Über Ringbildung bei einigen Tropenhölzern.

Von **Anton Link.**

Mit 60 Textfiguren.

Bis vor wenigen Jahren wurde der Frage nach der Peridiozität des Dickenwachstums bei Pflanzen, speziell Hölzern in gleichmäßig feuchtem Tropenklima so gut wie kein Interesse geschenkt; erst in letzter Zeit beschäftigten sich einige wenige Autoren mit deren Lösung. Zunächst wurde die frühere Ansicht — daß die betr. Hölzer eine Unterbrechung ihres Wachstums überhaupt nicht erfahren — widerlegt; es wurde betont, daß wenigstens bei gewissen Baumarten sich ein Wechsel in der Gestalt, Größe und Anordnung der Elemente beobachten läßt, daß also auch hier Zonen (Zuwachszonen) auftreten.

Es wurde nun die Frage bearbeitet, ob es sich bei den Tropenhölzern, ähnlich den bei uns einheimischen Bäumen um eine bestimmte Periodizität handle, und es wurde nach deren Ursachen geforscht. Eine endgültige Lösung der Frage steht heute noch aus; die Ansichten der Autoren gehen noch in den Punkten auseinander, ob die Periodizität des Zuwachses (also auch die Jahresringe unserer Bäume) eine Folge der Periodizität im Klima ist, oder ob sie durch innere Gründe, also etwa durch eine ererbte Rhythmik, hervorgerufen worden ist. Ursprung (1904, S. 189) hält bei seinen holzanatomischen Studien an Tropenhölzern beides für möglich; er sagt darüber:

„Es ist erstens möglich, daß das Wachstum ursprünglich aus inneren Gründen ein gleichmäßiges war und nur infolge der klimatischen Schwankungen eine Periodizität annahm, daß dann später bei der Übersiedelung in ein gleichmäßiges Klima die einen Bäume kontinuierlich weiter wuchsen, die andern aber, infolge der Nachwirkung, die Periodizität in verschiedenen graduellen Abstufungen beibehielten.“

Nach Reiches Beobachtungen (1897, S. 81) in den Tropen kann das Dickenwachstum in einem gleichmäßigen Tropenklima

seine Periodizität aufgeben *(Lavatera assurgentiflora, Eucalyptus globulus, Loranthus tetrandus)* oder beibehalten *(Persea Lingue, Aristotelia Maqui L'Herit, Psoralea glandulosa)*.

Holtermann beschreibt bei seinen Untersuchungen der Flora von Ceylon Bäume mit und ohne abgegrenzte Zuwachszonen und ist der Ansicht, daß solche bei schnellwachsenden, laubwerfenden Bäumen am deutlichsten seien, während in der Regel sehr langsam wachsende Pflanzen gar keine Zuwachszonen zeigen.

Noch einige andere Arbeiten beschäftigen sich mit der Periodizität von Tropenpflanzen, meistens jedoch gelten die Beobachtungen dem Laubwechsel usw. ohne Rücksicht auf die Anatomie des Holzes.

Auch Simons (1914) „Studien über die Periodizität der Lebensprozesse der in dauernd feuchten Tropen heimischen Bäumen" waren in erster Linie auf eine Klärung des zeitlichen Verhaltens der äußerlich sichtbaren Wachstumsvorgänge, der Sproß- und Laubentwicklung bei den laubwechselnden nicht immergrünen Baumarten gerichtet. Daneben beobachtete er auch den inneren Zuwachs des Holzes, worüber er sagt (S. 175): „Wie das äußerlich sichtbare Wachstum, so unterliegt auch das innere durch das Kambium geleistete Dickenwachstum in den Ästen und wohl auch im Stamme einem periodischen Wechsel von Tätigkeit und Ruhe. Am klarsten tritt dieser Wechsel naturgemäß an jenen Baumarten hervor, welche für längere Zeit ganz blattlos werden. Geringe Zeit dagegen währt diese Ruhe bei jenen Arten, welche vor dem Treiben nur kurze Zeit oder überhaupt nicht gänzlich kahl werden; sie ist aber, wie unsere Untersuchungen einwandfrei zeigten, stets vor dem Austreiben der Knospen zu konstatieren."

Weitere anatomische Arbeiten über Tropenhölzer von Michael, Möller und Solereder werden bei der Beschreibung der einzelnen Hölzer Erwähnung finden.

Meine Aufgabe war es nun, die Holzbildung an einer Anzahl, in Java, speziell in und um Buitenzorg gewachsenen Hölzern zu studieren, deren genaues Alter bekannt war und von denen meist mehrere Exemplare von verschiedenem Alter vorhanden waren; ich legte besondere Aufmerksamkeit darauf, ob die Jahre durch irgend welche Periodizität in der Anordnung der Holzelemente zu erkennen waren.

Das Material wurde mir durch meinen sehr verehrten Lehrer, Herrn KLEBS, der es anläßlich seines Aufenthaltes 1910/11 in Java teils im botanischen Garten von Buitenzorg, teils im Versuchsgarten Tjikemoe sammeln ließ, zur Verfügung gestellt. Es sei mir an dieser Stelle gestattet, ihm für seine Anregung zu dieser Arbeit und die freundliche Unterstützung, die er mir bei deren Ausführung hat angedeihen lassen, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Ferner aufrichtigen Dank dem Herrn TROMP DE HAAS, dem Vorsteher des Agrikultur-chemischen Laboratoriums und dem Leiter des Fremden-Laboratoriums, Herrn Dr. v. FABER, die Herrn KLEBS in liebenswürdiger Weise die Sammlung der Hölzer, ebenso einige lebende Pflanzen zur Verfügung stellten, an denen einige Versuche angestellt wurden.

Bei der Benennung der einzelnen Elemente schloß ich mich der von MOLL und JANSONIUS vorgeschlagenen Nomenklatur an; danach kommen bei den von mir bearbeiteten Hölzern in Betracht: von dem trachealen System: Gefäße. Von den Elementen des Libriforms: die einfachen Libriformfasern (Holzfasern). Von den Elementen des holzparenchymatischen Systems: das Holzparenchym und das Markstrahlparenchym. — Sehr scharf abgegrenzte Ringbildung ist meist nicht zu erkennen; die auftretenden Zonen nannte ich, einem Vorschlage von Herrn KLEBS (1914, S. 89) folgend, an Stelle der bei unsern einheimischen Bäumen gebrauchten Ausdrücken Früh- und Spätholz, Eng- und Weitholz; wobei unter Engholz meist verdickte, radial verkürzte Zellformen (Libriform und Parenchym), evtl. Abnahme der Zahl und der Lumina der Gefäße, unter Weitholz Zonen mit zahlreich auftretendem Parenchym und weiten, verdünnten Holzfasern evtl. größeren Gefäßen zu verstehen ist, auf Zwischenformen und besondere Zellarten ist bei den betreffenden Hölzern, wo sie auftreten, hingewiesen.

Die Präparation der Hölzer für die mikroskopische Untersuchung führte ich folgendermaßen aus: Von jedem Exemplar teilte ich 1—3 Radien in kleine Klötzchen, die ich einen halben bis einen ganzen Tag in gewöhnlichem Wasser einweichte (*Coffea* kochte ich vor der Verarbeitung noch ca. ½ Stunde), die Schnitte stellte ich am Mikrotom (0,015—0,020 mm) her, färbte sie mit Safranin und legte sie zur Untersuchung und zum Aufbewahren in Glyzerin-Gelatine.

Erythroxylon Coca (Fam. *Gruinales*).

Das Material stammt mit Ausnahme des 15jährigen Exemplars aus der Versuchsabteilung der botanischen Abteilung des botanischen Gartens Buitenzorg (unter der Leitung des Herrn Tromp de Haas).

Das rötliche, weiche Holz besteht aus folgenden Elementen: Markstrahlzellen, Holzparenchym, Holzfasern und Gefäßen.

Die Markstrahlen durchsetzen das Holz in 5 bis 15 Schichten hohen und meist in ein, seltener zwei Reihen breiten Komplexen. Die auf dem Tangentialschnitt rund bis elliptisch erscheinenden Zellen sind radial gestreckt und zeigen unter sich wenig Änderung.

Fig. 1. *Erythroxylon coca;* 15 jährig. Querschnitt makroskopisch.

Das Holzparenchym führt, wie die Markstrahlzellen Stärke, liegt meist um die Gefäße zerstreut, tritt in eigenen kleineren Komplexen auf und ist schließlich teilweise zu ringähnlichen Schichten angeordnet.

Die Holzfasern führen keinen lebenden Inhalt, sind also echte Sklerenchymfasern, sie haben sehr stark verdickte Zellwände, treten bedeutend zahlreicher auf, als das Parenchym und bilden also die Grundsubstanz.

Die sehr langen und, wie auf dem Querschnitt ersichtlich, zerstreut liegenden Gefäße zeigen bezüglich des Durchmessers wenig Größenunterschied (0,045—0,07 mm) und treten sehr häufig auf.

Mit bloßem Auge lassen sich, wie die Figur 1 zeigt, auf dem Holz teils mehr, teils weniger scharf ringähnliche Streifen erkennen, die teilweise durch den ganzen Schnitt verlaufen, sich jedoch meistens darauf verlieren oder ineinander übergehen; eine bestimmte Zahl anzugeben ist kaum möglich, da die Streifen meist verschwommen sind; indes erhellt deutlich, daß die Zahl mit den Jahren der betr. Hölzern nicht übereinstimmt.

Die mikroskopische Untersuchung (Fig. 2) ergibt wenig Übereinstimmung im Wechsel und in der Anordnung der Elemente; Schichtungen, die makroskopisch nicht voneinander zu unterscheiden sind, werden teils durch wenig verdickte Libriformfasern (Engholz), teils durch Parenchym (Weitholz) hervorgerufen; andere für das bloße Auge sichtbare Ringe sind nur Farbunterschiede und im Mikroskop nicht wieder zu erkennen.

Zur Untersuchung gelangte 4-, 5-, 6-, 7- u. 15jähriges Material, von dem je der größte Radius geschnitten und durchweg verfolgt wurde.

Die schematisch dargestellten Sektoren sind folgendermaßen zu verstehen: die durchgezogenen Linien zeigen die makroskopisch und mikroskopisch zu erkennenden Ringschichten von verdickten Holzfasern, die gestrichelten solche, die nur bei der mikroskopischen Untersuchung sichtbar und durch dieselbe Verdickung hervorgerufen sind, und die punktierten, die ausschließlich aus Parenchym und Gefäße bestehenden Ringe.

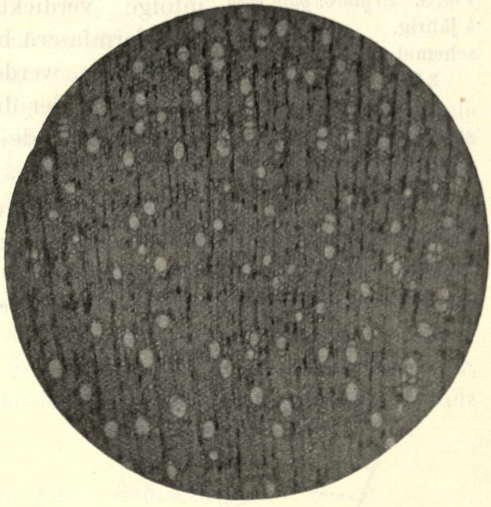

Fig. 2. *Erythroxylon coca;* 15jährig. Querschnitt mikroskopisch.

Wie ferner zu erkennen und vorhin erwähnt wurde, verlieren sich im Holz mehrfach solche ringähnlichen Gebilde. Außer diesen markierten Ringen sind häufig Komplexe von verdickten Holzfasern zu beobachten. Wesentlich ist, daß das Gefäßlumen weder in diesen Komplexen noch im Eng- oder Weitholz sich ändert.

Das vierjährige Holz zeigt auf dem 16 mm messenden größten Radius, wie aus dem Schema ersichtlich ist, 14 durchlaufende Schichten, von denen 8 mit bloßem Auge als schmale Streifen zu erkennen sind. Die übrigen 5, im Mikroskop noch durch den ganzen Schnitt verfolgbaren Ringe, sind makroskopisch nicht sichtbar, ebensowenig der Parenchymring; außer diesen

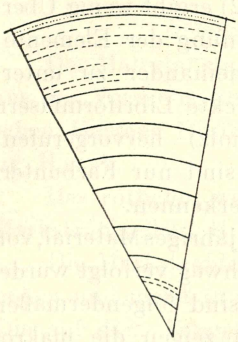

Fig. 3. *Erythroxylon coca*, 4 jährig. Querschnitt schemat. Radius 16 mm. 3 fach vergrößert.

durchlaufenden Schichten treten 3 solche auf, die sich im Verlaufe des Schnittes verlieren.

Der nur 12 mm messende größte Radius des fünfjährigen Materials läßt mit bloßem Auge 9 Ringe erkennen, die im Mikroskop ebenfalls als solche und zwar infolge verdickter Libriformfasern beobachtet werden können; außer diesen finden sich noch 5 durchlaufende und 4 sich verlierende Streifen.

