. Das Verfahren von Kisser,[2] d. i. das Schneiden des harten Holzes unter Dampfströmung, hat diese Untersuchung wesentlich erleichtert.

3. Die in der Holzasche vorkommenden Gebilde und ihre physiologische Bedeutung.

Unter den Aschenpräparaten der 108 untersuchten Holzarten zeigten 43 keine charakteristischen Gebilde, die die Holzart erkennen lassen. Die anderen wiesen solche auf, und zwar:

a) Kalkoxalatkrystalle.

Unter den verschiedenen Gebilden in den Aschenbildern spielen die Kalkoxalatkrystalle eine große Rolle. Wie bisher bekannt, krystallisiert Kalkoxalat im Pflanzenkörper in zwei Hydratstufen, nämlich als Kalkoxalatmonohydrat und -trihydrat. Man kann sie dadurch voneinander unterscheiden, daß Kalkoxalatmonohydrat monoklin, Kalkoxalattrihydrat im tetragonalen System krystallisiert und außerdem das erste unter dem Polarisationsmikroskop eine höhere Interferenzfarbe zeigt als das zweite.

Frey[3] unterschied bei den Kalkoxalatmonohydratkrystallen folgende vier Kombinationen:

Pinakoid.	e {$\bar{1}10$}	(Pinakoid),
Seitliches Pinakoid	b {010}	(Klinopinakoid),
Prisma I. Stellung	x {011}	(Klinodoma),
Prisma II. Stellung	m {110}	(Prisma).

Alle diese Kombinationen kann man auch in der Asche unter dem Mikroskop finden. Das Pinakoid, die ausgezeichnete Zwillingsfläche, ist nach Frey nichts anderes als die Fläche, die in den Lehrbüchern der Pflanzenanatomie und Mikrochemie durchwegs als Basis bezeichnet wird. Die gewöhnlichen Formen in der Holzasche sind die Kombination von e ($\bar{1}10$) und x (011) — das sogenannte monokline Rhomboeder der Botaniker —, die Kombination der obengenannten Flächen mit b (010) oder mit m (110) und diejenige mit beiden Flächen. Während die erstgenannte Kombination gewöhnlich einen isodiametrischen Habitus hat, kommen die andern in verschiedenen Trachten vor. Obgleich andere Formen

---

[1] Wilhelm K.: Hölzer, in »Rohstoffe des Pflanzenreichs« von J. v. Wiesner. 1917, 3. Auflage.

Kisser J.: Die Dampfmethode, neues Verfahren zum Schneiden härtester pflanzlicher Objekte. Zeitschr. f. Mikroskopie, Bd. 43, 1926.

[3] Frey A.: Calciummonohydrat und -trihydrat in der Pflanze. Vierteljahrschr. d. Naturforsch.-Gesellsch., Zürich, LXX., 1925.

mit *b* und *m* das deutliche Bestreben besitzen, nach *e b* sich zu erstrecken, entwickeln sehr häufig *e* und *x* sich gleichmäßig, wodurch isodiametrische Krystalle entstehen.

Wenn die Krystalle mit den Flächen *e, b, x,* ohne *m* und auf *b* gelegt, auftreten, dann kann man sie unter dem Mikroskop leicht von anderen durch ihren vierkantigen, langgestreckten Umriß unterscheiden (Fig. 8). Diese Krystalle mit ihren charakteristischen Zwillingsformen kommen nur bei einigen Hölzern, wie z. B. bei *Laurus nobilis,* vor und ergeben im Aschenbild ein Unterscheidungsmerkmal. In den Aschenbildern der Hölzer, ja sogar in einem einzigen Aschenbild kommen die Kalkoxalateinzelkrystalle in verschiedenen Trachten vor. Zwillinge dieser Formen nach *e* treten auch sehr oft auf. Diese zeigen in der Asche einen fünfkantigen Umriß (Fig. 5*x*).

Neben den sogenannten Einzelkrystallen finden sich auch Drusen in der Asche vor, aber nicht so häufig wie die Einzelkrystalle (Fig. 3). Manchmal findet man Durchkreuzungszwillinge von verschiedenen Krystallformen, die auch ein Unterscheidungsmerkmal abgeben (Fig. 18). Raphiden und Krystallsand habe ich in Holzgeweben nicht gefunden.

Was nun die Lokalisation der Krystalle in den intakten Geweben der Hölzer anlangt, so kann man sie meistens in den Markstrahl- und Strangparenchymzellen finden. Manchmal befinden sich Krystalle auch in den Libriformfasern, wobei sie sich dicht aneinander legen (Fig. 19). Wenn man krystallenthaltende Asche von diesen Fasern stark erhitzt, schmelzen die Krystalle zusammen, wodurch sie undeutlich werden *(Salix alba).*

Bezüglich der Verteilung der genannten Krystalle in den Markstrahlen ist zu sagen, daß sie entweder nur in den Kantenzellen (Fig. 5) oder im ganzen Gewebe des Strahles vorkommen (Fig. 7). Entweder enthalten mehrere nebeneinander liegende Kantenzellen je einen Krystall, oder es führen nur hie und da einzelne Kantenzellen einen Krystall. Manchmal treten die Krystalle gleichzeitig in den beiden Geweben, nämlich in den Markstrahlen und im Strangparenchym, auf. In diesem Falle zeigt die Anordnung der Krystalle in der Asche ein charakteristisches Bild — Kreuzung der beiden Krystallreihen (Fig. 10).

Im Holzkörper liegt das krystallführende Strangparenchym entweder an den Gefäßen oder in der Grundmasse. In beiden Fällen tritt dieses Gewebe in einzelnen oder in mehreren Zellreihen auf.

Wenn um ein weitlumiges Gefäß ein krystallführendes Strangparenchym gelagert ist, so erscheinen die Krystalle in der Asche in Bändern angeordnet (Fig. 16, 17). Noch deutlicher kann man diese bandförmige Anordnung der Krystalle beobachten, wenn krystallführendes Strangparenchym nur im Frühholz reichlich vorhanden ist (Fig. 14). Manchmal kommen nur in diesen Bändern Krystalle vor, so daß Reste des Aschenbildes von Krystallen ganz frei bleiben (Fig. 14, 17).

Frey[1] kam durch seine physiko-chemischen Untersuchungen zu der Ansicht, daß »die Calcium- und Oxalationen unabhängig voneinander in der Pflanze auftreten. Die Calciumionen steigen in den Leitungsbahnen aus dem Boden herauf, und die Oxalationen entstehen in den Geweben mit intensiver Lebenstätigkeit. Überall dort nun, wo die Calciumionen des Nährstromes oder Transpirationswassers Oxalationen begegnen, ist die Möglichkeit vorhanden, daß sich Calciumoxalat niederschlägt, sobald das Löslichkeitsprodukt $(Ca).(C_2O_4) = 1 \cdot 8.10^{-9}$ überschritten wird«. Infolgedessen treten die Kalkoxalatkrystalle vorzugsweise längs der Wasserleitungsbahnen auf, insbesondere dort, wo die Leitungsbahnen mit den Geweben in Kontakt treten, wo Oxalationen produziert werden.

Wie oben erwähnt, treten die Kalkoxalatkrystalle im Holzkörper vorzugsweise in den Markstrahlen und im Strangparenchym auf. Die Kantenzellen der Markstrahlen und die Strangparenchymzellen an den Gefäßen sind die geeigneten Stellen, wo das reichliche Vorkommen der Krystalle beobachtet werden kann. Diese Erscheinung, die die Verteilung der Krystalle im Aschenbild ergab, deckt sich gänzlich mit der Annahme von Frey über das Vorkommen der Krystalle an den Gewebegrenzen, gleichzeitig bestätigt sie seine Meinung, daß das Kalkoxalatmonohydrat sich in »vollkommener Lokalisation«[2] befindet.

Bei *Salix alba,* wo das Strangparenchym fehlt, kommen Krystallfasern vor. Es ist höchstwahrscheinlich, daß die dünnwandige Libriformfaser dieser Pflanze an Stelle des Strangparenchyms als Leitungsbahn dient.

---

[1] Frey A.: L. p. 58.
Derselbe, l. p. 44.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

b) Kieselsäureablagerung.

Die Kieselsäure wird ausgeschieden: 1. an der Oberfläche der Pflanze, beziehungsweise Pflanzenzelle, 2. in der Membran und 3. im Zellinnern. Selbstverständlich kommt beim Holz der erste Fall nicht vor.

Die Ablagerung der Kieselsäure im Holzkörper war bis jetzt nur bei wenigen Holzarten bekannt. Im Laufe meiner Untersuchungen fand ich aber diese Erscheinung bei fünf Holzarten, nämlich *Magnolia hypoleuca, Quassia amara, Cinnamomum camphora, Machilus Thumbergii* und *Tectona grandis,* wobei das reichliche Auftreten der genannten Säure nur bei *Tectona grandis*[1] bekannt war.

Als Beispiele von Pflanzen mit verkieselter Membran muß ich zunächst zwei Lauraceen, nämlich *Cinnamomum camphora* und *Machilus Thumbergii,* welche aus Südjapan stammen, hier nennen.

Es ar sehr auffallend, daß die Kieselsäure bei diesen Hölzern so reichlich abgelagert ist, daß ein dünner Schnitt davon nach Veraschung noch ziemlich fest erhalten blieb. Die die Grundmasse bildenden dünnwandigen Fasern sind ausnahmslos verkieselt. Durch Behandlung mit konzentrierter HCl und HNO_3, ja sogar mit Chromschwefelsäure werden diese Gebilde sowohl in der Asche als auch in den intakten Geweben nicht gelöst. Erhitzt man die Asche von *Machilus Thumbergii* etwas stärker, so schmelzen die Faserenden zusammen, und diese veranlassen das Auftreten von mit Luftblasen versehenen Kieselsäurekügelchen. Ähnliche Gebilde, die ich manchmal bei einigen anderen Hölzern, wie *Populus nigra,* beobachtete, obgleich sie dort nicht so reichlich vorhanden waren, sind meiner Meinung nach auch aus derselben Substanz entstanden. In den Aschenbildern der genannten Lauraceen kommen auch andere Gebilde, wie Kalkoxalatkrystalle, Abgüsse der Markstrahl- und Strangparenchymzellen, vor, worüber ich unten eingehender berichten werde.

Unter den Kieselsäureablagerungen im Zellinhalt sind die von *Tectona grandis* bemerkenswert. In den Geweben nahe dem Mark der genannten Pflanze beobachtet man eine reichliche Ablagerung der Kieselsäure in den verschiedenen Gewebeelementen. Die weitlumigen Gefäße dieser Pflanze sind gänzlich mit der durchsichtigen homogenen Kieselsäure ausgefüllt, ausschließlich der Thyllen, die reichlich in den Gefäßen vorhanden sind (Fig. 20). Verascht man die Gewebe bis zum völligen Weißwerden und behandelt die Asche mit konzentrierter HCl, so bleiben in der Asche nur die Kieselsäureausfüllungen der Gefäße übrig und darin erscheinen die Thyllen nur als inhaltlose Blasen. Wenn diese Gebilde mit Safranin gefärbt werden, kann man sehr deutlich dieses Verhältnis beobachten. Der Inhalt der Thyllen ist vor der Behandlung mit HCl grau bis schwarz gefärbt, es wird davon noch später die Rede sein. Bei dieser Pflanze werden auch andere englumige Gefäße verkieselt, welche auch in der Asche charakteristische Bilder bieten. Fig. 21 zeigt diese Ablagerung der Gefäße, darauf die Abgüsse der spiraligen Verdickungen und kleinen Tüpfeln.

Ähnliche Abgüsse der Gefäße mit Kieselsäure beobachtete ich auch im Aschenbild von *Quassia amara,* in dem die feinere Struktur der Gefäßwände auch erscheint (Fig. 23). Es ist von nicht geringem Interesse, daß die reichliche Kieselsäureablagerung bei dieser Pflanze in dem jungen Astholz, sogar in allen Teilen des Holzes vorkommt.

Bei *Magnolia hypoleuca* sind die Libriformfasern auf der Innenseite nur teilweise mit Kieselsäure inkrustiert, so daß sie in der Asche wie Fragmente der Fasern erscheinen (Fig. 32a). In dem Aschenbild derselben Pflanze findet man manchmal Abgüsse der Strangparenchymzellen, die wie ein Schaum aussehen. Diese schaumartige Struktur beruht, wie auch von Kohl[2] für andere Pflanzen erwähnt wurde, auf dem Bau des Plasmas, das die Gestalt der entstandenen Kieselkörper beeinflußt (Fig. 32e).

c) Phosphorsaurer Kalk.

