

Fig. 9.

Payena sericea H. J. L., Var. α *typica* (○) and Var. β *pulchra* (●) — Explanation in the text; ●? cf. Lit. 15, sub *Payena sericea*.

Fig. 10.

Payena Leevii KURZ — Explanation in the text.

Fig. 11.

The genus *Madhuca* in the Malay Archipelago (57 sp.) — Explanation in the text.

Fig. 12.

Madhuca sericea H. J. L. (+) and *Madhuca Burckiana* H. J. L. (○) — Explanation in the text.

Fig. 13.

Madhuca cuneata H. J. L. (+), *Madhuca philippinensis* MERRILL (○) and *Madhuca mindanaensis* MERRILL (Δ).

Fig. 14.

Chrysophyllum Roxburghii G. DON — Explanation in the text.

Fig. 15.

The genus *Planchonella* in the Malay Archipelago — Explanation in the text.

Fig. 16.

Planchonella nitida DUBARD — Explanation in the text.

Fig. 17.

Planchonella firma DUBARD, Var. α *typica* (○), Var. β *microcarpa* (●) — Explanation in the text.

Fig. 18.

Lucuma luzoniensis H. J. L. (○) and *Manilkara calophylloides* H. J. L. (+) — Explanation in the text.

ZUR ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DER ZUWACHSZONEN- UND JAHRESRINGBILDUNG IN DEN TROPEN.

VON

CH. COSTER.

VORWORT.

Die vorliegende Arbeit wurde in den Jahren 1922—1926 gemacht; anfangs mussten die Beobachtungen und Versuche neben der gewöhnlichen Verwaltungsarbeit im Forstbezirk Ost-Toeban angestellt werden, später zwischen den anderen mir aufgetragenen Untersuchungen an der forstlichen Versuchsanstalt zu Buitenzorg hindurch, daher dass die Arbeit hie und da noch einige Lücken aufweist. Später bot mir die Anstellung an den botanischen Laboratorien des botanischen Gartens in Buitenzorg die Gelegenheit, mich ganz der botanischen Arbeit zu widmen.

Für die Beschaffung von Holzscheiben und anderem Versuchsmaterial schulde ich sehr vielen Herren den grössten Dank für die gütige Einsammlung des erforderlichen Materials. Ich will besonders erwähnen:

Die Forstbeamten im Forstbezirk Ost-Toeban, besonders M. WONGSO ATMODOJO. Die Herren Oberförster H. M. J. HART, Dr. F. KRAMER, D. FERNANDES, B. GRUTTERINK und P. K. HERINGA. Herr H. DE VEER, Assistent algem. Proefstation v. d. Landbouw, Buitenzorg. Herr A. VON MOTMAN besorgte mir einige Scheiben aus der Umgebung von Buitenzorg. Die Beamten des Buitenzorger Botanischen Gartens waren mir bei der Beschaffung von Holzscheiben und Versuchsmaterial sehr behilflich, speciell Herr Direktor Dr. DOCTERS VAN LEEUWEN, Herr Hortulanus DAKKUS und die Herren Administrateur WIGMAN und Assistent-Hortulanus BRUGGEMAN.

Dr. NIJDAM, damals Assistent am botanischen Laboratorium

der landwirtschaftlichen Hochschule in Wageningen war so freundlich dort einige Versuche für mich auszuführen.

Schliesslich muss ich noch die grosse Freundlichkeit des Herrn Oberförsters J. P. SCHUITMAKER erwähnen, der mir gütigst eine Literatur-Zusammenstellung über Jahresringbildung bis zum Jahre 1918 zur Verfügung stellte. Dieser nicht veröffentlichte Aufsatz hat mir die Arbeit wesentlich erleichtert.

I. EINLEITUNG; METHODE; KLIMA.

Die Jahresringbildung der Holzarten ist von altersher eine vielumstrittene Frage der Anatomie und Physiologie gewesen, aber bisher hat die Forschung sich hauptsächlich auf Holzarten der gemässigten und kalten Zonen beschränkt; erst in den letzten Jahrzehnten, als die Tropengebiete in botanisch-physiologischer Hinsicht mehr bekannt wurden, hat die Aufmerksamkeit sich auch in dieser Frage hierher gewendet, ohne dass jedoch eingehende Untersuchungen angestellt worden sind. Diese Sachlage veranlasste Jost, im Jahre 1923 im zweiten Teil des bekannten Handbuches: „Pflanzenphysiologie“, S. 209 zu schreiben: „Über Jahresringbildung bei tropischen Bäumen ist noch immer wenig bekannt“. Erklärlich ist diese Erscheinung wohl, weil die Untersuchung eine mehrere Jahre hindurch fortgesetzte Beobachtung über Periodizität des Blattwechsels und der Kambiumtätigkeit der verschiedenen Holzarten verlangt. Die meisten Botaniker in den Tropen sind zu sehr durch die für die Praxis notwendigen Untersuchungen in Anspruch genommen, um sich mit einer hauptsächlich theoretischen Frage beschäftigen zu können; die aus Europa die Tropengebiete besuchenden Botaniker bleiben gewöhnlich nur einige wenige Monate, eine zu kurze Zeit, um diese Frage in Angriff zu nehmen.

Die Beschränkung der Untersuchungen auf die kälteren Zonen hatte zur Folge, dass man über die Ursachen der Jahresringbildung Theorien aufstellte, welche durch eine Ausdehnung der Beobachtungen, wie sie bei dem gewaltigen Formenreichtum der Tropen in grossem Masstabe stattfinden kann, sofort als falsch erkannt werden können. Es ist überhaupt oft der Fall,

dass die in einem beschränkten Beobachtungsgebiete aufgestellten Hypothesen bei einer weiteren Vermehrung des Tatsachenmaterials verlassen werden müssen; daher der grosse Wert der Forschung in einem formenreichen Gebiete, wie es uns vorzüglich die Tropen bieten.

In den Jahren 1921—1923 hatte ich Gelegenheit, die Periodizität des Laubwechsels und der Kambiumtätigkeit in Toeban, einem Küststädtchen im trockenen Monsungebiete Ost-Javas zu beobachten. Von etwa 50 Holzarten wurden in verschiedenen Jahreszeiten dem Stamm mit einem Preszlerschen Zuwachsbohrer Bohrspähne entnommen, die auf Kambiumtätigkeit untersucht wurden; dazu wurden ferner auch Zweige dieser Bäume verwendet. Oft wurden dieselben Exemplare in verschiedenen Jahreszeiten zur Untersuchung verwendet, oft aber auch verschiedene Exemplare derselben Spezies. Wenn von einer Art am selben Tag verschiedene Phasen des Lebens zur Untersuchung gelangten (kahl und neubelaubt, u. s. w.), wurden natürlich auch mehrere Bäume verwendet, die diese verschiedene Belaubung aufwiesen.

Von dem Bohrspahn, der ausser Rinde und Kambium auch noch etwa 5-10 cm Holz enthielt, wurden einige Querschnitte gemacht, die das Kambium mit dem angrenzenden Gewebe enthielten. Ausserdem wurden aus dem Holz des Bohrspahnes noch einige Querschnitte gemacht an einer Stelle, wo eine deutliche Zuwachszone auftrat. Die Zweige kamen, wenn sie nicht zu dick waren, in ihrer ganzen Breite zur Untersuchung. Oft brach der Bohrspahn grade in der Kambialzone entzwei, besonders dann, wenn das Kambium stark tätig war und das Holz sehr hart, sodass der Bohrer nur mit Mühe in das Holz geschraubt werden konnte. Aber für unseren Zweck war das nicht so schlimm, denn die Tätigkeit des Kambiums liess sich zur Genüge aus dem äusseren Holz und der inneren Rinde ableiten.

Die Schnitte wurden mit Jodjodkalium auf Stärke untersucht, mit Sudan III auf Harze, Fette u. s. w. und wurden in Glycerin aufbewahrt. Zum Verschluss der Präparate wurde anfangs Maskenlack verwendet, aber diese Art des Verschlusses ist für die Tropen sehr ungenügend, weil der Lack oft springt und dann bald von einem üppigen Pilzrasen überwuchert wird. Diese Ver-

schlussmethode erfordert immer grosse Sorgfalt und sehr gut gereinigte Objectträger, sonst haftet der Lack nicht am Glas. Später wandte ich denn auch die Methode an, die MOLISCH in seiner Mikrochemie (2. Auflage pag. 23) beschreibt: mit einem erwarnten dreieckigen Kupferdraht wird ein Streifen Harz auf den Rand des Präparates gebracht. Ich gebrauchte nicht den von MOLISCH vorgeschriebenen eingedickten venetianischen Terpentin, sondern das gewöhnliche käufliche Harz, das zwar ein wenig zerbrechlich aber doch noch genügend fest ist. Um es etwas geschmeidiger zu machen, kann man es mit ein wenig Leinöl mischen; dann aber dauert es ein bis zwei Tage bis das Harz nicht mehr klebrig ist. Wenn man Harz verwendet, braucht man nicht mehr so peinlich genau acht zu geben, dass das Glas ganz rein ist.

Die Präparate wurden in den verschiedenen Jahreszeiten (Regenzeit und Trockenzeit) und an verschiedenen kritischen Momenten im Leben der Pflanze angefertigt (Blattwechsel, während des Kahlstehens und der Neubelaubung). So wurde ein Überblick über die Periodizität der Kambiumtätigkeit im Zusammenhang mit der Periodizität der Belaubung gewonnen. Ausserdem bekam man einen Überblick über die Art der Holzelemente, die in den verschiedenen Perioden gebildet wurden, und über das Fortschreiten des Dickenwachstums.

Der Querschnitt durch das Kambium giebt aber tatsächlich keinen Einblick in das Dickenwachstum zu jenem Zeitpunkt; man kann nur indirekt die Stärke des Dickenwachstums aus dem Zustand der Kambialzone ableiten. Nur eine direkte Messung des Dickenwachstums, z. B. mit dem Dendrometer Mac Dougals, oder auf anderer Weise, würde ganz zuverlässige Resultate ergeben; die Untersuchung würde dann aber so umständlich und teuer, dass sie praktisch nicht durchführbar wäre.

Wenn man die Schnitte aus den verschiedenen Jahreszeiten mit einander vergleicht, so kann man doch sehr gut den Verlauf des Dickenwachstums daraus ableiten, soweit es sich um Schnitte derselben Art handelt. Die Schnitte verschiedener Arten dürfen jedoch nicht ohne weiteres verglichen werden, denn die Kambialzone zeigt bei verschiedenen Arten ganz andere Bilder: einige

Holzarten weisen auch im vollen Wachstum eine ziemlich scharfe Grenze zwischen den ausgewachsenen Holzelementen und den Kambiumzellen auf. Andere aber zeigen auch während der Ruhe noch immer einige Reihen unverdickter Zellen zwischen dem eigentlichen Kambium und dem ausgewachsenen Holze. Die ersteren weisen dann während des Wachstums oft Zellen auf, deren Innenwand schon in voller Breite verdickt ist, während dann die Aussenwand noch ganz unverdickt und unverholzt ist. Die letzteren dagegen zeigen im vollen Wachstum eine ganze Reihe regelmässig abgestufter Zellen in allen Stadien der Verdickung zwischen Kambium und Holz, während in der Ruheperiode die unverdickten Zellen ohne Zwischenstufen direkt an vollausgewachsenes Holz stossen. Immerhin muss man die Bilder doch mit der nötigen Vorsicht interpretieren, denn das Wachstum eines Wasserreises z. B. ist immer viel schneller und ausgiebiger als dasjenige des Hauptstammes, und dieses ist wieder oft beträchtlich grösser als das Wachstum irgendeines Astes. Darum ist auch die Zonenbildung in den dünneren Ästen oft viel mehr ausgeprägt als im Hauptstamm.

Ausser den Beobachtungen in Ost-Java über den Zusammenhang zwischen Periodizität der Belaubung und der Kambialtätigkeit wurde auch in Buitenzorg eine ähnliche Beobachtungsreihe für einige Holzarten, darunter auch einige der in Ost-Java beobachteten, angestellt. Ferner wurden auch im Berggarten Tjibodas ähnliche Beobachtungen angestellt für einige Holzarten, die dort typische Vertreter des Urwaldes sind, aber auch für eine ganze Zahl aus kälteren Gegenden eingeführter Holzarten, darunter auch die bekannte Buche auf dem Gipfel des Pangerango, die dreimal zur Untersuchung gelangte.

Es wurden in Toeban und in Buitenzorg Scheiben aus dem Hauptstamm und aus dickeren Ästen der verschiedenen untersuchten Arten gesammelt, sodass eine Vergleichung dieses Materials aus Oost- und West-Java einen Einblick gewährt, in wie weit der starke Klima-Unterschied dieser beiden Gegenden sich in der Zonenbildung bemerkbar lässt. Man hat hier wieder die Schwierigkeit, dass der Standort der Pflanze einen grossen Einfluss auf die Periodizität und das Wachstum ausüben kann: im

allgemeinen wird die Periodizität und die Zonenbildung im Holz um so stärker ausgeprägt sein, je ärmer und trockener der Boden ist. Dieser Faktor ist aber sehr schwer zu beseitigen, denn es ist nicht immer möglich, die Qualität des Bodens einzuschätzen; immerhin wurde diesem Faktor beim Verarbeiten der Beobachtungen nach Möglichkeit Rechnung getragen.

Ich verzichtete darauf, das spezifische Gewicht des Holzes der Scheiben aus Ost-Java und Buitenzorg zu bestimmen, wie URSPRUNG dies machte, da das Holzgewicht individuell innerhalb einer Art, und bei Exemplaren, die unter gleichen Bedingungen gewachsen sind auch je nach der Stelle im Baumkörper, so sehr verschieden sein kann, dass diese Bestimmungen keinen Wert haben. Um einigermaßen zuverlässige Resultate zu bekommen, müsste man eine grosse Zahl Messungen an verschiedenen Exemplaren vornehmen und dann den Mittelwert mit dem mittleren Fehler daraus berechnen.

Auch auf andere Weise wurde kontrolliert, inwieweit die Zuwachszonen verschiedener Holzarten echte Jahresringe sind (d. h. einmal pro Jahr gebildet werden). Es wurden nämlich von vielen der untersuchten Arten Scheiben aus dem Stammfuss von Bäumen von bekanntem Alter gesammelt und die Zahl der Zuwachszonen mit dem Alter verglichen.

Schliesslich wurden noch Versuche und Beobachtungen über den Einfluss äusserer Umstände auf die Ringbildung angestellt. Gelegentlich eines abnormen Regenfalls in der Trockenzeit des Jahres 1923 wurde eine Verdoppelung des Ringes bei *Tectona grandis* L. f. beobachtet. Dann aber wurden auch Versuche mit Topfpflanzen angestellt, um eine künstliche Ringbildung zu erzielen durch folgende Faktoren: künstliche Entblätterung; Beschattung und Austrocknung; fortgesetzte Entknospung. Am stehenden Baum wurden weiter Äste geringelt (d. h. ein Streifen Rinde wurde abgeschält) und eine neue Überwallung der Wunde erzielt, sodass der unterhalb des Ringes liegende Astteil eine zeitlang den Strom der abwärtsgehenden Nahrungssäfte entbehren musste, später aber wieder normal genährt wurde. Weiter wurden auch Stecklinge untersucht, die natürlich erst wieder normal ernährt werden, wenn das Reis gut eingewurzelt ist.

Um einen Einblick zu gewinnen, woher der Reiz zu der Holzbildung stammt, wurde eine Serie von Versuchen angestellt an verschiedene Baumarten, die in Buitenzorg zeitweise kahl stehen. Während des Kahlstehens, als das Kambium ruhte, wurde an verschiedenen Ästen eine Rindenringelung vorgenommen und die Knospen unterhalb der Ringelung ausgeschnitten; ferner wurden an anderen Ästen alle vorhandenen sowie die nachträglich sich bildenden Knospen ausgeschnitten; es wurden Äste in einer grossen Blechbüchse oder Papierhülse eingeschlossen, damit die sich entfaltenden Knospen kein Licht erhielten; alle diese Versuche sollen in einem späteren Abschnitt ausführlich besprochen werden. Auch wurden Dickenzuwachsmessungen bei Immergrünen nach verschiedenen künstlichen Eingriffen (Ringelung, Entknospung, u. s. w.) angestellt.

Wie schon hervorgehoben, ist das Klima in den drei verschiedenen Beobachtungsgebieten sehr verschieden. Die Temperatur ist nur sehr geringen Schwankungen ausgesetzt, sowohl in Toeban als in Buitenzorg und auch in Tjibodas. (Im Mittel 5-7° C.).

Die Sonnenbestrahlung ist auch nicht sehr verschieden; wohl haben Buitenzorg und Tjibodas öfters einen bewölkten Himmel, aber es vergeht nur sehr selten ein Tag, an dem die Sonne nicht scheint. Auch die Windstärke wechselt nie sehr stark; abgesehen von den sehr seltenen Zyklonen weht es auf Java immer nur sehr wenig bis mässig.

Der grosse Unterschied zwischen West- und Ost-Java wird jedoch durch den Regenfall und die Luftfeuchtigkeit gebildet. Toeban besitzt eine ziemlich scharf ausgeprägte Trockenzeit in den Monaten Juni bis November; die Monate Mai und November bilden den Übergang zwischen der trockenen und der feuchten Jahreshälfte. Während der Trockenzeit sinkt die Luftfeuchtigkeit im Mittel auf 65 Prozent, sodass die Verdunstung sehr beträchtlich sein kann. In West-Java hingegen hat man keine so scharf ausgeprägte Trockenzeit: während der trockenen Monate fällt immer noch monatlich etwa 2-300 mm Regen in Buitenzorg und 100-200 mm in Tjibodas. Doch wäre es grundfalsch von einem „immerfeuchten“ Klima zu sprechen, wie das früher

so oft und besonders von Botanikern getan wurde ¹⁾. Denn sobald nur einige wenige Tage kein Regen gefallen ist und die Sonne tagsüber immerfort geschienen hat, ist es auch in diesen Gegenden sehr trocken, und der Pflanzenwuchs, besonders die niedere Vegetation, hat unter Dürre zu leiden. Es kommt auch vor dass in den Monaten Juni bis Oktober zeitweise Dürreperioden von mehreren Wochen hintereinander auftreten, sodass dann auch der Boden bis zu einer beträchtlichen Tiefe austrocknet. Die Luftfeuchtigkeit kann dann tagsüber bis auf 30-40 Prozent herabsinken! Immerhin werden die tiefwurzelnden Bäume und Sträucher wohl nur wenig von diesen selten auftretenden Dürreperioden beeinflusst, die Blätter werden während dieser Zeit nicht welk und auch die Blattperiodizität wird bei vielen Arten nur wenig von der Trockenzeit beeinflusst. Das Urwald von Tjibodas hat in bezug auf Feuchtigkeitsbedingungen für die Pflanzen noch ein gleichmässigeres Klima als Buitenzorg, denn obwohl dort der Regenfall in den trockenen Monaten etwas geringer ist als in Buitenzorg, hat man häufiger bedeckten Himmel und schwere Nebelbildung nachtsüber. Immerhin kann man noch nicht von einem ideal gleichfeuchten Klima reden. So zeigten sich die Monaten Mai bis Juli 1925 durch eine ausserordentliche Dürre aus; die Epiphyten im Urwalde, besonders die kleineren Farnkräuter an den Baumstämmen waren zum Teil vertrocknet. Nur die im Boden wurzelnden Bäume und Sträucher standen noch frisch grün.

Im Folgenden werden die Jahresmittel von Temperatur, Regenfall, Luftfeuchtigkeit und Sonnenschein für Buitenzorg, Toeban und Tjibodas gegeben, soweit sie bekannt sind. Weil einige Beobachtungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Sonnenschein) für Toeban nicht vorliegen, so habe ich die betreffenden Daten von Pasoeroean, dessen Klima fast gleich dem Klima Toebans ist, aufgenommen.

¹⁾ So schreibt z. B. E. WARMING in seiner Pflanzengeographie, 3e Auflage 1918 auf S. 594/95: „In Buitenzorg auf Java ist die Luftfeuchtigkeit etwa von 2-3 Uhr nachmittags bis nächsten Vormittag ungefähr 95%“. Diese Angabe ist stark übertrieben; das Jahresmittel der Luftfeuchtigkeit von 4 Uhr nachmittags bis 6 Uhr vormittags beträgt im Mittel 87%, während die Luftfeuchtigkeit in den feuchtesten Monaten im Mittel nicht über 92.4% steigt (im Februar um 4 Uhr vormittags).

	Dauer der Beobachtungen	Mittlere Temperatur												Durchschnitt.
		Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	
Buitenzorg	1913-'18	24.1	24.2	24.5	25.0	25.1	25.0	25.0	25.1	25.3	25.3	24.7	24.4	24.8
Pasoeroean	1914-'18	25.7	25.7	26.0	26.4	26.1	25.7	25.4	25.7	26.4	26.9	27.1	26.2	26.1
Tjibodas	1906-'18	17.5	17.6	17.8	17.9	17.8	17.6	17.3	17.3	17.7	18.1	17.9	17.7	17.7

	Dauer der Beobachtungen	Tägliche Schwankungen in der Temperatur (Jahresmittel)													Durchschnitt
		2 u. v. m.	4	6	8	10	Mittag	2	4	6	8	10	Mittern.		
Buitenzorg	1914-'18	22.5	22.1	21.9	24.6	27.6	29.1	28.9	27.3	25.1	23.9	23.3	22.9	24.9	
Pasoeroean	1914-'18	23.5	22.8	22.5	26.5	29.3	30.2	30.0	28.8	26.9	25.7	24.8	24.2	26.3	
Tjibodas	1906-'18	15.6	15.4	15.4	18.8	20.5	20.8	20.3	19.3	18.0	16.9	16.3	16.0	17.8	

	Dauer der Beobachtungen	Mittlerer monatlicher Regenfall mm.												Jahr
		Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	
Buitenzorg	1879-1922	441	393	393	404	357	271	246	255	332	431	410	342	4275
Tjibodas	1900-1922	410	425	378	337	247	169	116	136	205	276	398	355	3452
Toeban	1879-1922	263	224	214	113	90	64	34	22	22	60	120	208	1434

	Dauer der Beobachtungen	Mittlere Anzahl Regentage pro Monat												Jahr
		Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	
Buitenzorg	1879-1922	23.9	22.7	23.0	20.2	16.5	13.3	11.8	12.3	14.4	18.9	21.3	21.6	219.9
Tjibodas	1900-1922	26.4	24.2	24.6	22.4	18.0	13.6	10.6	12.3	14.5	18.9	23.0	25.0	233.5
Toeban	1879-1922	16.1	14.3	14.0	8.8	6.9	4.8	2.9	2.0	1.8	3.9	8.2	14.3	98.0

	Dauer der Beobachtungen	Mittlere Hygroskopizität der Luft %												Jahr
		Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	
Buitenzorg	1913-'18	83	89	87	85	83	82	79	77	78	79	82	83	83
Tjibodas	1912-'18	89	89	88	90	89	88	83	83	83	83	86	88	87
Pasoeroean	1914-'18	85	86	86	82	78	78	72	68	67	69	76	82	77

Tägliche Schwankungen der Hygroskopizität

	Dauer der Beobachtungen	2 u.	4	6	8	10	Mit-	2	4	6	8	10	Mit-	Jahr
		v.m.					tag						tern.	
Buitenzorg		Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	
1) Regenzeit	1913-'18	93	93	94	88	81	78	81	86	89	92	92	93	88
2) Trockenzeit	„	89	89	89	78	66	60	57	64	80	87	89	89	78
3) Jahresmittel	„	91	90	91	81	72	68	69	76	86	90	90	90	83
Pasoeroean														
Jahresmittel	„	85	87	88	84	63	60	60	65	73	79	82	83	75

Sonnenschein in Prozenten des vollen Sonnenscheines

	Dauer der Beobachtungen	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
		Buitenzorg	1913-'21	40	41	53	64	69	72	79	78	77	72	
Pasoeroean	1916-'28	57	60	65	82	85	91	91	91	93	85	78	60	78
Tjibodas	1923-'25	30	20	30	40	50	50	51	60	59	43	46	34	43

II. BISHERIGE UNTERSUCHUNGEN IN DEN TROPEN.

Die Periodizität der Lauberneuerung und des Laubfalls war der Gegenstand zahlreicher Untersuchungen; besonders Java ist in dieser Hinsicht sehr gut bekannt. Die meisten Forscher beschränkten sich jedoch auf die Erforschung des Pflanzenwuchses in Buitenzorg und Tjibodas, sodass wir über die Verhältnisse West-Javas schon lange sehr gut orientiert sind, während bis vor kurzem wenig Tatsachenmaterial aus Ost-Java vorhanden war. Für die Verhältnisse West-Javas sind die Arbeiten von VOLKENS, SIMON und KLEBS von besonderer Wichtigkeit; meine vor kurzem erschienene Arbeit über die periodischen Lebensprozesse in Ost-Java hat dieses letztere Gebiet erschlossen, sodass wir nun einen guten Überblick über die ganze Insel haben. Ausserhalb des Malayischen Archipels sind auch viele Untersuchungen angestellt worden, die für unseren Zweck ein sehr wertvolles Vergleichsmaterial liefern: für Ceylon sind es die

Arbeiten von SMITH und WRIGHT, für die Tropengebiete der ganzen Welt besonders SCHIMMERS grosse Pflanzengeographie. Ausserdem findet man in den verschiedenen Floren oft brauchbare Angaben, die immerhin mit der nötigen Kritik verwendet werden müssen, da die grösseren Arbeiten oft kompilatorisch sind und daher viele Beobachtungen verschiedener Forscher enthalten.

Das bekannte Buch von KOORDERS und VALETON über die Baumflora Javas enthält verschiedene brauchbare Notizen; oft sind die Angaben über Laubwechsel und Blüte falsch oder jedoch zu allgemein gehalten, um für unseren Zweck verwendet werden zu können. Für das verwandte Florengebiet Vorder- und Hinterindiens bringt die grosse Arbeit von TROUP sehr viel Material zusammen, aber auch hier sind die Angaben über Periodizität wieder zu allgemein, um eine gute Vergleichung mit Java zu gestatten. Meistens wird ohne weitere Bemerkungen nur angegeben, ob der Baum das Laub wechselt; ausserdem findet man sehr viele ungenaue oder fehlerhafte Angaben.

Aus subtropischen Gebieten liegen einige schöne Arbeiten aus Süd-Amerika vor: WARMINGS Lagoa Santa, REICHES Studien aus Chili und die neuerdings veröffentlichte Arbeit von IHERING über Rio Grande do Sul geben uns oft gute Anhaltspunkte für den Vergleich mit Java.

Schliesslich muss ich noch die Arbeiten von DINGLER und BORDAGE erwähnen, die Beobachtungen über in die Tropen oder Subtropen eingeführte Holzarten kälterer Zonen angestellt haben. Diese Arbeiten sind für die Vergleichung mit meinen Beobachtungsergebnissen an eingeführten Holzarten in Tjibodas wichtig.

Sind also unsere Kenntnisse über Laubfall und Lauberneuerung der tropischen Vegetation, besonders von Java, sehr befriedigend, so verhält es sich mit unseren Kenntnisse über die Periodizität der Kambiumtätigkeit und die daraus resultierende Holzbildung ganz anders.

Die Beobachtungen vor dem Jahre 1900 sind in der Dissertation URSPRUNGS zusammengestellt, aber da diese Beobachtungen nach URSPRUNG „unvollkommen und unbestimmt sind“, haben sie nur wenig Wert. Nur die schönen Beobachtungen REICHES an Chilenischen Holzarten möchte ich von diesem Urteil aus-

schliessen. URSPRUNG selber beschreibt in seiner Dissertation einige von SCHIMPER auf den Seychellen gesammelte Brettchen, ohne dass irgend eine Angabe über Periodizität der Belaubung oder der Kambiumtätigkeit vorhanden wäre. Im Jahre 1904 beschreibt er einige Stammstücke aus Ost- und West-Java, darunter auch *Tectona grandis* L. f., *Odina Wodier* Roxb. *Ceiba pentandra* Gaertn. und *Poinciana regia* Boj. Angaben über Kambiumtätigkeit konnten selbstverständlich nicht gegeben werden, die Angaben über Laubfall sind nicht immer ganz genau (*Poinciana regia* Boj. verliert auch in Buitenzorg das Laub und steht längere Zeit kahl).

HOLTERMANN (1907) gibt auch einige Notizen über die Ringbildung bei Tropenhölzern; doch ist den theoretischen Betrachtungen der weitaus grösste Raum eingeräumt. Im Jahre 1914 hat SIMON auf Java neben seinen Beobachtungen über die Periodizität der Belaubung auch die Kambiumtätigkeit der Bäume verfolgt, indem er Schnitte durch die Kambialzone dünnerer Ästchen anfertigte. So hat er eine Anzahl sehr brauchbarer Beobachtungen gesammelt.

Im Jahre 1915 hat GEIGER eine ausführliche Arbeit über die Jahresringbildung von *Tectona grandis* L. f. veröffentlicht, wofür das Material von KLEBS anlässlich seines Aufenthaltes auf Java im Jahre 1911 gesammelt wurde. Es ergab sich, dass die periodische Ringbildung des Djati grösstenteils durch die klimatischen Verhältnisse bedingt ist. LINK hat für seine Dissertation einige Studien an Scheiben verschiedener tropischer Holzarten gemacht, ohne dass er aber die Kambiumtätigkeit verfolgen konnte. Er fand eine unregelmässige Bildung von Zuwachszonen, die dem Alter der Scheiben nicht entsprachen.

Es wurden weiter einige Versuche von H. ANDRÉ mit dem Tropenstrauch *Lantana Camara* L. und mit einigen Tabaksarten angestellt, um eine künstliche Ringbildung zu erzielen. Schliesslich veröffentlichte ich selbst einige Notizen über das Dickenwachstum und dessen Periodizität bei *Tectona grandis* L. f. und bei der eingeführten Trauerweide, *Salix Babylonica* L. (CH. COSTER 2 und 4).

Ausser diesen mehr oder weniger physiologischen Arbeiten gibt es eine ganze Menge grösserer und kleinerer Veröffentlichungen über Bau und Anatomie der Tropenhölzer, in denen auch die Zuwachszonen beachtet werden. Für Java hat die grosse, noch

nicht beendete Veröffentlichung von MOLL und JANSSONIUS besonderen Wert, weil sie Material von nummerierten Bäumen beschreibt, von denen vollständiges Herbarmaterial gesammelt wurde. Allerdings beschränkt sich die Arbeit selbstverständlich auf eine (sehr eingehende) Beschreibung des Holzes; das Auftreten von Zuwachszonen wird erwähnt, die Zonengrenzen eingehend beschrieben. Die Bezeichnung der Zuwachszonen als „Jahresringe“ wird mit folgender Begründung unterlassen: „Bei den Hölzern „der gemässigten und kalten Zone hängt die Bildung dieser „Zuwachszonen mit dem Wechsel zwischen Sommer und Winter „zusammen, entsprechen sie also Jahresperioden; daher der Name „Jahresringe. Bei tropischen Hölzern sind Zuwachszonen, wenn „auch oft weniger deutlich, doch ganz allgemein vorhanden. In „vielen Fällen mögen sie auch hier mit Jahresperioden überein- „stimmen, aber meistens ist das nicht mit Sicherheit bekannt, „und bisweilen ist es sogar wahrscheinlich nicht der Fall. Es „wird daher in dem beschreibenden Teile dieses Buches nur „vor Zuwachsringen, nicht von Jahresringen die Rede sein“ (pag. „60, Teil I).

Von den Veröffentlichungen der forstwirtschaftlichen Versuchsanstalt in Buitenzorg gibt uns die Arbeit von BEEKMAN eine Beschreibung von 78 Holzarten aus West-Java. Absichtlich wird in dieser Arbeit sowie in der folgenden auch nur von Zuwachszonen gesprochen. Die Abbildungen sind sehr gut und zeigen die Zuwachszonen verschiedener Holzarten sehr deutlich. Dies ist auch der Fall bei der Arbeit von DEN BERGER und ENDERT, welche uns eine Beschreibung der wichtigeren Holzarten des ganzen Niederländisch-Indischen Archipels, nebst Photographien in zehnfacher Vergrösserung liefert. Von dieser Serie erschien bisher nur ein Band mit 60 Holzarten. Dann hat DEN BERGER noch eine andere Beschreibung von 124 Holzarten der Kultur-gegenden Javas und Sumatras in ähnlicher Ausstattung gegeben.

Von den wichtigeren ausländischen Arbeiten möchte ich nur die Arbeiten von GAMBLE, TROUP, SCHNEIDER und KANEHIRA hervorheben, die Holzarten aus den verwandten Florengebiets Vorderindiens, der Philippinen und Formosas beschreiben.

GAMBLE deutet in seiner Holzbeschreibung die Zonenbildung

kurz an und redet dabei oft von „Jahresringen“. Nirgends aber sagt er, was er unter Jahresringen versteht, auch beweist er nirgends, dass die von ihm so genannten Zuwachszonen wirklich dem Wortlaut nach einmal pro Jahr gebildet werden. Ich glaube, dass er die ringsum geschlossenen, scharf begrenzten Zuwachszonen immer Jahresringe nennt. Es mag zutreffen für das Klima Vorderindiens, das einmal pro Jahr eine sehr trockene Periode aufweist, wird aber für das immerfeuchte Gebirgsklima der Himalaya weniger genau sein.

TROUP stützt sich in seiner Beschreibung der Geschwindigkeit des Dickenwachstums hauptsächlich auf die Angaben GAMBLEs über das Vorkommen von Jahresringen. Nur bei einigen der forstwirtschaftlich wichtigeren Holzarten gibt er die von verschiedenen Forstleuten ausgeführten Abzählungen der Zuwachszonen an Bäumen von bekanntem Alter an.

Die Arbeit KANEHIRAS behandelt 386 Baumarten Formosas, die in verschiedenem (tropischem, subtropischem und kälterem) Klima dort wachsen. Die Zuwachszonen werden bei der Holzbeschreibung kurz erwähnt, phänologische Notizen fehlen aber. In einem Schlussabschnitt wird der Einfluss des Klimas auf die Struktur des Holzes diskutiert; weil aber die verschiedenen Arten in verschiedenem Klima wachsen und eine Vergleichung von Hölzern verschiedener Exemplare derselben Art, die in verschiedenem Klima gewachsen sind, vollständig fehlt, konnten nur sehr allgemeine Folgerungen gezogen werden. Immerhin beanspruchen diese Resultate auch für unseren Zweck ein gewisses Interesse.

SCHNEIDERS Beschreibung der Philippinischen Holzarten schliesslich ist wieder, wie alle Holzbeschreibungen zu Identifikationszwecken, zu allgemein gehalten, um für den Vergleich mit der Ringbildung auf Java viel wertvolles Material liefern zu können.

BURGERSTEIN hat die Holzarten der Samoa-Inseln bearbeitet, die während der Forschungsreise Rechingers gesammelt wurden. Seine Angaben über Zonenbildung der verschiedenen Holzarten sind aber sehr oberflächlich; ausserdem war von jeder Holzart nur ein kleines Probestück vorhanden, sodass diese Beschreibung für uns sehr wenig Wert hat.

Die Holzbeschreibungen der verschiedenen Untersucher sind

oft mehr oder wenig verschieden; dies kann von der Tatsache herrühren, dass das Holz derselben Art je nach dem Standort (Bodenqualität) und der Gegend, aus der es stammt, oft beträchtliche Unterschiede im Bau aufweist. Vielleicht sind auch noch nicht näher bestimmte Varietäten die Ursache solcher Verschiedenheiten.

Ich beabsichtige hier nicht, auch nur einen einigermaßen vollständigen Überblick zu geben über die grosse Masse der Literatur, die sich im Laufe der Zeit über die Frage der Holzbildung und Holzbeschreibung angesammelt hat. Die meisten Arbeiten beziehen sich auf kältere Zonen, speziell Europa, aber auch die Zahl der Arbeiten über tropische Holzarten ist schon sehr beträchtlich.

Es hat für uns wenig Zweck, die ganze Literatur durchzugehen, weil fast keine Beobachtungen über Periodizität der Lauberneuerung und der Kambiumtätigkeit gemacht worden sind und diese doch das Fundament für die weitere Arbeit liefern müssen. Daher mag die vorhergehende kurze Besprechung genügen, um einen Einblick in das vorhandene Tatsachenmaterial zu bekommen; später werden dann diese Beobachtungen näher im Text noch kritisch verarbeitet werden.

III. BEOBACHTUNGSRÉSULTATE.

A. TROPISCHE ARTEN.

1. *Pinus Merkusii* Jungh. et de Vr.

Material: Buitenzorg 1 Scheibe 9 cm; Sumatra 1 Scheibe 10 cm.

Diese Art ist der einzige Vertreter der Gattung *Pinus*, der südlich des Äquators vorkommt; sein natürliches Verbreitungsgebiet ist Nord- und Mittel-Sumatra, aber auf Java ist er hie und da angepflanzt, so z. B. auch einige junge Bäumchen im Berggarten Tjibodas. Wie alle Pinusarten ist auch er immergrün; die Schnitte von Ästen junger Bäumchen aus Tjibodas zeigten immer ein tätiges Kambium, sowohl in der Regenzeit als auch in der Trockenzeit, obwohl im letzteren Fall das Dickenwachstum weniger kräftig war. Die Äste zeigten keine scharf be-

grenzten Zuwachszonen, nur stellenweise eine undeutliche Ringzeichnung, hervorgerufen durch einige Zellreihen von Tracheiden mit etwas dickerer und dunklerer Wand, die jedoch meistens keinen geschlossenen Ring bildeten.

Die Scheibe eines jungen Bäumchens aus den Gajoeländern (Sumatra) zeigte auch eine solche unscharfe und oft ringsum nicht geschlossene Ringzeichnung. Die Zuwachsgrenzen werden hier von einigen (bis vielen) Zellreihen radial kürzerer Tracheiden gebildet, die jedoch weder nach innen noch nach aussen scharf gegen die weiten Elemente abgegrenzt sind, sondern allmählig in sie übergehen (Tafel VI, Fig. 1). Die älteren Bäume aus dieser Gegend bilden aber doch die typischen, scharf abgegrenzten Zuwachszonen aus, wie dies aus den Figuren 10 und 14 der desbezüglichen Arbeit von J. W. GONGGRYP hervorgeht.

Die Scheibe von einem dicken Ast eines grossen Baumes im Buitenzorger botanischen Garten zeigte neben vielen scharfen, ringsum geschlossenen Ringen auch solche, die stellenweise unscharf waren oder sich im Gewebe verloren. Die scharfen Zuwachszonen entsprachen dem üblichen Coniferentypus, doch waren auch solche vorhanden, wo die radial kürzeren Spätholztracheiden allmählig in die weiten Frühholztracheiden übergingen; auch fand ich Zonen, die anscheinend verdoppelt waren, weil knapp neben einer Zonengrenze eine zweite auftrat, die sich weiterhin wieder verwischte. Es gab auch solche „doppelte“ Ringe, die mit einander verschmolzen. Ohne Zweifel dürften in Buitenzorg an älteren Bäumen also auch Zonen auftreten, die keine echten Jahresringe sind.

2. *Podocarpus cupressina* R. Br.

Material: West-Java 2 Scheiben, 20-45 cm.

Dieser Waldriese ist ein über die ganze Insel sehr verbreiteter, immergrüner Gebirgsbaum. In Tjibodas machte ich in der Regen- und Trockenzeit der Jahre 1924 und 1925 Schnitte von Ästen und Bohrspähne und fand das Kambium immer tätig. Diese unterbrochene Kambiumtätigkeit stimmt auch gut mit der Ausbildung von Zuwachszonen überein: an den Scheiben aus West-Java fand ich nur einige wenige, ringsum geschlossene

Ringe, die in unregelmässigen Entfernungen voneinander lagen. Dazwischen waren unscharfe Ringe vorhanden und solche, die sich nur streckenweise verfolgen liessen, um sich dann im Gewebe zu verlieren.

Zwischen zwei aufeinander folgenden, ringsum geschlossenen Ringen der grossen Scheibe fand sich z. B. eine Entfernung von 56 mm, dann wieder eine von $2\frac{1}{2}$ mm, dann 25 mm und 40 mm; es sind also bestimmt keine Jahresringe, sondern wahrscheinlich unregelmässige Zuwachsstockungen infolge ungünstiger äusserer Umstände. Diese ringsum geschlossenen Ringe werden durch einen für die Koniferen typischen, plötzlichen Übergang von radial engen Spätholztracheiden in radial gestreckte Frühholztracheiden gebildet. Die unscharfen Ringe zeigen einen mehr allmählichen Übergang im radialen Durchmesser der Spät- und Frühholztracheiden; bisweilen zeigen sie auch eine geringe Differenz in der Wanddicke.

BEEKMAN nennt die Zuwachszonen dieser Art „meistens deutlich“, übrigens verweist er nach *Podocarpus amara* Bl. (dessen Zuwachszonen als unregelmässig und oft verwaschen beschrieben werden) mit der Bemerkung dass die Unterschiede zwischen beiden Arten vielleicht nicht constant sind.

3. *Quercus pseudomolucca* Bl. (Fagaceae).

Material: West-Java 1 Scheibe 40 cm.

