

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

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE
LANDBOUWKUNDE AAN DE LANDBOUWHOOGESCHOOL
TE WAGENINGEN, OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNI-
FICUS A. TE WEHEL, HOOGLEERAAR IN DE BOSCH-
EXPLOITATIE EN DE BOSCHHUISHOUDKUNDE, VOOR
EENE, — OVEREENKOMSTIG ART. 46, LID 4 VAN DE WET
VAN 15 DECEMBER 1917 TOT REGELING VAN HET HOOGER
LANDBOUW- EN HOOGER VEEARTSENIJKUNDIG ONDER-
WIJS (STAATSBLAD No. 700), ZOOALS DIE LAATSTELIJK IS
GEWIJZIGD BIJ DE WET VAN 29 JUNI 1925 (STAATSBLAD
No. 283), — DAARTOE BENOEMDE COMMISSIE UIT DEN
SENAAT, TE VERDEDIGEN OP DONDERDAG, 3 MAART 1927,
DES NAMIDDAGS OM DRIE UUR

DOOR

CHARLES COSTER

OPPERHOUTVESTER BIJ HET BOSCHWEZEN IN NEDERLANDSCH-INDIË

GEBOREN TE BATAVIA.

N. V. BOEKHANDEL EN DRUKKERIJ
VOORHEEN E. J. BRILL, LEIDEN

1927

Het verschijnen van dit proefschrift beteekent voor mij een mijlpaal op den weg der plantenphysiologische studieën die gedurende zooveel jaren in Indië mijn volle belangstelling hadden. Daarbij is het mij een voorrecht, allen die in deze studierichting tot mijn wetenschappelijke vorming hebben bijgedragen of die mij in de tropen de zoo noodige steun verleenden, mijn groote dankbaarheid te betuigen.

Vooreerst U, Hooggeleerde GILTAY, wien ik in de eerste plaats dank de methode van het zelfstandige critische onderzoek en het voorbeeld van den geleerde die niet rust voor en aler zijn werk aan de hoogste maatstaf voldoet.

Wijlen VAN SCHERMBEEK heeft, niettegenstaande den korten tijd dat ik van zijn leiding mocht genieten, een grooten invloed gehad door zijn jeugdig enthousiasme en scherp waarnemen in de natuur.

Met dankbaarheid herdenk ik ook de colleges van de Hoogleeraren BERKHOUT, VALCKENIER SURINGAR en TE WECHEL, en vooral was de gelegenheid, mij door den Hoogleeraar HAM voor het middelbaar examen boschbouw geboden, om nog een physiologisch-boschbouwkundig onderwerp uit te werken, van groote waarde in mijn verdere werk.

Den Directeur van 's Lands Plantentuin, Dr. DOCTERS VAN LEEUWEN, ben ik ten hoogste erkentelijk voor de groote belangstelling in mijn werk en voor de faciliteiten die hij mij immer, voor en tijdens mijn tewerkstelling bij het Treub-laboratorium, zoo bereidwillig verschafte.

Hoogst erkentelijk ben ik U, Hooggeleerde REINDERS, Hooggeachte Promotor, voor de bereidwilligheid waarmee Gij deze studie als proefschrift hebt willen aannemen, hoewel Gij niet het ontstaan ervan stap voor stap hebt kunnen waarnemen en leiden, en in het bijzonder voor de aangename wijze waarop Gij mij tegemoet kwaamt bij de voor mij zoo belangwekkende besprekingen hierover.

U, Zeergeleerde JANSSONIUS eindelijk, ben ik groote erkentelijkheid schuldig voor de bereidwilligheid waarmee Gij het proefschrift hebt willen doornemen en mij van Uw groote kennis, speciaal over het onderhavige onderwerp, hebt laten profiteeren.

I N H A L T.

	Seite.
VORWORT	1
I. EINLEITUNG; METHODE; KLIMA	2
II. BISHERIGE UNTERSUCHUNGEN IN DEN TROPEN	10
III. BEOBACHTUNGSERGEBNISSE	15
A. Tropische Arten	15
	Seite.
1 Pinus Merkusii Jungh. et de Vr.	15
2 Podocarpus cupressina R. Br.	16
3 Quercus pseudomolucca Bl.	17
4 Castanea argentea Bl.	18
5 Artocarpus integra Merr.	18
6 Artocarpus communis Forst.	19
7 Ficus Kurzii King.	20
8 Streblus asper Lour.	20
9 Magnolia Blumei Prantl.	21
10 Anona muricata L.	22
11 Moringa oleifera Lam.	23
12 Enterolobium Saman Prain.	24
13 Pithecolobium umbellatum Benth.	25
14 Albizzia procera Benth.	26
15 Acacia tomentosa Willd.	27
16 Acacia leucophloea Willd.	28
17 Leucaena glauca Benth.	28
18 Adenantha microsperma T. et B.	29
19 Tamarindus indica L.	30
20 Bauhinia malabarica Roxb.	31
21 Cassia Fistula L.	33
22 Cassia javanica L.	35
23 Cassia siamea Lam.	37
24 Erythrina spec. div.	37
25 Poinciana regia Boj.	38
26 Peltophorum ferrugineum Benth.	39
27 Sesbania grandiflora Pers.	40
28 Pterocarpus indicus Willd.	41
29 Butea monosperma Taub.	42
30 Toona serrata Roem.	44
31 Toona Sureni Roem.	45
32 Melia Azedarach L.	46
33 Swietenia Mahagoni Jack.	47
34 Azadirachta indica Juss.	48
35 Phyllanthus Emblica L.	49
36 Hevea brasiliensis Muell. Arg.	50
37 Jatropha gossypifolia L.	52
38 Acalypha spec. div.	53
39 Spondias dulcis Forst.	53
40 Lannea grandis Endl.	54
41 Schleichera oleosa Merr.	56
42 Actinophora fragrans R. Br.	57
43 Hibiscus tiliaceus L.	58
44 Hibiscus schizopetalus Hook. f.	59
45 Gossampinus heptaphylla Bakh.	59
46 Ceiba pentandra Gaertn.	61
47 Sterculia foetida L.	63
48 Aegle marmelos Correa	63
49 Homalium tomentosum Bth.	65
50 Lagerstroemia speciosa Pers.	66
51 Terminalia Catappa L.	68
52 Eugenia cumini Merr.	69
53 Psidium Guajava L.	70
54 Alangium begoniifolium Wang. subsp. eubegoniifolium	71
55 Achras Sapota L.	71
56 Mimusops Kauki L.	72
57 Alstonia scholaris R. Br.	72
58 Plumiera acuminata Ait.	73
59 Thevetia neriifolia Juss.	73
60 Lantana Camara L.	74
61 Tectona grandis L. f.	75
62 Peronema canescens Jack.	80
63 Pluchea indica Less.	81

	Seite.
B. Aus der gemässigten Zone stammende Arten	82
	Seite.
1 Pinus halepensis Mill.	82
2 Pinus palustris Mill.	82
3 Taxodium distichum Rich.	83
4 Cupressus fastigiata DC.	85
5 Cupressus funebris Endl.	86
6 Salix babylonica L.	87
7 Alnus maritima Nutt.	89
8 Fagus sylvatica L.	90
9 Castanea sativa Mill.	95
10 Quercus pedunculata Ehrh.	96
11 Morus alba L.	98
12 Magnolia obovata Thunb.	99
13 Magnolia grandiflora L.	101
14 Berberis vulgaris L.	101
15 Pirus Malus L.	102
16 Rosa spec. div.	105
17 Prunus Puddum Roxb.	105
18 Prunus persica Stokes	107
19 Buxus sempervirens L.	109
20 Acer palmatum Thunb.	110
21 Ilex latifolia Thunb.	110
22 Sambucus canadensis L.	111
IV. ZUSAMMENFASSUNG DER BEOBACHTUNGEN	112
A. Tropische Arten	112
1. Die Lauberneuerung	113
Das normale Verhalten in Ost-Java	113
Einfluss des Alters und des Standortes.	115
Vergleich zwischen der Laubperiodizität in Ost-Java und Buitenzorg.	116
2. Das Dickenwachstum	119
Zusammenhang zwischen der Lauberneuerung und der Kambialtätigkeit	119
Zusammenhang zwischen der Kambialtätigkeit und der Ausbildung von Zuwachszonen.	121
Anatomische Merkmale der Zuwachszonen	128
Einfluss der äusseren Umstände auf die Ausbildung von Zuwachszonen	133
Möglichkeit der Altersbestimmung durch Abzählung der Zuwachszonen	136
B. Die aus kälteren Gegenden eingeführten Holzarten.	138
1. Laubperiodizität	138
2. Dickenwachstum und Zuwachszonen	140
V. EXPERIMENTELLER TEIL	142
A. Zusammenhang zwischen Laubtrieb und Dickenwachstum	143
1. Rindenringelungsversuche	144
2. Entknospung und Verdunkelung	148
3. Versuche über den Einfluss der Unterbrechung des absteigenden Saftstromes auf das Dickenwachstum bei immergrünen und laubverlierenden Baumarten.	151
4. Blütenbildung und Dickenwachstum.	158
B. Versuche zur künstlichen Herstellung von Zuwachszonen	159
1. Entblätterung	159
2. Verdunkelung	162
3. Rindenringelung.	164
4. Vertrocknung	165
5. Die künstliche Herstellung normaler Zuwachszonen	166
VI. THEORETISCHE BETRACHTUNGEN ÜBER PERIODIZITÄT UND DICKENWACHSTUM	173
A. Die Periodizitätsfrage	173

	XI
	Seite.
B. Beziehung zwischen Laubtrieb und Holzbildung	177
C. Die Ursachen der Ausbildung von Zuwachszonen resp. Jahresringen	197
Die Rindenspannung.	197
Der Turgor der Jungholzzellen	198
Die Ernährung des Kambiums	199
Wassergehalt der Jungholzregion	203
Betriebsphysiologie des Jahresringes	205
Die Beobachtungen in der freien Natur.	209
Die Versuche	210
Dickenwachstum und Zuwachszonenbildung als hormonale Korrelation auswachsender Organe (Laubtriebe).	211
VII. ZUSAMMENFASSUNG	217
VIII. LITERATUR	223

STELLINGEN.

I.

De verminderde snelheid in lengtegroei van verschillende plantendeelen overdag is niet het gevolg van den directen invloed van het licht op het groeiproces, doch spruit voort uit de minder gunstige watervoorziening van deze groeiende organen overdag.

II.

WIESNER's methode ter bepaling van het relatieve lichtminimum der boomen door het meten van de lichtsterkte in het donkerste deel der kroon hangt in hooge mate af van den vorm der kroon, en leidt daardoor bij verschillende tropische houtsoorten tot belangrijke fouten.

III.

De methoden om microchemisch vetten van harsen te onderscheiden zijn in enkele gevallen ontoereikend.

IV.

Het ringen van djatihout is meestal overbodig, aangezien het nascheuren van het gevelde hout daardoor niet vermindert.

V.

Ook het djatihout behoort te worden bewaard in planken en deelen. Bewaring in groote stukken (balken of dolken) is uit een oogpunt van houtconserveering sterk af te keuren.

VI.

De timmerhoutopbrengst van de djatibosschen kan belangrijk groter worden, indien door voorzichtig vellen groote valsnelheden vermeden worden.

VII.

Onderzoek naar de duurzaamheid is meestal van meer belang dan het opsporen van de andere technische eigenschappen van het hout. De methoden voor duurzaamheidsonderzoek eischen dringend verbetering.

VIII.

Evenals in de medische wetenschap zal ook in de phytopathologie de hygiëne een hoe langer hoe belangrijker plaats innemen.

IX.

Het djatibedrijf heeft remmend gewerkt op de harmonische ontwikkeling van den Nederlandsch Indischen boschbouw.

X.

De onderlinge wortelconcurrentie van de het bosch samenstellende planten is een zeer gewichtige, doch tot nu toe door den boschbouw sterk verwaarloosde factor in de ontwikkeling van den opstand.

XI.

De bedrijfsleer, in eenige studierichting der Landbouwhoogeschool gedoceerd, behoort te staan op de basis van de kennis der algemeene sociale, meer in het bijzonder der algemeene economische, toestanden en verhoudingen in de maatschappij, binnen welker kader het beschouwde bedrijf een plaats inneemt.

XII.

De kennis van het Maleisch en Javaansch moest door het Ministerie van Koloniën voor den toekomstigen Nederlandsch Indischen houtvester verplicht gesteld zijn.

XIII.

Het is zeer ongewenscht dat de houtvester op Java laag-Javaansch spreekt tegen boschwachters en mantries bij het boschwezen.

XIV.

Het tegenwoordige stelsel van onderwijs, veelal ook het hooger onderwijs, legt te veel nadruk op feitenkennis, terwijl de ontwikkeling van het begrip daardoor verwaarloosd wordt. Ook de moreele ontwikkeling en de ontplooiing van den schoonheidszin worden dikwijls schromelijk verwaarloosd.

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 erwarmten dreieckigen Kupferdraht wird ein Streifen Harz auf den Rand des Präparates gebracht. Ich gebrauchte nicht den von MOLISCH vorgeschriebenen eingedickten venetianischen Terpentins, 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	Mit-tag	2	4	6	8	10	Mit-tern.	
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. v.m.	4	6	8	10	Mit-tag	2	4	6	8	10	Mit-tern.	Jahr
		Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	
Buitenzorg														
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	62	47	63
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 SCHIMPERS 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 Herbariummaterial 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 Kulturgegenden 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 Florengebeten 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 hier und da angepflanzt, so z. B. auch einige junge Bäumchen im Berggarten Tjibodas. Wie alle *Pinus*-arten 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 *Quercus*-arten 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, dichtereim 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 Libriformfasern. 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 aufwies.

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. JANSONIUS hat diese Parenchymbänder wohl beschrieben aber nicht als Zonengrenze gedeutet, während BEEKMANN 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 Libriform und schmalere Bänder Parenchym gebildet, worin die Gefässe regelmässig zerstreut liegen. Das Kambium eines gegebenen Querschnittes bildet nicht über die ganze Breite zugleich entweder Libriform 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 Libriform des Altholzes kleine Zell-

lumina und stark verdickte Wände aufweist, an das sich scharf die weiteren und dünnwandigeren Librifasern 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 allmählig 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. JANSONIUS giebt eine ähnliche Beschreibung der Zonengrenzen verschiedener anderer *Pithecolobium*arten.

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

Material: 1 Scheibe aus Ost-Java 27 cm.

Dieser kleine, wildwachsende Baum wechselt auch wie *Enteolobium 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. *Albizzia 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 Kalkoxalatkristalle 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 blossem 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. JANSSONIUS 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 JANSSONIUS 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 Tropic-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 Librifasern des Frühholzes sind oft weitemiger und dünnwandiger als diejenigen des Spätholzes. Die Muster von JANSONIUS 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 hervorgerufen 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. JANSONIUS 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 Libriförmbändchen 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 Libriförmband ersetzt wird. Dieses erste Libriförmband 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 schmälere 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 Zuwachsrings, 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 JANSONIUS 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 Zuwachsrings 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 zusammengedrückt 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 Endspitze. 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 Zuwachsrings 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 Zuwachsrings 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 tangentiale 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 Libriformstreifen 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 Libriform 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. JANSSONIUS 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 Parenchymschichten, 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 JANSSONIUS 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 Neubeaubung 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, das 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. (JANSSONIUS 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 Libriforbändchen 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 regelmässiger 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 Librifasernstreifen 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 Parenchymschicht 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 neunjährigen 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 allmählig 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; allmählig nimmt diese Tätigkeit bis zum nächsten Generalwechsel ab. Das Dickenwachstum schreitet allmählig von den dünneren Ästen aus nach den dickeren und nach dem Hauptstamm weiter

tort. 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 daraanschliessende 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 spriest 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 Zonengrenze entlang ringförmig angeordnet. Die letzten Librifasern sind oft in radialer Richtung kürzer als die übrigen, während die Markstrahlen auf der Zonengrenze 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 Pflanzer 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 blosse 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 Späthholzlibriformfasern, woran sich die etwas weiteren Frühholzlibriformfasern 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 Libriform mit nur sehr wenigen Gefässen im Frühholz. Bisweilen wird die Grenze durch Parenchym markiert; oft auch sind die Libriformfasern 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. JANSSENIUS 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 allmählig 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 Libriformfasern 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 Libriformfasern 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 Libriformfasern 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. JANSSENIUS 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.

BEEKMAN 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 beschreiben 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 Zuwachszone 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 wurde 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 Libriform der an den ersten Gefässring anschliesst. Die Beschreibung der Zuwachszonen von JANSSONIUS 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 Libriformbänder 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 inse-rierten 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 WRIGHT 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 Libriformfasern 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 Libriform 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 Libriförmbänder viel breiter ist als die übrigen (bis 1 mm). Dort wo 2-3 dieser Libriförmbänder 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 Libriförmbänder 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 Libriförmfasern 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. JANSSENIUS 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 schmälere, 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 JANSSONIUS 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 vereinzelte 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 übrigens 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 Frühholz 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 Ge-
 „fässen 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
 „Faden über das alte Holz verlaufen. Der Zwischenraum zwischen
 „den ersten Gefässen wird meistens weiter mit Holzparenchym
 „ausgefüllt; dann aber geht das Dickenwachstum und die Bil-
 „dung der normalen Holzelemente normal weiter.

„An der Rindenseite werden abwechselnd Siebgefässe mit Par-
 „enchym 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 ver-
 „breitert in ein ungefähr 2 mm breites Band, worin 3-5 Streifen
 „von Bastfasern das Phloëm 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 verschwin-
 „den 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 Wachs-
 tum, 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 schmäleren oder breiteren 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 wenigere, 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 Zuwachzone 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 schmälere 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 7½ cm.

Dieser aus den östlichen und südlichen Staten 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 Zuwachsringe 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 weitlumigen 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 weitlumiger 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 weitlumige Tracheiden bildet, um mit dem Ältern 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 $\frac{1}{2}$ 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 unregelmässige 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 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 lichterem 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 TEYSMANN, 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 $4 \times 2\frac{1}{2}$ m lang und breit, die Höhe beträgt 1-1 $\frac{1}{2}$ 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 erheben. Sie sind von dicken Moospolstern bedeckt, worin viele kleine Würzelchen herausragen. In der Trockenzeit ist das Moos dürr 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 Adventivwurzeln. Einzelne dieser Äste haben sich weiter hinauf fest bewurzelt, sodass sie gewissermassen eine selbständige Pflanze darstellen; inwieweit aber das Verbindungsglied zwischen 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 bürstenförmige Aussehen geben. Diese Verzweigungen 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 Kronendach hinausgehen. Was man in Europa bei den durch Weidenvieh 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 Reduktion 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 dürren Blättern.

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

„1. IV. 1922. Grösstenteils dürres Laub.

„1. IV. 1924. Grösstenteils dürres 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, meistens Äste an der Vorderseite. Das grüne Laub teilweise infolge der starken Dürre schlaff, teilweise schon zu vertrocknen beginnend. Ein einzelnes Ästchen kahl oder mit treibenden Knospen, 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 dürre 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 Jahreszyklus 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 dürres Laub trägt, das später in den Monaten Juli bis September durch junges Laub ersetzt wird. Das aussergewöhnlich trockene Jahr 1925 macht gewissermassen 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 Laubperiodizität. 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
 „fertig entwickelt und die mittleren Elemente der Zuwachszone
 „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 un-
 „bedingt sicher, dass die Entfaltung der Knospen das neue Dicken-
 „wachstum und die neue Zuwachszone einleitet.

„Die Zuwachszonen sind sehr eng, aber ganz normal. Oft be-
 „steht 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 Ge-
 „fässe 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 Haupt-
 „äste, 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. Hie 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 Zu-
„wachszonen auf, es ist also sehr wahrscheinlich, dass die Zu-
„wachszonen einmal pro Jahr ausgebildet werden, dass der Ast
„also auf der untersuchten Stelle 65 Jahre alt war. Die Perio-
„dizität der Belaubung wird astweise eingehalten, die Periodi-
„zität des Kambiums stimmt mit derjenigen der Belaubung
„überein, aber obgleich die Äste eine autonome Periodizität auf-
„weisen, 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 Exem-
plaren 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 fort-
während 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 hie 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 geschlossen. 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 Stieleichen 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 zusammendrängen, 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 Librifasern. Bisweilen sind die Librifasern des Frühholzes etwas weiltumiger als diejenigen des Spätholzes.

Die ringförmige Anordnung der Gefässe im Frühholz kann aber auch stellenweise fehlen, die englumigeren Librifasern 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 weitleumiger 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 anfing, 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 Staten 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 Malus* 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 Wachstumszyclus 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 schmälere 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 PFEIFFER 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 Libriformfasern 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 einzuhalten; 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 spriest 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	}	8 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 Hervorspriessen 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 tangentielle 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 „sommergrün.“

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-

geschlossen, 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 1½ 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, wörien 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 verwachsen. 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 Librifasern 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 Libriform, die letzten Reihen dieser Libriformfasern 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 Gefässe 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.

IV. ZUSAMMENFASSUNG DER BEOBACHTUNGEN.

A. TROPISCHE ARTEN.

Wie man von vornherein wohl erwarten konnte, findet man in den Tropen, wo die Formen sich in endloser Fülle und Mannigfaltigkeit entwickelten, auch eine endlose Mannigfaltigkeit der Lebenserscheinungen. Die Periodizität des Laubfalls und der Lauberneuerung bietet uns denn auch eine endlose Verschiedenheit der Erscheinungen, welche ganz allmählig in einander übergehen. Nicht allein das Verhalten der verschiedenen Arten ist ungleich, sondern auch das Verhalten derselben Art in der Jugend und im Alter, auf verschiedenen Standorten und in verschiedenem Klima ändert sich oft beträchtlich. Es ist daher nur ganz schablonenmässig, wenn ich hier versuchen werde, die Fülle der Erscheinungen zu klassifizieren, and man beachte wohl, dass die verschiedenen Klassen durch allmähliche Übergänge verbunden sind, dass auch viele Holzarten je nach äusseren Umständen bald in die eine, bald in die andere Klasse gestellt werden müssen. Ich werde erst von der Lauberneuerung das normale Verhalten der untersuchten Arten in einem periodisch trockenen Klima, wie Ost-Java es uns bietet, beschreiben, um dann später den Einfluss des Alters und des verschiedenen Standortes zu behandeln. Am Ende soll dann das Verhalten derselben Arten im feuchten Klima Buitenzorgs mit dem normalen Wachstum in Ost-Java verglichen werden.

Auch beim Dickenwachstum trifft man eine endlose Fülle allmählig ineinander übergehender Erscheinungen, sowohl bei dem

Zusammenhang zwischen dem Dickenwachstum und der Zonenbildung als auch bei der Art der Zuwachszonen. In dieser Hinsicht findet man noch eine grössere Verschiedenheit als bei der Lauberneuerung, denn der Typus der Zuwachszonen ist oft bei verschiedenen Exemplaren innerhalb derselben Art, ja selbst oft auch in derselben Scheibe, grundverschieden; sodass man bei vielen Holzarten keine einheitliche Beschreibung der Zuwachszonen geben kann. Hieraus erhellt wohl, dass man ein ausgebreitetes Beobachtungsmaterial braucht, um einigermaßen zuverlässige Beschreibungen geben zu können. Dazu kommt dann noch, dass der Typus der Zuwachszonen in den dünneren Ästen oft von demjenigen im Hauptstamm sehr verschieden ist, sodass man auch hier wieder sehr vorsichtig sein muss beim Generalisieren, wie dies so oft von europäischen Botanikern infolge ungenügenden Beobachtungsmaterials getan wurde.

1. Die Lauberneuerung.

Von den untersuchten Arten beobachtete ich die folgenden ausschliesslich im feuchteren Klima West-Java's: *Pinus Merkusii* Jungh. et de Vr.; *Podocarpus cupressina* R. Br.; *Quercus pseudomolucca* Bl.; *Castanea argentea* Bl.; *Toona serrata* Roem; *Hevea brasiliensis* Muell. Arg.; *Alangium begoniifolium* Wang. Nur in Ost-Java kamen zur Beobachtung: *Acacia leucophloea* Willd.; *A. tomentosa* Willd.; *Cassia javanica* L.; *Butea monosperma* Taub.; *Azadirachta indica* Juss.; *Jatropha gossypifolia* L.; *Schleichera oleosa* Merr.; *Actinophora fragrans* R. Br.; *Eugenia cumini* Merr.; *Mimusops Kaiki* L.

Die übrigen Arten wurden sowohl in Buitenzorg als in Ost-Java untersucht.

Das normale Verhalten in Ost-Java.

Viele Baumarten stehen in Ost-Java während längerer Zeit (1-3 Monate) kahl; diese Ruhe fällt dann immer in die Trockenzeit. Die Neubelaubung erfolgt entweder, nachdem die Regen wieder eingesetzt haben, oder sie vollzieht sich schon mitten in der Trockenzeit oder am Ende derselben, wenn die Bodendürre also am grössten ist. In diese Gruppe fallen die Arten: *Moringa*

oleifera Lam. (viele Vertreter werfen nicht alles Laub ab); *Albizia procera* Benth.; *Bauhinia malabarica* Roxb.; *Cassia javanica* L.; *C. Fistula* L.; *Erythrina* spec. div.; *Poinciana regia* Boj.; *Pterocarpus indicus* Willd.; *Toona Sureni* Roem. (nicht alle Vertreter stehen kahl); *Phyllanthus Emblica* L.; *Spondias dulcis* Forst.; *Lannea grandis* Endl.; *Gossampinus heptaphylla* Bakh.; *Ceiba pentandra* Gaertn.; *Homalium tomentosum* Bth.; *Lagerstroemia speciosa* Pers.; *Plumiera acuminata* Ait.; *Tectona grandis* L. f.; *Peronema canescens* Jack.

Im Allgemeinen fällt der Haupttrieb bei der Neubelaubung in den Anfang der Regenzeit, obschon *Pterocarpus indicus* Willd. sich schon im August wieder neu belaubt und viele andere Vertreter dieser Gruppe schon mehr oder weniger im September-Oktober treiben, bevor noch die Regen eingesetzt haben.

Eine zweite Gruppe umfasst die Arten, die während des Generalwechsels nur kurze Zeit (einige Tage bis etwa 2 Wochen lang) kahl stehen. Dieser Hauptwechsel fällt meistens in die Trockenzeit. Hieher gehören: *Enterolobium Saman* Prain.; *Pithecolobium umbellatum* Benth.; *Acacia leucophloea* Willd.; *Tamarindus indica* L. (der Generalwechsel fällt in die Monate September bis Dezember, der Baum steht aber nicht kahl); *Peltophorum ferrugineum* Benth. (davon gibt es aber auch Vertreter, die in der Regenzeit wechseln); *Butea monosperma* Taub. (fast nie ganz kahl, meistens aber kahle Blüten-Äste); *Melia Azedarach* L.; *Swietenia Mahagoni* Jack. (auch wohl Generalwechsel in der Regenzeit); *Azadirachta indica* Juss.; *Schleichera oleosa* Merr.; *Sterculia foetida* L.; *Terminalia Catappa* L. (zweimal pro Jahr Generalwechsel, einmal in der Regenzeit und einmal in der Trockenzeit); *Eugenia cumini* Merr. (im August Generalwechsel, bisweilen nochmals im März).

Bei der dritten Gruppe, den immergrünen Arten, gibt es verschiedene die sich stark lichten wenn die Dürre lange anhält, ohne jedoch ganz kahl zu stehen. Mit dem Einsetzen der Regen fängt dann eine energische Laubentfaltung an. Hierher gehören: *Artocapus integra* Merr.; *Anona muricata* L.; *Acacia tomentosa* Willd.; *Leucaena glauca* Benth.; *Sesbania grandiflora* Pers.; *Acalypha* spec. div.; *Jatropha gossypifolia* L. (in extremen Fällen

ganz kahl); *Actinophora fragans* R. Br. (bisweilen ganz kahl); *Hibiscus tiliaceus* L.; *H. schizopetalus* Hook. f.; *Aegle marmelos* Correa. (oft kahl); *Psidium Guajava* L.; *Thevetia neriifolia* Juss.; *Lantana Camara* L. (bisweilen kahl, dann sind die feineren Ästchen vertrocknet); *Pluchea indica* Less.

Das ganze Jahr hindurch immer vollbelaubt stehen: *Artocarpus communis* Forst; *Ficus Kurzii* King.; *Streblus asper* Lour.; *Cassia siamea* L.; *Achras Sapota* L.; *Mimusops Kauki* L.

Von diesen immergrünen Arten gibt es verschiedene, die immerfort mehr oder weniger an allen Knospen treiben, soweit die Endknospe nicht in einen Blütenstand umgebildet wird (*Anona muricata* L.; *Artocarpus communis* Forst.; *Leucaena glauca* Benth.; *Sesbania grandiflora* Pers.; *Acalypha spec. div.*; *Hibiscus tiliaceus* L.; *H. schizopetalus* Hook. f.; *Thevetia neriifolia* Juss.; *Pluchea indica* Less.). Es gibt auch solche, die immerfort treibende nebst ruhenden Knospen aufweisen (*Achras Sapota* L.), während die übrigen dann und wann während kürzerer oder längerer Zeit keine Laubentfaltung aufweisen.

Einfluss des Alters und des Standortes.

Im Allgemeinen zeigen die jüngeren (kleineren) Exemplare einer beliebigen Art ein länger anhaltendes Sprosswachstum als die älteren Vertreter. So gibt es viele Bäume, bei denen die grossen Exemplare eine ausgeprägte periodische Laubentfaltung und Lauberneuerung zeigen, während die jungen Bäumchen ununterbrochen weiter wachsen. Besondere deutlich sieht man diese Erscheinung bei *Enterolobium Saman* Prain.; *Poinciana regia* Boj.; *Melia Azedarach* L.; *Schleichera oleosa* Merr.; *Terminalia Catappa* L.; *Tectona grandis* L. f. Mit dem weiteren Wachstum stellt sich dann allmählig bei den meisten Arten eine periodische Knospenruhe ein, die allmählig länger und fester wird. Es gibt nur wenige Ausnahmen, bei denen das Knospenwachstum vom ersten Anfang an sich schubweise vollzieht; es sind nur Arten, die eine sehr ausgeprägte schubweise Knospenentfaltung zeigen (*Mangifera*, *Brownea*, *Amherstia*, *Cynometra*, *Hevea*).

Diese Erscheinung rührt von dem Verhältniss zwischen Laub und Wurzel her: bei den jungen Pflänzchen sind die Wasser (und

Nährsalz) aufnehmenden Organe im Verhältniss zu den wasserabgebenden stärker entwickelt als bei den älteren Exemplaren. Wenn wir jetzt an einem alten Baum dieses günstige Verhältniss wieder künstlich herstellen, z. B. durch eine Aufastung, dann zeigen die neu gebildeten Sprosse wieder die Jugendmerkmale: grössere Blätter, schnelles und lang anhaltendes ununterbrochenes Wachstum. Dasselbe zeigt sich auch, wenn der Baum autonom Äste entwickelt, die in günstiger Lage von Wasser- und Nährsalzversorgung sind (Wasserreiser). Endlich findet man auch analoge Erscheinungen bei gleich grossen Exemplaren, von denen das eine in gutem feuchten Boden wächst, das andere auf dürrem hageren Standort steht. Man kann also den Satz aufstellen, dass die Periodizität im Sprosswachstum desto stärker ausgeprägt sein wird, je älter (grösser) die Pflanzen werden und je dürrer und magerer der Standort ist.

*Vergleich zwischen der Laubperiodizität in Ost-Java und
Buitenzorg.*

Wie aus dem Vorhergehenden hervorgeht, haben diejenigen Arten, die ein periodisches Verhalten zeigen, sich in Ost-Java dem periodischen Klima angepasst. Die während längerer Zeit kahlstehenden Arten sind während der Trockenzeit kahl; bei den Arten, die periodisch einen Generalwechsel einhalten, fällt dieser Vorgang im Allgemeinen in die Trockenzeit. Nur bei *Terminalia Catappa* L. fällt der eine der halbjährigen Laubwechsel in die Regenzeit, während bei einigen anderen Arten die grösste Mehrzahl der Exemplare wohl in der Trockenzeit wechseln, aber es doch auch Vertreter gibt, die es in der Regenzeit tun (*Peltophorum ferrugineum* Benth.; *Tamarindus indica* L.; *Swietenia Mahagony* Jack.).

In Buitenzorg jedoch ist das Verhalten viel unregelmässiger: im Allgemeinen wird die etwa vorhandene Ruheperiode wohl eingehalten, sie ist aber für die verschiedenen Individuen oder oft schon für die verschiedenen Äste eines einzigen Baumes verschieden. Es gibt aber auch Arten, die sich in Buitenzorg und in Ost-Java ganz gleich verhalten, während andere Arten eine Mittelstellung zwischen diesen beiden extremen Fällen aufweisen.

Die in Ost-Java immergrünen Arten sind in Buitenzorg auch immergrün; die Erscheinung, dass einige davon in Ost-Java sich am Ende der Trockenzeit lichten, trifft man in Buitenzorg nicht an, dort ist die Krone immer vollbelaubt.

Von den in Ost-Java während längerer Zeit kahlstehenden Arten sind in Buitenzorg *Bauhinia malabarica* Roxb., *Cassia Fistula* L., *Phyllanthus Emblica* L., *Homalium tomentosum* Bth., *Lagerstroemia speciosa* Pers. und *Tectona grandis* L. f. meistens immergrün; der periodische Laubwechsel hat sich bei diesen Arten entweder ganz unregelmässig über die verschiedenen Ästen verteilt oder es vollzieht sich der Laubwechsel wohl innerhalb einer Frist von 1-2 Monaten, immerhin doch astweise und ohne dass der Baum ganz kahl steht. Die verschiedenen Exemplare zeigen aber oft ein recht verschiedenes Verhalten.

Von dieser Gruppe stehen andere Arten in Buitenzorg wohl meistens während kurzer Zeit kahl, aber diese Periode fällt nicht in die Trockenzeit, sondern ist für die verschiedenen Exemplare verschieden und unregelmässig über das ganze Jahr oder einen grossen Teil des Jahres verteilt: *Albizzia procera* Benth., *Pterocarpus indicus* Willd., *Toona Sureni* Roem. Diese letzte Art wechselt in Ost-Java einmal pro Jahr das Laub, während sie es im Urwalde von Tjibodas alle 8 Monate tut (für die verschiedenen Exemplare jedoch zu verschiedenen Zeiten). Ein ganz analoges Verhalten zeigt auch *Toona serrata* Roem., die in Buitenzorg auch ungefähr alle 8 Monate das Laub wechselt, während sie es einmal pro Jahr im periodisch winterkalten Klima Vorder-Indiens tut.

Endlich gibt es in dieser Gruppe aber auch eine Anzahl Arten, die ganz wie in Ost-Java während der Trockenzeit lange kahl stehen. Es sind dies: verschiedene *Erythrina*-Arten, *Poinciana regia* Boj., *Spondias dulcis* Forst., *Lannea grandis* Endl. (von dieser Art kann man sowohl Vertreter finden, die sich in der Trockenzeit nur lichten als auch solche, die 2-3 Monate lang kahl stehen, während ich auch kleinere Krüppelbäumchen sah, die während der Regenzeit lange ohne Laub standen!), *Gossampinus heptaphylla* Bakh., *Ceiba pentandra* Gaertn. (die Vertreter dieser Art stehen meistens nur einige Wochen kahl gegen einige

Monate in Ost-Java), *Plumiera acuminata* Ait. und *Peronema canescens* Jack.

Von der zweiten Gruppe, die in Ost-Java meistens in der Trockenzeit einen Generalwechsel hält, wobei der Baum oft kurze Zeit kahl steht, gibt es Arten, die in Buitenzorg in denselben Monaten das Laub wechseln wie in Ost-Java. Es sind dies: *Enterolobium Saman* Prain. (Juli-August); *Sterculia foetida* L. (Mai-Juni); *Terminalia Catappa* L. (ungefähr im März und im August-September). Es ist wohl wahrscheinlich, dass die schwach ausgeprägte Trockenzeit in Buitenzorg genügt, um für diese Arten die Periodizität des Laubwechsels festzustellen, zumal da z. B. *Enterolobium Saman* Prain. in Burma seinen Generalwechsel in einem anderen Monat (April-Mai), aber auch während der Trockenzeit, abhält.

Die anderen Vertreter dieser Gruppe zeigen in Buitenzorg auch wohl einen Generalwechsel, dieser ist aber nicht so fest bestimmt, sondern fällt auch oft ausserhalb der Trockenzeit oder ganz regellos durch das ganze Jahr hindurch. Dabei gibt es Arten, die astweise wechseln (*Peltophorum ferrugineum* Benth.). Es gibt Arten, bei denen ich mit Gewissheit verfolgen konnte, dass der Generalwechsel in Buitenzorg auch einmal pro Jahr geschieht (*Melia Azedarach* L. und aus der ersten Gruppe *Albizzia procera* Benth. und *Pterocarpus indicus* Willd.; wahrscheinlich auch *Lagerstroemia speciosa* Pers.), aber auch solche, bei denen ich eine kürzere Dauer zwischen zwei aufeinander folgenden Generalwechseln beobachtete (*Tamarindus indica* L.).

Man sieht aus dem Vorhergehenden, dass auch hier wieder das Verhalten der verschiedenen Arten ganz verschieden ist, dass es solche gibt, bei denen die Periodizität so fest durch innere Ursachen bestimmt wird, dass sie über der ganzen Insel Java dasselbe Verhalten zeigen, während andere im feuchteren Klima West-Javas ihre Periodizität teilweise verlieren, teilweise nach den Ästen verlegen, sodass diese ein autonomes Verhalten zeigen. Dazu gibt es alle möglichen Zwischenstufen, sowohl innerhalb derselben Art als auch zwischen den verschiedenen Arten. Es stellt sich auch hier wieder heraus, wie immer, wenn man sich mit einer grossen Gruppe von Erscheinungen befasst,

dass man nicht verallgemeinern darf, sondern dass es alle denkbaren verschiedenen Reaktionen der Lebewesen auf dieselben äusseren Umstände gibt, Reaktionen, die, wurzelnd in der erblich fixen Anlage, durch die äusseren Umstände ausgelöst werden.