Obgleich Thoms[3] schon im Jahre 1877 Ausscheidungen von Phosphorsäure, 29·6% der Reinasche, in den Gefäßen des Kernholzes von *Tectona grandis* gefunden hat, bezweifelt man noch jetzt das Vorkommen der Phosphorsäure bei der genannten Pflanze. Kohl[4] meinte, daß die Krystalle in

---

1 Crüger H.: Westindische Fragmente. Bot. Ztg., Jg. 15, p. 304.
Kohl F.: Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze. 1889, p. 254.
Thoms G. Ber. d. Deutsch. chem. Ges., 1877, p. 2234.
4 Kohl F.: L. p. 156.

Holz und Rinde, die Wiesner als phosphorsauren Kalk angesehen hat, nichts anderes als Kalkoxalat sind. Molisch[1] hat von einer fünfjährigen Stammscheibe Mark, Holz und Rinde untersucht und hat nur in der Rinde reichlich Kalkoxalat gefunden. Im übrigen spricht er sich über die Sache sehr vorsichtig aus und empfiehlt neue Untersuchungen.

Wie schon oben bemerkt, kommt in den Thyllen der Gefäße, wenn verascht, reichlich eine graue bis schwarze Substanz vor, die in HCl leicht löslich ist. Als ich die intakten Gewebe mit frisch bereitetem Molybdänsäureammon[2] behandelte, verriet sich diese Substanz als Phosphorsäureverbindung, da in den Thyllen charakteristische gelbe Phosphorsäuremolybdänsäure-Krystalle auftreten. Glücklicherweise verhindert die Kieselsäureablagerung der Gefäße die Diffusion der Reaktionsprodukte in die anderen Zellen, so daß die Reaktion an Ort und Stelle, wo Phosphorsäure sich befand, beobachtet werden konnte. Gleicherweise trat ganz deutlich die nämliche Reaktion in fast jeder Markzelle ein, ebenso in den englumigen Gefäßen. Ich habe gleichzeitig lebhafte Entwicklung von CO_2-Gas in diesen selben Zellen beobachtet, welche das Vorhandensein des kohlensauren Salzes anzeigte. Durch Behandlung des Schnittes mit alkoholischer H_2SO_4-Lösung trat die Ca-Reaktion, d. i. Ausbildung von monoklinen Gipskryställchen verschiedener Trachten sowohl in den Markzellen als auch in den Strangparenchymzellen ein. Durch die oben geschilderten Untersuchungen komme ich zu dem Schluß, daß Phosphorsäure tatsächlich in dem Kernholz von *Tectona grandis* vorkommt. Die weiße Masse des Markes besteht hauptsächlich aus kohlensaurem Kalk und einer Phosphorsäureverbindung.

Die Kalkoxalateinzelkrystalle, die von Kohl[3] abgebildet wurden, fand ich auch in den gruppenweise vorkommenden Steinzellen des Markgewebes. Nach Veraschung zeigten diese Krystalle ein charakteristisches Bild von tiefgelber Farbe.

d) Kohlensaurer Kalk[4] und verschiedene organische Säuren.

Die Ausfüllung der Gefäße und der Strangparenchymzellen mit kohlensaurem Kalk ist manchmal, wie bei *Ulmus campestris*, so vollständig, daß man in der Asche solide Abgüsse erhält, welche auf ihrer Oberfläche einen genauen Abdruck der Tüpfel erkennen lassen (Fig. 29c). Manchmal wird nur ein Bruchteil des Gefäßlumens durch das Salz ausgefüllt, so daß man verschiedene unregelmäßige Gebilde in der Asche beobachten kann. Bei *Rhamnus cathartica* und *R. frangula* zeigen die Ausfüllungen H- oder O-Form, wodurch man leicht glauben könnte, daß eine Ablagerung des anorganischen Salzes in der Parenchymzellmembran vorliegt (Fig. 27). Die Gefäße der intakten Gewebe sind an verschiedenen Stellen mit einer gelbbraunen, gummiartigen Substanz erfüllt, die mit alkoholischer H_2SO_4-Lösung Gipsreaktion zeigt und sich durch Behandlung mit Phlorogluzin-Salzsäure kirschrot färbt. Bei den nämlichen Pflanzen bemerkt man in den Gefäßen manchmal die Ablagerung von Nadelkrystallen, die zuweilen Ansätze zur Sphärokrystallbildung zeigen (Fig. 28).

Bei *Phellodendron amurense* und *Zelkowa acuminata* treten Ablagerungen in der Asche als schwarze unregelmäßige Klümpchen auf (Fig. 25). Diese Substanz ist so schwer verbrennbar, daß sie sogar durch starkes Erhitzen nicht zum völligen Weißwerden verascht werden kann.

Die weitlumigen Gefäße von *Vitis vinifera* zeigen charakteristische Krystalle (Fig. 24). Hingegen lassen die Gefäße der intakten Gewebe keine Krystalle erkennen, sondern an ihrer Stelle eine braune Masse, die sich in Essigsäure löst und am Rande des Deckglases monokline Kryställchen ausscheidet.

In den Gefäßwänden treten die Salze nicht so reichlich wie in dem Inhalt auf. Ich konnte nur bei *Ulmus campestris* in der Asche die mit Tüpfeln versehenen Gefäßwandfragmente finden (Fig. 29e).

Thyllen können auch der geeignete Ort für Kalksalzablagerungen sein. Bei *Ulmus montana* und *Vitis vinifera* sind sie sehr deutlich. Bei *Tectona* sind die Thyllen mit phosphorsaurem Kalk erfüllt.

Sowohl in den Markstrahlzellen als auch im Strangparenchym sind Ablagerungen verschiedener Kalksalze zu beobachten. Sehr oft kommen sie an der Stelle vor, wo die beiden erwähnten Gewebe

---

[1] Molisch H.: Mikrochemie der Pflanze. 3. Aufl., Jena, 1923, p. 57.
Derselbe, 3. 1923, p. 19.

[3] Kohl F.: L. c., p. 156, Taf. III, Fig. 38, 39.

[4] Molisch H.: Über die Ablagerung von kohlensaurem Kalk im Stamme dikotyler Holzgewächse. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss., I. Abt., Juniheft, Jhg. 1881, Bd. LXXXIV, p. 1 20.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

aufeinanderliegen (Fig. 29d, 31c). Bei *Cornus sanguinea* sind die Parenchymfasern reichlich mit Kalksalzablagerungen versehen, so daß man auch die feineren Abgüsse der Linsenräume der Tüpfel beobachten kann (Fig. 30).

In den obengenannten Ablagerungen ist das Vorhandensein von Ca durch Reaktionen mit H_2SO_4-Lösung immer nachweisbar. Dagegen ist es namentlich bei organischen Verbindungen sehr schwer zu bestimmen, welche Anionen mit Ca verbunden sind. Manchmal konnte ich durch die Entwicklung von CO_2-Gas feststellen, daß es sich bei der Verbindung um kohlensaures Salz handelt. Meistens gelang es mir nicht, die Anionen nachzuweisen.

4. Unterscheidungsmerkmale.

I. Kalkoxalatkrystalle.

Unter den Hölzern, die mir zur Verfügung gestellt wurden, sind ungefähr 50% mit Kalkoxalatkrystallen versehen. Daher spielen die Kalkoxalatkrystalle bei der Unterscheidung eine große Rolle. Als Unterscheidungsmerkmale habe ich folgende Eigenschaften der Krystalle aufgenommen:

A. Krystallformen.

Wie oben erwähnt, kommen die Krystalle in verschiedenen Trachten vor; darunter muß man zunächst Drusen und Einzelkrystalle unterscheiden.

1. Kalkoxalateinzelkrystalle. Da in fast jedem Aschenbild sehr verschiedene Krystallformen vorkommen, so kann man sie nur selten für die Unterscheidung verwerten. Nur bei einigen Hölzern, wo die Krystalle entweder in eigentümlichen Formen, wie langgestreckt prismatisch bei *Laurus nobilis* (Fig. 8), oder in charakteristischen Trachten, wie in Durchwachsungen bei *Prunus avium* (Fig. 18), vorkommen, kann man diese Eigenschaft für die Unterscheidung benutzen.

2. Kalkoxalatdrusen. Da Kalkoxalatdrusen nicht so häufig wie Einzelkrystalle in der Holzasche vorkommen, kann man sie als ein wichtiges Merkmal aufnehmen.

B. Größe der Krystalle.

Da die Größe der Krystalle von der des Zellumens, wo die Krystalle sich befinden, häufig abhängig ist, kann man sie als ein Charakteristikum der Arten betrachten. In den folgenden Diagnosen wurde sie durch die maximale Kantenlänge ausgedrückt. Es würde selbstverständlich genauer sein, wenn man die Länge an einer bestimmten Kante messen könnte. Trotzdem habe ich in folgenden Diagnosen die maximale Kantenlänge ohne Berücksichtigung des Flächenverhältnisses gegeben, da es fast unmöglich ist, nach dem Aschenbild die genauen Flächenverhältnisse zu bestimmen.

C. Anordnung der Krystalle.

Präpariert man Holzasche mit Krystallen sorgfältig in Anilinöl, ohne die natürliche Form und Lagerung der Asche zu zerstören, so erkennt man die feinere Anordnung der Krystalle, welche ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal ergibt.

α) Zerstreut. Krystalle zerstreut oder manchmal zu zwei bis drei vereinigt, ohne irgendeine besondere Anordnung. Dies rührt gewöhnlich von dem spärlichen Vorkommen der Krystalle in den Markstrahlzellen oder wie bei *Rhizophora* (Fig. 4) von dem reichlichen Auftreten in den dünnwandigen Markstrahlzellen her.

β) Markstrahltyp. Krystalle kommen in einer Reihe oder in mehreren Reihen quer zur Längsrichtung des Stammes vor; dadurch kann man die Anordnung der Markstrahlzellen der intakten Gewebe erkennen (Fig. 5, 6, 7).

{ Die Anordnung der Krystalle zeigt die der Kantenzellen (Fig. 5).
{ aller Markstrahlzellen (Fig. 6, 7).

γ) Strangparenchymtyp. Die dicht aneinander liegenden Krystalle vereinigen sich zu einer Reihe, parallel zur Längsrichtung des Stammes. Diese Krystallreihe kommt einzeln vor, oder mehrere Reihen vereinigen sich zu zwei bis drei Reihen.

δ) Strangparenchym-Markstrahltyp. Wenn die Krystalle in beiden Geweben vorkommen, treten die Krystallreihen in der Asche in beiden Richtungen, d. h. senkrecht und parallel zur Längsrichtung des Stammes, auf. Sehr oft zeigen die Krystallreihen gekreuzte oder T-Formen (Fig. 10, 11).

Außerdem findet man in der Asche die zu einem Faden zusammengeschmolzenen Krystalle, wenn sie in der Libriformfaser des intakten Gewebes vorkommen.

D. Verteilung der Krystalle.

In den intakten Geweben kommen Krystalle manchmal gleichmäßig in verschiedenen Teilen des Holzes, manchmal lokalisiert in einem Teile vor. Es ist selbstverständlich, daß in der Asche diese Erscheinungen deutlicher als in den intakten Geweben zu beobachten sind, da in der Asche die Krystalle und ihre Anordnung viel übersichtlicher und deutlicher erscheinen. Wenn sich das Vorkommen der Krystallkammern in dem Strangparenchym auf die weitlumigen Gefäße oder aufs Frühholz beschränken, dann treten sie in weiten oder engen Bändern auf. Zwischen den Krystallbändern findet man Einzelreihen der Krystalle oder gar keine. Die gleichmäßige Verteilung der Krystallreihen beobachtet man in der Asche, wenn die Krystallkammern sich entweder in der Grundmasse oder an den engen Gefäßen befinden. Nach dem Gesagten kann man die Verteilung der Krystalle folgendermaßen klassifizieren:

Markstrahltyp { Krystalle in einer Reihe oder zu zwei bis drei Reihen vereinigt (Fig. 5).
mehreren, dicht aneinander liegenden Reihen (Fig. 7).

Strangparenchymtyp { Krystalle stark lokalisiert in der Asche.
gleichmäßig verteilt (Fig. 15).
ungleichmäßig verteilt. *, **.

* Alle Krystallreihen bandförmig gedrängt; zwischen den Bändern keine Krystalle (Fig. 14).

** Ein Teil der Krystallreihen bandförmig verteilt; zwischen den Bändern Krystalle zerstreut oder in Reihen (Fig. 16).

E. Häufigkeit der Krystalle.

Sehr reichlich: Ganzes Gesichtsfeld mit Krystallen ausgefüllt (Fig. 4, 7).