Die Beobachtungen und das Material dieses im Gebirgswald sehr häufigen Baumes stammen alle aus West-Java. Wie alle Javanischen Quercusarten ist auch diese Art immergrün; ich selbst habe nie eine Javanische Art dieser Gattung kahl gesehen und auch KOORDERS und VALETON geben bei der Beschreibung der Quercus-Arten nie die Andeutung „laubverlierend“. Das Kambium wird denn auch wohl immer mehr oder weniger tätig sein; viermal kontrollierte ich die Kambialtätigkeit, sowohl in der Regenzeit als in der Trockenzeit in Tjibodas, fand aber immer Dickenwachstum.

Die Zuwachszonen sind verwaschen und ziemlich undeutlich, unregelmässig schmaler und breiter; stellenweise sind die Grenzen durch einen schmalen Streifen von dunklerem, dichterem Alt-

holz oder durch eine Anhäufung mehrerer Gefässe im Frühholz etwas deutlicher.

Die Beschreibung der Zuwachszonen verschiedener *Quercus*-Arten von BEEKMAN und von DEN BERGER ist ungefähr dieselbe.

4. *Castanea argentea* Bl. (Fagaceae).

Material: West-Java 5 Muster aus der Sammlung der forstlichen Versuchsanstalt.

Dieser in West-Java allgemein im Gebirge vorkommende Waldbaum ist immergrün; ich habe gelegentlich Exemplare gesehen die über der ganzen Krone junge Schösse ausbildeten, ohne aber vorher das alte Laub ganz abzuwerfen. Meine Beobachtungen reichen aber nicht aus um zu bestimmen wie oft ein solcher Generaltrieb stattfindet. Ich untersuchte dreimal zu verschiedenen Jahreszeiten die Kambialtätigkeit und fand es immer im Dickenwachstum begriffen.

Das Holz zeigt eine verwaschene, unregelmässige Zonenbildung, mit meistens unscharfen Grenzen, die durch einen Streifen etwas dunkleren Gewebes oder durch das stellenweise reichlichere Hervortreten von Gefässen markiert werden. BEEKMAN und auch DEN BERGER geben eine ähnliche Beschreibung der Zuwachszonen.

5. *Artocarpus communis* Forst. (Syn. *A. incisa* Forst.) (Moraceae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 22 cm; Buitenzorg 2 Scheiben 6-17 cm.

Wie schon VOLKENS für Buitenzorg angab, wächst diese Art auch in Ost-Java das ganze Jahr ununterbrochen weiter. Während einer starken Trockenzeit lichten sich einige Bäume ein wenig, aber nie beträchtlich, und auch die Knospenentfaltung geht weiter. Das Kambium ist denn auch das ganze Jahr hindurch ununterbrochen tätig, wenn auch in der Trockenzeit weniger stark.

Die Scheibe aus Ost-Java zeigte eine ziemlich deutliche, ringsum geschlossene Ringzeichnung von abwechselnden Bändern lichterem und dunklerem Holzes. Das dunklere Holz zeigt meistens eine grössere Anzahl Gefässe und die Librifasern weisen einen kleineren Querschnitt und etwas dickeren Wände auf. Bisweilen sind die Gefässe in dieser Zone, die während der Trockenzeit

gebildet wird, einigermaßen ringförmig angeordnet. Scharfe Grenzen fehlen. Mitunter findet man in den dünneren Ästen eine ringförmige Anordnung der Gefässe, stellenweise begleitet von einem schrofferen Übergang in der Grösse der Librifasern.

Die Scheiben aus Buitenzorg zeigen wohl auch solche Bänder von dunklerem Holze, aber diese Zonen sind meistens unregelmässiger und nicht ringsum geschlossen und die Gefässe mehr gleichmässig im Holze zerstreut.

6. *Artocarpus integra* Merr. (Moraceae).

Material: Ost-Java 2 Scheiben 11-12 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 15 cm.

Dieser grosse, allenthalben angepflanzte Fruchtbaum ist immergrün. In Ost-Java beginnt er mit dem Einsetzen der Regen sein Laub zu entfalten und setzt dies bis weit in die Trockenzeit hinein fort. In den Monaten August bis November hört die Laubentfaltung auf und auf trockenen Standorten lichtet sich der Baum ein wenig, ohne jedoch nur annähernd kahl zu werden. In Buitenzorg treibt der Baum ununterbrochen das ganze Jahr hindurch neues Laub.

Das Kambium ist in Buitenzorg ununterbrochen tätig; in Ost-Java nimmt das Dickenwachstum während der Trockenzeit ab, aber eine geringe Kambiumtätigkeit bleibt meistens auch dann noch bestehen.

Die Scheiben, sowohl aus Ost-Java wie aus Buitenzorg, zeigen eine unregelmässige, verwaschene Ringzeichnung, die durch etwas dunkler gelb gefärbte, tangentiale Bänder hervorgerufen wird. Die Gefässe sind im allgemeinen ziemlich gleichmässig im Gewebe zerstreut, hie und da ist aber eine gewisse Periodizität in der Anordnung zu erkennen, indem stellenweise die Gefässe etwas dichter aneinander gerückt sind. Hie und da wird auch ein (nicht immer ringsum geschlossener) Ring gebildet von kleineren Gefässen, die in einem Parenchymband eingebettet sind. DEN BERGER beschreibt die Zuwachszonen als „auffallend“ infolge dieser Parenchymstreifen, während BEEKMAN die Zuwachszonen undeutlich nennt.

Die Scheiben aus Buitenzorg zeigten eine weniger deutliche

Ringzeichnung als die Scheiben aus Ost-Java, jedoch ohne bedeutende Differenzen.

7. *Ficus Kurzii* King. (Moraceae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 13 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 15 cm.

Sowohl in Ost-Java als in Buitenzorg ist der Baum immergrün und treibt das ganze Jahr hindurch, indem periodisch, alle 2-3 Monate, die Knospen über die ganze Krone hin ungefähr gleichzeitig einige Blätter entfalten. Diese Periode ist für jedes Exemplar verschieden. Auch das Kambium ist immerfort tätig, die Intensität des Dickenwachstums ist jedoch nicht das ganze Jahr hindurch gleich. In der Trockenzeit ist das Dickenwachstum weniger kräftig, wie aus der Struktur des Holzes, das in dieser Zeit gebildet wird, ersichtlich ist. Das Holz besteht nämlich aus abwechselnden Bändern von Libriform und Parenchym, worin die Gefässe zerstreut liegen; in dem Holz, das während der Trockenzeit gebildet wird, sind die abwechselnden Bänder schmaler als im übrigen Holz. Eine solche Erscheinung rührt bei den anderen analog gebauten Holzarten immer von langsamerem Wuchs her.

Die Scheibe aus Ost-Java zeigt diese Zonenbildung infolge der abwechselnd schmälere und breitere Bänderung stärker als die Scheibe eines Buitenzorger Baumes. DEN BERGER beschreibt eine Gruppe verschiedener *Ficus*-arten zusammen und sagt dass die eigentliche Zuwachszonen von einer grossen Verschiedenheit in der Periodizität des Parenchyms herrühren; die terminalen Parenchymbänder sind oft schmaler und regelmässiger.

8. *Streblus asper* Lour. (Moraceae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 10 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 6 cm.

Wie die vorhergehende Art steht auch dieser kleine Baumstrauch nie kahl; soweit meine Beobachtungen reichen, ist das Kambium auch das ganze Jahr hindurch wirksam. Die Scheibe eines 10 cm dicken Baumes aus Toeban zeigt einen analogen Bau des Holzes wie *Ficus Kurzii*, abwechselnde Bänder von Libriform und Parenchym und eine ziemlich deutliche Zonenbildung, indem abwechselnd Zonen mit breiten Bändern und solche mit schmäl-

leren Bändern auftreten. Auch hier werden die schmalen Bänder in der Trockenzeit gebildet.

Die Scheibe aus Buitenzorg zeigte eine ebenso deutliche Zonenbildung wie die aus Toeban; die Zonen waren aber des öfteren nicht ringsum geschlossen oder nicht concentrisch, sondern sie verzweigten sich und verschmolzen dann wieder miteinander, ganz als ob das Kambium stellenweise, unabhängig von dem übrigen Teil des Querschnittes, eine Periodizität aufwiese.

9. *Magnolia Blumei* Prantl. (Syn. *Manglietia glauca* Bl.)
(Magnoliaceae).

Material: West-Java 5 Scheiben 10, 13, 14, 20 und 40 cm.

Waldriese, häufig im Gebirgswald West-Javas. Diese Art ist nach KOORDERS und VALETON „immergrün“, ich habe sie aber zu verschiedenen Zeiten einen Generalwechsel durchmachen sehen, wobei der Baum kahl oder fast kahl stand. Meine Beobachtungen reichen nicht aus, um zu bestimmen, ob dieser Generalwechsel in bestimmten Jahreszeiten oder mit bestimmten Intervallen eingehalten wird.

Die Beobachtungen über die Kambialtätigkeit reichen auch nicht aus, um ein Gesamtbild zu entwerfen; während des Laubwechsels sah ich einmal das Kambium in Ruhe, ein anderes Mal aber fand ich an einem kahlstehenden Baum schon die Ausbildung der ersten Elemente des neuen Zuwachsringses.

Die Zuwachszonen sind oft scharf und ringsum geschlossen; die Grenze wird dann durch ein terminales, oft aus radial stark verkürzten Zellen bestehendes Parenchymbändchen gebildet, an das sich bisweilen eine ringförmige Anordnung der ersten (nicht immer grösseren) Frühholzgefässe anschliesst. Oft aber sind auch die Zonen verwaschen oder doppelt, bisweilen verliert sich ein Parenchymbändchen im Gewebe. JANSSONIUS hat diese Parenchymbänder wohl beschrieben aber nicht als Zonengrenze gedeutet, während BECKMANN und DEN BERGER (dieser beschreibt wieder eine Gruppe analoger Arten) auch von Zuwachszonen sprechen, welche ausser durch diese Parenchymbänder auch durch dunkleres Spät- und helleres Frühholz ausgezeichnet sind.

Die Abzählung der Zuwachszonen an einer grossen 18½ (Dia-

meter 40 cm) Jahre alten Scheibe ergab ungefähr 20 deutliche, ringsum geschlossene Ringe, wobei dann einige Ringverdopplungen und blind im Gewebe endigende Parenchymbändchen nicht mitgezählt wurden. Andere kleinere Scheiben von drei 8-jährigen Bäumchen ergaben jedoch 7,5 und 3 deutliche Zuwachszonen; der innere Teil war dann gleichmässig gewachsen oder zeigte nur undeutliche Ringe, sodass man wohl schliessen darf, dass diese Art in der Jugend oft keine Zuwachszonen ausbildet und später die Zuwachsringe nicht ganz regelmässig einmal pro Jahr bildet.

10. *Anona muricata* L. (Anonaceae).

Material: Ost-Java 2 Scheiben 12-15 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 12 cm.

Dieser aus Süd-Amerika eingeführte Baum ist das ganze Jahr hindurch belaubt. Das ganze Jahr hindurch treibt der Baum an verschiedenen Knospen und bildet seine Blüten und Früchte. Nur auf sehr trockenen Standorten in Ost-Java verliert der Baum viel Laub in der Trockenzeit und stellt das Sprosswachstum fast ganz ein.

Das Kambium ruht normalerweise nie; es werden, wie bei den meisten Anonaceae, sehr regelmässig abwechselnde breitere Bänder Libriförmig und schmalere Bänder Parenchym gebildet, worin die Gefässe regelmässig zerstreut liegen. Das Kambium eines gegebenen Querschnittes bildet nicht über die ganze Breite zugleich entweder Libriförmig oder Parenchym, sondern die verschiedenen Teile können verschiedene Elemente ausbilden. Die dünneren Äste zeigten eine weniger regelmässige Struktur. Das Kambium der Bäume an dünnen Stellen ruht während des letzten Teiles der Trockenzeit. Mit dem Einsetzen der Regen und des neuen Wachstums fängt dann auch wieder das Dickenwachstum kräftig an.

Zuwachszonen werden normalerweise nicht ausgebildet. Nur die Bäume aus Ost-Java, die an trockenen Stellen wachsen und bei denen das Kambium zeitweise ruht, bilden scharf abgegrenzte ringsum geschlossene Zuwachszonen aus. Die Grenze wird dadurch gebildet, dass das Libriförmige des Altholzes kleine Zell-

lumina und stark verdickte Wände aufweist, an das sich scharf die weiteren und dünnwandigeren Libriförmigen Fasern des Jungholzes anschliessen. Dies zeigt sich dem blossen Auge als ein Färbungsunterschied der verschiedenen Holzpartieen. Oft auch sind die Parenchymbändchen im letzten Altholz näher aneinander gerückt. In den Ästen sind bisweilen die Gefässe im letzten Teil des Altholzes näher aneinander gerückt.

11. *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 9 cm; Buitenzorg 2 Scheiben 8-13 cm.

Dieser kleine Baum hat immer, sowohl in West- als in Ost-Java, nur eine spärliche Belaubung. Im Anfang der Trockenzeit verliert der Baum allmählich das Laub, sodass in den Monaten August und September manche Vertreter ganz kahl stehen; auch in Buitenzorg stehen die Bäume in der Trockenzeit stark gelichtet da, ohne jedoch ganz dieselbe starke Wachstumstockung wie in Ost-Java zu zeigen.

Die Blüteperiode fällt hauptsächlich ins Ende der Trockenzeit und in den Anfang der Regenzeit, wenn auch wohl in anderen Monaten Blüten gebildet werden.

Das Kambium ruht, wenn der Baum kahl steht; es geht aber nicht immer sofort nach dem Laubfall in Ruhe über; denn einige Male habe ich an Schnitten von ganz kahlen Ästen noch Kambialtätigkeit beobachtet. Und wenn das Kambium ruht, dann gibt es noch immer eine Zone unverdickter, unverholzter und nicht ausgewachsener Zellen zwischen den vollständig ausgewachsenen letzten Holzelementen und dem Kambium. Nur bei dünneren, langsam wachsenden Ästen fehlt diese Zone.

Die Scheiben aus Toeban und aus Buitenzorg zeigten beide eine unregelmässige, ringsum geschlossene, aber bisweilen verwischte Zonenbildung die in den Buitenzorger Scheiben nur wenig schwächer ausgeprägt war als in der Scheibe aus Toeban. Die Zonengrenzen sind oft von einer hellen Linie, oft auch durch Färbungsunterschiede markiert, bisweilen auch durch eine ringförmige Anordnung der Gefässe des Frühholzes, die dann oft auch grösser sind als diejenigen des Spätholzes. Auf der Zonen-

grenze sind die letzten Elemente oft radial kürzer und auch wohl etwas dickwandiger als die Elemente des Frühholzes; oft findet man an der Grenze auch eine Zone von im Querschnitt regelmässig rechteckigen Zellen, die in Grösse mit den unverdickten Zellen der Schicht zwischen dem ruhenden Kambium und den letzten Holzelementen übereinstimmen, wie dies oben schon beschrieben wurde. M. E. rührt diese Schicht denn auch von dieser Zwischenzone her, deren Elemente die Fähigkeit zum weiteren Auswachsen eingebüsst haben, nicht aber die Fähigkeit, später noch zu verholzen und zu verdicken.

12. *Enterolobium Saman* Prain. (Syn. *Pithecolobium S.* Benth.)
(Leguminosace).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 13 cm; Buitenzorg 2 Scheiben 15-17 cm.

Grosser Baum, 1887 aus Tropisch-Amerika nach Java eingeführt, jetzt allgemein als Allee- und Schattenbaum angepflanzt. In den Monaten Juli/August (in den verschiedenen Jahren nicht immer denselben Monat) wechseln die älteren Vertreter vollständig ihr Laub, indem sie entweder einige Tage ganz kahl stehen, was jedoch nur selten der Fall ist, oder schon ihr neues Laub treiben, bevor das alte ganz abgefallen ist. Es ist sehr merkwürdig, dass die Bäume auf der ganzen Insel etwa gleichzeitig zu dieser Zeit wechseln, wie ich im Jahre 1923 gelegentlich einer Reise über die Insel Java im Monat August beobachten konnte. WRIGHT gibt für Ceylon als Zeit des Blattwechsels die Monate Februar-März an, TROUP sagt in seiner Beschreibung: "In Burma the flowers (with their pink tufts) appear in the hot season, chiefly April-May". Die Blüten erscheinen zugleich mit dem jungen Laub, es scheint also dass überall der Laubwechsel in die Trockenzeit fällt und dass die wenig ausgesprägte Trockenzeit in West-Java, besonders in Buitenzorg, doch noch genügt, um die Periodizität des Laubwechsels zu fixieren.

Das Kambium ist das ganze Jahr hindurch stark tätig, nur während des Laubwechsels ruht es, um aber sofort mit dem Hervorspriessen des jungen Laubes wieder aufs Neue mit dem Wachstum anzufangen. Doch ist die Ausbildung von Zuwachs-

zonen infolge dieser Periodizität nur ziemlich gering. Die Scheiben aus Ost-Java und aus Buitenzorg zeigten eine gleichmässige, undeutliche und oft verwaschene Ringzeichnung, die hervorgehoben wird, indem die Gefässe im Altholz mit ihrem paratrachealen Parenchym dichter aneinander gerückt sind, wodurch das Libriform reduziert wird; das daran grenzende Frühholz zeigt dann mehr Libriform und weniger, oft aber ein wenig grössere Gefässe. Bisweilen trifft man ein schmales Parenchymbändchen am Ende des Spätholzes. JANSSENIUS giebt eine ähnliche Beschreibung der Zonengrenzen verschiedener anderer Pithecolobiumarten.

13. *Pithecolobium umbellatum* Benth. (Leguminosae).

Material: 1 Scheibe aus Ost-Java 27 cm.

Dieser kleine, wildwachsende Baum wechselt auch wie *Enterolobium Saman* Prain, in den Monaten August/September alles Laub; meistens steht er dann aber nicht ganz kahl, sondern treibt schon an einzelnen Ästen das junge Laub, bevor das alte noch ganz abgeworfen ist. VOLKENS gibt an, wie diese Art in Buitenzorg auch in der Trockenzeit das Laub wechselt: im Jahre 1898 Ende Juni, im Jahre 1899 Mitte August, im Jahre 1902 Ende Juli. Das Kambium ruht während des Laubwechsels.

Die Scheibe eines alten grossen Baumes aus Ost-Java zeigte viele ziemlich deutliche, meistens ringsum geschlossene und oft scharf begrenzte Zuwachszonen. Es gibt aber auch Zuwachszonen, die verschmelzen oder blind im Gewebe endigen. Die Zonengrenze ist an der veränderten Anordnung der Gefässe erkennbar. Dazu kommt noch, dass die Zonengrenze gewöhnlich gefässärmer ist als die Mitte der Zuwachszone (oft sowohl Spät- als Frühholz); dass bisweilen die Zonengrenze etwas dunklere Farbe aufweist und oft durch ein schmales Libriformband ohne Gefässe markiert wird; dass endlich auch oft ein unterbrochener, schmaler Streifen Parenchym die Grenze markiert. In Ästen fand ich jedoch oft das Spätholz gefässreicher als den übrigen Teil der Zone, die Gefässe selbst aber kleiner.

14. *Albizia procera* Benth. (Leguminosae).

Material: Ost-Java 5 Scheiben 10-12-12-19-24 cm; Mittel-Java 2 Scheiben 6-11 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 6 cm.

In Ost-Java steht diese Art sehr lange kahl. Schon im Mai-Juni fangen die Bäume an, ihr Laub abzuwerfen, aber erst im August-September sind sie vollständig kahl. Erst im November-Dezember, nach dem Eintritt der Regen, treiben sie wieder, um das Sprosswachstum noch während eines grossen Teiles des Westmonsuns fortzusetzen. SIMON teilt mit, dass ein grosser Baum im Waldgarten des Buitenzorger botanischen Gartens im November-December 1910 sein Laub abwarf, im Januar kahl stand und sich im Februar-März allmählig wieder neu belaubte. Im Jahre 1925 zeigte derselbe Baum ganz dasselbe Verhalten: im Februar-März trieb er wieder, nachdem er vorher kahl gestanden hatte; das Sprosswachstum dauerte noch während etwa 4-5 Monate an, in den Monaten December 1925—Januar 1926 warf er wieder das Laub ab, stand kahl im Februar 1926 und belaubte sich wieder im März. Drei kleine ärmliche Bäumchen I-B-88; XV-JA 1 und 1a wechselten im Jahre 1925 auch in den ersten Monaten des Jahres ihr Laub, sodass diese Art auch in Buitenzorg ziemlich regelmässig kahl steht.

Während der Ruhe ruht auch das Kambium; sobald die Knospen treiben, fängt auch das Dickenwachstum in den dünneren Ästen an und schreitet dann allmählich nach abwärts fort, zuerst auf die dickeren Äste und dann auf den Hauptstamm. Allmählig nimmt das anfangs starke Dickenwachstum wieder ab und hört mit dem Laubfall endlich ganz auf. Während der Ruhe werden die letzten Reihen der fertig ausgebildeten Holzelemente von einigen Reihen (1-5) Holzparenchym gebildet, das Kalkoxalat-kristalle enthält. Auch im übrigen Holze trifft man wohl Kristallfasern, aber weniger reichlich (JANSSONIUS III. Teil S. 193). Sowohl in Ost-Java wie in Buitenzorg ist dieser Verlauf des Dickenwachstums ganz gleich, verschieden ist nur die Jahreszeit.

Die Zuwachszonen sind oft deutlich, bisweilen aber auch sehr schwer mit dem blossen Auge zu verfolgen, weil im letzteren Fall das Holz ziemlich homogen ist und die Grenze nur durch

die scharfen, aber sehr feinen Parenchymbändchen angedeutet wird (Tafel III, Fig. 2.). Bisweilen ist das erste Jungholz etwas dunkler gefärbt, bisweilen erstreckt sich diese dunklere Farbe auch noch ein wenig über das vorjährige Altholz, sodass die Ringgrenzen dann dunkler erscheinen. In den Ästen, besonders in den dünneren, findet man bisweilen eine ringförmige Anordnung der ersten Gefässe die Ringgrenzen entlang. BEEKMAN und DEN BERGER geben eine ähnliche Beschreibung der Zuwachszonen; JANSSONIUS beobachtete ausserdem oft einen abnehmenden Querdurchmesser der Librifasern nach aussen in den Zuwachszonen.

Die Zuwachszonen der Scheiben aus Ost-Java waren deutlicher als diejenigen aus Buitenzorg; in der Buitenzorger Scheibe (die aber von einem nur 6 cm dicken Ast herrührte) fehlte oft das feine Parenchymband auf der Ringgrenze. In den Scheiben aus Ost-Java waren die Ringgrenzen im dunklen Kernholz mit blossen Auge und auch mit der Lupe oft fast nicht mehr zu verfolgen; im lichten Splintholze waren sie deutlich.

Einige Scheiben aus dem Stammfuss von Bäumchen bestimmten Alters aus Ost- und Mittel-Java ergaben keine völlige Übereinstimmung des Alters mit der Zahl der Zuwachszonen: zwei Scheiben aus Gadoengan von sehr gutem Boden, 8 Jahre alt, 19 und 24 cm im Durchmesser, ergaben 9-10 Zuwachszonen, von denen die zwei inneren unscharf, ohne Parenchymbändchen. Zwei Scheiben aus Mittel-Java, 5 und 10 Jahre alt, 6 und 11 cm im Durchmesser, ergaben 5 und 9 Zuwachszonen; in der kleineren von diesen beiden waren die Ringgrenzen oft so schwer ersichtlich (weil sie nur durch ein sehr feines Parenchymbändchen markiert wurden), dass eine Lupe zur Abzählung unbedingt nötig war.

15. *Acacia tomentosa* Willd. (Leguminosae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 14 cm.

Alle Beobachtungen dieser Holzart stammen nur aus Ost-Java. Dort bildet der kleine Baum das ganze Jahr hindurch junges Laub aus; nur in den trockensten Monaten August bis Oktober ruhen die Knospen und der Baum verliert dann viel Laub, ohne jedoch ganz kahl zu stehen. Während dieser Zeit ist das Kambium nur sehr schwach oder gar nicht wirksam; beim Einsetzen

der Regen, wenn das junge Laub kräftig hervorsprosst, entfaltet auch das Kambium wieder eine intensive Tätigkeit.

Die Zuwachszonen sind sehr undeutlich oder fehlen; eine Ringzeichnung, die aber nicht den echten Zuwachszonen entspricht, wird gebildet von Holzparenchymsschichten, worin die Gefässe eingebettet sind und die in tangentialer Richtung eine beträchtliche Ausdehnung haben können. Die echten Zuwachszonen werden durch eine Periodizität der Gefässe angedeutet, die im Altholz kleiner und reichlicher vorhanden sind als im Jungholz. Bisweilen fängt die Jungholzschicht mit einem etwas breiteren Libriformband an. JANSSENIUS fand auch keine oder nur angedeutete Zonengrenzen.

16. *Acacia leucophloea* Willd. (Leguminosae).

Material: Ost-Java 2 Scheiben 15-21 cm; Mittel-Java 1 Scheibe 8 cm.

Auch von dieser Art stammen alle Beobachtungen nur aus Ost-Java. Zu Anfang der Trockenzeit, etwa in den Monaten Juni bis August, wirft der Baum sein altes Laub ab und steht kurze Zeit kahl; jüngere Bäumchen wechseln oft, ohne kahl zu werden. Ferner gibt es das ganze Jahr hindurch hie und da treibende Knospen. Während des Laubwechsels ruht das Kambium.

Die Zuwachszonen sind sehr undeutlich oder fehlen; die Gefässe im Altholz sind oft ein wenig zahlreicher und kleiner als im Jungholz, bisweilen fängt auch hier das Jungholz mit einer etwas breiteren und gefässärmeren Libriformschicht an. Auch JANSSENIUS fand: „Zuwachszonen gewöhnlich fehlend; Zonengrenzen bisweilen mehr oder weniger deutlich angedeutet“.

Ich versuchte an einer Stammscheibe eines 10-jährigen Bäumchens aus Mittel-Java die Zuwachszonen zu zählen; mit freiem Auge war es sehr schwer, mit der Lupe (10 fach) stellte ich auf der einen Seite etwa 9 Zonen fest, auf der anderen 6-7!

17. *Leucaena glauca* Benth. (Leguminosae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 12 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 14 cm.

Dieser kleine Baumstrauch der aus Tropisch-Amerika einge-

führt wurde und jetzt eine der meist kultivierten Zwischenpflanzungen darstellt, wird nie kahl. Das ganze Jahr hindurch treiben die Sträucher ihre Laubsprosse; das ganze Jahr hindurch blühen sie auch; nur am Ende der Trockenzeit in Ost-Java gibt es Stellen, wo die Pflanzen sich lichten und einen Teil des Laubes abwerfen.

Das Kambium ist wohl immerfort tätig.

Die Scheibe aus Ost-Java sowohl als diejenige aus Buitenzorg zeigen eine undeutliche, meistens nicht ringsum geschlossene Zonenbildung, die dadurch hervorgerufen wird, dass im letzten Spätholz die Gefässe dicht aneinander liegen; das paratracheale Parenchym dieser Gefässe erstreckt sich dann oft weit in tangentialer Richtung, sodass bisweilen ein tangential verlaufendes Parenchymband gebildet wird, worin dann die Gefässe eingebettet sind. Daneben trifft man auch tangential verlaufende Zonen mit weniger Gefässen an, während auch verschieden dunkel gefärbte Bänder auftreten. Die Scheibe aus Ost-Java zeigte eine etwas mehr geschlossene Ringzeichnung als diejenige aus Buitenzorg, wo die Zuwachszonen sich oft nur über ein Drittel des Umrisses erstreckten.

18. *Adenanthera microsperma* T. et B. (Leguminosae).

Material: Ost-Java 2 Scheiben 14-16 cm; Mittel-Java 1 Scheibe 13 cm.

Meine Beobachtungen über den Laubwechsel dieser Art stammen nur aus Ost-Java; dort wechseln die Bäume in den Monaten August-September ihr Laub, meistens allmählich, ohne kahl zu stehen. Es gibt jedoch einige Exemplare die während kurzer Zeit ganz laublos stehen. Später, um die Mitte des Westmonsuns, gibt es dann eine zweite, weniger ausgeprägte Treibperiode. Das Kambium ruht während des Laubwechsels.

Die Zuwachszonen sind ziemlich deutlich, meistens ringsum geschlossen, bisweilen aber stellenweise unscharf und sich im Gewebe verlierend. Das Frühholz zeichnet sich durch eine Zone mit viel Libriformfasern und wenigen grösseren Gefässen aus; bisweilen besteht der erste Teil nur aus einem etwa $\frac{1}{2}$ -1 mm breiten Band Libriform von dunklerer Farbe. Die Gefässe im

letzten Altholz sind kleiner und oft ein wenig gedrängt. Auf der Grenze findet man bisweilen ein feines, unterbrochenes Parenchymbändchen. Die Libriformfasern des Frühholzes sind oft weitemiger und dünnwandiger als diejenigen des Spätholzes. Die Muster von JANSSONIUS zeigten oft spärlichere Gefässe im äusseren Teil der Zuwachszonen; ausserdem beschreibt er eine Periodizität der Elemente in den Zuwachszonen, und eine Verbreiterung der Markstrahlzellen auf der Zonengrenze. Aus der Beschreibung von DEN BERGER geht hervor, dass die Zuwachszonen sehr verschieden ausgebildet sein können.

Die Scheibe aus Mittel-Java stammt von einem 10-jährigen Baum; es lassen sich 9 ringsum geschlossene, ziemlich deutliche Zuwachszonen zählen, die sich makroskopisch hauptsächlich durch die etwas dunklere Farbe des ersten Frühholzes abheben; nur ein Ring ist undeutlich. Offenbar hat der Baum also das erste Jahr keinen deutlichen Ring ausgebildet, denn der Durchmesser des durch den inneren (noch etwas undeutlichen) Ring umschlossenen Teiles ist 3 cm.

19. *Tamarindus indica* L. (Leguminosae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 17 cm; Mittel-Java 1 Scheibe 8 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 19 cm.

Dieser grosse, vielleicht aus Afrika eingeführte Baum ist von altersher einer der meist verbreiteten Alleebäume gewesen. In Ost-Java hält jeder Baum einmal pro Jahr einen Generalwechsel des Laubes gegen Ende der Trockenzeit oder am Anfang der Regenzeit. Die Bäume stehen dann nur selten fast kahl; bei den meisten wird das letzte alte Laub erst abgeworfen, wenn das junge schon gut entwickelt ist. Wohl gibt es Bäume, die mit stark gelichteter Krone dastehen. In Buitenzorg dagegen ist das Verhalten viel unregelmässiger; hier wechseln die Bäume auch wohl ihr Laub, aber die Jahreszeit, in welcher dies geschieht, ist unbestimmt, und der Zwischenraum zwischen zwei aufeinanderfolgenden Generalwechseln ist auch nicht immer ein Jahr. So wechselte ein grosser, etwa 80-jähriger Baum im Garten der forstlichen Versuchsanstalt in Buitenzorg im August 1923, Januar und September 1924.

Soweit meine Beobachtungen reichen, ist das Kambium das ganze Jahr hindurch mehr oder weniger tätig; nur eine kurze Zeit vor und auch während des Laubwechsels ruht es.

Die Scheiben, sowohl aus Ost-Java als auch aus Buitenzorg, zeigten eine feine, ringsum geschlossene Ringzeichnung, die durch sehr feine, 1-2 Zellreihen breite Parenchymbändchen hervorgehoben wird. (Eigentlich sind es parenchymähnliche, gefächerte Libriformfasern, stark getüpfelt und sehr viel Stärke führend). Oft sind diese Bändchen nach aussen (aber auch wohl nach innen) von einer bis 1 mm breiten Holzschicht begrenzt, ohne, oder mit nur wenigen Gefässen und Holzparenchym, wodurch die Ringzeichnung viel deutlicher wird (Tafel III, Fig. 3). Bisweilen trifft man auch stellenweise eine grössere Anzahl Gefässe im Spätholz und weniger Gefässe im Frühholz. In vielen Fällen werden diese feinen Bändchen während des Generalwechsels gebildet, es ist aber fraglich, ob dies immer der Fall ist. JANSSONIUS beschreibt die nämlichen Bänder, er nennt sie aber nicht Zonengrenzen; DEN BERGER nennt die Zuwachszonen meistens deutlich.

Mit blossem Auge sind diese feinen Linien oft nur schwer zu unterscheiden. Eine Scheibe eines 10-jährigen Bäumchens (Diameter 8 cm) zeigte 6 ziemlich deutliche Zuwachszonen, die durch solche Bänder von Libriform ohne Gefässe und Parenchym hervorgerufen waren. Die feinen Linien stimmten hier nicht mit diesen Libriformbändern überein. Der innere Teil der Scheibe, bis zum Durchmesser von 3 cm, zeigte nur undeutliche Ringzeichnung.

20. *Bauhinia malabarica* Roxb. (Leguminosae).

Material: Ost-Java 3 Scheiben 10-12-23 cm; Mittel-Java 1 Scheibe 5 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 5 cm.

Kleiner Baum, wildwachsend und heimisch auf Java. In der Trockenzeit verliert er sein Laub und kann dann längere Zeit, ein bis zwei Monate lang, kahl stehen. In Oktober belaubt er sich wieder und treibt bisweilen schon die jungen Triebe, bevor noch die Regen einsetzen. Während des Kahlstehens ruht das Kambium. VOLKENS berichtet, dass die zwei Bäumchen aus dem

botanischen Garten gegen Juni viel Laub abwarfen und Mitte Juli bereits viele kahle Äste aus dem lichtgewordenen Grün der Krone (die also offenbar wieder junges Laub getrieben hatte) herausragten. In April 1925 sah ich eins dieser Bäumchen wechseln, ohne jedoch ganz kahl zu werden. Der Hauptwechsel wird hier wohl in die trockneren Monate fallen, aber das ganze Jahr hindurch gibt es mehr oder weniger treibende Knospen und bisweilen einen Generalwechsel am Ende der Regenzeit.

Die Zuwachszonen werden gebildet, indem im Altholz die abwechselnden tangentialen Parenchym- und Libriförmchen schmaler und weniger wellenförmig sind als im Jungholz. Die Gefässe sind im Altholze meistens kleiner als im Jungholz; die übrigen Elemente haben ungefähr denselben Durchmesser. Die Ringe des Hauptstammes sind geschlossen und ziemlich scharf, indem auf der Grenze der Zuwachszonen die typische gebänderte Zeichnung plötzlich abbricht und durch ein oft ringsum geschlossenes, weniger wellenförmiges Parenchym- oder Libriförmchen ersetzt wird. Dieses erste Libriförmchen ist oft ziemlich breit. Die kleineren Äste zeigen viel weniger und unschärfere Ringzeichnung, weil das Dickenwachstum hier langsamer vor sich geht und weil durch die schmäleren tangentialen Bänder zugleich mit dem grösseren Gefässreichtum der Unterschied zwischen Früh- und Spätholz verwischt wird. Ein 5 cm dicker Ast eines Bäumchens aus dem botanischen Garten in Buitenzorg zeigte auch geschlossene Zuwachsringe, die jedoch weniger scharf waren als diejenigen von ostjavanischen Exemplaren. Die Erscheinung, dass zwei Zuwachszonen verschmelzen oder dass eine Zuwachszone sich im Gewebe verliert, kam hier viel häufiger vor als an den ostjavanischen Scheiben, wo diese Erscheinung zu den Ausnahmen gehört.

Auch JANSSONIUS beschreibt das Vorkommen ziemlich deutlicher Zuwachszonen, obschon seine Beschreibung ein wenig von der meinigen abweicht.

Eine 10jährige Pflanze aus Mittel-Java zeigte auf der einen Seite 6 deutliche scharfe Zuwachszonen, auf der entgegengesetzten deren 8, wovon 2 sich im Gewebe verloren. Diese Pflanze hat also nicht jedes Jahr einen deutlichen Zuwachsring ge-

bildet; eine Altersbestimmung mittels Zuwachsringszählung wird für diese Art grosse Fehler aufweisen können.

21. *Cassia Fistula* L. (Leguminosae).

Material: Ost-Java 4 Scheiben 16-19-22-23 cm; Mittel-Java 1 Scheibe 9 cm; Buitenzorg 2 Scheiben 12-21 cm.

In Ost-Java steht der Baum während der Trockenzeit etwa zwei Monate lang kahl. Das junge Laub kommt oft, noch bevor die Regen einsetzen, zur Ausbildung; dann blüht der Baum auch überreich. Während der Trockenzeit ruht das Kambium, um mit dem neuen Wachstum wieder in Tätigkeit zu treten.

Im regenreichen Klima Buitenzorgs ist das Verhalten dieser Art viel unregelmässiger. Ein grosser Baum im Garten der forstlichen Versuchsanstalt verlor im Jahre 1923 während der trockenen Monate viel Laub, ohne jedoch kahl zu werden. Astweise blühte der Baum an Ästen, die vorher ganz oder teilweise kahl standen; erst im November war er wieder voll belaubt, blühte aber noch bis in den Januar hinein. Dann gab es noch eine kurze Blüteperiode in den Monaten April und Mai 1924 und mit dem Einsetzen der trockneren Periode verlor der Baum wiederum viel Laub (von Juli bis etwa Oktober). Man traf oft Äste mit altem Laub und halbreifen oder fast ganz reifen Früchten nebst kahlen Ästen und Blüten oder Äste, die zugleich schon voll entwickeltes Laub und Blüten trugen.

Das Kambium des Hauptstammes dieses Baumes ruhte in den trockenen Monaten; die Äste mit jungem Laub dagegen zeigten eine starke Kambiumtätigkeit, die kahlen aber nicht. Bei anderen, durch mich beobachteten Exemplaren fielen der Laubwechsel und die Blüte jedoch schärfer ausgeprägt in der Trockenzeit.

Die Scheiben aus Ost-Java zeigen meistens scharfe, ringsum geschlossene Ringe nebst einigen weniger scharfen und sich verlierenden Zuwachszonen. Auch JANSSONIUS beschreibt die Zuwachszonen als „ziemlich deutlich“. Die Ringgrenze wird dadurch gebildet, dass die tangentialen Parenchymbändchen im Altholz schmaler und näher zusammengerückt sind als im Jungholz. Die typische, leicht gebänderte Struktur des Altholzes wird plötzlich ersetzt durch einen nicht überall geschlossenen schmalen

Parenchymstreifen, woran entweder ein breites Libriformband grenzt oder sich die normale Abwechslung von Parenchym und Libriform (nur breiter als im Altholz und mit anderem, stärker wellenförmigem Verlauf) anschliesst. Die Elemente des Früh- und Spätholzes selbst haben ungefähr gleichen Durchmesser (in der Mitte der Zuwachszone oft etwas grösser) und auch die Anzahl der Gefässe bleibt ungefähr gleich. Scheiben von dem oben beschriebenen Baum aus Buitenzorg zeigten auch sehr scharfe Ringe, enthielten aber mehr unscharfe und sich verlierende Zonen als im Holze aus Ost-Java aufzufinden waren.

Das scharfe Parenchymbändchen zwischen zwei Ringen besteht aus einer oder zwei Zellreihen Holzparenchym mit grossen Kristallen Kalkoxalat; während der Ruhe des Kambiums sind diese Zellen schon ausgebildet und bilden die äusseren Elemente des Holzes, woran sich das Kambium anschliesst. Aber auch im übrigen Holze findet man Kristallfasern. Es wurden einige Scheiben von 10jährigen Bäumen aus Gadoengan in Ost-Java von mir untersucht. Sie hatten 10-11 Ringe gebildet, wovon der innere (des ersten Lebensjahres) etwas unscharf war; ausserdem waren noch zwei andere vorhanden, die stellenweise undeutlich waren und zusammenliefen. Es wäre nicht unmöglich, dass diese Ringe zur Ausbildung gelangten, nachdem die Bäume, die stark von Raupen zu leiden haben, kahlgefressen worden waren. Dasselbe Bild zeigte eine Scheibe eines 10-jährigen Bäumchens aus Mittel-Java: 10-12 Ringe, die stellenweise dicht aneinander gerückt waren und wovon sich einer oder zwei stellenweise im Gewebe verloren. Die Altersabschätzung durch Ringzählung wird sich an Bäumen aus Ost-Java mit genügender Sicherheit (vielleicht bis auf 10-20 Prozent) machen lassen, wenn nur das Wachstum nicht zu langsam war; in letzterem Falle sind die Ringe zu dicht aneinander gerückt, um eine scharfe Grenze erkennen zu lassen. In West-Java wird diese Art der Altersabschätzung weniger genau sein: man wird hier vielleicht bis etwa 30 Prozent Fehler machen. Man muss aber unbedingt ganze Scheiben haben, die gut glatt abgehobelt werden; die Zuwachsringe müssen mit der Lupe ganz ringsum verfolgt werden, um gute Resultate zu erzielen.

22. *Cassia javanica* L. (Leguminosae).

Material: Ost-Java 3 Scheiben 16-18-19 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 13 cm.