2. *Das Dickenwachstum.*

Gerade wie es von der Laubperiodizität gesagt werden konnte, dass man hier eine endlose Fülle allmählig ineinander übergehender Erscheinungen antrifft, so ist es auch mit dem Dickenwachstum und der daraus hervorgehenden Zonenbildung bewandt. Da aber das Dickenwachstum in enger Beziehung zur Lauberneuerung steht, werden wir erst diesen Zusammenhang näher erörtern, um uns dann dem Verhältniss der Kambialtätigkeit zur Zonenbildung zuzuwenden. Weiter werden wir die anatomischen Merkmale der Zuwachszonen beschreiben, die verschiedenen Typen und die Variationen innerhalb einer Art, um schliesslich den Einfluss der äusseren Umstände auf die Ausbildung dieser Zuwachszonen zu besprechen, die paläoklimatologische Frage zu berühren und nachzugehen, in wie weit die Abzählung der Zuwachszonen einen brauchbaren Masstab für die Altersbestimmung ergibt.

α. Zusammenhang zwischen der Lauberneuerung und der Kambialtätigkeit.

Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Ausbildung neuer Laubtriebe und dem Dickenwachstum, wie dies von Jost schon im Jahre 1891 für europäische Verhältnisse nachgewiesen wurde. Im Allgemeinen kann man sagen, dass die Ausbildung neuer Laubtriebe auch ein starkes Dickenwachstum zufolge hat. Wenn die Blattbildung aufhört, aber die Blätter selbst noch gut funktionieren, nimmt das Dickenwachstum wohl ab, aber es fährt der Baum doch noch immer fort, in die Dicke zu wachsen. Wenn dann aber die Blätter alt und funktionsunfähig werden, nimmt auch das Dickenwachstum ab und hört allmählig auf; wenn der Baum kahl steht, ist im Allgemeinen auch das Dickenwachstum ganz eingestellt. In wie weit zwischen beiden Vorgängen ein

Kausalzusammenhang besteht, werden wir im zweiten, experimentellen Teil näher erörtern, hier genüge nur die Feststellung der Tatsachen.

Die erörterten Verhältnisse lassen sich ganz gut an den verschiedenen Gruppen der untersuchten Baumarten verfolgen. Die immergrünen Arten, die immer mehr oder weniger an allen Knospen treiben, oder solche, die immer treibende nebst ruhenden Knospen aufweisen, zeigen auch ein ununterbrochenes Dickenwachstum; wenn durch Dürre oder andere äussere Umstände das Sprosswachstum herabgemindert oder ganz eingestellt wird, nimmt auch das Dickenwachstum ab oder es hört auf. Die Immergrünen, die periodisch, aber mit kurzen Intervallen treiben, zeigen auch ein immerwährendes Dickenwachstum (*Ficus Kurzii* King.); diejenigen aber, bei denen die auf einander folgenden Treibperioden weit auseinander liegen, zeigen wohl eine periodische Stockung im Dickenwachstum (*Actinophora fragrans* R. Br.; *Tamarindus indica* L.). Von diesen Arten bis zur anderen Gruppe, welche die Bäume mit einem periodischen Generalwechsel des Laubes umfasst, wobei sie oft während einiger Tage kahl stehen, ist nur ein geringer Übergang. Viele Vertreter dieser Gruppe sind immergrün, indem das alte Laub noch nicht ganz abgeworfen ist, bevor das neue wieder hervorsprosst. Doch zeigen sie alle während des Generalwechsels eine deutliche Stockung im Dickenwachstum. Die Vertreter der Gruppe endlich, welche die lange kahlstehenden Arten umfasst, zeigen das besprochene Verhalten am schönsten: Ruhe des Kambiums während des Kahlstehens, kräftiges Dickenwachstum in der ersten Periode der Neubelaubung, allmähliche Herabminderung des Dickenwachstums mit dem Alterwerden des Laubes und gänzlichliches Aufhören des Dickenwachstums gegen Ende der Vegetationsperiode.

In seltenen Fällen glaube ich, dass einigen Arten während des Kahlstehens noch die letzten abgeschiedenen Elemente nachträglich verholzen und verdicken. Ich habe nämlich bei lange laublos stehenden Arten im Anfang der Ruheperiode noch öfters halbverdickte Holzzellen an der Peripherie gesehen, die sich später nicht mehr auffinden liessen (*Moringa oleifera* Lam.; *Erythrina*; *Spondias dulcis* Forst.; *Gossampinus heptaphylla* Bakh.; *Plumiera*

acuminata Ait.). Wahrscheinlich werden diese letzten Elemente noch nachträglich beendet.

β. Zusammenhang zwischen der Kambialtätigkeit und der Ausbildung von Zuwachszonen.

REICHE hat in seiner Abhandlung über das Dickenwachstum chilenischer Holzgewächse auf S. 107 ein Schema aufgestellt, wie vom logisch-formalen Standpunkte aus die in den successiven Vegetationsperioden gebildeten Zuwachse sich aneinander legen können. Es zeigt sich, dass alle als logisch möglich hingestellten Fälle in unserem Beobachtungsmaterial auch tatsächlich verwirklicht sind, obwohl REICHE selber zweifelte, ob alle aufgestellten Möglichkeiten auch in der Natur verwirklicht sein würden; ein schöneres Beispiel für die endlose Mannigfaltigkeit der tropischen Natur könnte es kaum geben! Im Folgenden werden ich die Reiche'sche Einteilung beibehalten.

Man beachte aber wohl, dass der Typus der Zuwachszonen innerhalb derselben Art, ja oft an derselben Scheibe ganz verschieden sein kann, dass überdies die kleineren Äste oft eine ganz verschiedene Zonenbildung zeigen als der Hauptstamm, sodass in den verschiedenen Abteilungen genannten Arten nur nach dem Verhalten eines bestimmten Typus ihrer Zuwachszonen dazu gestellt werden können, dass man aber immer andere Beispiele derselben Art mit abweichendem Typus finden kann.

I. DAS DICKENWACHSTUM ERFÄHRT ZU KEINER ZEIT EINE UNTERBRECHUNG.

A. DIE ZU VERSCHIEDENEN ZEITEN GEBILDETEN ZUWÄCHSE SIND UNTER SICH GLEICH.

Hierher gehören: Die meisten der immergrünen Holzarten unter günstigen, gleichmässigen äusseren Umständen, besonders *Anona muricata* L. (in West-Java) *Jatropha gossypifolia* L., *Acalypha* sp., *Hibiscus schizopetalus* Hook. f., *Alstonia scholaris* R. Br., *Pluchea indica* Less.

B. DIE ZU VERSCHIEDENEN ZEITEN GEBILDETEN ZUWÄCHSE
SIND UNTER SICH UNGLEICH.

Hierher gehören die unter I A genannten Arten, wenn sie sich unter ungünstigen, ungleichmässigen äusseren Umständen befinden. Weiter gehören hierher alle anderen immergrünen Arten. Die Zonenbildung wird hervorgerufen durch:

1. *Ungleiche Qualität der Elemente.*

Das reinste Beispiel dieser Art bilden die Coniferen *Pinus Merkusii* Jungh. et de Vr. und *Podocarpus cupressina* R. Br., bei denen die Zuwachszonen nur durch qualitativ verschiedene Tracheiden hervorgerufen werden.

Als anderes Beispiel nenne ich *Psidium Guajava* L.

2. *Ungleiche Quantität der Elemente.*

Es gehören (mehr oder weniger rein) in diese Gruppe: *Artocarpus communis* Forst; weiter *Ficus Kurzii* King., *Streblus asper* Lour.; auch die Leguminosen, bei denen die abwechselnden Libriform- und Parenchymbänder aus gleichartigen Zellen bestehen, die aber in verschiedener Anzahl vertreten sind, sodass die Streifen im Herbstholz schmaler sind: *Cassia siamea* Lam., bisweilen aber auch mit einem Parenchymbändchen; *Sesbania grandiflora* Pers.

3. *Ungleiche Qualität und Quantität der Elemente.*

Viele der Immergrünen gehören in diese Gruppe, wenn die Zuwachszone gebildet wird sowohl durch z. B. grössere Gefässe im Frühholz als auch durch eine Anhäufung derselben, oder wo ein Parenchymband zusammengeht mit einer Anhäufung von Gefässen oder von Libriformfasern. Einige Beispiele sind: *Quercus pseudomolucca* Bl.; *Castanea argentea* Bl.; *Artocarpus integra* Merr.; *Acacia tomentosa* Willd.; *Thevetia neriiifolia* Juss.

II. DAS DICKENWACHSTUM WIRD DURCH EINE IN BESTIMMTEN INTERVALLEN WIEDERKEHRENDE RUHEPERIODE DES KAMBIUMS UNTERBROCHEN.

A. DIE PERIODISCHEN ZUWÄCHSE SIND EINANDER GLEICH.

Obschon dieser Fall auf den ersten Blick sehr unwahrscheinlich scheint, ist er doch an vielen tropischen Arten mehr oder weniger schön aufzufinden. Am reinsten trifft man ihn bei *Plumiera acuminata* Ait., wo das Holz fast keine Zonenbildung aufweist und doch das Kambium mehrere Monate hintereinander ruht. Aber auch *Erythrina* spec., *Lanea grandis* Endl., *Spondias dulcis* Forst., *Gossampinus heptaphylla* Bähk. und *Ceiba pentandra* Gaertn. zeigen diese Erscheinung oft stellenweise oder in verschiedenen Jahren.

B. DIE PERIODISCHEN ZUWÄCHSE SIND VON EINANDER VERSCHIEDEN.

1. Nach Qualität.

Hierher gehören die Arten, bei denen der Zuwachsring nur durch ein Parenchymbändchen oder durch eine radiale Verkürzung der letzten Librifasern in übrigens homogenem Holz angedeutet wird, wie z. B. *Albizzia procera* Benth.; *Tamarindus indica* L.; *Poinciana regia* Boj.; *Azadirachta indica* Juss.; *Schleichera oleosa* Merr.; *Aegle marmelos* Correa.; *Homalium tomentosum* Bth.

2. Nach Quantität.

Hier könnte man die Holzarten unterbringen, die eine Zonenbildung aufweisen, nur angedeutet durch das Schmälerwerden der abwechselnden Librifasern- und Parenchymstreifen im Herbstholz (*Bauhinia malabarica* Roxb.; *Cassia Fistula* L. und *C. javanica* L.) oder solche, bei denen die Gefässe im Spätholz dichter aneinander gerückt sind (*Enterolobium Saman* Prain.).

3. Nach Qualität und Quantität.

Der häufigste Typus in dieser Gruppe umfasst die Holzarten, deren Frühholz von grösseren und mehreren Gefässen gebildet wird, die in einem Parenchymstreifen eingebettet sind: *Toona serrata* Roem. und *T. Sureni* Roem.; *Melia Azedarach* L.; *Lager-*

stroemia speciosa Pers.; *Alangium begoniifolium* Wang.; *Tectona grandis* L. f.; *Peronema canescens* Jack. Aber es gibt noch andere Typen, die in diese Gruppe gehören, so z. B. *Pterocarpus indicus* Willd. mit schmälereu Libriforbändchen im Spätholz und grösseren Gefässen im Frühholz.

Wenn wir uns jetzt einmal statistisch die Beziehung zwischen Kambiumruhe (oder zwischen Kahlstehen der Bäume) und Ausbildung von Zuwachszonen in einer Tabelle zusammenstellen, dann lassen sich vielleicht doch Gesetzmässigkeiten aufzeigen, die sonst in der Fülle der Erscheinungen unbeobachtet bleiben würden. Die Tabelle gibt für alle untersuchten tropischen und eingeführten Arten die Beziehung zwischen zeitweilern Kahlstehen und Zonenbildung an. Die erste Gruppe umfasst die Arten, die während längerer oder kürzerer Zeit kahl stehen. Die zweite Gruppe umfasst die Arten, die meistens wohl nicht kahl stehen, sich aber beim periodischen Laubwechsel doch stark lichten. Die dritte Gruppe umfasst die Immergrünen im engeren Sinne. Selbstverständlich gibt es viele Arten, von denen je nach äusseren Umständen die einzelnen Vertreter einmal in die eine Gruppe, ein anderes Mal in die andere Gruppe gehören; sie wurden dann aber da untergebracht, wo sie meistens hineinfallen. Eine Unterscheidung zwischen Ost- und West-Java wurde nicht gemacht, weil eben die Lauberneuerung und daher auch die Kambialtätigkeit bei den meisten, in Ost-Java periodisch kahlstehenden oder periodisch das Laub wechselnden Arten, dieselbe Erscheinung auch in West-Java zeigen, wenn auch dort oft unregelmässiger oder astweise autonom. So wurden auch die Holzarten, bei denen sich der Laubwechsel astweise vollzieht (die aus den gemässigten Gegenden in Tjibodas eingeführten Arten), die also als Ganzes betrachtet nicht kahl stehen, wohl aber astweise, in die Gruppe der kahlstehenden Arten untergebracht. (Siehe Tabelle S. 174 und 175).

Aus der Tabelle geht hervor, dass man scharfe, deutliche und ringsum geschlossene Zuwachszonen bei den tropischen Arten nur bei zeitweise kahlstehenden Bäumen findet, ausgenommen bei der sehr plastischen Art *Lantana*, wo die Zuwachszonen auch (und sehr leicht) ausgebildet werden, obschon die Pflanze nicht

kahl steht, sondern nur eine Zuwachsstockung durchmacht. Das will aber nicht sagen, dass es keine Vertreter der kahlstehenden Arten gibt, die, auch wenn sie das Laub nicht ganz abwerfen, sondern nur eine Zeitlang das Wachstum einstellen, keine scharfen Zuwachszonen ausbilden; unsere Tabelle befasst sich nur mit der Art als Ganzes und die einzelnen Vertreter können ein recht abweichendes Verhalten zeigen.

In der Gruppe der kahlstehenden Arten findet man etwa ebenso viele Arten, die scharfe, wie solche, die weniger scharfe und etwas unregelmässige Zuwachszonen bilden, und auch solche, die sehr unscharfe oder stellenweise gar keine Zuwachszonen zeigen. Bei den nicht kahlstehenden, aber das Laub wechselnden Arten brachte ich *Lantana Camara* unter, obwohl diese Art schwer bei einer der drei Gruppen untergebracht werden kann; eigentlich ist die Art im gleichmässigen Klima immergrün, aber in Ost-Java wirft sie in der Trockenzeit sehr viel Laub ab und steht dann fast kahl. Deshalb stelle ich die Art nur in die zweite Gruppe.

Diese Art ist dann die einzige in der zweiten Gruppe, die scharfe geschlossene Zuwachszonen ausbildet. Die anderen Arten bilden entweder ziemlich deutliche Zonen aus (7) oder sehr unscharfe (4).

Die Gruppe der Immergrünen umfasst endlich keine Arten mit scharfen deutlichen Zuwachszonen, nur wenige (4) mit ziemlich scharfen und die Mehrzahl (18) mit undeutlichen Zuwachszonen. Es zeigt sich also aus der Tabelle eine schöne Übereinstimmung zwischen Lauberneuerung und Zuwachszonen, aber nur in dem Sinne, dass die Arten mit sehr deutlichen Zonen alle kahl stehen, solche mit ziemlich deutlichen Zonen zum grössten Teil kahl stehen oder einen ausgesprochenen Laubwechsel zeigen, während die Arten mit unscharfen oder gar keinen Zuwachszonen grösstenteils zu den Immergrünen gehören. Es darf der Satz aber nicht umgekehrt werden, denn auch bei einem Drittel der kahlstehenden Arten werden keine scharfen und deutlichen Zuwachszonen ausgebildet.

Bei den aus der gemässigten Zone eingeführten Arten treffen wir eine analoge Erscheinung; auch hier scharfe Zuwachszonen

	I kahlstehend			II laubwechselnd			III immergrün		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. <i>Pinus Merkusii</i> Jungh. et de Vr.								×	
2. <i>Podocarpus cupressina</i> R. Br. . . .									×
3. <i>Quercus pseudomolucca</i> Bl.									×
4. <i>Castanea argentea</i> Bl.						×			
5. <i>Artocarpus integra</i> Merr.									×
6. <i>A. communis</i> Forst.									×
7. <i>Ficus Kurzii</i> King.								×	
8. <i>Streblus asper</i> Lour.									×
9. <i>Magnolia Blumei</i> Prantl.					×				
10. <i>Anona muricata</i> L.									×
11. <i>Moringa oleifera</i> Lam.			×						
12. <i>Enterolobium Saman</i> Prain.						×			
13. <i>Pithecolobium umbellatum</i> Benth.						×			
14. <i>Albizia procera</i> Benth.		×							
15. <i>Acacia tomentosa</i> Willd.									×
16. <i>Acacia leucophloea</i> Willd.						×			
17. <i>Leucaena glauca</i> Benth.									×
18. <i>Adenantha microsperma</i> T. et B.					×				
19. <i>Tamarindus indica</i> L.					×				
20. <i>Bauhinia malabarica</i> Roxb.		×							
21. <i>Cassia Fistula</i> L.		×							
22. <i>Cassia javanica</i> L.		×							
23. <i>Cassia siamea</i> Lam.									×
24. <i>Erythrina</i> sp. div.			×						
25. <i>Poinciana regia</i> Boj.			×						
26. <i>Peltophorum ferrugineum</i> Benth.					×				
27. <i>Sesbania grandiflora</i> Pers.									×
28. <i>Pterocarpus indicus</i> Willd.	×								
29. <i>Butea monosperma</i> Taub.			×						
30. <i>Toona serrata</i> Roem.	×								
31. <i>Toona Sureni</i> Roem.	×								
32. <i>Melia Azedarach</i> L.	×								
33. <i>Swietenia Mahagoni</i> Jack.		×							
34. <i>Azadirachta indica</i> Juss.					×				
35. <i>Phyllanthus Emblica</i> L.		×							
36. <i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg. . .		×							
37. <i>Jatropha gossypifolia</i> L.									×
38. <i>Acalypha</i> spec. div.									×
39. <i>Spondias dulcis</i> Forst.			×						
40. <i>Lannea grandis</i> Endl.		×							
41. <i>Schleichera oleosa</i> Merr.		×							
42. <i>Actinophora fragrans</i> R. Br. . . .					×				
43. <i>Hibiscus tiliaceus</i> L.									×
44. <i>Hibiscus schizopetalus</i> Hook. f. .									×

1) scharfe, ringsum geschlossene Zuwachszonen. 2) weniger scharfe, etwas unregelmässige Zuwachszonen.
3) sehr unscharfe oder stellenweise gar keine Zuwachszonen.

	I kahlstehend			II laubwechselnd			III immergrün		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
45. <i>Gossampinus heptaphylla</i> Bakh.			×						
46. <i>Ceiba pentandra</i> Gaertn.			×						
47. <i>Sterculia foetida</i> L.			×						
48. <i>Aegle marmelos</i> Correa.		×							
49. <i>Homalium tomentosum</i> Bth.	×								
50. <i>Lagerstroemia speciosa</i> Pers.	×								
51. <i>Terminalia Catappa</i> L.			×						
52. <i>Eugenia cumini</i> Merr.					×				
53. <i>Psidium Guajava</i> L.									×
54. <i>Alangium begoniifolium</i> Wang.	×								×
55. <i>Achras Sapota</i> L.									×
56. <i>Mimusops Kauki</i> L.								×	
57. <i>Alstonia scholaris</i> R. Br.									×
58. <i>Thevetia neriifolia</i> Juss.									×
59. <i>Lantana Camara</i> L.				×					
60. <i>Plumiera acuminata</i> Ait.			×						
61. <i>Tectona grandis</i> L. f.	×								
62. <i>Peronema canescens</i> Jack.	×							×	
63. <i>Pluchea indica</i> Less.									
	9	10	10	1	7	4	0	4	18
1. <i>Pinus halepensis</i> Mill.									×
2. <i>Pinus palustris</i> Mill.									×
3. <i>Taxodium distichum</i> Rich.							×		×
4. <i>Cupressus fastigiata</i> D. C.									×
5. <i>Cupressus funebris</i> Endl.							×		×
6. <i>Salix babylonica</i> L.									×
7. <i>Alnus maritima</i> Nutt.									
8. <i>Fagus sylvatica</i> L.	×								
9. <i>Castanea sativa</i> Mill.					×				
10. <i>Quercus pedunculata</i> Ehrh.					×				
11. <i>Morus alba</i> L.	×								
12. <i>Magnolia obovata</i> Thunb.	×								
13. <i>Magnolia grandiflora</i> L.				×					
14. <i>Berberis vulgaris</i> L.	×								
15. <i>Pirus Malus</i> L.		×							×
16. <i>Rosa spec. div.</i>									
17. <i>Prunus Puddum</i> Roxb.	×								
18. <i>Prunus persica</i> Stokes.	×								×
19. <i>Buxus sempervirens</i> L.								×	
20. <i>Acer palmatum</i> Thunb.									×
21. <i>Ilex latifolia</i> Thunb.									×
22. <i>Sambucus canadensis</i> L.									
	6	1	0	1	2	0	2	1	9

1) scharfe, ringsum geschlossene Zuwachszonen. 2) weniger scharfe, etwas unregelmässige Zuwachszonen.
3) sehr unscharfe oder stellenweise gar keine Zuwachszonen.

meistens bei den kahlstehenden Arten, unscharfe bei den Immergrünen. Dieser Satz soll aber mit einiger Einschränkung aufgefasst werden, denn die Beobachtungen beziehen sich nur auf das gleichmässige Gebirgsklima von Tjibodas, während viele dieser Immergrünen in einem periodischen Klima wohl scharfe Zuwachszonen ausbilden (Europa). Dann fällt uns noch die Erscheinung auf, dass zwei Immergrünen, *Salix* und *Taxodium*, doch scharfe und deutliche Zuwachszonen ausbilden, ohne kahl zu stehen. Man wird dies vielleicht einer erblich fixierten Periodizität der Kambialzone zuschreiben müssen, die nur in schwachem Zusammenhang mit der Laubperiodizität steht.

γ. Anatomische Merkmale der Zuwachszonen.

Eines der am meisten hervortretenden Merkmale der Zuwachszonenbildung in den Tropen ist die grosse Verschiedenheit der anatomischen Verhältnisse, die das Hervortreten verschiedener Bänder oder Linien im Holze verursachen, aber nicht nur eine Verschiedenheit, die sich auf die verschiedenen Arten beschränkt, sondern die man auch innerhalb derselben Art antrifft. Bei den europäischen Holzarten findet man viel konstantere Merkmale des Jahresringes. Die folgenden Merkmale trifft man sehr oft, entweder nur allein oder kombiniert mit anderen Merkmalen, bei der Ausbildung der Zuwachszonen:

Eine radiale Verkürzung der letzten Spätholz-Libriformfasern (oder Spätholz-Tracheiden). (Tafel III, Fig. 1).

Diese Verkürzung, eines der häufigsten Merkmale bei den europäischen Holzarten, trifft man auch bei den tropischen *Koniferen*, weiter bei *Schleichera oleosa* Merr., *Homalium tomentosum* Bth. und gelegentlich bei sehr vielen anderen Arten, z. B. *Phyllanthus Emblica* L., *Spondias dulcis* Forst. und vielen anderen. Diese radiale Verkürzung geht oft zusammen mit einer Wandverdickung; bisweilen aber bleiben die Zellwände gleich dick, ja man trifft selbst Fälle, in denen die Wände der radial verkürzten Libriformfasern dünner sind als sonst. Dies traf ich z. B. bei einer Scheibe von *Hibiscus tiliaceus* L. und regelmässig findet man es an entblätterten oder aufgeasteten Pflanzen (auch wohl

an Stecklingen), wo dann augenscheinlich die Ernährung nicht ausreicht, um diese letzten Elemente normal zu verdicken; oft wird dann auch die radiale Streckung eingeschränkt.

Ein rund herumlaufender schmaler Parenchymstreifen.

Tafel III, Fig 2 und 3).

Diese Erscheinung ist sehr häufig bei den Tropenhölzern, besonders bei den Leguminosen, aber auch bei vielen anderen Arten. Dieser Streifen kann verschieden breit sein, von einer Zellbreite (viele Leguminosen) bis zu 10-30 Zellen (*Azadirachta indica* Juss.; *Aegle marmelos* Correa). Sehr oft werden diese Parenchymzellen als letzte Elemente des Dickenwachstums vor der Ruhe ausgebildet; es werden oft grosse Kalkoxalat-Kristalle darin abgelagert. Bei dem erneuten Dickenzuwachs schliessen daran dann entweder unmittelbar die anderen Elemente des Frühholzes oder es bilden sich erst noch eine bis mehrere Reihen dieser Parenchymzellen aus.

Einen ganz besonderen Fall findet man bei der Ausbildung von einem Streifen weniger verholzter und verdickter Elemente; diese bilden sich aus der Zwischenzone von unverdickten und noch nicht ausgewachsenen Zellen zwischen Kambium und Altholz, die während der Ruhe unverändert liegen bleiben. Es macht den Eindruck, alsob diese Zellen die Fähigkeit zum weiteren Wachstum verlören, sodass sie im halbfertigen Zustand fixiert bleiben. Man trifft diese Erscheinung bei *Gossampinus heptaphylla* Bakh., *Ceiba pentandra* Gaertn., *Sterculia foetida* L. und vielleicht auch bei *Moringa oleifera* Lam.

Oft findet man auch den Parenchymstreifen (aber dann nicht schmal) kombiniert mit einer ringförmigen Anhäufung vieler und grösser Gefässe im Frühholz die in dem Parenchym eingebettet liegen; das Parenchym wird dann aber nicht vor der Ruhe, sondern nachher ausgebildet, nachdem die ersten grossen Gefässe schon angelegt und als feine Fäden sichtbar sind, die an der Oberfläche des Altholzes liegen (*Toona*, *Tectona*, *Peronema*, u. s. w.) (Tafel II, Fig. 1).

Ein schmaler Streifen Libriform ohne Gefässe oder Parenchym
(Tafel III, Fig. 3 und 4).

Auch dies ist eine ziemlich häufige Erscheinung bei den untersuchten Tropenhölzern. Man findet dann, dass die ersten Elemente des Frühholzes vorwiegend oder ausschliesslich aus Libriformfasern bestehen (*Adenantha microsperma* T. et B.; *Hevea brasiliensis* Muell. Arg.; *Lanea grandis* Endl.; *Actinophora fragrans* R. Br.; *Aegle marmelos* Correa; *Eugenia cumini* Merr, und gelegentlich bei sehr vielen anderen Holzarten). Aber in anderen Fällen besteht auch das letzte Altholz allein oder zusammen mit dem ersten Frühholz vorwiegend aus Libriform, bisweilen durch ein feines Parenchymbändchen auf der Zonengrenze durchsetzt (*Tamarindus indica* L.; *Swietenia Mahagoni* Jack.; *Actinophora fragrans* R. Br. u. a.).

Eine Periodizität in der Breite der abwechselnden Libriform- und Parenchymbänder. (Tafel III, Fig. 4; Tafel IV, Fig. 1-2).

Viele Holzarten (*Anonaceae*, *Ficus* Arten, *Leguminosae*, u. a.) zeigen eine feine Bänderung von abwechselnden, tangential gestreckten Streifen von Libriformfasern und Holzparenchym, worin die Gefässe bisweilen regellos zerstreut liegen. Diese Bänder sind breit, wenn der Baum ein kräftiges Dickenwachstum zeigt, im Frühholz also, während bei langsamem Dickenwachstum die Bänder auch schmaler werden (und oft auch weniger quer gestreckt oder umgekehrt eben tangential verlängert), sodass das Spätholz sich durch eine andere Zeichnung vom Frühholz abhebt. Oft ist die gebänderte Zeichnung wellenförmig (*Leguminosae*); die regelmässige Wellenzeichnung wird dann auf der Grenze zwischen Spät- und Frühholz jäh abgebrochen, indem das Frühholz entweder mehr oder weniger Wellenzeichnung zeigt, indem es tangential breitere oder schmalere Streifen aufweist. Wenn aber die Zuwachszonen schmal sind, ist auch die Grenze weniger deutlich, der Wachstumsunterschied zwischen Spät- und Frühholz ist dann auch weniger ausgeprägt.

Eine Periodizität in der Gefässgrösse oder Gefässanordnung
(Tafel IV, Fig. 2-3-4).

Wenn man bei europäischen Holzarten eine Periodizität in der Gefässgrösse oder der Gefässanordnung antrifft, findet man immer, dass das Frühholz reicher an Leitungsbahnen ist; diese Erscheinung hat man schon mit dem Bedürfnis nach einer guten Wasserversorgung des jungen Laubes in Beziehung gebracht. Aber bei den Tropenhölzern trifft man oft sehr abweichende Verhältnisse!

Sehr oft ist das Frühholz gerade ausgesprochen gefässarm, indem die ersten Elemente vorwiegend aus Libriform bestehen; dieser Fall ist oben schon ausführlich behandelt.

Ziemlich häufig findet man auch, dass die Gefässe in der Mitte der Zuwachszone am grössten sind; im Frühholz nehmen sie dann allmählig ein wenig an Grösse zu, im Spätholz aber nimmt die Grösse oft jäh und beträchtlich ab. Es macht dann wohl den Eindruck, alsob das Frühholz (durch den unvermittelten Übergang zwischen Spätholz und Frühholz) die grössten Gefässe besässe, aber bei einer genauen Betrachtung sieht man doch, dass der mittlere Teil der Zuwachszone sie enthält (verschiedene *Leguminosae* wie *Cassia fistula* L.; *Pterocarpus indicus* Willd.; *Erythrina* spec.; weiter z. B. *Actinophora fragans* R. Br.).

Öfters sieht man eine Anhäufung kleinerer Gefässe im Spätholz, während das Frühholz dann wohl grössere Gefässe aufweist, die aber viel weiter auseinandergerückt sind. Diese Erscheinung trifft man öfters bei immergrünen Holzarten, die während der Trockenzeit eine Wachstumstockung zeigen; es macht dann ganz den Eindruck, alsob die Anlage der Gefässe durch das herabgesetzte Wachstum nicht beeinträchtigt würde, ihre normale Vergrösserung aber wohl, sodass eine Anhäufung von vielen, aber kleineren Gefässen resultiert. (*Artocarpus integra* Merr.; *A. communis* Forst.; *Acacia tomentosa* Willd.; *A. leucophloea* Willd.; *Leucaena glauca* Benth.; *Sesbania grandiflora* Pers.). An Stecklingen kann man oft eine analoge Erscheinung beobachten: beim Abschneiden eines Astes gibt es eine Anzahl Gefässanlagen in der Kambialzone, die infolge der Unterbrechung der Ernährung nicht normal auswachsen; auch das dazwischenliegende Gewebe

wächst nicht in voller Breite aus, sodass man eine Zone von etwas unregelmässigem Gewebe mit vielen kleineren Gefässen bekommt. Wenn dann der Ast bewurzelt ist und Blätter ausgebildet hat, bekommt das Kambium wieder gehörige Ernährung und wird wieder normales Holz ausgebildet.

Der in Europa so häufige Fall, dass man im Frühholz eine Anhäufung grösserer Gefässe antrifft, kommt auch bei den Tropenhölzern ziemlich häufig vor. Oft sind sie zu mehreren Reihen hintereinander gestellt (*Toona serrata* Roem und *T. Sureni* Roem; *Melia Azedarach* L.; *Alangium begoniifolium* Wang; *Tectona grandis* L. f.; *Peronema canescens* Jack.), bisweilen aber auch hauptsächlich nur in einer Reihe (*Lagerstroemia speciosa* Pers.); in weitaus den meisten Fällen sind diese Gefässe in Parenchym eingebettet, mitunter aber ist das umgebende Gewebe dem Übrigen ganz gleich (*Pterocarpus indicus* Willd., *Phyllanthus Emblica* L.). Man findet alle möglichen Übergänge zwischen Holzarten, bei denen die ersten Frühholzgefässe bedeutend grösser sind als die Spätholzgefässe, bis zu solchen, bei denen der Unterschied nur sehr gering ist (*Phyllanthus Emblica* L.; *Actinophora fragrans* R. Br.).

Im Obenstehenden wurden die Merkmale des Holzes im Hauptstamm besprochen; das Holz der dünneren Äste weicht aber oft beträchtlich im Bau davon ab. Im Allgemeinen ist die Zonenbildung in den dünneren Ästen deutlicher und schärfer. An Bäumen, die eine astweise Periodizität zeigen, haben die Äste oft eine ringsum geschlossene Zonenbildung, der Hauptstamm keine oder eine unregelmässiger. In den dünneren Ästen trifft man weiter sehr oft im Frühholz eine ringförmige Anordnung vieler und grösserer Gefässe, während dieses Merkmal in den Zuwachszonen des Hauptstammes bestimmter Arten meistens fehlt (*Albizzia procera* Benth.; *Poinciana regia* Boj.; *Swietenia Mahagoni* Jack.; *Hevea brasiliensis* Muell. Arg.; *Schleichera oleosa* Merr.; *Actinophora fragrans* R. Br.; *Gossampiuus heptaphylla* Bakh. u. a. m.). Die Merkmale des Hauptstammes, ein schmaler Streifen Libriform, ein breiteres Parenchymband oder ein jäher Übergang zwischen der Breite und Anordnung der Spätholz- und Frühholzbänderung fehlen dann meistens mehr oder weniger in den dünnen Ästen.

δ. Einfluss der äusseren Umstände auf die Ausbildung von Zuwachszonen.

Es gibt nur verhältnismässig wenige Arten, bei denen die Ausbildung der Zuwachszonen unter gleichmässigen äusseren Umständen ausbleibt während bei ungleichmässigen Aussenfaktoren schöne Zuwachszonen ausgebildet werden. Am schönsten findet man diese Erscheinung bei *Hibiscus tiliaceus* L., *Lantana Camara* L., *Tectona grandis* L. f. und *Pluchea indica* Less., weniger ausgeprägt auch bei *Pinus Merkusii* Jungh. et de Vr., *Podocarpus cupressina* R. Br., *Anona muricata* L., *Sesbania grandiflora* Pers., *Jatropha gossypifolia* L. und *Acalypha* spec. Von diesen genannten Arten hat *Tectona grandis* L. f. die stärkste Tendenz zur Zonenbildung, sodass es ausserordentlich günstiger Umstände bedarf, soll die Ringbildung ganz und gar ausbleiben, besonders bei älteren Exemplaren; aber GEIGER hat doch Bäume gefunden, bei denen bis 12 Jahre hintereinander die Ringe fehlten. Die jüngeren Bäumchen zeigen im Buitenzorger Klima ganz allgemein das Unterbleiben der Zonenbildung.

Bei *Pluchea indica* Less., *Lantana Camara* L. und den beiden Coniferen ist die Neigung zur Zonenbildung weniger stark, aber doch noch ziemlich ausgeprägt, bei den übrigen genannten Arten ist gerade die Anlage zum fortwährenden undifferenzierten Wachstum sehr stark und muss eine erhebliche Schwankung im Klima oder in den anderen äusseren Umständen eintreten, um eine scharfe Zuwachszone hervorzurufen.

Als anderes Extrem findet man die Arten, die selbst im gleichmässigsten Klima noch ebenso schöne Zuwachszonen ausbilden wie im periodisch trockenen Klima. Hieher gehören: die beiden *Toona*-Arten, *Melia Azedarach* L., *Alangium begonifolium* Wang., vielleicht auch *Peronema canescens* Jack. Ferner auch eine Anzahl Arten, die in Ost- und West-Java gleich deutliche Zuwachszonen ausbilden, bei denen die Zonen aber nicht so deutlich sind wie bei den erstgenannten Arten: *Enterolobium Saman* Prain., *Albizzia procera* Benth., *Tamarindus indica* L., *Poinciana regia* Boj., *Hevea brasiliensis* Muell. Arg., *Lanea grandis* Endl., *Gossampinus heptaphylla* Bakh., *Ceiba pentandra* Gaertn., *Terminalia*

Catappa L. und *Psidium Guajava* L. Daneben gibt es auch eine Anzahl Arten, bei denen die Zuwachszonen in Ost- und West-Java gleich scharf sind, wo aber die West-Java-Scheiben eine unregelmässigere (und bisweilen ringsum nicht geschlossene) Zonenbildung aufweisen als die Ost-Java-Scheiben. Es sind dies: *Streblus asper* Lour., *Bauhinia malabarica* Roxb., *Cassia Fistula* L., *Peltophorum ferrugineum* Benth., *Pterocarpus indicus* Willd., *Homalium tomentosum* Bth. und *Lagerstroemia speciosa* Pers. Von den übrigen untersuchten tropischen Arten sind die Zuwachszonen in Ost- und West-Java wohl nicht gleich deutlich, aber sie werden doch nicht ausschliesslich durch die äusseren Umstände bestimmt.

Bei allen Holzarten, die mehr oder weniger deutliche Zuwachszonen ausbilden, wird die Periodizität dieser Ausbildung in Ost-Java durch die Periodizität des Klimas bestimmt, auch bei jenen Holzarten, die in Buitenzorg eine ebenso deutliche Zonenbildung aufweisen wie in Ost-Java. Dies tritt besonders klar hervor bei den beiden *Toona*-Arten, die in West-Java eine 8 monatliche Periode einhalten; in Ost-Java ist diese Periode für *Toona sureni* Roem. aber jährlich geworden und TROUP berichtet, dass die Periode für *Toona serrata* Roem. in dem periodisch kalten Klima Vorder-Indiens auch jährlich ist. Aber auch bei anderen Arten ist diese Erscheinung sehr auffallend (*Tamarindus indica* L., *Peltophorum ferrugineum* Benth., *Pterocarpus indicus* Willd., *Melia Azedarach* L., *Homalium tomentosum* Bth. und *Lagerstroemia speciosa* Pers.).