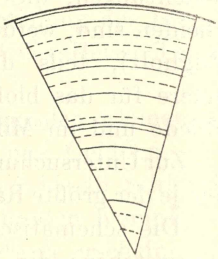

Fig. 4. *Erythroxylon coca*, 5 jährig. Querschnitt schemat. Radius 12 mm. 3 fach vergrößert.

Auf dem 13 mm messenden Radius des sechsjährigen Holzes sind makroskopisch nur 2 Ringe zu sehen; bei der genauen Untersuchung ergeben sich aber 6 solche von dichterem Libriform, ferner 3 Parenchymringe; 2 Libriformstreifen und ein solcher von Parenchym verlieren sich.

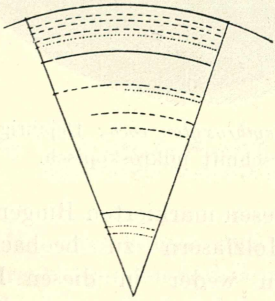

Fig. 5. *Erythroxylon coca*, 6 jährig. Querschnitt schematisch. Radius 13 mm. 3 fach vergrößert.

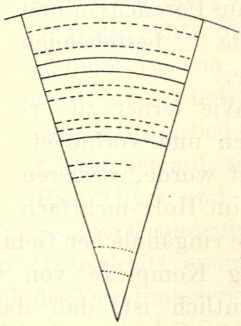

Fig. 6. *Erythroxylon coca*, 7 jährig. Querschnitt schematisch. Radius 14 mm. 3 fach vergrößert.

Das siebenjährige Holz zeigt auf dem 14 mm messenden Radius 11 durchlaufende Streifen und zwar 9 von dichterem Libriform und 2 von Parenchym.

Auffallend wenig Schichtung läßt der 28 mm messende Radius des fünfzehnjährigen Materials erkennen. Das bloße Auge sieht nur einen deutlicheren und drei schwächere Ringe; bei mikroskopischer Untersuchung findet sich außer diesen im jüngsten Holze noch ein Ring aus Holzfasern und ein solcher aus Parenchym; die schmalen Schichten in der Mitte des Schnittes verlieren sich allmählich.

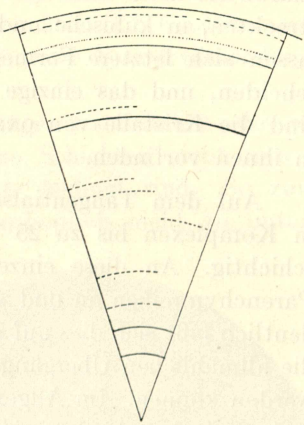

Fig. 7. *Erythroxylon coca*, 15 jährig. Querschnitt schematisch. Radius 28 mm. 2fach vergrößert.

Vergleichen wir die fünf verschiedenen Jahrgänge des untersuchten Holzes, so zeigen schon die schematischen Sektoren, daß kein gleichmäßiger Zuwachs zu erkennen ist. Die angeführten Schichtungen mögen auf Wechsel des Klimas und des Nährsalzgehaltes des Bodens zurückzuführen sein; eine regelmäßig wiederkehrende Schichtung ist jedenfalls nicht festzustellen; und es ist daher auch unmöglich, an der Struktur das Alter des Holzes zu erkennen. Am deutlichsten geht dies aus dem Sektor des 15jährigen Exemplars hervor, in dessen mittlerem Teil das Kambium fast völlig homogenes Holz bildete.

Coffea (Fam. *Rubiaceae*).

Die sämtlichen Hölzer von *Coffea* mit bestimmten Angaben der Spezies und des Alters sind von Herrn Dr. v. Faber gesammelt worden.

Es treten hier dieselben Elemente wie bei *Erythroxylon* auf, also Markstrahlen, Parenchym, echte Holzfasern und Gefäße.

Markstrahlen und Parenchym sind stärkehaltig. Die Markstrahlen verlaufen meist in ein oder zwei Reihen, doch sind auch drei nicht selten, und bei einer Spezies wurden vereinzelt vier beobachtet. Häufig ändert sich die Zahl ihrer Reihen im Verlauf des Schnittes; so ist es nicht selten, daß ein im äußeren Teil des Holzes zweireihiger Markstrahl in der Mitte in drei und weiter innen in eine Reihe übergeht. Die einzelnen Zellen unterscheiden sich untereinander häufig in Gestalt und Anordnung; besonders

charakteristisch sind die Übergänge von schmalen, radial gestreckten, in kubische und schließlich in stehende Zellen; häufig lassen sich letztere Formen vom Parenchym kaum mehr unterscheiden, und das einzige Kennzeichen für die Markstrahlzellen sind die Kristalle von oxalsaurem Kalk, die sich sehr zahlreich in ihnen vorfinden.

Auf dem Tangentialschnitt erscheinen die Markstrahlzellen in Komplexen bis zu 25 Schichten hoch, selten sind sie mehrschichtig. An diese einzelnen Komplexe schließen sich häufig Parenchymreihen an und verbinden den einen mit dem nächsten; deutlich läßt sich dies auf dem Radialschnitt beobachten, wo auch die allmählichen Übergänge der Markstrahlzellformen gut verfolgt werden können. Im Allgemeinen sind auf dem Radialschnitt nur geringe Unterschiede zwischen den einzelnen Spezies zu finden; die wenigen, die auftreten, sind bei der Einzelbeschreibung angeführt. Besser als auf dem Radialschnitt treten Unterschiede der einzelnen *Coffea*-Arten auf dem Tangentialschnitt hervor und zwar bezüglich der Lumengröße der Markstrahlzellen, der Anordnung der einzelnen Komplexe und der Verteilung von Holzfasern und Parenchym.

Das Lumen der Markstrahlzellen ist sehr gering und variiert im allgemeinen zwischen 0,010 und 0,015 mm; bei zwei Arten treten größere Lumina auf, worauf an der betreffenden Stelle hingewiesen wird.

Das Holzparenchym ist reichlich vertreten, schließt, wie erwähnt, häufig Markstrahlkomplexe ein, bildet diesen parallellaufende Streifen, ist um Gefäße und im Sklerenchym verteilt und schließlich in kleineren, mitunter ringähnlichen Schichten zu beobachten. Die Holzfasern sind deutlich und zahlreich getüpfelte echte Sklerenchymfasern, stark verdickt und bilden die Grundsubstanz.

Die Gefäße sind bei den verschiedenen Arten verschieden lang und durchweg englumig, ihr Durchmesser wechselt zwischen 0,015 und 0,07 mm, die Perforation ist einfach.

Ganz ähnlich, wie bei *Erythroxylon*, sind makroskopisch ringartige Gebilde auf dem Holze zu erkennen, und zwar treten neben verschwommenen breiten Partien schmälere und etwas deutlicher ausgeprägte hervor.

Die Photographie von 12jähriger *Coffea aleocuta* zeigt solche Ringschichten, deren Zahl mit dem Alter keine Übereinstimmung zeigt; ein genaueres Bild ergibt sich aus der Einzelbeschreibung der Spezies und den betr. Schemata.

Auch mikroskopisch sind Schichtungen festzustellen; die genauere Untersuchung ergibt, daß diese Schichten nicht immer durch denselben Wechsel der Elemente bedingt sind. So zum Beispiel können auch hier von makroskopisch nicht zu unterscheidenden Ringen der eine durch Weitholz, der andere durch Holzfasern und zwar häufig durch radial verkürzte, also durch Engholz, und wieder andere dadurch hervorgerufen sein, daß die Elemente dieselben bleiben und nur durch gedrängtere Anordnung hervortreten. Ganz selten wird an solchen Stellen auch eine Abnahme des Gefäßlumens beobachtet. Michael (1885, S. 53) schreibt bei *Coffea arabica* über diesen Größenunterschied: „Am gelblichen, weichen Holze erscheinen die Jahresringzeichnungen — (nur durch wenig größere Gefäße im Frühholz hervorgerufen) — verwischt".

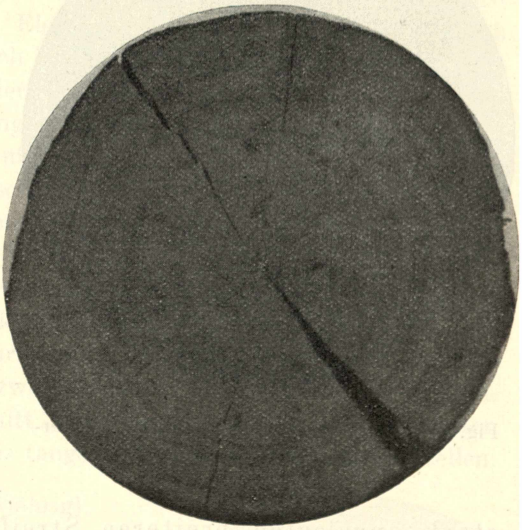

Fig. 8. *Coffea aleocuta*, 12jährig. Querschnitt makroskopisch.

Bei *Coffea arabica*, der einzigen Spezies, die Michael erwähnt, läßt sich dieser Größenunterschied einige Male feststellen, manchmal auch ringartig verfolgen, was indes bei den andern, von mir untersuchten *Coffea*-Arten nicht der Fall ist. Aus diesem Grunde, vor allem aber deshalb, weil die Zahl der Änderungen mit dem Alter, d. h. mit den Jahren des betreffenden Holzes nicht übereinstimmt, können die erwähnten Schichten nicht als Jahresringe bezeichnet werden. Da ferner die geringen Lumenänderungen der andern

Elemente, soweit solche überhaupt vorhanden sind, mit denen der Gefäße nicht identisch sind, kann hierbei auch nicht von Früh- und Spätholz die Rede sein; dies bestätigt sich besser als bei *arabica* bei den andern Arten des Kaffeebaums.

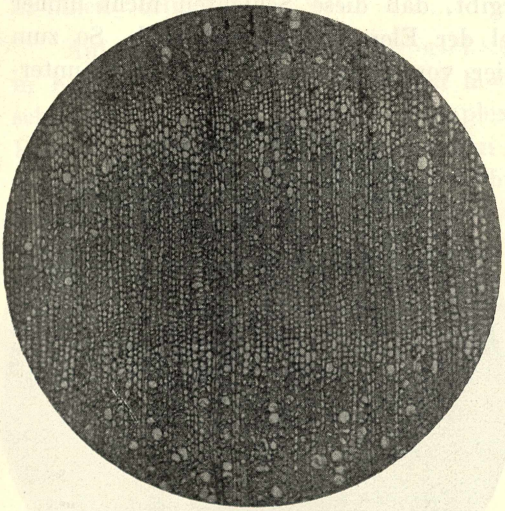

Fig. 9. *Coffea stenophylla*, 6 jährig. Querschnitt mikroskopisch.

Die zur genaueren Übersicht über den Verlauf der Ringschichten angefertigten schematischen Sektoren sind folgendermaßen zu verstehen: die strichpunktierten Linien stellen die deutlichen, die gestrichelten die weniger deutlichen nur mikroskopisch zu erkennenden Parenchymringe; die durchgezogenen Linien die verdickten, häufig radial verkürzten Holzfasern (Engholz), die mehr oder weniger stark angelegten breiteren Streifen die durch dichtere Anordnung der Elemente hervorgerufenen Schichten dar.

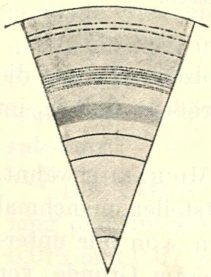

Fig. 10. *Coffea stenophylla*, 6 jährig. Querschnitt schematisch. Radius 36 mm. Natürl. Größe.

Beschreibung der einzelnen Spezies.

Untersucht wurden:

1.	*Coffea stenophylla*	6 und 8	jährig,
2.	„ *liberica*	8	„
3.	„ *Laurentii (robusta)*	6	„
4.	„ *aleocuta*	9 und 12	„
5.	„ *canephora*	6	„
6.	„ *quillou*	6	„
7.	„ *arabica*	8	„
8.	„ „ *(var. maragogyp)*	9	„
9.	„ *excelsa*	5	„

1. *Coffea stenophylla* (6jährig).

Makroskopisch treten auf dem 36 mm messenden Radius 6 ringartige Schichten hervor und zwar in den Entfernungen 34, 33½, 31, 19½, 16 und 5 mm vom Mittelpunkt. Die beiden ersten sind mikroskopisch deutlich zu erkennen und zwar, wie obige Mikrophotographie zeigt, als Ringe aus Weitholz. Die Anzahl der Gefäße bleibt in und um sie die gleiche, ebenso ihr Lumen (0,016 bis 0,025 mm). Der dritte Ring ist nicht so markant wie die beiden ersten; etwas zahlreicher vorhandenes Parenchym läßt die sonst dichte Anordnung der Elemente lockerer erscheinen; bezüglich der Gefäßlumina ist auch hier kein Unterschied zu bemerken. Mit Hilfe der Lupe sind in der Entfernung von 26—28 mm vom Mittelpunkt 7 ganz schmale ringartige Streifen zu erkennen, die im Mikroskop untersucht, Anhäufungen von Gefäßen ergeben. Die drei letzten Schichten sind selbst bei starker Vergrößerung kaum als solche zu beobachten und durch wenig Engholz und dichtere Anordnung der Elemente bewirkt.