In Ost-Java steht der Baum während der Trockenzeit lange teilweise bis ganz kahl; allmählig belaubt er sich wieder, teilweise oft schon bevor die Regen einsetzen. In den Monaten Januar-März treibt der Baum in Ost-Java wieder etwas reichlicher als im übrigen Teil der Regenzeit. Dieses Verhalten stimmt mit dem von VOLKENS und SIMON für Buitenzorg beschriebenen überein. Hier wechselt der Baum sein Laub etwa im Februar bis März, oft nur allmählig, ohne kahl zu stehen; im Juli tritt dann einen schrofferen Blattwechsel ein. Während des Kahlstehens ruht in Ost-Java auch das Kambium, um mit dem neuen Laubansatz wieder in Tätigkeit zu treten. In Buitenzorg machte ich Anfang April einige Schnitte aus der Kambialzone des Hauptstammes eines grösseren, vollbelaubten Baumes aus dem „Kulturgarten“; das Kambium war stark tätig, etwa in der Mitte einer Zuwachszone. Der Baum I. K. 29 im botanischen Garten war am 7. April 1925 fast am Ende des von VOLKENS und SIMON beschriebenen Laubwechsels, die meisten Äste trugen junges Laub und stark treibende Endspresse. Nur einzelne Äste waren kahl oder trugen noch einige alte Blätter. Von einem dicken Ast, der Seitenzweige in allen Stadien trug, wurde die Kambiumtätigkeit untersucht: von den kahlen oder fast kahlen Ästen ruhte das Kambium, von den neu belaubten war es stark tätig, ohne dass sich ein neuerdings gebildeter Zuwachsring erkennen lies; der 3 cm dicke Ast selber war in vollem Dickenwachstum begriffen, ohne dass er einen Zuwachsring gebildet hätte. In der Mitte des vorhergehenden Zuwachsringes liess sich eine unscharf begrenzte Zone von etwas dickeren und radial kürzeren Libriformfasern erkennen, die vielleicht von einer ähnlichen Zuwachsstockung herrührte. Eine Scheibe, die Anfang Juli 1924 in Buitenzorg aus einem lebenden Baum angefertigt wurde, hatte gerade etwa $\frac{2}{3}$ mm junges Holz ausserhalb des äusseren Zuwachsringes ausgebildet. Es stellt sich also heraus, dass die

Zuwachszonen dieser Art in Buitenzorg nur in den Monaten Juli und August gebildet werden, während der allmähliche Laubwechsel im März keine Zonenbildung zufolge hat, wenigstens in den dickeren Ästen und im Hauptstamm. Es wäre nicht unmöglich, dass gelegentlich einmal, wenn ein Baum in dieser Zeit ganz kahl steht, wie dies von SIMON beschrieben wurde, doch ein Zuwachsring gebildet wird.

Die Zuwachsringe sind ziemlich deutlich, (wie sie auch von JANSONIUS genannt werden) indem das Altholz viele tangentielle Parenchymbändchen zeigt, die hart aneinander gerückt sind und einem etwas wellenförmigen Verlauf haben; ein oft unterbrochener Parenchymstreifen von 1-3 Zellen Dicke scheidet das Altholz vom Jungholz. Dieses Letztere hat breitere Librifformstreifen und das metatracheale Holzparenchym erstreckt sich in tangentialer Richtung nicht so weit, bildet also fast keine wellenförmige Zeichnung. Die zwei vorhandenen Scheiben, eine aus Toeban und eine aus Buitenzorg, zeigten etwa gleich deutliche Ringzeichnung. Bei dünneren Ästen sind die Gefässe im Jungholz oft ringförmig angeordnet; dann sind sie auch viel zahlreicher als weiter nach aussen in der Zone. In dickeren Ästen und im Hauptstamm sind die Gefässe mehr gleichmässig verteilt und ungefähr gleich gross, nur auf der Ringgrenze im Früh- und Altholz bisweilen etwas kleiner als in der Mitte der Zone, im Frühholz aber grösser als im Altholz.

Das Holzparenchym an der Grenze zweier Zuwachszonen wird beim Wachstumsabschluss ausgebildet; an Schnitten aus Ost-Java sah man während der Trockenzeit, dass die äusseren schon ausgebildeten Zellen meistens Holzparenchymzellen waren.

Ferner wurden Alterszählungen an Scheiben von zwei 7-jährigen Bäumen von sehr gutem Boden aus Gadoengan (Ost-Java) vorgenommen. Der Durchmesser dieser Scheiben betrug 18 und 19 cm; sie zeigten 4, bzw. 5 geschlossene, ziemlich deutliche Ringe, während der innere Teil, in welchem die Zuwachszonen fehlten, 4, resp. 7 cm breit war. Wie dies bei vielen Arten der Fall ist, bildet auch *Cassia javanica* L. während der Jugend (besonders auf besserem Boden) keine Zuwachszonen; wahrscheinlich stehen die jungen Pflanzen dann auch nicht kahl,

sondern treiben fortwährend, wie ich dass für verschiedene andere Arten schon beschrieben habe (COSTER N^o. 1).

23. *Cassia siamea* Lam. (Leguminosae).

Ost-Java 1 Scheibe 15 cm; Mittel-Java 1 Scheibe 9 cm.

Dieser Baum steht nie kahl oder auch nur stark gelichtet; das ganze Jahr hindurch gibt es, auch in Ost-Java, Exemplare dieser Art die im Wachsen begriffen sind, wenn man auch in Ost-Java dann und wann Bäume antrifft, die keine Laubentfaltung zeigen. Das Kambium ist dann wohl auch immer tätig, obwohl oft schwer zu sehen ist, ob es ruht oder noch ein wenig wächst, denn der Übergang zwischen den unverdickten und den völlig ausgewachsenen Zellen ist sehr unvermittelt.

Die Scheiben aus Ost- und Mittel-Java zeigen eine ziemlich deutliche Zonenbildung, indem im Frühholz die abwechselnden, wellenförmigen Bänder von Parenchym und Librifform breiter sind als im Spätholz; an der Grenze bricht auch die regelmässige Wellenzeichnung plötzlich ab, um sich im Frühholze in anderer Weise fortzusetzen. Bisweilen findet man auch ein abgebrochenes, feines Parenchymbändchen an der Grenze zwischen zwei Zuwachszonen. JANSONIUS fand keine Zuwachszonen in seinem nur $\frac{1}{2}$ cm dicken Muster; DEN BERGERS Beschreibung stimmt aber mit der meinigen überein.

Die Scheibe des 10-jährigen Bäumchens aus Mittel-Java zeigte etwa 8 geschlossene Zuwachszonen, von denen die inneren weniger deutlich waren als die äusseren.

24. *Erythrina* spec. div. (Leguminosae).

Material: Ost-Java 3 Scheiben 11-13-15 cm; Buitenzorg 3 Scheiben 10-11-14 cm.

In Ost-Java stehen die meisten *Erythrina*-Arten während der Trockenzeit einige Wochen bis Monate lang kahl, aber auch in Buitenzorg in den trockneren Monaten einige Zeit lang. In Ost-Java verfolgte ich die Kambiumtätigkeit an *Erythrina microcarpa* K. et V. Während der Ruhe ruht auch das Kambium, um mit dem Ausschlagen des neuen Laubes seine Tätigkeit wieder aufzunehmen.

Die Scheiben von *E. microcarpa* K. et V. und *E. ovalifolia* Roxb. aus Java und von *E. indica* Lam., *E. ovalifolia* Roxb. und *E. micropteryx* Poep. aus Buitenzorg zeigten alle ungefähr gleiche ziemlich undeutliche Ringzeichnung. Oft werden die Zuwachszonen durch eine Periodizität in der Grösse der Holzelemente gebildet; das Altholz hat dann oft schmalere Libriform- und Parenchym-schichten, die näher aneinander gerückt sind, und kleinere, oft auch zahlreichere Gefässe. Das Jungholz hat breitere Tangentialschichten (Libriform und Parenchym) und grössere Gefässe. Der Übergang kann allmählig geschehen, doch trifft man auch Zonen, wo dieser Übergang jäh eintritt (Tafel IV, Fig. 1). Ein anderer Typus der Ringbildung findet sich, wenn die Gefässe des Jungholzes ringförmig angeordnet und viel zahlreicher an der Zonengrenze angehäuft sind. Es gibt auch Übergänge zwischen beiden Typen. Auch JANSONIUS nennt die Zuwachszonen undeutlich, während aus der Beschreibung von DEN BERGER die grosse Variabilität hervorgeht.

25. *Poinciana regia* Boj. (Leguminosae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 10 cm; Buitenzorg 2 Scheiben 11-12 cm.

Dieser aus Madagascar eingeführte und jetzt allgemein angepflanzte Baum steht in Ost-Java während der Trockenzeit 2-3 Monate lang kahl. Ende September bis Anfang Oktober belaubt er sich allmählig und gleichzeitig entfaltet er eine grosse Menge prachtvoller scharlachroter Blüten.

Während der Ruhe ruht auch das Kambium, um allmählig nach dem Entfalten der Blätter seine Tätigkeit wieder aufzunehmen; der Stamm fängt aber erst einige Zeit, nachdem die ersten Blätter hervorgesprossen sind, an, in die Dicke zu wachsen. Das Dickenwachstum hält lange an, bis etwa im Mai-Juni hinein, um dann mit dem Laubfall aufzuhören.

In Buitenzorg verhält sich der Baum fast genau so, wie in Ost-Java; der Laubfall setzt ein wenig später ein, die Neubelaubung erfolgt bei den verschiedenen Exemplaren ein wenig unregelmässiger, aber die Bäume stehen dort doch auch ein bis mehrere Monate lang kahl. Das Blühen erfolgt wie in Ost-Java

hauptsächlich zugleich mit der Neubelaubung. Hier wie dort sind es nur die jungen Pflanzen, die ihr Laub während der Trockenzeit behalten und ununterbrochen weiter treiben.

Abweichend von der Angabe URSPRUNGS (2) fand ich, dass die Scheiben aus Ost- und West-Java eine gleiche (mässig deutliche) Ringbildung zeigten. Die Zuwachszonen werden markiert von einem feinen, ringsum geschlossenen Parenchymbändchen, das oft durch einen schmalen Streifen gefässarmes Frühholz abgegrenzt ist. Stellenweise gesellen sich zum Parenchymbändchen noch mehrere abgebrochene tangential verlaufende Streifen Holzparenchym, sodass dann die Grenze weniger scharf erscheint. Die dünneren Äste zeigen oft einen Zuwachsring durch eine ringförmige Anordnung der Gefässe.

26. *Peltophorum ferrugineum* Benth. (Leguminosae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 12 cm; Mittel-Java 1 Scheibe 9 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 11 cm.

Diese Art zeigt in Ost-Java ein ziemlich unregelmässiges Verhalten: die Bäume wechseln (vielleicht noch innerhalb Jahresfrist) ihr Laub und stehen dann kurze Zeit kahl, oder es bricht schon das neue Laub hervor, wenn das alte erst teilweise abgeworfen ist. Aber dieser Generalwechsel fällt sowohl in die Trockenzeit als auch einige Monate vorher und nachher in die Regenzeit. Die Hauptblüteperiode fällt in die Trockenzeit. VOLKENS gibt an, dass diese Art auch in Buitenzorg oft kahl steht beim Laubwechsel, welcher übrigens auch hier regellos in sehr verschiedene Monate fallen kann. Die Bäume I J 64 und 64a wechselten im Jahre 1902 zweimal, im Januar und Juli.

Das Kambium ruht während des Laubwechsels. Die letzten Elemente des Altholzes bestehen oft (aber nicht immer) aus einer oder zwei Zellreihen kristallführenden Parenchyms, dass das Holz gegen das ruhende Kambium abschliesst. Diese Parenchymbänder sind ringsum geschlossen und bilden die Grenzen zwischen den Zuwachszonen, die dadurch ziemlich deutlich markiert werden. (JANSONIUS beschreibt diese Art als: „Zuwachszonen fehlend; die später zu beschreibenden metatrachealen Holzparenchym-schichten zonenartig verteilt“). Übrigens ist das Holz ziemlich

gleichmässig; bisweilen aber werden die Zuwachszonen makroskopisch deutlicher, weil das paratracheale Parenchym an der Innenseite der Parenchymbänder sich in tangentialer Richtung ausbreitet und kurze Streifen bildet, während man an der Aussen-seite bisweilen ein Libriformbändchen ohne Gefässe antrifft. Die Parenchymbänder sind manchmal verdoppelt, mitunter verschmelzen sie stellenweise.

Eine Scheibe eines 9-jährigen Bäumchens aus Mittel-Java zeigte etwa 11-12 feine, rundherum laufende Parenchymbänder von denen 2-3 nur mittels der Lupe gut zu verfolgen waren. Der Durchmesser der Scheibe betrug 9 cm, der von dem inneren Parenchymband eingeschlossene Teil 2 cm. Es wurden hier also mehr Zuwachszonen gebildet als das Alter Jahre betrug.

Die Scheibe aus Buitenzorg zeigte auch wohl deutliche Zuwachszonen von demselben Typus wie diejenigen aus Ost- und Mittel-Java, die Zonen waren aber sehr unregelmässig, verzweigten sich oft in zwei bis drei Äste, die weiterhin wieder zusammenkommen oder sich mitunter auch im Gewebe verlieren. Das Kambium war an den verschiedenen Punkten des Umrisses nicht in der Bildung gleicher Elemente begriffen, wie dies aus dem Laufe der äusseren Zuwachsringe hervorgeht, die auf der einen Seite der Scheibe $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ cm vom Rand entfernt sind und auf der anderen Seite sich dem Kambium nähern und allmählig in dieses übergehen. (Tafel I, Fig. 1 und 2). Dieser Unterschied mit der Scheibe aus Ost-Java darf man jedoch nicht als typisch betrachten, denn dort kann man auch solche Unregelmässigkeiten auffinden, während Bäume die in einem gleichmässigen Klima gewachsen sind, doch regelmässige Ringe aufweisen können. Im allgemeinen tritt im periodisch trocknen Klima aber regelmässige Zonenbildung auf.

27. *Sesbania grandiflora* Pers. (Leguminosae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 10 cm.

Dieser kleine, auf Java nicht heimische Baum wächst das ganze Jahr hindurch, auch in der Trockenzeit. Wohl wirft er dann viel Laub ab und das Wachstum geht dann langsamer von statten, aber ganz eingestellt wird es wohl nicht. Das Kambium

ist denn auch immerfort tätig, stärker in der Regenperiode und weniger kräftig gegen Ende der Trockenzeit, aber vielleicht nur ausnahmsweise wird das Dickenwachstum ganz eingestellt.

Die Zuwachszonen waren an der Scheibe aus Ost-Java sehr vag und undeutlich, aber doch ringsum geschlossen. Sie werden durch die Periodizität in der Grösse und Anzahl der Gefässe gebildet, die im Holz, das in der Trockenperiode gebildet wird, kleiner und dichter aneinander gerückt sind. Das paratracheale Parenchym dehnt sich im Spätholz auch ein wenig weiter in tangentialer Richtung aus, sodass einige kurze tangentiale Parenchymbändchen entstehen.

28. *Pterocarpus indicus* Willd. (Leguminosae).

Material: Ost-Java 3 Scheiben 14-14-17 cm; Mittel-Java 1 Scheibe 10 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 16 cm.

Dieser in Ost-Java heimische Waldriese steht nur kurze Zeit im Anfang der Trockenperiode ganz kahl; Ende Juli und August belauben sich die Bäume wieder vollständig. Diese Neubelaubung vollzieht sich oft nicht gleichzeitig in der ganzen Krone, sondern am sonst noch kahlen Baum gibt es schon 1-3 Wochen vor Eintritt der wirklichen Neubelaubung stellenweise treibende Äste oder Knospen. In Buitenzorg steht der Baum vor der Neubelaubung auch meistens (aber nicht immer) ganz kahl; diese vollzieht sich aber nicht regelmässig, wie in Ost-Java in den Monaten Juli und August, sondern viel unregelmässiger. So sah VOLKENS die zwei grossen Exemplare dieser Art N^o. I A 4 und 4a im botanischen Garten (er nennt sie *Pterocarpus* spec., inzwischen sind sie als *Pt. indicus* Willd. bestimmt worden) in den Monaten Januar-Februar 1902 kahl stehen; im Jahre 1898 standen sie Mitte Juli kahl, im Jahre 1925 im April. Andere Vertreter dieser Art sah ich zu anderen Jahreszeiten das Laub wechseln, im Monat März und auch im August, aber der Wechsel vollzieht sich doch hauptsächlich in den Monaten März bis August.

Sowohl in Ost-Java wie in Buitenzorg ruht das Kambium während des Kahlstehens, um mit dem Blattansatz wieder zu neuer Aktivität zu erwachen. Dieses neue Dickenwachstum setzt zuerst in den Zweigen ein, um allmählig herunter fortzuschrei-

ten. Die ersten Elemente, die gebildet werden, sind die grossen Gefässe des Frühholzes, die sich an die Parenchymbändchen mit grossen Kalkoxalatkrystallen anschliessen; diese Kristallparenchymzellen werden während der Ruhe als letzte Elemente des Dickenwachstums ausgebildet und schliessen das Holz gegen das Kambium zu ab, aber auch im übrigen Holze trifft man Kristallfasern an der Grenze der Holzparenchymsschichten (JANSSONIUS III, S. 68).

Die Zuwachszonen sind deutlich markiert, indem im Altholz die tangentialen Parenchymbändchen, hart aneinander gerückt, etwas länger und weniger wellenförmig sind als im Jungholz. Die ersten Gefässe des Jungholzes sind oft ringförmig dem Altholz entlang angeordnet; sie sind grösser und oft auch viel zahlreicher als weiter im Ringe (Tafel IV, Fig. 2). Die Ringe der Scheibe aus Buitenzorg waren auch deutlich ringsum geschlossen, nur etwas unregelmässiger als diejenigen aus Ost-Java und hatten hie und da eine nicht ringsum geschlossene Zwischenzone. JANSSONIUS und DEN BERGER beschreiben die Zuwachszonen in ähnlicher Weise.

Querscheiben aus dem Stammfuss zweier 9-jähriger Bäumchen aus Ost-Java und eines 8-jährigen Bäumchens aus Mittel-Java zeigten 9, 9 und 8 geschlossene Zuwachszonen, die in Ost-Java also wahre Jahresringe sind. Wahrscheinlich werden die Zuwachszonen in West-Java wohl auch einmal pro Jahr gebildet doch ich habe hierüber keine weiteren Beobachtungen angestellt. Wenn die Zuwachszonen dicht aneinander gerückt sind, werden sie undeutlich und schwer zu unterscheiden; eine Altersabschätzung durch Ringzählung wird nicht immer absolut genaue Zahlen ergeben, aber innerhalb ziemlich enger Grenzen wird die Abzählung doch zuverlässig sein.

29. *Butea monosperma* Taub. (*B. frondosa* Roxb.) (Leguminosae).

Material: Ost-Java 2 Scheiben 12-21 cm.

Während der Trockenzeit, in den Monaten Juli bis September, steht der Baum in Ost-Java fast kahl, aber nur selten sieht man gänzlich entlaubte Exemplare. Noch während der Dürre fängt er schon wieder zu treiben an, anfangs hie und da ver-

einzelte Knospen, später im September mit voller Kraft. Nach dieser Haupttreibperiode ruhen die Knospen meistens völlig bis ins nächste Jahr (Mai-Juni), um dann allmählig wieder kräftiger auszuschlagen. Die Blütezeit fällt in die Monate Juli bis September; oft sind es ganz kahle Äste, die die Blüten tragen.

Im regenreichen Teil (West-Java), gedeiht der Baum nicht; daher beziehen sich die Beobachtungen fast ausschliesslich auf Ost-Java.

In der Regenzeit ist das Kambium stark tätig; soweit meine Beobachtungen reichen meine ich, dass diese Aktivität in der Trockenzeit allmählich abnimmt, bis zur völligen Ruhe in den kahlen Ästen, um dann nach der neuen Laubenfaltung wieder mit voller Kraft einzusetzen.

Die Ringe sind an der Scheibe ziemlich deutlich zu sehen, ringsum geschlossen, aber ein wenig unscharf. Dies rührt daher, dass die Zuwachszonen gebildet werden, indem die tangentialen Parenchymbänder des Altholzes dicht aneinander rücken; im Jungholz sind sie durch breitere Bänder Librifasern geschieden, während oft auch der erste Librifasrestreifen im Jungholz viel breiter ist als die übrigen. Die Elemente im Früh- und Spätholz haben ungefähr gleichen Durchmesser, nur die Librifasern im Frühholz zeigen oft ein etwas grösseres Lumen als diejenigen im Spätholz.

In Vorder-Indien zeigt diese Art denselben Wachstumsverlauf; die Zeit der Blüte und des Kahlstehens fällt dort, dem Klima gemäss, in die Monate Januar bis März. TROUP sagt nichts über die Bildung von Zuwachszonen und GAMBLE sagt auf S. 243 ausdrücklich: „no annual rings“. Weil er offenbar die scharf begrenzten und deutlichen Zuwachszonen „annual rings“ nennt, so hat er die undeutlicheren Ringe dieser Art vielleicht nicht beachtet. Dass die Spezies aber unzweifelhaft auch in Vorder-Indien deutliche Zuwachszonen bildet, geht wohl aus der Tatsache hervor, dass sie dort auch während der Trockenzeit kahl steht. Und selbst die Pflanze im Buitenzorger Garten zeigte an einem dickeren Ast vier deutliche, ringsum geschlossene Zuwachszonen von gleichem Bau wie das Holz aus Ost-Java. Nun sagt aber auch JANSSONIUS in seiner Beschreibung dieser Art: „Zuwachszonen fehlend. Bänder vorhanden von ungefähr

1.5 mm. Dicke und 3-10 mm voneinander entfernt; in diesen die Gefässe viel zahlreicher als sonst und auch oft die später zu beschreibenden Librifaserpartien zwischen den Markstrahlen in radialer Richtung viel dicker und die trennenden Holzparenchympartien in dieser Richtung viel dünner als sonst. Diese Bänder oft nur stellenweise vorhanden". Die von ihm beschriebenen „Bänder“ sind wirkliche Zuwachszonen; die Beschreibung selbst ist mir nicht recht deutlich, denn die von ihm beschriebenen, in radialer Richtung dickeren Librifaserpartien des Frühholzes wechseln mit Parenchymstreifen ab, die in allen meinen Scheiben und Schnitten nicht schmaler, sondern auch breiter sind als sonst. Das Frühholz enthielt in meinen Proben nicht mehr Gefässe als das Altholz, sondern oft weniger.

30. *Toona serrata* Roem. (Syn. *Cedrela serrata* Royle) (Meliaceae).

Material: West-Java 5 Scheiben: 28-20-15-14-13 cm.

In West-Java, wo dieser Baum im Jahre 1856 von TEYSMANN aus Sumatra eingeführt wurde, wechselt er ungefähr jede 8 Monate das Laub, und steht dann einige Tage bis einige Wochen vollständig kahl. Innerhalb zwei Jahren wechselt er also dreimal das Laub. So sah ich im Jahre 1922 die Bäume in West-Java in den Monaten Februar-März wechseln. Im Jahre 1924 machten sie es wiederum etwa um Februar herum, dann vielleicht wieder im Oktober (hierüber finden sich keine Notizen vor) um dann im Jahre 1925 den Generalwechsel etwa in den Monaten März bis Juni und November bis Februar 1926 zu vollziehen. Da aber die verschiedenen Exemplare sehr abweichende Daten für den Generalwechsel einhalten so wird es wohl keinen Monat geben, in dem nicht einige Exemplare das Laub wechseln. In Vorder-Indien steht der Baum im Winter kahl (TROUP).

Das Kambium ruht während des Laubwechsels; sobald die ersten Blätter sich entfalten, fängt auch der Ast sein Dickenwachstum mit der Bildung der ersten sehr grossen Gefässe an (Tafel II, Fig. 1), die in eine Parenchymsschicht eingebettet sind. Allmählig setzt sich das Dickenwachstum nach abwärts auf den Hauptstamm fort. Gegen Ende der Vegetationsperiode nimmt die Kambialtätigkeit stark ab.

Die Zuwachszonen sind sehr deutlich, ringsum geschlossen und scharf begrenzt. Die Zone fängt mit einem Parenchymband an, worin sich mehrere grosse Gefässe befinden; die Gefässgrösse nimmt allmählig bis in das letzte Spätholz ab. Der Typus der Zuwachszonen in den Ästen ist gleich; oft sind dort aber die Zonen schmaler, sodass die Breite fast ganz von dem ersten Gefässring eingenommen wird, wodurch die Zuwachszonen weniger deutlich werden. Bisweilen trifft man über einen Teil des Umrisses kreisförmig angeordnete Gummigänge an die makroskopisch ganz den Eindruck von Zonengrenzen machen, aber mikroskopisch durch ihren Bau leicht zu unterscheiden sind. Die Beschreibungen der Zuwachszonen sind ähnlich bei DEN BERGER und BEEKMAN.

Es wird also pro Jahr mehr als eine Zuwachszone gebildet, wie auch Altersabzählungen an Scheiben von bekanntem Alter herausstellten. Zwei 15½ Jahre alte Bäume zeigten 21 und 22 scharfe ringsum geschlossene Ringe; der innere Ring umschloss einen Kreis von 3½ und 7 cm. Drei Scheiben (13, 14 und 15 cm) 4-jähriger Bäumchen zeigten 5 Ringe die einen Innenteil von 7, 8 und 8½ cm Durchmesser umschlossen. Es bleibt jedoch dahingestellt ob in Gegenden auf Java mit einem grösseren periodischen Klimawechsel der Baum keine echte Jahresringe bildet, wie dies einige andere von mir untersuchten Scheiben jüngerer Bäumchen vermuten lassen und was auch in Vorder-Indien der Fall ist.

31. *Toona Sureni* Roem. (Syn. *Cedrela febrifuga* Bl.) (Meliaceae).

Material: Ost-Java 2 Scheiben 20-24 cm; West-Java 1 Scheibe 34 cm.

Diese Art ist sowohl in Ost- als in West-Java ziemlich häufig; in Ost-Java hat sie ihre Periodizität der Belaubung an die Trockenzeit angepasst sodass sie während der Trockenzeit entweder kahl steht oder sich licht stellt. Im Urwald von Tjibodas dagegen verhält sie sich wie die vorhergehende Art und steht ungefähr alle 8 Monate einige Wochen lang kahl. So sah ich zwei Exemplare, die im August 1924, April 1925, vielleicht im November 1925 und im Mai 1926 das Laub wechselten. Die

einzelnen Bäume tun es aber nicht in denselben Monaten. Die Kambialtätigkeit entspricht dieser Laubperiodizität: sie ruht wenn der Baum kahl steht, um mit dem Hervorspriessen des jungen Laubes zu kräftiger Aktivität zu erwachen. Der Baum bildet denn auch sehr deutliche Zuwachszonen die ganz und gar denjenigen der vorhergehenden Art gleichen (Tafel IV, Fig. 4). Gummigänge die über einen Teil des Umrisses Zonengrenzen vortäuschen, kommen auch vor. Die Beschreibungen der Zuwachszonen bei JANSSONIUS, BEEKMAN und DEN BERGER sind ähnlich.

Aus Gadoengan (Ost-Java) standen mir 2 Scheiben von 2 neun-jährigen Bäumchen zur Verfügung; sie hatten einen Durchmesser von 20 und 24 cm und zeigten beide 8 deutliche ringsum geschlossene Zuwachsringe. Vielleicht wurde der Ring im ersten Jahr nicht gebildet wie dies so oft bei Tropenhölzern der Fall ist. Die Ringe in Ost-Java sind echte Jahresringe, die von West-Java nicht.

32. *Melia Azedarach* L. (Meliaceae).

Material: Ost-Java 2 Scheiben 34-38 cm; Buitenzorg 2 Scheiben 16-20 cm.

Sowohl in Ost-Java als auch in Buitenzorg wechselt der Baum einmal pro Jahr das Laub; in Ost-Java fällt dieser Wechsel in die Monaten Juni, Juli und August, in Buitenzorg auch wohl hauptsächlich in diese Monate, aber oft gibt es Vertreter dieser Art, die schon im März und April das Laub wechseln, sodass die Periode des Blattwechsels für die Art als Ganzes in West-Java einen grösseren Zeitraum hindurch anhält als in Ost-Java. In den Jahren 1924 und 1925 konnte ich in Buitenzorg beobachteten dass es beide Jahre dieselben Exemplaren waren die frühzeitig oder spät das Laub wechselten. Gewöhnlich fängt der Wechsel an den unteren Ästen an, um allmählich nach oben fortzuschreiten. Nur selten steht der Baum dann vollständig kahl.

Während des Laubwechsels ruht das Kambium, um mit dem Treiben des jungen Laubes wieder energisch in die Dicke zu wachsen. Allmählich vermindert das Dickenwachstum, bis es gegen die neuen Periode ganz aufhört.

Die Scheiben, sowohl aus Ost-Java wie aus Buitenzorg, zeigen

sehr deutliche Zuwachszonen; sie sind ringsum scharf und geschlossen und heben sich hauptsächlich ab durch eine ringförmige Anordnung im Frühholz von vielen sehr grossen Gefässen, die in eine breite Holzparenchymsschicht eingebettet sind. Nach aussen zu nehmen die Gefässe an Grösse und Zahl ab. Auch JANSSONIUS, DEN BERGER und BEEKMAN nennen die Zuwachszonen (die ähnlich beschrieben werden) sehr deutlich.

Die Zuwachszonen sind echte Jahresringe; es ist aber nicht immer möglich, ganz genau das Alter durch Ringzählung zu bestimmen, weil auf besserem Boden die ersten Jahresringe (wie dies auch beim Teak der Fall ist) oft aussetzen. Diese junge Bäumchen wachsen denn auch immerfort und zeigen keinen periodischen Generalwechsel des Laubes, sondern die alten Blätter vergilben und werden allmählich abgeworfen. So zeigten Stammscheiben von zwei 8-jährigen Bäumchen aus Gadoengan, Ost-Java, die auf sehr gutem Boden gewachsen waren und einen Durchmesser von 34 und 38 cm hatten, nur sechs scharfe, ringsum geschlossene Ringe. Der innere Teil, wo die Zuwachszonen fehlten oder nur undeutlich vorhanden waren, zeigte einen Durchmesser von 10 und 18 cm.

33. *Swietenia Mahagoni* Jack (Meliaceae).

Material: Ost-Java 2 Scheiben 10-12 cm; Mittel-Java 1 Scheibe 9 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 16 cm.

Dieser aus dem tropischen Amerika eingeführte Baum steht sowohl in Ost- wie in West-Java, nie oder nur während einiger Tage ganz kahl. Vielleicht einmal pro Jahr machen die älteren Bäume einen Generalwechsel durch, welcher sich zu allen Jahreszeiten vollziehen kann, in Ost-Java jedoch vorwiegend zu Ende der Trockenzeit bis zum Anfang der Regenzeit fällt. In Buitenzorg sah ich einmal einen grösseren Baum im Juni wechseln, einmal einige andere Bäume in März und April.

Während des Laubwechsels ruht das Kambium, um zugleich mit dem Treiben des neuen Laubes wieder stark tätig zu werden; allmählich nimmt diese Tätigkeit bis zum nächsten Generalwechsel ab. Das Dickenwachstum schreitet allmählich von den dünneren Ästen aus nach den dickeren und nach dem Hauptstamm weiter

fort. Die Ringgrenzen werden durch ein tangenciales Parenchymbändchen von 1-3 Zellen Breite gebildet; bisweilen ist dieses Band verdoppelt oder unterbrochen. Ein anderer Typus von Zuwachszonen wird gebildet, wenn das Parenchymband fehlt, aber die Grenze durch eine Periodizität der Gefässe markiert wird. Dann ist das Altholz reich an Gefässen und das daran-schliessende Frühholz sehr gefässarm; dadurch erhält das Frühholz dann auch eine dunklere Farbe als das Altholz. Ein dritter Typus von Zuwachszonen wird von GAMBLE beschrieben: „Annual rings marked by a continuous line of pores, with few or no pores in the autumn wood“. Diese Art der Zuwachszonen habe ich nur in dünneren Ästen gesehen; sie ist also dem vorigen Typus diametral entgegengesetzt! Oft sind dann die ringförmig angeordneten, ersten grösseren Gefässe in einem breiteren Parenchymstreifen eingeschlossen.

Die Scheiben aus Ost- und West-Java zeigten gleich scharfe Ringzeichnung; in den jüngeren Bäumen öfters verwischt oder nur stellenweise scharf, in den älteren oft scharf und geschlossen (erster Typus).

Eine Scheibe eines 10-jährigen Bäumchens aus Mittel-Java zeigte etwa 9 Zuwachsringe, von denen die meisten scharf und ringsum geschlossen, einige jedoch teilweise unscharf oder verdoppelt waren. Eine Scheibe eines 10-jährigen Stämmchens der grossblättrigen Mahagoniart, *Swietenia macrophylla* King, zeigte etwas weniger deutliche Ringzeichnung; es liessen sich hier 8-9 Ringe zählen, von denen aber einige ziemlich unscharf waren.

34. *Azadirachta indica* Juss. (Meliaceae).

Material: Ost-Java 2 Scheiben 12-13 cm.

Beobachtungen und Material von dieser Art liegen nur aus Ost-Java vor. Dort ruht das Sprosswachstum während der Monate Juli und August. Ende August bis Anfang September hält der Baum einen Generalwechsel, das alte Laub wird abgeworfen und das neue spriesst energisch hervor; selten aber steht er dann einige Tage fast kahl. In dieser Zeit blüht er auch, doch wiederholt sich das Blühen am Ende der Regenzeit noch einmal, zugleich mit einem etwas stärkeren Sprosswachstum.

Während der kurzen Zeit des Laubwechsels ruht das Kambium; die andere Zeit des Jahres aber ist es mehr oder weniger tätig. Die letzten Elemente, die vor der Ruhe ausgebildet werden, und die Ersten danach sind meistens Parenchymzellen; aber auch zu anderen unregelmässigen Zeiten werden die später zu nennenden Parenchymbänder gebildet.

Die Scheiben aus Ost-Java zeigen eine deutliche, aber unregelmässige Ringzeichnung, die hauptsächlich hervorgerufen wird von tangentialen, 2-30 Zellreihen breiten Parenchymbändern, die sich als helle Linien abheben. Oft sind sie ringsum geschlossen, aber es gibt auch viele, die stellenweise verschmelzen, unterbrochen sind oder blind im Gewebe endigen. Daneben trifft man Streifen, wo die Gefässe zahlreicher und auch grösser sind als sonst. GAMBLE beschreibt die Zonenbildung folgendermassen: „The wood shows alternating bands with numerous and with fewer pores; also pale concentric lines, but whether these are annual rings is doubtful“. TROUP aber schreibt über diese Ringe. „It is sometimes held that the annual rings of neem (*A. indica*) are not visible or cannot be relied on. Mr. A. W. LUSHINGTON (Indian forester XXIII p. 123) states that he examined the rings of some trees felled in a plantation 14 years old, and found 14 clearly marked annual rings with other spurious rings which did not go round but merged in the annual rings; they seldom went more than a quarter of the way round“. Die Ringzeichnung meiner Scheiben aus Toeban jedoch zeigte so viele verschmelzende Parenchymbänder und eine solche unregelmässige Anordnung derselben, dass hier eine Altersabschätzung nach Ringzählung einen sehr problematischen Wert hätte. Scheiben von Bäumen bekannten Alters konnte ich nicht erhalten.

35. *Phyllanthus Emblica* L. (Euphorbiaceae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 16 cm; Mittel-Java 1 Scheibe 7 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 6 cm.

In Ost-Java verliert dieser Baum während der Trockenzeit das Laub und steht dann oft längere Zeit kahl; das Kambium ruht während dieser Zeit. Wie der Baum sich in Buitenzorg verhält, habe ich nicht verfolgt; Anfang April 1925 hatte der Baum

IX C 108 A im botanischen Garten grösstenteils junges Laub, einige Äste trugen jedoch noch altes Laub; IX C 108 stand noch voll im alten Laub. Ein kleiner Ast, der schon gewechselt hatte, bildete ringsum eine Reihe ringförmig angeordneter Gefässe aus, die an einem Ast mit altem Laub nicht vorhanden waren. Wahrscheinlich wechselt der Baum in Buitenzorg zu unregelmässigen Zeiten und bildet dann einen Zuwachsring.

Die Zuwachsringe, die von GAMBLE als: „annual rings not distinct“ beschrieben wurden, sind an einer glatt abgehobelten, benetzten Scheibe bei schräg auffallendem Licht als scharf begrenzte Bänder deutlich zu sehen. Im Jungholze sind die Gefässe gewöhnlich zahlreicher und grösser als im Altholz und der Zonen-grenze entlang ringförmig angeordnet. Die letzten Librifasern sind oft in radialer Richtung kürzer als die übrigen, während die Markstrahlen auf der Zönengrenze oft einen Knick bilden. Die Scheiben von einem 6 cm dicken Ast aus Buitenzorg zeigte etwas weniger scharfe Ringe als die Scheiben aus Ost-Java; der geringe Unterschied kann aber auch zufällig sein.

Eine Stammfusscheibe eines 10-jährigen Bäumchens aus Mittel-Java zeigte etwa 8-9 Zuwachsringe, wovon einige nur sehr undeutlich waren und sich nur im schräg auffallenden Licht abhoben.

36. *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. (Euphorbiaceae).

Material: Buitenzorg 3 Scheiben 13-19-54 cm.

Dieser jetzt in ganz Südasiens in grosser Menge angepflanzte Baum steht nach den Mitteilungen einiger Pflanzler in Mittel- und Ost-Java im Anfang der Trockenzeit während einiger Wochen kahl. Es verhalten sich die Bäume dort aber nicht ganz gleichmässig, sie wechseln das Laub nicht zu gleicher Zeit und stehen auch nicht alle gleich lang unbelaubt. In West-Java ist diese Unregelmässigkeit im Verhalten noch viel stärker ausgeprägt: hier wechseln die Bäume auch in der trockneren Jahresperiode, aber während einige Bäume schon im März oder April anfangen ihr Laub abzuwerfen und neue Triebe zu bilden, machen andere Exemplare dies erst im August oder September. Im Laufe der Jahres werden dann und wann an verschiedenen Ästen noch einige weitere Blattschübe gebildet. Die meisten Vertreter

treiben schon, bevor alles alte Laub vollständig abgeworfen ist; andere aber stehen einige Tage bis etwa eine Woche ganz kahl. Während des Laubwechsels ruht das Kambium, um bald nach dem Laubwechsel wieder in Tätigkeit zu treten; der Hauptstamm fängt nach etwa 1-3 Wochen wieder an energisch in die Dicke zu wachsen.

W. H. ARISZ fand, dass in Djember (Ost-Java, aber ohne besonders stark ausgeprägte Trockenzeit) die Bäume hauptsächlich in den Monaten Mai bis ungefähr Juli wechselten, ziemlich viel Exemplare aber ausserhalb dieser Zeit vielen. Von 45 Bäumen gab es 21, die eine Jahresperiode einhielten; 5, die jede $9\frac{1}{2}$ - $11\frac{1}{2}$ Monate wechselten; 1, der es jede 13 Monate machte und 18 die sich unregelmässig verhielten, in einem Beobachtungsfrist von 3 Jahren. Die Bäume waren am Ende der Beobachtungszeit 9 Jahre alt.

Die Stammscheiben von Stämmen aus Buitenzorg zeigen alle eine deutliche Ringbildung; ich kann also der Behauptung SIMONS nicht beistimmen, der auf S. 144 sagt: „Trotz dieser nach den mitgeteilten anatomischen Befunden doch fraglos vorhandenen Periodizität in der Tätigkeit des Kambium ist eine deutliche Zonenbildung auf dem Querschnitt des Holzkörpers nicht zu erkennen“. Er untersuchte aber nur kleinere Äste, wo infolge der schmäleren Zuwachszonen diese oft undeutlich sind. Der Typus, der von ihm und auch von BOBILIOFF (S. 109/110) beschrieben wird, entspricht hauptsächlich nur den dünneren Ästen. Hier markieren sich die Zuwachszonen durch eine ringförmige Anordnung grösserer Gefässe, die Grenze des Altholzes entlang; auch sind hier im Frühholze die Librifasern und Parenchymzellen oft in radialer Richtung mehr gestreckt als im Altholz. Im Hauptstamm und in den dickeren Ästen wird die Grenze der Zuwachszonen jedoch markiert durch ein etwa $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ mm breites Librifasernband, das als erstes Produkt des neuen Dickenwachstums gebildet wird. Die Librifasernbänder sind durch ein 1-3 Zellen breites Parenchymbändchen geschieden; im Altholz sind die Librifasernbänder schmal und ein wenig unregelmässig, sodass das breite und straffe erste Librifasernband scharf gegen das Altholz absticht (Tafel III, Fig. 4.). Auch DEN BERGER

beschreibt diese Zuwachszonen (S. 84) als „deutlich, mit scharfer Grenze“.

Ein grosser 17-jähriger Baum aus dem „Kulturgarten“ in Buitenzorg hatte am Stammfuss einen Durchmesser von etwa 55 cm. Auf dem einen Radius liessen sich etwa 23 Zuwachszonen zählen, auf der entgegengesetzten Seite deren 21. Die inneren Ringe waren nicht sehr deutlich; hie und da fanden sich auch Zuwachszonen, die mit Anderen verschmolzen oder sich im Gewebe verloren. Wie SIMON hervorhebt, treiben die jungen Bäumchen mehrmals im Jahr, ältere, 3-5-jährige Bäume belauben sich etwa zweimal jährlich, noch ältere nur etwa einmal. Da bei jedem Laubwechsel eine neue Zuwachszone gebildet wird (ausgenommen vielleicht bei den ganz jungen Bäumchen, wo man auch nicht von Laubwechsel, sondern nur von Blattschüben reden darf), kann es nicht wundernehmen, dass die Zuwachszonen des vorhin erwähnten Baumes zahlreicher waren als die Jahre seines Alters. Die zwei übrigen Scheiben, die dem Hauptstamm anderer Bäume etwa halbwegs entnommen wurden, zeigten nur scharf markierte, ringsum geschlossene Zuwachszonen.