Reichlich: Krystalle in jedem Teil der Asche bei stärkerer Vergrößerung sichtbar (Fig. 5).

Spärlich: Krystalle in jedem Teil der Asche bei stärkerer Vergrößerung manchmal nicht sichtbar (Fig. 17).

Selten: Nur einige Krystalle oder Krystallreihen in einem Gesichtsfeld *(Prunus domestica)*.

Sehr selten: Krystalle nur in der Asche von dicken Schnitten sichtbar oder sie fehlen *(Celtis australis)*.

Drusen können nach folgenden Merkmalen zur Diagnose herangezogen werden:

α) Größe.

β) Anordnung { zerstreut,
Markstrahltyp,
Strangparenchymtyp.

γ) Häufigkeit des Vorkommens { selten,
spärlich,
reichlich.

II. Die in HCl löslichen Abgüsse der Gewebe.

Diese Abgüsse bestehen aus Ablagerungen von kohlensaurem Kalk und den Kalksalzen verschiedener organischer Säuren.

A. Gewebearten.

1. Ablagerungen in den Gefäßen.

a) Teilweise Ablagerungen:

1. H- oder O-förmige Ablagerungen.
2. Spindelförmige Krystalle.
3. Unregelmäßige Klümpchen.
4. Thyllen.

b) Abgüsse der Gefäße:

1. Abgüsse der Spiralgefäße.
2. Tüpfelgefäße.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

2. Abgüsse der Markstrahlen:
   a) Abgüsse der Markstrahlen { einzeln. / vereinigt.
   b) Markstrahlkantenzellen.
3. Abgüsse des Strangparenchyms:
   a) Abgüsse der gewöhnlichen Strangparenchymzellen.
   b) Ersatzfasern.

B. Größe der Gebilde.

C. Vorhandensein oder Fehlen der Kalkoxalatkrystalle.

III. Die in HCl unlöslichen Abgüsse.

A. Gewebeelemente.

1. Ablagerungen in den Gefäßen:
   a) Ablagerungen in den Spiralgefäßen
   b) Tüpfelgefäßen } mit Thyllen, ohne Thyllen.
2. Abgüsse der Fasern:
   a) Einzelfasern { ganze Fasern, / Fragmente.
   b) Fasergewebe.

B. Anordnung der Gewebeelemente.

C. Vorhandensein oder Fehlen der Kalkoxalatkrystalle.

5. Diagnosen der Aschenbilder der technisch verwendeten dikotylen Hölzer.

Abkürzungen der in den Diagnosen gebrauchten Fachausdrücke.

XX.	= Krystalle.	Mrks.	= Markstrahltyp.
KK.	= Kalkoxalatkrystalle.	Strp.-Mrks.	= Strangparenchym-Markstrahltyp.
Kez.	= Kalkoxalateinzelkrystalle.	reich.	= reichlich.
Kdr.	= Kalkoxalatdrusen.	spärl.	= spärlich.
Kr.	= Krystallreihe.	selt.	= selten.
M. K.	= maximale Kantenlänge der Krystalle.	meist.	= meistens.
Strp.	= Strangparenchymtyp.		

Casuarinaceae.

1. *Casuarina equisetifolia* Forst. (Fig. 11). Ein Astholz von 2 *cm* Durchmesser.

Asche. Kez. reich., Strp.-Mrks. 2 bis 13, meist. 8 XX. in Strp.-Reihe. M. K. 14 μ, variabel. XX. verschiedener Formen, meist. isodiametrisch.

Gewebe. KK. dem in der Grundmasse zerstreut befindlichen Strangparenchym und in den Markstrahlzellen.

Salicaceae.

Salix alba L. Ein Holzstück von 4·5 *cm* Durchmesser.

Asche. Langgestreckte, aus vielen zusammengeschmolzenen Krystallen bestehende Stäbchen, reich.

Gewebe. Die Holzfasern, die die Grundmasse bilden, sind manchmal mit Krystallen, die dicht aneinander angeordnet sind, erfüllt. Diese Krystalle lösen sich leicht in Salzsäure und nicht in Essigsäure und zeigen eine graue Polarisationsfarbe. Die schiefe Auslöschung einer Kante und die gerade der anderen beweisen, daß die Krystalle zum monoklinen System gehören. E. ist höchst wahrscheinlich, daß sie aus Kalkoxalatmonohydrat bestehen (Fig. 19).

3. *Salix fragilis* L. Ein Astholz vom 2·5 *cm* Durchmesser.

Asche. Kdr. reich., Diam. der Drusen 13·6 bis 23 μ.

4. *Salix caprea* L. (Fig. 1). Ein Holzstück von 5 *cm* Durchmesser.

Asche. Kdr. sehr reich., Diam. der Drusen 6·8 bis 20 μ.

Gewebe. Kdr. monoklin, in den Markstrahlzellen.

Populus alba L. 9jähriges Holz von 8 *cm* Durchmesser.

Asche. Kez. sehr selt., Strp. 3 bis 32 XX., dicht aneinander in einer Kr. Die Krystalle schmelzen leicht, und nach starkem Glühen bleiben nur lange Stäbchen aus geschmolzenem Krystall übrig. Unter verschiedenen Krystallformen wiegt das monokline Rhomboeder vor. M. K. 10 μ.

Gewebe. In den Markstrahlzellen befinden sich zerstreut Kdr. Polarisationsfarbe weißgelb.

6. *Populus tremula* L. Ein Holzstück von einem großen Baum.
Populus nigra L. 14jähriges Astholz von 1 *cm* Durchmesser.
8. *Populus balsamifera* L. Ein Holzstück eines großen Baumes.
9. *Populus monilifera* Ait. Ein Holzstück von 7 *cm* Durchmesser.
Asche. Keine charakteristische Struktur.

Juglandaceae.

10. *Juglans regia* L. 13jähriges Holz von 3·5 *cm* Durchmesser.
Asche. Abgüsse der Markstrahlzellen 34 bis 68 μ lang, 6·8 μ breit; 3 bis 4 Zellen hoch, meist. drei Zellen hoch. Abgüsse des Holzparenchym 23 bis 57·8 μ lang, 10 bis 13·6 μ breit. Gewöhnlich kommt das Holzparenchym gekreuzt mit den Markstrahlzellen vor. Abgüsse von Thyllen 51 bis 68 μ in Diam.
Gewebe. Braune Masse und Kügelchen in den Markstrahlzellen und Strangparenchymzellen.

11. *Juglans Sieboldiana* Max. Ein Holzstück von einem großen Baum.
Asche. Kdr. Kez. spärl. Zerstreut. Kez. von zweierlei Größen und Gestalten. M. K. 10 μ. Zwillinge sehr selt.
Gewebe. KK. in den Krystallkammern des Strangparenchyms, zerstreut und spärlich.

Betulaceae.

12. *Alnus glutinosa* Gaertn. 9jähriges Astholz von 2·3 *cm* Durchmesser.
Asche. Keine charakteristische Struktur.

13. *Alnus incana* Willd. Ein Holzstück von einem großen Baum.
Asche. Keine charakteristische Struktur.

14. *Betula alba* L. Ein Holzstück von 7 *cm* Durchmesser.
Asche. Keine charakteristische Struktur.

Corylaceae.

15. *Corylus Avellana* L. Ein Holzstück von 3·3 *cm* Durchmesser.

16. *Corylus colurna* L. Ein Holzstück von 5·5 *cm* Durchmesser.
Asche. Keine charakteristische Struktur.

17 *Carpinus Betulus* L. 13jähriges Holz von 7 *cm* Durchmesser.
Asche. Kez. selt. Mrks. Manchmal gedrängt oder in einer Kr. aus 3 bis 4 XX. M. K. 27 μ.
Gewebe. Ich konnte keine Krystalle finden.

Fagaceae.

18. *Castanea vulgaris* Lam. 7jähriges Astholz von Durchmesser.
Asche. Kleine Kez. sehr selt.
Gewebe. Ich konnte keine Krystalle finden.

19. *Castanea japonica* D. C. Ein Holzstück von einem großen Baum.
Asche. Holzspäne geben fast keine Asche.

20. *Fagus silvatica* L. Ein Holzstück von einem großen Baum.

21. *Fagus Sieboldii* L. Ein Holzstück von einem großen Baum.
Asche. Keine charakteristische Struktur.

Quercus pedunculata Ehr. (Fig. 12). 10jähriges Astholz von 2 *cm* Durchmesser.
Asche. Kez. und Kdr. spärl. Strp. 2 bis 10 XX. in einer Kr. Manchmal liegen 2 bis 3 Kr. übereinander. M K. 10 bis 17 μ. Kombinationen von Pinakoid, Klinodoma und Prisma überwiegen. Zwilinge sehr häufig. Rhomboeder selt. Drusen zerstreut oder 2 bis 5 in einer Kr. parallel zur Längsachse des Stammes. Diam. des Kdr. 10 bis 17 μ.
Gewebe. KK. in den Krystallkammern des Strangparenchyms in der Grundmasse. Krystallkammern 3 bis 11 Reihe. Drusen in den Markstrahlzellen sehr spärlich. In den hohen Markstrahlen hie und da Kez.

23. *Quercus sessiliflora* Sm. 21jähriges Astholz von 3·7 *cm* Durchmesser.
Asche. Kez. spärl. Strp. 1 bis 19, meist. 4 bis 8 XX. einer Kr. Die Form und Größe der Krystalle bei *Quercus pedunculata*. Drusen sehr selten, 10 bis 17 μ in Diam.
Gewebe. 2 bis 17 Krystallkammern in einer Reihe des Strangparenchyms. In den Markstrahlzellen manchmal Kez.

24. *Quercus acuta* Thumb. Ein Holzstück von einem großen Baum.
Asche. Kez. sehr spärl. Strp. 2 bis 10, meist. 4 XX. in einer Kr. Krystallformen wie bei *Q. pedunculata*. M. K. 10 bis 23·8 μ, meist. 17 μ.
Gewebe. Ich konnte nur einen einzigen Krystall in den Strangparenchymzellen finden.

25. *Quercus cerris* L. 18jähriges Astholz von 4·5 *cm* Durchmesser.
Asche. Kez. spärl. Strp. 6 bis XX. in einer Kr., 2 bis 3 Kr. zusammengedrängt. Kdr. sehr selt. Krystallformen und -größe wie bei *Q. pedunculata*.
Gewebe. In den Strangparenchymzellen Kez. spärl.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

26. *Quercus grosserrata* Bl. Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Kez. spärl. Strp. 2 bis 3, meist. 4 XX. Kr. Die Krystallformen sind bei *Q. pedunculata*. M. K. 20 μ.

Gewebe. In den intakten Geweben fand ich keine Krystalle.

Quercus Vibrayeana Fr. et Sav. Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Kez. spärl. Strp. 2 bis 8 XX. in einer Kr. Krystallformen variabel. Flächenverhältnis wie bei *Q. pedunculata*. Langgestreckte, prismatisch entwickelte XX., sehr viel, manchmal mit der Längsachse aufeinanderliegend.

Gewebe. In den in Reihen angeordneten Krystallkammern des Strangparenchyms im Grundgewebe KK.

28. *Quercus gilva* Bl. Ein Astholz von einem großen Baum.

Asche. Kez. spärl. Strp. 2 bis XX. einer Kr. Krystallformen wie bei *Q. pedunculata*. M. K. 37 durchschnittlich 17 μ.

Gewebe. KK. in den Krystallkammern des Strangparenchyms selt.

29. *Pasania cuspidata* Oerst. Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Kez. spärl. Strp. 3 bis 11 XX. in einer Kr., einzeln oder zu 2 bis 3 Kr. vereinigt. XX. verschiedenen Formen. Zwillinge sehr viel. M. K. 20 μ, meist. 13·6 μ.

Gewebe. KK. den Krystallkammern des in der Grundmasse zerstreut vorkommenden Strangparenchyms.

Ulmaceae.

30. *Ulmus campestris* Sm. (Fig. 29). Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. 1. Abgüsse der Parenchymzellen mit den Linsenräumen der Hoftüpfel (Fig. 29c).

2. Die die Gefäße begleitenden Holzparenchymzellen 34 bis 35 μ Breite, isodiametrisch oder etwas langgestreckt, am häufigsten unter den Abgüssen (Fig. 29b).

3. Abgüsse der Markstrahlen, 3 bis Zellen hoch. Ende der Markstrahlzellen spitzig. Jede Zelle 6·8 bis 13·6 μ Breite (Fig. 29d).

4. Fragmente der Gefäßwände; Umriß unregelmäßig, mit spindelförmigen Tüpfeln (Fig. 29c).

Abgüsse der Ersatzzellen selten (Fig. 29a).

Alle diese Abgüsse lösen sich leicht in Salzsäure.