Unter dem „Einfluss der äusseren Umstände“ in weiterem Sinn könnte man auch den Einfluss des Baumalters auf die Ausbildung von Zuwachszonen verstehen. Es handelt sich hier doch höchstwahrscheinlich um eine reichlichere Versorgung mit Wasser und Nährsalzen in der Jugend als Folge der relativ grösseren Wurzelausbreitung bei den jungen Pflanzen. In Gegensatz zu den europäischen Verhältnissen sieht man in den Tropen sehr oft, dass die Ausbildung von Zuwachszonen in der Jugend ausbleibt. Dies ist nicht nur der Fall bei den Holzarten, die später leicht durch äussere Umstände beeinflusst werden (*Tectona*), sondern auch bei solchen, die später eine feste Periodizität aufweisen (*Toona*, *Melia*). Das Ausbleiben der Zuwachszonen hängt mit

dem fortwährenden Sprosswachstum zusammen, das diese Arten im Jugendstadium aufweisen; wenn das Sprosswachstum ganz oder bis zu einem gewissen Grade unterbrochen wird, bildet sich auch ein Zuwachsring aus, wie ich es für *Tectona grandis* L. f. zeigte. Da aber diese Erscheinung des ununterbrochenen Treibens während der Jugend sehr häufig vorkommt, darf man auch das Ausbleiben der Zuwachszonen in der Jugend ganz allgemein erwarten. Oft auch sind die inneren Ringe unscharf, verwaschen, was sich auf dieselbe Ursache zurückführen lässt. Mit Sicherheit habe ich die Erscheinung an den folgenden Arten konstatiert: *Adenanthera microsperma* T. et B., *Cassia javanica* L., *Toona Sureni* Roem., *Melia Azedarach* L., *Swietenia Mahagoni* Jack., *Schleichera oleosa* Merr., *Homalium tomentosum* Bth., *Lagerstroemia speciosa* Pers., *Eugenia cumini* Merr., *Tectona grandis* L. f. und *Peronema canescens* Jack.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, ganz ebenso wie wir es bei der Besprechung der Laubperiodizität fanden, dass man nicht verallgemeinern darf, sondern dass bei einem genügend vollständigen Beobachtungsmaterial die verschiedenen Möglichkeiten tatsächlich alle verwirklicht sind, sowohl beim Zusammenhang zwischen Kambialtätigkeit und Ausbildung der Zuwachszonen als auch bei dem Zusammenhang zwischen klimatischen Einflüssen und Zuwachszonenbildung. Bis jetzt war man oft geneigt, über die Lebensvorgänge in den Tropen theoretische Betrachtungen anzustellen und wegen des ungenügenden Beobachtungsmaterials zu verallgemeinern. So sagt z. B. KLEBS in seiner Abhandlung über das Treiben der Buche auf S. 89: „In tropischen Gegenden mit ausgesprochenem Wechsel einer trockenen und feuchten Periode beobachten wir einen regelmässigen Wechsel von Eng- und Weitholz..... In den feuchttropischen Gegenden, z. B. in West-Java, zeigen die dort einheimischen Bäume keinen regelmässigen Wechsel der beiden Holzarten, weshalb von Jahresringen nicht gesprochen werden kann“. Die Zuwachszonen der einheimischen Arten *Toona Sureni* Roem, *Alangium begoniifolium* Wang., *Peronema canescens* Jack. wiederlegen diese Behauptung zur Genüge.

Es scheint mir hier der richtige Ort um Stellung zu nehmen

in der in den letzten Jahren wiederholt diskussierten Frage nach der Bedeutung der Zuwachszonen für die Paläoklimatologie. Besonders ANTEVS, der sich früher ablehnend gegen deren Verwertung verhielt, hat sich dem Standpunct seines Gegners GOTHAN in seiner letzten Abhandlung (Amer. Journ. Sc. 1925, 5 serie N^o. 9) bedeutend genähert. Ohne hier weiter auf die Literatur einzugehen, werde ich meinen eigenen Eindruck kurz betonen.

Aus vereinzelt Beobachtungen über Fehlen oder Vorkommen von Zuwachszonen wird man keine Schlüsse ziehen dürfen, wohl aber wenn man über eine grosse Anzahl Beobachtungen verfügt. Dann wird m. E. das Auftreten von scharfen, ringsum geschlossenen Zuwachszonen bei den grössten Mehrzahl der Arten, auf ein periodisch kälteres Klima weisen.

Wenn dagegen die Mehrzahl der Arten keine oder nur unscharfe Zuwachszonen aufweist, wird man auf ein warmes Klima ohne Winter schliessen dürfen. Auch schärfere, aber ringsum nicht geschlossene Zonen weisen daraufhin. Die Entscheidung ob in diesem Klima periodische Trockenzeiten auftreten wird viel schwerer zu entscheiden sein. Ein Überwiegen der Holzarten mit deutlichen ringsum geschlossenen Zuwachszonen, ohne aber die Schärfe und Regelmässigkeit zu zeigen die man in winterkalten Gegenden findet, würde auf eine periodische Trockenzeit hinweisen.

ε. Möglichkeit der Altersbestimmung durch Abzählung der Zuwachszonen.

Bei den meisten Arten ist die Ausbildung der Zuwachszonen so unregelmässig und verwaschen, dass man bei aufeinander folgenden Abzählungen an derselben Scheibe oft ganz verschiedene Zahlen bekommt; man kann dann nicht mehr von einer „Abzählung“ reden, sondern nur von einer „Abschätzung“. Solche Abschätzungen werden bei den meisten Arten nicht zur Altersbestimmung gebraucht werden können, weil dazu die Zonenbildung zu unregelmässig ist. Es gibt aber auch Holzarten, zumal im periodischen Klima Ost-Javas, bei denen die Ringzählung ganz brauchbare Resultate zur Altersbestimmung liefert. Ganz so deutlich wie in Europa sind die Zuwachszonen aber fast nie, daher muss man, um einigermaßen zuverlässige Resultate zu

bekommen, die Scheiben sehr glatt abhobeln und womöglich nass untersuchen; wenn sie schon ausgetrocknet sind, kann eine spätere Benetzung gut nachhelfen. Es ist oft günstig und bisweilen notwendig, eine etwa 10-fach vergrößernde Lupe zu gebrauchen; oft wird es auch notwendig sein, die Zuwachszonen ringsum die Scheibe herum zu verfolgen, um zu sehen, ob man es mit geschlossenen oder nur offenen oder miteinander verschmelzenden Zuwachszonen zu tun hat, welche letztere oft keine echten „Jahresringe“ sind. Jedenfalls ist die Sache nicht so einfach wie in Europa und es gehört einige Übung dazu, um das Alter vieler Holzarten einigermaßen genau abzuschätzen. Man wird z. B. bei verschiedenen Holzarten 1-3 Jahre zu den abgezählten Zuwachsringsen zuzählen müssen, wenn sie um das Mark herum einige undeutliche verwaschene Zonen zeigen, die dann höchstwahrscheinlich von einem ununterbrochenen Jugendwachstum herrühren.

Zu den Holzarten, die in Ost-Java echte Jahresringe bilden, die dort also bis auf einige Jahre genaue Resultate geben, gehören: *Cassia Fistula* L., *Pterocarpus indicus* Willd., *Toona Sureni* Roem., *Melia Azedarach* L., *Homalium tomentosum* Bth., *Lagerstroemia speciosa* Pers., *Tectona grandis* L. f. und *Peronema canescens* Jack. Weniger genaue Resultate, aber m. E. noch innerhalb einer Fehlergrenze von etwa 20-30 % werden die folgenden geben: *Albizzia procera* Benth., *Adenantha microsperma* T. et B., *Bauhinia malabarica* Roxb., *Cassia javanica* L., *Swietenia Mahagony* Jack., *Phyllanthus Emblica* L., *Hevea brasiliensis* Muell. Arg., *Schleichera oleosa* Merr., *Actinophora fragrans* R. Br., *Eugenia cumini* Merr.; weiter vielleicht auch: *Ficus Kurzii* King., *Streblus asper* Lour., *Enterolobium Saman* Prain., *Tamarindus indica* L., *Poinciana regia* Boj., *Peltophorum ferrugineum* Benth., *Butea monosperma* Taub., *Gossampinus heptaphylla* Bakh., *Ceiba pentandra* Gaertn., *Mimusops Kauki* L. Von den letztgenannten Arten habe ich aber keine Altersbestimmungen an Scheiben bekannten Alters vorgenommen, oder es stimmte die Altersbestimmung an der Probe nur mässig gut, sodass diese Vermutung sich auf das Verhalten der Arten und die Deutlichkeit ihrer Zuwachszonen in Ost-Java stützt.

In West-Java ist die Abzählung der Zuwachszonen für viele dieser Arten sicher nicht mehr zuverlässig. Bis auf einige Jahre genaue Resultate wird man erhalten bei: *Magnolia Blumei* Prantl., *Melia Azedarach* L. und den beiden *Toona*-Arten, wenn man dabei beachtet, dass diese letzteren alle 8 Monate das Laub wechseln und in den ersten 1-3 Jahren keine scharfe Zuwachszonen ausbilden. Weniger genaue Resultate, aber immerhin noch wohl innerhalb einer Fehlergrenze von 20-30 % geben wahrscheinlich: *Cassia Fistula* L., *Pterocarpus indicus* Willd., *Hevea brasiliensis* Muell. Arg., *Gossampinus heptaphylla* Bakh. und *Ceiba pentandra* Gaertn. Vielleicht sind unter den anderen Arten auch noch solche, die innerhalb dieser ziemlich weiten Fehlergrenze noch brauchbare Resultate liefern (z. B. *Peronema canescens* Jack. und *Lagerstroemia speciosa*), aber für diese Arten sind meine Beobachtungen zu lückenhaft, um es mit einiger Wahrscheinlichkeit behaupten zu können.

B. DIE AUS KÄLTEREN GEGENDEN EINGEFÜHRTEN HOLZARTEN.

1. *Laubperiodizität.*

Die weitaus grösste Mehrzahl dieser Arten habe ich im gleichmässigen Gebirgsklima von Tjibodas untersucht, wo alle diese Holzarten, sowohl Coniferen wie Laubhölzer, immergrün sind. Die einzigen Ausnahmen bilden *Berberis vulgaris* L. und *Prunus Puddum* Roxb., die periodisch kahl stehen; in geringerem Masse auch *Magnolia obovata* Thunb.

Bei den Coniferen habe ich die Knospenentfaltung nicht näher verfolgt, aber ich habe wohl den Eindruck bekommen, dass die Bäume immer mehr oder weniger treibende Äste aufweisen. Die Laubhölzer zeigen auch meistens das ganze Jahr hindurch treibende Knospen, ausgenommen natürlich die zwei periodisch kahlstehenden Arten. Obwohl aber die Pflanze als Ganzes betrachtet nie ohne Laub steht, so zeigen doch wohl die verschiedenen Teile der Pflanze, namentlich die Äste, oft eine selbständige Periodizität. Darin zeigt sich wiederum die grosse Unabhängigkeit der verschiedenen Teile eines Baumes voneinander. Die folgenden Arten zeigen diese astweise Periodizität: wahr-

scheinlich alle untersuchten *Coniferen*; die älteren Vertreter von *Salix babylonica* L.; *Fagus sylvatica* L.; *Castanea sativa* Mill.; *Quercus pedunculata* Ehrh.; *Morus alba* L.; *Magnolia obovata* Thunb. und *M. grandiflora* L.; *Pirus Malus* L.; *Prunus Persica* Stokes.; *Ilex latifolia* Thunb.; *Buxus sempervirens* L.; *Acer palmatum* Thunb. *Berberis vulgaris* L. hat seine Periodizität an die sehr mässige Trockenzeit in Tjibodas angepasst, sodass der Strauch im Juli-August kahl steht. *Prunus Puddum* Roxb. zeigt eine vom Klima ganz unabhängige, sehr schöne Periodizität der Belaubung und der Blüte. Die übrigen Arten treiben immerfort, bis die Endknospe durch irgend eine Ursache abstirbt oder durch eine Blüte abgeschlossen wird. Es sind dies: *Alnus maritima* Nutt.; *Rosa spec. div.*; *Sambucus canadensis* L.

Aus früheren Jahren finden sich kurze Notizen über das Wachstum eingeführter Holzarten im Berggarten von Tjibodas bei SCHIMPER in seiner Pflanzengeographie und bei KLEBS. Diese Beobachtungen geben wesentlich gleiche Resultate. Die Beobachtungen jedoch, die DINGLER im Gebirgsklima Ceylons anstellte, geben für die dortigen Verhältnisse ein anderes Bild. Er fand: „abgesehen von wenigen Ausnahmen, deutliche Periodizität einer „Anzahl aus gemässigtem Klima stammender sommergrüner „Bäume im tropischen Gebirgsklima Ceylons. Der in Europa einmalige Kreis ihrer Lebensfunktionen wird, abgesehen vom Fruchten, in Ceylon zweimal im Jahre durchlaufen. Die Bäume werden von ‚sommergrünen‘ d. h. einfach sommergrünen zu ‚zweifach sommergrünen‘“. Diesen Fall der Verdoppelung des Vegetationszyklus fand ich in Tjibodas nur bei *Prunus Puddum* Roxb. und weniger scharf ausgeprägt auch bei *Magnolia obovata* Thunb.; von den übrigen Arten zeigte *Berberis vulgaris* L. eine jährliche Vegetationsperiode und die anderen Holzarten waren immergrün. Sie zeigten entweder eine astweise Periodizität der Belaubung oder ein ununterbrochenes Wachstum. Woher dieser markante Unterschied gegenüber dem Verhalten der Bäume in Hakgalla (Ceylon) rührt, lässt sich nicht ohne weiteres bestimmen. Das Klima stimmt ziemlich gut mit dem Klima von Tjibodas überein, es ist auch sehr feucht und weist in den Monaten Februar-März nur eine mässige Trockenzeit auf; der einzige Unterschied

ist, dass Hakgala etwas kälter ist als Tjibodas (das Jahresmittel liegt etwa 2-3 Grad C. niedriger). Hakgala liegt auf etwa 7 Grad nördl. Breite, Tjibodas 7 Grad südl. Breite, dies macht also auch keinen Unterschied aus. Es mag sein, dass für einige Arten die Beobachtungsdaten in Tjibodas abweichen, weil dort die vorhandenen Exemplare zu jung waren (*Quercus pedunculata* Ehrh.); für andere Arten hatte vielleicht der magere Boden Einfluss auf das Wachstum (*Pirus*), während wieder andere Arten im Verhalten übereinstimmen (*Castanea*, *Fagus*). Ich meine, dass die Behauptung DINGLERS: „Die Bäume werden von sommergrünen „zu zweifach sommergrünen“ nicht in ihrer Allgemeinheit gültig ist, sondern nur für ziemlich wenige Arten zutrifft. Die Mehrzahl der Arten wird eine astweise Periodizität aufweisen, einige werden immerfort wachsen.

Die Bäume weisen (soweit ich es aus der Literatur beurteilen kann) denselben Knospenschutz auf wie in ihrer Heimat. Schön ausgebildete Knospenschuppen findet man an: *Fagus*, *Quercus*, *Pirus*, *Prunus Persica* Stokes., *Acer*, während die beide *Magnolia*-Arten ihre Knospen in den verwachsenen Scheideteilen des darunterstehenden Blattpaares fest verschliessen. Einen etwas geringeren Knospenschutz fand ich bei: *Pinus*, *Taxodium*, *Salix*, *Castanea*, *Morus*, *Berberis*, *Rosa*, *Prunus Puddum* Roxb. und *Ilex latifolia* Thunb. (wo die Knospenschuppen wohl fest sind, aber grün bleiben). Keine oder nur sehr wenig Knospenbedeckung fand sich bei *Cupressus*, *Alnus*, *Buxus* und *Sambucus*.

2. Dickenwachstum und Zuwachszonen.

Mit der Laubperiodizität steht die Periodizität der Kambialtätigkeit in engem Zusammenhang: im Allgemeinen leitet die sich entfaltende Knospe das neue Dickenwachstum ein, das sich fortsetzt, solange das Laub noch funktioniert, um sich mit dem Aufhören der Laubaktivität auch einzustellen. Das Dickenwachstum vollzieht sich denn auch bei den astweise autonomen Arten auch astweise verschieden, sodass in den dünneren Ästen die Zahl der Triebabsätze überhalb der Schnittstelle, soweit sie ersichtlich sind, mit der Zahl der Zuwachszonen übereinstimmt. Es wurde dies kontrolliert an: *Fagus*, *Morus*, den beiden *Magnolia*-

Arten; *Pirus*, den beiden *Prunus*-Arten und *Ilex*. Bei *Quercus* stimmt es nicht (Johannistriebe!), bei den übrigen Holzarten sind die Triebabsätze nicht oder ungenügend erkennbar. Wenn aber das Wachstum zu schwach ist, erreicht der neue Holzring oft die mehr basal gelegenen Partien des Astes nicht mehr, sodass dann der Ast weniger Zuwachszonen als Triebabsätze aufweist. Das Kambium bildet bei den meisten Arten periodisch verschiedene Elemente aus die eine Zuwachszone hervorrufen, die in Aufbau und Habitus dem Jahresring derselben Art in winterkalten Gegenden meistens gleich ist. Bei den tropischen Holzarten findet man oft, dass der Zuwachsring von einem schmalen Band Libriformfasern markiert wird, anstatt von dem in Europa so häufigen ersten Gefässring; dazu sind dann die Merkmale der Zuwachszonen nicht so konstant, sondern man findet oft in derselben Scheibe Zonengrenzen von verschiedenem Typus. Diese letztere Erscheinung trifft man jetzt auch einigermaßen bei einigen der beschriebenen Holzarten, wie *Alnus*, weniger auch bei *Castanea* und *Quercus*, während die erstere bei *Prunus Puddum* Roxb. vorkommt. Diese Zuwachszonen werden meistens aber nicht gerade einmal pro Jahr gebildet, (wie man dies aus der unregelmässigen Breite der verschiedenen Zonen und aus dem sonstigen Verhalten wie Verschmelzung zweier Ringe ableiten kann), sondern die Anlage zur Periodizität wird in unregelmässigen Zeitabständen ausgelöst. Es ist hier nicht die Stelle, weiter zu diskutieren, ob man diese Auslösung ausschliesslich äusseren Umständen oder inneren Ursachen zuschreiben muss; im letzten Abschnitt wird diese Frage weiter erörtert.

Natürlich müssen, wenn zwei Gabeln eines Hauptastes eine verschiedene Periodizität aufweisen, sodass der eine zu anderer Zeit und mit anderer Frequenz treibt als der andere, die Zuwachszonen, die infolge dieser Tätigkeit ausgebildet werden, dann im Hauptast einen unregelmässigen Verlauf haben. Es wird vielleicht eine Zone nur unterhalb des gerade im Treiben begriffenen Ästes ausgebildet werden und weiter im Querschnitt unterhalb des anderen Ästes wird sie sich auflösen (im Gewebe verlieren); oder es werden zwei Zuwachszonen verschmelzen. Diese Unregelmässigkeiten findet man nun auch tatsächlich sehr oft bei den

meisten Arten. Auch findet man (namentlich oft bei den *Coniferen*), dass die Zuwachszone nach beiden Seiten unscharf abgegrenzt ist (Tafel VI, Fig. 1); diese Erscheinung lässt sich vielleicht aus einer allmählig herabgesetzten Kambialtätigkeit erklären, die aber, bevor sie ganz eingestellt wird, schon wieder durch ein partielles Treiben der oben gelegenen Teile zu neuer Aktivität erwacht.

Ringsum geschlossene und scharfe Zuwachszonen, die ganz den europäischen Jahresringen gleichen, werden von *Fagus* und *Berberis* ausgebildet. Es sind höchstwahrscheinlich echte Jahresringe, d. h. es wird jedes Jahr eine Zuwachszone ausgebildet. Der Apfelbaum auf dem Gipfel des Pangerango bildet auch solche „europäische“ Zuwachszonen aus, die vielleicht auch echte Jahresringe sind. Auch *Prunus Persica* Stokes hat schöne scharfe Zuwachsringe, von denen ich aber nicht weiss, ob sie einmal pro Jahr gebildet werden. *Prunus Puddum* Roxb. zeigt ringsum geschlossene, aber oft etwas unscharfe Ringe, die aber keine Jahresringe, sondern „Halbjahresringe“ sind, d. h. es werden deren zwei pro Jahr gebildet.

Immer scharf begrenzte, aber bisweilen zusammenfliessende oder blind im Gewebe eindigende Zuwachszonen werden gebildet von: *Taxodium*, *Salix*, und den beiden *Magnolia* Arten. *Taxodium* zeigte aber weniger markantes Spätholz als in der Heimat. Die Zuwachszonen der folgenden Arten sind nicht immer scharf begrenzt und ausserdem fliessen sie bisweilen zusammen oder endigen blind im Gewebe: *Pinus*- und *Cupressus*-Arten (sehr oft verwaschen und unregelmässig); *Alnus*, *Castanea*, *Quercus*, *Morus*, *Pirus* im Berggarten Tjibodas, *Buxus* (meistens unscharf), *Ilex* (sehr oft verwaschen) und *Acer*.

Keine Zuwachszonen oder nur eine vage Andeutung derselben wurden in Tjibodas von *Rosa* und *Sambucus* gebildet.

V. EXPERIMENTELLER TEIL.

Die Frage nach der Bildung der Zuwachszonen gliedert sich in verschiedene Abschnitte. Vorerst kann man sich mit der Beziehung zwischen Laubtrieb und Dickenwachstum befassen und untersuchen, inwieweit das erneute Dickenwachstum eine directe

Folge der erneuten Blattbildung ist, oder ob beide Erscheinungen auf gemeinsamen Ursachen beruhen, also keine directe Korrelation darstellen. Dann aber kann man sich auch mit der Ursache der qualitativen Differenzen im Jahresring, in Früh- und Spätholz, in Libriform- und parenchymatischen Zonen, befassen. Schliesslich kann man durch verschiedene künstliche Eingriffe im Leben der Pflanze versuchen, ein künstliche Zuwachszone herzustellen.

A. ZUSAMMENHANG ZWISCHEN LAUBTRIEB UND DICKENWACHSTUM.

Wie aus dem vorigen Abschnitt hervorgeht, steht das Dickenwachstum in sehr enger Beziehung zur Laubentfaltung. Bei allen untersuchten, zeitweise kahlstehenden Bäumen ruht das Kambium während des Kahlstehens, um wieder zu neuer Aktivität zu erwachen, nachdem das neue Laub hervorbrach. Die Erscheinung, welche so häufig in Europa beobachtet wurde, dass das Dickenwachstum schon anfängt, bevor noch die Knospen sich entfaltet haben, habe ich in den Tropen nie angetroffen.

Wird also bei diesen Bäumen das Dickenwachstum durch die Laubentfaltung eingeleitet (später werden wir sehen, ob der Laubtrieb die directe Ursache ist), so ist das spätere Dickenwachstum nicht mehr an die Laubentfaltung gebunden, denn es geht fort, nachdem das Treiben schon aufgehört hat, um nur allmählig mit dem Altern des Laubes abzunehmen.

Bei den Immergrünen ist der Zusammenhang dieser zwei Prozesse weniger deutlich, denn bei den periodisch treibenden Immergrünen wie z. B. *Ficus Kurzii* King. geht die Kambialtätigkeit ununterbrochen weiter, solange die äusseren Umstände (Trockenheit, u. s. w.) das Dickenwachstum nicht beeinträchtigen. Nur bei den Arten, die gewissermassen einen Übergang zu den periodisch kahlstehenden Bäumen bilden, wie z. B. *Tamarindus indica* L. und *Eugenia cumini* Merr., findet man oft eine Wachstumsstockung während des Generalwechsels.

Im dritten Teil dieses Abschnittes werde ich einige Versuche beschreiben die an voll belaubten Bäume die Beziehung zwischen Dickenwachstum und absteigenden Saftstrom darlegen.

Es fragt sich nun, ob die erneute Aktivität des Kambiums

eine direkte Folge der erneuten Laubbildung ist, oder ob beide Erscheinungen nur auf die gleichen gemeinsamen Ursachen zurückzuführen sind. Diese Frage lässt sich sehr gut experimentell untersuchen.

Aus der Tatsache, dass die erste Ausbildung der neuen grossen Frühholzgefässe, soweit meine Beobachtungen an Tropenhölzern reichen, von den dünnen Ästen abwärts fortschreitet, lässt sich schon vermuten, dass der Reiz zur erneuten Holzbildung bei den periodisch kahlstehenden Arten von der sich entfaltenden Knospe ausgeht. Wenn man dazu noch beobachtet, dass bei *Tectona grandis* L. f. die Siebgefässe in der Rinde während der Ruhe stark reduziert und fast leer sind, während mit dem erneuten Dickenwachstum die Siebgefässe wieder normal aussehen, dann lässt sich vermuten, dass irgendwelche Stoffe, die in der sich entfaltenden Knospe gebildet und in der Rinde abwärts geleitet werden, das Dickenwachstum anregen.

Auf die verschiedenen Angaben aus der Literatur über Beziehungen zwischen Laubtrieb und Dickenwachstum werde ich hier nicht weiter eingehen; im theoretischen Teil werden diese Fragen näher erörtert, hier soll nur das experimentelle Ergebniss besprochen werden.

1. Rindenringelungsversuche.

Bei verschiedenen zeitweise kahlstehenden Arten wurde während der Ruhe, entweder am ganzen Baum oder an dünneren Ästen, eine Rindenringelung vorgenommen, sodass die Rinde ringsum bis auf das Holz entfernt wurde. Je nach dem Durchmesser des Holzkörpers betrug die Breite des entnommenen Baststreifens $\frac{1}{2}$ bis 5 cm. Diese Ringelungen wurden kurz vor dem Laubausbruch vorgenommen und es wurde darauf geachtet, dass keine schlafenden Knospen unterhalb der Ringelung sich zu Laubtrieben entwickelten; sobald eine schlafende Knospe auswuchs, wurde sie ausgeschnitten oder abgebrochen. Immerhin kam es bisweilen doch vor (besonders wenn die Versuchspflanzen weit im Walde oder im botanischen Garten standen), dass eine Knospe schon einige junge Blätter entfaltet oder einen Laubtrieb bis zu einer Länge von bisweilen 5-10 cm entwickelt hatte, bevor sie abge-

brochen wurde. Die Resultate wurden hiedurch jedoch nicht beeinträchtigt, weil die Gefäße, welche die ersten Bildungen des Jungholzes darstellen, immer im Anschluss an die Blattspuren dem Stamm entlang herunter verlaufen, sodass sie bis an die sich entwickelnde Knospe weiter verfolgt werden können.

Tectona grandis L. f. In den Jahren 1921 und '22 wurden in Toeban 3 Bäume im Alter von 16, 20 und 20 Jahren mit einem Durchmesser von etwa 12, 22 und 24 cm am Ende der Trockenzeit geringelt, bevor noch das junge Laub hervorgebrochen war. Die Breite des auf Brusthöhe weggeschittenen Baststreifens betrug 10-15 cm. Das Splintholz war bis zu einer Tiefe von $2\frac{1}{2}$ -3 cm ziemlich voll Stärke. Nachdem das Laub durchbrochen war, wurde dem Stamm mit einem Presslerschen Zuwachsbohrer jeden Monat ein Bohrspahn entnommen, sowohl oberhalb als unterhalb der Ringelungsstelle. Es bildete sich sehr reichlich Kallusgewebe an den Wundrändern, besonders an der oberen Seite. Diese Kallusbildung konnte ich bis etwas 20 cm oberhalb der Wunde verfolgen.

Es zeigte sich, dass mit dem Hervorspriessen des jungen Laubes die Stärke, auch unterhalb der Ringelung, zum Teil aus dem Splintholz verschwand. Die Reservestoffe in dem Stamm werden also, ganz wie in Europa, teilweise für den neuen Laubtrieb verwendet; der Transport kann dann im Holze stattfinden. Unterhalb der Ringelungsstelle trieben viele schlafende Knospen aus, die aber jeden Monat abgebrochen wurden, sodass sie fast gar keine Nährstoffe produzieren konnten, zumal da sie durch die Krone stark beschattet wurden.

Im Laufe von etwa 5-6 Monaten bildete sich oberhalb der Ringelung ganz normales Holz aus; der neue Holzring erhielt eine Breite von 3-6 mm. Unterhalb der Ringelung blieb das Kambium in Ruhe und bildete gar kein Holz, obwohl dort noch wohl Stärke im Holz und in der Rinde vorhanden war; die Wurzeln enthielten sogar sehr viel Stärke. Nur hie und da fand man vereinzelt die Anlage eines ersten Gefäßes, das ganz isoliert dem alten Holz auflag. Die Ursache für die Ausbildung dieser vereinzelt ersten Gefäße habe ich damals nicht weiter verfolgt, aber wahrscheinlich muss man sie suchen in den unter-

halb der Ringelung ausgetriebenen schlafenden oder Adventivknospen, aus denen einige Gefässe entsprangen.

Bei einem der drei Versuchsbäume wurden zwei Baststreifen weggeschnitten, die ein unverletztes Stück von etwa 30-40 cm einschlossen; auf dieser Insel entwickelten sich verschiedene Laubtriebe, die nicht entfernt wurden. Dort stellte sich denn auch eine normale Holzbildung ein.

Der eine Baum starb nach 5 Monaten, die zwei anderen nach etwa 10 Monaten, infolge einer reichlichen Entwicklung von Thyllen, welche die Gefässe ausfüllten, sodass der Transpirationsstrom unterbrochen wurde und die Blätter verwelkten.

Toona serrata Roem. Auch diese Art bildet, wie *Tectona*, eine bis mehrere Reihen sehr grosser Gefässe im Frühholz aus, sodass die Bildung der ersten Holzelemente sehr deutlich zu verfolgen ist. An einem grossen Baum wurden zwei etwa 2 cm dicke Äste für den Versuch verwendet; an beiden wurde während des Kahlstehens an zwei Stellen eine Rindenringelung von etwa $\frac{1}{2}$ -1 cm Breite vorgenommen, sodass eine Insel von etwa 20 cm Breite dazwischen eingeschlossen wurde. Nachdem die Knospen wieder austrieben, wurden unterhalb der oberen Ringelung die austreibenden schlafenden Augen weggeschnitten oder abgebrochen, sodass sowohl die Insel als auch die Basis des Astes nach dem Hauptast zu, ohne Laubtriebe blieb. Nach etwa 3 Monaten, als das Laub schon voll ausgewachsen war, wurden die Äste untersucht. Es zeigte sich, dass oberhalb der oberen Ringelungsstelle das junge Holz normal entwickelt war; hier waren ein bis zwei Reihen der grossen Frühholzgefässe gebildet. Auf der Insel und unterhalb der zweiten Ringelungsstelle (wo der Ast in den Hauptast auslief), hatte sich kein neuer Holzring gebildet. Das Kambium war etwas angeschwollen und hatte sich augenscheinlich etwas geteilt, sodass etwa 7-10 Reihen parenchymatischer Elemente vorhanden waren, die aber weder verholzt noch ausgewachsen waren.

Nur hie und da fand man ein ausserordentlich kleines Gefäss oder eine einzige verholzte kleine Zelle, die wahrscheinlich neu gebildet waren (Tafel V, Fig. 1). Etwa 5 cm unterhalb der unteren Ringelung waren bei einem der zwei Versuchäste zwei

Knospen ausgetrieben, die nicht weggenommen wurden. Unterhalb dieser sich entwickelnden Laubtriebe fand man wieder normales Jungholz, oberhalb dieser Stelle fehlte es, ohne aber durch eine Rindenringelung abgeschlossen zu sein.

Pterocarpus indicus Willd. Von einem grossen Baum im botanischen Garten wurden am 20. April 1925 zwei 5 cm dicke Äste zweifach geringelt, sodass der eingeschlossene Teil etwa 1 m lang war. Der erste Ast wurde vor dem Laubausbruch geringelt, als er ganz kahl war, der zweite, nachdem die ersten Blätter schon hervorgesprossen und einige wenige erste Gefässe des Frühholzes schon ausgebildet waren. Im Oktober desselben Jahres gelangten die zur Untersuchung. Der erste Ast zeigte oberhalb der Ringelung ein ringsum geschlossenes schmales Band Jungholz, darunter fast gar kein Jungholz. Hie und da fand man ein einzelnes erstes Gefäss mit dem umgebenden Parenchym; viele, aber nicht alle dieser Gefässe liessen sich beim Abschälen der Rinde auf eine Stelle zurückverfolgen, wo einige Male hintereinander ein junger Laubtrieb aus einer schlafenden Knospe hervorgegangen war. Der zweite Ast zeigte oberhalb der Ringelung nur wenig Dickenwachstum; hie und da einige der ersten Frühholzgefässe. Unterhalb der Ringelungsstelle fand man keine Vermehrung der anfangs schon vorhandenen ersten Gefässe. Beide Äste waren zur Zeit der Untersuchung im Absterben begriffen.

Terminalia Catappa L. Vier etwa fingerdicke Äste an drei verschiedenen Bäumchen wurden während des Laubwechsels an zwei Stellen geringelt; die Breite der eingeschlossenen Insel betrug etwa 10 cm. Oberhalb der oberen Ringelungsstelle liefen die Knospen normal aus, auf der Insel und eine Strecke (40 cm) unterhalb der unteren Ringelung wurden die Kurztriebe, woran sich die Blätter entwickeln, abgeschnitten. Die Äste ergaben alle das gleiche Resultat: Oberhalb der oberen Ringelung bildete sich normales Jungholz, das aber nach dem Wundrande zu etwas unregelmässig und kallusartig wurde. Auf der Insel zwischen den beiden Ringelungsstellen bildete sich kein normales Holz, sondern entweder etwas kallusartiges Gewebe (mehr an den Wundrändern) oder viele Gummigänge und parenchymatisches Gewebe. Unterhalb der unteren Ringelung blieb das Kam-

bium in Ruhe oder es bildete sich nur ganz vereinzelt ein einziges Gefäss oder einige Librifasern aus. Sobald man aber einen Schnitt unterhalb eines ausgetriebenen Kurztriebes anfertigte, fand man wiederum reichliche Jungholzbildung.

Alangium begoniifolium Wang. An einem grossen Baum im Berggarten Tjibodas wurden während des Kahlstehens zwei etwa 3 cm dicke Äste verwendet; es wurden an jedem Ast wieder zwei Streifen der Rinde weggeschnitten, welche etwa 30 cm voneinander entfernt waren. Nach einem Monat, als die Blätter voll ausgewachsen waren, wurden sie untersucht. Oberhalb der Ringelungsstelle fand man normales Jungholz, d. h. es hatte sich bereits der erste Ring der grossen Frühholzgefässe ausgebildet. Auf der Insel zwischen den beiden Ringelungsstellen und unterhalb derselben hatte sich kein Jungholz gebildet; nur hie und da fand man sehr vereinzelt ein sehr kleines schon verholztes Gefäss oder einige parenchymatische Zellen.

Wie obenstehende Versuche einheitlich ergeben, bleibt die Holzbildung vollständig oder doch zum weitaus grössten Teil aus, wenn man durch eine Rindenringelung einen Teil des Astes von den austreibenden Trieben abtrennt; wenn aber auf der isolierten Partie des Astes schlafende Knospen auslaufen und sich weiter entwickeln, wird wiederum normales Holz ausgebildet.

2. Entknospung und Verdunkelung.

Wie aus den vorhergehenden Versuchen hervorgeht, bleibt die erneute Holzbildung grösstenteils oder vollständig aus, wenn man einen Teil des Hauptstammes oder eines Astes durch eine Rindenringelung von den neu austreibenden Knospen isoliert. Weil der absteigende Saftstrom durch die Rinde befördert wird, so läge die Meinung nahe, dass es ein Mangel an Assimilaten ist, welcher die erneute Holzbildung unterdrückt. Zwar findet man im Holzkörper meistens sehr viel Stärke, welche oft oberhalb der Ringelungsstelle grösstenteils verschwindet und unterhalb derselben intakt bleibt, sodass allenfalls ein genügender Vorrat Kohlenhydrate zur Holzbildung vorhanden ist; es wäre aber nicht unmöglich, dass es andere notwendige Assimilate gäbe, die im Holz nicht in genügender Menge vorhanden sind. Es ist aber

sehr leicht zu untersuchen, in wie weit die Assimilation der neuen Triebe zur Holzbildung notwendig ist. Dazu wurden von verschiedenen zeitweise kahlstehenden Arten während des Kahlstehens einige kleinere Äste in einer Blechbüchse oder in grossen dunklen Papierdüten eingeschlossen. Nachdem der Baum wieder ganz getrieben hatte, und auch die verdunkelten Äste etiolierte Triebe ausgebildet hatten, wurden sie (nach 1½-2 Monaten) abgeschnitten und untersucht. An einigen Ästen wurde noch unterhalb der Blechbüchse oder der Papierdüte eine Rindenringelung vorgenommen, sodass eine eventuelle Zufuhr von Nährstoffen durch die Rinde abgeschnitten wurde.

Alle Äste, die im Dunkel austrieben und einen etiolierten Spross bildeten, zeigten normales Dickenwachstum. Von *Toona serrata* Roem. waren es fünf Äste an verschiedenen Bäumen, die, auf diese Weise behandelt, etiolierte Triebe bis zur Länge von etwa 10 cm ausbildeten mit stark reduzierten, bald abgestossenen Blättern mit schuppenartiger Lamina. Das Dickenwachstum verlief normal; an einem der Äste war in der halben Länge eine Rindenringelung angebracht, und unterhalb dieser Stelle hörte auch das Dickenwachstum auf.

Bei *Albizzia lebbek* Bth. wurden zwei Äste eingeschlossen, von denen der eine einen grossen 33 cm langen etiolierten Trieb bildete; dort fand man ein ausgiebiges Dickenwachstum am Ast. Alle Nährstoffe waren aus dem Holz verschwunden und das neue Holz war sehr weitlemig und dünnwandig. Der andere Ast trieb nicht aus, die Knospen starben ab. Hier fand man absolut keine Spur des Dickenwachstums, das Kambium ruhte vollständig und war mit dem Holz verklebt, es war also typisch in Ruhe. Auch *Alangium begoniifolium* Wang. zeigte an den eingeschlossenen Ästen grosse etiolierte Triebe und ein ganz normales, ausgiebiges Dickenwachstum.