Die Markstrahlen treten in 5—25 Schichten hohen Komplexen auf, sind mehr vom Sklerenchym als Parenchym umgeben, ihr Zellumen beträgt im Durchschnitt 0,01 mm. Auf 1 qmm kommen 10 Markstrahlreihen, dazwischen laufen ihnen parallel Parenchymreihen. Der Radialschnitt zeigt deutlich die bereits erwähnten Übergänge von radial bis tangential gestreckten Markstrahlzellen.

Coffea stenophylla (8jährig).

Der nur 16 mm messende Radius weist 4 Ringstreifen auf und zwar einen Parenchymring und 3 solche von verdicktem Libriform.

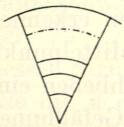

Fig. 11. *Coffea stenophylla.* 8jährig. Querschnitt schemat. Radius 16 mm. Natürl. Größe.

2. *Coffea liberica* (8jährig).

Die Markstrahlkomplexe sind bis 42 Schichten hoch und bis zu 4 Reihen breit. Öfter als bei *stenophylla* umgibt Parenchym diese und trennt zwei Komplexe voneinander; dies erregt auf dem Querschnitt oft den Anschein, als

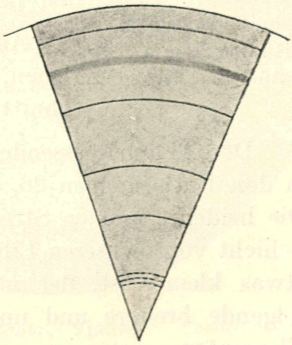

Fig. 12. *Coffea liberica*, 8jährig. Querschnitt schematisch. Radius 46 mm. Natürl. Größe.

hätte man es mit 7—8 Reihen breiten Markstrahlen zu tun; dazu trägt vor allem auch der geringe Größenunterschied der Parenchym- und Markstrahlzelllumina bei; für ersteres ergibt sich die Durchschnittszahl 0,0145 mm, für letzteres 0,0142 mm.

Auf einen Millimeter Breite kommen 12 Markstrahlreihen.

Das Gefäßlumen ist im Durchschnitt etwas größer, als das von *stenophylla* und variiert zwischen 0,020 und 0,060 mm.

Der Querschnitt zeigt auf dem 46 mm messenden Radius dem bloßen Auge 8 undeutliche Streifen. Die drei innersten sind durch Weitholz hervorgerufen und, wie die anderen, durch Engholz und dichtere Anordnung der Elemente bedingt, nur schwer zu erkennen.

3. *Coffea Laurentii (robusta)*, 6jährig.

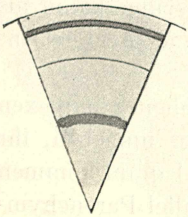

Fig. 13. *Coffea Laurentii (robusta)*, 6 jährig. Querschnitt schemat. Radius 28 mm. Natürliche Größe.

Auch hier sind häufig 3—28 Schichten hohe und ein bis drei Reihen breite Markstrahlkomplexe durch ihnen parallellaufende Parenchymstreifen getrennt; die Markstrahlzellen wechseln in der Länge zwischen 0,008 und 0,032 mm und dementsprechend in der Breite zwischen 0,042 und 0,02 mm; oft sind sie nur durch die eingelagerten Kristalle von den Parenchymzellen zu unterscheiden.

Auf 1 mm Breite kommen 18 Markstrahlreihen. Das Gefäßlumen mißt im Durchschnitt 0,03 mm.

Der 28 mm messende Radius läßt 4 Schichtungen erkennen in den Entfernungen 26, 25½, 21 und 13 mm vom Mittelpunkt. Die beiden schmalen Streifen bei 26 und 25½ mm schließen eine Schicht von dichteren Libriformfasern ab, in der das Gefäßlumen etwas kleiner ist, der nächste Ring besteht aus Engholz, der folgende breitere und undeutliche aus gedrängter angeordneten Elementen.

4. *Coffea aleocuta* (9jährig).

Zunächst unterscheidet sich dieses Holz von den zuvor untersuchten durch die Größe der Gefäße, deren Lumen zwischen 0,04 und 0,07 mm variiert, ferner ist mehr Parenchym vorhanden, das

isoliert, in einzelnen Komplexen und in radialen Streifen auftritt, die den Markstrahlen parallel laufen.

Auf einen Millimeter Breite kommen 10 Markstrahlen, deren Zellumen durchschnittlich 0,02 mm betragen.

Auf dem 50 mm messenden Radius sind 5 Ringschichten sichtbar. Die erste ist durch Parenchym hervorgerufen; viel deutlicher als diese fällt die Zweite auf; ganz plötzlich wird, wie die Photographie zeigt, das Sklerenchym dickwandiger und englumiger, auch das Gefäßlumen ist reduziert. Diese markante Stelle hat Ähnlichkeit mit den Jahresringen unserer Hölzer, resp. deren Engholz, während typisches Weitholz auch hier nicht zu finden ist.

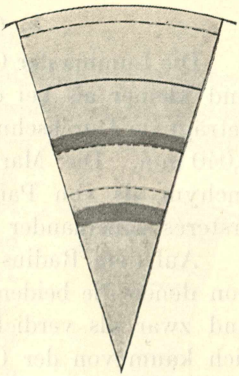

Fig. 14. *Coffea aleocuta*, 9jährig. Querschnitt schematisch. Radius 50 mm. Natürl. Größe.

Der dritte makroskopisch ins Auge fallende Ring ist im Mikroskop ganz schwach wieder zu erkennen; dessen Struktur sowie die der beiden nächsten ist auf dem Schema ersichtlich.

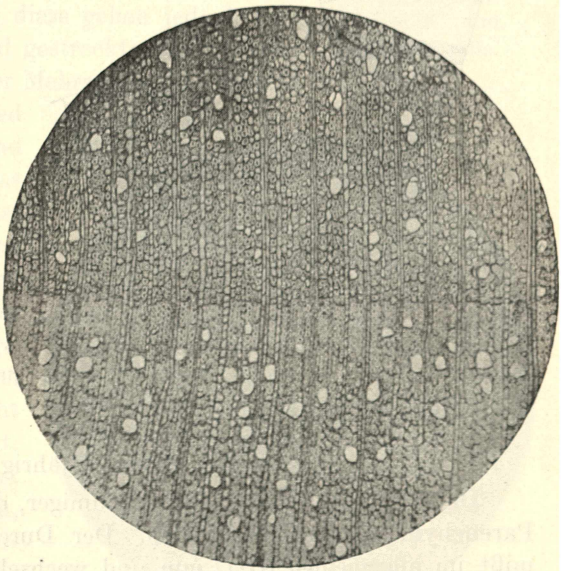

Fig. 15. *Coffea aleocuta*, 9jährig. Querschnitt, Mikrophotographie.

Coffea aleocuta (12jährig).

Der 55 mm messende Radius trägt 7 Ringschichten; außer der ersten, aus Parenchym bestehend, sind sie durch etwas dichter angeordnete Elemente und wenig Engholz bedingt.

5. *Coffea canephora* (6jährig).

Die Lumina der Gefäße, Markstrahlzellen und des Parenchyms sind kleiner als bei den vorhergehenden Arten; das der Gefäße beträgt im Durchschnitt 0,03 mm und variiert zwischen 0,015 und 0,040 mm. Die Markstrahlkomplexe sind häufiger von Sklerenchym als von Parenchym eingeschlossen und oft nur durch ersteres voneinander getrennt.

Auf dem Radius (27 mm) verlaufen 4 verwischte Schichten, von denen die beiden äußeren etwas deutlicher zu erkennen sind und zwar als verdickte Sklerenchymstreifen, die inneren lassen sich kaum von der Grundmasse unterscheiden.

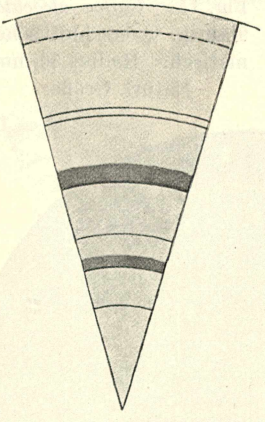

Fig. 16. *Coffea aleocuta*, 12jährig. Querschnitt schematisch. Radius 55 mm. Natürl. Größe.

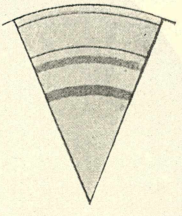

Fig. 17. *Coffea canephora*, 6jährig. Radius 27 mm. Natürl. Größe.

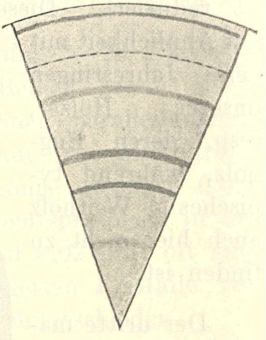

Fig. 18. *Coffea quillou*, 6jährig. Querschnitt schematisch. Radius 44 mm. Natürl. Größe.

6. *Coffea quillou* (6jährig).

Die Elemente sind wieder weitlumiger, die Gefäße sehr lang, Parenchym reichlich vorhanden. Der Durchmesser der Gefäße mißt im allgemeinen 0,047 mm und wechselt zwischen 0,03 und 0,06 mm. Auf dem Tangentialschnitt erscheint das Parenchym in Komplexen die den Markstrahlen ähnlich angeordnet sind, verläuft diesen parallel und läßt sich auf dem Querschnitt oft nicht von jenen unterscheiden.

Schwach hervortretende, dichtere Elemente und ein Parenchymring verursachen die auf dem Schema angedeutete Ringbildung auf dem Querschnitt (44 mm).

7. *Coffea arabica* (8jährig).

Diese Spezies unterscheidet sich von sämtlichen zuvor untersuchten hauptsächlich durch die Gefäßlumengröße und die Gestalt der Markstrahlzellen. Während bei den andern Arten das Gefäßlumen 0,05 mm kaum einmal überstieg, beträgt es hier durchschnittlich 0,057 mm und variiert zwischen 0,028 und 0,070 mm. Der Radial- und ebenso der Querschnitt zeigten die von Michael und Möller beschriebenen Formen der Markstrahlzellen. Michael sagt: „Die zuweilen mit großen Kristallen erfüllten Elemente erscheinen auf Radialschnitten öfters quadratisch, seltener radial horizontal, zumeist aber axial getreckt."

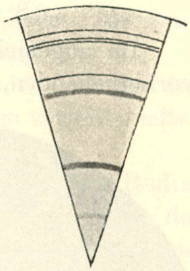

Fig. 19. *Coffea arabica*, 8jährig. Radius 35 mm. Natürl. Größe.

Die mittleren Schichten der Markstrahlkomplexe bestehen wohl noch aus radial gestreckten Zellformen; diese gehen jedoch bald in kubische und axial gestreckte über, welche schließlich weit in der Mehrzahl sind; dies ist der Hauptunterschied zwischen *arabica* und den andern Spezies. Das Parenchym verläuft fast ausschließlich in den Markstrahlen parallelen Reihen; wohl kommt es auch einzeln im Libriform zerstreut vor, doch weit seltener und nicht zu Komplexen vereint. Michael sagt darüber: „Die dünnwandigen, mehrteiligen Holzparenchymfasern lagern einzeln oder in tangentialen Reihen, öfters an Gefäßen vorübergehend, die Markstrahlen verbindend."

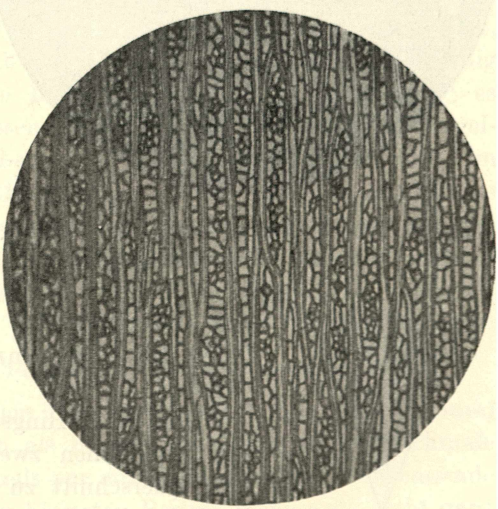

Fig. 20. *Coffea arabica (maragogyp)*, 8jährig. Tangentialschnitt, Mikrophotographie.

Wie der Sektor zeigt, verlaufen auf dem Querschnitt 7 Ringe; bei zwei solchen ist eine Änderung des Gefäßlumens zu beobachten,

was Michael zu der bereits angeführten Bemerkung bezüglich Frühholz und Jahresringszeichnung veranlaßt. Diese Änderung läßt sich bei dem 8jährigen Holze nur zweimal feststellen, kann also mit dem Alter in keinem Zusammenhang stehen.