37. *Jatropha gossypifolia* L. (Euphorbiaceae).

Dieser kleine Strauch aus Süd-Amerika ist jetzt in Ost-Java allgemein verwildert. Das ganze Jahr hindurch steht die Pflanze im Laub; jede Knospe treibt immerfort. Eine Ausnahme bilden die Pflanzen an sehr trockenen Stellen, wo sie am Ende der Trockenzeit infolge Wassermangels ihr Laub ganz und gar verlieren und kahl stehen. Die Kambiumtätigkeit wurde nur in Ost-Java untersucht; hier geht das Dickenwachstum ununterbrochen weiter. Nur an den Pflanzen, die kahl standen, fand ich ein ruhendes Kambium. Bisweilen findet man an einer Pflanze, die erst vor kurzem alles Laub verloren hat, noch einen Übergang zwischen den verdickten ausgewachsenen Zellen und dem Kambium. Es wäre möglich, dass die Kambialzone während der weiteren Dauer der Trockenzeit in diesem Zustand verharrt; vielleicht aber bildet sich diese Übergangszone erst allmählig zu normalem Altholz aus. Das sehr weiche Holz zeigt keine Zuwachsringe, ausgenommen beim Stamm von Pflanzen an jenen

dürren Stellen wo das Laub abgeworfen wird. Hier sieht man sehr undeutliche Zuwachszonen, die dadurch entstehen, dass die letzten Zellen des Altholzes radial etwas kürzer bleiben als die übrigen Zellen. Oft wird aber auch die Zuwachszone gebildet durch eine unregelmässige Anhäufung von mehreren, kleineren Gefässen den Zuwachsring entlang; einmal traf ich auch eine Zuwachszone an, die dadurch gebildet wurde, dass etwa 2-3 Zellreihen im sonst normalen Gewebe unverholzt geblieben waren. Dieser letztere Fall tritt vielleicht ein, wenn beim Beginn der Ruheperiode noch einige Zellen zwischen dem Altholz und dem Kambium unverdickt bleiben und, indem sie längere Zeit in diese Zustand verharren, ihr Vermögen zur nachträglichen Verdickung einbüssen.

38. *Acalypha Wilkesiana* Muell. Arg. (Euphorbiaceae).

Dieser aus Süd-Amerika eingeführte Zierstrauch wird jetzt überall auf Java häufig kultiviert. Die Pflanze ist immergrün und jeder Spross treibt immerfort. Zuwachszonen werden nicht ausgebildet. Nur traf ich bisweilen in Ost-Java auf trockenem Standort, wo die Pflanzen in der Trockenzeit sich lichteten, eine Andeutung von Zuwachszonen die sich für das blosser Auge deutlicher abzeichneten als unter dem Mikroskop. Sie waren nicht immer ringsum geschlossen, und wurden gebildet von einer Zone radial etwas verkürzte und bisweilen auch etwas verdickte Spätholzlibrifasern, woran sich die etwas weiteren Frühholzlibrifasern anschlossen. Bisweilen fand man auch eine ringförmige Anhäufung von etwas zahlreicheren Gefässen.

Zuwachsringe werden auch oft von Stecklingen gebildet; das Gewebe an der Grenze ist dann etwas unregelmässig und man trifft eine ringförmige Anhäufung mehrerer aber kleinerer Gefässe von ungleicher Grösse an.

39. *Spondias dulcis* Forst. (Anacardiaceae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 13 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 14 cm.

In Ost-Java steht der Baum während der Trockenzeit einige Monate lang kahl; auch in Buitenzorg steht er oft sehr lange

kahl, meistens auch in der Trockenzeit, aber bisweilen schon vorher, in den ersten Monaten des Jahres. Während des Kahlstehens ruht das Kambium.

Die Scheiben aus Ost-Java und Buitenzorg zeigten eine etwa gleich undeutliche, oft unscharfe Zonenbildung. Diese wird hervorgerufen entweder durch eine ringförmige Anordnung der Gefässe des Frühholzes (die in den Ästen oft grösser sind als diejenigen des Spätholzes) oder durch eine Anhäufung kleinerer Gefässe im Spätholz und ein breiteres Band Librifasern mit nur sehr wenigen Gefässen im Frühholz. Bisweilen wird die Grenze durch Parenchym markiert; oft auch sind die Librifasern und Parenchymzellen an der Grenze radial kürzer. Die Grenze zwischen zwei Zuwachszonen ist nicht immer genau zu bestimmen, was auch von der Tatsache herrührt, dass während der Kambialruhe noch ein breiter Streifen unverdickter Zellen zwischen den ausgewachsenen Holzelementen und dem Kambium vorhanden ist. JANSSONIUS nennt die Zuwachszonen weniger scharf als bei *S. mangifera*, wo in der Nähe der Zonengrenze die Gefässe oft zahlreicher sind als sonst.

40. *Lannea grandis* Endl. (Syn. *Odina Wodier* Roxb.)
(Anacardiaceae).

Material: Ost-Java 3 Scheiben 17-19-22 cm; Buitenzorg 2 Scheiben 5-30 cm.

Diese in Vorder-Indien heimische, auf Java sehr allgemein kultivierte Art steht in Ost-Java während der Trockenzeit Monate lang kahl. Die Zeit der Neubelaubung ist ziemlich unregelmässig; einige Vertreter treiben schon im September, andere aber erst im November. Die Neubelaubung geht auch langsam vor sich; erst treiben vereinzelte Knospen und erst allmählich breitet sich die Laubenfaltung über die ganze Krone aus. In West-Java stehen viele Exemplare auch oft mehrere Wochen bis einige Monate hintereinander kahl, andere Exemplare jedoch warfen in Buitenzorg ihr Laub nicht ganz ab, sondern bildeten schon wieder neues, bevor das Alte abgeworfen war.

Mit der Belaubung stimmt die Kambiumtätigkeit überein, sowohl in Ost- als in West-Java: während der Ruhe ruht auch

das Kambium, um allmählig mit der Neubelaubung wieder zu erwachen; es kann aber, nachdem die Krone schon wieder im Laub steht, noch 2-3 Wochen dauern, bevor das Kambium des Hauptstammes wieder erwacht und das Dickenwachstum wieder anfängt.

Die Zuwachszonen fanden sich an meinen Scheiben aus Ost-Java und aus Buitenzorg, in Gegensatz zu dem was URSPRUNG (2) fand, gleich deutlich ausgebildet: die meisten Zonen waren ringsum geschlossen, die Zonengrenzen ziemlich deutlich aber meistens nicht ganz oder nur stellenweise scharf, oft auch durch Färbungsdifferenzen angedeutet.

Die Zuwachszonen sind auch hier wieder auf verschiedene Weise ausgebildet: oft ist das erste Frühholz gefässärmer als das vorher gebildete Spätholz; die spärlichen Gefässe in dieser hauptsächlich aus Librifasern bestehenden Frühholzzone sind gleich gross oder sie erhalten sofort oder allmählich einen grösseren Durchmesser als die Gefässe im Spätholz. Oft findet man keine erheblichen Unterschiede zwischen den Elementen des Spät- und des Frühholzes, bisweilen weisen die Librifasern des Frühholzes einen grösseren Durchmesser auf; es kommt aber auch vor, dass diese letzteren Elemente radial etwas kleiner und dickwandiger sind als diejenigen des Spätholzes!

Ein anderer Typus (der von URSPRUNG (2) beschrieben wurde) besteht in einer plötzlichen Änderung der Gefässweite auf der Zonengrenze: die Gefässe sind im Altholz klein, im Frühholz sehr weit. Diesen Typus findet man meistens bei Ästen. Schliesslich wird bisweilen auf der Zonengrenze ein schmaler Streifen Parenchym gebildet, der aber oft nicht ringsum geschlossen ist. Dieser Streifen ist als eine feine, helle Linie sichtbar. Die Markstrahlen sind auf der Zonengrenze oft ein wenig verdickt und oft ändern sie dort unvermittelt ein oder zweimal ihren Lauf, sodass eine Knickung gebildet wird. JANSSONIUS nennt die Zuwachszonen höchstens ziemlich deutlich; er fand als Grenze eine (oben als „schmaler Streifen Parenchym“ angedeutete), aus dünnwandigeren Librifasern und Holzparenchym bestehende Schicht.

41. *Schleichera oleosa* Merr. (Syn. *Schleichera trijuga* Willd.)
(Sapindaceae).

Material: Ost-Java 2 Scheiben 11-14 cm; Mittel-Java 1 Scheibe 7 cm.

Von dieser Art stammen alle Beobachtungen aus Ost-Java. Dort verjüngt sich der Baum in den Monaten August und September vollständig, während das Laub im Laufe der vorhergehenden trockenen Monate zum grössten Teil abgeworfen wird. Aber nur selten stehen die Bäume während kurzer Zeit ganz kahl. Während des Laubwechsels und schon einige Zeit vorher ruht das Kambium.

Die Zuwachszonen sind oft scharf markiert durch eine sehr feine Linie, die dadurch gebildet wird, dass die letzten Librifasern des Altholzes radial etwas kürzer sind als die anschließenden ersten Librifasern des Jungholzes; oft haben diese Letztere auch etwas dünnere Wände (Tafel III, Fig. 1.). Diese Zonengrenzen sind oft nur mit der Lupe zu verfolgen; sie haben einen etwas welligen Verlauf. Die Grenzen der inneren Zuwachszonen einer Scheibe sind oft undeutlich und unscharf; sie werden dann von einem mehr allmählichen Übergang zwischen den dickwandigeren und radial ein wenig verkürzten Altholz-Librifasern und denjenigen des Jungholzes gebildet. Die jungen Bäumchen zeigen auch nicht jenen ausgesprochenen Laubwechsel der alten Bäume. JANSSONIUS beschreibt die Zuwachszonen auch als deutlich, mit scharfen Grenzen; DEN BERGER jedoch findet sie „vag bis mässig deutlich“. Seine Photographie zeigt aber scharfe deutliche Zonengrenzen. Die Beschreibung dieser feinen Linie differiert bei Beiden und auch mit meiner Beschreibung.

An Ästen findet man oft Zonengrenzen, die durch eine radiale Anordnung vieler Gefässe gebildet werden.

Eine Stammscheibe eines 10-jährigen Bäumchens von 7 cm Durchmesser zeigte etwa 7 geschlossene Ringe. Die Inneren waren weniger scharf; offenbar werden in den ersten Jahren keine oder nur unscharfe Ringe gebildet.

42. *Actinophora fragrans* R. Br. (Syn. *Schoutenia ovata* Korth.)
(Tiliaceae).

Material: Ost-Java 3 Scheiben 9-11-16 cm; Mittel-Java 1 Scheibe 7 cm.

Grosser, am meisten in Mittel- und Ost-Java verbreiteter Baum; gegen das Ende der Trockenzeit verliert er oft viel Laub, sodass er vor dem neuen Laubansatz bisweilen eine kurze Zeit kahl steht. Im Oktober-November findet in Ost-Java der Generalwechsel statt. In dieser Zeit ruht das Kambium.

Die Scheiben stammen nur aus Ost- und Mittel-Java. Drei davon zeigen eine ziemlich deutliche Ringzeichnung, indem sehr oft das Frühholz beginnt mit einem $\frac{1}{4}$ -1 mm breiten Band von dunklerem Holz, das hauptsächlich aus Librifasern besteht. Dieses gefässarme Band besteht jedoch nicht immer nur aus Frühholz, sondern oft auch aus der letzten Zone des Spätholzes. Bisweilen wird die Zonengrenze von einem feinen Parenchymbändchen gebildet; manchmal auch sind die Librifasern des Frühholzes etwas weniger stark verdickt als die des Spätholzes. In den Ästen sieht man mitunter eine Zonengrenze, die durch eine ringförmige Anhäufung der ersten Gefässe hervorgerufen wird. Auf den Zonengrenzen sind die Markstrahlen oft etwas geknickt und, wie mit stärkerer Vergrösserung sichtbar ist, oft ein wenig angeschwollen.

Die vierte Scheibe zeigte eine undeutliche Ringzeichnung, hauptsächlich hervorgerufen durch eine Periodizität in der Zahl der Gefässe, während die schon beschriebenen breiteren Bänder von dunklerem Holz wegen der dunklen Färbung des übrigen Holzes weniger deutlich waren. JANSSONIUS beschreibt die Zuwachszonen in ähnlicher Weise, auch als ziemlich deutlich. DEN BERGER nennt sie „undeutlich bis sehr deutlich“.

Eine Scheibe eines 10-jährigen Bäumchens (Diameter 7 cm) aus Mittel-Java zeigte etwa 11 Zuwachszonen, von denen die Inneren etwas undeutlich, und auch die Äusseren nicht so deutlich als die Zuwachszonen der Scheiben grösserer Bäume.

43. *Hibiscus tiliaceus* L. (Malvaceae).

Material: Ost-Java 2 Scheiben 19-14 cm; Buitenzorg 2 Scheiben 10-14 cm.

Sowohl in Ost-Java als auch in Buitenzorg bildet der Baum das ganze Jahr hindurch junges Laub und steht nie kahl. In der stärksten Dürrezeit verliert er auf trockenem Standort wohl oft viel Laub, sodass er dann stark gelichtet ist, aber das Treiben der Knospen geht dennoch, wenn auch sehr langsam, weiter. In der Trockenzeit sah ich in Ost-Java fast keine Blüten; im übrigen Jahresteil blüht der Baum immerfort. Das Kambium ist das ganze Jahr hindurch tätig; am Ende der Dürrezeit hört aber auf trockenem Standort das Dickenwachstum der Äste wohl ganz und dasjenige des Hauptstammes fast ganz auf.

Die eine Scheibe aus Ost-Java stammt von einem Baum an der Meeresküste von Toeban, einem periodisch sehr trockenen Standort; diese Scheibe zeigt sehr deutliche, ringsum geschlossene Zuwachszonen, die durch einen Ring von mehreren, etwas grösseren Gefässen im Frühholz (das mit dem Einsetzen der Regenzeit gebildet wird) scharf gezeichnet sind. Die übrigen Holzelemente des Frühholzes sind viel weitlumiger und dünnwandiger als diejenigen des Spätholzes. Dies ist jedoch nicht immer der Fall: in dieser Scheibe traf ich auch viele Zonen, bei denen die letzten Elemente des Spätholzes radial kürzer und viel dünnwandiger waren als diejenigen des Frühholzes. Es machte den Eindruck, als ob sich die Holzbildung, korrelativ mit dem stark eingeschränkten Sprosswachstum, allmählich vermindert hätte, sodass die Ernährung am Ende für das volle Wachstum der Zellen und deren Wandverdickung unzureichend war. Die andere Scheibe aus Ost-Java stammt von einem 9-jährigen Baum von Gadoengan (Durchmesser 19 cm) von sehr fruchtbarem Boden. Diese Scheibe zeigte fast keine Zuwachszonen; nur stellenweise fanden sich einige ringsum nicht geschlossene, sehr undeutliche Zonen, hauptsächlich durch einen geringen Farbenunterschied kenntlich. Die zwei Scheiben aus Buitenzorg zeigten wohl einige Zonenbildung, aber bei weitem nicht so schön wie die Scheibe aus Toeban. Eine einzige dieser Zonen war ringsum geschlossen,

die Mehrzahl aber bestand nur aus Bruchstücken, die sich im Gewebe verloren oder zusammenflossen. Der Typus der Ringbildung war derselbe wie beim Holz aus Ost-Java.

BECKMAN beschreibt die Zonenbildung von Holzproben dieser Art, die alle aus West-Java stammen als: „Zuwachszonen meistens unscharf, bisweilen deutlich; Ringgrenzen unscharf, bisweilen etwas deutlicher durch zahlreiche Gefässe, nie scharf“. JANSSONIUS nennt die Zuwachszonen „meistens deutlich“, DEN BERGER sagt: „Zuwachszonen vag bis sehr deutlich, die Periodizität sehr verschieden“. Aus allem geht hervor, dass die Ausbildung der Zuwachszonen dieser Art stark von äusseren Einflüssen, wie Klima und Boden, abhängt.

44. *Hibiscus schizopetalus* Hook. f. (Malvaceae).

Dieser Strauch treibt das ganze Jahr hindurch sowohl Blätter als Blüten. Auf dünnen Standorten in Ost-Java wirft er am Ende der Trockenzeit viel Laub ab und die Ausbildung des jungen Laubes wird stark eingeschränkt, ohne jedoch aufzuhören. Das Kambium ist immerfort tätig, obschon es in der Trockenzeit das Dickenwachstum stark herabmindert; dann sind aber doch immer noch einige Zellen am Aussenrand des Holzes sichtbar, deren äussere Wand noch nicht verdickt ist und deren Innenwände schon voll ausgewachsen sind. Einige 2-3 cm dicke Äste aus Toeban zeigten ringsum geschlossene Zuwachszonen, die gebildet wurden entweder von weitlumigeren Elementen des Frühholzes, welche an die englumigeren Elemente des Spätholzes anschliessen, oder von einer ringförmigen Anordnung mehrerer Gefässe, welche bisweilen nach innen von einem schmalen Streifen Parenchym abgegrenzt sind. Die Äste von Sträuchern aus West-Java zeigten diese Zonenbildung viel weniger, obwohl auch hier und da solche Zuwachszonen gebildet wurden.

45. *Gossampinus heptaphylla* Bakh. (syn. *Bombax malabaricum* D.C.) (Bombacaceae).

Material: Ost-Java 3 Scheiben 9-10-11 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 10 cm.

Diese auf ganz Java heimischen Bäume stehen überall, sowohl

in West- als in Ost-Java, monatelang kahl. Im grossen und ganzen werfen sie ihr Laub etwa in den Monaten Mai und Juni ab und belauben sich in Ost-Java wieder etwa im Oktober und November, in Buitenzorg aber schon 1-2 Monate früher. Es giebt hier auch wieder individuelle Abweichungen und auch das Alter des Baumes macht seinen Einfluss bemerkbar, indem die jüngeren Bäume etwas weniger lang kahl stehen und etwas früher treiben als die älteren.

Während der Ruhe ruht auch das Kambium; bei manchen Exemplaren findet man im Hauptstamm jedoch keine scharfe Grenze zwischen den schon verholzten, ausgewachsenen Holzelementen und den noch ganz unverdickten Kambiumzellen, sondern oft weisen noch einige Zellen ein Zwischenstadium auf. Dazu kommt dann noch, dass das Kambium, auch wenn die Grenze scharf ausgeprägt ist, doch nicht unmittelbar an das Altholz anschliesst, sondern dass sich zwischen diesen zwei Gewebsarten noch 2-5 Reihen unverholzter Zellen befinden. In den dünneren Ästen findet man diese Zwischenzonen meistens nicht. Nachdem das Laub wieder hervorgesprossen ist, fängt auch das Kambium seine Tätigkeit wieder an, um sie während der ganzen Regenzeit fortzusetzen. Obwohl dieser Baum also eine ausgeprägte Ruheperiode aufweist, die, wie ich schon früher gezeigt habe, analog der Winterruhe der europäischen Holzgewächse in Vor-, Mittel- und Nachruhe unterschieden werden kann (CH. COSTER 1), bildet doch der Hauptstamm nicht immer deutliche Zuwachszonen aus. JANSSONIUS beschreibt die Zuwachszonen als deutlich, mit ziemlich scharfen Zonengrenzen; doch ist dies nicht immer der Fall. Oft wird die Grenze von einem unscharfen, dunkler gefärbten Band gebildet, oft auch verlieren sich die Grenzen stellenweise im Gewebe. Andere Ringgrenzen sind jedoch scharf und ringsum geschlossen; sehr oft werden sie von einer 3-5 Zellreihen breiten Zone unverdickter und fast unverholzter Zellen gebildet, welche sowohl in den Markstrahlen wie auch im Grundgewebe liegen. Es ist dies die Zone, die sich während der Ruhe als unverdickte, unverholzte Zwischenschicht zwischen dem Altholz und dem Kambium befand. In dieser Zwischenzone sind die Markstrahlen während der Ruhe oft ein wenig breiter

und diese Erscheinung findet sich bisweilen an den grösseren Markstrahlen auf der Zonengrenze wieder, wie dies auch schon von JANSSONIUS beschrieben wurde. Die weiter auch unverholzt bleibende Zwischenzone weist bisweilen zahlreiche Gummigänge auf.

Das Holzparenchym und die Librifasern des Altholzes zeigen bisweilen einen etwas kleineren Querdurchmesser als dieselben Elemente im Jüngholz; dies ist aber auch nicht immer der Fall. Ein anderer Typus der Zuwachszonen wird gebildet, indem im Frühholze zahlreiche, aber nicht immer grössere Gefässe die Grenze entlang angeordnet sind; diesen Typus findet man häufig in Ästen, bisweilen aber auch im Hauptstamm. DEN BERGER beschreibt die Zuwachszonen als „vag bis deutlich. Die Gefässe vom Frühholz nach dem Spätholz zu kleiner werdend, oder in der Mitte am grössten und im Frühholz grösser als im Spätholz“.

Die Scheiben aus Ost- und West-Java zeigten annähernd gleiche Ringzeichnung, wie es auch nach dem sonstigen Verhalten wohl zu erwarten war.

46. *Ceiba pentandra* Gaertn. (syn. *Eriodendron anfractuosum* DC)
(Bombacaceae).

Material: Ost-Java 3 Scheiben 10-11-14 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 26 cm.

Der Baum ist auf Java nicht heimisch, aber in allen Tropengebieten verbreitet und kultiviert und auf Java einer der gemeinsten Bäume.

In Ost-Java steht er während der Trockenzeit 2-3 Monate lang kahl, aber auch hier gibt es wieder individuelle Schwankungen; die Bäume belauben sich ganz allmählig, es gibt aber Exemplare die um 1-2 Monate in der Neubelaubung differieren. In Buitenzorg werfen die Bäume auch in den Monaten Juni und Juli ihr Laub ab, stehen aber nur 1-3 Wochen lang kahl.

Während der Ruhe ruht auch das Kambium; die Kambiumzellen schliessen im Hauptstamm aber nicht unvermittelt an das Altholz an, denn es finden sich zwischen diesen beiden Gewebsarten noch 2-3 Reihen unverholzte, aber doch in radialer Richtung

schon ein wenig grössere Zellen. Von den Markstrahlen sind noch die letzten 1-3 Zellen in dem Altholz unverdickt und unverholzt, eine Eigentümlichkeit, die auch während des Dickenwachstums einigermaßen erkennbar ist. In den dünneren Ästen findet man diese Eigentümlichkeiten nicht oder nur undeutlich.

Die Ringe der Scheiben aus Ost- und West-Java waren im Gegensatz zu dem Befunde URSPRUNGS (2) nahezu gleich deutlich; URSPRUNG untersuchte aber eine Scheibe aus Buitenzorg von 8 cm Durchmesser, während mir ein dicker Baum von etwa 50 cm Durchmesser zur Verfügung stand, dessen innere Ringe zwar ein wenig undeutlicher waren als die inneren Ringe der Ost-Java-Scheiben, während jedoch seine mittleren und äusseren Ringe gleich scharf markiert waren. Die Zonengrenze wird oft durch ein 2-5 Zellreihen breites Band Holzparenchym markiert, das dünnwandig und weniger verholzt ist; die Markstrahlzellen sind in dieser Zone dann auch weniger verholzt und dünnwandig, u. zw. sowohl hier als auch eine Strecke weit in das Altholz hinein. Offenbar ist die Zwischenzone zwischen Altholz und Kambium auch nach dem Anfang des neuen Dickenwachstums unverändert geblieben; eine analoge Erscheinung trifft man auch bei *Gossampinus heptaphylla* Bakh. an. Diese Zellen sind dann oft durch ihren bräunlichen Zellinhalt dunkler gefärbt.

Andere Typen der Ringbildung trifft man aber auch häufig an: wie URSPRUNG (2) schon beschreibt, sind die Elemente, besonders das Holzparenchym des Altholzes, in radialer Richtung oft viel weniger gestreckt als diejenigen des Frühholzes. Die Gefässe im Frühholz sind oft viel zahlreicher als im Spätholz und ringförmig die Grenze entlang angeordnet. Diesen letzteren Typus findet man meistens in den dünneren Ästen. Im Hauptstamm zeigen die Elemente bisweilen eine Periodizität, indem im Altholz die Elemente klein sind, im anschliessenden Frühholz grösser, in der Mitte des Zuwachsrings am grössten, um dann im Altholz schnell wieder kleiner zu werden. Eine Zuwachszone wird oft vorgetäuscht, indem eine Reihe Gummigänge ringförmig angeordnet ist; öfters aber ist der Ring dann nicht ganz geschlossen. JANSSONIUS nennt die Zuwachszonen in seiner analogen Beschreibung „nur angedeutet bis deutlich“.

47. *Sterculia foetida* L. (Sterculiaceae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 14 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 7 cm.

Dieser über ganz Java verbreitete Baum wechselt sowohl in West- wie in Ost-Java einmal pro Jahr das Laub. In den Monaten Mai-Juni wird das alte Laub abgeworfen und bald darauf (oft auch gleichzeitig mit dem Abwerfen) treiben die Knospen und spriessen die Blütenstände zugleich mit dem jungen Laub hervor.

Während des Laubwechsels und schon einige Zeit vorher ruht das Kambium, um zugleich mit der Neubelaubung wieder eine grosse Aktivität zu entfalten. Die Ringgrenzen an der Scheibe aus Ost-Java sind scharf und deutlich. Bei der Betrachtung mit freiem Auge hebt sich das Frühholz scharf vom Spätholz ab, indem es eine viel hellere Farbe aufweist; die Grenze selbst wird meistens von einem 2-3 Zellreihen dicken Parenchymbande gebildet. Stellenweise fehlt aber das Parenchymbändchen und dann wird auch die Zonengrenze undeutlich und verschwommen. DEN BERGERS Beschreibung der Zuwachszonen stimmt hiermit überein; JANSSONIUS hat die Parenchymbändchen auf der Zonengrenze nicht vorgefunden.

Bisweilen sind im Altholz die tangentialen Holzparenchym-schichten etwas dichter aneinander gerückt als im Frühholz; bisweilen, besonders in dünneren Ästen, sind die Gefässe des Jungholzes etwas grösser und ringförmig die Grenzen entlang angeordnet. Auf der Zonengrenze sind die Markstrahlen oft ein wenig verbreitert.

Die Scheibe aus West-Java zeigte viel weniger deutliche Zuwachszonen als die aus Ost-Java; weil mir aber zu wenig Vergleichsmaterial zur Verfügung stand, darf doch noch nicht gefolgert werden, dass dies Regel sei.

48. *Aegle marmelos* Correa. (Rutaceae).

Material: Ost-Java 2 Scheiben 5-13 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 10 cm.

In Mittel- und Ost-Java ziemlich häufiger, kleiner Baum. Während der Trockenzeit wirft er viel Laub ab und steht bisweilen kahl, um schon vor dem Einsetzen der Regen wieder

auszutreiben. In Buitenzorg ist das Verhalten unregelmässiger. VOLKENS sah im April 1902, dass ein grosser Baum astweise junges und altes Laub oder auch beides zugleich trug. In Juni 1925 trug der Baum III G 17 altes Laub, der Baum N^o. 18 zeigte einige kahle Äste und der Baum N^o. 66 trug an verschiedenen Ästen junges Laub.

Die Kambialtätigkeit habe ich nur lückenhaft verfolgen können; es zeigte sich, dass der Baum in Ost-Java bis in die Trockenzeit hinein in die Dicke wächst (an günstigen Stellen) und im Anfang der Regenzeit wieder einen neuen Ring bildet. An einem Schnitt aus der Kambialzone eines jungen Bäumchens, das soeben (am 26. November 1923) sein neues Laub ausgebildet hatte, zeigte sich, dass die letzten Elemente des Dickenwachstums aus etwa zwei Reihen Parenchymzellen bestanden, woran die jungen, soeben gebildeten ersten Elemente anschlossen; letztere bestanden auch aus Parenchymzellen mit den ersten Gefässen. Die Grenze der Zuwachszonen, die aus einer 2-10 Zellen dicken Holzparenchymsschicht besteht, wird also teilweise im Altholz, teilweise im Jungholz gebildet. Das Jungholz, das an diesen Parenchymstreifen anschliesst, enthält oft in einer Breite von $\frac{1}{2}$ -1 mm weniger Gefässe als sonst im Holze.

Die Scheiben aus Ost-Java und aus Buitenzorg zeigten eine gleichmässige, sehr deutliche Ausbildung der Zuwachszonen, die, wie schon gesagt, von einer schmalen, weissen, scharfen Linie von Holzparenchym getrennt werden. JANSSONIUS beschreibt sie in ähnlicher Weise. In den dünnern Ästen wird die Ringgrenze oft durch eine Reihe grösserer Gefässe markiert, die sich ringförmig ans Altholz anschliessen. Diese Ringe sind meistens ringsum geschlossen; nur bisweilen findet man eine Verdopplung des Holzparenchymstreifens oder auch nur einen solchen Streifen, der blind im Holz endigt. Dort, wo die gewöhnlichen, schmalen Zuwachsringe zu dicht aneinanderrücken, verschmelzen die Parenchymstreifen miteinander. So sieht man stellenweise bis drei Zuwachsringe gewissermassen aussetzen. Doch glaube ich annehmen zu müssen, dass die Zuwachszonen meistens wohl echte Jahresringe sind, weil ein alter Baum aus Ost-Java, der immer stark beschattet wurde und erst seit 3 Jahren frei stand, auch

schmale Ringe zeigte; nur die äusseren drei Ringe waren viel breiter als die übrigen. Er wurde Ende Januar gefällt und hatte damals etwa die Hälfte des neuen Ringes ausgebildet.

49. *Homalium tomentosum* Bth. (Samydaceae).

Material: Ost-Java 3 Scheiben 9-10-18 cm; Mittel-Java 1 Scheibe 10 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 6 cm.

Dieser in Mittel- und Ost-Java ziemlich häufige Baum verliert mit dem Einsetzen der Trockenzeit sein Laub, steht aber erst im Juli oder Anfang August ganz kahl. Erst Ende Oktober bis Anfang November belaubt er sich wieder. In Buitenzorg ist das Verhalten der im botanischen Garten kultivierten Exemplare unregelmässig. SIMON berichtet, dass im Dezember 1910 der eine Baum zur Hälfte kahl stand und die andere Hälfte frisch grün war; der andere Baum wechselte im Juni 1911, ohne ganz kahl zu werden.

Während der Trockenzeit ruht auch das Kambium, um allmählig mit dem Hervorspriessen des jungen Laubes wieder seine Tätigkeit anzufangen. Die letzten 3-5 Reihen Elemente des Spätholzes, besonders die Librifasern, aber auch die Gefässe, sind radial kürzer, wodurch eine mikroskopisch schwer erkennbare, aber mit dem blossen Auge ziemlich deutliche, scharfe Zonengrenze entsteht. Auch die Markstrahlzellen sind auf der Zonengrenze oft radial kürzer und dann tangential etwas breiter, sodass die Markstrahlen dort ein wenig angeschwollen sind. JANSSONIUS beschreibt die Zuwachszonen in ähnlicher Weise.

Die Scheiben aus Ost- und Mittel-Java zeigen alle eine ziemlich deutliche, ringsum geschlossene Ringzeichnung, aber auch die Scheiben aus einem etwa 6 cm dicken Aste eines Baumes aus dem botanischen Garten in Buitenzorg weisen eine ebenso deutliche und auch ringsum geschlossene Zeichnung auf. Auch mikroskopisch unterscheiden sich die Zonengrenzen nicht von denen aus Ost-Java. In Buitenzorg ist also die durch innere Gründe verursachte Periodizität ausreichend zur Bildung von Zonen, welche den jährlich in Ost-Java gebildeten Zuwachsringen ganz gleich sind.

Eine Scheibe eines 10-jährigen Bäumchens aus Mittel-Java

zeigte 9-10 Zuwachszonen; die inneren waren etwas weniger scharf und deutlich als die äusseren. Die 18 cm dicke Scheibe eines 7-jährigen Bäumchens aus Ost-Java zeigte auch 7 Zuwachszonen, ringsum geschlossen und ziemlich scharf; an einer Stelle fand man eine Verdoppelung einer der Ringgrenzen, ohne dass dies jedoch eine Fehlerquelle sein dürfte.

50. *Lagerstroemia speciosa* Pers. (Lythraceae).

Material: Ost-Java 2 Scheiben 14-17 cm; Mittel-Java 2 Scheiben 9-9 cm; Buitenzorg 2 Scheiben 15-18 cm.

In Ost-Java steht diese Art während der Trockenzeit oft einige Zeit kahl, aber es gibt auch Vertreter, die schon ihr neues Laub bekommen, bevor noch das alte ganz abgeworfen ist. Kurz nach der Entfaltung der jungen Blätter im September blüht der Baum. In Buitenzorg ist das Verhalten dieser Art unregelmässiger: in allen Jahreszeiten gibt es treibende und blühende Exemplare, von denen dann die verschiedenen Äste sich noch verschieden verhalten. So sieht man oft Bäume, die nebst kahlen Ästchen auch solche mit altem und mit jungem Laub und Blüten tragen. Meistens fällt der Laubwechsel jedoch in die trockneren Monate Juli bis September, während der Generalwechsel für ein bestimmtes Exemplar sich nicht über das ganze Jahr ausdehnt sondern sich innerhalb 2-3 Monate vollzieht.

Die Kambiumtätigkeit in Ost-Java würde nicht das ganze Jahr hindurch verfolgt. Während des Kahlstehens ruht das Kambium. In Buitenzorg wurden Anfang April 1925 einige Äste von verschiedenen Bäumen untersucht. Diejenigen, die altes Laub trugen oder kahl waren, zeigten ein ruhendes Kambium; dort, wo die jungen Blätter hervorsprossen, wurde ein Ring von grösseren Gefässen in einem Parenchymstreifen gebildet; wo die Blätter schon ganz ausgewachsen waren, war der Gefässring schon fertig und das Kambium bildete die weiteren Elemente der Zuwachszone. In Ost-Java wird der Verlauf des Dickenwachstums ganz gleich sein, wie dies auch aus Altersbestimmungen und aus der Beschreibung der Zuwachsringe hervorgeht.

Die Ringe der Scheiben aus Ost-Java sind sehr deutlich und ringsum geschlossen; der innere Teil der Zuwachszonen wird

von einem Ring grosser Gefässe gebildet, die in einem breiten Streifen Parenchym liegen. Die Gefässe bilden gewöhnlich nur eine Reihe; bisweilen findet man aber in radialer Richtung derer zwei; nach aussen nimmt ihre Grösse ab. Die tangentialen Parenchymbändchen rücken im Spätholz dichter aneinander und sind dann oft tangential etwas länger. Bisweilen findet man im Frühholz einen breiten Streifen Libriförmig der an den ersten Gefässring anschliesst. Die Beschreibung der Zuwachszonen von JANSSENIUS und DEN BERGER ist ähnlich.

Eine Scheibe aus einem etwa 18 cm dicken Ast aus Buitenzorg zeigte dagegen eine ziemlich unregelmässige Ringbildung; Verdoppelung und Verschmelzung der Ringe war häufig zu beobachten, stellenweise verlor sich ein ziemlich scharfer Ring im Gewebe. An einer anderen Stelle, wo die Ringe dicht aneinander standen, waren die Grenzen nicht mehr zu unterscheiden. An vielen Stellen fehlte der erste Gefässring in der Zuwachszone; diese war dann an den hart aneinander gerückten Parenchymbändchen im Altholz zu unterscheiden, von denen die breiten Libriförmigbänder des Jungholzes sich deutlich abhoben. Die andere Scheibe aus Buitenzorg zeigte im inneren Teil regelmässige concentrische Zuwachsringe; im äusseren Teil aber waren die Zuwachszonen ebenso unregelmässig wie in der einen Scheibe. Die dünneren Ästchen bilden jedoch in Buitenzorg auch sehr scharfe geschlossene Ringe, wie dies schon von SIMON beschrieben wurde. Hier entspricht jeder Ring einem Triebabsatz. Die Ringbildung stimmt hier also sehr schön mit der Periodizität der Lauberneuerung überein: wo diese durch das Klima in feste Bahnen gezwungen ist, werden die Zuwachszonen scharf und regelmässig ausgebildet, wo sich aber die Lauberneuerung mehr oder weniger unregelmässig astweise vollzieht, sind auch die Zuwachszonen mehr oder weniger unscharf und unregelmässig. Denn der eine Teil eines Querschnitts wird noch durch den darüber liegenden vollbelaubten Ast zum Dickenwachstum stimuliert, während ein anderer Teil zugleich mit einem oben inserierten Ast ruht.

Zwei Scheiben von 7-jährigen Bäumen aus Gadoengan (Ost-Java) hatten 14 und 17 cm im Durchmesser. Die kleinere Scheibe

zeigte 7 scharfe, ringsum geschlossene Ringe; die grössere zeigte deren 5, während die zwei inneren Ringe verwischt und weniger scharf waren. Der Durchmesser des inneren Teiles, wo die Ringe unscharf waren, betrug 5 cm. Zwei 10-jährige Bäumchen aus Mittel-Java zeigten 9 Zuwachsringe, wovon die inneren weniger scharf oder nur stellenweise scharf waren. Wenn die Jahresringe dicht aneinander rücken, sind sie schwer zu zählen und ist es nötig, eine Lupe zu benützen.

In Mittel- und Ost-Java, mit ausgeprägter Trockenzeit, sind die Ringe also echte Jahresringe. Auch GAMBLE und TROUP nennen die Ringe dieser Art „annual rings“.

51. *Terminalia Catappa* L. (Combretaceae).

Material: Ost-Java 2 Scheiben 9-11 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 11 cm.

Auch diese Art zeigt eine sehr ausgeprägte Periodizität des Laubwechsels auf der ganzen Insel. Zweimal pro Jahr, etwa im März und August/September, wechselt der Baum vollständig sein Laub; das alte vergilbt und wird abgeworfen, meistens aber bricht schon das junge Laub hervor, bevor der Baum noch ganz kahl steht. Es gibt jedoch auch häufig Bäume, die einige Tage bis Wochen lang ganz laublos stehen. Die jungen Pflanzen zeigen aber nicht diesen ausgesprochenen Laubwechsel; sie wechseln noch allmählig ihr Laub und wachsen immerfort. Unter den älteren Bäumen gibt es einzelne, die nicht genau zur selben Zeit wie die anderen Exemplare ihren Generalwechsel durchmachen, sondern einige Zeit vorher oder nachher, wie dies auch schon von SIMON berichtet wurde. In Ceylon und in Vorder-Indien scheint die Art auch ungefähr in denselben Monaten zu wechseln, wie es WRIGER für Ceylon angibt, während TROUP für Vorder-Indien berichtet, dass die Bäume im Februar bis Mai und wieder im October/November blühen. Die Blüten werden zugleich mit dem jungen Laub gebildet.

Das Kambium ruht kurz vor und während des Laubwechsels, um allmählig wieder, von den dünneren Zweigen abwärts fortschreitend, zu neuer Aktivität zu erwachen: Wie schon SIMON berichtet, entspricht die Zonenbildung in den Zweigen nicht der

Anzahl der Triebabsätze. Die Zuwachszonen in den dünneren Ästen werden meistens durch eine ringförmige Anordnung mehrerer und grösserer Gefässe gebildet; diese Gefässe liegen in lockerem Gewebe und schliessen eine Zone kürzerer Librifibrillen ab. Diese Zonen sind aber nicht immer ringsum geschlossen. In den Stammscheiben aus Ost-Java und aus Buitenzorg fand sich eine ziemlich deutliche Zonenbildung. Diese wird dadurch hervorgerufen, dass die tangentialen Parenchymbändchen im Frühholze oft weiter auseinander gerückt sind als im übrigen Holz, sodass das erste Holz hauptsächlich aus Librifibrillen mit nur wenigen Gefässen besteht. Im Spätholz sind diese Parenchymbänder dichter aneinander gerückt und auch tangential länger. Es gibt aber auch Stellen, wo diese Zonenzeichnung verwischt ist. Sie war aber gleich deutlich in den Scheiben aus Buitenzorg und aus Ost-Java.

JANSSONIUS nennt die Zuwachszonen viel weniger deutlich (als bei *T. bellerica*) bis fehlend; er beschreibt eine Periodizität sowohl der Entfernung der Holzparenchymbändchen als auch der Grösse der Holzelemente.

52. *Eugenia cumini* Merr. (*E. jambolana* Lam.) (Myrtaceae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 14 cm; Mittel-Java 1 Scheibe 6½ cm; Buitenzorg 1 Scheibe 6 cm.

Der Baum steht in Ost-Java nie ganz kahl, obwohl er in der Trockenzeit sich oft ein wenig lichtet. Im August wechselt er vollständig sein Laub, ohne jedoch kahl zu stehen. Im März bis Mai gibt es einen zweiten, aber weniger vollständigen Laubwechsel; dann werden oft wieder Blüten gebildet, obschon die reichlichste Blütezeit nach dem Generalwechsel, (im August) fällt. Das Kambium ist, soweit es sich mit Sicherheit aus dem oft ziemlich unvermittelten Übergang zwischen ausgewachsenen und Kambialzellen beurteilen lässt, das ganze Jahr hindurch mehr oder weniger tätig. Nur während des Laubwechsels und kurz vorher ruht es.