Pterocarpus indicus Willd. zeigte auch normales Dickenwachstum an einem in einer Papierdüte eingeschlossenen Ast, der einen etiolierten Spross von etwa 8 cm Länge gebildet hatte. Bei *Terminalia Catappa* L. habe ich auch zwei Äste eingeschlossen, die Knospen trieben aber nicht aus, das Kambium blieb in Ruhe. Diese Versuche zeigen eindeutig, dass die Assimilation der

neuen Triebe nicht die Ursache des neuen Dickenwachstums bildet. Damit ist nicht gesagt, dass in normalen Fällen die Assimilate, die in dem neuen Laubtrieb gebildet werden, nicht teilweise zur Ausbildung des neuen Holzringes verwendet werden, aber wenn diese Assimilate ausbleiben und andere Bedingungen erfüllt sind, so erfolgt das Dickenwachstum auf Kosten der im Holzkörper vorhandenen Assimilate (und vielleicht auch mit Hilfe von aus dem Hauptstamm zugeführten Nahrungstoffen). Welche sind aber diese „anderen Bedingungen“, die zum Dickenwachstum notwendig sind? Diese Frage werden wir weiter unten erörtern, vorerst sei aber noch eine Serie Versuche angeführt, die u. a. auch darauf hinweisen, dass das Dickenwachstum nicht durch die in dem neuen Trieb gebildeten Assimilate angeregt wird.

Bei verschiedenen Baumarten wurden während des Kahlstehens von einigen Ästchen die Knospen abgebrochen oder ausgeschnitten. Nachdem der Baum wieder ausgetrieben hatte, waren verschiedene schlafende Augen oder Adventivknospen vorhanden, die sich entwickelten; diese wurden auch wieder abgebrochen, sobald nur ein kleiner grüner Punkt zu sehen war; mitunter kam es aber auch vor, dass einige dieser Knospen schon bis zu einer Länge von 5 cm ausgetrieben hatten. Nach 1-2 Monaten wurden diese Äste untersucht. Bei *Toona serrata* Roem. wurden an drei Ästen alle Knospen entfernt; in den Intervallen zwischen zwei aufeinander folgenden Inspectionen trieben viele Knospen aus, die dann wieder abgebrochen wurden. Die Äste zeigten denn auch ein, wenn auch geringes, Dickenwachstum. An einem dieser Äste wurde eine Rindenringelung vorgenommen; unterhalb derselben waren keine Knospen ausgetrieben und dort fand man auch fast keine Holzneubildungen.

Albizzia lebbek Bth. zeigte an dem aller Knospen beraubten Ast, wo sich aber auch mehrere kleine Triebe entwickelt hatten, ein ziemlich starkes Dickenwachstum. *Alangium begonifolium* Wang. zeigte an zwei von Knospen befreiten Ästen, an denen sich nur sehr kleine grüne Pünktchen entwickelten, eine sehr schwache Holzneubildung. Diese bestand stellenweise aus abnorm kleinen Gefäßen und ein wenig Libriform oder Parenchym.

Pterocarpus indicus Willd. zeigte an dem der Knospen beraubten Ast nur die Bildung eines vereinzelt kleinen Gefäßes, bei *Terminalia Catappa* L., wo die Kurztriebe abgeschnitten worden waren und sich keine Adventivknospen bildeten, blieb das Kambium völlig in Ruhe.

Aus dieser Versuchsreihe geht hervor, dass eine ausgiebige Assimilation zur Anregung des Dickenwachstums nicht notwendig ist, denn dort, wo die schlafenden und Adventivknospen ein wenig austrieben, ohne aber allem Anschein nach imstande gewesen zu sein, Assimilate in irgend einer ansehnlichen Menge zu bilden, (bekanntlich assimilieren jungen Blätter nur schwach) traf man doch Dickenwachstum. Andererseits ging aus dieser Versuchsreihe hervor, dass die Kambialtätigkeit ungefähr proportional der Knospenentwicklung stattfand: dort, wo fast keine sich entfaltenden schlafenden oder Adventivknospen vorhanden waren, blieb das Kambium in Ruhe, dort aber, wo die Knospen sich schnell und kräftig entwickelten, war auch das Dickenwachstum ziemlich kräftig, obschon immer weniger kräftig als in den normalen unverletzten Ästen.

Diese drei Versuchsreihen geben uns jetzt einen Einblick in den Prozess des Dickenwachstums. Die erste Reihe zeigt, dass das Dickenwachstum durch in der Rinde transportierte Stoffe oder Reize angeregt wird, die von der sich entfaltenden Knospe ausgehen. Die zweite Reihe zeigt, dass diese Stoffe oder Reize keine Assimilate sind, wie dies auch einigermaßen aus der dritten Versuchsreihe abzuleiten ist. Die dritte Reihe endlich zeigt, dass das Dickenwachstum schon durch die sich entfaltenden Knospen angeregt wird, die schon wieder abgebrochen werden, bevor sie zu Laubtrieben auswachsen; dabei zeigte sich, dass die Kambialtätigkeit einigermaßen proportional der Knospenentfaltung verlief.

3. *Versuche über den Einfluss der Unterbrechung des absteigenden Saftstromes auf das Dickenwachstum bei immergrünen und laubverlierenden Baumarten.*

Von einigen Immergrünen und auch von laubverlierenden Arten habe ich erst das Dickenwachstum von einigen vollbe-

laubten Ästen verfolgt und nachher eine Rindenringelung unterhalb der Belaubung angelegt oder das Laub ganz entfernt. Das Dickenwachstum nach diesem Eingriff gab dann einen Aufschluss über den Einfluss dieser Massnahme. Ich verwendete dünnere Äste von grösseren Sträuchern und Bäumen, einerseits weil mir nicht genügend Material zur Verfügung stand, um ganze Bäume zu verwenden, andererseits aber, weil das Instrument das ich zur Dickenmessung verwendete, keine grösseren Messungen als bis 25 mm zulässt; ich meine aber, dass die an Ästen gefundenen Resultate unbedingt auch für den ganzen Baum gelten. Zur Dickenmessung verwendete ich das Mikrometer „Calipers with ratched stop“ von „Brown and Sharpe, Providence, R. I., U. S. A.“ Eine feine Schraube mit grosser rundlaufender Skala ermöglicht die Ablesung der Dicke eines zwischen Schraube und Widerlager gelegten Gegenstandes, bis auf 0.01 mm genau, während eine Freilauf-Vorrichtung beim Andrehen der Schraube bewirkt, dass man bei jeder Messung genau denselben Druck anwendet. Bei der Messung von Ästen muss man die Messtelle anzeichnen damit man die Messung jedesmal an genau derselben Stelle vornimmt; überdies soll der Ast an der Messtelle weder Unregelmässigkeiten noch eine schnell zunehmende Dicke aufweisen, damit kleine Abweichungen von der genauen Messtelle keine erheblichen Fehler zur Folge haben. Dazu kommt dann noch die Tatsache, dass der Durchmesser eines Astes im Laufe des Tages Schwankungen ausgesetzt ist, die sehr wahrscheinlich von Austrocknung infolge Verdunstung herrühren, sodass man am besten jede Messung um genau dieselbe Stunde frühmorgens vornimmt, wenn der Turgor nachts wieder hergestellt ist. Ich nahm meine Messungen morgens um 7-7 $\frac{1}{2}$ Uhr vor. Immerhin bleibt die Messung, mit allen Vorsorgen, doch weniger genau als die Skala es ermöglichen würde, aber die Fehlergrenze bleibt doch bei genauem Verfahren unter 0.05 mm, was für unseren Zweck ausreicht.

Von den untersuchten Arten habe ich jedesmal mindestens zwei Äste von jedem Exemplar gemessen; erst wurde das normale Dickenwachstum während einer Woche verfolgt, dann wurde einer der zwei gemessenen Äste durch eine 1-2 mm breite Rin-

denringelung etwa 20 cm oberhalb der Messtelle isoliert und das Dickenwachstum weiter verfolgt. Der normale Ast gab die Kontrolle.

Nach drei Wochen habe ich dann den Kontrollast, der in der Zwischenzeit stark in die Dicke gewachsen war, ganz entblättert und das weitere Dickenwachstum verfolgt.

In der folgenden Tabelle sind die Resultate zusammengestellt.

	Dicke der Versuchsäste in mm. am Anfang des Versuches und wöchentliche Dickenzunahme.									
	<i>Ficus ampel- las</i> Burm.		<i>Sambucus canadensis</i> L.		<i>Acalypha Wilkesiana</i> M. Arg.		<i>Cassia Fistula</i> L.			
	1	2	1	2	1	2	1	2	3	4
Anfangs des Versuches 1. I. '26	23.80	14.78	19.68	15.40	17.42	13.68	19.44	16.60	23.41	22.60
Dickenzuwachs 1. Woche.	0.41	0.16	0.75	0.44	0.08	0.18	0.38	0.06	0.26	0.14
Die X Äste wurden jetzt 8. I. '26, geringelt. . . .	X		X		X		X		X	
Dickenzuwachs 2. Woche.	-0.02 ¹⁾	0.21	0.20	0.08	-0.01 ¹⁾	0.06	-0.05 ¹⁾	0.07	-0.07 ¹⁾	0.08
Dickenzuwachs 3. u. 4e Woche	0.07	0.82	0.02	0.56	0.16 ²⁾	0.61	-0.02 ¹⁾	0.30	0.07	0.40
Die X Äste wurden jetzt, 29. I. '20, entblättert .		X		X		X				X
Dickenzuwachs 5. Woche.	0.05	0.06	0.01	0.11	0.19 ³⁾	0.00	0.06	0.09	0.01	0.01
Dickenzuwachs 6. Woche.	0.15 ²⁾	0.01	-0.02 ¹⁾	0.01	0.20	0.02	0.04	0.13	-0.05 ¹⁾	-0.04 ¹⁾
Dickenzuwachs 7. Woche.	0.14	0.06 ⁴⁾	0.18 ²⁾	0.17 ⁴⁾	0.27	0.12 ⁴⁾	0.14 ¹⁾	0.05	0.10 ²⁾	0.01
Dickenzuwachs 8. Woche.	0.27 ³⁾	0.04	0.70 ³⁾	0.08	0.22	0.10	0.09	0.09	0.08	-0.02 ¹⁾

1) Der Ast war dünner geworden.

2) Die Ringelung ist stellenweise überwachsen.

3) Die Ringelung ist fast ganz überwachsen.

4) Die Knospen sind ausgelaufen und haben wieder einige jungen Blätter gebildet.

Wie aus dieser Tabelle ersichtlich, hört das Dickenwachstum nach erfolgter Rindenringelung oder Entblätterung bei drei der vier untersuchten Arten sofort ganz auf, während *Sambucus canadensis* L. noch während etwa einer Woche ein schwaches nachträgliches Dickenwachstum zeigt, dass dann aber auch ganz ein-

gestellt wird. Die unverletzten Kontrolläste führen kräftig fort, in die Dicke zu wachsen, während die Äste, die durch eine Rindenringelung isoliert wurden, nach erfolgter Überwachsung der Wundstelle mit Kallusgewebe, sofort wieder kräftig das Dickenwachstum aufnahmen. Auch die entblätterten Äste zeigten wieder Dickenwachstum, nachdem die Knospen ausgetrieben hatten und junge Blätter bildeten.

Von den Versuchspflanzen zeigen *Sambucus* und *Acalypha* ein ununterbrochenes Sprosswachstum; *Ficus* zeigt eine periodische Laubentfaltung; die Ruhe zwischen den aufeinander folgenden Blattschüben was beim Versuchsbäumchen aber nur sehr kurz. Ganz anders war dies aber bei *Cassia Fistula* L.; die Versuchsäste stammten von einem grossen Baum hinter dem Treub-Laboratorium, der in den Monaten September-Oktober 1925 das Laub abgeworfen hatte und einige Wochen lang kahl stand. Die Blüten brachen etwa gleichzeitig mit dem jungen Laube hervor, das Sprosswachstum hielt noch bis Anfang Dezember an, nachher hörte es aber auf und der Baum stand nun im vollen grünen Laub, aber mit ruhenden Knospen. Die Versuche an diesem Baum beweisen also: dass das Dickenwachstum, sobald das Kambium nach der Ruhe wieder tätig wird, nicht mehr an Laubentfaltung (oder mehr allgemein gesagt an Organneubildung) gebunden ist, sondern jetzt in direktem Zusammenhang mit dem funktionierenden Laube steht. Bei allen Versuchspflanzen ist das Dickenwachstum ganz und gar abhängig vom absteigenden Saftstrom, sodass eine Unterbrechung desselben das sofortige oder schnelle Erlöschen des Dickenwachstums bedingt, das aber nach erneuter Herstellung des Saftstromes wieder sofort aufgenommen wird.

Bei einer Konifere, *Cupressus glauca* Lam., habe ich einen ähnlichen Versuch angestellt; zwei Äste wurden gemessen. Während der ersten Woche wuchs der erste Ast von 17.63 bis 17.71 mm in die Dicke, also 0.08 mm, der Zweite von 16.23 bis 16.42 mm, also 0.19 mm. Jetzt wurde der zweite Ast geringelt, und nach einer Woche war sein Durchmesser 16.39, er war also 0.03 mm dünner geworden, während der nicht geringelte Ast 0.21 mm in die Dicke gewachsen war. Das weitere Wachstum konnte ich nicht weiter verfolgen. Also auch hier dasselbe Resultat.

Dann habe ich im Berggarten Tjibodas noch an einigen Pinusarten dergleiche Messungen angestellt; weil die Äste aber zu langsam wuchsen, konnte ich keine Resultate innerhalb zwei Wochen erzielen. Von einem Exemplar von *Pinus Thunbergii* Parl., *P. canariensis* C. Sm. und *Pinus spec.* wurden zwei Äste markiert und gemessen; einer wurde dann geringelt, und nach drei Monate wurden die Äste an derselben Stelle wieder aufgemessen. Die drei geringelten Ästen waren in dieser Zeit resp. 0.05; 0.03 und 0.06 mm in die Dicke gewachsen, während die unverletzten Ästen resp. 0.85; 0.78 und 0.17 mm im Durchmesser zugenommen hatten.

Um jetzt einigermaßen einen Eindruck zu bekommen, inwieweit bei den Immergrünen das Dickenwachstum durch die Organeubildung verursacht wird, und in welchem Masse es von der schon ausgewachsenen Blattmasse abhängig ist, wurden von sechs verschiedenen Versuchsarten erst das Dickenwachstum der normalen Äste während einer Woche kontrolliert und nachher Äste bis auf die jüngsten Endblättchen entblättert. Die abgebrochene Blattmasse betrug ungefähr 80-90% der anfangs an den Ästen vorhandenen Blattmasse. Von anderen Ästen wurden nur die jungen treibenden Spitzen abgebrochen; der Verlust an Blattmasse betrug ungefähr 10-20%.

Die Äste 1 und 3 der Versuchspflanzen wurden bis auf die jüngsten Endblättchen entblättert, den Ästen 2 und 4 wurden alle Sprosse entnommen, sodass nur altes Laub übrig blieb. Diese erste Manipulation ist mit × verzeichnet, die zweite mit 0.														
	<i>Ficus ampelas</i> Burm.		<i>Sambucus canadensis</i> L.		<i>Acalypha Wilkesiana</i> M.A.		<i>Albizia falcata</i> Backer.				<i>Homalanthus populneus</i> O. K.		<i>Villebrunea rubescens</i> Bl.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	3	4	1	2	1	2
Anfang	10.80	8.78	13.95	13.78	9.39	9.58	13.82	13.58	16.48	15.56	8.09	7.82	9.80	13.69
Dickenzuwachs 1e Woche	0.02 ¹⁾	0.09	0.12	0.24	0.13	0.31	0.15	0.12	0.22	0.13	0.07	0.22	0.13	0.13
	×	0	×	0	×	0	×	0	×	0	×	0	×	0
Mittlerer Dickenzuwachs 2—3—4e Woche	0.07	0.06	0.07	0.05	0.06	0.11	0.09	0.10	0.04	0.15	0.08	0.10	0.11	0.05

1) Wahrscheinlich ein Messfehler.

Wie aus der Tabelle ersichtlich, ist das Dickenwachstum infolge der Entblätterung wohl schwächer geworden, aber nicht soviel als der entnommenen Blattmasse entsprechen würde. Die Äste denen nur die treibenden Spitzen gelassen wurden, verloren etwa 80-90% ihrer Blattmasse; der Zuwachs wurde im Mittel auf etwas mehr als die Hälfte herabgesetzt. Entgegengesetzt verhielten sich die Äste denen nur die treibenden Spitzen genommen wurden, und die etwa 10-20% ihrer Laubmasse verloren; hier wurde auch das Dickenwachstum bis ungefähr auf etwas mehr als die Hälfte reduziert. Dieser Versuch stimmt also in beiden Teilen gut überein. Bei den Immergrünen sind es also hauptsächlich die auswachsenden Organe die den Reiz zum Dickenwachstum abgeben. Die alte Blattmasse verursacht auch wohl Dickenwachstum, aber sehr viel weniger als die jungen Triebe.

Die mikroskopische Untersuchung der entgipfelten und der bis auf die Spitze entblätterten Zweige zeigte, dass die Rinde und bisweilen auch das Holz der bis auf die Spitze entblätterten Ästen fast oder ganz stärkeleer waren; bei den enggipfelten Ästen waren die Gewebe stärkereich. Die zuletzt ausgebildeten Holzelemente waren bei den entgipfelten Ästen von *Albizzia falcata* Backer (Syn. *A. moluccana* Miq.) deutlich englumiger und dickenwandiger, bei den übrigen Versuchsarten war der Unterschied mit den vor dem Eingriff gebildeten Elementen nicht oder nur schwach vorhanden. Bei den bis auf die Spitze entblätterten Ästen von *Ficus* und *Acalypha* zeigte sich dass die letzt ausgebildeten Holzelemente deutlich weitleumiger und dünnwandiger waren als die alten Holzelemente; bei den anderen Versuchsarten war der Unterschied auch wieder nicht oder nur schwach ausgeprägt.

Ein anderer Versuch mit Tiekpflänzchen, die bis auf der treibenden Spitze entblättert wurden, zeigte auch dass das jetzt ausgebildete Holz weitleumiger, dünnwandiger und Gefässreicher wurde. Umgekehrt zeigten die Pflanzen, denen alle treibende Knospen genommen wurden, englumigere Elemente in dem letzt ausgebildeten Holz.

Wenn wir uns jetzt der Frage zuwenden, wie die Kambial-

zone sich verhält, wenn das Dickenwachstum durch irgendeine Ursache plötzlich eingestellt wird (z. B. durch eine Rindenringelung), dann geben andere Beobachtungen darüber Aufschluss. Ende November 1925 schnitt ich zwei Äste von je einem Exemplar von *Acalypha Wilkesiana* Muell. Arg., *Ficus glomerata* Roxb., *Cassia Fistula* L. und *Melia Azedarach* L. unterhalb der unteren Blätter ab und fertigte davon einige Schnitte an, die eingeschlossen wurden. Nachher wurden die Äste wieder Mitte Dezember und Anfang Januar untersucht und die Schnitte, die möglichst nahe der alten Schnittfläche angefertigt wurden, mit den ersten Schnitten verglichen. In der Zwischenzeit wurden die austreibenden Knospen sofort abgebrochen, sodass das Dickenwachstum von November an eingestellt worden war.

Es zeigte sich, dass die noch nicht ganz ausgewachsene Zone zwischen Kambium und fertigem Holz bei *Acalypha* unverändert geblieben war. Bei *Cassia*, *Melia* und weniger auch bei *Ficus* hatten sich die jüngsten Holzgefässe mit dem unmittelbar daran anschliessenden paratrachealen Parenchym verdickt und verholzt, sie waren aber nicht auf die volle Grösse ausgewachsen und in radialer Richtung eng aneinander gerückt. Die Wandungen der dazwischenliegenden Elemente waren dünn und unverholzt geblieben, es hatten sich hie und da nachträglich noch einige Reihen unverholzter dünnwandiger und radial wenig gestreckter parenchymatischer Elemente abgesetzt.

Auch bei Stecklingen findet man derartige Erscheinungen: viele Arten bilden einen Ring kleinerer aber dicht aufeinander stehender Gefässe aus, andere aber (meistens solche die nur eine sehr schmale Zone unverdickter Elemente zwischen Kambium und ausgewachsenem Holz aufweisen) bleiben entweder einfach in Ruhe oder bilden die letzten Elemente nachträglich noch aus, sodass das Kambium unvermittelt an die ausgewachsenen Zellen anschliesst.

Auch bei unseren Beobachtungen in der freien Natur haben wir eine derartige Erscheinung angetroffen bei *Gossampinus heptaphylla*, *Ceiba pentandra* und *Sterculia foetida* (gelegentlich auch bei anderen Arten), wo die Zone zwischen dem Kambium und den ausgewachsenen Holzelementen während der Ruhe un-

verändert liegen bleibt und zu Anfang der neuen Vegetationsperiode allem Anschein nach die Fähigkeit eingebüsst hat, weiter zu wachsen, sodass sie im halbfertigen Zustand fixiert bleibt. HOLTERMANN zeigt uns in seinem „Einfluss des Klimas auf den Bau der Pflanzengewebe“ auf Tafel XVI, Fig. 119 eine Zuwachszone von *Sterculia arabica* (?) aus Aden, die anscheinend dieselbe Eigenartigkeit aufweist. Die Zone wird hier durch 2-3, im Querschnitt etwa rechteckige Elemente mit dünner Wand gebildet, die ganz den Eindruck einer solchen Zwischenzone machen, die im halbfertigen Zustand fixiert ist.

4. Blütenbildung und Dickenwachstum.

Es ist aber nicht nur die Laubentfaltung, die das erneute Dickenwachstum anreizt, sondern auch andere Wachstumsvorgänge können erneute Kambialtätigkeit auslösen. Über den Einfluss der Blütenbildung an kahlen Bäumen habe ich nur wenige aber doch unzweideutige Beobachtungen gemacht. Im Berggarten Tjibodas stehen einige Pflanzen, die oft Blüten an den noch ganz kahlen Ästen hervorbringen; es sind dies die vorher beschriebene *Prunus Puddum* Roxb., die blüht, wenn sie kahl steht, und auch *Magnolia obovata* Thunb., die oft ihre grossen Blüten an noch ganz kahlen Ästen entfaltet. Bei beiden Arten fand ich, dass das ruhende Kambium durch diese Blütenbildung zu erneuter Tätigkeit angeregt wurde: es bildeten sich schon die ersten weiten Frühholzgefässe aus, die sich an den kleinen Ästchen von *Prunus Puddum* bis 20 cm herunter verfolgen liessen. Bei *Magnolia obovata*, wo das Fortschreiten des Dickenwachstums dem Aste entlang viel langsamer vor sich geht, fand ich die erste Anlage dieser Frühholzgefässe bis etwa 4 cm herunter noch schwach angedeutet.

Da man aber die Blüten als metamorphosierte Laubsprosse betrachten kann, in denen auch die Gefässbündel gut entwickelt sind, kann uns diese Erscheinung nicht wundernehmen. Leider habe ich versäumt dergleiche Beobachtungen auch an den anderen tropischen, in kahlem Zustand blühenden Arten vor zu nehmen, sodass ich nur wenige weitere Daten anführen kann. Nur an *Bombax album* Bakh., *Jacaranda ovalifolia* R. Br. und *Gliricidia*

sepium Stend. habe ich kurz vor meiner Abreise noch dieselbe Erscheinung auffinden können.

B. VERSUCHE ZUR KÜNSTLICHEN HERSTELLUNG VON ZUWACHSZONEN.

Durch verschiedene Eingriffe habe ich versucht, Zuwachszonen im Holz verschiedener Holzarten künstlich hervorzurufen; meistens erhielt ich wohl Zuwachszonen, die oft mit dem blossen Auge nicht von normalen Zuwachszonen zu unterscheiden waren, meist liess sich dann aber unter dem Mikroskop doch eine Abweichung vom normalen Bau konstatieren. Dies war immer der Fall, wenn bei den Versuchen die Assimilation plötzlich verhindert wurde oder wenn der absteigende Saftstrom der Assimilate plötzlich unterbrochen wurde. Nur durch gewisse Massnahmen, bei denen dies nicht der Fall war, gelang es mir einige Male einen normalen Zuwachsring zu erzielen. Bevor ich aber auf diese Versuche eingehe, möchte ich eine Beobachtung in Toeban, Ost-Java, aus der Natur anführen, wo durch Witterungseinflüsse ein Doppelring bei dem *Djati* hervorgerufen wurde. Im Jahre 1923 war der Monat April sehr trocken, Mai wieder feucht, aber von ungefähr halben Mai bis halben Juni gab es wieder keinen Regen. An vielen Stellen warfen die Djatibäume normal ihr Laub ab, als Ende Juni und im Juli plötzlich wieder 16 Regentage mit 150 mm Regen auftraten. Viele der Bäume, die schon kahl standen, trieben wieder aus, ganz wie es normalerweise im Anfang der Regenzeit geschieht, und diese Bäume bildeten dann auch den Anfang einer neuen Zuwachszone aus. Als dann Ende Juli die Trockenzeit definitiv einsetzte, vertrocknete das Laub wieder und stellte das Dickenwachstum wieder ein, sodass nur der Anfang einer neuen Zuwachszone ausgebildet war; dieser war aber ganz normal. Auch in Europa hat man öfters eine Ringverdoppelung infolge von Witterungseinflüssen beobachtet.

1. Entblätterung (ganz oder teilweise).

Tectona grandis L. f. Am 16. Januar 1923 entblätterte ich vier einjährige Pflanzen dieser Art; zwei wurden ganz entblättert und der Vegetationspunkt abgeschnitten, zwei bis auf die zwei jungen oberen Blattpaare und den Vegetationspunkt. Die ganz

kahlen Bäumchen trieben viele Knospen, die zu kräftigen Seitentrieben auswuchsen. Die zwei anderen Pflanzen mit unverletzter Spitze wuchsen einfach weiter, ohne stark in ihrem Längenwachstum beeinträchtigt zu werden, denn die Internodien die nach der Entblätterung gebildet wurden, waren ungefähr ebenso lang wie die vorigen.

Nach ungefähr zwei Monaten wurden die Pflanzen untersucht. Es zeigte sich, dass die zwei ganz entblätterten Pflanzen einen ringsum geschlossenen, etwa $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$ mm breiter Ring gebildet hatten, der aus viele eng aneinander gerückten Gefässen bestand. Die Gefässe waren nicht grösser als die übrigen, die vor der Entblätterung gebildet waren; sie waren oft nicht in einer Parenchymschicht eingebettet, wie dies in normalen Zuwachszonen der Fall ist. Das Libriform ist in normalen Fällen am Ende der Zuwachszone radial etwas verkürzt und dickwandiger; das war hier nicht der Fall, im Gegenteil, das Libriform auf der Innenseite der Gefässzone war dünnwandiger als im übrigen Holz.

Die zwei Pflanzen, denen die Endblätter gelassen waren, hatten nach diesem Eingriff einen breiteren Holzring ausgebildet, eben weil das Wachstum hier weniger beeinträchtigt wurde; der Ring war hier etwa 2—4 mm breit. Mit dem blossen Auge war ein nicht immer ganz deutlicher und im unteren Teil des Stammes oft nur teilweise ausgebildeter Ring zu sehen, der als eine unscharfe helle Linie im Holz sichtbar war. Unter dem Mikroskop zeigte sich, dass diese Linie durch eine ringförmige Zone hervorgerufen wurde, in welcher die Gefässe etwas enger aneinander gerückt waren, ohne jedoch so dicht angeschlossen zu sein als bei den beiden vorigen Pflanzen. Weiter nach aussen war das Holz wieder normal. Bisweilen fand man auch eine etwas unregelmässigere Gewebearordnung in dieser gefässreicheren Zone, während das Libriform, das unmittelbar an der Innenseite daran anschloss, meistens sehr regelmässig war und mehr oder wenig die Form der Kambialzellen (im Querschnitt) aufwies. Diese Versuche habe ich noch an verschiedenen Pflanzen wiederholt, aber immer mit dem gleichen Resultat: vom normalen Typus abweichende Zonen, die durch eine Anhäufung mehrerer aber oft nicht grösserer (oft sogar etwas kleinerer) Gefässe hervor-

gerufen wurden; oft Fehlen des Parenchymstreifens und der Wandverdickung der Spätholzelemente, oft sogar eine deutlich dünnere Wand derselben. (Tafel V, Fig. 2).

Melia Azedarach L. Von dieser Art züchtete ich etwa 20 einjährige Sämlinge in Töpfen. Zwei davon wurden am 16. April 1925 entblättert, der Vegetationspunkt mit den ganz kleinen ersten Blättchen wurde ihnen jedoch belassen. Am 16. Juni wurde die eine Pflanze, am 23. September die andere untersucht; beide waren normal weitergewachsen und hatten wieder viel grünes Laub gebildet. Die Entblätterung hatte eine deutliche Zuwachszone im Holz verursacht, die im Wurzelhals etwas undeutlicher wurde. Sie wurde durch eine ringförmige Anhäufung sehr vieler, aber im Anfang kleinerer Gefässe gebildet, die in Parenchymgewebe, das von Stärke strotzte, eingelagert waren. Das Libriform auf der Innenseite dieser Zone war stellenweise etwas dünnwandiger als sonst, zumeist aber von gleicher Wanddicke. Das Gewebe in dem Gefässstreifen war etwas unregelmässig angeordnet. Der Unterschied gegenüber einer normalen Zuwachszone wurde wieder durch das Spätholz gebildet, das in der normalen Zone dickwandigere und (oder) radial verkürzte Libriformfasern aufweist und kleinere und kleinere Gefässe; ausserdem ist die Gefässanordnung in der normalen Zone regelmässiger, die Gefässe sind unvermittelt viel grösser als diejenigen im Altholz, sie sind regelmässig nach innen durch eine ziemlich scharfe Kreislinie begrenzt, während in der künstlichen Zuwachszone die Gefässe nach innen oft unregelmässig vorspringen und unregelmässig viele kleinere und grössere Querschnitte aufweisen. (Tafel V, Fig. 3.)

Albizia lebbek Bth. Es wurden zwei kleine Pflanzen entblättert und nach ungefähr zwei Monate, als sie wieder kräftige Seitentriebe ausgebildet hatten, untersucht. Auch hier war eine Ringbildung durch eine unregelmässige Anhäufung mehrerer, aber oft kleinerer Gefässe hervorgerufen, nach innen oft durch eine Zone dünnwandigeres Gewebe abgeschlossen. Bisweilen war die Gefässanhäufung nur gering.

Dann habe ich noch einige Äste von *Acalypha Wilkesiana* Muell. Arg. und von *Anona muricata* L. bis auf die äussere Spitze

entblättert. Nach zwei Monaten, nachdem sie normal weiter gewachsen waren und wieder viel neues Laub ausgebildet hatten, wurden sie untersucht. Es zeigte sich, dass im Holz der *Acalypha* eine Zuwachszone gebildet war, die ausschliesslich dadurch von dem normalen Holz abwich, dass sie weniger verholzt war. Dieser Unterschied trat in Jodjodkalium deutlich hervor; die Schichte adsorbierte das Jod weniger und war deshalb heller als das normale Gewebe. Diese Zone war besonders in den dünneren Ästen deutlich, in den dickeren weniger.

Die *Anona* zeigte auch eine, wenn auch ziemlich undeutliche Zuwachszone, die durch eine unregelmässige Anhäufung mehrerer aber kleinerer Gefässe hervorgerufen wurde, während das Gewebe innerhalb dieser Zone oft dünnwandiger und bisweilen auch radial kürzer war als sonst.

Schliesslich ergab eine totale Entblätterung mit nachherigem Laubausbruch bei einer 2 m hohen Pflanze von *Vitex pubescens* Vahl. auch analoge Resultate.

2. Verdunkelung.

Tectona grandis L. f. Es wurden zwei Reisser von einem Stockausschlag mit Matten verdunkelt und einen Monat lang so gelassen; nachher wurden sie einen Monat lang frei stehen gelassen und untersucht. Es zeigte sich, dass die Reisser während der Verdunkelung etiolierten und zwei lange dünne Internodien bildeten.

In dem Teil des Astes, der schon vor dem Anfang der Probe ausgewachsen war, hatte sich ein deutlicher Ring gebildet, der hauptsächlich aus einer ringförmigen Anordnung vieler kleineren und auch grösseren Gefässe bestand. Das Gewebe war an dieser Stelle etwas unregelmässig, man traf sowohl parenchymatische Elemente als auch Librifasern an. Oben im Ast war der Ring viel weniger deutlich und scharf als unten.

Melia Azedarach L. Von dieser Art wurden vier Töpfe mit einjährigen Versuchspflanzen verdunkelt; zwei davon wurden sofort in das Dunkelzimmer gestellt und dort zwei Wochen gelassen, bis sie vollständig das Laub abgeworfen hatten. Zwei

andere wurden im Laboratorium etwas dunkel gestellt und dort 3-4 Wochen gelassen, bis fast alles Laub abgeworfen war. Nachher wurden sie während einiger Monate dem vollen Tageslicht ausgesetzt; jetzt zeigten sie einen kräftigen Wuchs.

Bei der Untersuchung zeigte sich, dass alle vier Versuchspflanzen eine Zuwachszone ausgebildet hatten, die sich durch eine ringförmige Anhäufung sehr vieler aber oft kleinerer Gefässe auszeichnete. Dieser Streifen wurde an vielen Stellen nach innen durch eine 0.1-0.15 mm breiten Zone von dünnwandigem Gewebe abgegrenzt, das bisweilen von Stärke strotzte. Auch hier also wieder dasselbe Bild, wie wir es auch bei der Entblätterung trafen, mit dem Unterschied, dass der Streifen von dünnwandigem Gewebe hier oft noch deutlicher war. Die Breite dieser Zone stimmt mit der Breite der Zone der noch nicht ganz ausgewachsenen Zellen zwischen dem Kambium und dem fertigen Holz überein, der auch 0.1-0.15 mm breit war.

Sambucus canadensis L. Von dieser Art wurden drei ungefähr einjährige Versuchspflanzen verwendet; eine wurde 23 Tage ins Dunkelzimmer gestellt, bis das Laub ganz welk war, nachher für 4 Monate ans Licht. Die zwei anderen wurden 24 Tage und zwei Monate an einer dunklen Stelle in dem Laboratorium aufgestellt, nachher zwei Monate im Gewächshaus aufbewahrt. Diese Pflanzen hatten nicht alles Laub abgeworfen, viele Blätter waren jedoch vergilbt und abgestossen.

Alle drei Pflanzen zeigten eine undeutliche Zonenbildung; diejenige, die im Dunkelzimmer aufgestellt worden war, hatte noch die deutlichste. Die Grenze dieser Zone wurde durch eine etwas dichtere Anhäufung von Gefässen angedeutet, die ungefähr gleich gross oder ein wenig grösser, unregelmässig in einer Kreislinie angeordnet waren. Das Gewebe an dieser Stelle war etwas unregelmässig, die letzten Elemente innerhalb dieser Zone hatten gleich dicke Wände. Wenn wir dieses Bild mit einem normalen Jahresring vergleichen (ich verwendete ein authentisches Muster von *S. nigra* L. aus Deutschland, dessen Holz dem *S. canadensis* L. sehr ähnlich ist, weil mir kein Muster des *S. canadensis* aus kälteren Gegenden zur Verfügung stand), dann finden wir, dass es sehr abweicht. Der normale Jahresring zeigt gefässarmes

Spätholz, radial stark verkürzte Spätholzelemente und eine regelmässige kreisförmige Anordnung viel grösserer Frühholzgefässe.

3. Rindenringelung.

Diese Versuchsserie bestand daraus, dass unterhalb der Krone am Hauptstamm eine Rindenringelung vorgenommen wurde, indem ringsum ein schmaler Streifen der Rinde abgeschält wurde. Nach einiger Zeit hatte die Wunde sich mit Kallusgewebe verschlossen, sodass jetzt der jäh abgebrochene Strom der Assimilate wieder durchgehen konnte. Das Holz unterhalb dieser Ringelungsstelle wurde einige Zeit nach dem Wundverschluss untersucht.

Tectona grandis L. f. Es wurden zwei kräftige, ungefähr einjährige Versuchspflanzen von 1½-2 m Höhe geringelt; nach etwa zwei Wochen war die Wunde überwachsen. Nach zwei Monaten wurden die Pflanzen untersucht. Es zeigte sich unterhalb der Ringelungsstelle ein für das blosse Auge sehr deutlicher Ring, der im unteren Teil des Stammes etwas undeutlicher wurde. Unter dem Mikroskop zeigte sich, dass diese Zone durch eine ringförmige Anhäufung vieler (aber nicht grösserer) Gefässe gebildet wurde, die unregelmässig, oft in einer schmalen Zone Parenchym, angeordnet waren und nach innen durch eine ziemlich breite Zone dünnwandigeren Gewebes abgegrenzt wurden. Die äusseren Zellschichten dieser dünnwandigen Zone waren radial abgekürzt und viereckig, regelmässig angeordnet wie die ersten Abspaltungsprodukte des Kambiums.

Derselbe Versuch wurde später noch mit einem etwa 2-jährigen Stämmchen in Buitenzorg wiederholt, mit ungefähr gleichem Resultat. Es war die Gefässanhäufung geringer und die Zone des dünnwandigen Gewebes innerhalb dieses Ringes fehlte oder war sehr undeutlich. Diese Zuwachszone näherte sich also mehr dem Typus der normalen Ringe.

Melia Azedarach L. Es wurde eine der Versuchspflanzen geringelt, aber weil das Stämmchen an dieser Stelle nur etwa 4 mm dick war, vertrug es den Eingriff nicht und starb oberhalb der Wunde ab. Es entwickelten sich aber einige kräftige Sprosse unterhalb dieser Stelle, sodass sich bei der Untersuchung nach 4½ Monaten eine deutliche Zone von demselben, schon oft

beschriebenen Typus zeigte: etwas dünnwandigeres Gewebe, nach aussen durch eine unregelmässige Gefässanhäufung abgegrenzt.

4. Vertrocknung.

Melia Azedarach L. Zwei der Versuchspflanzen in Töpfen wurden 14 Tage lang vor Regen geschützt und nicht begossen; während dieser Zeit wurden alle Blätter welk und vertrockneten, und auch der Vegetationspunkt trocknete ein. Als die Pflanzen wieder begossen wurden, trieben sie viele Knospen aus. Es wurde hier auch wieder eine Zuwachszone vom selben Typus ausgebildet, nur war die Zone dünnwandigerer Elemente weniger deutlich.