8. *Coffea arabica (maragogyp)*, 8jährig.

Im allgemeinen zeigt dieses Holz viel Ähnlichkeit mit dem vorhergehenden, die einzelnen Elemente sind indes noch weitlumiger, vor allem die Markstrahlzellen und das Parenchym; beide können, wie die beiden Mikrophotographien von Quer- und Tangentialschnitt zeigen, kaum auseinandergehalten werden, besonders auch deshalb, weil das Parenchym fast ausschließlich in den Markstrahlen parallelen Reihen verläuft. Wie auf dem Tangentialschnitt ersichtlich ist, wechseln die Markstrahlzellen ihre Formen sehr unvermittelt; häufig sind 2 oder 3 Zellen durch eine einzige entsprechend größere ersetzt.

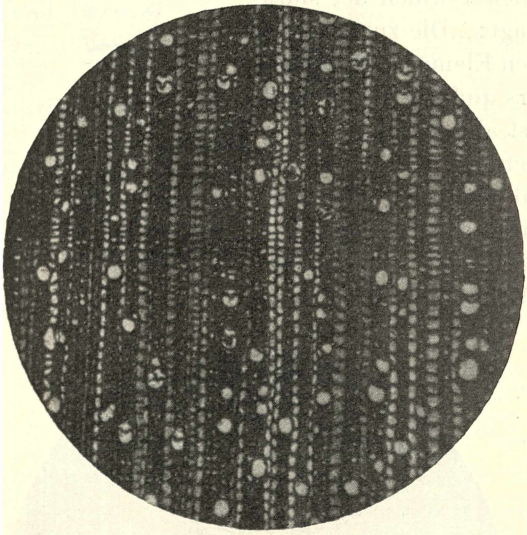

Fig. 21. *Coffea arabica (maragogyp)*, 8jährig. Querschnitt, Mikrophotographie.

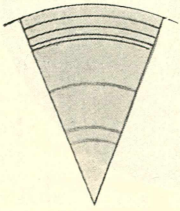

Fig. 22. *Coffea arabica (maragogyp)*, 8jährig. Querschnittschematisch. Radius 27 mm. Natürl. Größe.

Von den 7 Ringschichten sind die 4 äußeren, von denen zwei auf der Photographie vom Querschnitt zu sehen sind, und die aus Engholz bestehen, einigermaßen deutlich; eine kleine Lumenabnahme der Gefäße in ihnen läßt sich feststellen. Die übrigen, dem bloßen Auge durch Farbenunterschiede auffallenden Ringe, heben sich bei der Untersuchung kaum ab.

9. *Coffea excelsa* (5jährig).

Das Markstrahlzellumen wechselt beträchtlich, so daß dieses Holz bezüglich der kleinen Zellen mit *stenophylla*, *liberica* und *canephora* bezüglich der großen mit den beiden *arabica* Ähnlichkeit hat. Die bis 35 Schichten hohen Komplexe bestehen aus in der Mitte (ca. 12 Schichten) radial gestreckten Zellen, die dann auch in kubische und stehende Formen übergehen.

Parenchym ist zahlreich vertreten und findet sich in den Markstrahlen parallelen Streifen und im Libriform verteilt; selten tritt es in eigenen Komplexen auf.

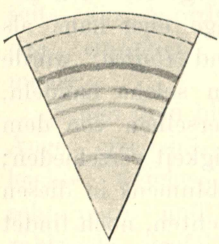

Fig. 23. *Coffea excelsa*, 5jährig. Radius 31 mm. Natürliche Größe.

Auf dem 31 mm messenden Radius treten 6 Ringschichten auf, die für das bloße Auge durch die Farbunterschiede viel deutlicher sind, als sie sich im Mikroskop beobachten lassen. Ganz schwache Dichtigkeitsunterschiede der Elemente bewirken die 5 innern Schichten, die äußerste ist ein Parenchymring.

Die Untersuchung der beschriebenen Hölzer von *Coffea* führt zu dem Ergebnis, daß das Alter aus dem Bau ebensowenig wie bei *Erythroxylon* zu erkennen ist; es lassen sich keine Jahre und keine regelmäßigen Perioden beobachten; die angeführten Wechsel im Auftreten und der Anordnung der einzelnen Elemente sind keine einheitlichen und wiederholen sich nicht regelmäßig; die beschriebenen Zonen sind auf kleine Schwankungen der äußeren Bedingungen zurückzuführen.

Thea assamica, 14jährig (Fam. *Ternströmiaceae*).

Bei dem exzentrischen Holz treten auf dem größten (42 mm) Radius 5 makroskopisch als breitere Schichten und 13 schmale mehr oder weniger gut, teils nur mit Hilfe der Lupe zu erkennende Streifen auf, die über den kleinsten Radius, wenn auch nicht ganz deutlich, zu verfolgen sind.

Mikroskopisch sind, wie das Schema andeutet, 14 schmale scharfe Ringe aus radial verkürzten, verdickten Holzfasern, also typischem Engholz, zu beobachten; drei solche zeigt die Mikrophotographie vom Querschnitt. Diese Ringe bestehen aus nur

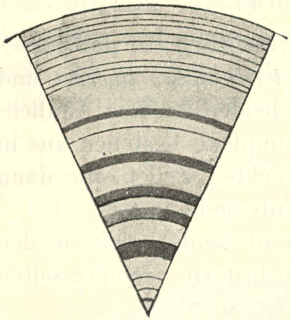

Fig. 24. *Thea assamica*, 14 jährig. Querschnitt schematisch. Radius 42 mm. Natürl. Größe.

4 bis 5 Reihen solcher radial gedrückter Zellformen und heben sich, ganz selten von Gefäßen durchbrochen, schärfer als bei den vorher beschriebenen Hölzern von der Grundmasse ab. Außer in diesen schmalen Ringen finden sich überdies solche Zellformen auch in kleineren Komplexen.

Die Zahl der erwähnten schmalen Schichten stimmt hier mit dem Alter des Holzes überein, legt also den Gedanken an Jahresringe eher nahe als bei *Erythroxylon* und *Coffea;* würde es sich wirklich um solche handeln, so wäre der Bau derselben von dem unserer einheimischen Hölzer durch die Einförmigkeit verschieden; es ist weder eine Ab- oder Zunahme des Gefäßlumens in diesen Zonen selbst oder in deren Umgebung zu beobachten, noch findet sich weitlumiges Libriform oder Parenchym vor.

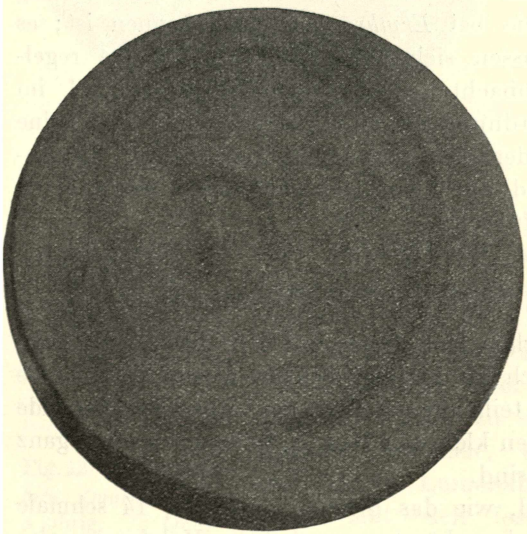

Fig. 25. *Thea assamica*, 14 jährig. Querschnitt makroskopisch.

Wie das Schema weiter zeigt, durchziehen außer den 14 schmalen noch 6 breitere Ringe das Holz; die Struktur der letzteren hat viel Ähnlichkeit mit denen bei *Coffea* bereits beschriebenen und auf dem Schema ähnlich angegebenen; die Farbunterschiede sind auf mehr oder weniger verdickte Holzfasern zurückzuführen.

Meiner Ansicht nach sind auch hier die schmalen Ringe

keine Jahresringe, vielmehr Zonen, die von kleineren Schwankungen im Klima oder Boden, hervorgerufen worden sind. Daß die Zahl mit dem Alter übereinstimmt, wäre demnach hier als Zufall anzusehen.

Theobroma Cacao, 6jährig (Fam. *Sterculiaceae*).

(Aus dem Versuchsgarten Tjikemoe.)

Das Holz besteht aus denselben Elementen wie die vorhergehenden; einen wesentlichen Unterschied von jenen bedingt einerseits die Größe der Gefäße, andererseits die Anordnung der einzelnen Elemente.

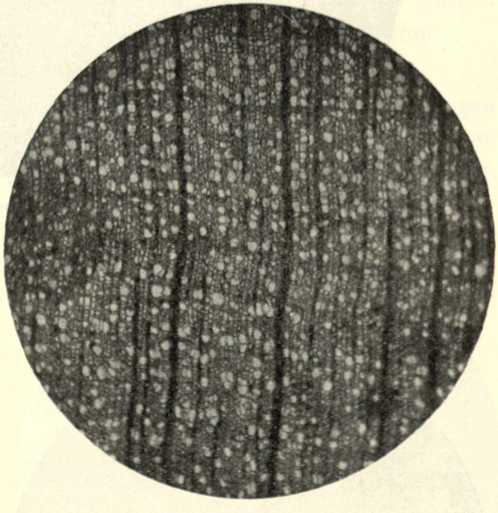

Fig. 26. *Thea assamica*, 14jährig. Querschnitt, Mikrophotographie.

Schon dem bloßen Auge erscheint das leichte, weiche Holz sehr porös und läßt zahlreiche große Gefäße vermuten, was die Beobachtung mit der Lupe, vor allem mit dem Mikroskop bestätigt. Während bei *Erythroxylon*, *Coffea* und *Thea* das Gefäßlumen 0,07 mm nie überschritt, erreicht es bei *Theobroma* ein Maximum von 0,15 mm bei einem Durchschnittslumen von 0,10 und variiert zwischen 0,025 und 0,15 mm.

Wie auf der Photographie vom Querschnitt ersichtlich, ist das dünnwandige Holzparenchym so zahlreich, daß es die Grundmasse bildet und mehr noch als die größeren Gefäße das poröse Aussehen des Holzes verursacht. Verhältnismäßig sehr wenig treten echte Holzfasern auf, die regellos und meist vereinzelt, nur selten in kleineren Bündeln in das Parenchym zerstreut sind.

Für das bloße Auge sehr deutlich sind außerordentlich zahlreiche Markstrahlen. Sie durchziehen in 3 bis 10 Reihen breiten, im allgemeinen sehr (oft über 100 Schichten) hohen Komplexen

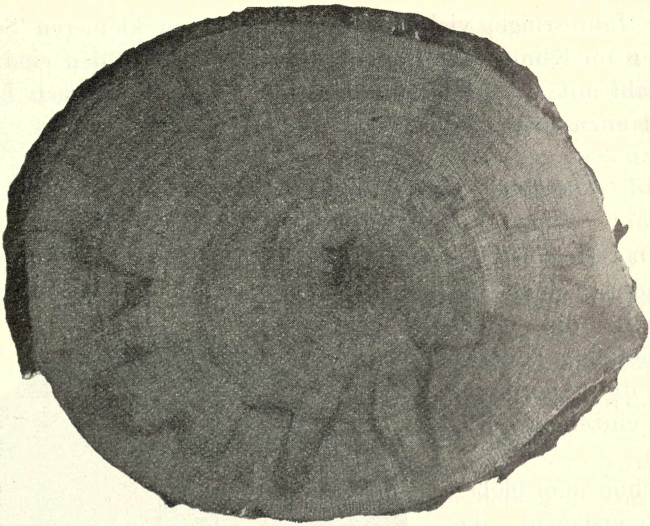

Fig. 27. *Theobroma Cacao*, 6jährig. Querschnitt makroskopisch.

das Holz. Die Zellen sind radial lang gestreckt (0,078 mm lang, 0,015 mm breit). Die bei *Coffea* erwähnten Übergänge der Zellformen fehlen hier, vor allem sind die Markstrahlzellen nicht mit Parenchym zu verwechseln.

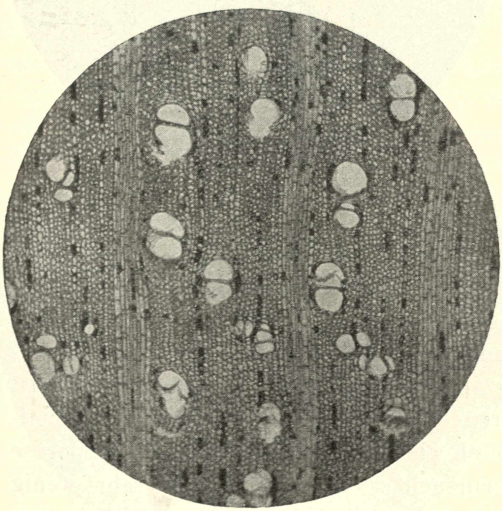

Fig. 28. *Theobroma Cacao*, 6jährig. Querschnitt, Mikrophotographie.