Gewebe. Durch Behandlung mit Salzsäure entwickelt sich CO_2-Gas von dem Inhalt der Markstrahlzellen und einiger Gefäße. Mit H_2SO_4 bilden sich Gipsnadeln in den Markstrahlzellen. Es liegt also $CaCO_3$

31. *Ulmus montana* Smith. 9jähriges Holz von 3·5 *cm* Durchmesser.

Asche. Kez. sehr selt. Nur einige bei dem Mark. 4 XX. in einer Kr. Strp. Abgüsse von Thyllen und langgestreckten Parenchymzellen sehr selten.

Gewebe. Kez. im Strangparenchym beim Mark reichlich. In den Markstrahlzellen selten.

32. *Zelkowa acuminata* (Lindl.) Pl. (Fig. 6). Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Kez. reich. Mrks. Treppenartig lokalisiert, senkrecht zur Richtung der Gefäße. XX. von verschiedenen Formen. M. K. 27 meist. 23 μ. Unregelmäßig geformte, schwer veraschbare Gebilde selt.

Gewebe. KK. in den Kantenzellen der Markstrahlen. Kantenzellen haben größeres Lumen als die übrigen Markstrahlzellen, meistens ein- bis zwei-, manchmal dreireihig. Kleine Markstrahlen sind mit Krystallen bis zur Mitte gefüllt. Braune Ablagerung in den Gefäßen.

33. *Celtis australis* L. 8jähriges Holz von 5 *cm* Durchmesser.

Asche. Kez. sehr selt. Manchmal in einer Kr. M. K. 10 μ.

Gewebe. In dem intakten Gewebe konnte ich keine Krystalle finden.

Moraceae.

34. *Morus alba* L. (Fig. 10). Ein 15jähriges Holzstück von 7 *cm* Durchmesser.

Asche. Kez. reich. Strp.-Mrks. (Strp.) 2 bis 9 XX. in einer Kr., manchmal zu 2 bis 3 Kr. vereinigt. (Mrks.) 3 bis 5 XX. in einer Kr. Zuweilen stoßen beide Reihen zusammen. Monokline Rhomboeder und andere Formen, von denen manche in Zwillingsformen auftreten. M. K. 23 μ. Die Krystalle im Mrks. größer als die im Strp.

Gewebe. KK. in den Kantenzellen der Markstrahlen häufig und in den benachbarten Zellen ab und zu. Krystalle in den Strangparenchymzellen besonders bei den Markstrahlzellen häufig.

Polygonaceae.

35. *Cocoloba* sp. L. (Fig. 16). Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. 1. Kez. reich. Strp. Kr. bandförmig gedrängt und zwischen Bändern Kr. zerstreut. 2 bis 15 XX. in einer Kr., meist. bis 8. Rhomboeder nicht so viel wie andere Krystallformen. M. K. 10 bis 13·6 μ. Kleine Krystalle kommen selten vor.

2. Abgüsse von Parenchymzellen, etwas langgestreckt, kubisch, mit wurmförmigem Inhalt. Jede Zelle mit den schmalen Seiten aneinanderliegend. Die Parenchymzellen 114 bis 119 μ lang, 68 μ breit.

Gewebe. In dem Strangparenchym, der Grundmasse Krystallkammern in Reihen reichlich. Manchmal bis 3 Reihen vereinigt.

Trochodendraceae.

36. *Cercidophyllum japonicum* S. et Z. Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Kez. reich. zerstreut. XX. von zweierlei Größe.

1. Großkörnige XX. von verschiedenen Gestalten. Zwillinge sehr viel. Alle XX. entwickeln sich isodiametrisch. M. K. 17 μ.

2. Kleinkörnige XX. langgestreckt, weil in der Richtung des Pinakoid entwickelt. Monokline Rhomboeder. Kombination von Klinodoma, Klinopinakoid und deren Zwillinge nach Pinakoid. M. K. 6·8 μ.

Gewebe. In den Markstrahlzellen befinden sich großkörnige KK. zerstreut.

Berberidaceae.

37. *Berberis vulgaris* L. 12jähriges Astholz von 2·5 *cm* Durchmesser.

Asche. Keine charakteristische Struktur.

Magnoliaceae.

38. *Magnolia grandiflora* L. Ein Holzstück von 5 *cm* Durchmesser.

Asche. Keine charakteristische Struktur.

39. *Magnolia hypoleuca* S. et Z. Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Verkieselt sind:

1. Markstrahlzellen (Fig. 32c). Die Zellen 3·4 bis 6·8 μ breit, 10 bis 17 μ lang, langgestreckt; Ovale, ohne sichtbare Tüpfel. 2 bis 3 Zellen liegen treppenförmig aufeinander.

2. Holzparenchymzellen mit grobkörnigem Inhalt (Fig. 32e).

3. Konjugierte Markstrahlkantenzellen (Fig. 32d).

4. Fragmente von Holzfasern überwiegend, Breite 3·4 bis 10 μ. Manchmal mit körnigem Inhalt und spitzigem Ende (Fig. 32a).

Alle diese Gebilde bleiben nach Behandlung mit konzentrierter HCl ungelöst.

Gewebe. Nach Behandlung des intakten Gewebes mit Chromschwefelsäure bleiben Fragmente der Libriformfasern und einige Markstrahlzellen, beziehungsweise Markstrahlkantenzellen übrig.

40. *Liriodendron tulipifera* L. (Fig. 31). Ein Astholz von 4 *cm* Durchmesser.

Asche. 1. Abgüsse von Markstrahlzellen, selt., 6·8 bis 17 μ breit (Fig. 31c).

2. Abgüsse von Markstrahlkantenzellen, manchmal zu 2 bis 3 gekoppelt, mit Abgüssen von Tüpfeln, 13·6 μ breit, 30 μ hoch.

3. Abgüsse von Strangparenchymzellen (Fig. 31a und c).

Gewebe. In den Markstrahlzellen und Strangparenchymzellen findet sich eine braune, körnige Substanz reichlich.

Lauraceae.

41. *Laurus nobilis* L. Ein Holzstück, 2·6 *cm* in Diam.

Asche. Charakteristische, langgestreckte, prismatische Krystalle (Fig. 8). In der Asche dünner Schnitte ist das lokalisierte Vorkommen mehrerer dieser Krystalle in einer Markstrahlzelle sichtbar. Kombination von Pinakoid, Klinopinakoid und Klinodoma. Isodiametrische XX. selt. M. K. zwischen Pinakoid und Klinopinakoid 17·0 bis 27·0 μ, zwischen beiden Klinodomen 5·1 μ.

Gewebe. In den Markstrahlzellen des intakten Gewebes kommen Krystalle vor, die von Wilhelm[1] als »längliche, farblose, in Salz- wie in Schwefelsäure vollständig lösliche Krystalle« beschrieben wurden. Diese Krystalle sind gestaltlich etwas anders als die Kalkoxalatkrystalle in dem Gewebe anderer Holzarten. In konzentrierter HCl und H_2SO_4 lösen sie sich leicht und in konzentrierter CH_3COOH nicht. Behandelt man das Gewebe mit alkoholischer H_2SO_4-Lösung, so bekommt man Gipsnadeln an der Stelle, wo die Krystalle vorhanden waren. Es gibt oft Krystalle, die man wegen ihres stumpfen Winkels zwischen den beiden Klinodomen für tetragonale Krystalle halten könnte. Unter dem Polarisationsmikroskop aber zeigt es sich, daß die genannten Krystalle nichts anderes als die Zwillinge der obengeschilderten, langgestreckten Krystalle sind. Durch ihre symmetrische Auslöschung gegen Pinakoid kann man leicht ihren Zwillingscharakter beweisen. Außerdem zeigen sie eine schiefe Auslöschung gegen das Pinakoid.

Nach diesen optischen Erscheinungen und ihrer Löslichkeit in Salzsäure usw. ergibt sich, daß es sich um Kalkoxalatmonohydratkrystalle handelt.

42. *Cinnamomum camphora* (L.) Nees et Eberm. (Fig. 26). Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. 1. Die die Hauptmasse bildenden Holzfasern sind verkieselt und durchscheinend.

2. Abgüsse der Markstrahlzellen mit kugeligem Inhalt, zerstreut und spärl. Markstrahlen 25 Zellen hoch, spärl.

3. Abgüsse der Strangparenchymzellen, von 6·8 bis 20 μ Breite, einzeln oder mehrere, auf den Abgüssen der Markstrahlzellen liegend, manchmal mit Tüpfelabgüssen von 23·8 bis 34 μ Breite.

4. Kalkoxalateinzelkrystalle. Mrks. Die Anordnung der XX. nach den Markstrahlzellen. M. K. 13·6 bis 20 μ. Manchmal monokline Rhomboeder von 15·3 μ. M. K. Sehr auffallend ist die Verkieselung des ganzen Libriformfasergewebes. Die Faserasche erscheint unterm Polarisationsmikroskop nicht leuchtend und zeigt in Phenol keine charakteristische rötliche Farbe.

---

[1] Wilhelm K.: L. p. 567.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

43. *Machilus Thunbergii* S. et Z. Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. 1. Grundmasse aus verkieselten Libriformfasern.

2. Abgüsse der Strangparenchymzellen sehr selt.

3. Asche der Gefäßwände, mit Abgüssen der Hoftüpfel, sichtbar.

4. Kez. in derselben Anordnung wie bei *Cinnamonum camphora*. Mrks. manchmal 2 bis 3 Kr. aufeinanderliegend. M. K. 13·6 bis 17 μ. Bei ziemlich starkem Glühen schmilzt die Faserasche zu Kügelchen mit Luftblasen und die geschmolzene Faser zeigt eine rötliche Farbe in Phenol.

Gewebe. KK. in den Markstrahlzellen, besonders in den Kantenzellen, manchmal bis zur Mitte des Strahles. Ein Markstrahl 0·17 bis 0·3 *mm* hoch.

44. *Sassafras officinale* Nees. Ein 9jähriges Holzstück von 4·5 *cm* Durchmesser.

Asche. Keine charakteristische Struktur.

Platanaceae.

45. *Platanus orientalis* L. Ein 6jähriges Holz von 5 *cm* Durchmesser.

Asche. Kez. stark lokalisiert, an den Stellen, wo große Markstrahlen sich befinden, sehr reich., sonst spärl. Mrks. M. K. 30 μ.

Gewebe. In den Markstrahlzellen viele KK.

Rosaceae.

46. *Prunus avium* L. Ein 34jähriges Holzstück von 8 *cm* Durchmesser.

Asche. Kez. reich. Strp.-Mrks. XX. voneinander etwas entfernt, trotz des Strangparenchymcharakters. Manchmal beide Kr. gekreuzt, meistenteils zerstreut. Zuweilen 2 bis 3 XX. in einer Kr. Zwillinge nach Pinakoid oft Kdr. aus grobkörnigen Krystallen; Kez. manchmal. Durchwachung der Prismen oder 2 XX. aufeinanderliegend mit den verschiedenen Kanten. M. K. 36 μ (Fig. 18).

Gewebe. KK. in den Markstrahlzellen, manchmal 2 Krystalle in einer Zelle. In den ovalen Krystallkammern des Strangparenchyms bei den Markstrahlen prismatische Krystalle.

47. *Prunus domestica* L. (Fig. 31). Ein Astholz von 4·3 *cm* Durchmesser.

Asche. Kdr. reich. Zerstreut; einzeln oder 2 bis 3, meist. 2 Kr. Kez. sehr selt. Diam. der Kdr. 10 bis 34 μ, meist. 24 μ.

Gewebe. Kleine Kdr. in den Markstrahlzellen.

48. *Prunus padus* L. Ein 10jähriges Holzstück, von 15·5 *cm* Durchmesser.

Asche. Kez. sehr selt. Monokline Rhomboeder von 23·8 μ. M. K.

49. *Prunus pseudocerasus* Lind.[1] (Fig. 2). Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Kdr. reich. Strp. 1 bis 14 Kdr. von feineren XX. in einer Kr. Kdr. 6·9 bis 20 μ, meist. 10 bis 13·6 μ. Diam. Manchmal Kdr. von groben XX.

Gewebe. Kdr. reich. in den Krystallkammern des Strangparenchyms bei den Gefäßen. Manchmal treten Kez. ihre Stelle.

50. *Malus communis* Lamarck. Ein Astholz von 4·5 *cm* Durchmesser.

Asche. Kez. spärl. Strp. 5 bis 17, meist. 5 bis 6 XX. in einer Kr. XX. manchmal langgestreckt. M. K. 20 μ.

Gewebe. Ich konnte keine Krystalle in dem intakten Gewebe finden.

51. *Sorbus torminalis* Cranz. Ein Holzstück von 2·5 *cm* Durchmesser.