Die vorhergehenden Versuche gaben alle ein einheitliches Resultat; bei allen angewendeten Eingriffen: Entblätterung, Verdunkelung, Rindenringelung und Eintrocknung, wurde die Zufuhr der Assimilationsprodukte nach dem Kambium mehr oder weniger plötzlich abgeschnitten. Später wurde dann diese Zufuhr wieder hergestellt, entweder durch erneute Laubbildung infolge des Auswachsens schlafender Knospen, oder durch Überwachsen der Ringelungsstelle mit Kallusgewebe. Diese Eingriffe hatten zur Folge, dass oft eine Zone dünnwandiges Gewebe gebildet wurde, und daran nach aussen anschliessend eine Zone mehrerer Gefässe. Wie sind diese Erscheinungen nun zu deuten?

Wie aus den vorhergehenden Versuchen hervorgeht, wird das Dickenwachstum bei den meisten Arten sofort eingestellt, wenn die Pflanze entblättert wird oder wenn eine Rindenringelung stattfindet, im Allgemeinen wenn der absteigende Saftstrom unterbrochen wird. Und im ersten Abschnitt haben wir bei einigen Baumarten gefunden, dass die Zwischenzone noch nicht ganz ausgewachsenen Gewebes während der Trockenzeit, da der Baum kahl steht, oft unverändert liegen bleibt und nachträglich nicht mehr weiter wächst (*Gossampinus heptaphylla* Bakh., *Ceiba pentandra* Gaertn., *Sterculia foetida* L. u. a. m.). Dieselbe Erscheinung haben wir in diesem Abschnitt unter A. 3 an Aststümpfen gefunden, wobei die Zone der noch nicht ganz ausgewachsenen Zellen beim Abschneiden des Astes nicht weiter auswächst, sondern nur bisweilen einige Zellgruppen eine nachträgliche Wandverdickung und Verholzung zeigen. Die Wan-

dungen der Gefäße, die gerade in der Ausbildung begriffen sind, verholzen dann meistens wohl, die Gefäße selbst bleiben aber klein.

Diese Erscheinungen erklären die eigenartige Struktur der Zuwachszonen, die nach plötzlich erfolgter Unterbrechung des absteigenden Saftstromes ausgebildet werden. Um ganz normale Zuwachszonen (Jahresringe) zu erhalten, muss man anders verfahren; der absteigende Saftstrom soll nicht plötzlich unterbrochen werden, sondern allmählig, während diese Herabminderung von einer Zuwachsstockung der Sprosse begleitet sein muss, weil eben ein kräftiges Sprosswachstum die Ausbildung von weitleumigen Elementen befördert. Nachher, wenn das Kambium eine Zeitlang in dieser Weise künstlich „Spätholz“ ausgebildet hat, soll dann auf einmal das Sprosswachstum kräftig einsetzen, wodurch eine Zone „Frühholz“ gegen die Altholzzone abgesetzt wird. Im Folgenden werde ich die diesbezüglichen Versuche beschreiben.

5. *Die künstliche Herstellung normaler Zuwachszonen.*

Die oben umschriebenen Bedingungen zur Herstellung normaler Zuwachszonen habe ich gemeint folgendermassen zu verwirklichen: von kräftig wachsenden Exemplaren verschiedener Baumarten habe ich alle jungen Sprossenden abgeschnitten, und dann ein bis zwei Monate lang alle austreibenden Knospen sofort abgebrochen, sodass die Pflanze nur im alten Laub weiter wuchs. Nachher habe ich dann die austreibenden Knospen durchwachsen lassen, und nachdem die jungen Reisige kräftig ausgetrieben waren wurde die Pflanze untersucht. Ich meinte, dass das Abbrechen der treibenden Teile zufolge haben würde, dass die weitleumigen Frühholzelemente durch weniger weitleumige Mittel- oder Spätholzelemente ersetzt würden. Wenn dann nachher die treibenden Knospen wieder an der Pflanze gelassen würden, so würde auch wiederum Jungholz ausgebildet werden.

Melia Azedarach L. Von einer etwa 2½ m hohen, sehr kräftig treibenden Pflanze, wurden alle treibenden Sprossenden Ende November 1925 abgebrochen; die jetzt massenhaft austreibenden Knospen wurden bis zum Ende desselben Jahres etwa alle drei bis vier Tage abgebrochen. Während dieser Zeit wuchs der Baum

im alten Laub weiter; Anfang Januar stand er noch voll im sattgrünen Laub. Jetzt wurden die austreibenden Knospen gelassen, sodass sich bald kräftige junge Reisige entwickelten. Anfang Februar wurde der Baum untersucht.

In den dünneren Zweigen fand man makroskopisch sehr deutliche Zuwachszonen, die nach unten aber undeutlicher wurden und im Hauptstamm fast ganz verschwunden waren. Unter dem Mikroskop zeigte sich, dass die Zuwachszonen in den ganz dünnen Zweigen nicht ganz den normalen Zuwachszonen entsprachen: man fand wohl einen deutlichen Übergang von etwas dickwandigerem Gewebe mit etwas kleinerem Zellumen in einer Zone, wo die Libriformfasern weitlumiger waren, dieser Übergang war aber nicht so scharf wie in normalen Fällen; auch fehlten die in normalen Zuwachszonen oft vorkommenden radial verkürzten letzten Libriformfasern. Die grossen Gefässe des Jungholzes, die in dieser Weitholzzone auftraten, lagen auch nicht unmittelbar dem Altholz angeschlossen, sondern einige Zellreihen davon entfernt; sie waren auch nicht viel grösser als die Altholzgefässe, während die Gefässe, die unmittelbar an das Altholz anschlossen, bisweilen viel kleiner waren, augenscheinlich in der Entwicklung gehemmt. An anderen Ästen fand man z. B. nur den Übergang von englumigeren in weitlumigere Libriformfasern, oder man fand nur eine etwas unregelmässige Anordnung mehrerer Gefässe. Es waren nur die kleinsten Äste, die eine Zuwachszone aufwiesen, die der normalen sehr nahe kam.

Ein zweiter Versuch wurde mit einer etwa 1½-jährigen Topfpflanze angestellt, die am 27. XI. 1925 entgipfelt wurde, und der die nachher austreibenden Achselknospen zweimal ausgeschnitten wurden. Nach diesem zweiten Male kamen aber keine weiteren Knospen zum Austreiben, auch nicht, als ich endlich Mitte Januar 1926 drei grosse Blätter abschnitt. Nachdem ich aber die zwei letzten und jetzt schon alten Blätter entfernte, wuchs eine Achselknospe Ende Februar zu einem kräftigen Laubtrieb aus. Die Pflanze wurde Mitte März untersucht. Es zeigte sich, dass sich eine Zone grösserer Gefässe dem Altholz anschloss. In den oberen Partien des Stämmchens bestand das Altholz aus ziemlich weitlumigem Libriform, wie dies auch der Fall ist bei normalen

Zuwachszonen in diesen Teilen der Stämmchen. Im unteren Teil aber bestand das Altholz aus englumigem dickwandigem Libriform, woran sich unvermittelt die ersten weiten Elemente des Frühholzes anschlossen. Hier wurde also eine normale Zuwachszone erzielt.

Toona serrata Roem. Von einem grossen Baum, der im Oktober das Laub gewechselt hatte, wurde ein kräftiges Wasserreisig im November entgipfelt, sodass nur ausgewachsenes Laub übrig blieb. Die später austreibenden Knospen in den Achseln dieser Blätter wurden entfernt, aber nachdem dies zweimal geschehen war, blieb der Zweig weiter in Ruhe. Anfang Januar entnahm ich dem Zweige die Hälfte der Blätter und jetzt trieben wieder einige Knospen aus, die jetzt stehen gelassen wurden. Im Februar wurde er untersucht.

Es zeigte sich eine breite Zone englumigerer Libriformfasern, in der nur sehr kleine Gefässe vorhanden waren; diese Zone war in der Zeit der Entknospung ausgebildet worden. Nach aussen ging diese Zone in eine Zone vieler und sehr grosser Gefässe über, die regelmässig ringförmig angeordnet waren; der Übergang war aber nicht unvermittelt, besonders fehlte die scharfe Linie, wo das erste Parenchym an die dickwandigen Altholz-libriformfasern grenzt. Überdies schloss sich die erste-Reihe der grossen Frühholzgefässe nicht unmittelbar an jene Altholzzone an, sondern es zeigte sich eine allmähliche, wenn auch schnelle Zunahme der Grösse dieser Gefässe. Mehr abwärts im Ast fand man eine analoge Zonenbildung, aber weniger deutlich ausgeprägt.

Schleichera oleosa Merr. Von dieser Art wurden zwei etwa 2 m hohe Pflanzen verwendet, die sich dicht über dem Boden in zwei Hauptäste verzweigten. Beide Pflanzen wurden Ende November 1925 entgipfelt und der eine Hauptast beider Pflanzen wurde jetzt nicht mehr berührt, sodass die Knospen sofort zu Laubtrieben auswuchsen. Der andere Hauptast wurde bis 31. Dezember 1925 fortwährend entknospet, sodass er in dieser Periode nur im alten Laub weiter wuchs. Nachher wurden die austreibenden jungen Triebe stehen gelassen und die Pflanzen im Februar untersucht.

Die beiden Äste, die nur einmal ohne weitere fortgesetzte

Entknospung entgipfelt wurden, zeigten keine Zonenbildung im Holze; die beiden anderen Hauptäste jedoch zeigten im Gipfelende eine deutliche Zuwachszone, die nach unten jedoch weniger scharf wurde, um endlich ganz zu verschwinden. Diese Zone wurde in dem einen Ast durch eine Zone Spätholz mit kleineren Gefässen und etwas dickwandigerem Libriform gebildet; hieran schloss ziemlich unvermittelt eine Zone Frühholz mit viel grösseren Gefässen und Libriform, das ein wenig weitleumiger und dünnwandiger war als im Spätholz. Stellenweise war diese Grenze scharf und ziemlich deutlich, ganz so wie sie auch wohl bei normalen Zuwachszonen in Ästen gefunden wird; weiter wurde sie dann wieder weniger scharf, indem der schroffe Übergang zwischen Spät- und Frühparenchym weniger scharf wurde.

Der andere Hauptast zeigte im Gipfelende stellenweise eine sehr scharfe und schöne Ausbildung von dickwandigem, radial verkürztem Spätholzlibriform; hieran schloss sich aber kein normales Jungholz an, denn die weiten Gefässe fehlten und das Libriform war unregelmässig und sehr weitleumig, etwas kallusartig, vielleicht infolge der Entgipfelung. Weiter herunter war die Grenze unscharf.

Vitex pubescens Vahl. Von dieser Art wurden drei etwa 2-2½ m hohe Pflanzen zum Versuch verwendet. Ende November 1925 wurden die treibenden Sprossenden abgeschnitten; an einer der Versuchspflanzen wurden jetzt die austreibenden Knospen stehen gelassen, bei den zwei anderen wurden sie bis zum 1. Januar immer wieder abgeschnitten. Nachher liess ich die treibenden Knospen durchwachsen, sodass sich bald kräftige junge Sprosse entwickelten, und Anfang Februar wurden die Pflanzen untersucht.

Es zeigte sich, dass die Pflanze, der nur einmal die Sprossgipfel abgeschnitten wurde, keine deutliche Zuwachszonen ausgebildet hatte. Stellenweise fand man eine Andeutung einer Zuwachszone, die durch eine etwas ringförmige Anhäufung gleichgrosser Gefässe hervorgerufen wurde, im Allgemeinen fand man aber keine Zonen.

Bei den beiden anderen Versuchspflanzen, denen länger als ein Monat alle nachher austreibenden Knospen genommen waren, fand man sehr schön ausgebildete Zuwachszonen von ganz nor-

malem Typus. (Tafel VI, Fig. 2). Allerdings fand man diese Zonen nur in den dünneren Zweigen, während im Hauptstamm die Zonen weniger scharf wurden und auch nicht mehr dem normalen Typus entsprachen, aber in diesen dünneren Zweigen waren die Zuwachszonen nicht nur normal, sondern auch ringsum geschlossen. Das Spätholz bestand aus einer Zone, in welcher die Gefäße kleiner und die Librifasern etwas dickwandiger waren; daran schloss dann scharf und unvermittelt das Jungholz, aus dünnwandigerem Librifasern und weiteren Gefäßen bestehend, während die ersten Gefäße auch einigermaßen ringförmig dem Altholz entlang angeordnet waren. Die letzten Altholzlibrifasern waren jedoch meistens radial nicht verkürzt; offenbar war das Wachstum noch zu energisch, weil das ausgewachsene Laub noch nicht alt war, um diese radiale Verkürzung hervorzurufen.

Tectona grandis L. f. Von dieser Art wurden am 10. März 1926 bei zwei etwa drei Monate alte Pflänzchen (Höhe etwa 45 cm) die Endknospen entfernt; es trieben jetzt die Achselknospen aus, aber diese wurden jede Woche bis zum 10. April ausgeschnitten. Nachher wurden die austreibenden Knospen stehen gelassen, und Mitte Mai wurden die Pflanzen untersucht. Die eine Pflanze hatte in den Achseln des oberen Blattpaars zwei Achselknospen ausgetrieben, die zu etwa 15 cm langen Jungtrieben ausgewachsen waren, die andere Pflanze zeigte nur einen solchen, aber noch kräftigeren Trieb an der Spitze.

Im oberen Stammteil zeigte sich die ausgebildete Zuwachszone nur ziemlich undeutlich, im mittleren Stammteile aber sehr deutlich und scharf, während sie im Wurzelhals wieder allmählich undeutlicher wurde. Im oberen Stammteil zeigte sich deutlich, dass nur an den Seiten, wo die Knospen ausgetrieben waren, auch die Grenze scharf und deutlich war, um sich auf der anderen Seite im Holzgewebe zu verlieren. Mehr im unteren Teil des Stammes war aber diese Zuwachszone ringsum geschlossen.

Die Zuwachszone war vom normalen Typus: die Altholzlibrifasern waren radial verkürzt, die letzten Gefäße englumig und die letzten Markstrahlzellen auch radial stark verkürzt; der Wand dieser letzteren Elemente war aber gar nicht oder nur

unbeträchtlich dicker als im Frühholz. Die ganz unvermittelt an diese Zone anschliessende Frühholzzone zeigte weitleumiges Libriform, weite Gefässe und radial gestreckte Markstrahlzellen. Die Parenchymschicht, worin die ersten Gefässe oft eingebettet sind, fehlte im mittleren Stammteile, im unteren Stammteile und im Wurzelhals war sie aber ausgebildet (Tafel VI, Fig. 3).

Die Versuche ergaben, dass eine Nachahmung des Spätholzes durch die Assimilationstätigkeit der älteren Blätter hervorgerufen wurde, während der junge Laubtrieb die Ausbildung weiterer Gefässe und dünnwandigeren Libriforms anregte. Es zeigte sich auch einheitlich, dass der Einfluss dieser künstlichen Massnahmen sich nur eine Strecke weit herunter (also hauptsächlich in den dünneren Ästen) geltend macht.

Wenn wir bedenken, dass das erneute Dickenwachstum meistens auch nur allmählig herunter fortschreitet, wenn wir dazu ins Auge fassen, dass in der Stammbasis das Dickenwachstum im Herbst später erlischt als in den Zweigen, sodass wir eine Verzögerung der Einflüsse, die vom Laube ausgehen, annehmen müssen, so wird auch diese Erscheinung begreiflich. Die abnormen Bedingungen durch künstliche Eingriffe wie Entblätterung u. s. w. dauern nicht lange an; schon innerhalb einiger Wochen sind sie beseitigt, sodass es nicht wundert, dass dieser Einfluss sich oft nicht weit herunter geltend macht.

Bei dem normalen Jahresring oder der normalen Zuwachszone entstehen die Veränderungen im Laub, welche die Spätholzbildung verursachen, ganz allmählig; der erste Laubtrieb und das kräftige Sprosswachstum im Anfang der Neubelaubung entstehen aber schnell und sind für die Ausbildung des Frühholzes verantwortlich. Allmählig ältert das Laub, und mit diesem Älterwerden wird auch das Spätholz je länger desto typischer ausgebildet, bis endlich die letzten radial verkürzten Elemente ausgebildet werden, wenn das Laub ganz alt geworden ist, kurz vor oder zugleich mit dem Vergelben. Wenn wir jetzt diese verschiedenen Stadien künstlich hervorrufen wollen, so ist es klar, dass uns dies nur sehr partiell gelingen wird; der schroffe Übergang zwischen Altlaub und kräftiges Treiben ist schwer zu erzielen und besonders die letzten Stadien des Altholzes, die

radial verkürzten Librifasern, werden wir nur erwarten können, wenn das Laub auch schon im Laufe des Versuches ganz alt geworden ist. Dann kann man aber kaum mehr von „künstlichen“ Zuwachszonen reden.

Auf diese Weise erhielt ich eine künstliche Zuwachszone bei *Cassia Fistula* L. die fast nicht von einer normalen Zone zu unterscheiden war. Der grosse Baum hinter dem Treub-Laboratorium hatte in den Monaten September-October 1925 das Laub geworfen und sich Ende October wieder neu belaubt. Das Sprosswachstum hielt noch bis Anfang December an, nachher hörte es aber auf und der Baum stand nun im vollen grünen Laub, aber mit ruhenden Knospen. Anfang Februar wurde ein grosser Ast entblättert; das Kambium hatte schon längst die Zone des Weitholzes fertig ausgebildet und war jetzt beschäftigt mit der Ausbildung von engeren Librifasern und kleineren Gefässen im Spätholz. Es trieben doch einige Knospen aus, obwohl nicht so schnell nach der Entblätterung als es einige Monate früher der Fall sein würde. Mitte März wurde der Ast untersucht, als er schon kräftige junge Sprosse ausgebildet hatte. Es zeigte sich, dass sich eine Zone Jungholz mit grossen Gefässen und weiterem Librifasern ausgebildet hatte, die scharf gegen der Altholzzone abstach. Die letzten Zellreihen des Altholzes waren voll Stärke und teilweise in Parenchym umgebildet; man sah hier nicht die bei Entblätterung so häufig auftretende Zone dünnwandigerem Holze, eben weil das Dickenwachstum zur Zeit der Entblätterung nicht stark war, sodass fast keine halbfertige Zellen zwischen dem fertigen Holz und dem Kambium vorhanden waren. Der einzige Unterschied mit normalen Zonen war nur, dass die letzten Zellen des Altholzes nicht radial verkürzt waren, wie dies gewöhnlich der Fall ist beim normalen Zuwachsring. (Tafel V, Fig. 4).

Diese künstliche Zuwachszone setzte sich aber nur eine Strecke weit herunter fort.

Aus allen in diesem fünften Abschnitt besprochenen Versuchen geht hervor, dass ein intimer Zusammenhang zwischen dem Laub und dem Dickenwachstum besteht, nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ. Die Organbildung regt das erneute Dickenwachs-

tum an, der absteigende Safstrom steht in direkter Beziehung zu dem Dickenwachstum, endlich fanden wir eine Beziehung zwischen kräftigem Sprosswachstum und Frühholz, ebenso wie zwischen Altlaub und Altholz.

VI. THEORETISCHE BETRACHTUNGEN ÜBER PERIODIZITÄT UND DICKENWACHSTUM.

A. DIE PERIODIZITÄTSFRAGE.

In einer früheren Arbeit (COSTER N^o. 1) habe ich zur Frage der Periodizität schon Stellung genommen; meine Behauptung war:

„Die Rhythmik ist nicht im Wesen des Organismus begründet, sondern kann aufgehoben werden. Sie ist nicht „Ursache“, sondern sie ist Folge des Zusammenwirkens äusserer und innerer Bedingungen.

„Die *Anlage* zur Rhythmik (zum rhythmischen Wachstum) ist erblich, die Periodizität selbst aber kann man nicht als erblich betrachten, denn durch geeignete Eingriffe kann sie aufgehoben werden“. (S. 187.)

Dieser Standpunkt wurde noch weiter an einem Beispiel erläutert: Die Fähigkeit zur Bildung des Chlorophylls nannte ich für die grüne Pflanze eine erbliche Anlage, die Chlorophyll-Ausbildung selbst aber nicht, denn sie setzt gewisse Aussenbedingungen voraus, ohne welche sie nicht zustande kommt.

Nun erwidert aber JOST in seiner Besprechung dieser Arbeit (Zeitschr. f. Bot. 16; 1924, S. 284): „Wenn bei dieser Gelegenheit Verf. sagt: ‚die Periodizität selbe kann man nicht als erblich betrachten, denn durch geeignete Eingriffe kann sie aufgehoben werden‘ — so wird man dem entgegenhalten, dass ‚sehr viele zweifellos erblichen Erscheinungen durch geeignete Eingriffe aufgehoben werden können“.

Es dreht sich die Sache um den Begriff der Erblichkeit, und zweifelsohne muss man JOST beipflichten, dass, wenn man im Allgemeinen über Erblichkeit spricht, dieser Begriff nicht auf die Erscheinung beschränkt werden darf, sondern dass er der Anlage gilt. Aber in diesem besonderen Fall habe ich gemeint, zwischen der Anlage und der Erscheinung unterscheiden zu

müssen, eben weil SCHIMPER und VOLKENS meinten, dass die Erscheinung selbst nie aufgehoben werde. Nun gibt es unzweifelhaft erbliche Eigenschaften, die sowohl der Anlage als auch der Erscheinung nach immer erblich sind, z. B. die Ausbildung eines Knochengerüsts bei Säugetieren, die Ausbildung von Gefäßbündeln im Stengel der Phanerogamen. Man kann durch geeignete Eingriffe wohl das Mass der Ausbildung beeinflussen, aber diese Bildungen ganz aufheben kann man nicht. Für unser Studium hat es jetzt wenig Zweck, diese feineren Unterscheidungen beizubehalten, ich machte sie nur um eine m. E. verfehlte Meinung zu beseitigen. Im Folgenden werde ich aber noch kurz auf die verschiedenen Auffassungen früherer Autoren eingehen müssen, um in der Periodizitätsfrage nochmals Stellung zu nehmen.

Die Auffassung von SCHIMPER und VOLKENS ging dahin, dass die Periodizität der Lauberneuerung nie aufgegeben wird: „Aufgegeben wird solche Rhythmik jedoch niemals, denn sie ist im Wesen des Organismus und nicht in den äusseren Bedingungen begründet“ (SCHIMPER, S. 262). „Ich meine, die Rhythmik ist da, sie ist das Primäre. Die wenigen Fälle, bei denen ich Unperiodizität der Blattentwicklung feststellen könnte, wollen dagegen nichts sagen“. (VOLKENS S. 142).

SIMON meint, dass die Periodizität eine erbliche Eigenschaft vieler Arten ist, wobei aber der Zeitpunkt der Ruhe nicht streng fixiert ist, sondern weitgehend von äusseren und inneren Faktoren beeinflusst wird.

KLEBS endlich sieht in der periodischen Ruhe keine erbliche Eigentümlichkeit, sondern er meint, dass die Ruhe durch die Einwirkung der Aussenwelt auf die Erbanlagen hervorgerufen wird, bei denen aber kein besonderes Gen für die Periodizität anwesend ist.

Die Meinung, dass die Rhythmik im Pflanzenleben nie aufgegeben wird, ist nicht haltbar, wie die späteren Beobachtungen gezeigt haben, denn es gibt viele Pflanzen, die an allen Knospen eine stetige Laubentfaltung zeigen.

Die Meinungen von SIMON und KLEBS differieren wesentlich nur in einem Punkt: ob es eine besondere Erbanlage (Gen) gibt die für die Periodizität verantwortlich ist, oder nicht. Diese Frage

ist zurzeit nicht zu entscheiden. KLEBS stützte sich auf seine Versuche an Pflanzen mit einer sehr festen Ruheperiode (sowohl tropische als europäische Gewächse), die er durch verschiedene Eingriffe (Entblätterung, Nährsalzdüngung, kontinuierliche Beleuchtung) zum Treiben und zum kontinuierlichen Wachstum zwang. Daraus folgerte er, dass es keine in der spezifischen Struktur wurzelnde Rhythmik gebe, sondern dass dieselbe durch die Einwirkung der Aussenwelt auf die spezifische Struktur hervorgerufen werde, oder mit anderen Worten, es gibt keine spezifischen Periodizitäts-Gene. Gegen diese Folgerung wendet JOST (S. 197) ein: „Bei Gegenwart eines solchen auf Periodizität „hinarbeitenden Genes musste dann noch lange nicht immer und „notwendig auch äusserlich eine Periodizität zu Tage treten. „Denn wir wissen ja, dass jedes Gen seine Entfaltungsbedingungen hat“. Bei diesem Einwand bleibt dann natürlich, auch wenn es gelänge, alle bekannten stossweise treibenden Pflanzen eine Zeit lang ununterbrochen fortwachsen zu lassen, noch immer die Möglichkeit offen, die Periodizität auf eine Erbanlage zurückzuführen. Es hat wohl wenig Zweck hierüber weiter zu theoretisieren.

Der scharfe Streit war indess nicht so sehr eine Folge dieser theoretischen Grundlagen, (denn in dieser Hinsicht stehen die Auffassungen von KLEBS und SIMON einander sehr nahe), sondern mehr eine Folge der Interpretierung dieser Grundlagen. Für KLEBS und seine Schule war die Hauptsache: die Beeinflussung durch äussere Faktoren. Es sollte nämlich die Ruhe eine Folge sein von einem Missverhältniss zwischen Nährsalzen und organischen Nährstoffen, und wenn dem Vegetationspunkt wieder genügend Nährsalze zugeführt werden (und im Falle der festen Ruhe die Fermente, die durch dieses Missverhältniss inaktiviert wurden, wieder aktiv geworden sind), so sollte ein weiteres Wachstum erfolgen. Für SIMON dagegen waren diese äussere Faktoren wie Nährsalzversorgung u. s. w. bei den Arten mit beschränkten Knospen nur von untergeordneter Bedeutung, die erbliche Anlage zum stossweisen Wachstum war die Hauptsache.

Wenn wir die Pflanzen beachten, die eine feste Ruheperiode zeigen und doch in allen verschiedenen Jahreszeiten treiben

(*Toona*, *Terminalia Catappa* L.) und wenn wir bedenken, dass die meisten europäischen Baumarten eine feste aber jetzt teilweise Periodizität im tropischen Gebirgsklima aufweisen, dann ist es wohl sehr unwahrscheinlich, dass alle diese Erscheinungen auf ein Missverhältniss zwischen Nährsalzen und organischer Nahrung zurückzuführen wären. Die Meinung von KLEBS findet ihre Hauptstütze in den Versuchen, die er anstellte, um die Ruhe bei verschiedenen Pflanzen aufzuheben. Ich meine aber hierauf nicht weiter eingehen zu brauchen, weil Jost in seiner Pflanzenphysiologie III Auflage, Bd. II, S. 202 ff. ausführlich diese Hypothese besprochen hat.

Auf allen Fällen ist die Periodizität der Lauberneuerung eine sehr komplizierte Erscheinung, die einerseits mit vielen Aussenfaktoren eng zusammenhängt, wie z. B. mit Wasserversorgung und Transpiration, Nährsalzzufuhr und Beleuchtung, andererseits in sehr hohem Masse von Artunterschieden beeinflusst wird. (Wobei man dann entweder an ein bestimmtes Periodizitäts-Gen bei bestimmten Arten denken kann, oder an eine Reaktion der ganzen Erbmasse auf äussere Umstände). Dazwischen stehen dann die Organisations-Unterschiede, die innerhalb einer Art die Periodizität weitgehend beeinflussen (Alter, Wasserreiser) und die man entweder auf äussere Umstände, wie reichliche Wasser- und Nährsalzzufuhr, zurückführen kann, oder auf vielleicht erblich fixierte Jugendformen.

Wie dem auch sei, die weitere Untersuchung wird sich mit der experimentellen Beeinflussung der periodischen Erscheinungen zu befassen haben; die Frage nach der erblich fixierten Periodizität vieler Arten muss hiebei dann vorläufig in den Hintergrund treten, denn als Arbeitshypothese kann sie keine fruchtbaren Anregungen geben. Immerhin bleibt noch immer der psychologische Faktor, dass die Untersucher, die sich auf den Standpunkt erblich fixierter Periodizität stellen, von vornherein vielleicht mit weniger Freude das Problem anfassen werden, weil sie keine positiven Resultate erwarten. Das Feld des Unbekannten ist aber so gross, dass sie anderswo ihre Betätigung finden können, während die schönsten Untersuchungen in dieser Hinsicht von denjenigen zu erwarten sind, die mit voller Über-

zeugung einer, wenn auch vielleicht einseitigen, Meinung anhängen.

B. BEZIEHUNG ZWISCHEN LAUBTRIEB UND HOLZBILDUNG.

Schon im Jahre 1891 hat Jost (1) eine Anzahl Experimente angestellt, um die Beziehungen zwischen der Gefäßbildung im Stamm und der Organbildung zu erörtern. Er zeigte durch seine Versuche u. a. an im Dunkeln erwachsenen *Phaseolus multiflorus*-Keimpflanzen, dass die Entwicklung der im Stengel verlaufenden Blattspuren von der Entwicklung der Blattspreite abhängig ist.

„Auch die Gefäßbündel erfahren in solchen Stengeln, denen man die Blätter nimmt, eine Veränderung; sie werden reduziert und wachsen nicht in die Dicke. Es besteht also eine Beziehung zwischen dem Blatt und der im Stengel verlaufenden Blattspur, der in sehr anschaulicher Weise am Epikotyl von *Phaseolus multiflorus* studiert werden kann. Entfernt man eines der beiden Primärblätter in früher Jugend und sorgt gleichzeitig für die Entfernung der ganzen Stammspitze (deren Weiterentwicklung den Versuch komplizierter gestalten würde), so sieht man im Epikotyl auf der einen Seite des Querschnittes die Gefäßsteile ganz ausserordentlich reduziert, während sie auf der unter dem ausgebildeten Blatt liegenden Hälfte normal ausgestaltet werden und auch noch sekundär in die Dicke wachsen. Der Erfolg dieses Versuches ist ohne Zweifel nicht durch die Verwundung allein bedingt, sondern durch Aufhebung der Funktionen, speziell wohl des Wachstums des Blattes. Das geht mit Evidenz daraus hervor, dass man die gleiche Stammstruktur auch dann erzielen kann, wenn man das Blatt nicht wegschneidet, sondern nur durch Eingipsen am weiteren Wachstum hindert“. (BENECKE und JOST, II, S. 103/4).

In einer späteren Arbeit hat Jost dann seine Versuche an *Phaseolus* erweitert und bestätigt. Auch Verwundungen veranlassten Wachstumsthätigkeit und Holzbildung bei den Phaseolusepicotylen. Die erneute Tätigkeit des Kambiums, die nach Verwundung zur Kallusbildung führt, konnte er jederzeit, auch im Winter, an ruhenden Zweigen verschiedener Baumarten erzielen.

Dann hat er noch an ein- bis mehrjährigen Zweigen von *Pinus Laricio*, *Corylus avellana*, *Aesculus Hippocastanum*, *Populus nigra*, *Betula alba*, *Quercus pedunculata*, *Sambucus nigra* und *Pinus sylvestris* sehr früh vor Beginn der Knospenentfaltung eine Rindenringelung angelegt. „Alle diese zeigten nach dem Abdürren, „oder wenn dies nicht eintrat, am Ende des Sommers untersucht, oberhalb der Ringelung starkes Dickenwachstum, unmittelbar an der Ringelwunde aber meist einen mächtigen „Callus; unterhalb war Callus nur bei der *Eiche* und bei der „*Hasel*, schwaches Dickenwachstum in einiger Entfernung von „der Wunde nur bei der *Birke*, *Kiefer* und *Holunder* zu bemerken, alle anderen Zweige hatten unter der Ringelung keine „Spur Holz gebildet. Ältere Äste und ein starker Stamm konnten bisher nur an *Rosskastanien* geringelt werden. Hier trat „überall ein schwaches Dickenwachstum unter der Ringelung „ein.“ (Jost, 4, S. 120).

Dann hat er noch einige Pflanzen von *Aesculus Hippocastanum*, *Acer pseudoplatanus* und *Fagus sylvatica* im Frühjahr vor der Knospenentfaltung ins Dunkelzimmer gestellt. Sie alle zeigten Dickenwachstum dicht unterhalb der austreibenden Knospen, welche etiolierten und natürlich nicht assimilieren konnten; oft aber wurde die Hauptmenge der Reservestoffe zur Triebbildung verwendet, sodass dann das Dickenwachstum sich nur eine kurze Strecke am Stamm herunter ausdehnte.

Entknospungsversuche hat er schliesslich auch angestellt. TH. HARTIG¹⁾ berichtet, dass der Zuwachs an *Weymouthkiefern*, die im Februar entknospt wurden, ganz ausblieb und NÖRDLINGER beobachtete, dass die meisten Bäume, die im Winter ganz aufgestet wurden, in der folgenden Vegetationsperiode praktisch keinen Dickenzuwachs zeigten, obschon in einigen wenigen Fällen ein geringes Dickenwachstum auftrat. R. HARTIG aber fand an etwa 100 jährigen *Buchen*, *Kiefern*, *Fichten* und *Weisstannen*, die vor Beginn der Vegetationsperiode entastet wurden, eine sehr deutliche Ausbildung eines neuen Zuwachsrings. Die Versuche, die Jost an ein- und mehrjährigen Zweigen von *Syringa vulgaris* und *Paulownia imperialis* anstellte, zeigten aber, im Gegensatz zu den R. Hartigschen Versuchen, gar keinen Dickenzuwachs.

Ähnliche Versuche wiederholte er an *Pinus* und *Rhododendron*-arten, wo die Knospen entfernt, aber das vorjährige Laub gelassen wurde. Es zeigte sich einheitlich, dass die schwachen entknospten Zweige gar nicht in die Dicke wuchsen, die stärksten Zweige nur in sehr geringem Masse. Wurden die Knospen gelassen und das vorjährige Laub entfernt, dann zeigten diese Äste sowohl im Freien als auch im Dunkelzimmer immer ausgiebiges Dickenwachstum nach dem Austreiben dieser Knospen.

Es gibt aber noch viele andere Angaben in der Literatur über das Dickenwachstum, nachdem der Zusammenhang mit treibenden Knospen durch eine Rindenringelung abgeschnitten worden war. Meistens wurde bei diesen Versuchen aber nicht scharf auf nachträglich sich entwickelnde Triebe geachtet, wodurch die Resultate beeinträchtigt wurden. Ich werde der diesbezüglichen Zusammenstellung von ANTEVS (S. 321-322) einige Daten entnehmen:

„R. HARTIG (1889) und STRASBURGER (1891) untersuchten eine „18 Jahre nach der Ringelung gefällte, gegabelte *Kiefer*, deren „einer Stamm 7.8 m über dem Boden (3.3 m über der Gabelungsstelle) ringsum 30 cm hoch von der Rinde entblösst war. „Unter der Ringelungsstelle hatte nur ein minimales Dickenwachstum stattgefunden. In dem auf die Operation folgenden „Jahre hatte das abgesetzte Holz zunächst unter dem Ringe „noch annähernd normales Aussehen. Durchweg waren doch die „Elemente dünnwandiger als gewöhnlich. Die folgenden Jahresringe waren sehr unvollkommen entwickelt und von sehr schmalen und kurzen Tracheiden gebildet. Die Grenzen liessen sich „kaum unterscheiden, und alles Wachstum hatte seit Jahren „aufgehört. Die Anzahl ausgebildeter Jahresringe war hier „(während 17 Jahre) 11, während dieselbe auf der Seite, von „welcher der geringelte Stamm ausging, etwas unterhalb des „Gabelungspunktes auf 9 und bei der Stammbasis stellenweise „auf 2 Ringe herabgesunken war. Unterhalb des unberührten „Gabelstammes wurden alle Jahresringe vorgefunden, und von „dieser Seite ausgehend verminderte sich ihre Zahl, je mehr „man sich der gegenüberliegenden näherte.

„Interessanterweise fand TH. HARTIG (1863b, p. 286) im Gegen-

„satz zu anderen Forschern, dass geringelte Kiefernäste sich
 „über der Ringwunde durchaus normal entwickelten. Unter der
 „Ringwunde, zwischen dieser und dem Stamme, zwischen dem
 „geringelten Zweig und dem am nächsten unter demselben be-
 „findlichen Aste hatte dagegen jede Holzbildung seit dem Jahre
 „der Verwundung aufgehört, mit Ausschluss einer schmalen
 „Schicht unfertiger Holzfasern aus dem Jahre der Ringelung.

„Schliesslich hat MER (1892b, p. 502) eine interessante Angabe
 „über die Zeit der Kambialtätigkeit unter der Operationsstelle
 „bei zeitig im Frühjar(?) geringelten Birken gebracht. Während
 „des Frühlings und Sommers befand sich das Kambium hier
 „in völliger Ruhe, und erst um Mitte August fingen Elemente
 „ähnlich denjenigen im Weitholz an abgesetzt zu werden“. —
 Es wäre m. E. nicht unmöglich, diese Mitte August anfangende
 Absetzung von Weitholzelemente auf ein Austreiben schlafender
 Knospen zurückzuführen.

VÖCHTING fand an kräutigen Gewächsen, denen die Spitze und
 Achselknospen genommen waren, sodass nur Laubblätter übrig
 blieben, dass der Stiel keine mechanischen Elemente mehr aus-
 bildete, obschon der Durchmesser noch durch eine Vergrösserung
 der Markrohre und des Rindenparenchyms zunahm. Nachdem
 die Pflanzen wieder Knospen ausgetrieben hatten, erwachte das
 Kambium zu erneuter Tätigkeit und zeigte wieder normales
 Dickenwachstum.

LUTZ hat schliesslich eine Serie Entknospungs- und Entblät-
 terungsversuche an 6-10jährigen *Buchen* und 5-17jährigen *Kiefern*
 angestellt. Die Buchen wurden resp. am 20. März, 20. Mai, 15.
 Juni, 1.-15. und 30. Juli und am 28. August entblättert oder
 entknospet. Die Buche, die 20. März vor dem Anfang der Vege-
 tationsperiode entknospet wurde, bildete wohl Präventivknospen
 aus, sie blieb auch in allen Teilen gesund aber bildete kein Holz,
 obschon im Herbst noch viel Reservestärke vorhanden war.