Die Zuwachszonen waren in den Scheiben aus Ost- und Mittel-Java oft deutlich, oft aber auch ziemlich undeutlich. Die ringsum geschlossenen, ziemlich deutlichen Zuwachszonen unterscheiden

sich, indem eines der mit den tangentialen Parenchymbändern abwechselnden Libriforbänder viel breiter ist als die übrigen (bis 1 mm). Dort wo 2-3 dieser Libriforbänder wohl ein wenig, aber nicht sehr viel breiter sind als die übrigen, sind die Zuwachszonen noch wohl erkennbar, aber doch undeutlicher. Die Deutlichkeit wird erhöht, wenn, was oft der Fall ist, die allerletzten Libriforbänder im Altholz sehr schmal sind. In den Ästen findet man oft eine ringförmige Anordnung grösserer Gefässe, die so den Zuwachsring markieren. TROUP gibt an, dass diese Art in Vorder-Indien im Februar-März das Laub wechselt und dann in trockenen Gegenden während kurzer Zeit fast kahl oder ganz kahl steht. GAMBLE sagt über die Zuwachszonen: „Annual rings generally marked by a line with few or no pores“. JANSSONIUS nennt sie „höchstens ziemlich deutlich“.

Die Scheibe des 6-jährigen Bäumchens aus Mittel-Java (Diameter $6\frac{1}{2}$ cm) zeigte drei deutliche, geschlossene Zuwachszonen an der Peripherie, während der innere Teil bis zur Dicke von $3\frac{1}{2}$ cm nur eine sehr undeutliche, verwaschene Ringzeichnung aufwies. Die Scheibe aus Buitenzorg zeigte mindestens ebenso scharf und deutlich ausgebildete Zuwachsringe wie die Scheiben aus Ost- und Mittel-Java; der Typus der Zonenbildung war derselbe.

53. *Psidium Guajava* L. (Myrtaceae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 10 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 14 cm.

Dieser aus dem tropischen Amerika stammende, kleine Baum wird häufig auf Java kultiviert. Er ist immergrün, nur in Ost-Java wirft er während der Trockenzeit einen Teil seines Laubes ab, sodass sich die Krone lichtet, ohne jedoch auch nur annähernd kahl zu werden. Während dieser Zeit ruht das Kambium oder zeigt nur eine sehr schwache Tätigkeit.

An den Stammscheiben sowohl aus Ost-Java als aus Buitenzorg zeigten sich ziemlich scharfe, oft geschlossene Zuwachszonen, deren Grenze sich durch eine etwas dunklere Farbe abhebt. Sie werden dadurch gebildet, dass im Altholz die Libriforfasern radial oft etwas kürzer und etwas regelmässiger angeordnet sind

als im Jungholz; an Ästen findet man bisweilen eine ringförmige Anordnung vieler Gefässe, die so eine Ringgrenze markieren. Bisweilen verdoppeln sich die Zuwachszonen oder sie verlieren sich im Gewebe.

54. *Alangium begoniifolium* subsp. *eubegoniifolium* Wang. (Syn. *Marlea tomentosa* Endl. var. *rotundifolia* K. et V. (Cornaceae).

Material: Tjibodas 1 Scheibe 5 cm; West-Java 4 Muster grösserer Bäume (Sammlung der forstlichen Versuchsanstalt).

Die Beobachtungen stammen ausschliesslich aus dem Gebirgswald von Tjibodas. Der Baum im Berggarten Tjibodas N^o. L 27 stand im Monat August 1924 einige Wochen kahl, dann wieder in dem Monat April 1925 und December/Januar 1926; einige andere Exemplare im Gebirgswald wechselten auch das Laub (und standen dabei auch einige Zeit lang kahl) in den Monaten April/Mai und im Januar/Februar 1926. KOORDERS und VALETON beschreiben diese Art als „immergrün“; aus meinen Beobachtungen jedoch geht deutlich hervor, dass der Baum etwa jede 8 Monate das Laub wechselt und dann während einiger Wochen bis über einen Monat lang kahl steht.

Die Kambialtätigkeit ist in Übereinstimmung mit dem Laubwechsel ausgesprochen periodisch: während des Kahlstehens ruht das Kambium; sobald das junge Laub hervorsprosst, werden die ersten grossen Gefässe gebildet und bis zum Laubfall bleibt das Kambium tätig. Die Scheibe und die übrigen Muster dieser Holzart zeigen eine sehr deutliche, ringsum geschlossene Ringzeichnung; die Innengrenze wird von einem schmalen Parenchymband gebildet, worin die ersten zahlreichen und grossen Gefässe mit dem Innenrand eingebettet sind. Nach aussen nehmen die Gefässe an Grösse, bisweilen auch an Anzahl ab. Diese Zuwachszonen werden ungefähr jede 8 Monate gebildet. JANSSONIUS beschrieb eine ähnliche Zuwachszone.

55. *Achras Sapota* L. (Sapotaceae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 15 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 15 cm.

Ziemlich kleiner Baum, heimisch in Tropisch-Amerika. Der Baum ist immergrün, sowohl in Ost-Java wie in Buitenzorg;

das ganze Jahr hindurch gibt es treibende und blühende Exemplare; jeder einzelne Baum treibt nur an eine beschränkte Anzahl Knospen, die übrigen bleiben ruhen. Das Kambium ist, soweit meine Beobachtungen reichen, immer tätig.

Die Scheibe aus Ost-Java zeigte eine ziemlich undeutliche, etwas unscharfe Ringzeichnung, die durch eine periodisch wechselnde Breite der abwechselnden Libriform- und Parenchymbändchen hervorgerufen wurde. Die Zonen waren jedoch wohl ringsum geschlossen. Die Ringzeichnung der Buitenzorger Scheiben war viel verwaschener und unregelmässiger.

56. *Mimusops Kauki* L. (Sapotaceae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 17 cm.

Auch diese Art ist immergrün und treibt fast das ganze Jahr hindurch; jedes einzelne Exemplar das treibt, tut es aber an der grossen Mehrzahl der Knospen und hält dazwischen oft längere Ruheperioden ein.

Die Scheibe aus Ost-Java zeigt deutliche, ringsum geschlossene Zuwachszonen, die durch Farbdifferenzen im Holz deutlich markiert sind; sie haben aber keine ganz scharfen Grenzen. Auch hier werden sie durch die periodisch breiteren und schmäleren, abwechselnden Libriform- und Parenchymbändchen gebildet.

57. *Alstonia scholaris* R. Br. (Apocynaceae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 15 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 9 cm.

Diesen Baum sah ich nie kahl; KOORDERS und VALETON berichten jedoch, dass er in seltenen Fällen das Laub abwirft. Das Kambium ist, soweit meine Beobachtungen reichen, immer tätig.

Die Scheiben aus Ost-Java und Buitenzorg zeigen beide eine sehr undeutliche Ringzeichnung, die nur bei genauerem Zusehen in dem ganz weissen Holz erkennbar ist. Sie wird durch das periodische Weiterauseinanderrücken der tangentialen Parenchymbänder hervorgerufen, oder mit anderen Worten durch das periodische Breiter- und Schmälerwerden der Libriformbänder. Die schmalen werden in der Trockenzeit gebildet. DEN BERGER nennt die Zuwachszonen von einer Gruppe *Alstonia*-Arten, worunter auch *A. scholaris*: „vag bis ziemlich deutlich“. Bisweilen

im Frühholz eine schmale Zone ohne Parenchym. Auch JANSOHNUS nennt die Zuwachszonen: „bis deutlich, oft sehr wenig ins Auge fallend“. Übrigens beschreibt auch er die Periode in der Entfernung der Holzparenchymsschichten.

58. *Plumiera acuminata* Ait. (Syn. *P. acutifolia* Poir.)
(Apocynaceae).

Material: Ost-Java 2 Scheiben 10-11 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 9 cm.

In Ost-Java sowohl als in Buitenzorg steht dieser kleine, aus Mexiko stammende Baum monatelang kahl oder fast kahl. Im Mai/Juni wird das Laub abgeworfen und die Blütenstände spriessen hervor. Hie und da gibt es dann noch wohl vereinzelt Blätter am Baum. Die Neubelaubung vollzieht sich etwa in den Monaten September und Oktober.

Während des Kahlstehens ruht auch das Kambium, um im übrigen Teil des Jahres energisch tätig zu sein. Doch zeigt sich diese ausgesprochene Periodizität nicht in der Holzstruktur, denn die Scheiben, sowohl aus Ost-Java als aus Buitenzorg, zeigen nur eine sehr schwache Zonenbildung, die in schräg auffallendem Lichte noch am deutlichsten ist. Mikroskopisch sind die Zonen durch ein schmales, bisweilen nicht scharf begrenztes Band von etwas dunklerer Farbe angedeutet, das aus etwas härterem Gewebe besteht. Mikroskopisch sind diese Zonen schwer zu verfolgen; sie bestehen aus Streifen, wo im übrigen homogenen Holze etwas mehr Libriform angehäuft ist. Stellenweise verlieren diese Bänder sich im Gewebe oder fehlen ganz.

59. *Thevetia neriiifolia* Juss. (Apocynaceae).

Material: 1 Scheibe Ost-Java 12 cm; 1 Scheibe Buitenzorg 5 cm.

Dieser kleine, aus Tropisch-Amerika eingeführte Baumstrauch steht nie kahl. Das ganze Jahr hindurch treibt jede Knospe ununterbrochen; nur während der stärksten Dürre stockt das Wachstum ein wenig und der Baum steht dann ein wenig gelichtet. Auch das Blühen dauert das ganze Jahr hindurch an.

Das Kambium ist fast ununterbrochen tätig; nur am Ende der Trockenzeit, wenn die Dürre am grössten ist, ruht es anscheinend bei Exemplaren in Ost-Java.

Die Scheibe aus Ost-Java zeigt nur eine sehr undeutliche Ringzeichnung, hauptsächlich hervorgerufen durch schmale tangentielle Parenchymbänder von 1-3 Zellreihen Dicke. Diese Bänder sind nicht immer ringsum geschlossen, oft verschmelzen sie oder endigen blind im Holze. Es sind höchstwahrscheinlich nicht die Grenzen der verschiedenen Jahresabschnitte. Auch in Buitenzorg zeigt das Holz gleiche Parenchymbänder. In den dünneren Ästen kann man jedoch wirkliche Zuwachszonen antreffen, die durch eine ringförmige Anordnung von vielen — aber nicht grösseren — Gefässen im Frühholze hervorgerufen werden. Diese Art der Zuwachszonen beobachtete ich auch in Buitenzorg.

60. *Lantana Camara* L. (Verbenaceae).

Dieser aus Tropisch-Amerika eingeführte Strauch gehört jetzt zu den auf Java meist verbreiteten Pflanzen. Jede Knospe wächst — wie schon Klebs es angab — ununterbrochen fort. In der Trockenzeit jedoch wirft er in Ost-Java viele Blätter ab und diese Vertrocknung kann sich auf die jungen Blättchen der Spitze ausbreiten, sodass der ganze Vegetationspunkt abstirbt. Das Kambium kann unter günstigen äusseren Umständen ununterbrochen funktionieren, sodass keine Spur von Zuwachszonen gebildet wird. So habe ich in Tjibodas und auch in Buitenzorg einige dicke Äste, die mehrere Jahre alt waren, ohne irgendwelche Zuwachszonen gefunden. In Ost- und auch auf weniger günstigen Standorten in West-Java bildet die Pflanze jedoch sehr deutliche Zuwachszonen. Das Kambium ruht dann auch während kürzerer oder längerer Zeit.

Die Ringe sind ringsum geschlossen, deutlich und scharf begrenzt. Im Frühholze findet man viele grosse Gefässe der Grenze entlang angeordnet; nach aussen nehmen sie in Grösse und Zahl beträchtlich ab. Das letzte Libriform ist oft ein wenig verdickt und bisweilen radial etwas verkürzt. Ausserdem findet man oft andere Zuwachszonen, ausschliesslich aus etwas dickerem Libriform bestehend, oder aus weiterem und engerem Libriform, etwa von den Typen wie sie HANS ANDRÉ beschreibt. Ausserdem muss man bei der Beurteilung, ob das Klima die Bildung der Zuwachszonen verursachte, noch darauf achten, ob der Strauch aufgeastet wurde (was sehr häufig der Fall ist, weil er sehr lange Kletter-

äste bildet, und oft an Zäunen angetroffen wird). Nach einer Aufastung bildet er auch wieder eine ringförmige Anordnung von Gefässen, die dann aber nach innen nicht von engerem und dickwandigem Libriform abgegrenzt wird, sondern von dünnwandigem und oft etwas unregelmässigem Gewebe.

61. *Tectona grandis* L. f. (Verbenaceae).

Material: Ost-Java tausende Bäume; Buitenzorg 4 Scheiben 6-7-9-13 cm; Oelele 1 Scheibe 24 cm.

Der Djatibaum steht in Ost-Java während der Trockenzeit kahl; das Laub wird im Laufe der Monate Juni und Juli bis auf einige wenige dürre Blätter abgeworfen; dann steht der Baum bis in den Oktober ganz kahl. Das Kahlstehen ist eine Folge der Dürre, denn die Bäume an feuchten Stellen können ihr Laub während der Trockenzeit behalten, während eine Regenperiode in der Trockenzeit bewirkt, dass alle Bäume wieder ausschlagen. CORDES berichtet, dass im Regenjahre 1870, in dem es in den sonst so trockenen Monaten Juli, August und September fast täglich regnete, die Djatiwälder Javas sich ununterbrochen in frischem Grün zeigten. Auch in West-Java verlieren die Bäume ihr Laub nie ganz; in Buitenzorg sind die Bäume immer ziemlich voll belaubt. Das Verhalten der Bäume ist dort individuell sehr verschieden.

Das normale Dickenwachstum dieser Art in Ost-Java entnehme ich einer früheren Veröffentlichung (CH. COSTER, 2): „Während der Trockenzeit, wenn der Djati kahl steht, ruht das Kambium. Die Siebgefässe sind zusammengedrückt, die Kallusplatten sind zum Teil stark entwickelt. Nur ein 0.3-0.1 mm breiter Streifen der inneren Rinde enthält noch lebende Siebgefässe. Dies zeigt sich einerseits an den mit Jod sich blau färbenden Anhäufungen von Stärke bei den Siebplatten, andererseits weil die Siebgefässe in diesem schmalen Streifen noch nicht kollabiert und geschrumpft sind.

„Das Kambium beginnt seine Tätigkeit wieder, nachdem das junge Laub sich entfaltet hat, also etwa im Oktober. Das in Europa oft vorkommende Dickenwachstum noch vor Entfaltung des ersten jungen Laubes, habe ich bei *Tectona grandis* L. f. nie

„gesehen, obwohl doch etwa 20-30 Bäume von verschiedenem Alter und verschiedenem Standort in dieser Zeit untersucht wurden.

„Das Dickenwachstum beginnt in den dünnen Ästen, setzt sich auf die dickeren Äste und den Stamm fort, um später auf die Wurzel über zu gehen. Die erste Holzbildung besteht aus Gefässen mit dem umgebenden Parenchym; wird in dieser Zeit — und jetzt geht das sehr leicht — die Rinde vom Holze abgerissen, dann sieht man die ersten Gefässe als feine, etwas gebogene Fäden über das alte Holz verlaufen. Der Zwischenraum zwischen den ersten Gefässen wird meistens weiter mit Holzparenchym ausgefüllt; dann aber geht das Dickenwachstum und die Bildung der normalen Holzelemente normal weiter.

„An der Rindenseite werden abwechselnd Siebgefässe mit Parenchym und Streifen von Bastfasern gebildet. Die Siebgefässe bleiben einige Monate in Funktion, sodass der ursprünglich 0.1-0.3 mm breite Streifen der tätigen Siebgefässe sich verbreitert in ein ungefähr 2 mm breites Band, worin 3-5 Streifen von Bastfasern das Phloem unterbrechen. Das Dickenwachstum vermindert sich mit dem Fortschreiten der Saison und hört etwa im Mai auf. Die später gebildeten Elemente haben im allgemeinen geringere Querdimensionen, besonders die radiale ist kleiner, während die Wand etwas dicker sein kann. Die Siebgefässe in der Rinde hören zu funktionieren auf; von aussen beginnend kollabieren sie nun und die Inhaltstoffe verschwinden grösstenteils.

„Die vorher genannten Zeitpunkte des Anfangs und des Endes des Dickenwachstums, Mai und Oktober, sind im Zusammenhang mit äusseren Umständen grossen Schwankungen ausgesetzt“.

Dieser normale Verlauf des Dickenwachstums in Ost-Java kann jedoch durch äussere Umstände beträchtlich abgeändert werden. Besonders die jüngeren, 1-3-jährigen Bäumchen, bei denen die Wurzeln im Vergleich mit der Krone stark entwickelt sind, zeigen oft ein auch in der Trockenzeit ununterbrochenes Wachstum, sowohl des Laubes als auch des Holzkörpers. Dann wird oft auch keine Zuwachszone gebildet, sodass, wie BEEKMAN schon zeigte, die Abzählung der Jahresringe von Bäumen mit bekanntem Alter oft um ein bis zwei Jahre zu niedrige Zahlen ergibt. In

Toeban habe ich an einigen einjährigen Bäumchen auf gutem Standort einige Messungen vorgenommen, die diese Erscheinung näher präzisieren. An solchen jungen Stämmchen sind die aufeinander folgenden Internodien zwischen den Blattpaaren scharf markiert; die Länge des Internodiums gibt ein Mass für die Wachstumsintensität, sodass durch Messung der Internodien der Verlauf des Wachstums genau verfolgt werden kann. Es wurden 4 Pflanzen gemessen, die einige Meter von einander entfernt

Nummer des Internodiums	Länge des Internodiums in cm				Anmerkungen
	Pflanze 1	2	3	4	
1	5-7	3-4	3	3	Der Anfang der neuen Belaubung ist unterstrichen. Bei den Pflanzen 1 und 2 wurde die Grenze nicht markiert, weil das Wachstum während der Trockenzeit ununterbrochen stark fortgesetzt wurde.
2	»	»	»	»	
3	»	»	»	4	
4	»	»	4	5	
5	»	»	5	6	
6	10-12	»	7	»	
7	»	»	8	8	
8	»	»	10	5	
9	»	»	»	3	
10	17	5	12	6	
11	23	8	15	11	
12	30-35	13	16-18	18	
13	»	16	»	15	
14	»	20	»	9	
15	»	»	»	5	
16	»	»	13	3	
17	»	15	7	<u>15</u>	
18	20-25	»	3	<u>25-30</u>	
19	»	12-15	<u>9</u>	»	
20	»	»	15	»	
21	»	»	20	»	
22	»	»	25	»	
23	»	»	30	15	
24	»	»	5		
25	10	10			
Gesamtlänge der Pflanze	470	250	290	290	

standen und ein verschieden starkes Wachstum während der Trockenzeit zeigten. Die Messungen wurden im Januar 1922 vorgenommen, als die Regenperiode schon wieder etwa 2-3 Monate

eingesetzt hatte. Die ersten Internodien des Stammfusses bis etwa 10 cm Höhe wurde nicht gemessen, weil diese zu gedrängt sind, um richtige Resultate zu liefern, und auch gar keinen Wert für uns haben. Die darauf folgenden Internodien werden mit der Ziffer 1 usw. angedeutet, bis die Spitze die höchste Zahl erhält. Die Pflanze 1 zeigte gar keine Zuwachszone, die Pflanze 2 hatte stellenweise eine verwischte Zuwachszone ausgebildet, während die Pflanzen 3 und 4 einen scharfen deutlichen Jahresring zeigten. Alle vier Pflanzen hatten während der Trockenzeit ihr Laub behalten; 1 und 2 hatten ihr Längenwachstum kräftig fortgesetzt, 3 und 4 nur schwach. Nur bei den Pflanzen, wo das Längenwachstum ununterbrochen stark fortgesetzt wurde, fehlte der Jahresring; dieser kann also bei *Tectona grandis* L. f. noch gebildet werden, wenn der Baum nicht kahl wird und fortfährt, schwach zu treiben.

Mit diesen Beobachtungen sind die Ergebnisse der Arbeit von GEIGER in guter Übereinstimmung. Er fand, dass in Ost-Java die Jahresringe regelmässig gebildet werden; bisweilen fehlen hier die Ringe der ersten 1-2 Jahre. In West-Java ist die Ringbildung unregelmässig, oft verwischt oder nur stellenweise scharf; es können hier bis 12 Jahre hintereinander die Ringe fehlen. Die älteren Bäume bilden jedoch wohl meistens scharfe Jahresringe. Meine eigenen Beobachtungen bestätigen diese Ergebnisse vollkommen: Ein 9 Jahre altes Bäumchen aus Djasinga in der Umgebung von Buitenzorg zeigte nur an der Peripherie einen gut ausgebildeten Ring. Der vorletzte war stellenweise unterbrochen und weiter einwärts fanden sich nur noch wenige vereinzelte, kurze Strecken einer Zuwachszone. Ein analoges Bild zeigten zwei junge Bäume von unbekanntem Alter aus Buitenzorg und eine Scheibe eines vielleicht etwa 15-jährigen Baumes aus Oelele (Atjeh, Sumatra; auch hier gibt es fast keine Trockenperiode). Dagegen hatte ein Ast des grossen alten Tiekbaumes im Buitenzorger botanischen Garten deutliche und meistens ringsum geschlossene Zuwachsringe, die aber stellenweise zusammenliefen und verschmolzen; in einem Falle kam es auch vor, dass sich ein Ring im Gewebe verlor. Ein Bohrspahn, der mit einem Presslerschen Zuwachsbohrer dem Hauptstamm dieses

Baumes entnommen worden war, zeigte nebst deutlichen und normalen Ringen auch solche, die nur von einem schmalen Streifen Parenchym gebildet wurden, und andere, die in unregelmässiger Entfernung unregelmässigen Bau aufwiesen; es liess sich also vermuten, dass auch der Hauptstamm eine analoge, etwas unregelmässige Ringbildung aufweisen dürfte. Diese Ringe sind aber keine Jahresringe, sondern nur Zuwachszonen, wie dies aus der folgenden Beobachtung hervorgeht: Anfang März 1925 stand dieser grosse Baum, der auch von VOLKENS und SIMON beschrieben worden ist ¹⁾, in vollem, grünem Laub, aber fast völlig in Ruhe; er trug alte Blütenstände mit reifen Früchten. Bald darauf trieb die ganze obere Partie der Krone und bildete massenhaft junge Triebe und sehr viele grosse Blütenstände. Es wurde jetzt am 15. April, als die jungen Triebe schon gut herangewachsen waren, ein Bohrspahn des Hauptstammes und ein grosser Ast aus der oberen Kronenhälfte untersucht; beide zeigten ein stark tätiges Kambium, das im oberen Teil des Astes schon zwei Reihen Gefässe des neuen Ringes ausgebildet hatte, im unteren Teil des Astes (etwa 2 m unterhalb der Spitze) etwa eine Reihe, und im Hauptstamm gerade die ersten Gefässe des neuen Zuwachsrings bildete. Andere Äste, die einen neuen Laubtrieb ohne Blüte bildeten, hatten auch schon ein oder zwei Gefässreihen des neuen Ringes ausgebildet. Die Äste jedoch, bei denen die Endknospe noch ruhte, die übrigens aber vollbelaubt waren, zeigten ein ruhendes oder ein sehr schwach wachsendes Kambium, das die letzten Elemente eines Zuwachsrings bildete. Es stimmt also in diesem Baum die Kambiumtätigkeit völlig mit der Laubentfaltung überein; durch die Beobachtungen von VOLKENS und SIMON, sowie durch meine eigenen ist klar bewiesen, dass dieser Baum ein sehr unregelmässiges Verhalten der Laubentfaltung zeigt, dass also die Zuwachszonen auch keine echten Jahresringe sind.

Die Jahresringe des Djati sind so oft beschrieben worden, dass ich mich sehr kurz fassen kann: die Grenze wird durch einen schmälere oder breitere Streifen Parenchym markiert,

1) Im Juli 1925 stürzte der Baum um; im Innern war er hohl und faul.

in dem die vielen sehr grossen Gefässe des Jungholzes regelmässig die Grenze entlang angeordnet sind. Das Altholz weist kleinere, kleinere, im Libriförmig zerstreute Gefässe auf. Wenn aber in feuchteren Gegenden oder bei kleineren Bäumchen der Wachstumstillstand nicht so scharf ausgeprägt ist, kann der normale Ring fehlen und die Zuwachszone nur durch ein schmales scharfes Parenchymbändchen markiert sein. Oft fehlen dann eine Strecke weit im Jungholz die Gefässe vollständig. Bisweilen sieht man auch eine ringförmige Anordnung von Gefässen ohne Parenchymstreifen. Einer der am 15. April 1925 untersuchten Äste des grossen Tiekbaumes beim Fremdenlaboratorium im Buitenzorger Garten zeigte an verschiedenen Stellen einen anderen Typus der Ringbildung: oben am Ast wurde der vorletzte Ring gebildet von einer ringförmigen Anordnung grösserer Gefässe, die unvermittelt an die vielen kleinen Gefässe des Altholzes anschlossen, sodass innerhalb eines breiten Gefässstreifens die Grenze nur durch die grösseren Gefässe markiert wurde. Weiter unten war die Grenze verwischt, weil der Übergang von den kleineren Gefässen des Altholzes zu den grösseren des Jungholzes allmählig erfolgte; noch weiter unten war der Ring ganz normal und scharf ausgebildet. Auch im selben Querschnitt finden sich bisweilen ähnliche Differenzen in der Ausbildung desselben Ringes.

62. *Peronema canescens* Jack. (Verbenaceae).

Material: Ost-Java 2 Scheiben 12-14 cm; Mittel-Java 1 Scheibe 4 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 9 cm.

Dieser Baum, dem Djati sehr nahe verwandt, steht in Ost-Java während der Trockenzeit auch lange kahl. In Buitenzorg beobachtete ich die zwei grossen Bäume im botanischen Garten: in den Monaten Juni und Juli 1925 warfen sie viel Laub ab und blühten Ende Juni-Anfang Juli reichlich. Das Kambium ruhte in dieser Zeit. Ende Juli und August standen sie vollständig kahl, um sich im September wieder neu zu belauben. KOORDERS und VALETON nennen die Art „immergrün“; dies trifft also weder für Ost- noch für West-Java zu.

Aus diesen Beobachtungen geht wohl hervor, dass auch in

Ost-Java, wo die Bäume lange ganz kahl stehen, das Kambium während dieser Zeit in Ruhe sein wird.

Die Scheiben, sowohl aus Ost-Java als aus Buitenzorg, zeigten eine sehr deutliche scharfe und ringsum geschlossene Ringzeichnung. Das Frühholz besteht, wie auch bei Djati, aus grossen Gefässen, die in einem breiten Parenchymband eingeschlossen sind; nach aussen nehmen die Gefässe an Grösse und Anzahl stark ab. Wenn die Ringe dicht aneinander liegen, bestehen sie fast nur aus diesen ersten grossen Gefässen, von Parenchym umschlossen, sodass dieses Holz dann sehr leicht und porös ist. Auf dem Tangentialschnitt gleicht das Holz makroskopisch ausserordentlich dem europäischen Eschenholz.

Zwei Scheiben von 9-jährigen Bäumchen aus Gadoengan, Ost-Java, zeigten 7 ringsum geschlossene, scharfe Zuwachszonen, die ein Mittelstück von $4\frac{1}{2}$ und 5 cm einschlossen, worin nur eine geringe, unscharfe Ringzeichnung zu sehen war. Eine Scheibe eines 4-jährigen Bäumchens aus Mittel-Java zeigte 3 ringsum geschlossene und scharfe Ringe; das Mittelstück mit nur schwacher Andeutung einer Zuwachszone war 2.8 cm im Durchmesser. Hieraus geht hervor, dass diese Art sich in Ost-Java genau wie Djati verhält: in den ersten Lebensjahren kommt es oft nicht zur Ringbildung aber dann wird regelmässig jedes Jahr ein Jahresring gebildet. Ein grosser Ast des grossen Baumes im botanischen Garten zeigte bis auf einige mm vom Markrohr concentrische, sehr deutliche Zuwachszonen; junge Bäumchen standen mir nicht zur Verfügung; es ist nicht unmöglich, dass in Buitenzorg die jüngeren Exemplare eine unregelmässige Zuwachszonenbildung zeigen (wie dies auch beim Djati der Fall ist).

63. *Pluchea indica* Less. (Compositae).

Dieser kleine Strauch ist immergrün und die Knospen treiben immerfort, bis sie durch einen Blütenstand abgeschlossen werden. Das Kambium wächst ununterbrochen weiter; nur in Ost-Java ruht es auf dünnen Standorten gegen das Ende der Trockenzeit. Dort werden dann auch Zuwachszonen gebildet, die aus einer ringförmigen Anhäufung mehrerer und oft etwas grösserer Gefässe bestehen, die von einigen Reihen radial kürzerer Mark-

strahlzellen (und bisweilen auch von etwas in geringem Masse englumigerem Libriform) nach innen abgegrenzt sind. In Buitenzorg bildet der Strauch sehr oft keine Zuwachszonen; an Zäunen findet man aber oft aufgeästete Pflanzen, die infolge der Aufästung einen Zuwachsring bildeten. Dieser Ring wird dann nach innen von dünnwandigerem Libriform abgegrenzt.

B. AUS DER GEMÄSSIGTEN ZONE STAMMENDE ARTEN.

1. *Pinus halepensis* Mill. (Pinaceae).

Material: Tjibodas 1 Scheibe 5 cm.

Von dieser aus dem Mittelmeergebiet stammenden Art wurden im Jahre 1916 etwa 15 Exemplare in Tjibodas ausgesetzt, die dort ein lebhaftes Wachstum zeigen. Das Kambium fand ich alle drei Male, die ich es untersuchte, nämlich Januar und August 1924 und Juli 1925, tätig. Von einem der kleineren Bäume, der 4 m hoch war und einen unteren Stammdurchschnitt von 5 cm aufwies, erhielt ich eine Scheibe aus dem Stammfuss. Diese Scheibe, die also 9 Jahre alt war, zeigte nur einige sehr undeutliche, verwischte und nicht ringsum geschlossene Ringe. Sie wurden gebildet von einer Zone Spätholztracheiden, deren radialer Durchmesser ein wenig kleiner war als derjenige der Weitholztracheiden; der Übergang nach aussen und nach innen erfolgte jedoch oft ziemlich gleichmässig und es verlor sich auch die Zone der Spätholztracheiden oft weiterhin im Gewebe. Auch die Zuwachszonen der dünneren Äste waren von demselben verwischten und abgebrochenen Typus.

2. *Pinus palustris* Mill. (Pinaceae).

Material: Tjibodas 1 Scheibe 14 cm.

Von dieser aus den südlichen Staaten von Nord-Amerika stammenden Art habe ich die Kambialtätigkeit in Tjibodas nur einmal verfolgt, aber aus dem Verhalten der übrigen untersuchten Pinusarten, sowie aus dem Typus der Zuwachszonen, lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen, dass auch diese Art ein fast ununterbrochenes Dickenwachstum zeigt.

Man findet im Berggarten einige ziemlich grosse Bäume, die

einen ziemlich guten Wuchs zeigen; sie sind alle dicht am Boden in drei bis vier Hauptstämme oder grosse Äste verteilt, die alle ungefähr vertikal emporwachsen. Die dünneren Seitenäste sind lang und dünn, schlangenartig gekrümmt und tragen an der Spitze einen Nadelzopf. Im Juli untersuchte ich verschiedene Äste desselben Baumes. Das Kambium war stark tätig, bildete aber nicht überall dieselben Elemente: an dem einen Ast wurden radial schmalere Spätholztracheiden gebildet, bei einem anderen weite Tracheiden im Anfang einer Zuwachszone. Auch wurden innerhalb eines Querschnittes nicht immer überall dieselben Elementen gebildet.

Die grosse Scheibe von einem vertikalen Hauptast zeigte viele Zuwachszonen, einige scharf, andere verwischt, bisweilen mit einander verschmelzend und in sehr ungleicher Entfernung von einander (Tafel II, Fig. 2). Die Zuwachszonen waren von verschiedenem Typus: die Spätholztracheiden bisweilen nur radial verkürzt, bisweilen aber auch dickwandiger; die eine Zone war durch einen schroffen Übergang zwischen Früh- und Spätholz scharf nach aussen abgegrenzt, die andere nach beiden Seiten allmählig ins Weitholz übergehend. Hier fand sich eine breite Zone Frühholz und nur wenige Reihen Spätholztracheiden, dort war das Frühholz auf nur eine Reihe weitholmiger Tracheiden beschränkt. Es macht den Eindruck, alsob die Tendenz zur periodischen Bildung verschiedener Elemente wohl vorhanden wäre, aber unter den gleichmässigen Wachstumsbedingungen sehr unregelmässig zur Äusserung käme. Ein authentisches Muster dieser Art aus Amerika zeigte sehr deutliche und scharf begrenzte Zuwachszonen mit breitem Spätholz, worin die dickwandigen und radial verkürzten Tracheiden gegen die weitholmigen Frühholztracheiden scharf abstachen.

3. *Taxodium distichum* Rich. (Pinaceae).

Material: Tjibodas 1 Scheibe 7 $\frac{1}{2}$ cm.

Dieser aus den östlichen und südlichen Staaten von Nord-Amerika stammende Baum ist im Berggarten Tjibodas vertreten in zwei grossen Exemplaren, die das ganze Jahr hindurch grün stehen und immerfort mehr oder weniger junges Laub entfalten. In

ihrer Heimat und in Europa steht diese Art im Winter kahl. Das Kambium sah ich in Tjibodas, soweit es sich beurteilen liess, immer mehr oder weniger tätig; trotzdem werden scharfe, ringsum geschlossene Zuwachsrings vom normalen Conferentypus gebildet. Die Periodizität des Kambiums tritt in den verschiedenen Ästen ganz unabhängig voneinander auf: so fand ich im August 1924 an einem der zwei Bäume Äste, die etwa am Ende der Zuwachszone angekommen waren, nebst solchen, die anscheinend auf halbem Wege waren, und andere, die gerade einige Reihen der weitleumigen Frühholztracheiden gebildet hatten. Selbst alle Kambiumzellen eines und desselben Querschnittes brauchen nicht synchron zu arbeiten; denn einmal, im April 1925 traf ich einen Querschnitt eines etwa 8 mm dicken Ästchens, wo das Kambium stellenweise schon 4 Reihen weitleumiger Tracheiden des Frühholzes gebildet hatte, weiter am Umriss aber deren 3, 2, 1, noch weiter die letzten Elemente des Spätholzes des vorigen Ringes bildete. Diese Periodizität des Kambiums stimmt aber ziemlich gut mit der Laubperiodizität überein, in dem Sinne, dass einige Zeit nach dem Treiben von jungen Kurzästchen auch das Kambium darunter weitleumige Tracheiden bildet, um mit dem Altern des Laubes Engtracheiden aus zu bilden. Wenn ein Ast jetzt zwei Nebenäste trägt, von denen der eine junges Laub treibt und der andere noch Altlaub trägt, wird der Hauptast auf der einen Seite Jungholztracheiden aufweisen und auf der anderen Seite Altholz. Der Laubausbruch ist aber oft auch nicht streng astweise periodisch, sodass man dann verworrene, schwer zu entziffernde Zustände bekommt.

Die Zuwachszonen befinden sich an den dünneren Ästen in ziemlich unregelmässiger Entfernung von einander; bisweilen sind deren zwei hart aneinandergerückt, nur angedeutet durch eine einzige Reihe radial kürzerer Tracheiden, dann wieder weit auseinander und mit vielen Reihen der radial kürzeren Spätholztracheiden. Bisweilen verschmelzen zwei Zuwachszonen, in weitaus den meisten Fällen sind sie aber concentrisch. Die Scheibe des $7\frac{1}{2}$ cm dicken Astes aber zeigte eine viel regelmässiger Ringzeichnung: es fanden sich hier 13 geschlossene, deutliche und scharf begrenzte Zuwachszonen in ziemlich regelmässiger Ent-

fernung voneinander, von denen nur zwei sich stellenweise über etwa ein Drittel des Umrisses verdoppelten. Die drei inneren Ringe waren unregelmässiger und verloren sich hie und da im Gewebe. Am Umriss hatte das Kambium stellenweise etwa ein bis anderthalb mm Jungholz, aus etwa 20 Reihen weitleumigen Tracheiden bestehend, gebildet; einige cm weiter bestand aber das Jungholz nur aus einer Reihe dieser Tracheiden, um weiter am Umriss wieder eine breitere Insel Jungholz aufzuweisen. Einige Meter oberhalb dieser Stelle war das Kambium noch in der Ausbildung der letzten Spätholztracheiden begriffen, während die dünneren Seitenäste ein wechselndes Bild aufwiesen. Einige hatten schon mehrere Reihen Jungholztracheiden gebildet, andere dagegen waren noch im Begriff, die letzten Elemente des vorigen Ringes auszubilden. Ein anderer Ast weiter unten am Stamm zeigte die gleiche Verschiedenheit der Kambialtätigkeit: Bildung des letzten Teiles einer Zuwachszone neben Bildung erster Weitholztracheiden. Ein gewisser, wenn auch sehr schwacher Zusammenhang zwischen der Kambialtätigkeit in den verschiedenen Teilen des Baumes war hier also zu bemerken. Es hatte zur Zeit als ich diesen Ast untersuchte, Anfang Juli 1925, in zwei Monaten fast nicht geregnet, für Tjibodas also eine unerhörte Trockenheit. Das Dickenwachstum hatte der Baum jedoch nicht eingestellt und das Kambium hatte trotz der Dürre seine eigene Periodizität eingehalten.

Ein authentisches Muster dieser Art von dem „New-York state college of forestry“ zeigte sehr schöne und scharfe Zuwachszonen mit einer breiten Schichte Spätholz. Die Spätholztracheiden waren sehr dickwandig und radial stark verkürzt, die Frühholztracheiden dagegen dünnwandig und sehr weitleumig. Der bedeutendste Unterschied dem Holz aus Tjibodas gegenüber wurde durch die viel stärkere Ausbildung des Spätholzes gebildet.

4. *Cupressus fastigiata* DC. (Pinaceae).

Material; Tjibodas 1 Scheibe 14 cm.

Dieser aus Kleinasien, Griechenland und Persien stammende Baum steht in Tjibodas (wie überall) nie kahl. Die *Cupressus*-Arten scheinen in dem Klima von Tjibodas überaus günstige

Lebensbedingungen gefunden zu haben, denn alle dort kultivierten Cupressus-Arten zeigen einen kräftigen Wuchs und bilden sehr schöne Exemplare aus. Ein Exemplar von *Cupressus glauca* Lam., das jetzt in 1925 20 Jahre alt ist, weist eine Höhe auf von 22.5 m und der untere Stammumfang beträgt 2.5 m (Durchmesser 0.74 m).

So auch diese Art. Soweit dies an Querschnitten genau zu sehen ist, habe ich das Kambium immer mehr oder weniger tätig gefunden; trotzdem werden wohl mehr oder weniger deutliche Zuwachszonen vom gewöhnlichen Coniferentypus gebildet. Im August 1924 untersuchte ich sechs verschiedene Äste desselben Baumes; das Kambium war in den verschiedenen Ästen im Begriff, verschiedene Teile einer Zuwachszone zu bilden. In dem einen wurden Spätholztracheiden, in dem anderen die ersten Frühholztracheiden, in wieder einem anderen Ast wurde die mittlere Zone eines Ringes gebildet. Diese Zuwachszonen sind aber, sowohl in den dünneren Ästen als auch im Hauptstamm meistens verwischt und oft nicht ringsum geschlossen. Sie entstehen dadurch, dass die Tracheiden zonenweise radial kürzer werden und oft eine etwas dickere Wand aufweisen; dieser Übergang ist aber oft sowohl nach innen als nach aussen allmählig; dazu kommt noch, dass der Unterschied zwischen Früh- und Spätholztracheiden oft nur sehr gering ist, sodass die Ringe dann nur schwach angedeutet sind. Oft sind auch die Zuwachszonen von sehr ungleicher Breite.

Die Scheibe von 14 cm zeigte eine sehr unregelmässige, verwischte Ringzeichnung; die Ringe sind stellenweise scharf, oft aber ringsum nicht geschlossen und oft sehr undeutlich und verwaschen.

5. *Cupressus funebris* Endl. (Pinaceae).

Material: Tjibodas 1 Scheibe 6 1/2 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 18 cm.

Dieser aus China stammende Baum zeigt im Berggarten Tjibodas auch ein lebhaftes Wachstum. Das Kambium fand ich immer mehr oder weniger tätig; es bildet in den verschiedenen Ästen eines und desselben Exemplares nicht gleichzeitig dieselben Elemente aus. So fand ich im Juli 1925 Äste, die im Begriff

waren, Frühholz, aber auch solche, die im Begriff waren, Spätholz zu bilden. Die Zuwachszonen der dünneren Äste waren ungefähr denjenigen von *Cupressus fastigiata* DC. gleich: öfters scharf und deutlich, oft aber auch verwischt, von sehr ungleicher Breite und auch wohl miteinander verschmelzend. Die Scheibe von Tjibodas jedoch zeigte eine sehr feine und viel deutlichere Ringzeichnung als die Scheibe der *C. fastigiata* DC. aus dem Berggarten. Dies wird wohl daher rühren, dass die Scheibe der *C. fastigiata* von dem Hauptstamm eines kräftig wachsenden Baumes stammte, die Scheibe der *C. funebris* jedoch von einem langsam wachsenden Seitenast. Die Ringe waren trotzdem nicht alle scharf und viele stellenweise miteinander verschmolzen. Die Scheibe aus Buitenzorg zeigte im inneren Teil verwaschene und nicht ringsum geschlossene Ringe; mehr nach aussen wurde die Ringzeichnung schärfer, aber sie blieb noch unregelmässig, während auch die Zuwachszonen sich noch oft im Gewebe verloren.