Auf dem Querschnitt des 6jährigen Materials sind 21 geschlossene Ringe teils mehr, teils weniger deutlich zu sehen. Wie auf der Mikrophotographie, durch die zwei solche ziehen, ersichtlich, sind sie weniger scharf abgegrenzt als es dem bloßen Auge erscheint; sämtliche 21 Schichten bestehen aus dickerwandigem, engerlumigem Parenchym, das sich, außer in Ringform auch in kleineren Komplexen vorfindet.

Breitere, geschlossene Schichtungen fehlen bei dem untersuchten *Theobroma* gänzlich, ebenso solche aus Engholz und überhaupt aus Holzfasern gebildete.

Eine geringe Lumenabnahme der Gefäße ist in zwei Ringen aber nicht während deren ganzem Verlauf zu beobachten.

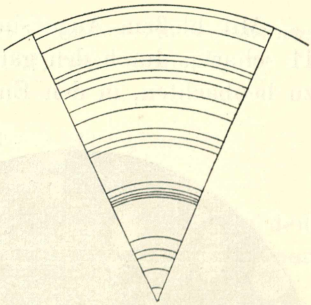

Fig. 29. *Theobroma Cacao*, 6jährig. Querschnitt schematisch. Radius 41 mm. Natürl. Größe.

Strophantus dichotomus, 19jährig (Fam. *Apocynaceae*).
(Aus dem Versuchsgarten Tjikemoe.)

Die äußerst dünnwandigen und verhältnismäßig englumigen Holzfasern des hellen, weichen Holzes unterscheiden sich von denen der vorher untersuchten durch deutliche Hoftüpfelung.

Das reichlich vorhandene Parenchym verläuft in radialen, einreihigen, den Markstrahlen parallelen und viel häufiger als diese auftretenden Streifen, die auf dem Querschnitt undeutlich von den Holzfasern und den Markstrahlzellen zu unterscheiden sind. Auf dem Tangentialschnitt zeigt es ähnliche Anordnung wie die Markstrahlen. Letztere durchsetzen in einer oder zwei Reihen breiten, 8 bis 10 Schichten hohen Komplexen das Holz.

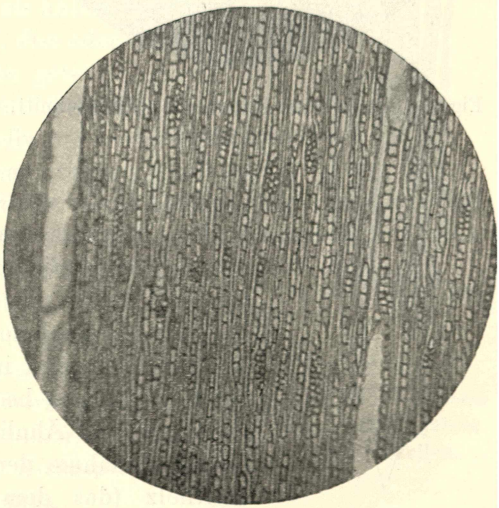

Fig. 30. *Strophantus dichotomus*. Tangentialschnitt, Mikrophotographie.

Die zahlreichen Gefäße erreichen eine solche Lumengröße (Durchmesser bis 0,275 mm), wie sie bei den vorhergehenden Hölzern nicht beobachtet wurde.

Mit bloßem Auge sind auf dem 30 mm messenden Radius 11 scharfe, durch den ganzen Querschnitt zu verfolgende Ringe zu beobachten, in den Entfernungen, wie das Schema andeutet. Diese sind sämtliche auch im Mikroskop als solche wieder zu erkennen. Zunächst sind sie durch zwei bis drei Reihen radial verkürzter, etwas verdickter Holzfasern, also typischem Engholz hervorgerufen. Ein wesentlicher Unterschied gegenüber den Ringschichten bei den vorher beschriebenen Hölzern ist in dem beträchtlichen Lumenwechsel der Gefäße zu sehen. Gegen die Ringe nimmt das Lumen allmählich bis zu 0,064 mm ab, und Gefäße, die in den schmalen Schichten selbst auftreten, reduzieren ihren Durchmesser bis zu 0,015 mm; nach diesen Ringen finden sich unvermittelt Gefäße mit 0,275 mm messenden Lumen.

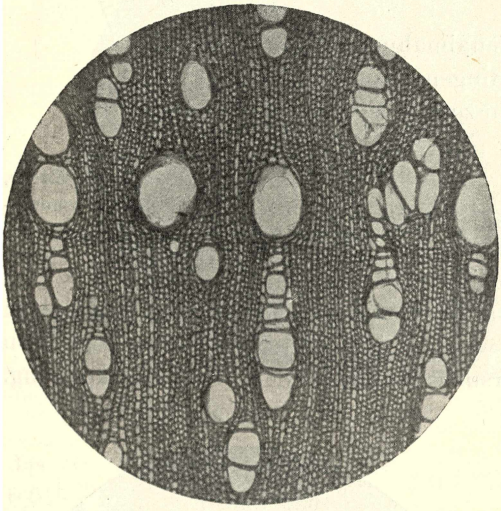

Fig. 31. *Strophantus dichotomus.* Querschnitt, Mikrophotographie.

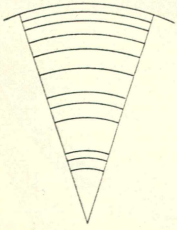

Fig. 32. *Strophantus dichotomus*, 19 jährig. Querschnitt schematisch. Radius 30 mm. Natürliche Größe.

Diese Abnahme der Gefäßlumina, die regelmäßig an und in den aus Engholz gebildeten Ringen zu beobachten ist, gibt diesen besonders viel Ähnlichkeit mit Spätholz. Die rapide Zunahme der Gefäßlumina ließe auf Weitholz (das dem Frühholz unserer einheimischen Bäume entspricht) schließen, sodaß dem Bau nach bei *Strophantus* Jahresringe mit mehr Berechtigung als bei den andern untersuchten Tropenhölzern zu vermuten wären.

Die Zahl der Ringe und das Alter zeigen indes eine so große Differenz, daß es sich auch hier nicht um Jahresringe handeln kann,

vielmehr sind diese Ringe auf dieselben Ursachen zurückzuführen, die die Schichtungen bei den andern Hölzern bewirken.

Kickxia elastica, 5½jährig (Fam. *Apocynaceae*).

(Aus dem Versuchsgarten Tjikemoe.)

Wie bei *Strophantus* sind die dünnwandigen Holzfasern deutlich hofgetüpfelt; sie treten am zahlreichsten auf, bilden also auch hier das Grundelement.

Das Stärke führende Parenchym ist in allen Anordnungen vorhanden: in den Markstrahlen parallelen Streifen, die jedoch nicht durch den ganzen Schnitt gehen, in kleineren Komplexen und am häufigsten zwischen die anderen Elemente zerstreut.

Besonders auffallend sind eigenartige Zellen, die sich an Parenchymzellen anschließen und den Anschein erwecken, als hätten sich gewisse Parenchymzellen in zwei, drei oder vier kleinere verdickte kubische Zellen geteilt.

Abgesehen von dem Größenunterschied und der verdickten Zellwand unterscheiden sich diese Zellen von jenen dadurch, daß jede einen Kristall führt, wie auf der Zeichnung von einem kleinen Teil des Radialschnittes zu sehen ist. Auf dem Tangentialschnitt treten diese Zellen in bis 15 Zellen hohen einreihigen, den Markstrahlkomplexen häufig sich anschließenden und auch ihnen parallelen Streifen auf.

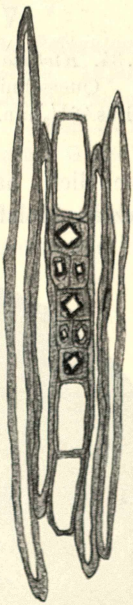

Fig. 33. *Kickxia elastica*, $5^1/_2$ jährig. Kristallzellen.

Diese scharf hervortretenden Kristallzellen wurden bei den andern Hölzern, vor allem auch bei dem der *Kickxia* verwandten *Strophantus* nicht beobachtet.

Die durchschnittlich radial gestreckten, axial sehr niederen Markstrahlzellen durchsetzen in ein bis dreireihigen bis 15 Schichten hohen Komplexen das Holz; sehr häufig verlieren sie sich auch im Schnitt; wie das Holzparenchym führen auch sie reichlich Stärke.

Ein wesentlicher Unterschied von *Strophantus* ist ferner im Auftreten und der Lumengröße der Gefäße zu erkennen. Die

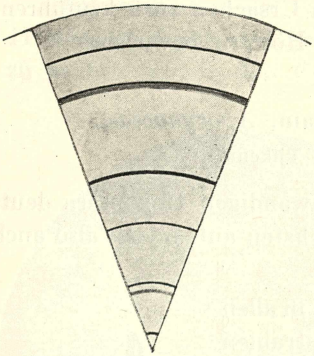

Fig. 34. *Kickxia elastica*, $5^1/_2$jährig. Querschnitt schematisch. Radius $46^1/_2$mm. Natürl. Größe.

runden und elliptischen Lumina haben einen Durchmesser von im allgemeinen 0,06 mm und variieren zwischen 0,01 und 0,04 mm, sind also bedeutend geringer als bei *Strophantus*, außerdem sind die Gefäße nicht so zahlreich wie dort.

Das untersuchte Holz zeigt dem bloßen Auge ganz undeutliche, verschwommene Ringschichten, die bei der mikroskopischen Untersuchung die schematisch angedeuteten Unterschiede ergeben. Auf dem größten Radius von 46 ½ mm verlaufen 7 Schichten. Wie auf dem Sektor ersichtlich, handelt es sich um 6 Ringe von Engholz (radial verkürzten Holzfasern, siehe Photographie), und zwei solchen von Weitholz (dünnerwandige, weiterlumige Holzfasern). Neben diesen Ringen sind noch Partien zu bemerken, bei denen die Holzfasern dickerwandig sind, ohne ihre Form zu ändern; es sind dies Komplexe, die nicht scharf und auch nicht in bestimmter Regel und Anordnung hervortreten.

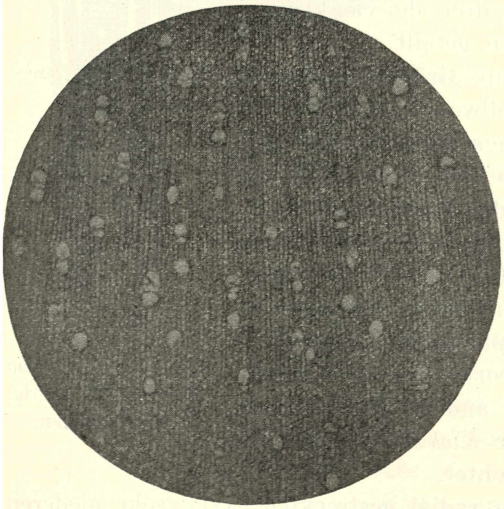

Fig. 35. *Kickxia elastica*, $5^1/_2$jährig. Querschnitt, Mikrophotographie.

Gegenüber *Strophantus* ist besonders zu betonen, daß bei *Kickxia* in dem Engholz keine Gefäßlumenabnahme und im Weitholz keine Zunahme festzustellen ist. Das Weitholz ist deutlicher, schließt sich aber nur einmal ans Engholz an. Die Zahl der Engholzringe stimmt hier mit dem Alter (den Jahren) annähernd

überein, was jedoch ein Zufall sein dürfte, so daß auch hier von Jahresringen keine Rede sein kann.

Palaquium oblongifolium, 10jährig (Fam. *Diospyrinae*).

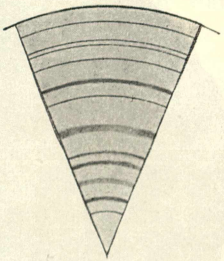

Fig. 36. *Palaquium oblongifolium*, 10jährig. Querschnitt schematisch. Radius 34 mm. Natürl. Größe.

Die Grundmasse des Holzes bilden echte Holzfasern; diese sind so dünnwandig und weitlumig, daß selbst im Mikroskop eine Verwechslung mit Parenchym sehr leicht möglich ist, und man zunächst Parenchym für das Grundelement halten könnte, wie es bei *Theobroma* der Fall ist. Genaueren Aufschluß über die Elemente ergibt die Mazeration und die Färbung mit Jod. Durch letztere ist das stärkereiche Parenchym von dem Sklerenchym deutlich zu unterscheiden.

Das Parenchym kommt nicht wie bei den andern Hölzern in der Grundmasse zerstreut vor, sondern es durchsetzt das Holz ausschließlich in ein bis drei Zellreihen breiten gewellten Ringen.

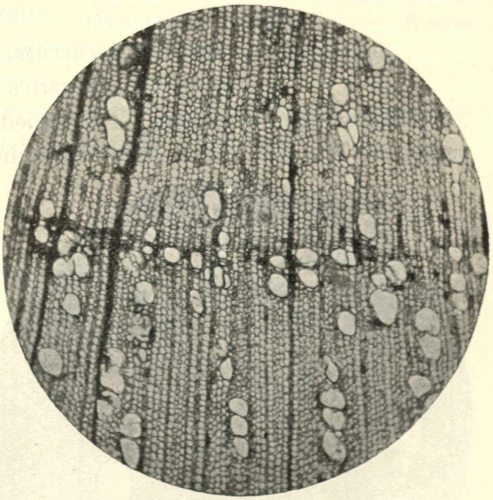

Fig. 37. *Palaquium oblongifolium*, 10jährig. Querschnitt, Mikrophotographie.