Die anderen Buchen, die nach Ausbruch des Laubes entblät-
 tert wurden, zeigten einen verschiedenen Holzzuwachs, je nach
 dem Intervall zwischen Vegetationsanfang und Entblätterung.
 Die Buche, die am 20. Mai entblättert wurde, bildete nur wenig
 Holz; der neue Zuwachs war in den Trieben verschieden gross,

im Stämmchen nahm er von oben nach unten ziemlich regelmässig ab. Bei der am 15. Juni entblätterten Buche betrug der neue Jahrring in den Trieben und der oberen Hälfte des Stämmchens ca. 50%, im unteren Teil desselben ca. 25% des vorigen. Die anderen später entlaubten Buchen wurden dadurch nicht beträchtlich im Dickenzuwachs beeinträchtigt.

Die Versuche an den Kiefernbaumchen gaben etwas abweichende Resultate. Wohl unterblieb auch hier jedes Dickenwachstum, wenn die Knospen nicht zur Entfaltung kamen; wo aber die Entnadelung nach dem Anfang der neuen Vegetationsperiode vorgenommen wurde, wurden sämtliche Reservestoffe zur Bildung von Holzelementen verwendet. Mit erfolgter Entnadelung, gleichviel zu welcher Zeit der Vegetationsperiode dieselbe ausgeführt wurde, entstand typisches Frühlingsholz.

Die oben zitierten Versuche weisen grösstenteils daraufhin, dass das erneute Dickenwachstum nach der Ruheperiode vollständig oder zum weitaus grössten Teil ausbleibt, wenn der Zusammenhang mit austreibenden Organen verbrochen ist oder wenn die Pflanze vor dem Vegetationsbeginn entknospet wurde. Nur die erwähnten Versuche von R. HARTIG stehen hiermit in schroffer Gegensatz.

A. WIELER (3) hat die Frage zu entscheiden versucht durch eine grosse Anzahl Versuche, die er im Jahre 1897 veröffentlichte. Vorerst hat er eine grosse Serie von Versuchen mit vor dem Vegetationsbeginn verdunkelten Pflanzen angestellt. Darüber berichtet er (S. 216 u. 218): „Überblicken wird die Ergebnisse „der mit *Salix*, *Cytisus Laburnum*, *Robinia Pseud'Acacia*, *Quercus sessiliflora*, *Fagus silvatica*, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, „*Vitis vinifera*, *Pinus silvestris*, *Abies pectinata* und *Picea excelsa* „angestellten Versuche, so finden wir durchgehend eine sehr „geringe Holzbildung; bei *Pinus silvestris* ist noch am meisten „Holz entstanden, ein vollständig geschlossener Holzmantel um „den Stamm. Bei den anderen Versuchsobjekten ist die Holzbildung im Allgemeinen am mächtigsten in der Nähe der Anhangsorgane am Stamm. Oben am Stamm finden wir eine breitere „Holzmasse und einen mehr geschlossenen Ring, während weiter „abwärts die Mächtigkeit des Ringes abnimmt und sich eventuell „in einige Gruppen auflöst.

„Die Holzmasse, welche an unseren im Dunkeln befindlichen Pflanzen gebildet wurde, ist deshalb so gering ausgefallen, weil der Vorrath an Reservestoffe doch nur ein verhältnissmässig geringer ist. Er reicht zur Entwicklung der jungen Triebe mit ihren Blättern, soweit sie sich im Dunkeln bilden können, zur Bildung der geringen beobachteten Holzmasse und zum Unterhaltung der Athmung aus, denn die vorhandenen Reservestoffe sind vollständig aufgebraucht worden“.

Eine zweite Serie umfasste total entnadelten und entknospten Pflanzen. „Es kamen je drei Exemplare von *Fagus silvatica*, *Tilia europaea*, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior* und *Pinus Strobis* zur Verwendung; sie standen im Garten der Technischen Hochschule zwischen gleichaltrigen nicht entlaubten Exemplaren, sodass ein einwandsfreier Vergleich entlaubter und normaler Pflanzen möglich war. *Fagus* und *Acer* wurden in dem Jahre 6, *Pinus* und *Fraxinus* 5 und *Tilia* 4-jährig. Auf Neubildungen wurde scharf acht gegeben und sie sofort entfernt; Sprosse von bedeutender Grosse kamen nicht zur Entwicklung, hin und wieder mag eine Knospe über das Bildungsstadium hinübergelangen sein. Jedenfalls hat eine Bildung assimilatorischer Flächen nicht stattgefunden. Vollständig zu beseitigen sind bei den Laubhölzern Neubildungen nicht, da ja immer mindestens ein Überwallungsprozess stattfindet, dem sich einer Anlage neuer Knospen anschliessen kann. (S. 225/26)“. Alle die Versuchspflanzen, mit Ausnahme der drei *Pinus Strobis* Bäumchen, bildeten, wenn auch nur stellenweise und in sehr geringem Masse, neues Holz aus. An den dickeren Wurzeln fand man oft geschlossene Ringe von Jungholz, *entsprechend der Neubildung von Wurzeln*. „Bei geringer Holzbildung treten einzelne Gefässe mit den benachbarten Zellen oder Gefässgruppen auf, während bei etwas mächtigerer Holzbildung auch zwischen diesen Gruppen Gewebe entstehen. . . . Die an den verdunkelten Exemplaren gebildeten Elementarorgane, z. B. die Gefässe, sind ebenso gestreckt wie beim normalen Holze; bei den entknospten Exemplaren sind sie in radialer Richtung weniger gestreckt als beim normalen Holz, der Querschnitt der Gefässe ist bedeutend kleiner“.

War bei den verdunkelten Exemplaren nach einiger Zeit die ganze Stärkeverrath verschwunden, bei den entknospten Exemplaren fand man im Allgemeinen noch Stärke im Holze, teilweise auch in der Rinde.

Auch die Schlussbetrachtungen werde ich etwas ausführlicher zitieren: (S. 241/43) „Die Entknospung der Bäumchen hat eine „Bildung neuer Wurzeln nicht gehindert. Entsprechend dieser „Neubildungen ist das Cambium der Wurzeln, welche diese neuen „Wurzeln tragen, lebhaft thätig gewesen und hat einen theilweise ziemlich ansehnlichen Holzkörper hervorgerufen. Aber „dieser Holzcyylinder erstreckt sich nicht sehr weit aufwärts an „der Wurzel. Weiter deutet diese Erscheinung darauf hin, „dass die kambiale Thätigkeit von zwei entgegengesetzten Seiten „beginnt, von Seiten der Blätter und von Seiten der Wurzeln „oder allgemein gesprochen von den Stellen aus, wo Anhangsorgane entstehen.

„Wie auch immer die Vertheilung des neuen Holzes an den „Exemplaren sein mag, das Ergebniss meiner Versuche ist, dass „alle die Laubbäumchen in die Dicke gewachsen sind; unter „ihnen ist freilich an dem Stamme der einen Linde das Dickenwachstum ausgeblieben, aber die Wurzeln sind auch hier in „die Dicke gewachsen. Was hat den Anstoss zu diesem Wachstum gegeben, ist es das Auftreten von Neubildungen gewesen, „oder hat das Dickenwachstum aus inneren Ursachen stattgefunden? Die Versuche waren dazu angestellt worden, um diese „Frage zu entscheiden. Hätte an den 12 Pflanzen überhaupt „kein Dickenwachstum stattgefunden, dann wäre die Frage eindeutig entschieden gewesen dass die Ausbildung der Anhangsorgane den Anstoss zu dem Dickenwachstum giebt, so aber „muss die aufgeworfene Frage unentschieden bleiben. Denn die „Holzbildung kann in unsren Fällen ebenso gut eine Folge der „Neubildungen wie aus inneren Ursachen aufgetreten sein. Wenn „auch die Knospen nicht austreiben konnten, eine Neubildung „von Knospen möglichst vermieden war, so waren doch immer „Schnitt- und Wundflächen zu vernarben, eine Wachstumsercheinung, welche wohl den Anstoss zum Dickenwachstum im „Sinne Jost's gegeben haben könnte. Die Notwendigkeit für das

„Laubholz, die Wundflächen zu vernarben, machen es mit zweifelhaft, ob es je gelingen wird, die aufgeworfene Frage an ihm zu entscheiden. Viel eher eignen sich dazu die Nadelhölzer, welche ihre Wunden durch Harzausscheidung schliessen. An den 3 Exemplaren von *Pinus Strobus* im entknospten und entnadelten Zustand war kein Holz gebildet worden, aber aus den oben angegebenen Gründen halte ich diese Versuche nicht für beweiskräftig.

„Zu Gunsten von Jost's Ansicht, dass die Entwicklung der Anhangsorgane den Anlass zum Dickenwachstum geben, spricht das Verhalten der Wurzelsysteme unserer Pflanzen — denn was nach Jost für die Blätter gilt, muss natürlich auch für die Wurzeln gelten. An den die neuen Wurzeln tragenden alten Wurzeln haben wir wenigstens auf kurze Strecken einen ansehnlichen Holzkörper erhalten. Ein zwingender Beweis für die Richtigkeit der Jost'schen Ansicht ist natürlich auch das „nicht“.

Wenn seine Versuche also auch nicht ausreichen um zu entscheiden ob Dickenwachstum absolut ausbleibt beim Ausbleiben der Neubildungen an den Pflanzen, so bestätigen sie doch völlig die weniger scharf formulierte Stellung, dass das Dickenwachstum entweder vollständig oder zum grössten Teil ausbleibt, wenn der Zusammenhang mit wachsenden Organen verbrochen ist. Meine eigene Versuche, die im vorigen Abschnitt dargelegt sind, ergaben auch ganz denselben Resultat. Bei den 5 untersuchten periodisch kahlstehenden tropischen Laubholzarten fand kein oder nur sehr minimales Dickenwachstum statt wenn die Knospen ausgeschnitten wurden oder wenn der betreffende Holzteil durch eine Rindenringelung von treibenden Knospen abgeschnitten wurde. Wenn aber die Knospen im Dunkel austrieben und gar nicht assimilieren konnten, so zeigte der Ast doch ausgiebiges Dickenwachstum, das jedoch bei Isolierung des Astes durch eine Rindenringelung wieder ausblieb.

Und auch bei den 4 untersuchten immergrünen Holzarten und bei *Cassia Fistula* L., als sie in vollem Laube stand, zeigte sich, dass das Dickenwachstum sofort oder nach sehr kurzer Zeit ganz aufhörte, sobald der absteigende Strom der Assimi-

late unterbrochen wurde, um wieder aufgenommen zu werden, wenn entweder die Rindenringelung überwachsen war oder wenn die entblätterten Äste wieder zu treiben anfangen.

Alle diese Untersuchungen, mit einziger Ausnahme der zitierten R. HARTIG'schen Aufastungsversuche an etwa 100-jährigen *Buchen*, *Kiefern*, *Fichten* und *Weisstannen*, ergaben die enge Beziehung zwischen Laubenfaltung und Kambiumerwachen einerseits, wie auch zwischen Belaubung und Dickenwachstum andererseits. Gegen die R. HARTIG'schen Versuche sind einige Einwände zu erheben, wie WIELER schon hervorhebt. In HARTIG'S Bäumen sind sämtliche Reservestoffe verzehrt worden, während WIELER und auch ich fand, dass bei entknospten Ästen die Reservestoffe zum grössten Teil im Holzkörper unberührt bleiben. Anders ist es aber, wenn sich Laubtriebe entwickeln; dann werden die Reservestoffe dazu verbraucht. Hieraus darf man erwarten, dass sich doch an den Versuchsbäumen von HARTIG Laubtriebe entwickelt haben. Dazu kommt noch, dass die Versuchsbäume von HARTIG bis 20 Meter und höher waren, sodass die sich in den oberen Partien des Baumes entwickelnden Triebe von unten wohl erst wahrgenommen wurden, als sie schon eine ansehnliche Grösse erreicht hatten. Ich werde denn auch seine Versuche bis auf weiteres beiseite lassen.

Wenn wir uns jetzt den Beobachtungen in der Natur zuwenden, dann finden wir auch im Allgemeinen einen intimen Zusammenhang zwischen dem Ausschlagen des Laubes und dem Kambiumerwachen. Bei den von mir untersuchten tropischen Laubhölzern, die periodisch kahlstehen, habe ich immer gefunden, dass das Kambium seine Tätigkeit erst wieder nach dem Ausbruch des jungen Laubes aufnimmt; im Allgemeinen fängt das Dickenwachstum in den jüngsten Zweigen an und breitet sich allmählich nach unten aus. Auch die eingeführten Holzarten im Berggarten Tjibodas verhielten sich in ihrer astweisen Periodizität ähnlich. Der Zeitraum zwischen dem Laubausbruch und dem Kambiumerwachen, die Geschwindigkeit, womit das Dickenwachstum sich nach abwärts ausbreitet, und die Intensität des ersten Wachstums sind sehr verschieden, aber der obengenannte Verlauf des Dickenwachstums wird doch, soweit meine Beobach-

tungen reichen, wohl in weitaus den meisten Fällen eingehalten.

Aber auch in Europa hat man im Allgemeinen einen ähnlichen Verlauf des Dickenwachstums gefunden; der diesbezüglichen Zusammenstellung von ANTEVS (S. 336—340) werde ich einige Daten entnehmen. „Das Kambiumerwachen beginnt früher, gleichzeitig „oder später als das Ausschlagen des Laubes Im Allgemeinen „ist der Zeitunterschied zwischen den beiden genannten Prozessen unbedeutend, aber es gibt Beispiele dafür, dass er einen „ganzen Monat betragen kann“. Die Erscheinung, wobei das Kambium schon Holzelemente bildet, bevor noch die Blätter sich entfalteteten, hat man besonders bei *Koniferen* und weiter bei der *Eiche*, der *Esche*, dem *Christusdorn* und dem *Ahorn* gefunden. Im Allgemeinen fand man aber doch wohl, dass die Knospen schon zu schwellen angefangen hatten. ANTEVS sagt aber weiter: „Nach meinen eigenen Untersuchungen beginnt in jungen „Zweigen in der Regel das Absetzen von Holzzellen erst nachdem die neuen Blätter mehr oder weniger entwickelt sind“.

„Gewöhnlich dürfte die Kambialtätigkeit in den jüngsten Zweigen anfangen und sich nach abwärts verbreiten. Ein derartiges „Verhältniss fanden TH. HARTIG (1857) bei den vorerwähnten „*Lärchen* und *Ahorn*, MER (1892 a, 1892) bei jungen Bäumen (bei „freistehenden erfolgte doch das Kambiumerwachen in den erweiterten Zweigbasen ungefähr gleichzeitig mit dem in den „jüngsten Zweigen) und AMILON (1910) bei der *Kiefer*; und nach „R. HARTIG (1885; 1888 b; 1891), GULBE (1888; 1888 a) STRASBURGER (1891), JOST (1893) und HASTINGS (1900) ist dies Regel“.

Man hat aber auch oft Abweichungen von dieser allgemeinen Regel gefunden.

„So fand TH. HARTIG (1857) bei der *Kiefer* dass es an der „Stammbasis anfing. N. J. C. MÜLLER (1875) beobachtete es bei „der *Fichte* zuerst in Stamm, dann in den Zweigen und am „spätesten in den Ästen erster Ordnung, und RUSLOW (1882) machte „dieselbe Beobachtung bei *Kiefer*, *Fichte*, *Eiche*, *Esche* u. a. m.“

„Zuweilen hängt das Absetzen der ersten Elemente nicht „ringsum den Stamm zusammen, sondern erfolgt an getrennten „Punkten (HASTINGS 1900)“.

Auch über den Verlauf der Kambialtätigkeit und das Auf-

hören der Xylembildung sind viele Beobachtungen angestellt worden, die je nach Baumart, Individuum, Alter und Standort auch sehr abweichende Resultate geliefert haben. ANTEVS fasst alle Beobachtungen im Folgenden zusammen, wobei er auch den Zusammenhang zwischen der Kambialtätigkeit und der Triebperiodizität bespricht (S. 347/48):

„Das Absetzen von Xylem beginnt gewöhnlich in den jüngsten Zweigen und breitet sich nach abwärts aus. Die Schnelligkeit, mit der sich das Kambiumerwachen verbreitet, ist in hohem Grade von mehreren äusseren Umständen abhängig. So können bald einige Tage, bald ein ganzer Monat zwischen dem Erwachen in den dünnen Zweigen und im unteren Teil des Stammes verfließen.

„Die Wachstumsintensität ist anfänglich recht schwach, nimmt aber rasch zu und erreicht gewöhnlich im Juni ein Maximum. Hierauf sinkt sie nach einigen Verfassern, bis sie gegen den Herbst ganz aufhört, während sie nach anderen Forschern, nachdem sie sich einige Zeit im Fallen befunden, von neuem steigt, um im Juli ein zweites Maximum zu erreichen, bevor das schliessliche Sinken eintritt.

„Der Zeitpunkt des Aufhörens der Kambialtätigkeit ist ebenso wie der des Kambiumerwachens durch verschiedene Faktoren bestimmt und trifft sehr verschieden ein, aber gewöhnlich im August oder September. Im jungen Zweigen ist der Jahresring gerade fertig, wenn die Blätter anfangen gelb zu werden.

„Aus dem Gesagten dürfte hervorgehen, dass ein intimerer Zusammenhang zwischen der Kambialtätigkeit und der Triebbildung nicht existiert. Manche Verfasser haben freilich einen solchen vermutet, aber sie dürften die Zeitrelation nicht genug berücksichtigt haben. Als voneinander unabhängig dürfen sie doch natürlich nicht angesehen werden. Sie besitzen die Fähigkeit sich gegenseitig zu beeinflussen und sich einander anzupassen. Eine grössere Blättermasse entspricht beispielsweise einer kräftigeren Entwicklung des Jahresringes, und ungefähr gleichzeitig damit, dass sich ein ansehnliches Laubwerk rasch entwickelt, setzt das Kambium weitlumige Elemente ab um den gesteigerten Wasserbedarf zu decken.

„Die hier mitgeteilten Angabe stammen ausschliesslich aus den „gemässigten Zonen, hauptsächlich aus Mitteleuropa.“

Wenn wir alle die in diesem Abschnitt angeführten Tatsachen ins Auge fassen, dann ist es wohl klar, dass ein intimer Zusammenhang zwischen Laubtrieb und Dickenwachstum besteht; in dieser Hinsicht kann ich der oben zitierten Meinung von ANTEVS denn auch nicht beipflichten. Durch die vielen Versuche ist vorerst unzweideutig bewiesen, dass der Anfang des neuen Dickenwachstums bei periodisch kahlstehenden Laubhölzern von einem Reiz abhängig ist, der von den sich entfaltenden Knospen oder anderen auswachsenden Organen ausgeht. Die Beobachtung an vielen Laubhölzern in Europa, wobei man schon Dickenwachstum fand, bevor noch die Blätter sich entfaltet hatten, braucht noch nicht gegen diese Auffassung zu sprechen, denn in vielen Fällen fand man doch schon eine deutliche Anschwellung der Knospen. Angaben, dass das Dickenwachstum schon einsetzte, bevor noch äusserlich eine Schwellung der Knospen sichtbar war, liegen aber auch von Lauhölzern vor, z. B. für *Fraxinus excelsior*; TH. HARTIG hat es auch an KIEFERN beobachtet (ANTEVS S. 336). Aber wenn auch äusserlich keine Schwellung ersichtlich sei, dann kann doch im Innern das Wachstum schon kräftig eingesetzt haben, wie auch bekanntlich die Knospen im Winter nicht vollständig ruhen, sondern sich noch langsam weiter entwickeln. Diese Frage ist sehr leicht zu entscheiden, wenn man bei einigen Bäumen die diese Erscheinung gewöhnlich zeigen, lange vor dem Vegetationsanfang, z. B. im März, einige Äste oder Stammstücke durch eine Rindenringelung von den Knospen am Ende der Zweige isoliert, und alle schlafenden Augen auf dieser isolierten Strecke ausschneidet. Dann darf das Dickenwachstum auf dieser isolierten Strecke nicht einsetzen, auch wenn es an anderen Stellen noch vor der Knospenschwellung einsetzt. Dr. NYDAM, Assistent am botanischen Laboratorium der landwirtschaftlichen Hochschule in Wageningen, hatte die Güte dieser Versuch auf meiner Bitte auszuführen. Er verwendete drei Versuchspflanzen, zwei Eschen (*Fraxinus excelsior* L.) und eine Eiche (*Quercus pedunculata* Ehrh.) wovon er einige Äste am 27 Februar 1926 durch ein oder zwei Rindenringelungen von den obenliegenden Knospen isolierte. Das

Kambium war damals noch völlig in Ruhe. Am 16 März kontrollierte er die Kambialtätigkeit an unverletzten Ästen dieser drei Bäume, aber alles war noch in Ruhe. Erst am ersten April zeigte eine der beiden Eschen die Ausbildung der ersten neuen Gefäße, obschon die Knospen äusserlich noch keine Schwellung zeigten, während am 12 und 13 April alle drei Versuchsbäume eine mehr oder weniger kräftige Kambiumtätigkeit in den nicht geringelten Ästen zeigten. Die Knospen waren jetzt noch nicht geöffnet aber doch schon mehr oder weniger angeschwollen. Bei allen Versuchstästen, sowohl der Eiche als der Eschen, zeigte sich aber unterhalb der Ringelungstelle keine Spur von Holzbildung, während, wie Herr NYDAM an eine der Eschen kontrollierte, das Kambium oberhalb der Ringelungsstelle wohl tätig war und schon zahlreiche Gefäße ausgebildet hatte. Auch ein Ast der nicht geringelt wurde, sondern welchem alle Knospen entnommen waren, zeigte keine Spur von Kambiumtätigkeit. Es geht aus diesen Versuche also unzweideutig hervor, dass auch bei den Bäumen die schon Dickenwachstum zeigen bevor noch die Knospen geöffnet oder sogar angeschwollen sind, der Reiz zum Kambiumerwachen doch von den Knospen ausgeht. Sehr wahrscheinlich wird dieser Reiz verursacht durch die Wachstumsprozesse die sich in der noch geschlossenen Knospe abspielen.

Wenn also eine Korrelation zwischen dem Laubtrieb oder dem sich entfaltenden Organ und dem Anfang des Dickenwachstums wohl sicher festgestellt ist, so ist diese Korrelation nicht der einzige Faktor der den Anfang der Dickenwachstums bestimmt. Es können auch andere Reize, wie z. B. Verwundung, das Kambium zu erneuter Tätigkeit anregen. Jost zeigte, dass selbst während der Ruheperiode eine Verwundung Anlass zu Kallusbildung gab. Und dann gibt es noch verschiedene Beobachtungen, wobei Dickenwachstum ohne Organbildung auftrat. Vorerst schon die (wenn auch sehr geringe) Bildung erster Frühholzgefäße an entknospten oder geringelten Zweigen, die sowohl Jost als auch ich selber in meinen Versuchen konstatierte.

Dann die Beobachtung Josts, dass einige zweijährige Blätter (*Rhododendron*, *Hedera*) auch im zweiten Jahr noch in den Ge-

fässbündeln von Blattstiel und Lamina Holz bilden, ohne dass sie sonst irgendwelche Veränderungen erfahren.

Man braucht es aber gar nicht so weit zu suchen, denn die Erscheinung, dass viele Baumarten noch in die Dicke wachsen, wenn schon längst die Organeubildung eingestellt ist, ist allgemein bekannt. Wie aber meine Versuche gezeigt haben, geht in diesem Fall der Reiz zum Dickenwachstum doch noch immer vom Laub aus und eine Unterbrechung des absteigenden Saftstromes oder Entblätterung hat eine sofortige Einstellung des Dickenwachstums zufolge.

Neben dem Reiz, der von den sich entfaltenden Knospen ausgeht, müssen natürlich noch verschiedene andere Bedingungen erfüllt sein, bevor Dickenwachstum eintreten kann. Deutlich zeigt sich dies bei den Angaben verschiedener Verfasser über den Anfang der Kambialtätigkeit im Zusammenhang mit der Temperatur. So gibt KNUDSON für die amerikanische Lärche an, dass die dunkleren Rindenpartieen mehr Licht absorbieren und eher Dickenwachstum zeigen. AMILON meint, dass für den Stammfuss die Bodentemperatur wichtig ist. Andere Untersucher meinten, dass das Kambium an der Südseite freistehender Bäume, an der Seite also, die der Sonnenbestrahlung im Frühjahr am meisten ausgesetzt ist, früher erwacht als an der Nordseite.

Diese Frage ist von Herrn Oberförster J. P. SCHUITMAKER untersucht, aber nicht veröffentlicht worden; seine Resultate hat er mir gütigst zur Verwendung überlassen. Er untersuchte ein bis mehrere Exemplare von *Salix*, *Tilia*, *Populus*, *Quercus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Fagus*, *Acer pseudoplatanus* und *A. platanoides*, *Ulmus*, *Betula* und *Robinia*. In den Monaten April und Mai 1920 wurden von diesen Bäumen zugleichzeitig an der Nord- und Südseite des Stammes Bohrspähne mit einem Presslerschen Zuwachsbohrer entnommen und auf Kambialtätigkeit untersucht. Es zeigte sich, dass bei 12 von 14 Exemplaren, die zur Zeit der Untersuchung schon das erste Dickenwachstum zeigten, die Südseite beträchtlich im Wachstum voraus war. Der Unterschied betrug bald nur ein oder zwei Reihen schon ausgebildeter Elemente, bald aber (bei einer *Populus*) war die Jungholzzone auf der Südseite bis dreimal so breit als an der Nordseite. Bei den

zwei übrigen Stämmen war kein Unterschied aufzufinden. Auch die dünneren Ästchen der meisten Exemplaren fingen an der Südseite der Krone eher ihr Dickenwachstum an als an der Nordseite.

Es fragt sich jetzt, welcher Art die Beziehung zwischen Laubtrieb und Dickenwachstum ist. Jost (1891, S. 544) hat sich darüber früher schon ausgesprochen, welche Stelle ich hier zitieren werde: „Bis jetzt scheinen mir keine thatsächlichen „Anhaltspunkte vorzuliegen, die eine Entscheidung zwischen den „beiden möglichen Hypothesen herbeiführen könnten, nämlich „derjenigen einer Stoffübertragung und der anderen einer Bewegungsübertragung von den jugendlichen Organen aus nach den „bildungsfähigen Zellenzügen des Stammes. Die erste dieser „Vorstellungen muss die Annahme machen, dass von den jugendlichen Organen Stoffe erzeugt werden, die nach unten wandernd „Gefäßbildung bedingen. Man müsste dann also nicht nur wurzelbildende, man müsste auch gefäßbildende, parenchymbildende, „siebröhrenbildende etc. Stoffe annehmen. In Anbetracht der „Complication einer derartigen consequenten Weiterbildung der „bekannten Sachs'schen Theorie gewinnt, wie mir scheint, die „zweite mögliche Anschauung, die eine Übertragung von Bewegungszuständen annimmt, an Wahrscheinlichkeit“.

In den Jahrzehnten aber, die seitdem verflossen sind, hat die Wissenschaft sich doch so entwickelt, dass wir jetzt die erste Auffassung der stofflichen Übertragung des Wachstumsreizes als die wahrscheinlichste annehmen müssen, wie es Jost selber denn auch in seinem bekannten Handbuch tut (II, S. 106).

Die schönen Untersuchungen von HABERLANDT haben gezeigt, dass in verletzten Zellen gewisse Stoffe gebildet werden, welche die Nachbarschaft zu anomalen Teilungen anregen; diese Stoffe nennt er Wundhormone und er zeigte, dass auf Riss- und Bruchflächen, die keine verletzten Zellen aufweisen, auch keine neuen Zellteilungen auftreten. Dies ist aber wohl der Fall, wenn man die Wundflächen mit hormonhaltigen Gewebesäften einschmiert. An mit Wasser abgespülten Wundflächen treten keine Zellteilungen auf, wenn man aber hormonhaltigen Gewebeprei aufträgt, so zeigen sich wieder Zellteilungen.

Eine andere Art Zellteilungsstoffe werden nach HABERLANDT

im Leptomteil der Leitbündel gebildet: dünne, aus dem Mark der Kartoffelknollen geschnittene Gewebeplättchen zeigen nur dann Zellteilungen, wenn in den Plättchen Siebröhren mit den Geleitzellen enthalten sind. Es gelang, Zellen bündelfreier Gewebeplatten durch Auflegen bündelenthaltender zu Zellteilungen zu bringen; die Versuche gelingen auch dann, wenn zwischen den beiden Gewebeplatten eine dünne Schicht Agar-Agar sich befindet. Er meint, dass diese Lepto-Hormone in den Geleitzellen gebildet und von diesen den Siebröhren übermittelt werden, die sie dann weiterleiten. Schliesslich meint er, dass Zellteilungshormone auch im Urmeristem und in allen primären embryonalen Geweben entstehen, dagegen muss das Dauergewebe vom Leptom aus versorgt werden.

Wenn wir diese, allerdings noch hypothetischen, weil noch nicht isolierten Stoffe, deren Existenz aber doch durch jene Versuche sehr wahrscheinlich gemacht ist, zu allen Versuchsergebnissen über das Dickenwachstum in Beziehung setzen, so ist es m. E. gar keine zu gewagte Hypothese, wenn wir analoge Stoffen nicht nur bei der Wundholzbildung eine Rolle zuschreiben, sondern auch beim normalen Dickenwachstum. Aus dem vorhergehenden wäre dann abzuleiten, dass die sich entfaltende Knospe oder das auswachsende Organ Reizstoffe bildet, die in den Siebteil fortgeleitet werden und das Kambium zu erneutem Wachstum anreizen. Es wäre dann gar nicht nötig, spezifische gefässbildende, siebröhrenbildende u. s. w. Stoffe anzunehmen; es genügt, solche Hormone vorauszusetzen, die nur einen Teilungsreiz ausüben. Dann werden die inneren und äusseren Umstände die Kambialzellen zur Bildung von Gefässen, Libriform, Parenchym oder Siebröhren veranlassen.

Überdies wird dann noch eine andere Tatsache erklärlich, die sonst Schwierigkeiten bereiten würde: dass unterhalb der Ringelungsstelle oder an entknospten Ästen doch oft ein, wenn auch sehr geringer Dickenzuwachs auftritt. Dieser wäre dann vielleicht die Folge von Leptohormonen, die selbsttätig im Siebteil gebildet werden, aber nicht ausreichen, um ein normales Dickenwachstum zu erzielen. Das normale kräftige Dickenwachstum wäre dann eine Folge der in den embryonalen Geweben der

Sprossspitzen gebildeten Hormone. Es ist dann gar nicht nötig mit E. KASTENS anzunehmen, dass die Holzbildung unterhalb der Ringelung nur bei Pflanzen mit bikollateralen Gefässbündeln auftritt und eine Folge des unverletzten Markphloëms ist; diese Annahme trifft denn auch gar nicht zu, wie aus die vielen Versuchen an Pflanzen ohne Markphloëm hervorgeht.

Die Hypothese ist nicht neu, sondern wurde schon von VAN DER LEK aufgestellt, um den fördernden Einfluss der austreibenden Knospen auf die Wurzelbildung an Stecklingen zu erklären. Er erhielt die Wachstumsförderung auch, wenn die Knospen im Dunkeln austrieben, wenn also eine Assimilationswirkung ausgeschlossen war. Er meint auch, dass die treibende Knospe Hormone bildet, die im Phloëm abwärts geleitet werden.

Schon früher stellte GROSSENBACHER auch eine analoge Hypothese auf, obschon er die Reizstoffe Enzyme nennt. Nun glaube ich aber, dass der Begriff „Hormon“, der aus der zoologischen Literatur stammt, für Stoffe angewendet wird, die mit den Körpersäften zirkulieren und auf bestimmte Organe oder Zellen spezifische Korrelationen übertragen. Enzyme dagegen üben mehr eine örtliche Wirkung aus, während ihre Funktion weniger mit Übertragung von Korrelationen als mit chemischen Prozessen in Beziehung steht. Daher bevorzuge ich in diesem Falle den Ausdruck Hormon.

GROSSENBACHER sagt (S. 68): „The experiments by Jost and by LUTZ also give support to the idea that radial growth is largely controlled by enzymotic activities which are somehow dependent upon the process of terminal elongation. Perhaps the enzymes concerned are liberated or activated in enlarging and bursting buds in different parts of trees and are carried downward in the metabolized food, or possibly enzymes produced in the enlarging buds simply initiate certain activities which are transmitted without the further aid of the enzymes as was assumed by FICK regarding the action of the enzymes which coagulate blood and milk“.

Schliesslich hat EMMA KASTENS eine gute Arbeit über die Funktion der Siebröhren veröffentlicht, in welcher sie auch die Meinung vertritt, dass die Siebröhren als Leitungsbahnen der

Zellteilungshormone auftreten, die in den Vegetationspunkten entstehen. Ausser diesen Zellteilungshormonen nimmt sie im Siebteil noch andere Hormone an, die im Stoffwechsel der Pflanzen eine Rolle spielen, welche die Tätigkeit der Fermente auslösen oder hemmen.

Die Hypothese stimmt gut mit allen bekannten Tatsachen überein; sie erklärt, warum das erneute Dickenwachstum an austreibenden Knospen gebunden ist, warum eine Unterbrechung in den Leitungsbahnen (Rinde) auch das Dickenwachstum beeinträchtigt, warum das Dickenwachstum wohl auf Kosten der im Holzkörper vorhandenen Reservestoffe vor sich gehen kann, wenn nur die Hormone vorhanden sind (z. B. beim Austreiben der Knospen im Dunkeln), und unterbleibt, wenn die Hormone fehlen, auch wenn sonst genügend Reservematerial anwesend ist. Mit der Hypothese ist auch die Erscheinung in Einklang, dass das Dickenwachstum im Allgemeinen von den sich entfaltenden Knospen allmählig abwärts fortschreitet. Die entgegengesetzten Beobachtungen, wobei das Dickenwachstum zuerst an der Stammbasis beobachtet wurde, brauchen aber noch nicht mit unserer Hypothese in Widerspruch zu stehen, denn das Dickenwachstum an der Stammbasis kann durch Wurzelwachstum eingeleitet sein. Die Beobachtungen über das erste Auftreten des Dickenwachstums im Hauptstamm stützen sich entweder auf der Messung der Diameter des Stammes, wobei man zugleich mit dem Holze auch die Rinde misst, sodass das Dickenwachstum auf einer Schwellung oder auf dem Wachstum der Rinde selbst beruhen kann, oder man fertigte Schnitte durch die Kambialzone an und beobachtete das erste Auftreten der verholzten Gefässe. Diese Verholzung ist aber die letzte Phase der Ausbildung der Gefässe, und es braucht gar nicht der Fall zu sein, dass dort, wo diese letzte Phase schneller erreicht wird, auch das Dickenwachstum eher einsetzt; der erste Anfang des Dickenwachstums, die ersten Teilungen des Kambiums, können sehr gut in den jungen Ästchen eher anfangen, und doch kann die Ausbildung der Elemente langsamer vor sich gehen. Solange keine genauen Beobachtungen vorliegen, die alle diese Faktoren berücksichtigen, darf man sie nicht als Einwand gegen die Hypothese anführen.

Wir müssen jetzt nachgehen, inwieweit diese Hypothese sich auch auf das weitere Wachstum der periodisch ruhenden Bäume und auf die Immergrünen und fortwährend durchwachsenden Bäume ausdehnen lässt. Bei jenen Immergrünen, die fortwährend oder mit kurzen Intervallen junge Laubtriebe entfalten, begegnet man keine Schwierigkeiten, denn es werden dann auch fortwährend jene Wuchshormone ausgebildet. Anders ist es aber mit den periodisch treibenden Bäumen, die nur einen oder wenige Laubtriebe im Anfang der Vegetationsperiode ausbilden. Wie die Beobachtungen in Europa zeigten, „steigt die anfänglich verhältnismässig schwache Wachstumsintensität schnell und erreicht „gewöhnlich im Juni oder Juli ein Maximum. Hierauf nimmt „sie nach einigen Verfassern nach und nach ab, bis sie im Herbst „ganz aufhört. Andere Forscher sind jedoch der Meinung dass „das Dickenwachstum zwei Maxima mit zwischenliegender mehr „oder minder ausgeprägter Wachstumsverminderung aufweist“. (ANTEVS, S. 340). Nach den eigenen Erfahrungen von ANTEVS „geht die Kambialtätigkeit der jungen Zweigen schon von Anfang „recht rasch von statten. Sie nimmt an Lebhaftigkeit zu und „erreicht ein Maximum Mitte Juni. Darauf scheint sie recht „gleichmässig fortzugehen (S. 341). Eichenzweige, welche Johannistriebe entwickeln, zeigen zwei Maxima, solche, die dies nicht „tun, ein Maximum“ (S. 342).

In den Tropen habe ich bei den periodisch kahlstehenden Bäumen auch ein lang anhaltendes Wachstum beobachtet, das allmählig mit dem Älterwerden des Laubes abnahm. Aus alledem geht wohl hervor, dass das Dickenwachstum nicht ausschliesslich an die Periode der Knospenentfaltung gebunden ist, sondern dass noch lange, nachdem der neue Laubtrieb fertig ausgebildet wurde, das Dickenwachstum fortgesetzt wird. Auf unserer Hypothese fortbauend, könnten wir jetzt zwei verschiedene Annahmen machen, um diese Tatsachen zu erklären: erstens wäre es möglich, dass die Hormone das Dickenwachstum auslösen, dass dann aber die stattfindenden Zellteilungen des Kambiums für sich genügen, um den Teilungsreiz eine Zeitlang aufrecht zu erhalten (auch vielleicht durch Ausbildung spezifischer Stoffe). Diese Annahme wird durch die Beobachtung von LUTZ an *Pinus*

sylvestris gestützt, dass dort, wo die Knospen sich entfalteten, auch sämtliche Reservestoffe zur Holzbildung verwendet wurden, wenn auch sofort nach der Knospenentfaltung der ganze Baum entnadelt und entknospet wurde.

Meine Versuche aber an Immergrünen, sowohl Nadel- als Laubhölzer, und an einem Exemplar von *Cassia Fistula* L., das im vollen alten Laub stand, und wobei gezeigt wurde, dass das Dickenwachstum sofort eingestellt wird, sobald der absteigende Saftstrom unterbrochen oder der Ast entblättert wird, widerlegen diese Auffassung zur Genüge.

Dann bleibt uns noch die zweite Möglichkeit übrig, dass das Laub, auch wenn es schon ausgewachsen ist, noch fortfährt, Hormone auszubilden, welche das Dickenwachstum anregen, und erst allmählich beim Altern diese Bildung einstellt.