6. *Salix babylonica* L. (Salicaceae).

Material: Tjibodas 1 Scheibe 5 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 7 cm.

Im Berggarten Tjibodas steht ein kleiner Baumstrauch dieser Art, der im Dezember des Jahres 1922 aus Europa kam. Er ist immergrün und wächst den grössten Teil des Jahres immerfort; doch warf er im August 1924 viel Laub ab, ohne kahl zu stehen, und stellte auch die Laubentfaltung der Endknospen fast ganz ein. Im Juli des nächsten Jahres stand er aber vollbelaubt da und zeigte auch eine immer fortdauernde Laubentfaltung. Das Dickenwachstum zeigte eine ausgeprägtere Periodizität als die Belaubung: im Januar 1924 war das Kambium stark tätig und hatte schon eine Zeitlang ununterbrochen funktioniert, wie ersichtlich aus der Breite des Holzringes, der in der Ausbildung begriffen war. Gegen Mai nahm die Tätigkeit des Kambiums stark ab, um im Juli ganz zu erlöschen. Im October setzte das Dickenwachstum wieder kräftig mit der Bildung weiterer Elemente ein, wodurch ein scharfer, ringsum geschlossener Ring gebildet wurde. Das nächste Jahr zeigte das Dickenwachstum

ähnlichen Verlauf: gegen April/Mai nahm es stark ab, um im Juni/Juli ganz zu erlöschen, während es im November neu erwachte, um gegen Juni 1926 wieder zu erlöschen.

Wie ich schon früher (4) beschrieben habe, zeigt dieses Exemplar eine Umbildung der Reservestoffe im Stamm, der mit der Kambialtätigkeit synchron verläuft: während der Ruhe findet man viel Fett in der Rinde und auch im Markrohr und im Holze, während man in der Rinde weniger Stärke findet. Mit dem Neuerwachen des Kambiums jedoch verschwindet das Fett grösstenteils aus der Rinde; es nimmt auch im Holz und im Mark ab, während in der Rinde wieder mehr Stärke auftritt. Das grosse, aber etwas ärmliche Exemplar im Buitenzorger botanischen Garten, das schon mehr als 40 Jahre dort steht, zeigt nicht diese Periodizität der ganzen Pflanze, sondern die Äste halten jeder für sich eine andere Phase des Dickenwachstums ein; die periodische Umbildung der Reservestoffe ist auch verwischt, es werden aber noch wohl scharfe, ringsum geschlossene Zuwachsringe von demselben Typus gebildet. Zwei grosse, kräftige Bäume auf dem Landgut Rarahan bei Tjibodas zeigten im Juli 1925 volle Belaubung und kräftiges Sprosswachstum; es gab hier auch Äste, die ihren Zuwachsring gerade abschlossen, nebst solchen, die noch sehr kräftig in die Dicke wuchsen. Ein 5 cm dicker Ast von einem dieser Bäume zeigte 3 scharfe, ringsum geschlossene Ringe; der vierte war gerade etwa zu einem Drittel ausgebildet.

Die Scheibe von einem 7 cm dicken Hauptast des grösseren Baumes aus dem Buitenzorger botanischen Garten zeigte eine viel unregelmässiger Ringbildung. Nebst zusammenfliessenden Zuwachszonen fanden sich auch solche, die sich im Gewebe verloren, oder solche die nur ganz flau angedeutet waren. Die Breite der verschiedenen Zuwachszonen war auch sehr unregelmässig und verschieden.

Die Gefässe im Spätholz sind viel kleiner als im übrigen Teil des Ringes; die letzten Librifasern sind oft radial etwas kürzer. Die Grenze selbst wird von einem schmalen, 1-4 Zellreihen breiten Parenchymstreifen gebildet, woran die ersten weiteren Elemente des Frühholzes grenzen. Die ersten Gefässe

sind oft noch klein und erst die folgenden viel grösser als diejenigen des Spätholzes.

Auf Grund dieser Beobachtungen lässt sich die Vermutung aussprechen, dass Exemplare dieser Art, die aus Europa in das gleichmässige tropische Gebirgsklima versetzt werden, noch einige Jahre lang einen Rhythmus des Dickenwachstums und der Reservestoff-Umbildung einhalten, welcher aber allmählig verschwindet für den Baum als Ganzes betrachtet. Die Äste behalten jedoch den Rhythmus des Dickenwachstums, jeder für sich selbständig; periodisch werden auch (in den dicken Ästen bisweilen abnormale) Zuwachszonen gebildet, ohne dass das Klima oder andere äussere Umstände (soweit mir bekannt) dazu die Veranlassung bilden.

7. *Alnus maritima* Nutt. (Betulaceae).

Material: Tjibodas 1 Scheibe 4×6 cm.

Von dieser in Formosa und Japan heimischen Art stehen zwei etwa 10 m hohe Bäume im Berggarten Tjibodas. Sie stehen immer voll belaubt, zeigen ein gesundes Wachstum; das ganze Jahr hindurch ununterbrochen fortgeht, und blühen auch zu allen Jahreszeiten. Das Kambium ist immer mehr oder weniger tätig; es werden wohl Zuwachszonen gebildet, die aber nicht von einer Periodizität des Dickenwachstums des ganzen Baumes herrühren, sondern nur die Folge einer ganz lokalen Periodizität der Kambialzellen sind. So fand ich z. B. im Juli 1925 an verschiedenen Ästen desselben Baumes ganz verschiedene Kambialtätigkeit: der eine Ast bildete gerade die radial schmalen Elemente des Spätholzes, der andere aber weite Elemente am Anfang oder in der Mitte einer Zuwachszone.

Die Zuwachszonen sind nicht alle vom selben Typus. Meistens wird die Grenze im übrigens ganz homogenen Holze von 2-5 Reihen radial stark verkürzter und oft etwas verdickter Librifasern und Parenchymfasern gebildet; die Markstrahlzellen sind dann auch in dieser Zone verkürzt. Aber man findet auch, dass an diese Zone eine ringförmig angeordnete Reihe etwas grösserer Gefässe sich anschliesst und dass bisweilen die anschlies-

senden Elemente des Frühholzes grösser sind als diejenigen der inneren Zone des Spätholzes.

Die Ringe liegen in unregelmässiger Entfernung von einander, oft nur mit einer schmalen Zwischenzone, dazwischen dann wieder mit einer breiten. Oft trifft man auch zwei Zonen der radial verkürzten Elemente des Spätholzes hart aneinandergerückt, mit nur einigen wenigen weiteren Elementen dazwischen; diese beiden Zonen verschmelzen dann oft weiter im Querschnitt.

Eine Scheibe (4 × 6 cm im Durchmesser) eines kräftig wachsenden, gut ernährten Astes zeigte nur einen Ring in 0.9 cm Entfernung vom Mark. Auf dem Querschnitt sind die Ringgrenzen als feine, helle Linien sichtbar. Die weniger gut ernährten Äste zeigen oft viele dieser Ringgrenzen in der Entfernung von nur einigen Millimetern voneinander.

Nach der Beschreibung von BIENFAIT und PFEIFFER zeigen die Zuwachszonen von *Alnus glutinosa* Goertz. in Europa an der Grenze auch einen schmalen Streifen lichter Libriformgewebes, woran sich die grösseren und zahlreicheren Gefässe des Frühholzes in ringförmiger Anordnung anschliessen. Diese Merkmale sind dort aber ziemlich konstant, im Gegensatz zu der Ausbildung der Ringgrenze in Tjibodas.

8. *Fagus sylvatica* L. (Fagaceae).

Material: Gipfel des Pangerango 1 Scheibe 3.2 × 4 cm.

Das einzige Exemplar der Buche auf Java wurde im Jahre 1840 von THYSMANN, dem damaligen Hortulanus des Buitenzorger botanischen Gartens, zusammen mit anderen europäischen Gewächsen auf dem Gipfel des Pangerango ausgepflanzt. Dieser Standort sagte der Buche gar nicht zu; kaum fristete sie dort das Leben und zeigte einen ganz anderen Wuchs und anderen Habitus als in der Heimat. Das Klima auf dem Gipfel des Pangerango (3023 M. über dem Meeresspiegel) ist schroff, und starkem Wechsel ausgesetzt. In einer früheren Arbeit habe ich ausführlich das Klima des Pangerangogipfels und den Wuchs der Buche dort beschrieben (COSTER N^o. 5). Dieser Veröffentlichung entnehme ich hier folgende Abschnitte:

„Die jetzt 85-jährige Buche zeigt eine typische Kümmerform. „Nur wenig über Meterhoch, breitet sich das Laubdach kuppenförmig, wie rasiert aus, sodass die Krone eine geschlossene, abgerundete Masse bildet. In Europa trifft man solche Bilder „oft auf Weideplätzen, wo das Vieh die jungen Triebe abfrisst, „sodass die Krone niedrig kuppenförmig gehalten wird; wenn „dann aber ein Trieb in der Mitte dieser Kuppe durchkommt, „entwickelt sich ein normaler Baum. Der Busch selber ist etwa „4 × 2½ m lang und breit, die Höhe beträgt 1-1½ m; im „Inneren der Pflanze liegt der kurze Hauptstamm auf dem Boden; „er verzweigt sich in viele 3-5 cm dicke Äste, die anfangs „schlangenartig über den Boden kriechen, sich später aber er- „heben. Sie sind von dicken Moospolstern bedeckt, worin viele „kleine Würzelchen herausragen. In der Trockenzeit ist das Moos „dürre und braun und die Würzelchen sind dann vertrocknet; in „der Regenzeit jedoch saugen sich die Moospolster voll mit „Wasser und bieten dann ein günstiges Substrat für die Ad- „ventivwurzeln. Einzelne dieser Äste haben sich weiter hinauf „fest bewurzelt, sodass sie gewissermassen eine selbständige „Pflanze darstellen; inwieweit aber das Verbindungsglied zwi- „schen Hauptpflanze und Ast noch funktioniert, lässt sich nicht „ohne weiteres sagen. Die dickeren Äste tragen viele grosse „warzenförmige Lentizellen. Die Pflanze bildet nie Blüten und „Früchte aus, das Wachstum ist rein vegetativ. Die dünneren „Äste sind reich verzweigt und eng aneinander gerückt, sodass „sie der Krone das büstenförmige Aussehen geben. Diese Ver- „zweigungen bleiben aber nur kurz, die Endknospe stirbt öfters „ab, sodass die untengelegenen Knospen austreiben, aber auch „wieder absterben, sobald sie ein wenig über das rasierte Kronen- „dach hinausgehen. Was man in Europa bei den durch Weide- „vieh verbissenen „Kuhbuchen“ antrifft, bei denen jedes Jahr „die neu austreibenden Triebe verbissen und auf kurze Stummel „reduziert werden, findet man hier wieder, nur dass die Reduk- „tion der Triebe nicht durch Vieh sondern durch klimatische „Einflüsse verursacht wird.

„Die Pflanze steht im vollen Lichte, nur die Hinterseite wird „von einem grossen Strauch *Anaphalis javanica* Sch. Bip. ein

„wenig beschattet und überwachsen. Die Blätter und Knospen
 „sind jedoch viel kleiner als bei den normalen europäischen
 „Exemplaren; kann man in Europa im Mittel die Blattgrösse auf
 „etwa $7 \times 4\frac{1}{2}$ cm stellen und die Länge der Endknospen auf
 „16-20 mm, so sind diese Masse für die Buche auf dem Pange-
 „rango im Mittel etwa $3\frac{1}{2} \times 2$ cm (Länge und Breite der Blätter)
 „und 7-8 mm (Länge der Knospen). Diese Grössen wurden er-
 „mittelt, indem einige Blätter und Knospen mittlerer Grösse
 „nach Augenmass ausgesucht und gemessen wurden. Die Blätter
 „werden von einem 3-4 mm langen Blattstiel getragen. Die
 „Knospen sind vom gleichen Bau wie bei den normalen Exem-
 „plaren, dicht umschlossen von den typischen, dachziegelig an-
 „geordneten braunen Knospenschuppen.

„Die Lauberneuerung dieser Buche ist der Gegenstand der
 „besonderen Aufmerksamkeit der früheren Besucher gewesen;
 „ich selbst sah die Buche dreimal, im August 1924, Mai und
 „August 1925. Ausserdem stehen mir aber noch einige kurze
 „Notizen über das Aussehen der Buche von Herrn Dr. DOCTERS
 „VAN LEEUWEN zur Verfügung, der sie mir gütigst überliess. Die
 „Pflanze zeigt immer mehr oder weniger dasselbe Bild: ein Teil
 „der Krone ist dürr, die braunen Blätter sitzen noch an den
 „Ästen; einzelne kleinere Ästchen sind kahl und tragen nur
 „ruhende Knospen, ein anderer Teil der Krone trägt aber grüne
 „ausgewachsene Blätter, von denen hie und da einzelne anfangen,
 „sich zu verfärben. Endlich gibt es immer auch (wenige) trei-
 „bende Ästchen, die sich entfaltende Knospen tragen. Soweit
 „meine Beobachtungen reichen, beschränkt sich die astweise
 „Periodizität auf die grösseren Äste, die also eine Einheit bilden.
 „Im Folgenden gebe ich die verschiedenen Notizen über Laub-
 „erneuerung.

„Notizen von Dr. DOCTERS VAN LEEUWEN.

„29. III. 1920. Der hintere Teil unter dem Schatten anderer
 „Pflanzen ist grün, der vordere Teil zeigt braune (abgestorbene)
 „Blätter.

„17. II. 1921. Fast ganz im grünen Laub, hie und da ein Ast
 „mit braunen Blättern.

„24. III. 21. Der vordere Teil mit dünnen Blättern.

„13. V. 1921. Fast die ganze Krone mit dünnen Blättern, nur
 „der hintere Teil unter dem Schatten noch grün.

„1. IV. 1922. Grösstenteils dürreres Laub.

„1. IV. 1924. Grösstenteils dürreres Laub.

„Eigene Notizen:

„1. VIII. 1924. Ungefähr ein Drittel der Krone dürr und braun,
 „zwei Drittel frisch und grün. Einzelne kahle Ästchen, einzelne
 „treibende Ästchen.

„29. V. 1925. „Ungefähr ein Fünftel des Laubes dürr, meis-
 „tens Äste an der Vorderseite. Das grüne Laub teilweise infolge
 „der starken Dürre schlaff, teilweise schon zu vertrocknen be-
 „ginnend. Ein einzelnes Ästchen kahl oder mit treibenden Knos-
 „pen, die gerade in der Laubenfaltung begriffen sind.

„11. VIII. 1925. Etwa drei Fünftel dürr und braun oder kahl;
 „ein Fünftel frisches, junges Laub und ein Fünftel satt grünes
 „Laub. Die Äste, die am 29. V. dürr waren, sind es noch immer.
 „Einzelne Äste unter dem Schatten der Anaphalis sind im Treiben
 „begriffen. Sehr viele grüne Blätter zeigen dürrere Ränder und
 „braune Stellen.

„8. XI. 1925. Herr DOCTERS VAN LEEUWEN hatte die Güte die
 „Buche nochmals nach zu sehen. Jetzt war ungefähr die Hälfte
 „der Krone dürr, ungefähr $\frac{1}{4}$ hatte junges Laub (die Äste die
 „am 11. VIII. im Treiben begriffen waren). Es war noch immer
 „sehr trocken auf dem Gipfel.”

„Wie aus Obenstehendem erhellt, reichen die Notizen nicht
 „aus, um zu bestimmen, ob die Periodizität der Äste einen Jahres-
 „zyklus umfasst oder nicht; aus anderen Beobachtungen meine
 „ich aber schliessen zu können, dass die Periode wirklich eine
 „Jahresperiode ist. Man bekommt den Eindruck, dass die Pflanze
 „in den Monaten März bis Juni viel dürreres Laub trägt, das später
 „in den Monaten Juli bis September durch junges Laub ersetzt
 „wird. Das aussergewöhnlich trockene Jahr 1925 macht gewis-
 „sermassen eine Ausnahme; die Monate Mai, Juni und Juli waren
 „sehr trocken, sodass das Laub unzeitig vertrocknete. Besonders
 „die vordere Seite der Pflanze war dürr.

„Die Kambialtätigkeit verläuft synchron mit der Laubperio-
 „dizität. An Ästen mit treibenden Knospen oder ganz jungem

„Laub kann man die erste Anlage der grösseren Frühholzgefässe beobachten; wenn das Laub älter ist, sind die Frühholzgefässe fertiger entwickelt und die mittleren Elemente der Zuwachszonen werden ausgebildet. Da aber das Dickenwachstum sehr gering und die Kambialtätigkeit daher sehr langsam ist, ist es oft sehr schwer, später im Zuwachsring zu entscheiden, ob das Kambium schon ruht oder noch tätig ist. Jedenfalls ist es unbedingt sicher, dass die Entfaltung der Knospen das neue Dickenwachstum und die neue Zuwachszone einleitet.

„Die Zuwachszonen sind sehr eng, aber ganz normal. Oft besteht der Zuwachsring nur aus einer einzigen Reihe der grösseren Frühholzgefässe mit dem umgebenden paratrachealen Parenchym, dazwischen die Markstrahlen und einige wenige Librifasern; nach aussen wird die Zuwachszone dann durch ein bis drei Reihen Librifasern (oft radial etwas abgeflacht) abgeschlossen. Bei den breiteren Ringen trifft man aber mehrere Reihen Gefässe an, die nach aussen in Durchmesser abnehmen, während das Spätholz dann durch mehrere Reihen Librifasern ohne Gefässe gebildet wird. Die Markstrahlzellen auf der Ringgrenze sind oft radial kürzer und tangential etwas verbreitert; die grossen Markstrahlen in den dicken Ästen ragen aus dem Holz heraus (bis etwa $\frac{1}{5}$ mm), während sie in den dünneren Ästen flach oder nach innen ausgeschweift (auch bis etwa $\frac{1}{5}$ mm) sind.

„Die Zuwachsringe sind so schmal, dass sie nur unter dem Mikroskop gezählt werden können. Einer der dickeren Hauptäste, den ich der Untersuchung opferte, wies auf ungefähr 30 cm Entfernung von der Basis einen Durchmesser von $3,2 \times 4$ cm auf. Die inneren Zuwachszonen sind breiter als die äusseren; während die inneren etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{4}$ mm breit sind, gibt es weiter nach aussen ganze Zonen, wo die Ringe nur etwa die Breite eines Gefässes aufweisen, ungefähr $\frac{1}{10}$ mm. Hier und da findet man dann eine Zuwachszone, die wieder ein wenig breiter ist. Im ganzen zählte ich 65 ringsum geschlossene und scharf begrenzte Zuwachszonen; nur bei den schmalen Zonen war es bisweilen schwer, die Grenze aufzufinden, d.h. zu bestimmen, ob nur eine Gefässreihe die Zone bildete oder deren zwei. Aber in solchen Fällen war an den radial verkürzten Markstrahlen-

zellen meistens wohl die Entscheidung zu treffen. Ein dünnes Ästchen von 6 mm Durchmesser, wies 20 Zuwachszonen auf.

„Dies ist ein überaus interessantes Ergebnis: die Pflanze war im August 1924, als ich die Zählung vornahm, 84 Jahre alt. Einer der Hauptäste wies ungefähr 30 cm vom Boden 65 Zuwachszonen auf, es ist also sehr wahrscheinlich, dass die Zuwachszonen einmal pro Jahr ausgebildet werden, dass der Ast also auf der untersuchten Stelle 65 Jahre alt war. Die Periodizität der Belaubung wird astweise eingehalten, die Periodizität des Kambiums stimmt mit derjenigen der Belaubung überein, aber obgleich die Äste eine autonome Periodizität aufweisen, wird doch die Jahresperiode eingehalten“.

9. *Castanea sativa* Mill. (Fagaceae).

Material: Tjibodas 1 Scheibe 7 cm.

Diese aus Süd-Europa stammende Art wird in einigen Exemplaren in Tjibodas kultiviert. Es sind niedrige Bäume, die mehr den Habitus von Baumsträuchern zeigen; das grösste Exemplar ist etwa 5 m hoch, mit breiter Krone und einigen vom Boden ab getrennten, etwa 30 cm dicken Hauptästen. Das ganze Jahr hindurch trägt der Baum grünes Laub, treibt an verschiedenen Ästen, blüht und trägt ältere Früchte, und wirft auch fortwährend das alte Laub ab, sodass man auch kahle Ästchen antrifft. Man findet immer viele ruhenden neben treibenden Knospen.

Das Kambium ist periodisch tätig, aber an einem Baum halten die verschiedenen Äste nicht die gleiche Phase ein. So fand ich im Juli 1925 an einem Baum Äste, die gerade junges Laub trieben und wovon das Kambium die ersten grossen Gefässe des Frühholzes bildete; andere Äste mit sattgrünem Laub waren etwa in der Hälfte der Zuwachszone, wieder andere, die kahl standen, waren am Ende ihrer Zuwachszone, obschon auch hier noch hier und da einzelne Partien anscheinend ein sehr geringes Dickenwachstum zeigten.

Die 7 cm dicke Scheibe des Hauptstammes eines kleineren Bäumchens zeigte 11 ziemlich deutliche, ringsum geschlossene Zuwachszonen. Dieser Baum trug im Juli 1925, als er gefällt

wurde, an den meisten Ästen schon älteres Laub; es zeigten sich nur sehr wenige treibende Knospen. Der Hauptast und die meisten, jedoch nicht alle der von mir untersuchten Seitenäste bildeten Spätholzelemente. An diesem Baum war also eine mehr einheitliche Periodizität zu beobachten.

Die Zuwachszonen bestehen aus einer oder mehreren Reihen grösserer und zahlreicherer Gefässe, an die sich der übrige Teil der Zone anschliesst, dessen Gefässe viel kleiner sind. Die letzten Reihen des Libriforms sind dann oft radial verkürzt. Aber nicht immer findet man diese zahlreichen grossen Gefässe im Frühholz, bisweilen besteht das Frühholz nur aus weiteren Libriformfasern mit kleinen Gefässen, die ans Spätholz anschliessen. In den dünneren Ästen traf ich auch Zuwachszonen deren Grenze nicht scharf war, indem die Gefässgrösse nach dem Frühholz hin nur allmählig zunahm und das letzte Libriform nicht oder nur wenig radial verkürzt war. Es werden auch Zuwachszonen durch breite Bänder dickwandiger Libriformfasern ohne Gefässe vorgetäuscht oder durch Libriform, das mitten in den Zuwachszonen auftritt; sie sind aber nicht ringsum geschlossenen. Im allgemeinen kann man jedoch sagen, dass die Zuwachsringe deutlich ausgebildet und ringsum geschlossen sind.

10. *Quercus pedunculata* Ehrh. (Fagaceae).

Im Berggarten Tjibodas stehen einige junge Bäumchen dieser europäischen Holzart, die ein ziemlich langsames, aber gesundes Wachstum zeigen. Das grösste Bäumchen, das im Januar 1919 gepflanzt wurde, war im Juli 1925 etwa 2 m hoch und hatte einen unteren Stammdurchmesser von $3\frac{1}{2}$ cm. Die Bäumchen sind immergrün und treiben dann und wann an einzelnen oder vielen Knospen. Bisweilen ist auch ein kleinerer Ast kahl, aber im Allgemeinen zeigen die Bäumchen doch eine gewisse Einheitlichkeit in der Laubperiodizität, sodass zu gewissen Zeiten ein grösserer Laubtrieb auftritt. So trieb ein Bäumchen im Mai 1926 an allen Knospen, während das alte Laub grösstenteils geworfen wurde.

Das Kambium arbeitet synchron mit der Laubperiodizität: wenn die Knospen austreiben, fängt das Kambium mit der

Bildung der grossen Frühholzgefässe an, die mit dem Altern des Laubes allmählig an Grösse abnehmen, bis endlich mit dem Verdorren der Blätter oder dem Kahlstehen des Ästchens auch das Kambium seine Aktivität ganz oder fast ganz einstellt. Die Zahl der Triebabsätze überhalb der Schnittstelle entspricht aber nicht immer der Zahl der Zuwachszonen; diese letzteren sind oft weniger zahlreich. Vielleicht unterbleibt die Ausbildung einer Zuwachszone, wenn ein Johannistrieb gebildet wird (was sehr oft der Fall ist), wenn also die Endknospe wieder austreibt, bevor noch das alte Laub abgefallen oder funktionsunfähig geworden ist.

DINGLER hat im Gebirgsklima Ceylons eine grosse Anzahl Stiel-eichen untersucht und fand dass: „die Ausschlagszeiten zwar sehr „unregelmässig sind, sowohl nach Individuen als nach Zweigen „der nämlichen Pflanze, und längere Zeiträume umfassen, dass „sie sich aber in zwei deutlich getrennten Perioden zusammen- „drängen, in einer Herbst- und einer Frühjahrsperiode. Die erstere „dauert von September bis Dezember, die letztere von März bis „Mai. Eine kleine Anzahl von Individuen macht eine wenn auch „nur kurze blattlose Ruheperiode durch, die aber individuell „nach Zeiten etwas verschieden ist.“ Es scheint also, dass in Hakgala, wo allerdings die Temperatur beträchtlich niedriger ist, die Eichen eine etwas deutlichere Periodizität der Belaubung zeigen als in Tjibodas, wo sie fast ganz fehlt.

Die verschiedenen Äste, die ich untersuchte, zeigten meistens wohl gut ausgebildete, ringsum geschlossene und scharf begrenzte Zuwachszonen vom gewöhnlichen Typus, wie man es auch in Europa bei dieser Art antrifft: eine ringförmige Anordnung grösserer Gefässe im Frühholz, dann eine allmähliche Grössenabnahme dieser Gefässe und am Ende der Zone oft einige Reihen radial verkürzten Libriformfasern. Bisweilen sind die Libriformfasern des Frühholzes etwas weitlumiger als diejenigen des Spätholzes.

Die ringförmige Anordnung der Gefässe im Frühholz kann aber auch stellenweise fehlen, die englumigeren Libriformfasern des Spätholzes fehlen auch oft, sodass dann der Ring undeutlich wird oder sich im Gewebe verliert.

11. *Morus alba* L. (Moraceae).

Material: Ost-Java 1 Scheibe 8 cm; Buitenzorg 1 Scheibe 10 cm.

Dieser kleine, aus China eingeführte Baum ist überall über Java, wenn auch nicht sehr häufig, angepflanzt. In Ost-Java beobachtete ich ein Exemplar, das während der Trockenzeit sich lichtete, ohne jedoch kahl zu stehen; mit dem Einsetzen der Regenzeit trieb es wieder kräftig. Das Exemplar im Berggarten Tjibodas wechselte astweise das Laub, wobei die einzelnen Äste oft einige Zeit kahl standen; im Allgemeinen vollzog sich dieser Laubwechsel innerhalb etwa 2-3 Monaten für den ganzen Baum, also doch einigermaßen periodisch für den Baum als Ganzes. Ich sah ihn wechseln in Januar 1924, August 1924 und April-Mai 1925, etwas unregelmässig. Man wird auch wohl nie vergebens Äste mit treibenden Knospen und jungem Laub suchen. Wie der Baum sich in Buitenzorg verhält, habe ich nicht weiter beobachten können.

Das Kambium ruht während des Laubwechsels, um mit dem neuen Trieb wieder zu energischer Tätigkeit zu erwachen und den Ring der ersten grossen Frühjahrsgefässe auszubilden. Die Zahl der obengelegenen Triebabsätze stimmt denn auch meistens mit der Zahl der Zuwachszonen überein.

Die Zuwachszonen werden oft durch eine ringförmige Anordnung mehrerer, grösserer Gefässe im Frühholz gebildet; später nimmt die Grösse ab. Oft ist auch das Libriform im Frühholz weiltumiger als dasjenige im Spätholz. Die Grenze wird von einer etwa 3-10 Zellreihen breiten Parenchymschicht gebildet, deren letzte Elementen of radial verkürzt sind; bisweilen fehlt die erste Zone der Frühholzgefässe. Die Elemente dieser Parenchymschicht werden teilweise am Ende der Zuwachszone, teilweise als erste Elemente des Frühholzes ausgebildet.

Die Scheibe aus Toeban zeigte eine sehr unregelmässige Ringzeichnung: das mittlere Holz wies keine oder nur sehr verwaschene Ringe auf; weiter nach aussen zu wurden die Ringe entweder ausschliesslich von einem Parenchymband gebildet oder es schloss sich daran nach aussen eine Reihe grösserer Gefässe oder nur eben ein schmaler Streifen Libriform mit nur wenigen Gefässen.

Die Ringe verdoppelten sich häufig, sehr oft verloren sie sich auch im Gewebe. Die Scheibe von einem älteren Baum aus Buitenzorg war viel regelmässiger: in der Mitte waren auch die Zuwachszonen sehr undeutlich und verwaschen, nach aussen aber waren sie regelmässig ringsum geschlossen und scharf begrenzt. Sie waren vom normalen Typus mit grossen Frühjahrsgefässen, nur stellenweise wurden einzelne Zuwachszonen weniger deutlich oder verschmolzen miteinander. Der Unterschied zwischen der Scheibe aus Ost- und West-Java ist gewiss nicht durch das Klima bedingt, sondern m. E. eine Folge des Alters und vielleicht des Standorts des Baumes. Der Baum in Toeban stand nämlich hart neben einem Brunnen.

12. *Magnolia obovata* Thunb. (Magnoliaceae).

Material: Tjibodas 1 Scheibe 4 cm.

Diese aus Japan stammende Art wächst in Tjibodas sehr langsam.

Es sind etwa 15 dieser 1-2 m hohen Sträucher im Garten angepflanzt, wo sie das ganze Jahr hindurch ungefähr denselben Eindruck machen. Meistens findet man (entweder an demselben Strauch oder an verschiedenen) sowohl kahle Äste wie auch junge treibende Knospen und altes ausgewachsenes Laub; meistens sieht man auch Blüten und viele Blütenknospen. Es scheint jedoch eine gewisse, wenn auch unscharf ausgeprägte Periodizität im Blühen und auch im Treiben aufzutreten, denn man findet in gewissen Jahrszeiten, sowie im Januar/Februar 1924, August 1924 und Juli/August 1925 etwas mehr junges Laub als in anderen Monaten.

Es scheint, alsob der Vegetationszyklus, der in der Heimat einmal pro Jahr eingehalten wird, im gleichmässigen Klima von Tjibodas sich einigermaßen verdoppelt hätte; die Abgrenzung ist jedoch sehr unscharf und auch individuell ziemlich verschieden, sodass man oft Exemplare auffindet, die bis zu mehreren Monaten in ihrem Generalwechsel differieren; trotzdem kann man aber wohl von einem etwa halbjährigen Vegetationszyklus reden. Dieser Zyklus hat sich der Trockenzeit angepasst, denn einer der beiden Generalwechsel fällt in Juli/August, also in die Trockenzeit.

Das Kambium ruht, wenn der Ast kahl steht, und es ist überhaupt immer nur schwach tätig. Nachdem das junge Laub hervorgesprosst ist, erwacht das Kambium wieder und bildet die ersten zahlreichen Gefässe. Das Dickenwachstum fängt aber erst wieder an, wenn der junge Trieb schon fast ausgewachsen ist. So fand ich ein Ästchen, das einen neuen Trieb von 15 cm Länge gebildet hatte deren Endblättchen noch nicht voll ausgewachsen waren, das 5 cm unterhalb der Stelle, wo die alte Knospe gesessen hatte, schon 2 Reihen der neuen Gefässe ausgebildet hatte, das aber 10 cm weiter abwärts erst anfang, die ersten Anlagen der Gefässe auszubilden, und abermals 10 cm abwärts nur eine erste Schwellung der Kambialzone aufwies. Ein anderes Ästchen mit zwei jungen Endtrieben, deren Blätter schon ausgewachsen waren, aber noch hellgrün aussahen, fing gerade an, die ersten Anlagen der neuen Gefässe auszubilden, während das Kambium des Hauptastes, der mehrere Seitenäste in demselben Entwicklungsstadium trug, noch ruhte.

Die unter dem Mikroskop deutlichen, sehr feinen und ringsum geschlossenen Zuwachszonen bestehen aus Frühholz, das von einer Reihe dicht aneinander gerückter, aber nur wenig grösserer Gefässe markiert wird, und aus Spätholz, das mehr Libriform und Parenchym und weniger Gefässe enthält. Die 1-3 letzten Zellreihen des Spätholzes bestehen aus radial stark verkürztem Libriform und Parenchym, sodass durch den unvermittelten Übergang in weitleumiges Frühholz eine sehr deutliche und scharfe Grenze gebildet wird. Die verschiedenen Zuwachszonen zeigen eine sehr verschiedene Breite; oft trifft man solche von nur $\frac{1}{10}$ mm, die nur eine oder zwei Reihen Gefässe zwischen den Spätholz-zonen aufweisen, abwechselnd mit 1 mm breiten Zuwachsringen, an. Die Periodizität des Dickenwachstums wird denn auch wohl nicht regelmässig sein.

Eine Scheibe eines der dickeren Äste von 4 cm Durchmesser, zeigte ungefähr 30 Zuwachszonen, einzelne bis $1\frac{1}{2}$ mm breit, andere sehr schmal. Die Zonengrenzen wurden hier durch eine 1-7 Zellreihen breite Schicht radial stark verkürzter, im Durchschnitt rechtwinkliger Parenchymzellen markiert, an die sich meistens eine Reihe der ersten Frühholzgefässe anschloss; bis-

weilen fehlten diese aber. Die Zonen waren in unregelmässiger Entfernung voneinander, meistens ringsum geschlossen, aber bisweilen miteinander verschmelzend. Der Ast trug im August 1925, als er abgeschnitten wurde, noch ein wenig altes Laub und einige Knospen im Anfang des Treibens; das Kambium war im Begriff, die letzten Parenchymzellen des Spätholzes auszubilden.

13. *Magnolia grandiflora* L. (Magnoliaceae).

Material: Tjibodas 1 Scheibe 7 cm.

Von dieser aus den südlichen Staaten von Nord-Amerika eingeführten Art stehen im Berggarten Tjibodas zwei gesunde Bäume von etwa 6 m Höhe. Sie sind immergrün und haben, in Gegensatz zu der vorhergehenden Art, die oft gelichtet steht, immer eine volle Krone. Immer weisen sie einzelne treibende Knospen nebst viel ausgewachsenem älterem Laub und seltener einige wenige kahle Ästchen auf.

Das Kambium erwacht mit dem Treiben der Knospe und bildet schnell mit dem Auswachsen des jungen Triebes den grössten Teil des Zuwachsrings aus. Die Anzahl der Zuwachszonen entspricht, soweit es sich an dünneren Ästen kontrollieren lässt, der Zahl der obengelegenen Triebabsätze.

Die Zuwachszonen gleichen sehr denen von *M. obovata* Thunb.: in den dünneren Ästen werden sie hauptsächlich von einer oder mehreren Reihen Gefässe im Frühholz markiert, während das Parenchymbändchen auf der Grenze weniger hervortritt; im dickeren Ast ist es vornehmlich das Parenchymband auf der Ringgrenze, das eine schöne Ausbildung erlangt (wenige bis 10 Zellreihen breit), während die Gefässe oft ganz gleichmässig im Gewebe verstreut sind. Die 7 cm dicke Scheibe eines dickeren Astes zeigte etwa 30 scharfe, meistens ringsum geschlossene Zuwachszonen. Aber auch hier, vielleicht etwas häufiger als bei der vorhergehenden Art, zeigten sich verdoppelte, mit einander verschmelzende und auch blind im Gewebe endigende Ringe.

14. *Berberis vulgaris* L. (Berberidaceae).

Von dieser in Europa heimischen Art steht ein kleiner etwa meterhoher Strauch im Berggarten Tjibodas; er wurde dort im

September 1918 eingeführt. In den trocknen Monaten Juli-August 1924 und 1925 stand er kahl, um dann aber ab zu sterben. Vorher blühte er im September, zugleich mit dem austreibenden Laub. Das Kambium ruht während des Kahlstehens und fängt in der neuen Vegetationsperiode mit der Ausbildung grösserer Gefässe an. Es ist sehr bemerkenswert, dass diese Art eine so feste Periodizität zeigt, die sich der sehr mässigen Trockenzeit in Tjibodas angepasst hat, sodass die Trockenzeit jetzt die Rolle des Winters in Europa spielt. In der Heimat steht der Strauch im Winter kahl und blüht im Mai-Juni, also auch zugleich mit dem ersten Treiben im Frühling.

Die Zuwachszonen sind scharf, deutlich und ringsum geschlossen. Das Frühholz besteht aus einer oder mehreren Reihen grösserer Gefässe, die ringförmig dem Spätholz der vorhergehenden Zone angegliedert sind. Weiter im Ring werden die Gefässe kleiner und weniger zahlreich und die zweite Hälfte der Zuwachszone besteht überwiegend aus Libriform mit wenigen kleineren Gefässen. Die 2-5 letzten Reihen von Libriformfasern im Spätholz sind radial verkürzt; sie werden teilweise nach der Ruheperiode aus den während der Ruhe unverdickten, aber schon abgegliederten Zellen zwischen Kambialzone und Holz ausgebildet. Zwischen den Markstrahlen ist der Holzkörper sehr typisch nach innen eingebuchtet.

Ein Hauptast dieses Strauches zeigte im 1925, als er also 7 Jahre alt war, einen inneren Teil mit 3 sehr deutlichen breiten Zuwachszonen. Die äussere Schicht von 1 mm Breite zeigte ungefähr 3-4 eng aufeinander gerückte Zuwachszonen, die aber nicht mit Sicherheit zu unterscheiden waren. Aus allem geht wohl hervor, dass diese Zonen sehr wahrscheinlich echte Jahresringe sind.

15. *Pirus Mahus* L. (Rosaceae).

Material: Gipfel des Pangerango 1 Scheibe 7×5 cm.

Im Berggarten Tjibodas werden einige Bäumchen dieser Art kultiviert. Sie zeigen einen sehr eigenartigen Wuchs: kräftige, 2-4 m lange Wasserreiser wachsen aus dem Boden hervor; sie bilden fast keine Seitenzweige. Nach einiger Zeit wird das

Wachstum eingestellt und die Spitze stirbt ab. Sie blühen niemals, stehen immer spärlich belaubt da und tragen nebst altem Laub auch ruhende Knospen, kahle Ästchen und treibende Knospen mit jungem Laub. Etwa 350 m niedriger, in Sindanglaja, das 1100 m über dem Meer liegt, habe ich einige Apfelbäumchen gesehen, die eine richtige Baumform aufwiesen und auch Früchte bildeten. Dieser Fruchtansatz wurde durch das Knicken der Seitenäste gefördert, die dadurch eine Stauung der Assimilate und eine schwerere Zufuhr der Bodensalze erhielten, wodurch die Fruchtbildung gefördert wurde.

Der eigenartige Wuchs in Tjibodas ist keine Folge des Klimas, denn auf dem Gipfel des Pangerango stehen auch einige Apfelbäume, die zugleich mit der Buche 1840 dort durch TEYSMANN angepflanzt wurden; diese Baumsträucher zeigen wohl ein aufgehendes Stämmchen und sie blühen auch. Vermutlich ist es der magere Boden der den schlechten Wuchs und die Wasserreiser in Tjibodas verursacht.

Ich habe also in West-Java keine Periodizität gefunden für die Bäume als Ganzes betrachtet, wohl aber für die einzelnen Äste. DINGLER (S. 235) fand aber für das Gebirgsklima Ceylons, dass die Birn- und auch die Apfelbäume dort wohl einen Wachstumscyclus einhalten. „Laubwechsel, Blühen und Fruchten erfolgt „zweimal im Jahre und zwar der erstere jedesmal nach der „Fruchtreife, die ihrerseits mit Schluss je einer Blütezeit noch „zusammenfällt oder unmittelbar darauf folgt. Die beiden Blütezeiten dauern etwa drei Monate, vom Mai bis Juli und von „Oktober bis Dezember. Die Früchte der ersteren Blütezeit reifen „Ende Dezember oder Januar, eventuell noch im Februar, die „der letzteren im Juni oder Juli. Die Angaben über Kahlstehen „der Bäume beim Blattwechsel gehen auseinander und es ist „kaum zu zweifeln, dass beides, dauernde Belaubung und zeitweiliges Kahlstehen, vorkommt. Namentlich im Februar oder „März scheint starke oder völlige Entblätterung für einige Wochen „häufiger zu sein als über die Neubelaubung hinausreichende „Bewahrung des alten Laubes“. Dieses Kahlstehen hat sich also der allerdings nur wenig ausgeprägten Trockenzeit angepasst, die dort in die Monate Februar und März fällt.

Das Kambium ruht, wenn der Ast zeitweise kahl steht, um mit dem Treiben der Knospen auch wieder kräftig tätig zu werden. In Tjibodas werden wohl Zuwachszonen ausgebildet, die aber oft verwischt sind; im Allgemeinen sieht man einen dicken Kern ohne Zuwachsringe (der vom ersten Wuchs des Wasserreises herrührt) und dann an der Peripherie einige schmale und oft weniger deutliche Zuwachszonen.