Die Markstrahlen verlaufen meist ein-, seltener zweireihig; die Zellen sind radial gestreckt, ihre Lumina sehr klein. Wie das Parenchym führen auch sie reichlich Stärke; tangential bilden sie bis 18 Zellen hohe Komplexe. Die Gefäße sind sehr dünnwandig bei einem Durchmesser von im allgemeinen 0,09 mm.

Was die Ringbildung anbelangt, so sind hier wie bei dem folgenden *P. borneense* und wie auf dessen Querschnitt ersichtlich, etwas deutlichere geschlossene Ringe zu verfolgen, die bei der genauen Untersuchung das schematisch

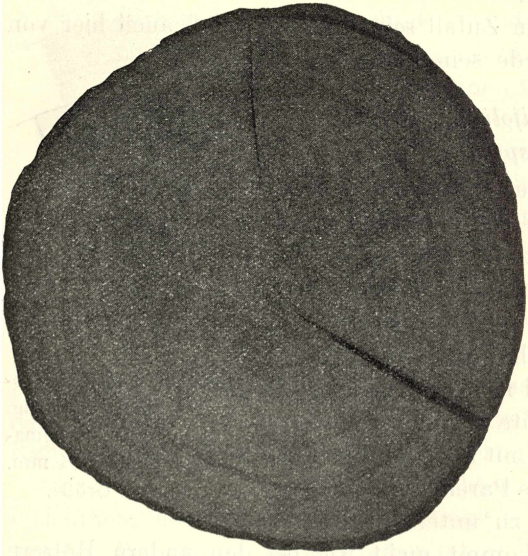

Fig. 38. *Palaquium borneense*, 5jährig. Querschnitt makroskopisch.

dargestellte Bild ergeben.

Es treten also 6 Ringe auf aus Engholz (siehe Mikrophotographie) und 6 breitere Schichten, in denen die Holzfasern wenig verdickt sind ohne radiale Verkürzung; diese Schichten sind sehr undeutlich und heben sich weitaus nicht so deutlich ab wie erstere. Ein Unterschied im Gefäßlumen ist in beiden Gebilden nicht zu beobachten.

Palaquium borneense, 5jährig.

(Aus dem Versuchsgarten Tjikemoe.)

Makroskopisch ist kein Unterschied von *P. oblongifolium* festzustellen. Wie indes aus der Mikrophotographie ersichtlich ist, sind die Holzfasern dickerwandig und engerlumig; für Parenchym und Markstrahlen gilt auch hier das bereits Erwähnte. Die Gefäße haben einen Lumendurchmesser von durchschnittlich 0,16 mm, der zwischen 0,10 und 0,22 mm variiert.

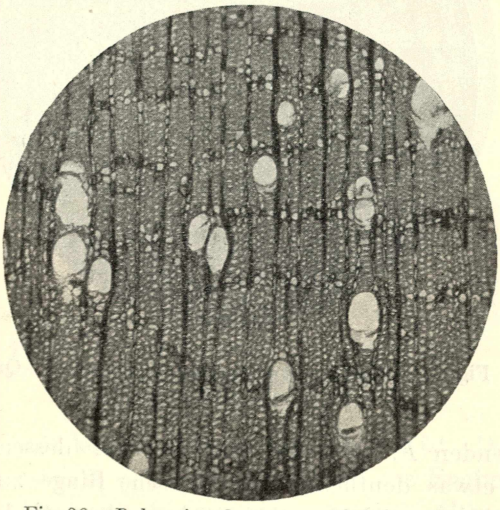

Fig. 39. *Palaquium borneense*, 5jährig. Querschnitt mikroskopisch.

Auf dem 56 mm messenden Radius treten 14 Ringe hervor und zwar 5

schmale und 9 mehr oder weniger breite. Erstere bestehen aus Engholz, das jedoch nur undeutlich als solches zu beobachten ist, letztere sind mehr Farbunterschiede als Verdickungen der Holzfasern zu nennen.

Palaquium borneense, 6jährig (entblättert).

Das Exemplar wurde in der Versuchsabteilung des botanischen Gartens Buitenzorg von Herrn Tromp de Haas Herrn Klebs zur Verfügung gestellt.

Das am 20. März 1905 auf anderem Boden als das vorhergehende gepflanzte Holz wurde am 26. Oktober 1910 entblättert und trug am 21. Januar 1911 wieder junge Blätter und ganz junge Knospen. Im Laufe des Sommers 1911 wurde der Baum gefällt und nach Heidelberg geschickt. Ein Einfluß dieser Entblätterung auf das Holz ließ sich nicht feststellen.

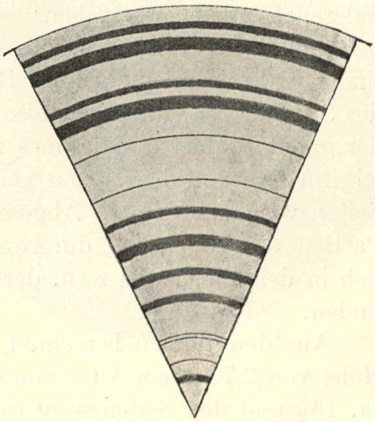

Fig. 40. *Palaquium borneense*, 5jährig. Querschnitt schematisch. Radius 56 mm. Natürl. Größe.

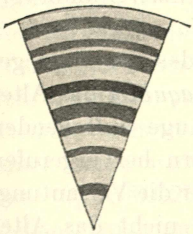

Fig. 41. Radius 30 mm, vom untersten Teil des Stammes. Natürl. Größe.

Fig. 42. Radius 21 mm, 2,70 m über dem Boden. Natürl. Größe.

Fig. 43. Radius 13 mm, 3,60 m über dem Boden. Natürl. Größe.

Fig. 44. Radius 8 mm, Seitenzweig. Natürl. Größe.

Fig. 41—44. *Palaquium borneense*, 6jährig. Querschnitte schematisch.

Die auch hier weitaus am zahlreichsten auftretenden Holzfasern sind noch dickerwandig und engerlumig als bei dem vorhergehenden; auch die Gefäßlumina sind bedeutend kleiner (durchschnittlich 0,083 mm, Wechsel zwischen 0,032 und 0,105 mm).

Das dünnwandige und weitlumige Parenchym durchsetzt auch hier in gewellten Ringen das Holz.

Das 6jährige Holz läßt mit bloßem Auge, wie das Schema zeigt, auf dem untersuchten 30 mm messenden Radius 8 Ringschichten erkennen, die im Mikroskop unterschiedlich breite, kompakte Sklerenchymbänder ergeben; schmale, aus typischem Engholz bestehende Streifen wie bei den vorhergehenden Palaquiumarten finden sich hier nicht. Dieser Radius gehörte dem untersten Teil des Stammes an, entspricht also dem Alter von 6 Jahren. Da mir der ganze Stamm des Baumes zur Verfügung stand, untersuchte ich ihn ferner in den Höhen von 2,70 m, 3,60 m und ferner einen Seitenzweig bei 3,45 m. Abgesehen davon, daß in den jüngeren Partien die Holzfasern dünnwandig und weitlumig sind, lassen sich in den Elementen resp. deren Anordnung keine Unterschiede finden.

Aus den Radien berechnet ergäbe sich für die Stelle in der Höhe von 2,70 m ein Alter von ca. 2½ Jahren, für die bei 3,60 m ca. 1½ und den Seitenzweig ca. ¾ Jahre.

Der äußerste, also der jüngste Teil des bei 2,70 m Höhe untersuchten Radius entspricht natürlich auch dem äußersten des Erzstammes. Wären die beschriebenen Ringe Alterzuwachsringe, so müßte die äußerste Schicht beider Stellen miteinander übereinstimmen; dies ist indes wie auf dem Sektor ersichtlich, nicht der Fall. Auch die übrigen untersuchten Radien, deren Schichtung die betr. Schema zeigen, lassen keine durch den ganzen Stamm verlaufenden Schichten vermuten.

Wie nun die aus den verschiedenen Teilen des Stammes genommenen Radien zeigen, läßt sich auch bei *Palaquium* das Alter des Holzes nicht erkennen. Die dem bloßen Auge auffallenden Ringe sind durch wenig verdickte Libriformfasern hervorgerufen und treten nur lokal auf, bestätigen also noch mehr die Vermutung, daß vorübergehende klimatische Schwankungen, nicht das Alter resp. regelmäßiger Zuwachs, die Ringbildung bei diesen Tropenhölzern verursachen.

Hevea brasiliensis (Fam. *Euphorbiaceae*).

Die Exemplare stammen aus der Kultur- und Versuchsabteilung des botanischen Gartens Buitenzorg.

Untersucht wurden 6 Stämme; sämtliche wurden am 28. Februar 1909 angepflanzt und im Frühjahr 1911 gefällt. Es handelt

sich also um ca. zweijähriges Material. Die Versuche wurden von Herrn Klebs im Winter 1910/11 ausgeführt.

Dünnwandige, weitlumige Holzfasern bilden die Grundmasse des äußerst weichen Holzes. Das stärkereiche Parenchym durchsetzt es in gewellten, unterschiedlich breiten Ringschichten; daneben findet es sich in mit den Markstrahlen parallelen Streifen und schließlich einzeln zerstreut. Die ebenfalls viel Stärke führenden Markstrahlen verlaufen ein- bis dreireihig. Das Zellumen ist, wie der Tangentialschnitt zeigt, sehr verschieden. In den einzelnen Markstrahlkomplexen variieren ohne allmähliche Übergangsformen ganz englumige (0,012/0,012 mm) Zellen, die in zwei und drei Reihen verlaufen mit einer Reihe weitlumiger (0,075/0,025 mm) Zellen. Auch auf dem Querschnitt läßt sich häufig beobachten, daß ein einreihiger Markstrahl mit großen, d. h. fast kubischen (0,025/0,040 mm) Zellen während seines Verlaufs in drei Reihen

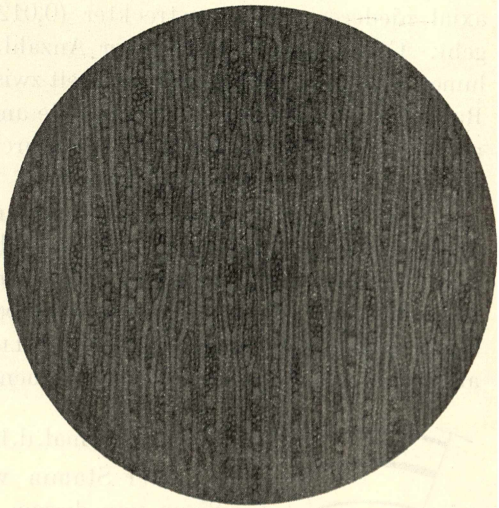

Fig. 45. *Hevea brasiliensis, I,* 2jährig. Tangentialschnitt mikroskopisch.

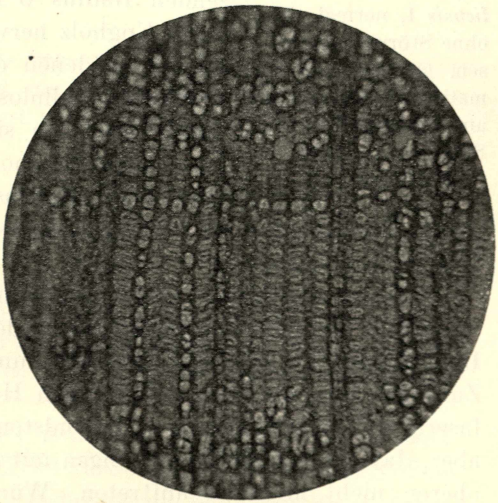

Fig. 46. *Hevea brasiliensis, I.* Querschnitt mikroskopisch (Zelluloseschicht).

axial niederer, radial gestreckter (0,012/0,100 mm) Zellen übergeht. Gefäße treten in geringer Anzahl auf; ihr Durchschnittslumen beträgt 0,090 mm und wechselt zwischen 0,040 und 0,150 mm. Radial reihen sich öfter bis 10 Gefäße aneinander, selten sind kleinere Komplexe zu beobachten. Im Durchschnitt kommen auf den Quadratmillimeter nur fünf Gefäße.

Die Holzfasern sind, wie bereits erwähnt, im allgemeinen dünnwandig und weitlumig. Wie die Einzelbeschreibung zeigen wird, kommen auch verdickte, radial verkürzte, also Engholz vor, und schließlich solche mit einem Wandbelag, der Zellulosereaktion ergibt (siehe Mikrophotographie). Möller erwähnt letzteren als allgemein den *Euphorbiaceen* zukommend.