Die Beobachtungen und Versuche stimmen zum weitaus grössten Teil mit dieser zweiten Annahme überein; es ist natürlich wohl möglich, wie ich es bei *Sambucus canadensis* L. schon einigermaßen konstatierte, dass das Dickenwachstum bei einigen Arten nicht sofort nach der Unterbrechung des absteigenden Saftstromes eingestellt wird, aber diese Erscheinung wird wahrscheinlich von einer Speicherung des Reizstoffes oder Stoffgemisches herrühren. Allerdings bleibt die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass bei gewissen Arten, wie z. B. bei *Pinus sylvestris*, die erste Anregung des Dickenwachstums schon genügt, um noch eine Zeitlang Kambialtätigkeit zu ermöglichen, nachdem der absteigende Saftstrom unterbrochen oder eingestellt ist; bei den meisten Arten wird diese Eigenschaft jedoch fehlen oder doch stark in den Hintergrund treten.

Im Vorausgehenden habe ich mich absichtlich ferngehalten von allen Spekulationen über die Ursachen der Jahresringbildung, d. h. über die Ursachen der Ausbildung verschiedener Elemente in verschiedenen Teilen der Zuwachszone, weil diese Betrachtungen im folgenden Abschnitt untergebracht sind. Auch diese Diskussion wird, wie es sich zeigen wird, eine Stütze für die zweite Auffassung geben, dass nämlich das schon ausgewachsene Blatt fortfährt, Hormone zu bilden, und dass diese Fähigkeit erst allmählich beim Altern verschwindet.

C. DIE URSACHEN DER AUSBILDUNG VON ZUWACHSZONEN
RESP. JAHRESRINGEN.

Schon lange ist die Jahresringbildung Gegenstand des lebhaften Interesses gewesen und zahlreich sind die Versuche, sie entweder entwicklungsphysiologisch oder betriebsphysiologisch zu erklären. Alle diese Erklärungen stützen sich jedoch ausschliesslich auf die in Europa oder in der gemässigten Zone beobachteten Tatsachen weil aus den Tropen nicht genügend Beobachtungsmaterial vorhanden war. Wenn wir aber die im ersten Teil dieser Arbeit angeführten Beobachtungen mit in Betracht ziehen, dann wird sich zeigen, dass schon durch eine einfache Ausbreitung des Beobachtungsmaterials schwerwiegende Einwände gegen viele dieser Hypothesen vorgebracht werden können. Ich werde die verschiedenen Hypothesen nicht alle ausführlich besprechen, sondern sie nur, soweit es für unseren Zweck förderlich ist, berühren.

Bei der Erklärung der Jahresringbildung haben wir uns nicht mit dem periodisch unterbrochenen Dickenwachstum zu befassen. Wir haben gesehen, wie das Dickenwachstum an und für sich von der Lauberneuerung und von den absteigenden Saftstrom abhängig ist; diese periodische Unterbrechung braucht aber noch keine Zonenbildung hervorzurufen, wofür wir früher auch schon Beispiele gefunden haben. Die Zonenbildung ist eine Folge der anatomischen Unterschiede im Früh- und Spätholz, welche Unterschiede durch eine verschiedene quantitative sowohl als qualitative Ausbildung der Elemente verursacht werden können. Die Erklärungshypothesen werden sich mit diesen Unterschiede zu befassen haben; da aber die Zuwachszonen bei den verschiedenen Baumarten durch sehr verschiedene anatomische Merkmale verursacht werden (siehe S. 128—132 dieser Abhandlung), so kann man schon von vornherein vermuten, dass in erster Linie die spezifische Struktur oder erbliche Anlage der verschiedenen Arten massgebend ist, und erst in zweiter Linie die äusseren Faktoren, wie Klima, modifizierend darauf einwirken.

Die Rindenspannung.

SACHS und DE VRIES haben den Unterschied im Bau des Spät-

und Frühholzes auf ein verschiedenes Mass der tangentialen Rindenspannung zurückzuführen versucht. Weil sie meinten dass die Spannung der Rinde vom Frühling an bis in den Sommer infolge des Dickerwerdens des Holzkörpers zunimmt, komme die Erzeugung des aus grossen Gefässen und in radialer Richtung weiten Holzzellen bestehenden Frühholzes bald zum Stillstande und gehe in die Formation des Spätholzes über, wo die Zellen in radialer Richtung zusammengedrückt erscheinen, und endlich verhindere der gesteigerte Rindendruck das Dickenwachstum gänzlich. KRABBE hat aber diese Auffassung durch den experimentellen Nachweis widerlegt, dass die tangentielle Rindenspannung im Herbst annähernd ebenso gross ist wie im Frühjahr.

Aber auch ohne diese experimentelle Widerlegung Krabbes wäre die Hypothese für den Tropen nicht recht haltbar, denn dort findet man periodisch wachsende Baumarten, die wohl, andere aber, die keine Zuwachszonen ausbilden; man findet Zuwachszonen, die nur durch einen schmalen Streifen Parenchym in übrigens homogenen Holz angedeutet werden, wobei diese letzten Parenchymzellen oft radial gar nicht verkürzt sind; andere Holzarten bilden die Ringgrenze durch einige wenige Reihen radial verkürzter Librifasern im übrigens homogenen Holze aus. Es ist gar nicht einzusehen, woher in diesem letzteren Falle plötzlich der gesteigerte Rindendruck kommen sollte, weil doch das Dickenwachstum stetig vor sich ging und daher der Rindendruck allmählich zunehmen müsste.

Der Turgor der Jungholzzellen.

Russow meinte, dass die Engholzbildung eine Folge von dem im Herbst sinkenden Turgor der Jungholzzellen wäre. WIELER hat aber plasmolytische Versuche angestellt, durch die er zeigte, dass der osmotische Druck der Jungholzzellen im Herbst nicht geringer ist als im Frühling. Russow stellte seine Untersuchungen an einigen Abietineen an und meinte, dass in dem Inhalt der sich entwickelnden Zellen die Anwesenheit einer stark wasseranziehenden Substanz in grösserer oder geringerer Menge die Ursache des verschiedenen Turgors sein könnte. Wenn er die Menge dieser Substanz mit dem Klima in Zusammenhang bringt

(was aus seiner Abhandlung nicht klar hervorgeht), so würde diese Annahme durch meine Beobachtungen im Berggarten Tjibodas an *Taxodium distichum* Rich. und *Cupressus* Arten widerlegt werden, wobei sich zeigte, dass verschiedene Äste am selben Baum zu gleicher Zeit in der Ausbildung verschiedener Teile einer Zuwachszone begriffen waren. Wenn er aber meint, dass die verschiedene Menge dieser wasseranziehenden Substanz korrelativ durch die Belaubung des Baumes (oder Astes) verursacht wird, so steht diese Hypothese in Einklang mit allen Befunden über Einfluss der Belaubung auf das Dickenwachstum, wobei aber allerdings die Annahme, dass es wasseranziehende Substanze sind, durch eine Hypothese über hormonale oder enzymatische Substanzen ersetzt werden muss.

Die Ernährung des Kambiums.

Andere Hypothesen, die besonderen Wert auf den Ernährungszustand des Kambiums legen, wurden von SCHACHT, R. HARTIG, WIELER und KLEBS aufgestellt.

SCHACHT und R. HARTIG meinten, dass das Kambium während des ersten Teiles der Vegetationsperiode schlechter ernährt sei als während des letzten Teiles. WIELER und KLEBS dagegen vertreten die entgegengesetzte Meinung, dass die Ernährungsbedingungen des Kambiums im Frühjahr am günstigsten sind. Es fragt sich jetzt nur, was man unter „Ernährungsbedingungen“ zu verstehen hat; SCHACHT und HARTIG meinten sich hauptsächlich auf die organische Ernährung beschränken zu dürfen, und ohne Zweifel stehen viele Beobachtungen über den Einfluss der organischen Nährstoffe auf die Wanddicke der ausgebildeten Holzelemente mit der Hartigschen Auffassung in Einklang. So fand ich an etiolierten Sprossen, die doch ein lebhaftes Dickenwachstum aufwiesen, sehr dünnwandige Elemente in dem Holze das während der Verdunkelung gebildet worden war. Aber im Allgemeinen darf man die Beobachtungen über vermehrte oder verminderte Wanddicke der Holzelemente infolge besserer oder schlechterer Ernährung nicht ohne weiteres der Zufuhr organischer Baustoffe, speziell Kohlehydrate, zuschreiben, denn die Eingriffe, die ein besseres Wachstum zufolge haben, verursa-

chen auch ein stärkeres Sprosswachstum und daher korrelative Beeinflussung des Dickenwachstums. Und schliesslich findet man in den Tropen sehr viele periodisch kahlstehende Arten, die gar keine Verschiedenheit in der Wanddicke der Früh- und Spätholzelemente aufweisen, wie z. B. *Homalium tomentosum* Bth., *Plumiera acuminata* Ait., u. s. w., ganz in Übereinstimmung mit WIELERS Bemerkung: „Hiernach legt HARTIG den Hauptnachdruck auf die verschiedene Wanddicke, trotzdem SANIO gezeigt hat, dass gerade dieses Merkmal bei den verschiedenen Hölzern „nicht durchstehend ist“ (S. 87).

WIELER und KLEBS dagegen beschränken sich nicht auf den Einfluss der organischen Nahrung auf die Ausbildung der Holzelemente; WIELER nannte eine günstige Ernährung denjenigen Zustand, in welchem das üppigste Wachstum erfolgt, und ungünstig, wenn irgend ein Faktor ins Minimum gerät und das Wachstum der Zelle einschränkt. KLEBS schliesst sich dieser Auffassung an; er hebt aber noch besonders die Wirkung der Fermente und die Wachstumshemmung durch Kohlehydrat-Speicherung hervor. Bei dieser Auffassung ist auch Raum gelassen für alle, den Wachstumsprozess beeinflussenden Stoffe, wie z. B. Hormone, und auch der Wassergehalt des Kambiums wird hier mit inbegriffen. Diesen letzteren Faktor werde ich aber später noch gesondert besprechen.

Im Allgemeinen stimmt die Periode des lebhaftesten Wachstums wohl mit der Frühholzbildung überein, während Spätholz ausgebildet wird, wenn das Wachstum stark herabgesetzt ist; in diesem allgemeinen Sinn wird die obenstehende Hypothese denn auch wohl richtig sein, aber diese Interpretation gibt uns noch keinen Einblick in den Prozess. Wenn wir dann aber die einzelnen Faktoren der Ernährung weiter analysieren, dann gestaltet sich die Sache viel komplizierter. WIELER legte das Hauptgewicht auf den verschiedenen Wassergehalt der Kambialzone, KLEBS meint, dass für das Wachstum ein gewisses Konzentrationsverhältnis zwischen C-Assimilaten und Nährsalzen (bes. N-Verbindungen) nötig ist, wobei die Nährsalze in relativ grösserer Menge vorhanden sein müssen als bei anderen Lebensprozessen. Dazu müssen die Fermente lebhaft tätig sein. Dann

aber meinen Beide, dass die Bildung des Früh- und Spätholzes ausschliesslich von äusseren Bedingungen abhängt.

Dass diese letztere Meinung unrichtig ist, beweisen die Beobachtungen an Tropenhölzern. KLEBS (3) meinte: „In tropischen Gegenden mit ausgesprochenem Wechsel einer trockenen und einer feuchten Periode beobachten wir einen regelmässigen Wechsel von Eng- und Weitholz“. „In den feuchttropischen Gegenden, z. B. in West-Java, zeigen die dort einheimischen Bäume keinen regelmässigen Wechsel der beiden Holzarten..“ (S. 89). Diese beiden Behauptungen sind unrichtig. In Ost-Java trifft man verschiedene Arten, die während der Trockenzeit langkahl stehen und doch keine deutlichen oder gar keine Zuwachszonen ausbilden, so dass man von Eng- und Weitholz nicht reden kann (*Plumiera acuminata* Ait. und eine ganze Menge anderer Arten). In West-Java dagegen trifft man sehr viele Arten, die eine sehr schöne Differenzierung in Eng- und Weitholz aufweisen, und daher sehr schöne Zuwachszonen aufweisen (*Toona*, *Melia*, und viele andere).

Dazu kann man noch aus den Arbeiten von WIELER und KLEBS ersehen, dass ihrer Meinung nach der Klimaunterschied im Frühling, Sommer und Herbst für die verschiedene Ernährung des Kambiums verantwortlich wäre. So sagt KLEBS (3) z. B. auf S. 88-89 seiner Abhandlung: „Bei steigender Lichtmenge im Frühsommer nimmt die C-Assimilation der Laubblätter zu, es wird der grosse Überschuss von ihnen in der Rinde und dem Holz abgelagert. In dem Masse, wie die C-Assimilate überwiegen, müssen sich die Wachstumsbedingungen für das Kambium ändern, es bildet Holzelemente, die langsam den Charakter des Spätholzes annehmen..... Da im Juli oder August der Wassergehalt des Bodens im Durchschnitt sehr gering ist.....“ Diese Meinung wird durch die Beobachtung im Berggarten Tjibodas an europäischen Holzarten widerlegt, wobei sich herausstellte, dass alle die verschiedenen Stadien der Zonenbildung, sowohl Engholz- als Weitholzbildung, am selben Baum an verschiedenen Ästen aufzufinden waren; das Klima hatte hier also absolut keinen Einfluss auf die Zonenbildung.

HANS ANDRÉ, ein Schüler von KLEBS, hat im Jahre 1920 eine

Arbeit veröffentlicht, in der er mit vielen Versuchen an *Nicotiana*, *Lantana Camara* L. und *Sparmannia africana* die Hypothese von KLEBS bewiesen zu haben meint. Er fand, dass durch optimale Wachstumsbedingungen, d. h. durch einen relativen Überschuss von anorganischen Salzen und eine gute Wasserversorgung, Weitholz ausgebildet wird. Wenn aber durch verschiedene Eingriffe die Nährsalzversorgung herabgesetzt wurde, bildete sich Engholz aus. Daraus folgert er ohne weiteres, dass es die Versorgung des Kambiums mit Wasser und Nährsalzen ist, die direct die Ausbildung der verschieden gestalteten Holzelemente bedingt; er hat aber nicht auf die Belaubung geachtet. Es hängt aber das Sprosswachstum unmittelbar mit diesen beiden Faktoren zusammen, und das erhöhte Sprosswachstum bei guten Wachstumsbedingungen, das herabgesetzte Sprosswachstum bei schlechten Wachstumsbedingungen sind m. E. das Zwischenglied in der Kausalkette, das für die Ausbildung verschiedener Holzelemente verantwortlich ist. Diesen Faktor erledigt er mit wenigen Worten; es haben aber meine Versuche gezeigt, dass das Dickenwachstum sofort eingestellt wird, wenn eine Rindenringelung vorgenommen wird, wenn also der aufsteigende Strom des Wassers mit den Nährsalzen ununterbrochen fortgeht und nur der absteigende Saftstrom allein unterbrochen wird.

Wohl hat ANDRÉ einen einzigen Versuch mit *Lantana* angestellt, wobei eine Rindenringelung vorgenommen wurde; dieser Versuch ist aber nicht recht zu beurteilen, weil er nicht angibt, inwieweit sich nachträglich Laub unterhalb der Ringelungsstelle entwickelt hat. Es wurde an einem älteren Exemplar eine Ringelung vorgenommen, und nach 4 Monaten wurde der Stamm untersucht. Er sagt: „Unterhalb des Ringes war die Pflanze nur „mässig in die Dicke gewachsen, wie ich durch Mikrometermessung feststellte, etwas über $\frac{1}{2}$ mm.“ Unterhalb der Ringelungsstelle bildete sich dünnwandiges Weitholz; „die unterbundene „Zufuhr organischen Materials gestattete nur aus noch vorhandenen Reservestoffen die Membranen zu bilden. Daher ihre „Dünnwandigkeit und ihr geringer Widerstand, der mit zur „maximalen Streckung beitrug“. Er hat aber nicht untersucht ob wirklich alle Reservestoffe an dieser Stelle verbraucht waren.

Wenn man die diesbezügliche Figur betrachtet, bekommt man eher den Eindruck, als wäre das Wachstum auf einmal eingestellt worden und daher eine schmale Zone etwas dünnwandigeren Gewebes unverändert geblieben und dass sich nach aussen daran eine schmale Zone von nachträglich gebildeten, mehr normalem Gewebe anschliesst, deren Bildung vielleicht durch austreibende Knospen angeregt wurde.

Seine Entblätterungs- und Beschattungsversuche zeigen analoge Bilder, wie andere Untersucher sie auch erhielten, und die mit mehr Recht den wechselnden Laub- und Sprosswachstumsverhältnissen als direct dem wechselnden Nährsalzgehalt zuzuschreiben sind. Wie dem auch sei, die Versuche selbst geben einen wertvollen Beitrag zur experimentellen Bestimmung der Faktoren, die auf die Zonenbildung Einfluss ausüben.

Wassergehalt der Jungholzregion.

Während R. HARTIG, WIELER und KLEBS dem Wechsel des Wassergehaltes des Stammes nur eine untergeordnete Bedeutung zuschreiben, legt LUTZ das ganze Gewicht auf diesen. Die Weitholzbildung im Frühjahr wäre dann durch einen hohen Wassergehalt der Rinde und Jungholzregion verursacht, die Engholzbildung durch Feuchtigkeitsmangel.

Gegen diese Hypothese bilden die Beobachtungen in den Tropen einen schwerwiegenden Einwand. In Ost-Java findet der Laubwechsel oder die Neubelaubung sehr vieler Holzarten in der dürrsten Periode des Jahres statt und zugleich mit dieser Neubelaubung wird auch Frühholz ausgebildet (*Pterocarpus indicus* Wild.; *Schleichera oleosa* Merr.; *Melia Azedarach* L. u. a. m.). Die Spätholzbildung fällt dann oft ans Ende der Regenzeit, wenn die Dürre noch nicht eingesetzt hat. Man könnte wohl meinen, dass dieser Laubwechsel eine Folge einer durch irgendwelche Ursachen erhöhten Wurzelaktivität sei, sodass die Rinde und die Jungholzregion wohl einen erhöhten Wassergehalt aufweisen würden; aber diese Meinung trifft für die einzige Art, über welche einwandfreie Bestimmungen vorliegen, nicht zu. Ich habe in einer früheren Abhandlung einige Bestimmungen über den Wassergehalt der Rinde und des Holzes von *Tectona grandis* L. f.

im Laufe des Jahres veröffentlicht (CH. COSTER N° 3) woraus ich folgende Daten entnehme:

Jeden Monat, von April 1922 bis April 1923, wurden zwei 20-jährige Teakbäume von einer Höhe von 18½-19 m gefällt und auf ½ und 3½ m Höhe Querscheiben daraus entnommen, die auf den Wassergehalt des Holzes und der Rinde untersucht wurden. Ich werde im Folgenden das Mittel des Wassergehaltes der 8 Proben in jedem Monat für die Rinde und die äussere Holzschicht von 1 cm Dicke angeben. Die Trockenzeit dauerte im Jahre 1922 von Juni bis November; im Oktober gab es gar keinen Regen, im November fiel 116 mm Regen. Ich werde die Daten in den Monaten September bis Januar angeben, damit man den Übergang von der Trockenzeit bis in die volle Regenzeit hinein beurteilen kann.

4. IX. 1922. Die zwei untersuchten Bäume sind ganz kahl. Wassergehalt der Rinde: 138 %; Wassergehalt der äusseren Holzschicht 83 %.

10. X. 1922. Die Knospen in der Krone zeigen die ersten grünen Pünktchen.

Rinde: 139 %. Äusseres Holz: 77 %.

5. XI. 1922. Die Bäume tragen noch sehr kleines, unausgewachsenes Laub; nur einige Blätter sind auf die halbe Grösse ausgewachsen. Die Ausbildung der ersten grossen Gefässe des Jungholzes hat angefangen. *Es hat noch nicht geregnet.*

Rinde: 133 %. Äusseres Holz: 79 %.

6. XII. 1922. Der eine der Probestämme trägt über die ganze Krone halb ausgewachsenes Laub, der andere zeigt noch das Stadium der ersten Laubentfaltung. Die erste Jungholzschicht ist angelegt.

Rinde: 183 %. Äusseres Holz 82 %.

6. I. 1923. Beide Bäume stehen im vollen Laub; sie zeigen noch kräftiges Sprosswachstum aber fangen noch nicht zu blühen an. Das Dickenwachstum ist kräftig, die erste Hälfte der Zuwachszone ist schon ausgebildet.

Rinde: 231 %. Äusseres Holz 109 %.

Wie aus diesen Daten folgt, ist die Rinde und das äussere Holz noch sehr trocken, wenn das Dickenwachstum und damit

die Ausbildung der ersten weithumigen Elemente schon anfängt, und erst wenn der Baum im vollen Wachstum steht und das Weitholz schon grösstenteils ausgebildet ist, steigert sich der Wassergehalt der Rinde und des äusseren Holzes beträchtlich. Es ist sehr wahrscheinlich, obschon ich hierüber keine Daten ermittelte, dass auch die anderen Arten, die ihr Laub schon in der dürrsten Periode des Jahres noch stärker als *Tectona* treiben, auch das Jungholz ausbilden, wenn die Rinde und das äussere Holz noch relativ trocken sind.

Betriebsphysiologie des Jahresringes.

HABERLANDT, STRASBURGER, R. HARTIG und HOLTERMANN haben versucht, den verschiedenen Bau von Früh- und Spätholz vom Nützlichkeitsstandpunkt aus zu erklären. HABERLANDT äussert sich in seiner Pflanzenanatomie folgendermassen (6^e Auflage S. 638): „In jedem Jahr vergrössert sich die transpirierende Laubkronen des Baumes. Als nächstes Bedürfniss nach dem Wiederaufwachen der Vegetation im Frühjahr stellt sich demnach eine Vermehrung der Wasserleitungsbahnen heraus. Diesem Bedürfniss wird im Frühjahr und Frühsommer durch die Bildung des gefässreichen Frühlingsholzes entsprochen. Wenn dann in den heissesten Sommermonaten, im Juli und August, die Transpiration der Laubkronen ihr Maximum erreicht, dann ist die Vermehrung der Leitungsbahnen des Wassers bereits erfolgt, die neuen Gefässe sind schon funktionstätig geworden. Nunmehr kann die Pflanze auf die Erhöhung der Festigkeit des Stammes bedacht sein....“

Aber auch diesem Satz sind schwerwiegende Bedenken entgegenzustellen, wenn man das tropische Beobachtungsmaterial mit in Betracht zieht. Es ist mir daher auch unbegreiflich, dass HOLTERMANN, der doch eine Anzahl Beobachtungen über Lauberneuerung und Zuwachszonen in den Tropen angestellt hat, diese Hypothese in ihrer Allgemeinheit entkräftigen, doch auf S. 189/190 seines Buches sich in demselben Sinne äussert. Er hebt z. B. hervor, dass die jungen Blätter weit mehr transpirieren als im späteren Alter, dass das Laub bei einigen Arten wie z. B. *Ficus*arten sich nach dem Laubfall sehr schnell entfaltet. „Mit

„absoluter Notwendigkeit müssen nun schnell neue Leitungsbahnen angelegt werden.....“ *Ficus* aber bildet keinen Zuwachsring nach dem Laubfall aus, ebensowenig viele andere Arten wie *Enterolobium Saman* Prain.; bei sehr vielen anderen Leguminosen ist die Zuwachszone nur durch einen schmalen Streifen Holzparenchym markiert, ohne Gefässreichtum im Frühholz. Ja, es gibt selbst Arten, die in der dürrsten Periode des Jahres ihr junges Laub entfalten und doch keine Gefässvermehrung im Frühholz zeigen, ja oft selbst anstatt Gefässe ausschliesslich einen schmalen Streifen Libriform als erste Bildung aufweisen (*Adenanthera microsperma* T. et B.; *Actinophora fragrans* R. Br.; *Eugenia cumini* Merr.). Hieraus erhellt wohl, dass die Hypothese nicht allgemein gültig ist, wenn auch die Tatsache, dass die dünneren Äste von den meisten Bäumen eine viel deutlichere ringförmige Anordnung mehrerer und oft auch grösserer Gefässe im Frühholz zeigen, auch wenn der Hauptstamm keine oder unscharfe Ringe aufweist, wohl darauf hinzuweisen scheint, dass eine gewisse Beziehung zwischen Transpiration und Ausbildung neuer Leitungsbahnen wohl besteht.

JACCARD hat in einer reich belegten Arbeit zu zeigen gesucht, dass der Stamm eine konstante Leitungskapazität der verschiedenen Zuwachsschichten aufweist. Diese Gesetzmässigkeit wird durch mechanische Reize, die ein excentrisches Wachstum hervorrufen, durch locale Unregelmässigkeiten des Baumschaftes, Leitungshemmungen und verschiedene anatomische Struktur des Holzes, u. s. w. verdeckt. Seine Hypothese basiert sich aber auf der Annahme, dass es nur die äussere Zuwachszone (oder die 2-3 letzten Zuwachszonen) ist, die das Wasser befördert; es ist nicht unmöglich, dass dies der Fall ist, aber besonders bei Splintholzbäumen muss man bedenken, dass die inneren Holzschichten immer noch Jahre lang die Fähigkeit behalten, das Wasser zu leiten, wie sich bei einer Ringelung durch die Rinde und die äusseren Holzschichten zeigt.

Sein Schüler RÜBEL hat bei *Helianthus annuus* L. dieselbe Hypothese zu erweisen gesucht, dass nämlich zwischen der Transpirationsfläche und der Leitungsfläche (der Querfläche sämtlicher Gefässe eines bestimmten Stengelquerschnittes) eine gesetzmässige

Beziehung besteht. Bei starker Transpiration oder schwieriger Wasserbezug nimmt der Anteil der Gefässe im Holze zu.

Besonders diese letzten Versuche haben gezeigt, dass eine Beziehung zwischen der Transpiration und der Ausbildung der Gefässe wohl besteht; inwieweit diese Beziehung aber eine directe ist, wurde nicht näher untersucht; es wird ohne weiteres angenommen, dass sie direct sei, während aber die Möglichkeit gross ist, dass auch das Mass der Laubentfaltung grossen Einfluss ausübt.

Gegen diese Auffassung lassen sich dieselben Einwände erheben, die schon oben angegeben wurden; es gibt Arten, die in der Trockenzeit sich neubelauben und doch kein gefässreiches Frühholz ausbilden. Ausschlaggebend bleibt die erbliche Anlage, die anderen Factoren wirken nur modifizierend.

Wenn wir die verschiedenen Hypothesen zur Erklärung der Jahresringbildung überblicken, dann zeigt sich dass sie viele Factoren hervorheben, die alle vielleicht immer oder nur bisweilen, bei allen Arten oder bei nur wenigen, eine grössere oder geringere Rolle spielen. Der Fehler war aber derjenige, den man beim Aufschliessen einer neuen Frage so leicht begeht, dass man nur einen oder wenigen Faktoren heraushebt und dieser in allen Fällen als die einzige Ursache ansieht. Es ist auch sehr schwer, diesen Fehler zu umgehen, wenn man noch nicht über genügend Material und Versuchsergebnisse verfügt. Ich zitiere hier denn auch mit voller Einstimmung den diesbezüglichen Absatz des Grossmeisters der Pflanzenphysiologie, W. PFEFFERS: „Auf Grund dieser Erwägungen lässt sich also voraussagen, dass „keine der zahlreichen Theorien richtig sein kann, in welchen „ein Erfolg, der sich als das Resultat verwickelter und veränderlicher Verhältnisse ergibt, auf einen einzelnen Factor geschoben wird. Ich beschränke mich deshalb auf eine kurze „Andeutung des Wesens dieser unzureichenden Theorien. Auch „sei nur beiläufig erwähnt, dass bei der Interpretation der „Experimente öfters vergessen wurde, dass ein formal ähnlicher „Erfolg auf verschiedene Weise zu Stande kommen kann, dass „also aus der Verkleinerung der Zellen bei Wassermangel, Nahrungsmangel, mechanischem Widerstand u. s. w. nicht zu ent-

„nehmen ist, durch welche Combination von Factoren die Abnahme des Durchmessers der Spätzellen (Herbstholzzellen) im Baume verursacht wird“.

Wenn wir die bunte Vielfältigkeit der Erscheinungen, besonders bei tropischen Laubhölzern, betrachten, wenn wir bedenken, dass alle theoretisch möglichen Fälle der Beziehung zwischen Kambialtätigkeit und Zonenbildung auch tatsächlich verwirklicht sind, dann bleibt uns nur die Erkenntnis übrig, dass in erster Linie die erbliche Anlage der Pflanze darüber bestimmt, ob und inwieweit Zuwachszonen ausgebildet werden. Es gibt Arten, die im gleichmässigen Buitenzorger Klima sehr schöne Zuwachszonen ausbilden (*Toona*, *Melia*, u. s. w.). Allerdings ist das Klima in Buitenzorg nicht ganz so gleichmässig, wie man es oft annahm; dabei muss man auch mit der Anpassung der Pflanzen an das Klima Rechnung halten, sodass ein Exemplar derselben Art, das in Ost-Java aufgewachsen ist, weniger auf eine geringe Trockenperiode reagieren wird, als ein Exemplar, das im gleichmässigeren Buitenzorger Klima aufwuchs. Diese Erscheinung ist sehr begreiflich, weil eben die Pflanze sich regulatorisch den äusseren Umständen anpasst, sodass in trockenem Boden und trockner Luft oder im vollen Lichte das Verhältniss der Wurzelmasse zur Laubmasse grösser ist, und der ganze Bau sich der grösseren Transpiration oder der schwereren Wasserbezug angepasst hat.

Aber auch wenn man diese Anpassung ans Buitenzorger Klima in Betracht zieht, dann noch zeigen z. B. *Toona Sureni* Roem und *T. serrata* Roem. eine weitgehende Unabhängigkeit vom Klima, weil dasselbe Exemplar ungefähr alle acht Monate das Laub wechselt, bisweilen in voller Regenzeit, bisweilen in der Trockenzeit.

Dann gibt es Arten, die bei der Ausbildung ihrer Zuwachszonen in weitgehendem Mass von äusseren Umständen abhängig sind, andere, bei denen das Laub periodisch längere Zeit hindurch abgeworfen wird und die doch keine oder fast keine Zuwachszonen ausbilden, u. s. w. So kommt es, das man „bei jahresringbildenden Holzpflanzen in erster Linie eine Fähigkeit voraussetzen muss, während verschiedener Teile der Vegetationsperiode verschiedenartige Elemente ab zu setzen“ (ANTEVS S. 357).

Diese erbliche Anlage der Zuwachszonen ausbildenden Holzarten, während verschiedener Teile der Vegetationsperiode verschiedenartige Elemente absetzen zu können, wird dann aber noch beeinflusst einerseits durch auswendige Faktoren, andererseits auch durch innere Korrelationen mit anderen Teilen der Pflanze, hauptsächlich, wie wir gesehen haben, mit den Anhangsorganen. Es sind in erster Linie die Versuche, in zweiter Linie die Beobachtungen der Holzarten unter verschiedenen äusseren Umständen, die uns einen Einblick in diese Beeinflussung der Erbanlage durch äussere und innere Umstände gewähren. Versuche liegen bis jetzt noch ziemlich wenige vor, Beobachtungen aber mehr. Wir werden sehen, inwieweit sie uns einigen Aufschluss geben.

Die Beobachtungen in der freien Natur, besonders meine Beobachtungen im ersten Teil dieser Arbeit, haben ergeben, dass man viele Arten findet, bei denen die Ausbildung der Zuwachszonen wenig oder gar nicht durch das Klima beeinflusst wird. Sehr viele Arten aus gemässigten Gegenden bildeten auch im gleichmässigen Gebirgsklima von Tjibodas schöne Zuwachszonen aus, wiewohl die Periodizität sich hier in die Äste verlegt hatte (*Fagus*, *Pirus*, *Prunus*, u. s. w.). Viele Arten aus dem periodisch trockenen Klima von Ost-Java bilden in Buitenzorg ebenso schöne Zuwachszonen aus wie dort. Die Ausbildung dieser Zuwachszonen steht aber in den meisten Fällen mit einer Periodizität der Belaubung in directem Zusammenhang, meistens in der Weise, dass die Pflanze längere oder kürzere Zeit kahl steht; bisweilen trifft man die Erscheinung aber auch bei immergrünen Pflanzen. Im letzteren Fall zeigt das Sprosswachstum dann aber eine Einschränkung oder ein Stillstand (*Salix babylonica*; vielleicht auch bei *Taxodium distichum*), oder der Baum wechselt das Laub (*Tamarindus indicus*). Bei anderen Arten wird die Ausbildung der Zuwachszonen mehr oder weniger durch das Klima beeinflusst, sodass unter gleichmässigen äusseren Umständen keine Zonen auftreten, unter ungleichmässigen Aussenbedingungen aber wohl Zonen gebildet werden. Diese Ausbildung der Zuwachszonen geht aber auch dann wieder mit einer Periodizität in der Belaubung Hand in Hand, entweder indem die

Pflanze infolge der Dürre ganz kahl steht, oder das Sprosswachstum mehr oder weniger einstellt und einen Teil des Laubes wirft (*Tectona grandis* L. f., *Hibiscus tiliaceus* L., *Lantana Camara* L.), oder indem die Pflanze infolge der Kälte das Dickenwachstum und das Sprosswachstum ganz eingestellt hat, während der Stoffwechsel im Blatt stark herabgemindert ist (*Pinus*arten, *Cupressus*arten in Europa).

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass die Zonenbildung in weitaus den meisten oder vielleicht in allen Fällen an Periodizität im Sprosswachstum, an periodischen Blattfall, oder an eine periodische Herabminderung der Stoffwechselfvorgänge im Laub infolge von Dürre oder von Kälte gebunden ist. Dieser Satz darf aber nicht umgekehrt werden, denn eine Periodizität in der Belaubung oder im Sprosswachstum braucht noch nicht Zonenbildung zufolge zu haben.

Versuche über den Einfluss äusserer Umstände auf die Ausbildung von Zuwachszonen haben ziemlich viele Untersucher angestellt. Hauptsächlich befassen sich diese Versuche mit Eingriffe in die Assimilationstätigkeit der Pflanze, wie Entblätterung, Beschattung; mit Düngung, wie Nährsalzdüngung und Kultur in nährsalzarmen und -reichen Medien; schliesslich mit Ringelung, Einklemmung der Rinde, u. s. w. Wir werden die Versuche aber nicht nach diesen Gruppen einteilen und besprechen, sondern direct von der Ausbildung verschiedener Holzelemente ausgehen und diese auf die künstlichen Eingriffe beziehen.

Meine Dickenmessungen an entblätterten und geringelten Ästen ergaben, dass eine plötzliche Unterbrechung des absteigenden Saftstromes auch ein sofortiges oder doch baldiges Aufhören des Dickenwachstums zufolge hat. Dass diese Erscheinung nicht die Folge von eingestellter Wasser- oder Nährsalzzufuhr in die Kambialzone war (was die Folge der Entblätterung sein könnte), wird durch die Ringelung bewiesen, wobei die oberhalb der Ringelungsstelle stehenden Blätter ganz normal weiterwachsen und daher der aufsteigende Strom von Wasser und Nährsalzen nicht unterbrochen wurde.

Eine zweite Folge der plötzlichen Unterbrechung des absteigenden Saftstromes und der nachträglichen Wiederherstellung

der Verbindung, ist die häufige Ausbildung einer Zone dünnwandigen Gewebes, wie die Entblätterungsversuche und Beobachtungen in der Natur sowie auch meine Ringelungsversuche ergaben. Man wird diesen Vorgang wohl folgendermassen deuten müssen: wenn das Dickenwachstum infolge der Unterbrechung des absteigenden Saftstromes plötzlich eingestellt wird, befindet sich noch eine Zone von weniger verdickten und teilweise noch nicht ganz ausgewachsenen Zellen zwischen dem Kambium und dem fertigen Holz. Diese Zone bleibt meistens entweder ganz oder doch grösstenteils unverändert liegen und nachher, wenn die Zufuhr der Assimilate wieder hergestellt ist, wächst diese Zone offenbar meistens nicht weiter, sondern bleibt unverändert als eine Schicht von dünnwandigem Gewebe zwischen dem alten und neuen Zuwachs eingeschaltet.

Die Ausbildung von weitleumigen Elementen fällt, wie die Beobachtungen in der Natur zeigen, meistens mit dem Treiben des jungen Laubes zusammen. Sehr viele Arten zeigen eine Jungholzschicht mit weiten Gefässen und weitleumigen Parenchym- oder Libriformzellen, welche während einer Periode von Neubelaubung oder kräftigem Sprosswachstum gebildet wird. Und auch bei den Immergrünen, die im Hauptstamm nur schwach angedeutete Zuwachszonen aufweisen, sieht man die Erscheinung, dass mit einem neuen Schub weitleumigere Elemente gebildet werden, in den dünneren Ästen häufig auftreten. Diese Zone von weitleumigeren Elementen erstreckt sich dann oft nicht weit nach unten, sie umfasst dann nur einige Internodien, um in den dickeren Ästen oft wieder zu verschwinden. Und auch die Versuche zur künstlichen Herstellung von Zuwachszonen sowie die Beobachtungen an Immergrünen, denen entweder die treibenden Astspitze genommen wurde, oder bei denen das alte Laub bis auf diese Spitzen entfernt wurde, haben gezeigt, dass es das junge auswachsende Laub ist, das oft eine Bildung weiterer Elemente verursacht.