Sorbus aucuparia L. Ein Holzstück von 3 *cm* Durchmesser.

Asche. Keine charakteristische Struktur.

53. *Crataegus* sp. Ein Holzstück von 3·5 *cm* Durchmesser.

Asche. Keine charakteristische Struktur.

54. *Pirus communis* L. Ein Holzstück von 11 *cm* Durchmesser.

Asche. Kez. selt. 5 bis 7 XX. in einer Strp.-Reihe, einzelne auch in den Markstrahlen. Manchmal Kdr.

Gewebe. Ich konnte keine Krystalle in dem intakten Gewebe finden.

Caesalpinoidae.

Copaifera bracteata Benth. Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Kez. sehr selt. XX. monokline Rhomboeder oder isodiametrische Prismen. M. K. 13·6 bis 20 μ.

Gewebe. Wilhelm[2] fand Kalkoxalatkrystalle im Strangparenchym. Ich fand sie nur sehr selten in den Markstrahlzellen.

56. *Cercis canadensis* L. Ein 16jähriges Holzstück von 8·5 *cm* Durchmesser.

Asche. Kez. sehr reich. Strp. Jede Kr. gleichmäßig verteilt. 2 bis 11 XX. in einer Kr. meist. 4 bis 8. Zwillinge sehr viel. M. K. 10 μ.

Gewebe. KK. in den Krystallkammern des Strangparenchyms an den Gefäßen, Abstand der Gefäße klein.

---

[1] Das untersuchte Holz stammte aus Japan; es handelt sich also wahrscheinlich um eine Varietät dieser Art.

[2] Wilhelm K.: L. c., p. 590.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

57. *Haematoxylon campechianum* L. Ein Astholz von 7 *cm* Durchmesser.

Asche. Kez. sehr reich. Strp. 2 bis 13, meist. 9 bis 10 XX. in einer Kr. zu 2 bis 4 vereinigt, bandartig gedrängt. Zwischen den Bändern viele XX. in Strp. M. K. 17 μ.

Gewebe. An den Gefäßen zahlreiche Krystallkammern dem Strangparenchym. Krystallkammern zu 2 bis 3 Reihen vereinigt.

58. *Caesalpinia echinata* Lam. (Fig. 13). Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Kez. sehr reich. Strp. 4 bis 29 XX. in einer Kr., Anzahl der XX. veränderlich, Kr. gruppieren sich bandartig. Zwischen den Bändern viele Kez. zerstreut. Rhomboeder selt. M. K. 17 μ.

Gewebe. KK. befinden sich reichlich in den Krystallkammern des Strangparenchyms an den Gefäßen. 4 bis 6 Reihen der Krystallkammern bedecken ein Gefäß. In der Grundmasse befinden sich ab und zu einreihige Krystallkammern. Diese Verteilung der Krystallkammern verursacht die bandartige Anordnung der Krystalle in der Asche.

59. *Caesalpinia Sapan* L. Ein Holzstück von 3 *cm* Durchmesser.

Asche. Kez. sehr reich., bandartig lokalisiert. Strp. Zwischen den Bändern keine XX. 3 bis 17 XX. in einer Kr. (In dem Band sind die Krystalle so gedrängt, daß sie sich nicht leicht zählen lassen.) XX. von verschiedenen Formen. M. K. 17 μ, meist. 10 μ.

Gewebe. KK. in den Krystallkammern, die sich dem Strangparenchym von 6 bis 13 Zellreihen an den Gefäßen befinden.

Papilionaceae.

60. *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fig. 17). Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Kez. spärl., stark lokalisiert. Strp. Kr. gruppieren sich in Bändern, hier stark gedrängt, außerhalb der Bänder fast keine. Manchmal 4 XX. einer Kr., sonst zerstreut. XX. meist. monokline Rhomboeder. M. K. 51 μ, meist. 34 μ. Zwillinge fast nie.

Gewebe. In den die Grundmasse bildenden Strangparenchymzellen KK. sehr oft. In den Markstrahlzellen selten.

61. *Pterocarpus santalinus* L. Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Kez. sehr reich. Strp. 2 bis 10 XX. in einer Kr. Jede Kr. gleichmäßig verteilt. M. K. 17 μ.

Gewebe. KK. in den Strangparenchymzellen (in der Grundmasse?).

62. *Dahlbergia nigra* Allen. (Fig. 15). Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Kez. sehr reich. Strp. Kr. gleichmäßig verteilt. Jede Kr. aus 1 bis 47, meist. aus 20 XX., meist sehr lang. Manchmal langgestreckte XX. Monokline Rhomboeder kommen ab und zu vor. M. K. 13·6 μ.

Gewebe. Krystallführendes Strangparenchym befindet sich zwischen den Libriformfasern der Grundmasse des Holzes.

63. *Machaerium* sp. (Fig. 14). Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Gleichmäßig rötlichbraun gefärbt. Kez. spärl. Strp. 4 bis 12 XX., meist. 6 bis 8 Kr. Bandartig gedrängt, zwischen den Bändern fast keine XX. XX. von verschiedenen Formen. M. K. 13·6 μ.

Gewebe. KK. in dem Strangparenchym an den Gefäßen.

64. *Robinia pseudoacacia* L. Ein 11jähriges Astholz von 3 *cm* Durchmesser.

Asche. Kez. reich. Strp. 2 bis 14 XX. in einer Kr. Kr. zu 2 bis 6 vereinigt. Kr. kommen bandartig gruppiert vor, zwischen den Bändern dieselben XX. in der Anordnung von Mrks., es liegen meist. 2 bis 3 XX. dicht nebeneinander. M. K. 13·6 μ.

Gewebe. »Strangparenchym mit Krystallkammern in der Umgebung der Gefäße, am reichlichsten im Frühholz«,[1] die die bandartigen Krystallreihen verursachen. In den Markstrahlzellen auch viele Krystalle.

Zygophyllaceae.

65. *Guajacum officinale* L. Ein Astholz von 4·5 *cm* Durchmesser.

Asche. Keine charakteristische Struktur.

Simarubaceae.

66. *Quassia amara* L. Ein Astholz von 1 *cm* Durchmesser.

Asche. Kieselsäureabgüsse der Gefäße von 13·4 bis 40 μ Breite reich. Feinere Struktur der Tüpfel auf den Abgüssen deutlich. Abguß von Spiralgefäßen und Markstrahlzellen selten (Fig. 23).

Gewebe. Um das Mark herum liegt in den Gefäßen eine graugelbliche Masse. Manchmal ist das Gefäßlumen nicht vollständig ausgefüllt. Diese Ablagerungen lösen sich weder in HCl noch in H_2SO_4.

67 *Phellodendron amurense* Rupr. (Fig. 25). Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Schwer veraschbar, unregelmäßig geformte schwarze Gebilde häufig.

Gewebe. In den weitlumigen Gefäßen befinden sich braune Massen von der Form wie die schwarzen Gebilde in der Asche. Diese Massen reagieren mit Rutheniumrot, Sudan III und Phlorogluzinsalzsäure nicht. Manchmal treten auch in den englumigen Spiralgefäßen diese Massen auf.

68. *Ailanthus glandulosa* Derf. Ein 18jähriges Holzstück von 8·0 *cm* Durchmesser.

Asche. Keine charakteristische Struktur.

---

[1] Wilhelm K.: L. p. 627.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Meliaceae.

69. *Cedrela odorata* L. Ein Holzstück von einem großen Baum.
Asche. Kez. sehr reich. Zerstreut. Monokline Rhomboeder und andere Kombinationen. Zwillinge auch. M. K. 10 bis 17 μ. Größe der XX. verschieden.
Gewebe. Dieselbe Verteilung der Krystalle in den intakten Geweben.

70. *Rhus cotinus* L. Ein 18jähriges Holzstück von 6 *cm* Durchmesser.
Asche. Keine charakteristische Struktur.

71. *Khaja senegalensis* Guills et Perott (Fig. 5). Ein Holzstück von einem großen Baum.
Asche. Kez. reich. Mrks. XX. in einzelnen oder 2 bis 3 Kr., quer zur Längsrichtung des Stammes angeordnet. Rhomboeder und andere Kombinationen mit Zwillingen. M. K. bei Rhomboeder 20 μ, die bei anderen Kombinationen 30 μ.
Gewebe. In den ein- bis zweireihigen Kantenzellen der Markstrahlen kubische Krystallkammern.

Swietenia mahagoni L. Ein Holzstück von 28 *cm*. Durchmesser.
Asche. Kez. sehr reich. Mrks. XX. meist. in einzelnen Kr. quer zur Längsrichtung des Stammes angeordnet. XX. verschiedenen Trachten, auch Zwillinge. M. K. 23·8 μ.
Gewebe. KK. in den Markstrahlzellen, besonders in den Kantenzellen sehr reich.

Buxaceae.

73. *Buxus sempervirens* L. Ein Holzstück von einem großen Baum.
Asche. Keine charakteristische Struktur.

Aquifoliaceae.

74. *Ilex aquifolium* L. Ein Astholz von 2 *cm* Durchmesser.
Asche. Keine charakteristische Struktur.

75. *Evonymus europaea* L. Ein 7jähriges Holzstück von 2·3 *cm* Durchmesser.
Asche. Große Kdr. von 34 μ Diam. sehr selt.

76. *Evonymus japonica* Thunbg. Ein Holzstück von 4 *cm* Durchmesser.
Asche. Kez. reich. Zerstreut. Sehr selt. in Kr. M. K. 13·6 μ.
Gewebe. In den 3 bis 21 Zellen hohen Markstrahlen reich. KK.

Staphyleaceae.

Staphylea pinnata L. Ein Holzstück von 8 *cm* Durchmesser.
Asche. Keine charakteristische Struktur.

Aceraceae.

78. *Acer campestre* L. Ein Holzstück von 7 *cm* Durchmesser.
Asche. Kez. selt. Meist. monokline Rhomboeder, manchmal Zwillinge. 2 bis 4 XX. in einer Kr., meist. 8 bis 11. M. K. 13·6 μ.
Gewebe. In dem Strangparenchym an den Gefäßen Krystallkammern mit KK. selt. Manchmal 20 Kammern in einer Reihe. Selt. zu zwei Reihen vereinigt. In den Markstrahlzellen XX. selt.

79. *Acer platanoides* L. Ein Holzstück von 2·5 *cm* Durchmesser.
Asche. Keine charakteristische Struktur.

80. *Acer pseudoplatanus* L. Ein Holzstück von 2·5 *cm* Durchmesser.
Asche. Keine charakteristische Struktur.

Hippocastanaceae.

81. *Aesculus hippocastanum* L. Ein Holzstück von 15 *cm* Durchmesser.
Asche. Keine charakteristische Struktur.

82. *Aesculus turbinata* Bl. Ein Holzstück von einem großen Baum.
Asche. 1. Kez. sehr, sehr selt.
2. Ablagerungen von kohlensaurem Kalk in den mit Thyllen versehenen Gefäßen kommen in Form abgerundeter Stäbchen vor, selt. Die Breite der Ablagerung durchschnittlich 27 μ.

Rhamnaceae.

83. *Rhamnus cathartica* L. Ein Holzstück von 4 *cm* Durchmesser.
Asche. 1. Kez. spärl. Zerstreut. Meist. monokline Rhomboeder, manchmal Drusen. Zwillinge selt.
H- oder O-förmige Ablagerungen in den Gefäßen (Fig. 27). Die Breite oder der Durchmesser dieser Ablagerungen 13·6 bis 17 μ. Manchmal mit nadelförmigen Krystallen.
3. Abgüsse der Parenchymzellen mit Tüpfeln, sehr selt. Dasselbe gilt von Fasern.
4. Nadelkrystalle, manchmal sternförmig vereinigt, selt. (Fig. 28).
Alle diese Ablagerungen lösen sich leicht in HCl-Lösung.
Gewebe. In den Gefäßen Ablagerungen einer gelblichbraunen Masse, die sich mit Phloroglucin + HCl rot und mit Eisenlösung braun färbt. Die sternförmig gruppierten Nadelkrystalle treten auch in den Gefäßen auf, aber selt.

84. *Rhamnus frangula* L. Ein 42jähriges Holzstück von 5·5 *cm* Durchmesser.

Asche. 1. Kez., monokline Rhomboeder, sehr selt.

2. H- oder O-förmige Ablagerungen in den Gefäßen sehr viel. Die Breite der Ablagerung 10 bis 27 μ.

3. Abgüsse der Markstrahlzellen und der daraufliegenden Parenchymzellen sehr selt.

4. Nadelkrystalle, manchmal bandartig vereinigt.

Gewebe. Wie bei *Rhamnus cathartica.*

Vitaceae.