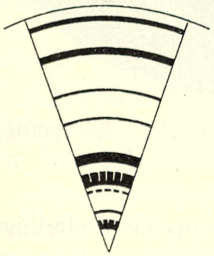

Fig. 47. *Hevea brasiliensis* I, normal, d. h. ohne Störung gewachsen. Querschnitt schematisch. Radius 17 mm am unteren Teil des Stammes. ▮▮▮▮▮ = Zelluloseschicht.

I. *Hevea* normal, d. h. ohne Störung gewachsen.

Der Stamm wurde am Grunde sowie 85 cm von diesem entfernt untersucht. Makroskopisch erscheint das Holz ohne Schichtung; bei scharfer Beobachtung sind nur ganz schwach schmale Streifen zu erkennen. Mikroskopisch ergeben sich, wie der schematische Sektor zeigt, auf dem 17 mm messenden Radius 6 Ringschichten, die meist durch Engholz hervorgerufen sind sowie drei solche, in denen die Holzfasern den oben erwähnten Zellulosebelag führen; an zwei davon schließen sich schmale Streifen von inhaltlosem Engholz an, eine besteht aus verdickten Holzfasern mit Zellulose. Bei diesen Schichtungen ist keine Lumenab- oder -zunahme der Gefäße zu beobachten.

Wie auf dem Schema sofort zu erkennen ist, ergibt der obere Radius ein ganz anderes Bild, als der des unteren Teils des Stammes. Zunächst sind die zellulosehaltenden Holzfasern viel zahlreicher; am auffallendsten ist aber, daß die unteren Schichtungen mit den oberen nicht identisch auftreten. Würden die zellulosehaltenden Zellgruppen gleichmäßig durch den ganzen Stamm führen, so müßte der gleichalte, also der äußerste

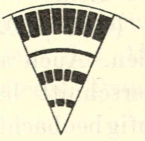

Fig. 48. *Hevea brasiliensis* I. Querschnitt schematisch. Radius 9 mm, vom obersten Teil des Stammes. $1\frac{1}{2}$fach vergrößert.

(jüngste) Teil des Radius die gleiche Schichtung aufweisen, was nicht der Fall ist. Die zellulosehaltigen Holzfasern treten also als lokale Ringgebilde, ferner in kleineren und größeren Komplexen und schließlich vereinzelt auf.

II. und III. *Hevea* entblättert.

Die beiden Stämme wurden wie die andern am 28. Februar 1909 gepflanzt; an ihnen wurden je drei Entblätterungen von Herrn Klebs ausgeführt und zwar zu folgenden Zeiten:

bei II. am 26. November 1910, 12. Januar 1911, 15. Februar 1911,

bei III. am 26. November 1910, 26. Dezember 1911, 15. Februar 1911.

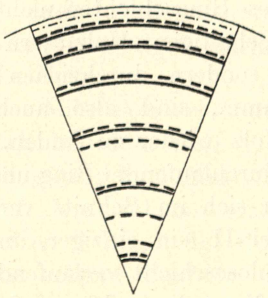

Fig. 49. *Hevea brasiliensis* Nr. III (entblättert), vom unteren Teil des Stammes. $1^1/_2$fach vergrößert.

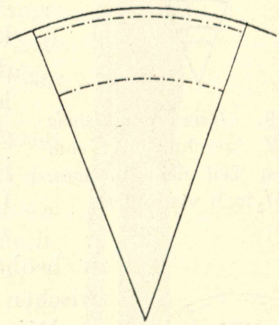

Fig. 51. *Hevea brasiliensis* Nr. II (entblättert), vom unteren Teil des Stammes. $1^1/_2$fach vergrößert.

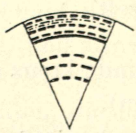

Fig. 50. *Hevea brasiliensis* Nr. III (entblättert), vom oberen Teil des Stammes. $1^1/_2$fach vergrößert.

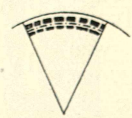

Fig. 52. *Hevea brasiliensis* Nr. II (entblättert), vom oberen Teil des Stammes. $1^1/_2$fach vergrößert.

Die beiden Bäume weisen betr. ihrer Schichtung ganz wesentliche Unterschiede auf. Bei III ist die Schichtung bereits mit bloßem Auge zu erkennen, und zwar erscheinen die zellulosehaltigen Zellen heller und die aus Engholz bestehenden dunkler.

Wie auf dem Schema zu sehen ist, treten in III (Fig. 49) sechs zelluloseführende Ringe auf, an die sich Engholz ohne Zellulose

anschließt; ferner zwei isolierte Zelluloseschichten, während in II (Fig. 51) weder Engholz noch zellulosehaltige Ringe zu finden sind. Am äußersten Teil zeigt sich indes (im Schema durch strichpunktierte Linien angedeutet) bei beiden eine schmale Ringschicht, die durch engerlumige, etwas verzerrte, radial verkürzte, dünnerwandige Holzfasern bewirkt sind. Bei III ist dieser Streifen auf dem Schnitt nicht mehr zu beobachten, dagegen bei II noch einmal weiter innen.

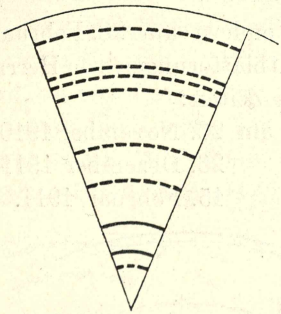

Fig. 53. *Hevea brasiliensis* Nr. IV (geschnitten), vom unteren Teil des Stammes. $1^1/_2$fach vergrößert.

Die Vermutung liegt hier nahe, daß die letzterwähnten Ringe eine Folge der Entblätterung sind. Wie auf dem Schema der oberen Partien sich zeigt, kommen diese Ringschichten nicht, wie die zellulosehaltigen Holzfasern nur lokal vor, sondern durchziehen den ganzen Stamm, sind also auch im jüngsten Holz wieder zu finden. Bei III ist ein durchlaufender Ring und ein zweiter, der sich im Schnitt verliert, zu beobachten; bei II ein einziger, mitten zwischen einer Zelluloseschicht verlaufend.

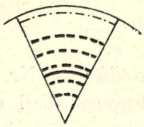

Fig. 54. *Hevea brasiliensis* Nr. IV (geschnitten), vom oberen Teil des Stammes. $1^1/_2$fach vergrößert.

Was bei dem Normalholz bereits betont wurde, bestätigt sich auch hier, daß die zellulosehaltigen Holzfasern nur lokal auftreten und zwar, wie dort, in Ringen, größeren und kleineren Komplexen und vereinzelt.

IV. *Hevea* geschnitzt (die Rinde kreuz und quer geschnitten).

Das Holz wurde zweimal mit dem Messer an verschiedenen Stellen angeschnitten und zwar am 26. November 1910 und am 26. Dezember 1910. Am untersten Teil ist kein Einfluß festzustellen.

Der obere Schnitt zeigt dicht unter der Rinde einen Ring von ähnlichen Holzfasernformen, wie bei dem entblätterten Holz; die Zellen sind also radial verkürzt, doch etwas dickerwandig als die dort beschriebenen. Es wäre also möglich, daß das Schnitzen auf das junge Holz einen ähnlichen Einfluß ausgeübt hat, wie evtl. die Entblätterung auf den ganzen Stamm. Diese Art von Holz-

fasern findet sich außer bei dem geschnitzten und entblätterten Holz bei keiner andern von mir untersuchten *Hevea* mehr. Über die Ringbildung, die auf den beiden Schema ersichtlich, ist hier nichts Besonderes zu berichten.

V. und VI. *Hevea* geringelt (am untern Teil des Stammes ringsum die Rinde entfernt).

Die Makrophotographien zeigen die beiden geringelten (das erste am 29. November, das zweite am 8. Dezember 1910) Hölzer und den äußerlich auffallenden Einfluß der Ringelung unter- und oberhalb derselben. Unterhalb ist das Aufhören des Zuwachses infolge des Nahrungsmangels zu erkennen, während oberhalb eine wulstartige Verdickung des Holzes die Folge ist.

Mikroskopisch untersucht, zeigt sich bei dem Holz V. unterhalb der Ringelung kein Einfluß derselben; wie auf dem Schema ersichtlich, durchsetzen 9 Ringe das Holz und zwar 8 aus reinem Engholz und einer aus zellulosehaltigen Holzfasern.

Oberhalb der Ringelung fällt im Mikroskop gleich unter der Rinde eine ausnahmsweise breite zellulosehaltige Schicht auf, nach dieser 10 mäßig breite Ringe, und zwar 5 mit Zellulose und 5 ohne solche (siehe Schema). Die inneren Schichten, die unterhalb und oberhalb zu erkennen sind, führen einigemal oben Zellulose, während sie unten fehlt. Eine Folge der Ringelung ist dies aber nicht, wie das nächste geringelte Holz zeigt.

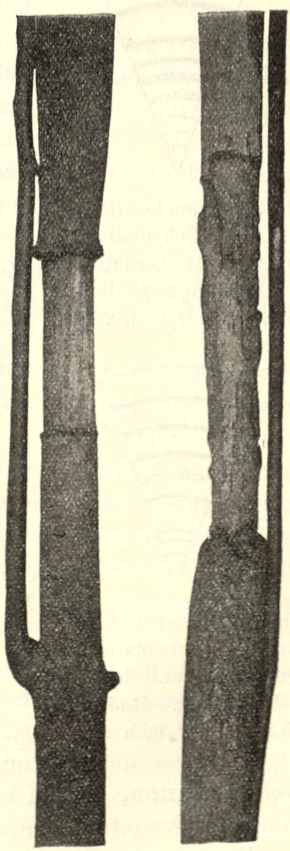

Fig. 55. Fig. 56.
Hevea brasiliensis (geringelt).

Bei ihm ist eine größere Stelle geringelt. An einigen Stellen, wo das Kambium nicht ganz vernichtet war, bildeten sich (auch auf der Photographie zu erkennen) Wülste, die bei der Untersuchung typisches Wundholz ergeben. Während auch hier unter-

halb der Ringelung kein Einfluß derselben festzustellen ist, unterscheidet sich der Schnitt oberhalb von dem des vorhergehenden Holzes wesentlich. Zunächst fällt das Fehlen der Zellulose bis auf einen ganz schmalen Ring (5 mm vom Mark entfernt) auf und ferner größtenteils ungeschichtetes, vollkommen gleichmäßig gewachsenes Holz. Nur im inneren Teil des Radius finden sich 8 Schichten aus Engholz.

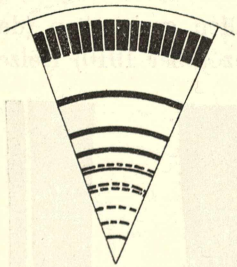

Fig. 57. *Hevea brasiliensis* Nr. V. Schematischer Querschnitt oberhalb der Ringelung. Radius 18 mm. $1^1/_2$fach vergr.

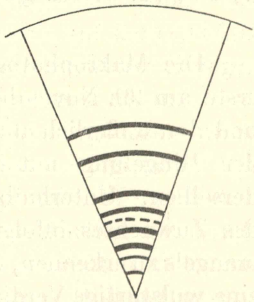

Fig. 59. *Hevea brasiliensis* Nr. VI. Schematischer Querschnitt oberhalb der Ringelung. Radius 20 mm. $1^1/_2$fach vergr.

Die Ringelung äußert sich also bei beiden Exemplaren lediglich darin, daß das Holz oberhalb derselben wesentlich verdickt ist. Die Zelluloseschichten und deren Veränderungen sind nicht darauf zurückzuführen.

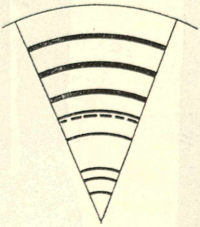

Fig. 58. *Hevea brasiliensis* Nr. V. Schematischer Querschnitt unterhalb der Ringelung. Radius 15 mm. $1^1/_2$fach vergr.

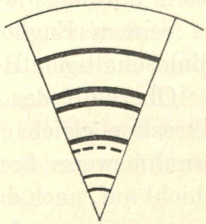

Fig. 60. *Hevea brasiliensis* Nr. VI. Schematischer Querschnitt unterhalb der Ringelung. Radius 15 mm. $1^1/_2$fach vergr.

Die Untersuchung der verschiedenen *Hevea*-Stämme ergibt also wie die der anderen von mir behandelten Tropenhölzern, daß Jahresringe sowie bestimmte periodische Zuwachszonen auch hier nicht auftreten. Simon, der an einer größeren Anzahl von *Hevea*-Exemplaren holzanatomische Studien machte, fand, daß in jüngeren Zweigen häufig eine, der Anzahl der Triebabsätze des betr. Astes entsprechende Zahl von mehr oder minder scharf begrenzten Zuwachszonen nachzuweisen sind, was jedoch bei älteren Aststücken meist nicht möglich ist. Zum Schluß sagt er: „Man kann deshalb von einem Vorhandensein regelmäßiger Zuwachszonen bei

Hevea nicht sprechen." Wie im Lauf der Schilderung schon erwähnt, korrespondieren die Gefäßlumina nicht mit den verdickten Schichten, ebensowenig lassen die zelluloseführenden Holzfasern irgend eine Periodizität erkennen. In allen Stämmen kommen sie in jeder Anordnung vor, und die in bestimmten Teilen der Stämme beobachteten Zellulosekomplexe durchziehen nicht die ganzen Stämme, sondern treten nur lokal auf.