Der Apfelbaum auf dem Pangerango zeigt jedoch viel deutlichere Zuwachszonen; an den dünneren Ästen war deutlich zu sehen, dass die Zahl der Zuwachszonen derjenigen der Triebabsätze oberhalb der Schnittstelle entsprach. Die Zonengrenze wird von einer oder mehreren Reihen ringförmig angeordneter grösserer Gefässe im Frühholze gebildet; das Spätholz schliesst oft mit einigen Reihen radial verkürzter und bisweilen etwas dickwandigerer Librifasern ab. Die Scheibe von dem Baum auf dem Gipfel des Pangerango rührt von einem dicken Ast her, der im Jahre 1923 von unwissenden Touristen abgehauen wurde und liegen blieb. Im August 1925, also 2 Jahre, nachdem er abgehauen wurde, habe ich ein Stück mitgenommen, das noch ziemlich unversehrt und sehr trocken war. Es zeigten sich sehr schöne, scharfe, ringsum geschlossene Zuwachszonen in einer Entfernung von ungefähr $1\frac{1}{2}$ mm voneinander. Die inneren 20 Zuwachszonen waren ungefähr kreisrund, später war aber der Ast excentrisch gewachsen und hatte noch etwa 20 schmalere Zuwachszonen ausgebildet, die nur auf dem excentrischen Teil zu verfolgen waren. Nur sehr selten sah ich eine anscheinende Verdopplung der Zone oder das Verschmelzen zweier Zuwachszonen (ausgenommen natürlich am Rand des excentrischen Teiles). Ich vermute, obschon ich keine Belege für diese Meinung beibringen kann, dass der Baum sich an die sehr trockenen Monate Juni bis August angepasst hat und während dieser Zeit das Dickenwachstum einstellt, um dann im übrigen Teil des Jahres nur eine Zuwachszone auszubilden, dass also diese Zonen echte Jahresringe sind. Die Zuwachszonen kommen im Bau überein mit dem europäischen Apfelholz, wie es von BIENFAIT und PREIFFER beschrieben wurde.

16. *Rosa spec. div.*; die kultivierte Gartenrose (Rosaceae).

Auf der ganzen Insel Java werden verschiedene Arten Gartenrosen sehr häufig kultiviert. Diese Rosen stehen nie kahl; in West-Java wachsen sie das ganze Jahr hindurch, in Ost-Java werfen sie in der Trockenzeit ein wenig Laub ab und das Wachstum stockt ein wenig. Das Kambium ist in West-Java immer tätig, in Ost-Java stockt auch das Dickenwachstum in der Dürreperiode. Zuwachszonen werden denn auch in West-Java nicht oder nur schwach ausgebildet: so zeigte ein 2 cm dicker Ast einer Kletterrose aus Tjibodas zwei verwaschene Zonengrenzen, deren eine hervorgerufen durch ein Band etwas grösserer Gefässe, die nach beiden Seiten allmählig kleiner wurden, die andere durch eine ringförmige Anordnung grösserer Gefässe in übrigens gleichem Gewebe. Diese Zonen waren an verschiedenen Seiten des Ästes nicht gleich deutlich; die eine verlorsich weiter im Gewebe. Ein etwa 2 cm dicker Ast einer Theerose aus Tjibodas zeigte ein analoges Bild.

In Ost-Java dagegen findet man schärfere, ringsum geschlossene Ringe, bei denen das Spätholz kleine Gefässe und dickere englumigere Librifasern aufweist; daran schliesst sich unvermittelt das Frühholz, das aus grösseren Gefässe und weiterem Libriform besteht. Auch findet man wohl Ringe die durch eine Anhäufung mehrerer und kleinerer Gefässe im Spätholz nebst mehrere feine Parenchymbändchen markiert werden.

17. *Prunus Puddum* Roxb. (Rosaceae).

Material: Tjibodas 1 Scheibe 8 cm.

Diese aus dem Himalaya stammende Art wechselt dort einmal pro Jahr das Laub und blüht während dieser Zeit. TROUP sagt folgendes über diesen Laubwechsel (II, p. 487): „*Prunus Puddum* Roxb. Himalaya 2500-8000 ft. Small or moderate sized, „producing clusters of pink flowers in autumn or early winter „(Oct.-Nov.) though it occasionally flowers partially out of season, „e. g. in July. Old leaves turn yellow and fall from October- „December, the new flush appearing before the old ones have „all fallen, and remaining fresh and green throughout the winter.

„The fruit, a yellow and red, ovoid drupe 0.4-0.6 inch ripens „in April-June“.

Wie aus obenstehender Beschreibung ersichtlich, hat diese Art auch in ihrer Heimat schon eine geringe Neigung ihre Jahresperiodizität nicht fest einzubehalten; in Tjibodas, wo das Klima das ganze Jahr hindurch viel gleichmässiger ist als im Himalaya (winterliche Kälte gibt es nicht), wird die jährliche Periodizität in eine halbjährige umgewandelt. Das schöne, etwa 7 m hohe Exemplar dieser Art vor dem neuen Laboratorium wechselt etwa zweimal pro Jahr das Laub, und steht dann einige Wochen lang ganz ohne Blätter. In dieser Zeit bildet der Baum massenhaft Blüten, sodass er wie ein Riesenstrauch schöner rosa Blüten dasteht. Noch während der Blüte spriesst wieder das junge Laub hervor. Früchte werden nie gebildet. Dieser Generalwechsel fand in den folgenden Monaten statt¹⁾:

1921: März bis Mitte April	} 8 Monate
November-Dezember	
1922: April-Mai	} 5 Monate
Dezember-Januar	
1923: Mai-Juni	} 5 Monate
1924: Januar-Februar	
Juli	} 5 Monate
Ende November-Dezember	
1925: Mai-Juni	} 6 Monate
1926: Januar-Februar	

Wie aus diesen Daten ersichtlich, wechselt eine Vegetationsperiode von 5 Monaten mit einer solchen von 8 Monaten ab, nur die letzten sind unregelmässiger.

Während des Laubwechsels ruht das Kambium, um mit dem Hervorspiessen des jungen Laubes wieder zu erwachen und innerhalb etwa 2-3 Monate den Zuwachsring grösstenteils auszubilden. Diese Zuwachszonen sind ziemlich deutlich, ringsum geschlossen, aber nicht immer ganz scharf. Sie werden auf verschiedene Weise ausgebildet. In den dünneren Ästen besteht das

¹⁾ Die Daten wurden mir gütigst durch Herrn Assistent-Hortulanus BRUGGEMAN zur Verfügung gestellt.

Frühholz gewöhnlich aus 1-2 Reihen grösserer Gefässe mit nur wenig Parenchym dazwischen; nachher wird dann viel Libriform gebildet mit weniger und kleineren Gefässen. Im letzten Teil der Zuwachszone findet man dann oft wieder mehrere, aber viel kleinere Gefässe im Libriform zerstreut. Im Hauptstamm und in den dickeren Ästen dagegen wird das Frühholz nicht von einer Anhäufung vieler Gefässe gebildet, sondern besteht hauptsächlich aus Libriform, worin wenige, aber grosse Gefässe zerstreut liegen. Der mittlere Teil des Ringes besteht dann oft aus einem breiten Streifen Libriform mit nur sehr wenigen Gefässen, während im Spätholz sehr viele, aber kleine Gefässe angehäuft sind. Die letzten Libriformfasern und Markstrahlzellen sind oft radial etwas verkürzt. Bisweilen trifft man aber doch im Frühholz eine ringförmige Anordnung von einer Reihe grösserer Gefässe an. Es werden also etwa zwei dieser Zuwachszonen pro Jahr gebildet. Eine Scheibe eines 8 cm dicken Astes dieses Baumes zeigte 14 deutliche, ringsum geschlossene, regelmässige Zuwachszonen; nur zwei dieser Ringe liefen stellenweise etwas ineinander. Der Ast war also ungefähr 7 Jahre alt.

GAMBLE beschreibt die Zuwachszonen dieser Art wie folgt: „Annual rings marked by an irregular and not continuous belt „of numerous pores.“ Vielleicht meint er die vielen kleineren Gefässe im Spätholz, vielleicht aber auch ist das Holz, das in der Heimat dieser Art ausgebildet wird, mehr von dem Typus der dünneren Äste aus Tjibodas; denn hier werden die Zuwachszonen wirklich von einer Reihe Gefässe markiert, während in den dickeren Ästen und im Hauptstamm die Ringzeichnung hauptsächlich durch die breiten Libriformstreifen des Frühholzes angedeutet wird. Das europäische Kirschenholz (*Prunus avium* L.) weist nach der Beschreibung von BIENFAIT und PFEIFFER eine tangential Reihe grösserer Gefässe im Frühholz auf, während das Spätholz gefässarm ist; das kommt also mehr mit der Beschreibung von GAMBLE überein.

18. *Prunus persica* Stokes (Rosaceae).

Material: Tjibodas 1 Scheibe 4 cm.

Der (wahrscheinlich aus Nord-China stammende) Pfirsichbaum

wird auf Java ziemlich häufig in den höheren Gebirgslagen, besonders in Ost-Java, kultiviert. Ich sah den Baum nie kahl, aber auch wohl nie voll im Laub; immer gibt es wenige kahle Äste nebst solchen, die halb beblättert sind, während man immer mehr oder weniger treibende Knospen findet. Der Baum blüht wohl auf Java und bildet auch Früchte, die aber klein, hart und sehr herb bleiben. Eine Periodizität in der Belaubung habe ich an den drei grossen Sträuchern aus dem Garten in Tjibodas fast nie beobachtet, es sei denn, dass die Bäume während der Trockenzeit ein wenig lichter stehen als sonst. Nur fand ich im Mai 1926 einer der 3 Sträucher an fast allen Knospen treibend, während das alte Laub grösstenteils geworfen war. Die zwei anderen zeigten auch ein einheitlicheres Bild.

DINGLER hat im Gebirgsklima Ceylons auch die Pfirsiche beobachtet. Dort bildet sie gute Früchte aus. Einerseits ergaben die Erkundigungen, dass die Pflanzen dort einmal pro Jahr Früchte bilden, und dass „im Frühjahr (Februar) wenigstens individuell, ein mehrwöchentliches Kahlstehen vor dem neuen Laubausbruch scheint vorzukommen, ebenso wie im September.“ Aber andererseits zeigt die Beschreibung, die er auf S. 237 von einem Pfirsichbaum im Oktober gibt, mehr Ähnlichkeit mit dem Bild der Pfirsiche in Tjibodas, sodass er konkludiert: „Der Pfirsich ist wohl auch zum Teil dauernd belaubt und zweifach „sömmergrün.“

Das Kambium bildet ringsum geschlossene deutliche Zuwachszonen aus. Seine Tätigkeit verläuft synchron mit der Laubentfaltung: sobald die Knospen eines Astes austreiben, erwacht das Kambium zu erneuter Tätigkeit und bildet einen oder mehrere Ringe grösserer Gefässe. Allmählig nimmt das Dickenwachstum ab, um ganz aufzuhören, wenn die Blätter alt werden. Daher zeigt ein Ast auch meistens ebensoviele Zuwachsringe, als er oberhalb der Schnittstelle Triebabsätze aufweist. Weil die Äste eines Baumes unabhängig voneinander eine eigene Periodizität innehalten, kann man an demselben Baum alle Stadien der Kambialtätigkeit auffinden.

Ein 4 cm starker Ast aus Tjibodas zeigte 5 Zuwachsringe, die Zuwachszonen von 7, 8, $1\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$ und 1 mm Breite ein-

schlossen, während die letzte Zone bis zum Kambium auch 1 mm breit war. Da die jungen Sprosse oft Wassertriebe sind oder ein starkes Jugendwachstum aufweisen, um dann nachher im Wuchs zu stocken und oft abzusterben, so trifft man diese Erscheinung sehr oft, nämlich dass die innere Zuwachszone viel breiter ist als die folgenden. Die ringsum geschlossenen, ziemlich deutlichen und scharfen Zuwachszonen werden von einer oder mehreren Reihen grösserer und zahlreicher Gefässe im Frühholz gebildet. Nach aussen nimmt dann die Grösse und die Zahl der Gefässe ab; die letzten Libriformfasern sind oft radial etwas abgeflacht.

19. *Buxus sempervirens* L. (Buxaceae).

Material: Tjibodas 1 Scheibe 4 cm.

Diese Art, die aus dem westlichen Teil der Himalaya stammt, ist im Berggarten Tjibodas in zwei breiten, aber nur $1\frac{1}{2}$ m hohen Exemplaren vertreten. Sie sind immergrün, sehen gesund aus und wachsen langsam, wie auch in der Heimat. Das Kambium ist, soweit ich es nach meinen Schnitten beurteilen kann, immerfort tätig, aber doch werden Zuwachszonen gebildet, wenn auch unscharf und undeutlich. Die Ringgrenzen heben sich auf der Querscheibe als unregelmässige, oft unscharfe und bisweilen ringsum nicht geschlossene dunklere Bänder von wechselnder Breite ab. Einzelne dieser Zonen verschmelzen miteinander, andere sind sehr unscharf oder verlieren sich im Gewebe. Unter dem Mikroskop zeigt sich, dass sie von einigen Reihen Libriformfasern gebildet werden, worin weniger Gefässe und Parenchym; sie sind nach beiden Seiten nicht scharf abgegrenzt.

In den dünneren Ästen findet man bisweilen fast keine Zuwachszonen, bisweilen aber auch ziemlich deutliche, die auch hier von diesem Libriformband gebildet werden. Man trifft hier bisweilen eine geringe Periodizität in der Gefässanordnung an, aber meistens bleiben die Zuwachszonen doch ziemlich verwaschen. GAMBLE beschreibt die Zuwachszonen von *Buxus sempervirens* L. als: „annual rings distinctly marked by a narrow line without pores“ und auch in Europa findet man ziemlich scharfe, deutliche Zuwachszonen, die dort aber auch nach der Beschrei-

bung von BIENFAIT und PFEIFFER von einer Zone dichter Librifasern markiert werden.

20. *Acer palmatum* Thunb. (Aceraceae).

Material: Tjibodas 1 Scheibe 7 cm.

Von dieser in Japan heimischen Art, die auch in Europa oft kultiviert wird, stehen in Tjibodas 3 gesunde Bäumchen von etwa 4-6 m Höhe und mit breiter Krone. Ich habe die Periodizität der Lauberneuerung und der Kambialtätigkeit nicht weiter verfolgt, aber nach den Aussagen des Assistent-Hortulanus BRUGEMAN steht der Baum immer voll im Laub und treibt hie und da an verschiedenen Ästen; dann und wann soll er ein wenig reichlicher altes, rotverfärbtes Laub tragen.

Die Schnitte, die ich im August 1925 von verschiedenen Ästen machte, zeigten alle ein tätiges Kambium, Elemente von der zweiten Hälfte einer Zuwachszone bildend. Im Mai 1926 aber untersuchte ich verschiedene kleinere Äste, von denen einige ruhten und andere im Treiben begriffen waren; die Kambialtätigkeit stimmte hiemit überein, sodass Elemente des Frühholzes und des Spätholzes an den verschiedenen Zweigen desselben Baumes ausgebildet wurden. Die Scheibe zeigte ziemlich deutliche Zuwachszonen, die meisten ringsum geschlossen und von einer schmalen etwas helleren Linie markiert. Es gab aber Stellen, wo diese Grenze sehr verwaschen war, und einigemal verlor sich eine solche Linie im Gewebe. Die dünneren Äste zeigen eine gleiche etwas unregelmässige Zonenbildung. Unter dem Mikroskop zeigt sich, dass die Ringgrenzen von einigen radial etwas verkürzten Reihen des letzten Libriforms gebildet werden. Die Gefässe im Spätholz sind dann meistens ein wenig kleiner und oft auch etwas zahlreicher als diejenigen des Frühholzes; die ersten Frühholzgefässe sind aber bisweilen ringförmig angeordnet. Übrigens ist das Holz sehr homogen.

21. *Ilex latifolia* Thunb. (Aquifoliaceae).

Material: Tjibodas 1 Scheibe 5 cm.

Von dieser in Japan heimischen Art steht ein Exemplar im Berggarten Tjibodas, ein gesunder, aber sehr langsam wach-

sender Baum von etwa 6 m Höhe. Er ist immergrün und treibt das ganze Jahr hindurch an vereinzelt Knospen. Das Kambium ist, soweit meine Beobachtungen reichen, immer mehr oder weniger tätig. Es werden aber doch Zuwachszonen gebildet; diese sind aber nicht sehr deutlich, oft stellenweise verwischt, miteinander verschmelzend und bisweilen ringsum nicht geschlossen. Sie stehen auf ziemlich unregelmässiger Entfernung von einander. In den dünneren sowohl als in den dickeren Ästen sind sie von dem gleichen Typus: das Spätholz enthält mehr Librifasern, die letzten Reihen dieser Librifasern sind oft radial etwas verkürzt, bisweilen aber auch nicht. Daran grenzt das ein wenig gefässreichere Frühholz, das oft (aber auch nicht immer) mit einer ringförmigen Anordnung von etwas zahlreicheren und bisweilen auch ein wenig grösseren Gefässen anfängt. Wie schon gesagt, sind die Grenzen oft verwischt, die Ringe selbst unregelmässig und oft nicht geschlossen. Soweit sie aber zu unterscheiden sind, entspricht in den dünneren Ästen die Zahl der Zuwachszonen derjenigen der oben geliegenden Triebabsätze; in den dickeren Ästen (4 und mehr Triebabsätze unterhalb der Endknospe) ist die Übereinstimmung weniger schön und sind auch die Zuwachszonen oft undeutlicher.

R. KANEHIRA beschreibt die *Ilex*-Arten von Formosa als: „evergreen trees or shrubs; growth rings indistinct“. Diese Arten zeigen also alle ungefähr denselben Typus wie unser *Ilex* von Tjibodas.

22. *Sambucus canadensis* L. (Caprifoliaceae).

Material: Tjibodas 1 Scheibe 4½ cm; Buitenzorg 1 Scheibe 5 cm.

Der nordamerikanische Holunder wird in West-Java sowohl in der Ebene als auch im Gebirge ziemlich häufig kultiviert. Er treibt das ganze Jahr hindurch, steht nie kahl und blüht auch fortwährend. Das Kambium ist denn auch immer tätig und Zuwachszonen werden nicht gebildet.

Die Scheibe eines 4½ cm dicken Astes eines älteren Baumstrauches aus Tjibodas zeigte auch keine Zuwachszonen. Mit dem blossen Auge liessen sich einige sehr verwaschene Zonen unterscheiden, von denen die innere (etwa 1 cm ausserhalb der

Markröhre) unter dem Mikroskop nicht wieder zu erkennen war, und die äussere, etwa 3 mm von dem Kambium entfernte, aus einer Zone mit mehreren Gefässen bestand, die nach beiden Seiten nicht scharf abgegrenzt war. Diese Zone wurde wahrscheinlich in der Trockenzeit des Jahres 1924 gebildet; im Juli 1925 als der Ast gefällt wurde, hatte man auch schon wieder etwa in 2½ Monate nur wenig Regen gehabt, und dies zeigte sich in einer gleichen Struktur des äusseren Holzes (etwa 0.6 mm). Die 5 cm dicke Scheibe aus Buitenzorg zeigte keine Zuwachszonen.

(Fortsetzung in der nächsten Lieferung).



Fig. 1



Fig. 2

Markröhre) unter dem Mikroskop nicht wieder zu erkennen war, und die äussere, etwa 3 mm von dem Kambium entfernte, aus einer Zone mit mehreren Gefässen bestand, die nach beiden Seiten nicht scharf abgegrenzt war. Diese Zone wurde wahrscheinlich in der Trockenzeit des Jahres 1924 gebildet; im Juli 1925 als der Ast gefällt wurde, hatte man auch schon wieder etwa in 2½ Monate nur wenig Regen gehabt, und dies zeigte sich in einer gleichen Struktur des äusseren Holzes (etwa 0.6 mm). Die 5 cm dicke Scheibe aus Buitenzorg zeigte keine Zuwachszonen.

(Fortsetzung in der nächsten Lieferung).

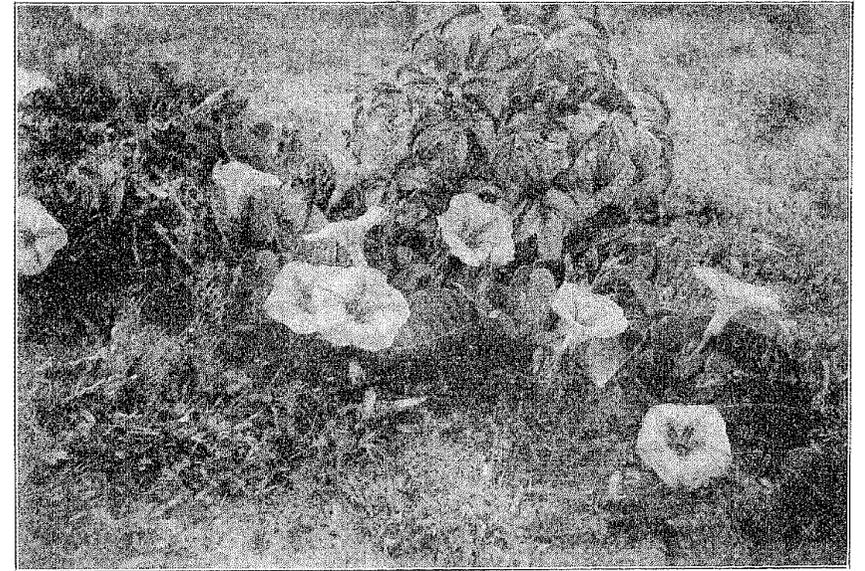


Fig. 1

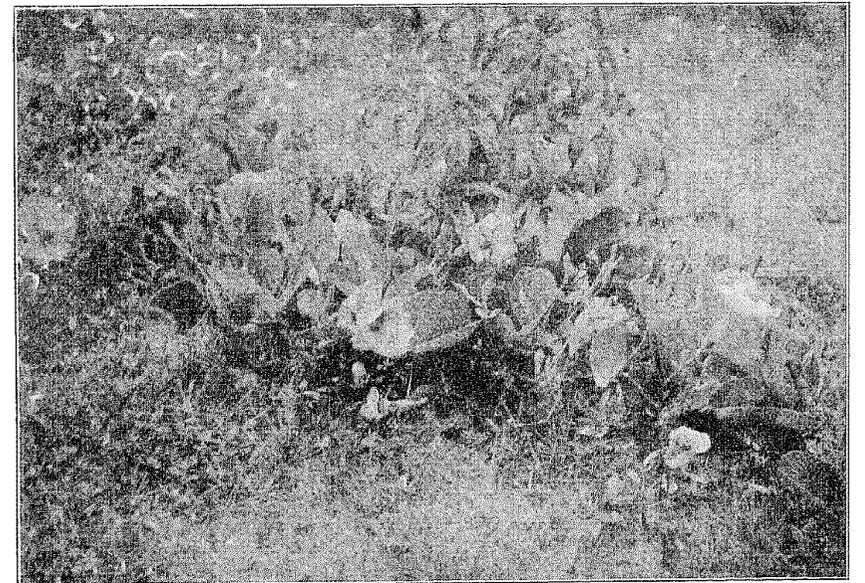


Fig. 2

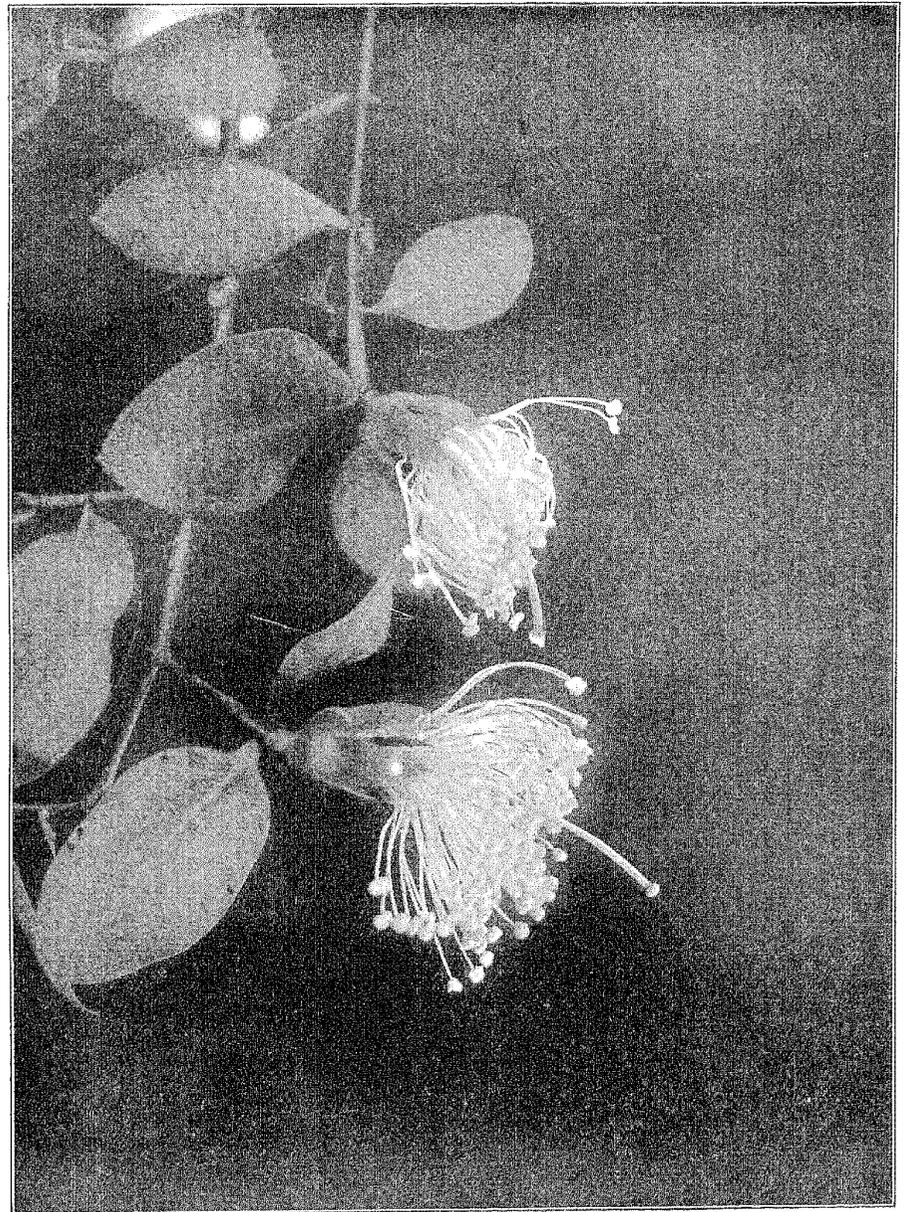


Fig. 3

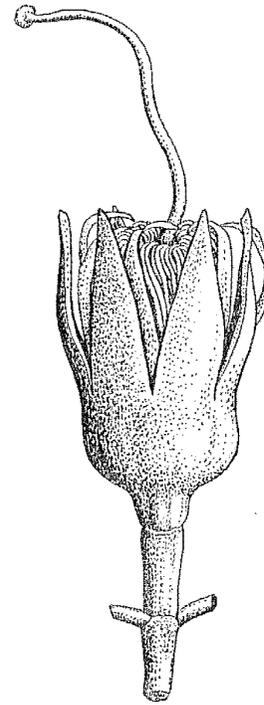


Fig. 4

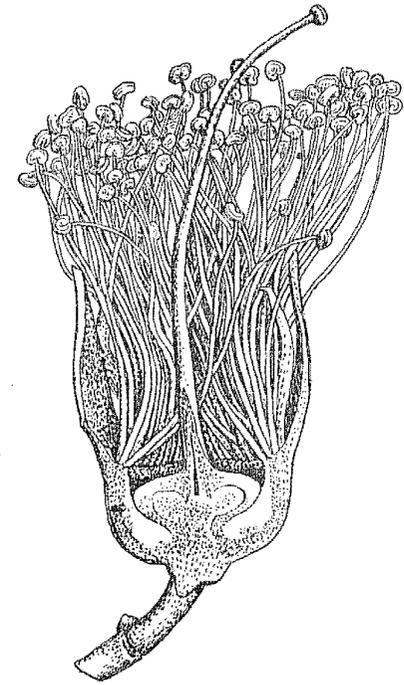


Fig. 5

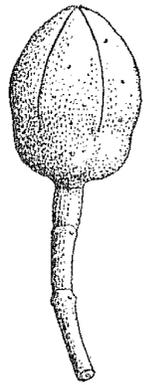


Fig. 6

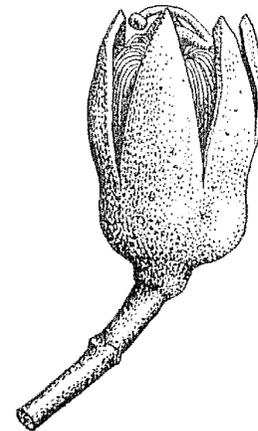


Fig. 7

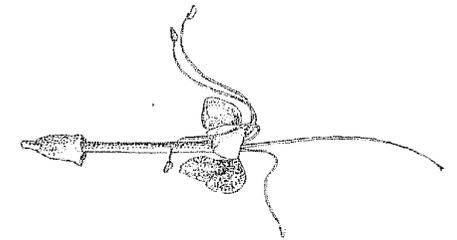


Fig. 8

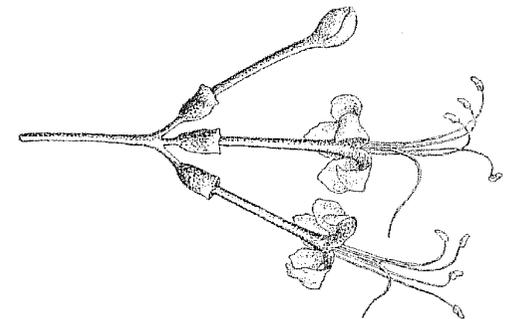


Fig. 9



Fig. 10

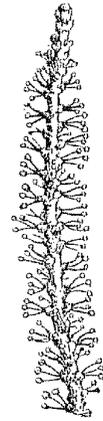


Fig. 11

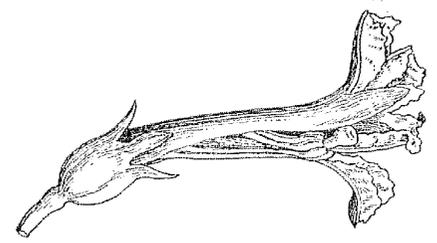


Fig. 12a

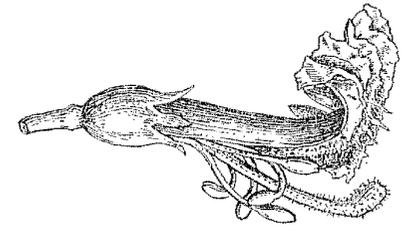


Fig. 12b

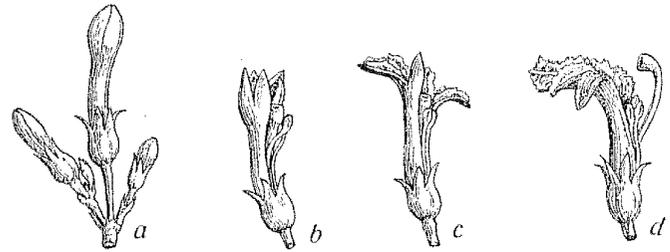


Fig. 13

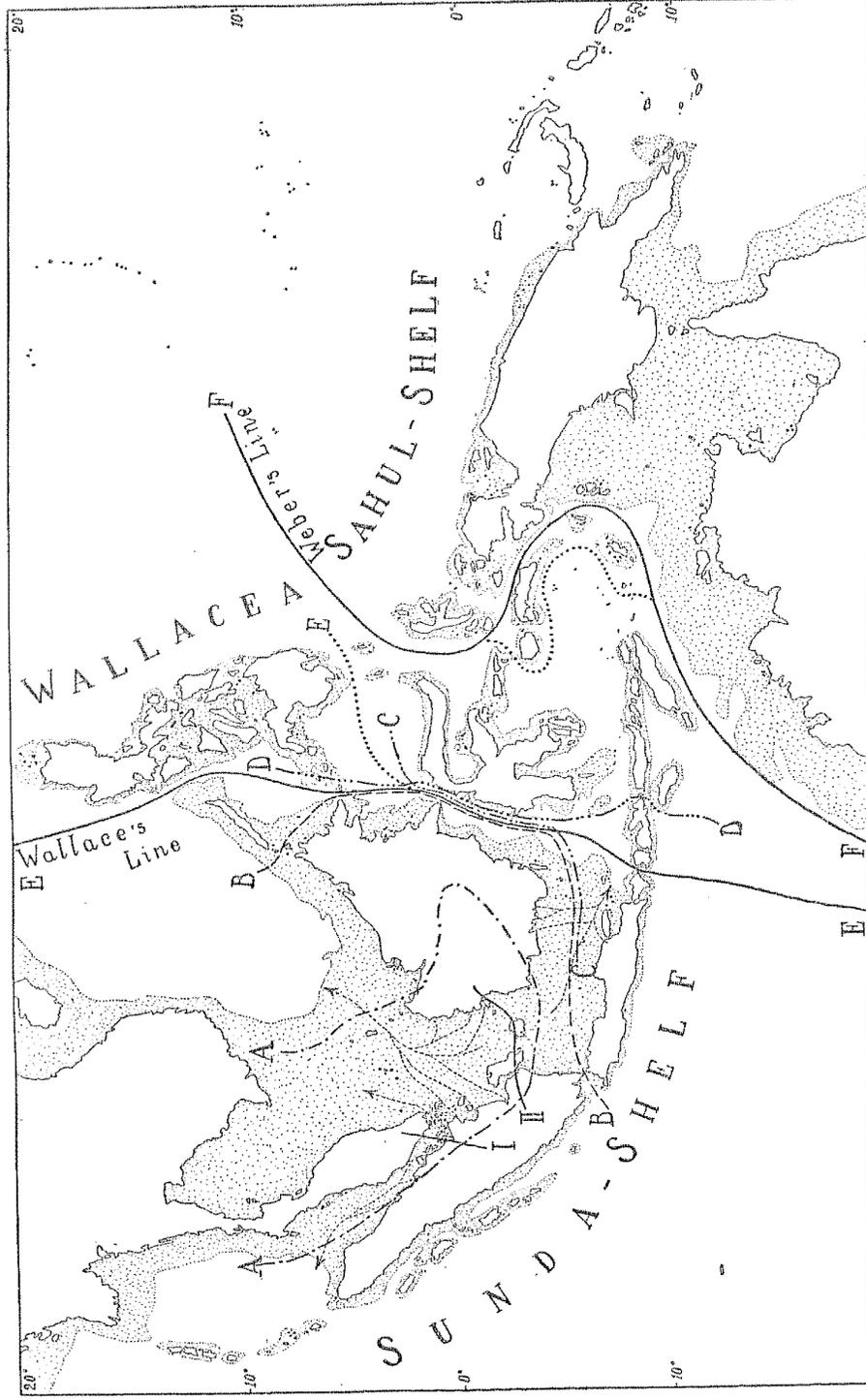


FIGURE 1.

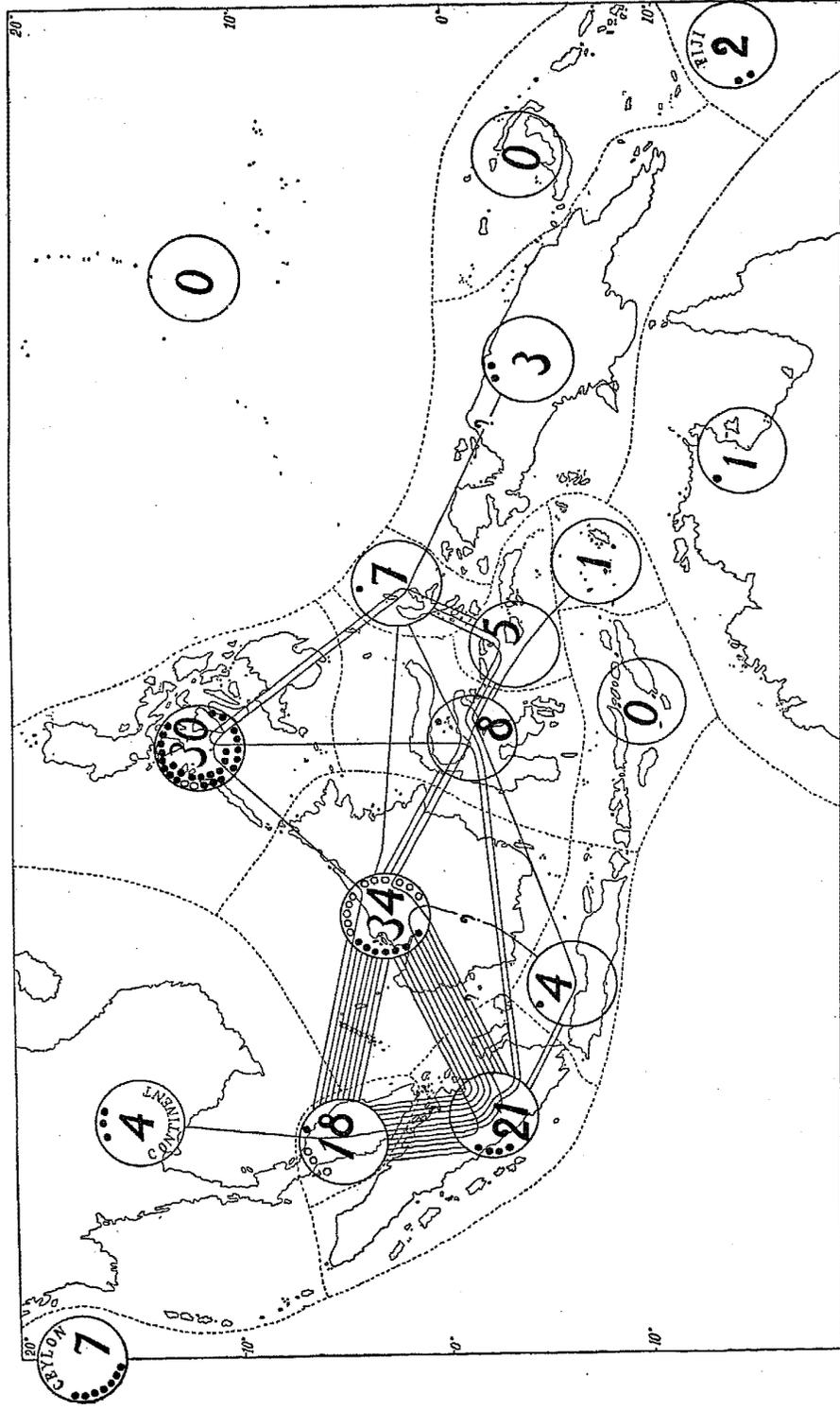


FIGURE 2.

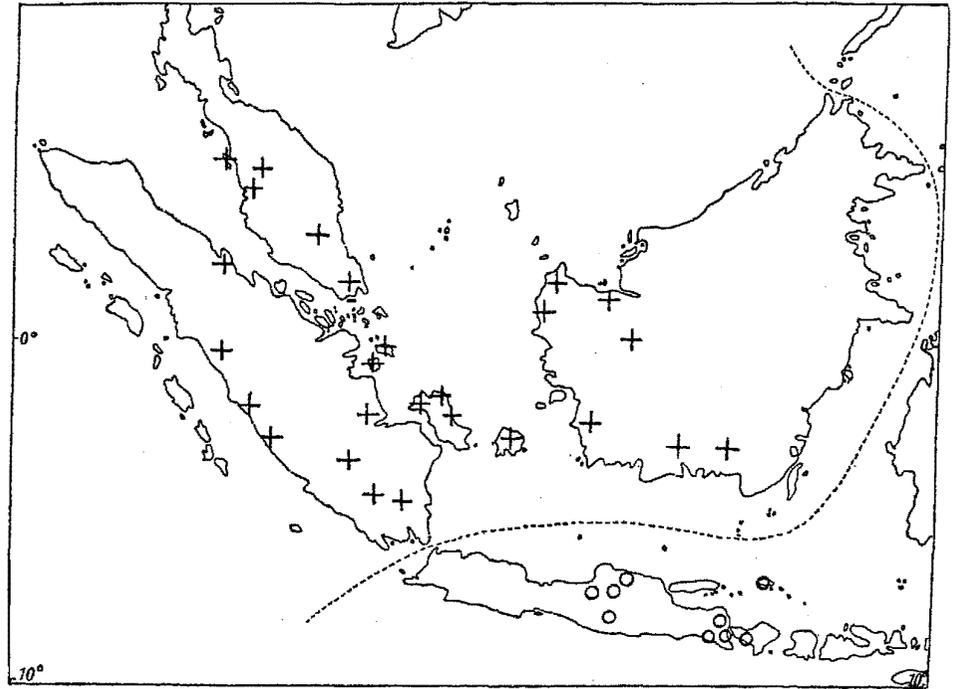


FIGURE 3.