85. *Vitis vinifera* L. Ein Astholz von 1·5 bis 2 *cm* Durchmesser.

Asche. A. Splintholz. Keine charakteristische Struktur.

B. Kernholz.

1. Abgüsse der mit Thyllen angefüllten Gefäße. Die Breite der Abgüsse 11 bis 30 μ; manchmal kurz oder lang. Die Abgüsse zeigen eine schaumige Struktur.

2. Die gelbbraunen Gebilde in den Gefäßen bestehen mehreren parallellaufenden, spindelförmigen Krystallen (Fig. 24). Auf diesen Gebilden Abgüsse von Tüpfeln sichtbar. Manchmal einzelne getrennte, spindelförmige Krystalle. Alle Gebilde in HCl löslich.

Gewebe. Im Kernholz gibt es tiefbraun gefärbte Linien, die sich unter dem Mikroskop als mit braunen, unregelmäßigen Massen erfüllte Gefäße zu erkennen geben. Diese Gebilde lösen sich in CH_3COOH, unmittelbar darauf treten winzige Körnchen an Ort und Stelle auf. Nach einigen Stunden erscheinen am Rande des Deckglases sternförmig aggregierte monokline Krystalle.[1] Verdünnte H_2SO_4 ruft das Anschießen von Gipskrystallen hervor.

Tiliaceae.

86. *Tilia parvifolia* Ehrb. Ein 13jähriges Holzstück von 6 *cm* Durchmesser.

87. *Tilia grandiflora* Ehrb. Ein 14jähriges Holzstück von 4 *cm* Durchmesser.

Asche. Keine charakteristische Struktur.

Rhizophoraceae.

88. *Rhizophora Mangle* L. Ein Astholz von 3 *cm* Durchmesser.

Asche. Kez. sehr reich. Zerstreut. XX. in verschiedenen Trachten, M. K. bei Rhomboeder 17 bis 20 μ, bei anderen Kombinationen 10 μ. Krystallgröße verschieden.

89. *Rhizophora mucronata* Lam. (Fig. 4). Ein Astholz von 1 *cm* Durchmesser.

Asche. Kez. wie *Rhizophora mangle.*

Gewebe. Bei obgenannten beiden Arten kommen KK. in den auffallend hohen Markstrahlzellen vor. In dem Strangparenchym treten manchmal KK. führende Krystallkammern auf.

Araliaceae.

90. *Acanthopanax ricinifolium* S. et Z. Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Keine charakteristische Struktur.

Myrtaceae.

91. *Eucalyptus globulus* Lab. Ein Holzstück von 20 *cm* Durchmesser.

Asche. Keine charakteristische Struktur.

92. *Eucalyptus marginata* Don. Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Dünne Späne hinterlassen keine Asche.

Cornaceae.

93. *Cornus sanguinea* L. Ein Holzstück von 6 *cm* Durchmesser.

Asche. A. Splintholz. Keine charakteristische Struktur.

B. Kernholz.

1. Abgüsse der Gefäße vom 54 μ Durchmesser.

2. Abgüsse der Markstrahlzellen, einzeln oder zu einigen vereinigt, 6·8 μ breit, 27 bis 34 μ lang.

3. Abgüsse von Ersatzfasern (Fig. 30). Manchmal sehr lang, aus 1 bis 3 Zellen bestehend, meist. kurz, mit Abgüssen der Linsenräume der Tüpfel.

Gewebe. In Anilinöl zeigen die Schnitte des Holzes einen gelbbraunen Inhalt in den folgenden Geweben: 1. Strangparenchym an den Gefäßen, 2. Markstrahlzellen, 3. Kantenzellen der Markstrahlen, 4. Parenchymfasern, einige Gefäße. In verdünnter H_2SO_4-Lösung bekam ich das Anschießen von Gipsnadeln oder Auftreten der monoklinen Gipskrystalle in den obengenannten Geweben.

Ebenaceae.

94. *Diospyros Kaki* L. (?). Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Kez. spärl. Strp. 3 bis 17 XX. in einer Kr. XX. meist. monokline Rhomboeder oder andere Kombinationen, ohne Zwillinge. M. K. 20 μ.

Gewebe. KK. in den Krystallkammern des Strangparenchyms in der Nähe der Markstrahlen, spärl., zu 2 bis 5 Kr. vereinigt.

---

[1] Diese Krystalle bestehen vermutlich Kalk.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

95. *Diospyros ebenus* Retz (Fig. 7). Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Kez. sehr reich. Die Anordnung der Krystalle zeigt den Verlauf des Markstrahles. XX. von verschiedenen Trachten. M. K. 20 μ.

Gewebe. In fast allen Markstrahlzellen KK. Markstrahlen 1 bis 23 Zellen hoch. In den gewöhnlichen, langen Strangparenchymzellen KK. selt.

96. *Diospyros virginiana* L. Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Kez. sehr reich. Strp. 3 bis 22 XX., meist. 8 bis 10 Kr XX. liegen dicht aneinander. Kr. zerstreut. XX von verschiedenen Formen. M. K. 10 μ.

Gewebe. KK. in dem Strangparenchym, 4 bis 9, meist. 8 Krystallkammern in einer Reihe.

Oleaceae.

97 *Fraxinus excelsior* L. Ein 4jähriges Holzstück von 3·2 *cm* Durchmesser.

Asche. Keine charakteristische Struktur.

98. *Fraxinus Ornus* L. Ein 13jähriges Holzstück von 2·8 *cm* Durchmesser.

Asche. Keine charakteristische Struktur. Nur astförmig geschmolzene Zellwandreste.

99. *Fraxinus Bungeana* D. C. Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Abgüsse der Markstrahlzellen, 27 bis 40 μ lang, 6·8 bis 13 μ breit, und der Strangparenchymzellen, 47·6 bis 61 μ lang, spärl.

100. *Olea europaea* L. Ein 10jähriges Astholz von 3 *cm* Durchmesser.

Asche. Keine charakteristische Struktur.

101. *Syringa vulgaris* L. Ein 22jähriges Holzstück von Durchmesser.

Asche. Keine charakteristische Struktur.

102. *Ligustrum vulgare* L. Ein Astholz von 2·5 *cm* Durchmesser.

Asche. Keine charakteristische Struktur.

Verbenaceae.

103. *Tectona grandis* L. Ein 5jähriges Holzstück von 4 *cm* Durchmesser.

Asche. Im Kernholz Kieselsäureabgüsse der folgenden Elemente:

1. Spiralgefäße von 37 bis 64·6 μ Breite (Fig. 21). Negativabdrücke der spiraligen Verdickungen sehr deutlich. Der Gefäßinhalt in der Mitte grau bis schwarz gefärbt. Manchmal mit Thyllen, zuweilen mit sandartigem Inhalt; Gefäße meist. zu 2 bis 3 vereinigt.

2. Einfach getüpfelte Gefäße von 69 bis 143 μ Breite (Fig. 20). Auf der Oberfläche feinere Struktur der Tüpfel deutlich, manchmal mit feinkörniger, grauer Masse erfüllt; sehr oft mit blasenförmigen Thyllen. Thyllen rundlich, mit grauem Inhalt

3. Abgüsse von Strangparenchymzellen (Fig. 22).

Gewebe. Dieselben Strukturen im Kernholz der intakten Gewebe wie in der Asche. Ca-Reaktion durch alkoholische H_2SO_4-Lösung in den Ablagerungen der Gefäße. Phosphorsäurereaktion deutlich, wie schon erwähnt wurde.

Scrophulariaceae.

104. *Paulownia imperialis* L. Ein Holzstück von einem großen Baum.

Asche. Keine charakteristische Struktur.

Bignoniaceae.

105. *Catalpa bignonioides* Walt. Ein 16jähriges Holzstück von 5·5 *cm* Durchmesser.

Asche. Keine charakteristische Struktur.

Caprifoliaceae.

106. *Sambucus nigra* L. Ein 10jähriges Holzstück von 3·5 *cm* Durchmesser.

Asche. Keine charakteristische Struktur. Mit sehr vielen schwarzen (schwer verbrennbaren) Kügelchen versehen (3·4 bis 8·5 μ Diam.).

107 *Viburnum Opulus* L. Ein 4jähriges Astholz von 3·4 *cm* Durchmesser.

Asche. Keine charakteristische Struktur.

108. *Viburnum lantana* L. Ein 12jähriges Astholz von 3 *cm* Durchmesser.

Asche. Keine charakteristische Struktur.

6. Schlüssel zur Bestimmung technisch verwendeter dikotyler Hölzer auf Grund des Aschenbildes.

I. Die Asche ohne charakteristische Struktur.

Acanthopanax ricinifolium.
Acer platanoides.
Acer pseudoplatanus.
Aesculus hippocastanum.
Ailanthus glandulosa.
Alnus glutinosa.
Alnus incana.
Berberis vulgaris.

Betula alba.
Buxus sempervirens.
Castanea japonica.
Catalpa bignonioides.
Corylus Avellana.
Corylus colurna.
Crataegus sp.
Eucalyptus globulus.
Eucalyptus marginata.
Fagus Sieboldii.
Fagus silvatica.
Fraxinus excelsior.
Fraxinus Ornus.
Fraxinus Sieboldiana.
Guajacum officinale.
Ilex aquifolium.
Ligustrum vulgare.
Magnolia grandiflora.
Olea europaea.
Paulownia imperialis.
Populus balsamifera.
Populus monilifera.
Populus nigra.
Populus tremula.
Rhus cotinus.
Sambucus nigra.
Sassafras officinale.
Sorbus aucuparia.
Sorbus torminalis.
Staphylea pinnata.
Syringa vulgaris.
Tilia grandiflora.
Tilia parvifolia.
Viburnum lantana.
Viburnum Opulus.

II. Die Asche mit charakteristischer Struktur.

Die Asche enthält Kalkoxalatkrystalle — A

Die Asche enthält in konzentrierter HCl lösliche Abgüsse der Gewebeelemente, kann auch Kalkoxalatkrystalle enthalten — B

Die Asche enthält in konzentrierter HCl unlösliche Abgüsse der Gewebeelemente, kann auch Kalkoxalatkrystalle enthalten — C

A.	Kalkoxalatkrystalle, hauptsächlich Drusen	1.
	Kalkoxalatkrystalle, hauptsächlich Einzelkrystalle	2.
1.	Drusen nach Strangparenchymtyp angeordnet	*Prunus pseudocerasus.*
	Drusen zerstreut	3.
2.	Einzelkrystalle zerstreut	4.
	Einzelkrystalle nach Markstrahltyp angeordnet	
	Einzelkrystalle nach Strangparenchymtyp angeordnet	6.
	Einzelkrystalle nach Strangparenchym-Markstrahltyp angeordnet	7.
	Einzelkrystalle zu einem langen Faden geschmolzen	*Salix alba.*
3.	Drusen sehr selten, von 34 μ Durchmesser	*Evonymus europaea.*
	Drusen selten, manchmal zu 2 bis 3 vereinigt	*Prunus domestica.*
	Drusen reichlich, von 13·6 bis 23 μ Durchmesser	*Salix fragilis.*
	Drusen sehr reichlich, von 6·8 bis 20 μ Durchmesser	*Salix caprea.*
4.	Krystalle von zweierlei Gestalt, d. h. großkörnige und durchsichtige kleinkörnige	8.
	Krystalle haben keinen großen Unterschied bezüglich Gestalt und Größe	9.
	Krystalle stark lokalisiert an den Stellen, wo die hohen Markstrahlen sich befinden	*Platanus orientalis.*
	Krystalle selten, 3 bis 4 in einer Reihe	*Carpinus Betulus.*
	Krystalle reichlich, in der Anordnung der Markstrahlkantenzellen	10.
	Krystalle reichlich oder sehr reichlich, in der Anordnung der Markstrahlgewebe	11.
6.	Krystallreihen einzeln, nicht bandförmig gedrängt	12.
	Krystallreihen bandförmig gedrängt	13.
7.	2 bis 13, meistens 8 Krystalle in einer Reihe von Strangparenchymtyp; max. Kantenlänge der Krystalle 14 μ	*Casuarina equisetifolia.*
	2 bis 9 Krystalle in einer Reihe von Strangparenchymtyp; max. Kantenlänge der Krystalle 23 μ	*Morus alba.*
	2 bis 13 Krystalle in einer Reihe von Strangparenchymtyp mit Durchkreuzungszwillingen und mit Drusen; max. Kantenlänge der Krystalle 36 μ	*Prunus avium.*
8.	Großkörnige Krystalle von 17 μ max. Kantenlänge, mit vielen Zwillingen	*Cercidophyllum japonicum.*
	Großkörnige Krystalle von 10 μ max. Kantenlänge, fast keine Zwillinge	*Juglans Sieboldiana.*