Allgemeines.

Im Verlauf der Beschreibung der einzelnen Holzarten wurde öfters betont, daß von Jahresringen, wie sie bei unsern einheimischen Bäumen vorkommen, bei den von mir beobachteten Tropenbäumen nicht die Rede sein kann.

Die Jahresringe unserer Bäume, die schon mit bloßem Auge scharf zu erkennen und zu zählen sind, bestehen aus regelmäßig wiederkehrenden Zonen.

Das Weitholz (Frühholz) ist gebildet aus zahlreich auftretendem Parenchym, weitlumigen Gefäßen und dünnwandigen Holzfasern.

Das Engholz (Spätholz) aus verdickten, radial verkürzten Holzfasern und englumigen Gefäßen; die Anzahl der letzteren sowie das Parenchym tritt in diesen Zonen stark zurück.

Die nächstliegende Frage wäre nun, ob es sich bei den Tropenhölzern um wenigstens den Jahresringen ähnliche Gebilde handelt, evtl. inwiefern sie sich von jenen unterscheiden und vor allem, ob sich eine Regelmäßigkeit in der Rhythmik beobachten läßt, woraus auf das Alter der betreffenden Hölzer geschlossen werden kann.

Obwohl auch die Antwort hierauf bei der Einzelbeschreibung schon gegeben ist, möchte ich hier noch einen kurzen Vergleich zwischen den beiden Ringbildungen geben.

Beobachtet man mit bloßem Auge die Querschnitte der untersuchten Tropenhölzer, so sind auch auf diesen mehr oder weniger breite Ringschichten zu sehen. Diese treten zwar meist nicht so deutlich hervor wie die Jahresringe und sind häufig auch nicht als geschlossene Ringe über den ganzen Schnitt zu verfolgen, bilden also nur Teilstücke von solchen.

Eine gewisse Ähnlichkeit mit den Jahresringen zeigt bei der Untersuchung nur das Holz von *Strophantus*. Das 19jährige

Exemplar läßt auf dem Querschnitt 11 schärfere Ringe erkennen, deren Grenze durch Engholz gebildet und schärfer abgegrenzt ist als bei den andern Hölzern. Die Hauptähnlichkeit bedingt aber der Wechsel der Gefäßlumina; sie werden kurz vor und in dem Engholz kleiner und nehmen in dem darauffolgenden Holz (einer Art Weitholz) an Größe bedeutend zu, so daß eine Ähnlichkeit mit Jahresringen zweifellos vorhanden ist. Gegen die Annahme von Jahresringen spricht indes der verhältnismäßig große Unterschied zwischen der Zahl der Jahre und der der Ringe.

Im übrigen ergibt die mikroskopische Untersuchung für die Ringzonen alle möglichen Variationen.

Die einen sind durch radial verkürzte, verdickte Holzfasern (Engholz) hervorgerufen. Dieses Engholz tritt, außer bei *Theobroma Cacao*, mehr oder weniger stark ausgebildet bei jedem Holz auf. Die andern werden von Parenchym und dünnwandigen Holzfasern (Weitholz, dem Frühholz entsprechend, jedoch ohne Zunahme der Gefäßlumina) gebildet *(Erythroxylon*, *Coffea*, *Kickxia)*, wieder andere durch eine Art Zellulose führende Holzfasern *(Hevea)*. Schließlich sind für das bloße Auge deutliche, breitere Zonen sichtbar, die im Mikroskop entweder überhaupt nicht (Farbunterschiede) oder nur als ganz schwach verdickte Holzfasern wieder zu erkennen sind *(Erythroxylon*, *Coffea*, *Thea*, *Kickxia*, *Palaquium)*.

Bei den entblätterten und geschnittenen Exemplaren sind je ein oder zwei Ringe aus dünnwandigen, verzerrten Holzfasern zu beobachten, die möglicherweise auf die Entblätterung resp. auf das Schneiden zurückzuführen sind.

Eine regelmäßige Periodizität im Auftreten bestimmter Schichten ist bei den einzelnen Hölzern nicht festzustellen. Vor allem aber entspricht die Zahl der Schichten dem Alter des Holzes im allgemeinen nicht. Am deutlichsten ist dies bei *Erythroxylon* zu sehen, wo das 15jährige Exemplar viel weniger Ringe aufweist als die jüngeren. Wohl stimmt bei dem untersuchten Exemplar von *Thea assamica* die Zahl der Engholzringe mit den Jahren überein, doch, wie an der betreffenden Stelle bereits erwähnt und wie aus dem übrigen Bau des Holzes zu schließen, scheint diese Übereinstimmung ein Zufall zu sein.

Es geht wohl aus der Beobachtung der Hölzer hervor, daß auch bei den in feuchten Tropen wachsenden Pflanzen das Kambium nicht während des ganzen Jahres völlig gleichmäßig weiter arbeitet;

es müssen also auch hier Zeiten der Ruhe oder wenigstens solche geringeren Wachstums vorhanden sein, wenn auch ihr Auftreten von dem bei unsern einheimischen Gewächsen verschieden ist.

Wäre nun für den Wechsel des Wachstums und der Ruhe in einem so gut wie gleichmäßigen Klima allein innere Ursachen maßgebend, so müßte doch naturgemäß ein regelmäßiger Rhythmus vorhanden und aus der Anzahl der Zonen das Alter des betreffenden Holzes zu bestimmen sein. Das ist aber, wie schon die Schemas zeigen, nicht der Fall.

Als mögliche Faktoren, die für die Bildung dieser unregelmäßigen Zuwachszonen maßgebend sein könnten, kommen in Betracht: Schwankungen der Temperatur, des Lichts, der Feuchtigkeit und des Nährstoffgehaltes des Bodens (vgl. die neueste Arbeit von Klebs 1914).

Die Änderungen äußerer Bedingungen können ebensowohl direkt auf das Kambium einwirken als auch indirekt, indem die Bildung und das Absterben des Laubes sowie die Entstehung der Triebe von ihnen bestimmt werden und davon wieder die Ruhe oder Tätigkeit des Kambiums abhängig ist.

Überblick über die Ergebnisse bei den einzelnen Holzarten.

1. *Erythroxylon Coca.*

Untersucht wurde 4-, 5-, 6-, 7- und 15jähriges Material. Ringbildungen makroskopisch schwach, häufig als Teilringe sichtbar; mikroskopisch sehr undeutlich, teils durch wenig hervortretendes Engholz, teils durch Weitholz; in beiden Ringzonen keine Größenunterschiede der Gefäßlumina. Die Anzahl der vollständigen sowie der unvollständigen Ringschichten ist bei den einzelnen Jahrgängen sehr verschieden; das 15jährige Exemplar weist bedeutend weniger Ringe auf als die jüngeren.

2. *Coffea.*

Es wurden 9 Exemplare verschiedener Spezies und Alters verarbeitet. Mit bloßem Auge sind neben verschwommenen breiteren Ringschichten schmälere und etwas deutlicher ausgeprägte zu beobachten. Die mikroskopische Untersuchung ergibt dieselbe Variation wie bei *Erythroxylon*, also Ringe von Engholz und Weit-

holz. Gefäßlumenänderungen sind — außer bei *Coffea arabica* und *C. arabia* var. *maragogyp*, bei denen die Lumina in den Engholzzonen wenig ab und nach diesen zunehmen — keine festzustellen. Die Anzahl der Ringe und das Alter der betreffenden Hölzer zeigen durchaus keine Übereinstimmung.

3. *Thea assamica.*

Das 14jährige Material zeigt 14 scharfe, schmale Ringe aus Engholz und 6 mehr durch den Farbunterschied erkenntliche breite; typisches Weitholz fehlt. Das Übereinstimmen der 14 Engholzringe mit den Jahren des Holzes scheint Zufall, d. h. Folge von Schwankungen des Klimas und Bodens, nicht einer jährlich wiederkehrenden Rhythmik, zu sein.

4. *Theobroma Cacao.*

Die Grundmasse des Holzes besteht aus Parenchym. Libriformfasern kommen verhältnismäßig sehr wenig und meist vereinzelt, seltener in kleinen Bündeln vor. Auf dem Querschnitt des 6jährigen Holzes verlaufen 21 geschlossene, teils mehr, teils weniger deutliche Ringe aus dickerwandigem, engerlumigen Parenchym.

5. *Strophantus dichotomus.*

Der Querschnitt des 19jährigen Exemplars zeigt 11 scharf abgegrenzte Ringe aus Engholz. Durch die Abnahme der Gefäßlumina in diesen und die rapide Zunahme sofort nach ihnen ist eine Ähnlichkeit mit den Jahresringen unserer Bäume vorhanden. Die Zahl der Ringe und der Jahre ist jedoch so verschieden, daß Jahresringe nicht vermutet werden können.

6. *Kickxia elastica.*

Bezüglich der Elemente zeigt dieses Holz Ähnlichkeit mit *Strophantus*. Die Gefäße sind jedoch nicht so zahlreich vorhanden und ihre Lumina kleiner.

Das 5½jährige Holz zeigt dem bloßen Auge ganz undeutliche und verschwommene Ringe. Es treten 6 solche aus Engholz und zwei aus Weitholz auf. Die Gefäßlumina ändern sich in diesen Zonen nicht (schärfster Unterschied gegenüber *Strophantus*).

7. *Palaquium.*

Untersucht wurden: *Palaquium oblongifolium* (10jährig, *P. borneense* (5jährig) und *P. borneense* (6jährig), entblättert. Es sind zwei Arten von Ringen zu unterscheiden: scharf abgegrenzte, aus typischem Engholz (also verdickte radial verkürzte Libriformfasern) und breitere, undeutlichere, in denen die Holzfasern weniger verdickt sind, ohne radiale Verkürzung. Gefäßlumenab- und -zunahme in diesen Zonen, sowie eine Übereinstimmung derselben mit dem Alter der betreffenden Exemplare ließ sich auch hier nicht feststellen. Eine Folge der Entblätterung auf das Holz konnte ich nicht erkennen.

8. *Hevea brasiliensis.*

Es wurden 6 Stämme untersucht und zwar 1 Exemplar, das normal, d. h. ohne Störung gewachsen ist, 2 solche, die je 3mal entblättert worden waren, eines, das mit dem Messer an verschiedenen Stellen angeschnitten und zwei, deren Stamm geringelt waren. Die Ringbildung ist hier aus Engholz und Holzfasern mit zelluloseartigem Wandbelag hervorgerufen; Weitholz fehlt.

Für die zellulosführenden Holzfasern ergab die Untersuchung an verschiedenen Stellen der Stämme, daß sie nicht durch den ganzen Stamm verlaufen, also nur lokale Gebilde sind.

An den entblätterten und geschnittenen Exemplaren sind je ein oder zwei Ringe von radialverkürzten, verzerrten dünnerwandigen Holzfasern zu beobachten, die möglicherweise auf die Entblätterung resp. das Schneiden zurückzuführen sind. Die Anzahl der Ringe und das Alter der Hölzer ist ebenso verschieden wie bei *Erythroxylon;* teils sind die Schichtungen sehr zahlreich, teils ist der Querschnitt größtenteils vollkommen homogen. Es ist also auch hier, wie bei den andern Hölzern das Alter unmöglich an der anatomischen Struktur zu erkennen.

Literatur-Verzeichnis.

HOLTERMANN, C., Der Einfluß des Klimas auf den Bau der Pflanzengewebe. Leipzig 1907.

KLEBS, G., Über das Treiben der einheimischen Bäume, speziell der Buche. Heidelberg 1914.

MICHAEL, Vergleichende Untersuchungen über den Bau des Holzes der Kompositen. Capri foliaceen und Rubiaceen. Diss., Leipzig 1885.

MÖLLER, Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes. 1876.

MOLL und JANSONIUS, Mikrographie des Holzes der auf Java vorkommenden Holzarten. Leiden 1906.

REICHE, K., Zur Kenntnis der Lebensfähigkeit einiger chilenischer Holzgewächse. Jahrb. f. wiss. Botanik 30, 1897, S. 81 .

SIMON, S. V., Sudien über die Periodizität der Lebensprozesse der in dauernd feuchten Tropengebieten heimischen Bäume. Leipzig 1914.

SCHRÖDER, Über den systematischen Wert der Holzstruktur. Diss., München 1885.

URSPRUNG, R., Zur Periodizität des Dickenwachstums in den Tropen. Bot. Zeitung 1904. Bd. 62, S. 189.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen des Naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg

Jahr/Year: 1914-1917

Band/Volume: 13

Autor(en)/Author(s): Link Anton

Artikel/Article: Über Ringbildung bei einigen Tropenhölzern 355-394