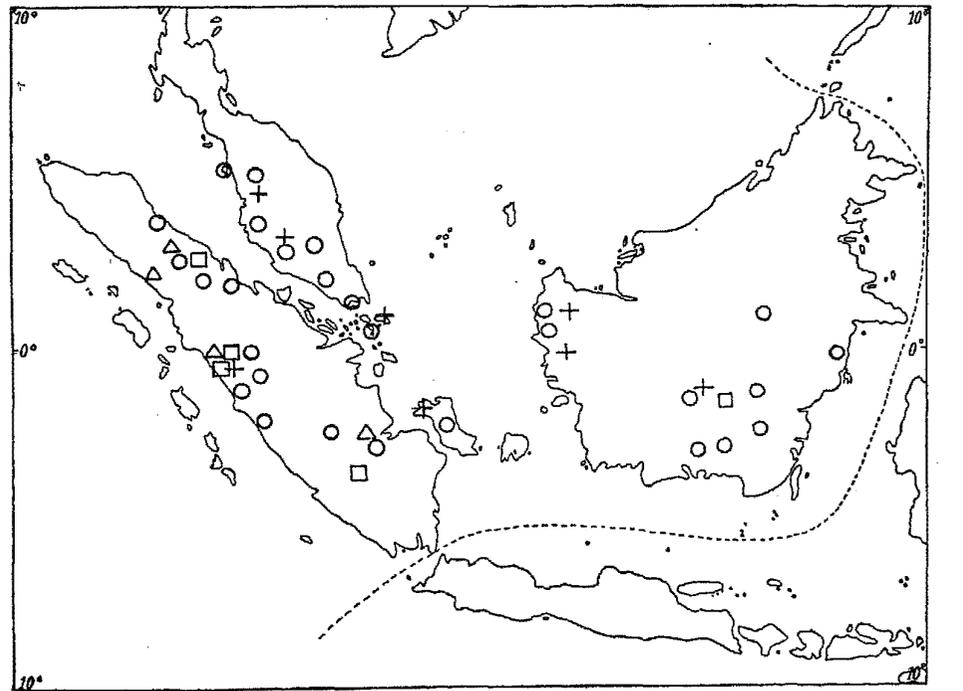


FIGURE 4.

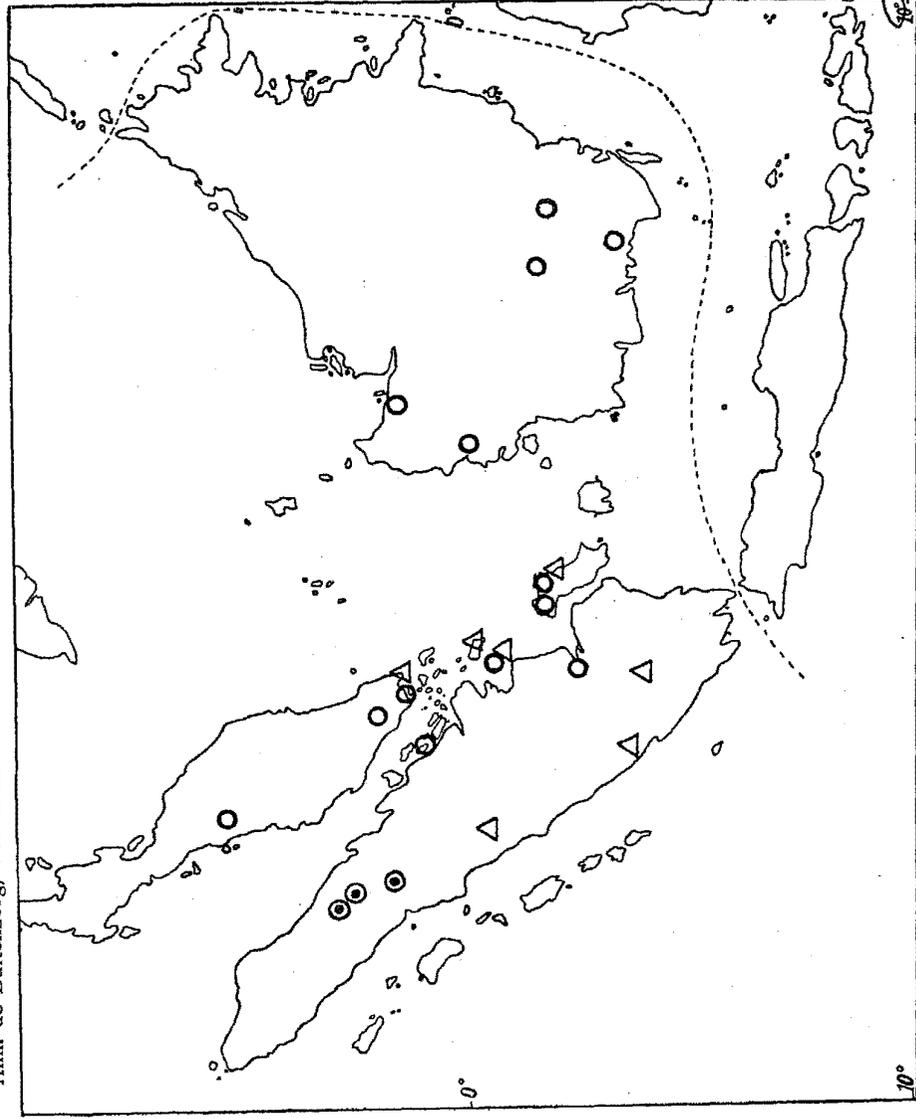


FIGURE 5.

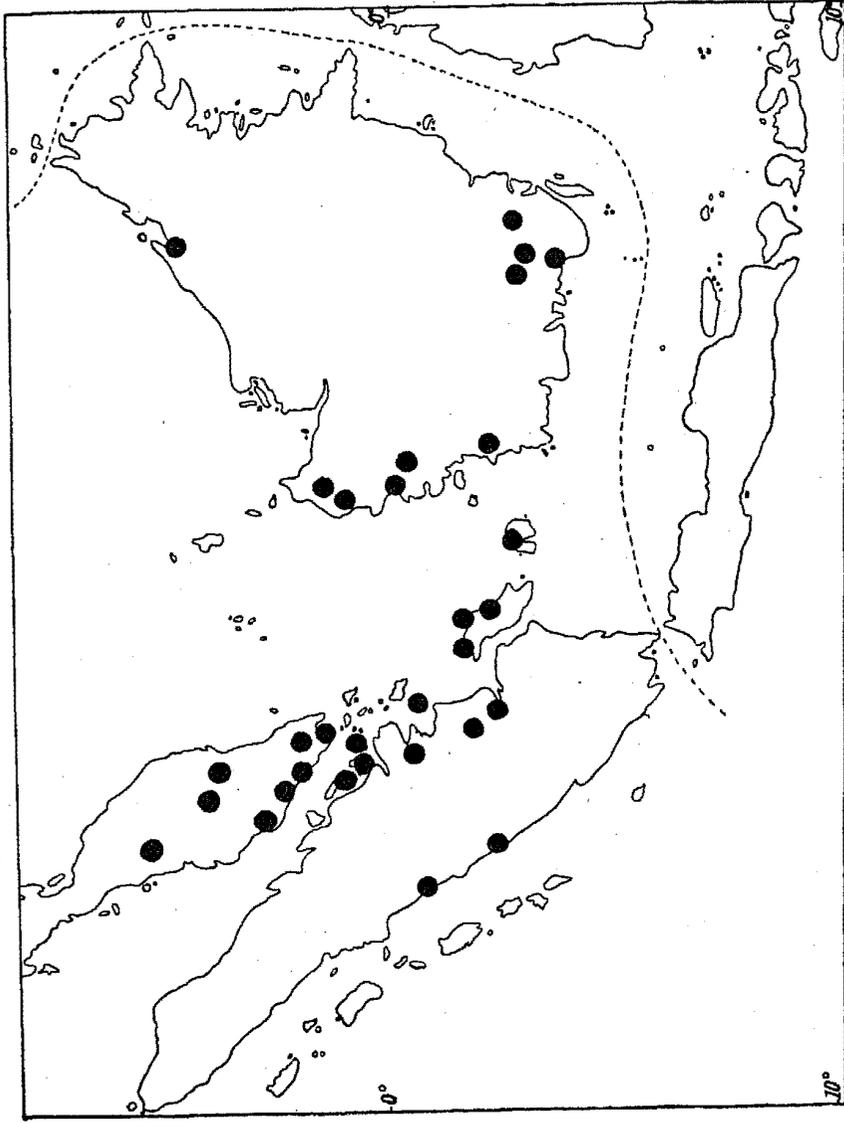


FIGURE 7.

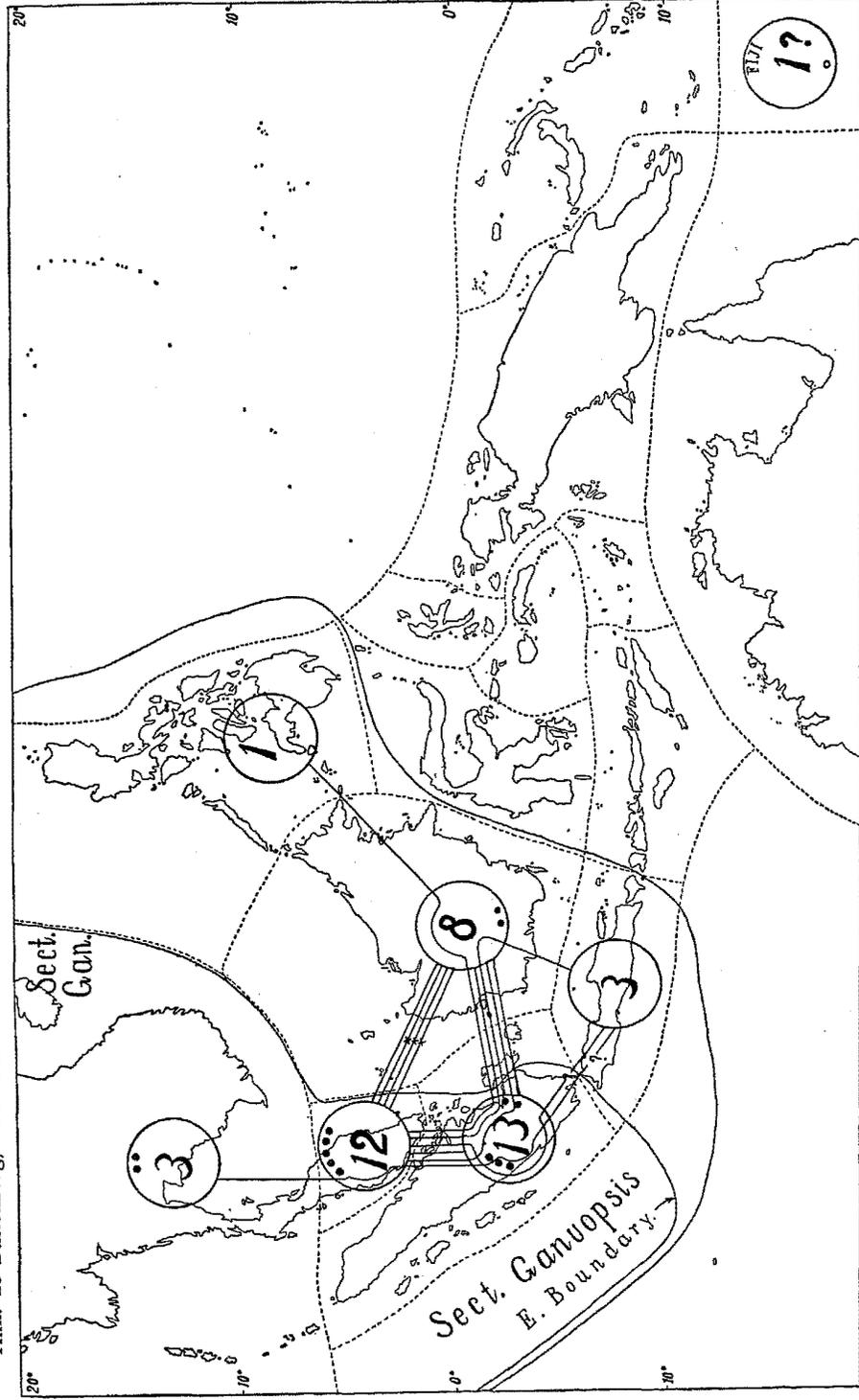


FIGURE 8.

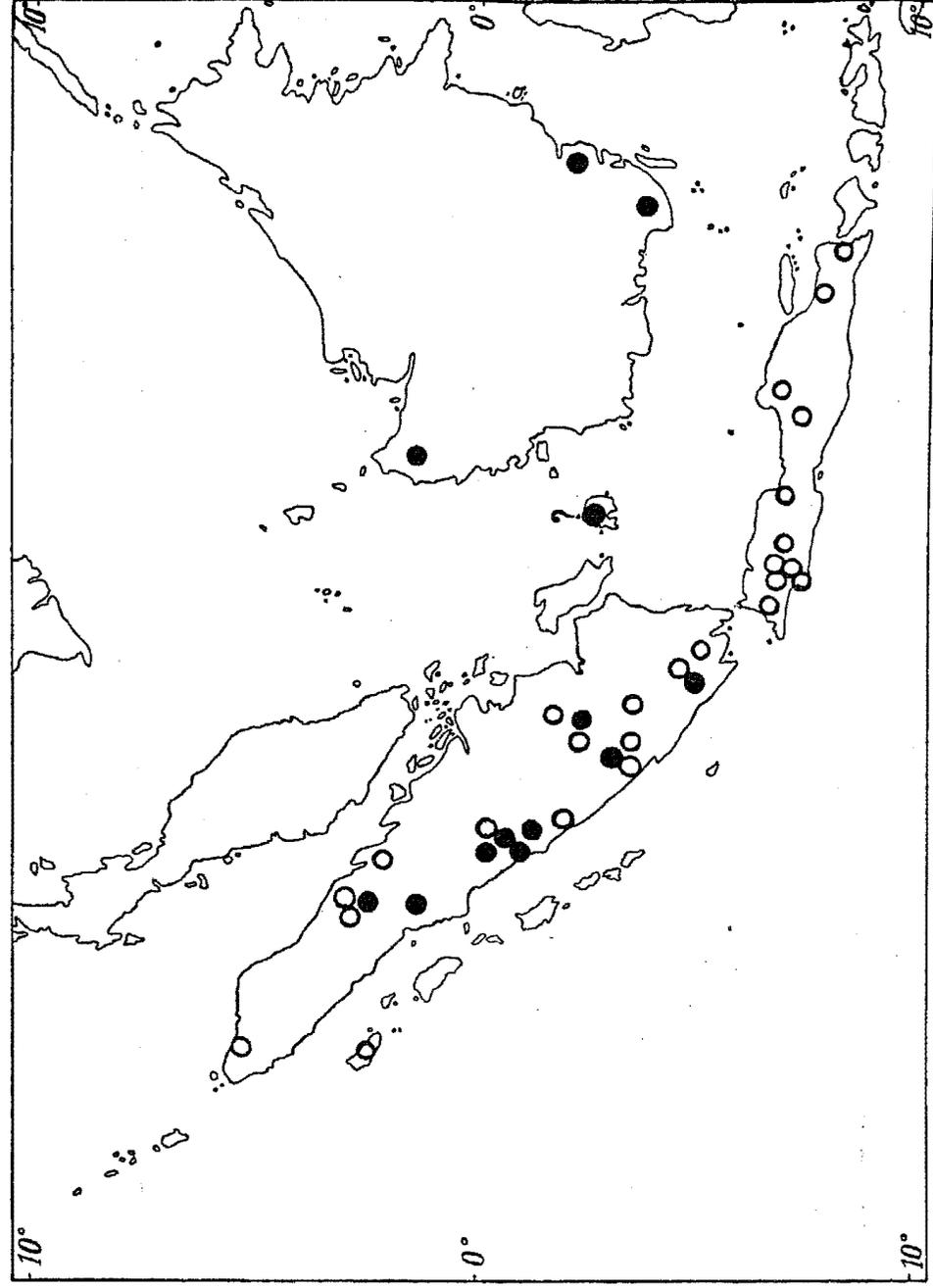


FIGURE 9.

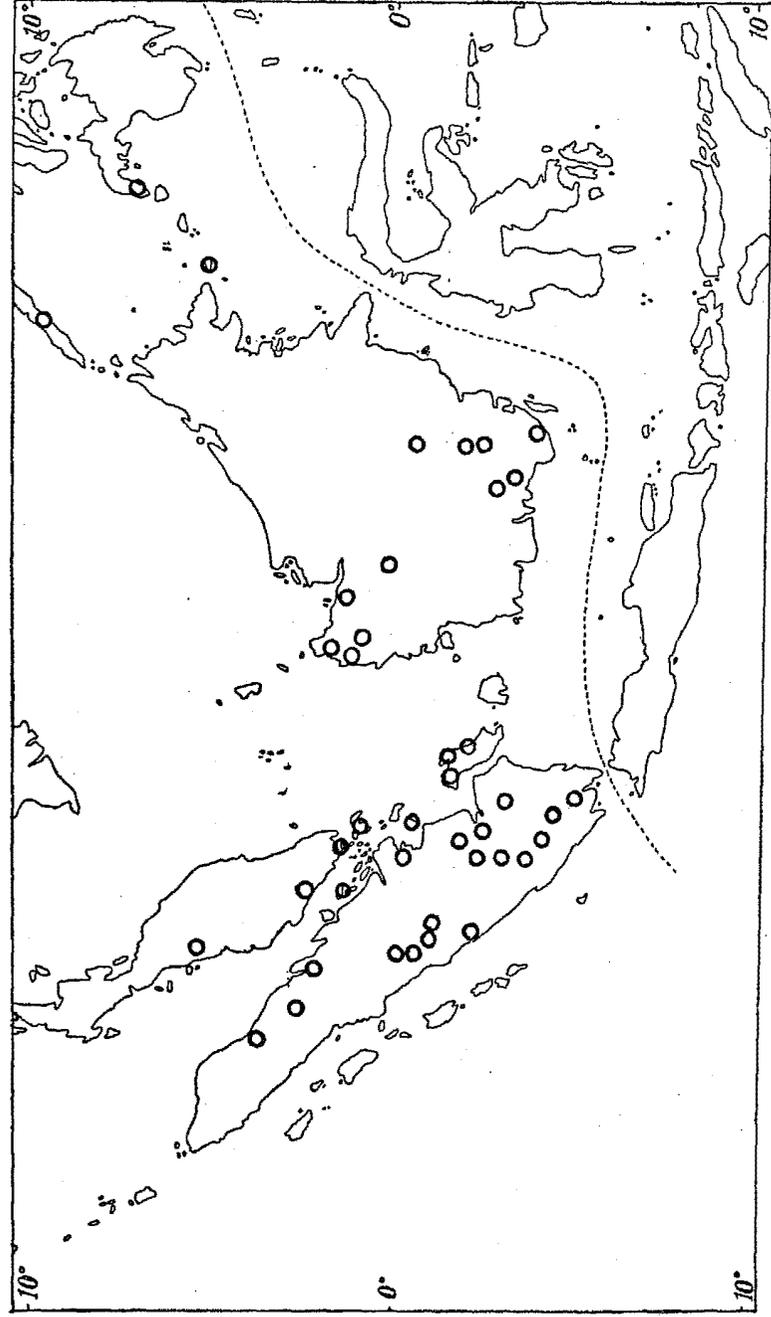


FIGURE 10.

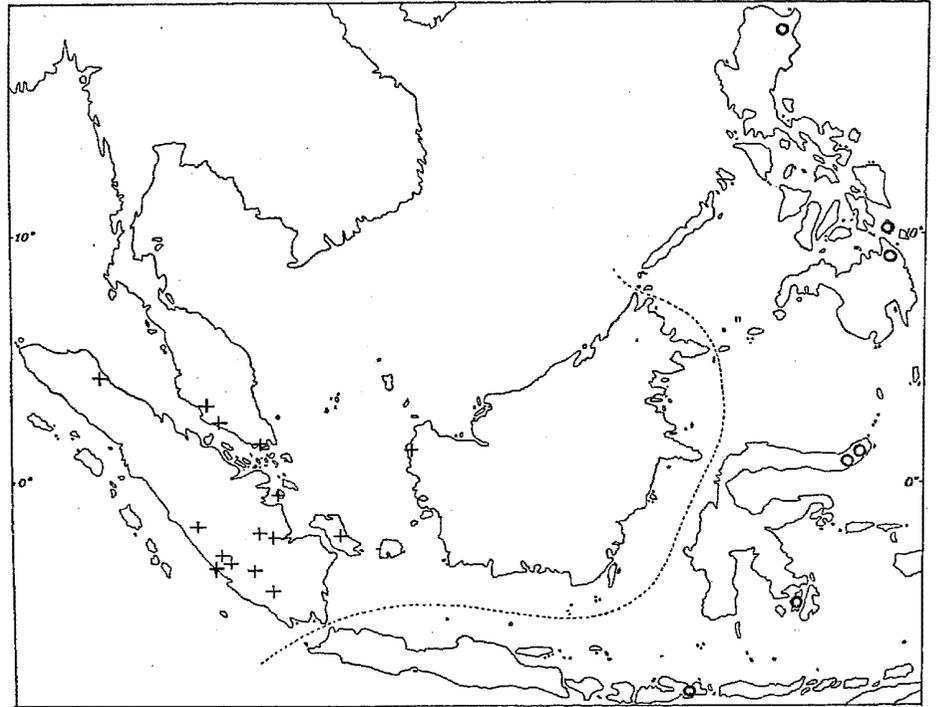


FIGURE 12.

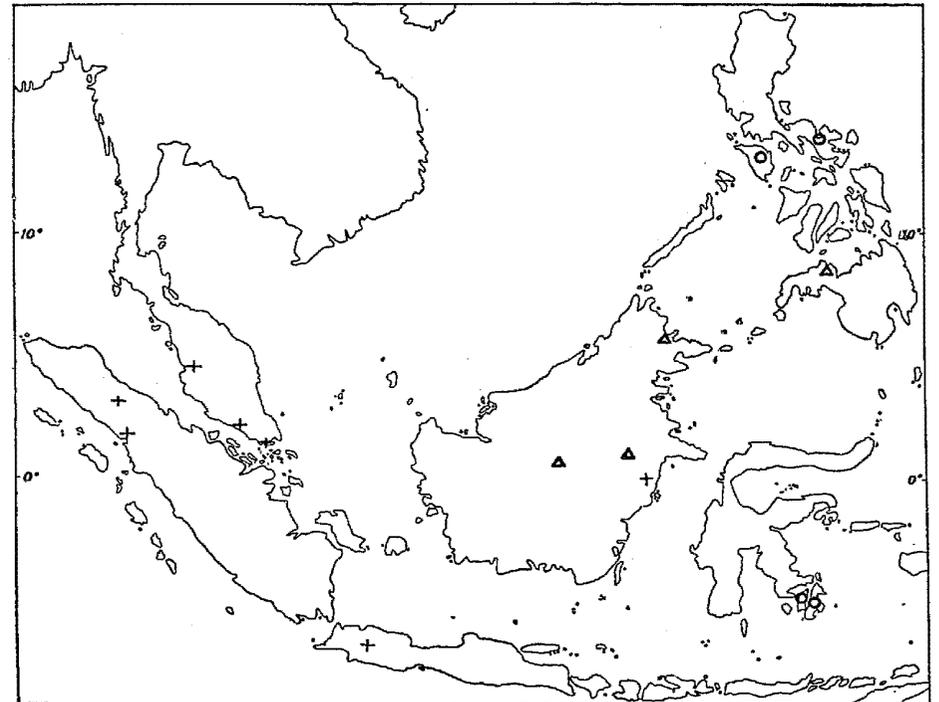


FIGURE 13.

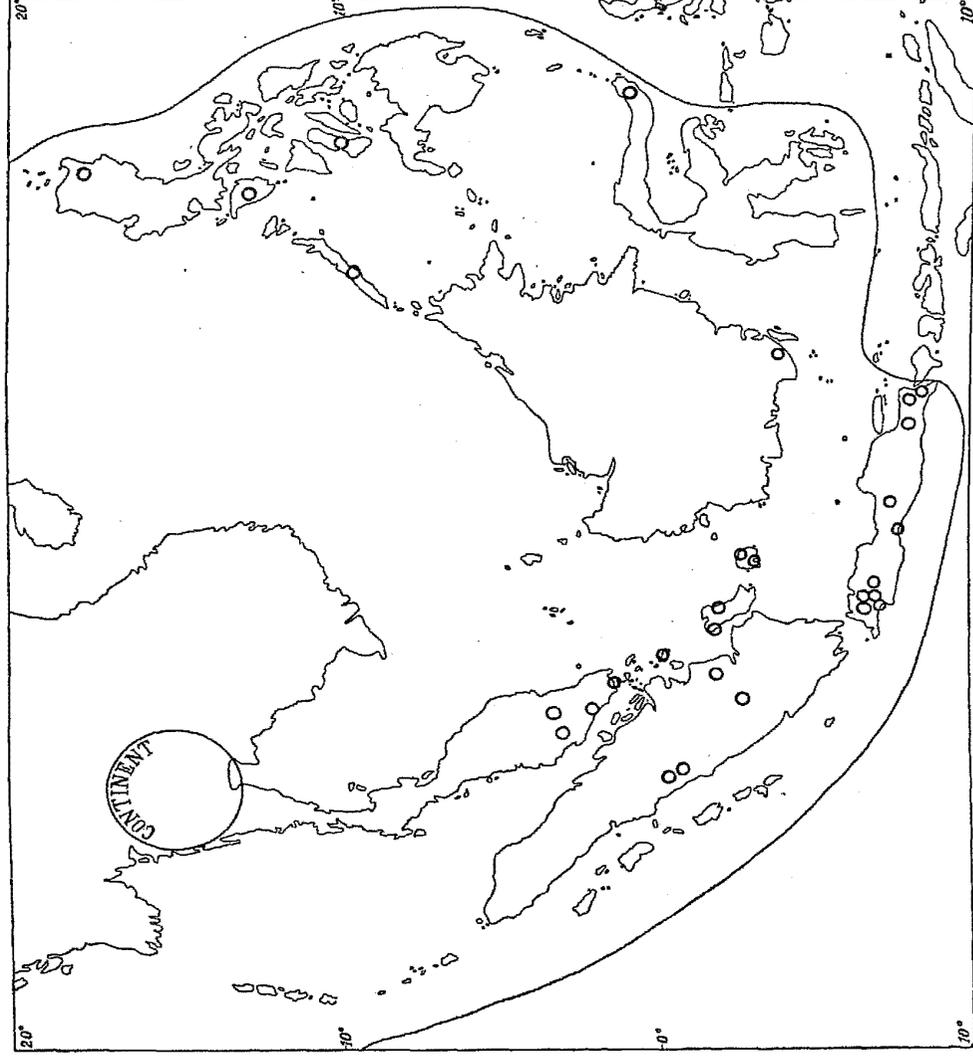


FIGURE 14.

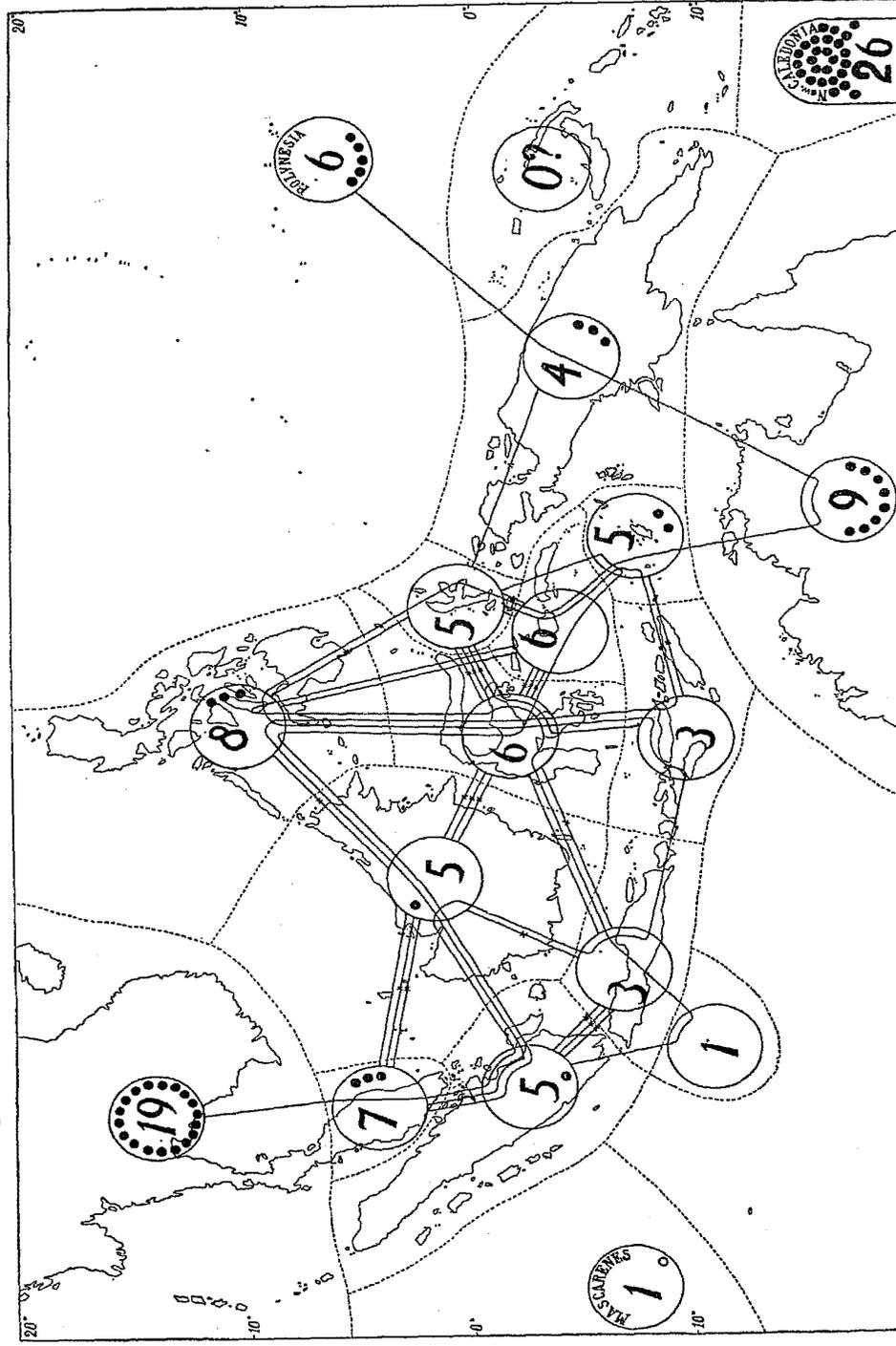


FIGURE 15.

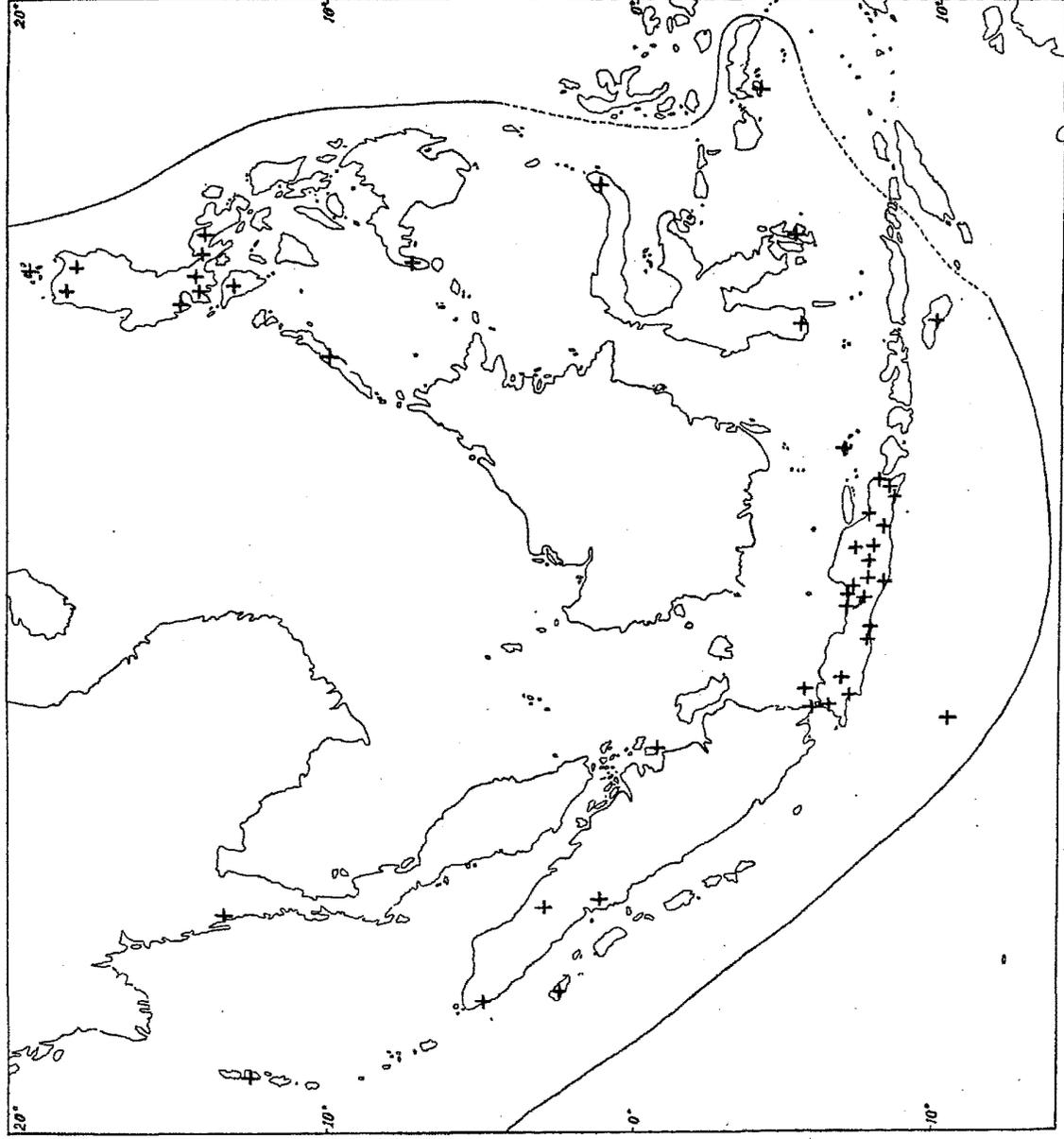


FIGURE 16.

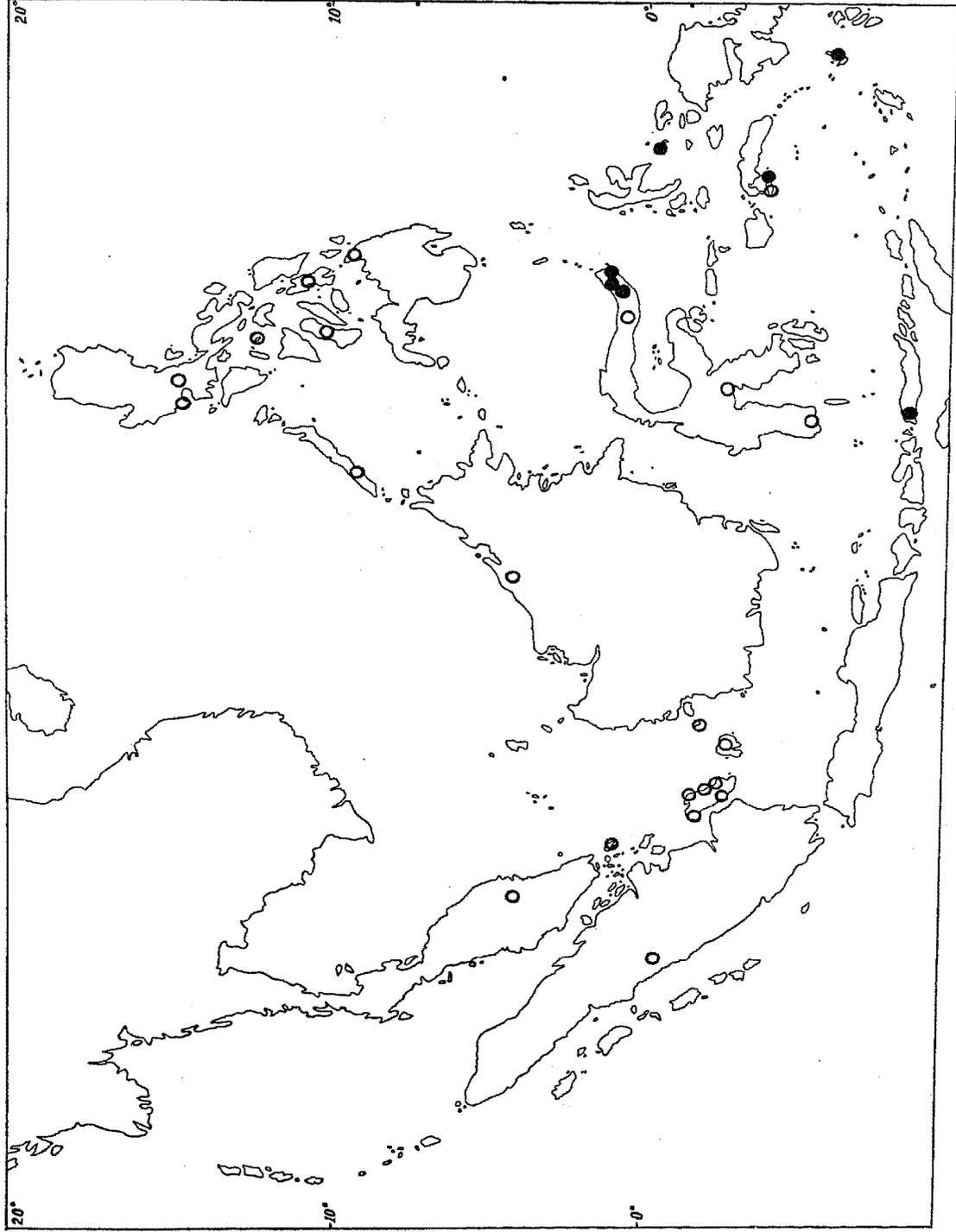


Figure 17.

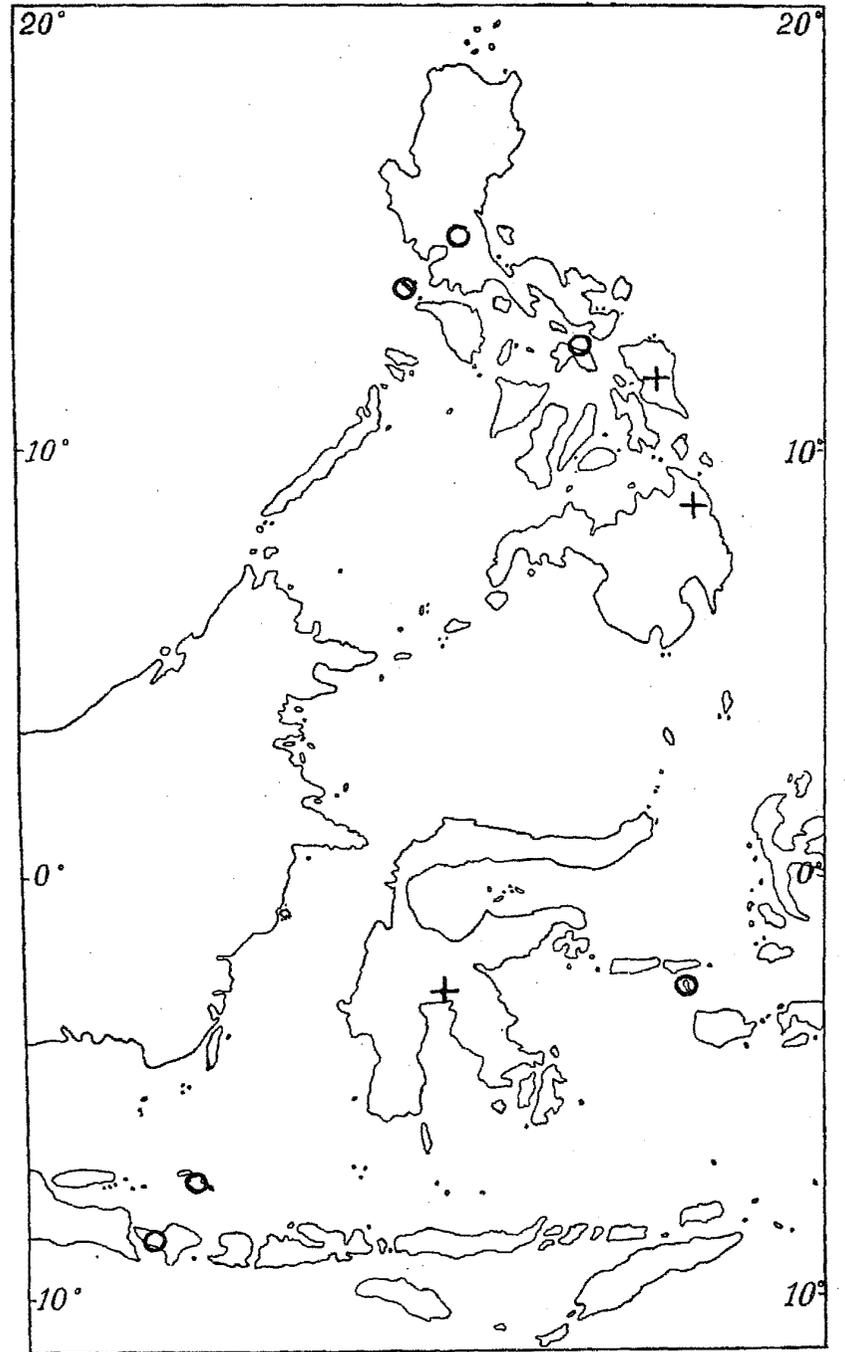


FIGURE 18.