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

9.	Krystalle sehr selten	*Castanea vulgaris.* *Copaifera bracteata.* *Celtis australis.* *Prunus padus.*
	Krystalle reichlich, manchmal in einer Reihe; max. Kantenlänge der Krystalle 13·6 μ.	*Evonymus japonica.*
	Krystalle sehr reichlich, von 10 bis 20 μ. max. Kantenlänge der Krystalle	*Rhizophora mucronata.* *Rhizophora Mangle.* *Cedrela odorata.*
	Krystalle reichlich, langgestreckt, ohne Prisma, manchmal zu 2 bis 3 vereinigt, Zwillinge viel	*Laurus nobilis.*
10.	Krystallreihen einzeln oder zu 2 bis 3 vereinigt; max. Kantenlänge der Krystalle 30 μ.	*Khaja senegalensis.*
	Krystallreihen meistens einzeln; max. Kantenlänge der Krystalle 23·8 μ.	*Swielenia mahagoni.*
11.	Krystalle reichlich, meistens monokline Rhomboeder; max. Kantenlänge der Krystalle 27 μ.	*Zelkowa acuminata.*
	Krystalle sehr reichlich, von verschiedenen Trachten; max. Kantenlänge der Krystalle 20 μ.	*Diospyros ebenus.*
12.	Krystalle sehr selten	14.
	Krystalle spärlich	15.
	Krystalle reichlich	16.
	Krystalle sehr reichlich	17.
13.	Zwischen den Krystallbändern fast oder gar keine Krystalle	18.
	Zwischen den Krystallbändern Einzelkrystalle vom Strangparenchymtyp	19.
	Zwischen den Krystallbändern Einzelkrystalle, manchmal zu 2 bis 3 vereinigt. Krystallreihen in Bändern von 2 bis 14 Krystallen; max. Kantenlänge der Krystalle 13·6 μ.	*Robinia pseudoacacia.*
14.	Krystalle zu 4 vereinigt, mit Abgüssen der Gefäße, selten	*Ulmus montana.*
	Krystalle meistens monokline Rhomboeder, 3 bis 32 in einer Reihe; Kantenlänge der Krystalle 10 μ.	*Populus alba.*
	Krystalle meistens monokline Rhomboeder, 2 bis 14 in einer Reihe; max. Kantenlänge der Krystalle 13·6 μ.	*Acer campestre.*
	Krystalle von verschiedenen Trachten. Zwillinge sehr selten. 3 bis 17 in einer Reihe; Kantenlänge der Krystalle 20 μ.	*Diospyros Kaki.*
	Krystalle, manchmal langgestreckt; max. Kantenlänge der Krystalle 20 μ.	*Malus communis.*
	Krystalle, manchmal Drusen	*Pirus communis.*
15.	Kyrstalle von 10 bis 20 μ. max. Kantenlänge; 2 bis 19 in einer Reihe. Krystallreihen einzeln oder zu 2 bis 3 vereinigt	Die meisten *Quercus*-Arten *Pasania cuspidata.*
	Krystalle von 37 μ. max. Kantenlänge; 2 bis in einer Reihe	*Quercus gilva.*
16.	Krystalle meistens langgestreckt, prismatisch, manchmal Zwillinge mit der Längsachse aufeinanderliegend; 2 bis 8 Krystalle in einer Reihe	*Quercus vibrayeana.*
17.	Eine Krystallreihe von 2 bis 47 Krystallen, meistens 20; max. Kantenlänge der Krystalle 13·6 μ.	*Dahlbergia*
	Eine Krystallreihe von 3 bis 22, meistens 8 bis 10; max. Kantenlänge der Krystalle 10 μ.	*Diospyros virginiana.*
	Eine Krystallreihe von 2 bis 10 Krystallen; max. Kantenlänge der Krystalle 17 μ.	*Pterocarpus santalinus.*
	Eine Krystallreihe von 2 bis 11, meistens 4 bis 8 Krystallen; max. Kantenlänge 10 μ.	*Cercis canadensis.*
18.	Krystallbänder eng, Krystalle in Bändern nicht in vollständigen Reihen (manchmal 4 Krystalle in einer Reihe); max. Kantenlänge der Krystalle 51 μ, meistens 34 μ.	*Pterocarpus*
	Krystallbänder breit, Krystalle in Bändern sehr gedrängt, von 17 μ. max. Kantenlänge, 3 bis 17 Krystalle in einer Reihe	*Caesalpinia Sapan.*
	Kristallbänder breit; Krystalle in Bändern gedrängt, von 13·6 μ. max. Kantenlänge, 4 bis 12, meistens 6 bis 8 Krystalle in einer Reihe	*Machaerium* sp.
19.	Eine Krystallreihe mit 4 bis 29 Krystallen; max. Kantenlänge der Krystalle 17 μ.	*Caesalpinia echinata.*
	Eine Krystallreihe mit 2 bis 13 Krystallen; max. Kantenlänge der Krystalle 17 μ.	*Haematoxylon campechianum.*
	Eine Krystallreihe mit 2 bis 15 Krystallen; max. Kantenlänge der Krystalle 13·6 μ. Mit Abgüssen der in Reihen angeordneten Parenchymzellen	*Cocoloba* sp.
B.	Schwarze Klümpchen von unregelmäßiger Gestalt, spärlich	*Phellodendron*
	Abgüsse der Gefäße mit braunen Gebilden aus parallellaufenden Kryställchen und Abgüsse der Thyllen	*Vitis vinifera.*
	H- oder O-förmige Gebilde sehr reichlich. Abgüsse von Markstrahlzellen und daraufliegenden Parenchymzellen selten. Kalkoxalatkrystalle spärlich oder selten	20.
	Abgüsse der mit Thyllen erfüllten Gefäße, ohne andere Abgüsse, selten	*Aesculus turbinata.*
	Abgüsse der Gefäße, Markstrahl- und Strangparenchymzellen	21.
	Abgüsse der Markstrahl- und Strangparenchymzellen, aber nicht der Gefäße	22.
20.	H-förmige Gebilde von 13·6 bis 17 μ. Breite. Kalkoxalateinzelkrystalle reichlich	*Rhamnus cathartica.*
	H-förmige Gebilde von 10 bis 27·2 μ. Breite. Kalkoxalateinzelkrystalle selten	*Rhamnus frangula.*

21.	Abgüsse der Parenchymfasern und der Linsenräume von Tüpfeln	*Cornus sanguinea.*
	Abgüsse der Parenchymfasern ohne die Linsenräume von Tüpfeln. Fragmente der Gefäßwände nicht selten	*Ulmus campestris.*
22.	Keine Abgüsse der Markstrahlkantenzellen	*Fraxinus Bungeana.* / *Juglans regia.*
	Abgüsse der Markstrahlkantenzellen von 13·6 μ Breite und 30 μ Höhe vorhanden	*Liriodendron tulipifera.*
C.	Libriformfasern verkieselt	23.
	Libriformfasern nicht verkieselt	24.
23.	Libriformfasern in Komplexen verkieselt. Daneben Kalkoxalatkrystalle vom Markstrahltyp. Abgüsse von Markstrahl- und Strangparenchymzellen	*Cinnamomum camphora.* / *Machilus Thumbergii.*
	Libriformfasern einzeln oder nur ihre Fragmente verkieselt. Abgüsse von Markstrahl- und Strangparenchymzellen reichlich	*Magnolia hypoleuca.*
24.	Abgüsse der mit Thyllen erfüllten Tüpfelgefäße von 69 bis 143 μ Breite, die der Spiralgefäße von 37 bis 64 μ Breite und die der Strangparenchymzellen. Abgüsse der spiraligen Verdickungen sehr deutlich	*Tectona grandis.*
	Abgüsse der Tüpfelgefäße von 13·4 bis 40 μ Breite, ohne Thyllen. Abgüsse von Spiralgefäßen und Markstrahlzellen selten. Relief der Tüpfel sehr deutlich	*Quassia*

Zusammenfassung.

1. Die Erkennung der Hölzer ist, auch wenn man ihre Zahl auf die technisch verwendeten einschränkt, auf Grund ihrer Anatomie sehr häufig nicht leicht. Wenn es möglich wäre, ihre diagnostischen Merkmale zu vermehren, so könnte das nur von Vorteil und dem Anatomen erwünscht sein. Eine solche Erleichterung der Bestimmung kann, wie Molisch schon für andere Fälle eingehend gezeigt hat, das Aschenbild des Holzes gewähren. Dieses ist nämlich nicht, wie man vielfach anzunehmen geneigt ist, strukturlos, sondern in nicht wenigen Fällen sehr charakteristisch.

2. In der vorliegenden Arbeit wurden hauptsächlich technische Hölzer auf ihr Aschenbild geprüft, und zwar wurden in diese Untersuchung 108 Hölzer einbezogen.

3. Dabei ergab sich folgendes:

a) Gewisse Hölzer zeigen keinerlei besondere Struktur in der Asche und enthalten auch keine Krystalle. Obwohl also ihre Asche ein negatives Merkmal aufweist, so kann dieses doch auch als Erkennungsmerkmal für das betreffende Holz herangezogen werden.

b) Viele Hölzer lassen in der Asche verschieden gestaltete Krystalle, und zwar oft in besonderer charakteristischer Anordnung, erkennen.

c) Unter den das Aschenbild kennzeichnenden Krystallen herrschen Kalkoxalatkrystalle vor. Meistens sind es Einzelkrystalle; Drusen dieses Salzes fanden sich nur bei zehn Holzarten vor.

d) Die in etwa 50% der untersuchten Holzarten beobachteten Kalkoxalatkrystalle sind monoklin und weisen verschiedene Kombinationen auf.

e) Die Kalkoxalatkrystalle treten gewöhnlich in Parenchym- und Markstrahlzellen der intakten Gewebe auf, besonders da, wo die genannten Gewebe die Leitungsbahnen berühren.

4. Bei fünf Holzarten (*Magnolia hypoleuca, Quassia amara, Tectona grandis, Cinnamomum camphora* und *Machilus Thumbergii*) konnte eine mehr oder minder auffallende Verkieselung der Gefäße, Markstrahlzellen, Ersatzfasern und Parenchymzellen, bei den zwei Lauraceengattungen (*Cinnamomum camphora* und *Machilus Thumbergii*) sogar eine Verkieselung des ganzen Fasergewebes festgestellt werden.

5. Bei *Tectona grandis* findet man in Übereinstimmung mit älteren, aber bekämpften Angaben sowohl in den Thyllen als auch in den Markzellen reichlich phosphorsauren Kalk

6. Das von Molisch entdeckte Vorkommen von kohlensaurem Kalk im Holz konnte bei verschiedenen vom Verfasser untersuchten Hölzern gleichfalls nachgewiesen werden.

Nicht selten finden sich genaue Abgüsse der Gefäß- und Zellumina, sogar mit deutlichem Relief der Wand.

7. Die Arbeit enthält nicht nur die in Schlagworten gegebene Beschreibung der Aschenbilder verschiedener Hölzer, sondern auch einen Schlüssel zu ihrer Erkennung.

Damit soll aber keineswegs gesagt werden, daß man mit dem Schlüssel, der sich lediglich auf das Aschenbild stützt, das betreffende Holz sicher bestimmen kann, denn er hat lediglich die Aufgabe, die am intakten Gewebe durchgeprüfte Untersuchung zu unterstützen und so die Bestimmung des Holzes zu erleichtern.

Tafelerklärungen.

Tafel I.

Fig. 1. Spodogramm von *Salix caprea*. Zeiß Proj.-Ok. II u. Obj. 4 a.
2. Dasselbe von *Prunus pseudocerasus*. Zeiß Proj.-Ok. II u. Obj. 4 a.
X Eine Reihe von Drusen.
3. Dasselbe von *Prunus domestica*. Zeiß Proj.-Ok. II u. Reichert Obj. 7 a.
4. *Rhizophora mucronata*. Zeiß Proj.-Ok. II u. Obj. 4 a.
5. *Khaja senegalensis*. Zeiß Proj.-Ok. II u. Reichert Obj.
6. *Zelkowa acuminata*. II Obj. 4 a.
Diospyros ebenus. II Reichert Obj. 7 a.
8. Langgestreckte Kalkoxalateinzelkrystalle von *Laurus nobilis*. Reichert Ok. IV u. Obj. 7 a (m. d. Kamera gezeichnet).
9. Zweierlei Kalkoxalateinzelkrystalle von *Juglans Sieboldiana*. IV 7 a
10. Spodogramm von *Morus alba* Zeiß Proj.-Ok. II u. Obj. 4 a.
11. Dasselbe von *Casuarina equisetifolia*. Zeiß Proj.-Ok. II u. Obj. 4 a. (Vergrößert.)
12. *Quercus pedunculata*. II » 4 a.
13. *Caesalpinia echinata*. II 4 a.
14. *Machaerium* sp. Zeiß Proj.-Ok. II u. Obj. 4 a.
Auf der rechten Seite ein Krystallband sichtbar.
15. Dasselbe von *Dahlbergia nigra*. Zeiß Proj.-Ok. II u. Obj. 4 a.
16. *Cocoloba* sp.
X-Abguß einer Parenchymzelle.
XX Ein Teil des Krystallbandes.
17. Dasselbe von *Pterocarpus erinaceus*. Zeiß Proj.-Ok. II u. Obj. 4 a.
18. Durchwachsungszwillinge von *Prunus avium*. Reichert Ok. II u. Obj. 7 a (m. d. Kamera gezeichnet).
19. Eine Krystallfaser im intakten Gewebe von *Salix alba*. Reichert Ok. II u. Obj. 7 a (m. d. Kamera gezeichnet).

Tafel II.

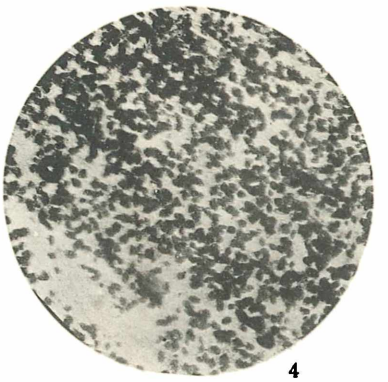
Fig. 20. Spodogramm der mit Thyllen erfüllten Tüpfelgefäße von *Tectona grandis*. Auf der rechten Seite ein Gefäß mit schwarzem Inhalt. Zeiß Proj.-Ok. II u. Reichert Obj. 7 a.
21. Dasselbe der Spiralgefäße von *Tectona grandis*. Zeiß Proj.-Ok. II u. Reichert Obj.
22. Strangparenchymzellen. Zeiß Proj.-Ok. II u. Reichert Obj.
23. Tüpfelgefäße von *Quassia amara*. Zeiß Proj.-Ok. II u. Reichert Obj.
Abgüsse der Tüpfel sehr deutlich sichtbar.
24. Dasselbe der Ablagerung in den Gefäßen von *Vitis vinifera*. Zeiß Proj.-Ok. II u. Reichert Obj.
25. von *Phellodendron amurense*. Zeiß Proj.-Ok. II u. Obj. 4 a.
26. *Cinnamomum camphora*. II 4 a.
Aschenbild der verkieselten Fasern und der Kalkoxalateinzelkrystalle in den Markstrahlkantenzellen.
27. Dasselbe von *Rhamnus cathartica*. Zeiß Proj.-Ok. II u. Reichert Obj. 7 a.
Reichliches Vorkommen der H-förmigen Ablagerungen in den Gefäßen.
28. Dasselbe von *Rhamnus catharlica*. Reichert Ok. IV u. Obj. 7 a (m. d. Kamera gezeichnet).
Eine H- und O-förmige Ablagerung (a), Abguß einer Faser (f), einer Parenchymzelle (p), langgestreckte Kryställchen und Aggregate von Nadelkrystallen (n).
29 a. Abguß einer Parenchymfaser von *Ulmus campestris*. Reichert Ok. IV u. Obj. 7 a (m. d. Kamera gezeichnet).
29 b. der Parenchymzellen IV 7 a
29 c. einer Parenchymzelle IV 7 a
29 d. der Markstrahlzellen auf den Parenchymzellen von *Ulmus campestris*. Reichert Ok. II u. Obj. 7 a.
29 e. Fragment der Gefäßwand von *Ulmus campestris*. Reichert Ok. IV u. Obj. 7 a (m. d. Kamera gezeichnet).
30. Abguß der Parenchymfasern von *Cornus sanguinea* mit den Linsenräumen der Tüpfel. Reichert Ok. II Obj. (m. d. Kamera gezeichnet).
31 a. Abguß von Parenchymzellen von *Liriodendron tulipifera*. Reichert Ok. IV u. Obj. 7 a (m. d. Kamera gezeichnet).
31 b. der Markstrahlkantenzellen. Reichert Ok. IV u. Obj. 7 a (m. d. Kamera gezeichnet).
31 c. von einer Markstrahlzelle auf einer Strangparenchymzelle. Reichert Ok. IV u. Obj. 7 a (m. d. Kamera gezeichnet).
32 a. Fragment einer verkieselten Faser von *Magnolia hypoleuca*. Reichert Ok. IV Obj. 7 a (m. d. Kamera gezeichnet).
32 b. Abguß einer Faser von derselben Pflanze. Reichert Ok. IV u. Obj. 7 a.
32 c. der Markstrahlzellen von derselben Pflanze. Reichert Ok. IV u. Obj. 7 a.
32 d. konjugierten Markstrahlkantenzellen von derselben Pflanze. Nach Behandlung mit HCl gezeichnet.
32 e. Parenchymzelle mit schaumartigem Inhalt. Reichert Ok. IV u. Obj.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

10

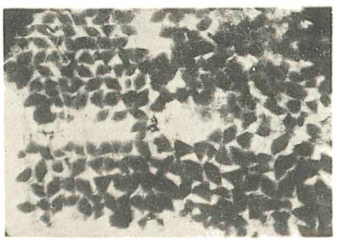
14

11



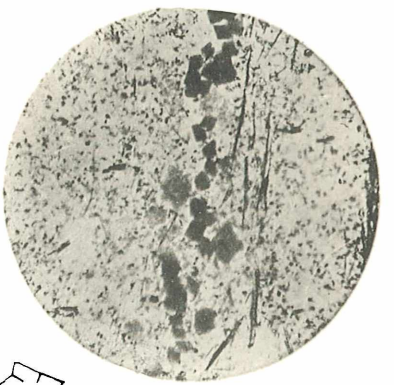
4

19



7

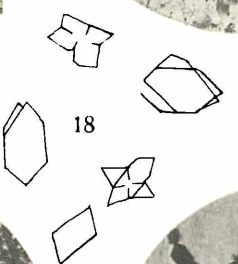
15



17

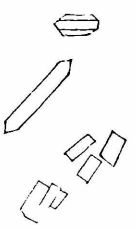
13

12

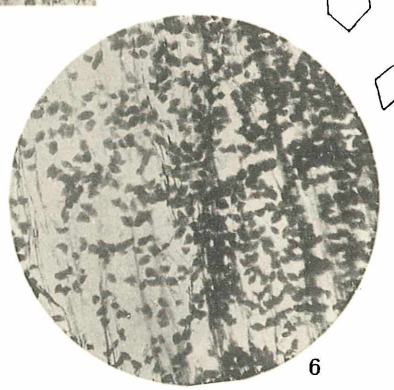


18

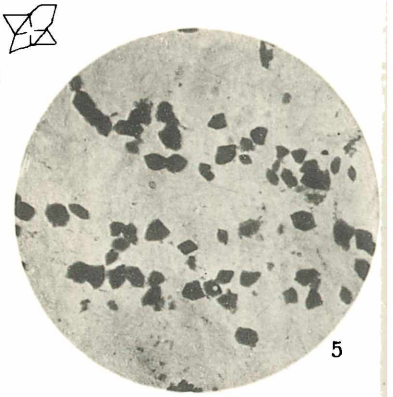
16



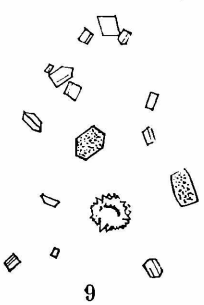
8



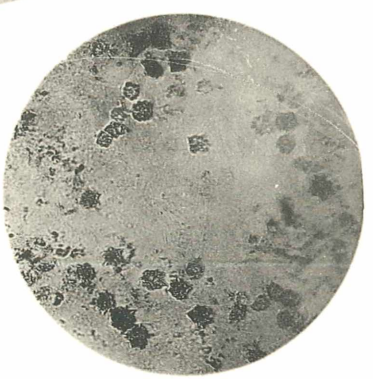
6



5

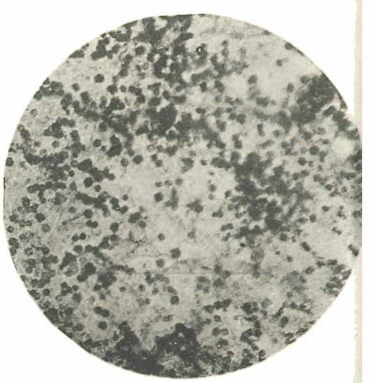


9



3

2

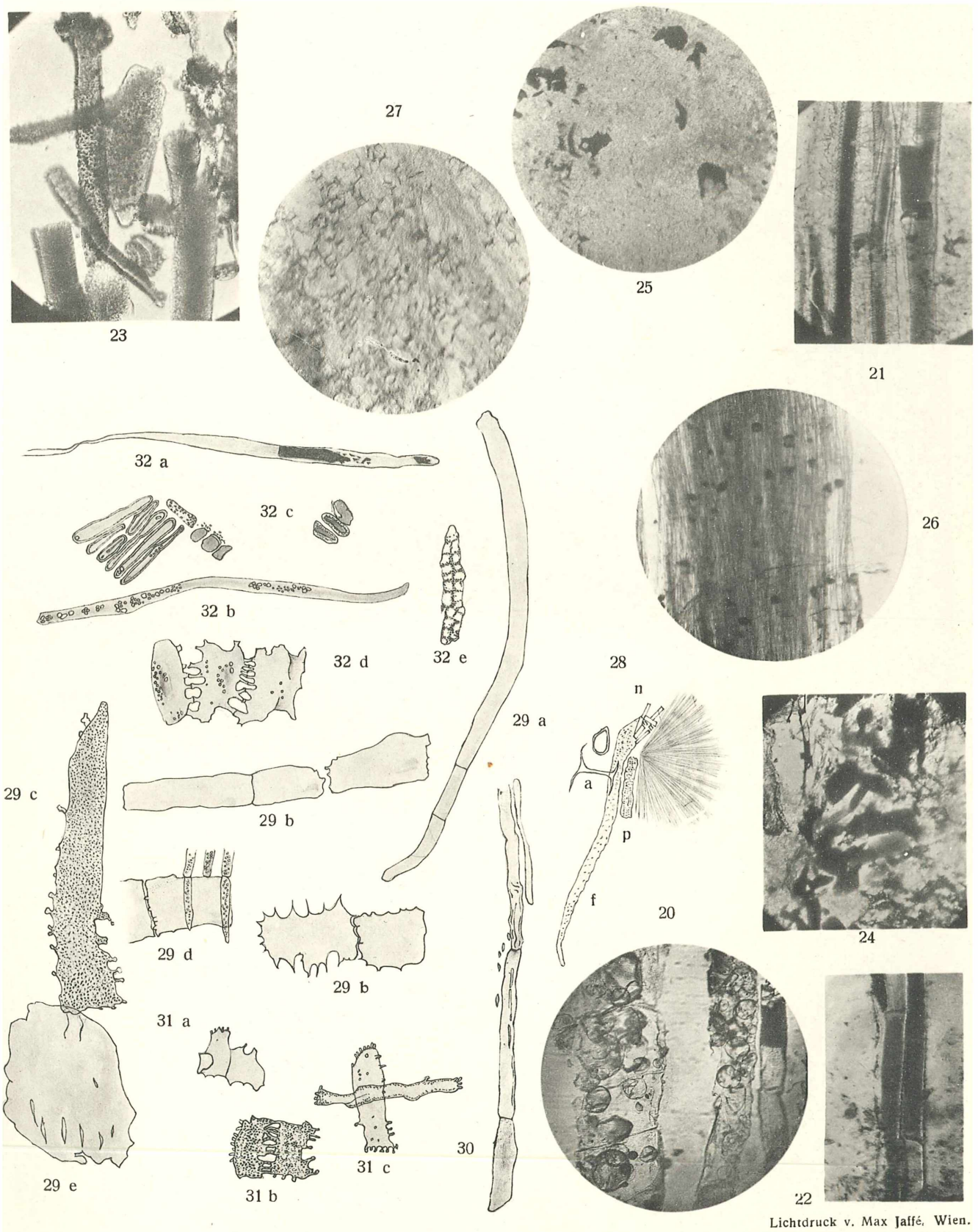


1

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl. Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt: Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: 100

Autor(en)/Author(s): Ohara Kametaro

Artikel/Article: Über die Verwendung des Aschenbildes für die Bestimmung technisch verwendeter Hölzer (mit 2 Tafeln). 301-320