Dickenwachstum und Zuwachszonenbildung als hormonale Korrelation auswachsender Organe (Laubtriebe). Jetzt fragt es sich natürlich, inwieweit man von einem Kausalzusammenhang sprechen kann; viele Untersucher haben sich ja auf den Standpunkt

gestellt, dass die beiden Erscheinungen, das Treiben und die Ausbildung des Jungholzes, auf eine gemeinsame Ursache zurückzuführen sei, dass man also nicht von einem direkten Kausalzusammenhang sprechen kann. Wir sahen aber, dass die Weitholzzone nicht gebildet wurde, wenn der Zusammenhang zwischen den austreibenden jungen Organen und dem betreffenden Astteil durch eine Rindenringelung unterbrochen war, während wir umgekehrt (soweit meine Erfahrungen gehen) ohne erhöhtes Sprosswachstum kein Weitholz auftreten sehen. Die Versuche von WIELER (2) und HANS ANDRÉ über Ausbildung von Weitholz infolge guter Nährsalzversorgung haben das Sprosswachstum nicht beachtet. Nun ist es aber eine bekannte Tatsache, dass Nährsalzdüngung sofort ein lebhafteres Sprosswachstum herbeiführt, sodass die Weitholzschicht sehr wahrscheinlich nicht direct von der Nährsalzversorgung, sondern indirect von dieser und direct von dem erhöhten oder erneuten Sprosswachstum herrührt. Dies hat WIELER auch klar ausgesprochen: „Es gipfelt unsere „Anschauung in der Vorstellung, dass die Ausbildung des Holzes „abhängig sei von dem Tempo, in welchem sich die Anhangs-„organe entfalten. Dem Wasserbedürfniss derselben entspricht „die Querschnittsgrösse der Gefässe“. Hier führt WIELER einen anderen Faktor ein, nämlich die Transpiration der Blätter, die auch in den betriebsphysiologischen Erklärungstheorien der Jahresringbildung von HABERLANDT u. a. eine so hervorragende Rolle spielte. Wir haben aber gesehen, dass auch wenn das alte Laub abgeschnitten oder abgeworfen wurde und nur noch treibende Sprossspitzen vorhanden waren, wenn also die Transpiration stark herabgesetzt wurde, oft weiltumige Elemente ausgebildet werden. Dieser Widerspruch versucht WIELER zu erklären, indem er annimmt, dass jedes Blatt gewissermassen auf die Wasserversorgung durch die Gefässe, die von seiner eigenen Blattspur ausgehen, angewiesen ist. Dies ist aber nicht der Fall, wie einfache Versuche zeigen können. Wenn man die Blattspur eines Blattes durchschneidet, welkt das Blatt nicht. Wenn man einen Splintholzbaum bis zu einer Tiefe von einigen Zentimetern in das Holz hinein ringelt, bleibt auch das Laub noch monatelang leben. Schliesslich hat u. a. R. HARTIG beobachtet, dass der Jahresring

bei unterdrückten Bäumen oft im unteren Teil des Schaftes ganz auskeilt und aufhört.

Auch die Rindenringelungsversuche, durch die gezeigt wurde, dass das Dickenwachstum eingestellt wird, wenn der Zusammenhang der Rinde durch eine Ringelung unterbrochen wird, entkräftigen diese Behauptung. Denn bei diesen Versuchen bleibt die Blattmasse intakt, die Wasserversorgung der Blätter reicht aus, denn sie werden nicht welk, die Transpiration bleibt also annähernd gleich und doch werden keine Leitungsbahnen unterhalb der Ringelungsstelle mehr gebildet, während doch noch genügend Reservestoffe zu deren Ausbildung in Holz und Rinde vorhanden sind. Man kann also nicht umhin, die Laubentfaltung und nicht die Transpiration als die direkte Ursache der Bildung weithumiger Elemente zu betrachten.

Wie der in der Rinde herabgeförderte Reiz oder Reizstoff die Bildung der weithumigen Elemente verursacht, können wir gar nicht besprechen, denn darüber liegen keine Beobachtungen vor. Eine Erhöhung des Turgors der Kambialzellen ist es nach WIELERS Untersuchungen nicht, ebensowenig eine Erhöhung des Wassergehaltes der Jungholzregion, wie meine Beobachtungen an *Tectona grandis* L. f. zeigten. Über die Art der Beeinflussung des Wachstums durch Hormone oder Reize sind wir noch ganz im unklaren.

Es können aber einige Einwände gegen der Auffassung erhoben werden, dass die Weitholzzone durch das kräftige Sprosswachstum hervorgerufen wird. So fand WIELER (4), dass die Bildung des Herbstholzes bei Koniferen ausserordentlich unregelmässig vor sich gehen kann; nicht nur bei verschiedenen Individuen derselben Art, sondern auch an einem und demselben Exemplar tritt sie an verschiedenen Stellen zu ungleicher Zeit ein. Bei *Quercus rubra* und *Q. pedunculata* kommt die Zone der weiten Gefässe auf Brusthöhe erst in der zweiten Hälfte des Juni zum Abschluss, also lange nachdem die Blätter ausgewachsen sind.

Diese Tatsachen brauchen aber noch nicht mit der Annahme eines von den wachsenden Organen ausgehenden Reizes oder Reizstoffes in Widerspruch zu sein, denn dieser Reiz kann sich

bei vielen Arten nur langsam abwärts weiterbewegen, sodass die oberen Partien vielleicht schon mit der Bildung von Engholz angefangen haben, während weiter nach unten der Reiz noch nicht ausgeklungen ist. Wohl aber liefert diese Beobachtung eine Stütze für die Auffassung, dass wir es mit einer stofflichen Übertragung des Reizes zu tun haben, ebenso wie auch die Beobachtung über das langsame Vorrücken der kambialen Tätigkeit von oben nach unten bei vielen Bäumen einerseits eine Stütze für die Annahme einer Hormonwirkung gibt, andererseits uns veranschaulicht, wie die unteren Partien des Baumes oft in der Ausbildung der Zuwachszone eine Verzögerung aufweisen. Dazu kommt dann noch, wie ich schon vorher betonte, dass zum Dickenwachstum und natürlich auch zur Ausbildung von Weit- und Engholz verschiedene andere Bedingungen erfüllt sein müssen, sodass z. B. bei ungenügender Wärme das Wachstum nicht stattfindet. Daher können lokale Ursachen eine lokale Verschiedenheit im Verhalten bedingen. So sieht man auch oft, dass einzelne Äste eines Baumes eher ihr Sprosswachstum einstellen als andere; die damit korrespondierenden Stellen im Baumkörper werden dann auch andere Verhältnisse aufweisen und so z. B. eher mit der Bildung von Engholz anfangen.

Die Bildung von Engholz werden wir bei solchen Holzarten, die zu seiner Ausbildung befähigt sind, auf die Tätigkeit der schon älteren Blätter zurückführen müssen. Meine Versuche, wobei die wachsenden Sprossspitzen bei verschiedenen Holzarten entfernt wurden, sodass nur ausgewachsenes Laub übrig blieb, und wobei sich zeigte, dass das Kambium dann bei einigen Arten englumigere Elemente bildete, geben eine Stütze für diese Auffassung. Bei den Holzarten, bei denen nach dem Kahlstehen die Laubtätigkeit noch lange anhält, werden wir erst eine Phase haben, in welcher der Baum nur Laub trägt, das im Auswachsen begriffen ist; nachher wird man ausgewachsenes nebst auswachsendem Laub finden, das Verhältniss wird sich immer mehr zugunsten des alten Laubes verschieben, bis man endlich nur altes Laub auffinden wird. Dann wird man erwarten dürfen, dass man keinen Schroffen Übergang zwischen Weit- und Engholz finden wird, sondern einen mehr oder weniger allmählichen Übergang

(*Tectona grandis*, *Melia Azedarach*, u. s. w.). Abermals betone ich aber nachdrücklich, dass in erster Instanz die erbliche Anlage darüber entscheidet, ob überhaupt und inwieweit Zuwachszonen gebildet werden. Ebensowenig wie wir die abwechselnde Tätigkeit des Kambiums bei vielen Holzarten (z. B. *Anonaceae*, *Ficus*, *Leguminosae*) erklären können, bei welchen abwechselnd Libriform- und Parenchymbänder gebildet werden, ebensowenig können wir erklären, warum einige Arten bei der Neubelaubung eine Weitholzschicht bilden, andere aber einfach fortfahren, ungefähr gleiche Elemente wie vor der Ruhe auszubilden. Diese Erscheinung kann man nicht auf das schnellere oder langsamere Entfalten des Laubes zurückführen, wie es von verschiedenen Autoren, die sich mehr oder weniger der betriebsphysiologischen Erklärung der Jahresringe anschlossen, versucht worden ist; denn obwohl dieser Faktor wohl Einfluss ausüben wird, so ist er doch in vielen Fällen zur Erklärung nicht ausreichend.

Wie müssen wir uns aber diese Beeinflussung des Dickenwachstums durch die ausgewachsenen Blätter denken? Wie die Ringelungsversuche u. a. an *Cassia Fistula* ergaben, haben wir es auch hier unzweifelhaft mit einem von dem funktionierenden Laub ausgehenden Reiz zu tun; sehr wahrscheinlich werden es auch wieder chemische Reizstoffe sein, die diese Wirkung ausüben. Man muss dan aber annehmen, dass diese Hormone von denjenigen verschieden sind, die in auswachsenden Organen gebildet werden. Vielleicht werden im ausgewachsenen funktionierenden Laubblatt Lepto-Hormonartige Stoffe ausgebildet, in auswachsenden Organen dagegen andere Zellteilungs-Hormone. Bei einer Pflanze, die sowohl ausgewachsene als sich entfaltende Blätter aufweist, wird das Verhältniss der beiden Arten von Reizstoffen das Mass des Dickenwachstums und der Zellgrösse bestimmen. Wenn das Laub allmählig funktionsunfähig wird, hört auch das Dickenwachstum allmählig auf oder es wird, wie es bei den Immergrünen in winterkalten Gegenden der Fall ist, beim Sistieren der hauptsächlichsten Funktionen der Blätter auch das Dickenwachstum ganz eingestellt.

Bei dem Dickenwachstum ist das Vorhandensein dieser Wuchshormone bis jetzt nur indirect gefolgert worden. Es wäre natür-

lich sehr wünschenswert, dass man sie auch direct nachweisen könnte. Zu diesem Zweck habe ich einige Versuche mit Ästen derselben Baumart angestellt, die einen von einem ruhenden, die anderen von einem gerade in der Neubelaubung begriffenen Exemplar. Von diesen letzteren Ästen wurde die innere Schicht der Rinde mit einem Messer herausgeschäbt und der Gewebeprei verwendet, um die Äste des ruhenden Exemplaren zum Dickenwachstum anzuregen. Auch wurden Transplantationsversuche mit Rinde von treibenden Äste auf noch ruhende Äste vorgenommen. Diese Versuche ergaben aber ein negatives Resultat, vielleicht infolge der Pilzinfektion die sich schwer vermeiden lässt. Dazu kommt noch, dass sich der Gewebeprei unter Einfluss der Luft verfärbt und die darin enthaltenen labilen Stoffe sehr wahrscheinlich schnell umgesetzt werden. Das negative Resultat war wohl von vornherein zu erwarten, es besagt aber noch nicht, dass wir hier einen unstofflichen Reiz anstatt Hormonwirkung annehmen müssen.

Gegen einen unstofflichen Reiz spricht sehr die Tatsache, dass der Wachstumsreiz bei vielen Arten nur sehr langsam herunterbefördert wird. Überhaupt, die langsame Art der Verbreitung, die sehr gehemmte seitliche Ausbreitung des Wachstumsreizes und das allmähliche Kräftigerwerden des Dickenzuwachses bei allmählicher Überwachung der Rindenringelung sprechen alle mehr für stoffliche Übertragung als für unstoffliche Reizwirkung. Dazu kommt dann noch die Beobachtung, dass ein geringelter Ast von *Sambucus canadensis* L. noch einige Zeit nach der Ringelung, unterhalb der Ringelungsstelle, ein ziemlich kräftiger Dickenwachstum zeigte, eine Erscheinung die sich eher durch Anhäufung von Wachstumshormone erklären lässt, als durch Reiznachwirkung.

ZUSAMMENFASSUNG.

1. Man findet im trockenen Monsungebiete Ost-Javas viele Baumarten, die während der Trockenzeit lange kahlstehen, nebst solchen, die während des Generalwechsels nur kurze Zeit kahl sind, und endlich eine dritte Gruppe von immergrünen Arten. Die Lauberneuerung vollzieht sich im Allgemeinen entweder mitten in der Trockenzeit oder am Ende derselben. Die Immergrünen treiben entweder immerfort an allen Knospen, soweit diese nicht in Blütenstände umgebildet werden, oder nur an einem Teil der Knospen, während bei noch anderen Arten dann und wann während einiger Zeit alle Knospen ruhen. Im Allgemeinen zeigen die jüngeren Exemplare einer beliebigen Art ein länger anhaltendes Sprosswachstum als die älteren Vertreter. Auch in feuchtem reichem Boden findet man dieselbe Erscheinung.

Im gleichmässigeren Buitenzorger Klima wird die Ruheperiode durch die in Ost-Java zeitweise kahlstehenden Arten auch wohl eingehalten, die Ruhe ist aber viel unregelmässiger und oft teilweise autonom, sodass dann der Baum als Ganzes nicht kahl steht. Andere Arten stehen in Buitenzorg aber in der Trockenzeit auch während längerer Zeit kahl. Die Immergrünen sind dort auch immergrün. Einige Arten wechseln im gleichmässigeren Klima von Buitenzorg und Tjibodas alle 8 Monate das Laub und stehen dann kahl, während sie in einem Klima mit Jahresperiode einmal jährlich das Laub wechseln.

2. Es besteht ein intimer Zusammenhang zwischen Lauberneuerung und Kambialtätigkeit in dem Sinne, dass bei kahlen Bäumen das Kambium ruht und bei belaubten Bäumen, solange das Laub noch nicht zu alt oder funktionsunfähig ist, das Kambium tätig bleibt. Bei den kahlstehenden Arten wird, soweit die Beobachtungen reichen, das Dickenwachstum durch die Laubentfaltung eingeleitet. Die in Europa häufig beobachtete Erscheinung, dass schon vor dem Knospenaufbruch das Dickenwachstum einsetzt, habe ich nie bei den kahlstehenden tropischen

Arten beobachtet. Im Allgemeinen ist das Dickenwachstum desto kräftiger, je kräftiger auch das Sprosswachstum ist.

3. Zwischen der Kambialtätigkeit und der Ausbildung von Zuwachszonen tropischer Holzarten besteht die Beziehung, dass im Allgemeinen nur solche Arten scharfe ringsum geschlossene Zuwachszonen ausbilden, die zeitweise kahl stehen, also zeitweise eine Kambiumruhe aufweisen. Aber umgekehrt bilden nicht alle Arten mit periodischer Kambiumruhe auch scharfe Zuwachszonen aus. Wenn wir ein Schema aufstellen von den logisch möglichen Beziehungen zwischen Kambialtätigkeit und Zonenbildung, dann zeigt sich dass alle Möglichkeiten auch tatsächlich in den Tropen verwirklicht sind.

4. Die Zuwachszonen tropischer Arten werden durch eine grosse Verschiedenheit anatomischer Merkmale ausgebildet, die sich nicht nur auf die verschiedenen Arten beschränkt, sondern die man auch innerhalb derselben Art antrifft. Diese Merkmale sind:

- a. Eine radiale Verkürzung der letzten Spätholz-Libriformfasern.
- b. Ein rund herum laufender schmaler Parenchymstreifen. Sehr oft werden diese Parenchymzellen als letzte Elemente des Dickenwachstums vor der Ruhe ausgebildet. Bisweilen entsteht eine Zone von dünnwandigem Parenchym aus der Zwischenzone von noch nicht ausgewachsenen Zellen zwischen Kambium und Altholz, die während der Ruhe unverändert liegen bleiben.
- c. Ein schmaler Streifen Libriform ohne Gefässe oder Parenchym, oft als erste Bildung des Jungholzes.
- d. Eine Periodizität in der Breite der abwechselnden Libriform- und Parenchymbänder.
- e. Eine Periodizität in der Gefässgrösse oder der Gefässanordnung. Oft findet man im Frühholz eine Anhäufung grösserer Gefässe, ziemlich oft sind aber auch die Gefässe in der Mitte der Zuwachszone am grössten; bisweilen findet man eine Anhäufung kleinerer Gefässe im Spätholz, während das Frühholz dann wohl grössere Gefässe aufweist, die aber weiter voneinander entfernt sind. Bisweilen ist auch das Frühholz ausgesprochen gefässarm.

5. Es gibt nur verhältnissmässig wenige tropische Holzarten, bei denen die Ausbildung der Zuwachszonen unter gleichmässigen äusseren Umständen ganz ausbleibt, während bei ungleichmässigen Aussenfaktoren schöne Zuwachszonen ausgebildet werden. Die anderen Arten bilden entweder gleich deutliche Zuwachszonen in Ost- und West-Java aus (es sind dies die Arten mit fester Laubperiodizität) oder die Zonen sind im gleichmässigeren Klima von West-Java etwas weniger scharf oder etwas unregelmässiger als in Ost-Java.

Die Ausbildung von Zuwachszonen bleibt sehr oft in der Jugend aus, oder die in den ersten Lebensjahren gebildeten Zonen sind unvollkommen und verwaschen.

6. Die Altersbestimmung durch Abzählung der Zuwachszonen ist in den Tropen nicht so zuverlässig wie in den gemässigten Gegenden, weil oft die Zuwachszonen etwas unregelmässig sind und dabei die Zuwachszonen in der Jugend bisweilen fehlen. Es gibt aber eine Anzahl Holzarten, die im periodischen Klima von Ost-Java bis auf einige Jahre genaue Resultate geben, während bei anderen die Fehlergrenze innerhalb 20-30% bleibt. In West-Java ist die Abzählung der Zuwachszonen für viele dieser Arten nicht mehr zuverlässig; bei einigen Arten wird man jedoch auch dort bis auf einige Jahren genaue Resultate bekommen, bei anderen bis auf 20-30% genaue Resultate.

7. Die aus kälteren Gegenden in Tjibodas eingeführten Holzarten sind dort grösstenteils immergrün; die Laubhölzer jedoch zeigen meistens eine astweise Periodizität. *Alnus*, *Rosa* und *Sambucus* treiben immerfort an allen unverletzten Knospen.

Das Dickenwachstum steht in demselben Zusammenhang mit der Laubperiodizität, wie wir es für die tropischen Arten gefunden haben. Die meisten Laubholzarten mit astweiser Laubperiodizität bilden ganz normale Zuwachszonen aus, die meistens der Zahl der Triebabsätze entsprechen. In den dickeren Ästen und im Hauptstamm findet man dann aber bisweilen Unregelmässigkeiten, wie zusammenfliessende oder blind im Gewebe endigende Zonen. Die immer durchwachsenden Laubholzarten zeigten oft keine oder nur vage Zuwachszonen.

Die Koniferen zeigen dort sehr oft unscharfe Zuwachszonen, bei denen das Spätholz nach beiden Seiten allmählig in Frühholz übergeht.

8. Durch Rindenringelungs-, Entknospungs- und Verdunkelungsversuche an laubverlierenden und immergrünen tropischen Holzarten, sowie aus einer kritischen Übersicht der wichtigeren Literatur, ist festgestellt, dass das erneute Dickenwachstum nach der Ruhe durch in der Rinde weiter transportierte Stoffe oder Reize angeregt wird, die von den sich entfaltenden Organen ausgehen. Wenn die austreibenden Organen entfernt oder durch eine Rindenringelung isoliert werden, bildet sich kein oder nur sehr wenig neues Holz aus. Versuche haben festgestellt, dass auch bei Bäumen in Europa, die schon Kambialtätigkeit zeigen bevor noch die Knospen aufgebrochen sind, der Reiz zum Dickenwachstum von den Knospen ausgeht (S. 188/9).

Die Unterbrechung des absteigenden Saftstromes bei Immergrünen oder bei belaubten Exemplaren laubverlierender Arten, hat ein sofortiges oder sehr baldiges Einstellen des Dickenwachstums zufolge, das aber wieder aufgenommen wird, nachdem der Saftstrom wieder ungehindert durchgeht. Das Dickenwachstum tritt auch bei austreibenden verdunkelten Pflanzen auf, deren Assimilationstätigkeit verhindert ist.

Bei den Immergrünen sind es hauptsächlich die auswachsenden Organe und weniger die alten Blattmassen, die den Reiz zum Dickenwachstum abgeben.

Das erneute Dickenwachstum bei in kahlem Zustande blühenden Arten wird schon durch die auswachsenden Blüten angeregt.

9. Bei der plötzlichen Unterbrechung des absteigenden Saftstromes wird das Dickenwachstum, entweder sofort oder sehr bald, ganz eingestellt und bleibt die Zone halb ausgewachsener Zellen zwischen Kambium und fertigem Holze entweder unverändert liegen oder es wachsen die Gefässanlagen zu kleinen Gefässen mit paratrachealem Parenchym aus, während das zwischenliegende Gewebe parenchymatisch bleibt. Nach erneutem Dickenwachstum wächst diese Zone dann meistens nicht weiter aus.

Daher weisen bei plötzlicher Unterbrechung des absteigenden Saftstromes (z. B. bei Rindenringelung oder Entblätterung), die dadurch hervorgerufenen Zuwachszonen meistens, je nach der Wuchskraft, eine schmalere oder breitere Zone dünnwandigeren Gewebes auf.

10. Aus verschiedenen Versuchen und Beobachtungen geht hervor, dass die jungen sich entfaltenden Organe die Bildung des weitleumigen Frühholzes verursachen, während das englumigere Spätholz durch die Tätigkeit der älteren, schon ausgewachsenen Blätter hervorgerufen wird. Hieraus ergeben sich die Bedingungen zur künstlichen Herstellung von Zuwachszonen. Vor allem muss die Ausbildung des Spätholzes schon eingetreten sein. Wenn das nicht der Fall ist, kann sie künstlich durch das während einiger Zeit fortgesetzte Abschneiden der Sprossspitze und der treibenden Knospen hervorgerufen werden. Dann muss eine Zone Jungholz ausgebildet werden, indem ein kräftiges Austreiben der Knospen herbeigeführt wird. Solche künstliche Zuwachszonen wurden tatsächlich hergestellt.

11. Es wird die schon vorher durch andere Verfasser aufgestellte Hypothese verteidigt, dass das Dickenwachstum von der Laubtätigkeit verursacht wird, entweder durch Ausbildung von Hormonen oder durch einen in der Rinde herabbeförderten Reiz. Die Bildung von Hormonen ist wahrscheinlicher als Reizwirkung. Auch die Ausbildung von Zuwachszonen wird dieser Ursache zugeschrieben. Die von anderen Autoren angeführten Faktoren, die das Dickenwachstum und die Ausbildung von Zuwachszonen hervorrufen sollen, wie Rindenspannung, Turgor der Jungholz-zellen, Ernährung des Kambiums mit Nährsalzen und organischen Nährstoffen, Wassergehalt der Jungholzregion, haben entweder nur eine indirekte Wirkung, indem sie das Laubwachstum beeinflussen, oder sie werden selbst durch die vom Laube ausgehenden Stoffe oder Reize hervorgerufen. Ein gewisser Zusammenhang zwischen Transpiration und Ausbildung von Wasserleitungsbahnen ist in vielen Fällen auch nicht zu verkennen, aber dieser Zusammenhang ist wahrscheinlich nur indirect

und wird direct durch vom Laube ausgehende Reizstoffe oder Reize hervorgerufen. Die Frage des Dickenwachstums und der Jahresring (Zuwachszonen) bildung wird also zurückgeführt auf eine andere Erscheinung im Pflanzenleben, die Laubperiodizität; dieser letzte Satz aber mit der Einschränkung, dass in erster Instanz die erbliche Anlage darüber entscheidet, ob überhaupt, und in wie weit, Zuwachszonen ausgebildet werden können.

12. Es wird betont dass man keine palaöklimatologische Schlüsse aus vereinzeltten Beobachtungen ziehen darf; wenn man aber bei vielen Arten scharfen, ringsum geschlossenen Zuwachszonen antrifft, so darf man daraus wohl auf ein periodisch kälteres Klima schliessen.

LITERATUR.

- H. ANDRÉ, Über die Ursachen des periodischen Dickenwachstums des Stammes. Ztschr. f. Bot. XII, 1920, S. 177—218.
- E. ANTEVS, Die Jahresringe der Holzgewächse und die Bedeutung derselben als klimatischer Indikator. Progr. rei bot. V, 1917, S. 285—386.
- W. H. ARISZ, Onderzoekingen over het uitvloeien der latex, II. Meded. Bes. proefst. Rubberserie 33. 1924.
1. H. BEKKMAN, Een onderzoek naar de meest juiste methode van opmeting van djatiboomen en djatiopstand. Meded. v. h. proefst. v. h. Boschwezen No 1, 1915.
2. — 78 Preangerhoutsoorten. Meded. v. h. Proefst. v. h. Boschwezen No 5, 1920.
- BENECKE und JOST, Pflanzenphysiologie. 4e Aufl. 1923.
- L. G. DEN BERGER, Houtsoorten der cultuurgebieden van Java en van Sumatra's Oostkust. Meded. v. h. proefst. v. h. Boschwezen No 13, 1926.
- L. G. DEN BERGER en F. H. ENDERT, Belangrijke houtsoorten van Ned. Indië. Meded. v. h. proefst. v. h. Boschwezen No 11, deel I, 1925.
- J. L. BIENFAIT en J. PH. PFEIFFER, Herkenning van houtsoorten in de praktijk. De ingenieur 1923, nos. 47—48.
- BOBILIOFF, Anatomy and physiology of *Hevea brasiliensis*. 1924.
- E. BORDAGE, A propos de l'hérédité des caractères acquis. Bull. scientif. de la France et de la Belg. 7e serie 54, 1910, Bot. Centr. Bl. 116, S. 165.
- M. BÜSGEN, Bau und Leben unserer Waldbäume. 2e Aufl. 1916.
- H. CORDES, De djatibossen op Java. Batavia 1881.
1. CH. COSTER, Lauberneuerung und andere periodische Lebensprozesse in dem trockenen Monsun Gebiete Ost-Javas. Annales du j. bot. d. Buitenzorg 33, 1923, S. 117—189.
2. — Iets over diktegroei en inhoudsstoffen van den djati (*Tectona grandis* L. f.). Tectona XVI, 1923, S. 1046—1057.
3. — Het watergehalte en de waterverdeeling van den verschen djatistam, *Tectona* XVI, 1923, S. 935—1045.
4. — Die Fettumwandlung im Baumkörper in den Tropen. Ann. d. jard. bot. d. Buitenzorg 35, 1925, S. 71—104.
5. — Die Buche auf dem Gipfel des Pangerango. Ann. d. Jard.bot. de Buitenzorg 35. 1926, S. 105—119.
- H. DINGLER, Über Periodizität sommergrüner Bäume Mitteleuropas im Gebirgsklima Ceylons. Sitz. ber. K. Bayer. Ak. d. Wiss. München, 2, 1911, S. 217—247.
- A. ENGLER, Tropismen und excentrisches Dickenwachstum der Bäume. 1918.
- J. S. GAMBLE, A manual of Indian timbers, 2e Aufl. 1922.
- F. GEIGER, Anatomische Untersuchungen über die Jahresringbildung von *Tectona grandis* L. f. Jahrb. f. Wiss. Bot. 55. 1915, S. 521—607.

- J. W. GONGGRIJP, Resultaten van een plaatselijk onderzoek in de Pinus Merkusii-bossen der Gajoelanden. Meded. v. h. proefst. v. h. boschw. No 10, 1924.
- W. GOTHAN, Die Jahresringlosigkeit der palaeozoischen Bäume und die Bedeutung dieser Erscheinung für die Beurteilung des Klimas dieser Perioden. Naturw. Wochenschr. 10, 1911, No 28.
- J. G. GROSZENBACHER, The periodicity and distribution of radial growth in trees and their relation to the development of annual rings. Trans. Wisc. Ac. Sc. XVIII, 1916, S. 1—77.
- G. HABERLANDT, Zur Physiologie der Zellteilungen 1—6. Setz. ber. d. k. preuss. Ak. d. Wiss. 1913 S. 318—345, 1914 S. 1096—1111, 1919 S. 322—348; 721—733, 1920 S. 323—338. 1921 S. 221—234.
— Physiologische Pflanzenanatomie. 7e Aufl. 1924.
1. TH. HARTIG, Über die Entwicklung des Jahresringes der Holzpflanzen. Bot. Ztg. 1853. S. 553, 569.
2. — Über die Bewegung des Saftes in den Holzpflanzen. Bot. Ztg. 1858, S. 329, 337.
1. R. HARTIG, Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume. 1885.
2. — Das Holz der Rotbuche. Berlin 1888.
3. — Holzuntersuchungen, altes und neues. 1901.
- C. HOLTERMANN, Der Einfluss des Klimas auf den Bau der Pflanzengewebe. Leipzig 1907.
- F. JACCARD, L'accroissement en épaisseur des arbres. 1919.
- H. H. JANSSONIUS (MOLL J. W.), Mikrographie des Holzes der auf Java vorkommenden Baumarten. Bd. I—IV, 1906—1926.
1. L. JOST, Über Dickenwachstum und Jahresringbildung. Bot. Ztg. 49, 1891, S. 485 ff.
2. — Über R. Hartigs Theorie des Dickenwachstums und der Jahrringbildung. Bot. Ztg. 50, 1892. S. 489 ff.
3. — Beobachtungen über den zeitlichen Verlauf des sekundären Dickenwachstums der Bäume. Ber. d. D. bot. Ges. 1892. S. 587—605.
4. — Über Beziehungen zwischen der Blattentwicklung und der Gefäßbildung in der Pflanze. Bot. Ztg. 51, 1893. S. 89—136.
- R. KANEHIRA, Anatomical characters and identification of Formosan woods. Taihoku 1921.
- E. KASTENS, Beiträge zur Kenntnis der Funktion der Siebröhren. Mitt. a. d. Inst. f. Allgem. Bot. Hamburg 6. 1. 1924 S. 33—70.
1. G. KLEBS, Über die Rhythmik in der Entwicklung der Pflanzen. Sitz. ber. Heid. Ak. d. Wiss. Bd. 23 1911.
2. — Über die periodische Erscheinungen tropischer Pflanzen. Biol. Centr. Bl. 1912. S. 257—285.
3. — Über das Treiben der einheimischen Bäume, speziell der Buche. Abh. Heidelb. Ak. d. Wiss. No 2. 1914.
4. — Über periodisch wachsende Baumarten. Sitz. Ber. Heidelb. Ak. d. W. Math. Naturw. kl. B. 1926 No 2.
- L. KNY, Über das Dickenwachstum des Holzkörpers in seiner Abhängigkeit von äusseren Einflüssen. Berlin. 1882.
- S. H. KOORDERS en TH. VALETON, Bijdragen tot de kennis der boomsoorten op Java. I—XII 1893—1910.

- R. KÜHNS, Die Verdoppelung des Jahresringes durch künstliche Entlaubung. *Bibl. Botan.* Bd. 70, 1910; *Referat Bot. Cbl.* 1911, Bd. 2, S. 625.
- A. LARKUM, Beiträge zur Kenntniss der Jahresperiode unserer Holzgewächse. Göttingen 1914.
- H. A. A. VAN DER LÉK, Over wortelvorming van houtige stekken. *Meded. Landb. Hoogesch. Wageningen*, Bd. 28, Verh. I 1924.
- A. LINK, Über Ringbildung bei einigen Tropenhölzern. *Inaug. Diss. Heidelb.* 1915.
- K. G. LUTZ, Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. Fünfstücker Beitr. z. *Wiss. Bot.* Bd. 1 Vgl. *Ber. d. deutsch. bot. Ges.* Bd. 13, p. 74—79.
- MAC DOUGAL and FOREST SHREVE, Growth in trees and massive organs of plants. *Publ. No 350 of the Carnegie Inst. Wash.* 1924.
- Reversible variations in volume, pressure and movements of sap in trees. *Publ. 365 of the Carn Inst. Wash.* 1925.
- J. W. MOLL und H. H. JANSSONIUS, Mikrographie der auf Java vorkommenden Baumarten. Bd. I—IV, 1906—1926.
- H. NÖRDLINGER, Der Holzring als Grundlage des Baumkörpers. Stuttgart 1872.
- W. PFEFFER, *Pflanzenphysiologie* 2e Aufl. 1901.
- K. REICHE, Zur Kenntniss der Lebenstätigkeit einiger [Chilenischer Holzgewächse. *Jahrb. f. wiss. Bot.* Bd 30, 1897, S. 71—115.
- E. RÜBEL Experimentelle Untersuchungen über die Beziehung zwischen Wasserleitungsbahn und Transpirationsverhältnissen bei *Helianthus annuus* L. *Beih. z. Bot. C. Bl.* 375. 1—62. 1920.
- E. RUSSOW, Über die Entwicklung des Hoftüpfels, u. s. w. *Sitz. Ber. Naturf. Ges. Dorpat* Bd. 6, S. 109. 1881.
- A. F. W. SCHIMPER, *Pflanzen Geographie auf naturwissenschaftlicher Grundlage.* 1898.
- S. SIMON, Studien über die Periodizität der Lebensprozesse der in dauernd feuchten Tropengebieten heimischen Bäume. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 54, 1914, S. 71—187.
- H. SPÄTH, der Johannistrieb. 1912. *Ref. in Bot. Centr. bl.* 123, 1913. S. 24.
- E. STRASBURGER, Über den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in der Pflanze. Jena, 1891.
1. A. URSPRUNG, Beiträge zur Anatomie und Jahresringbildung tropischer Holzarten. *Diss. Basel*, 1900.
2. — Zur Periodizität des Dickenwachstums in den Tropen. *Bot. Ztg.* 1904. S. 189—210.
- H. VÖCHTING, Zur experimentellen Anatomie. *Nachr. d. kgl. Ges. der Wiss. Göttingen*, 1902, S. 278—283.
- G. VOLKENS, *Laubfall und Lauberneuerung in den Tropen.* Berlin 1912.
1. A. WIELER, Beiträge zur Kenntniss der Jahresringbildung und des Dickenwachstums. *Jahrb. wiss. Bot.* 18, 1887, S. 70.
2. — Über den Antheil des secundären Holzes u. s. w. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 19. 1888. S. 82—137.
3. — Holzbildung auf kosten des Reservematerials der Pflanzen. *Tharandter förstl. Jahrb.* 1897. S. 172—245.
4. — Über die jährliche Periodizität im Dickenwachstum des Holzkörpers der Bäume. *Thar. förstl. Jahrb.* 48, 1898 S. 49—139.
- R. WRIGHT, Foliar periodicity of endemic and indigenous trees in Ceylon. *Ann. Roy. Bot. Gardens Peradeniya*, Vol. 2, 1905, S. 415—517.

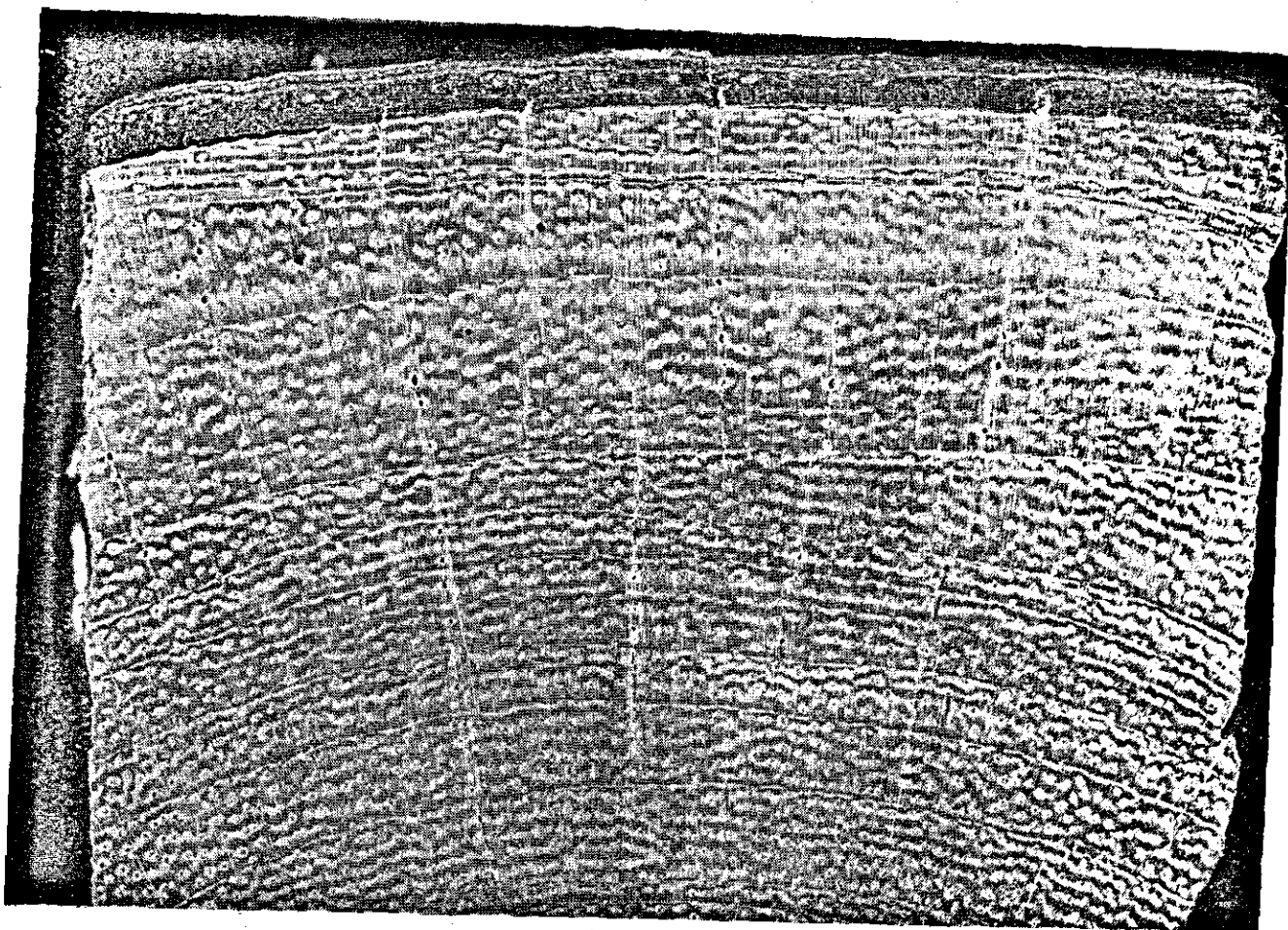


Fig. 1. Vergr. 7 fach. *Peltophorum ferrugineum* Benth. aus Ost-Java;
regelmässige Zuwachszonen.



Fig. 2. Vergr. 7 fach. *Peltophorum ferrugineum* Benth. aus Buitenzorg;
unregelmässige, verzweigte und sich verlierende Zuwachszonen.

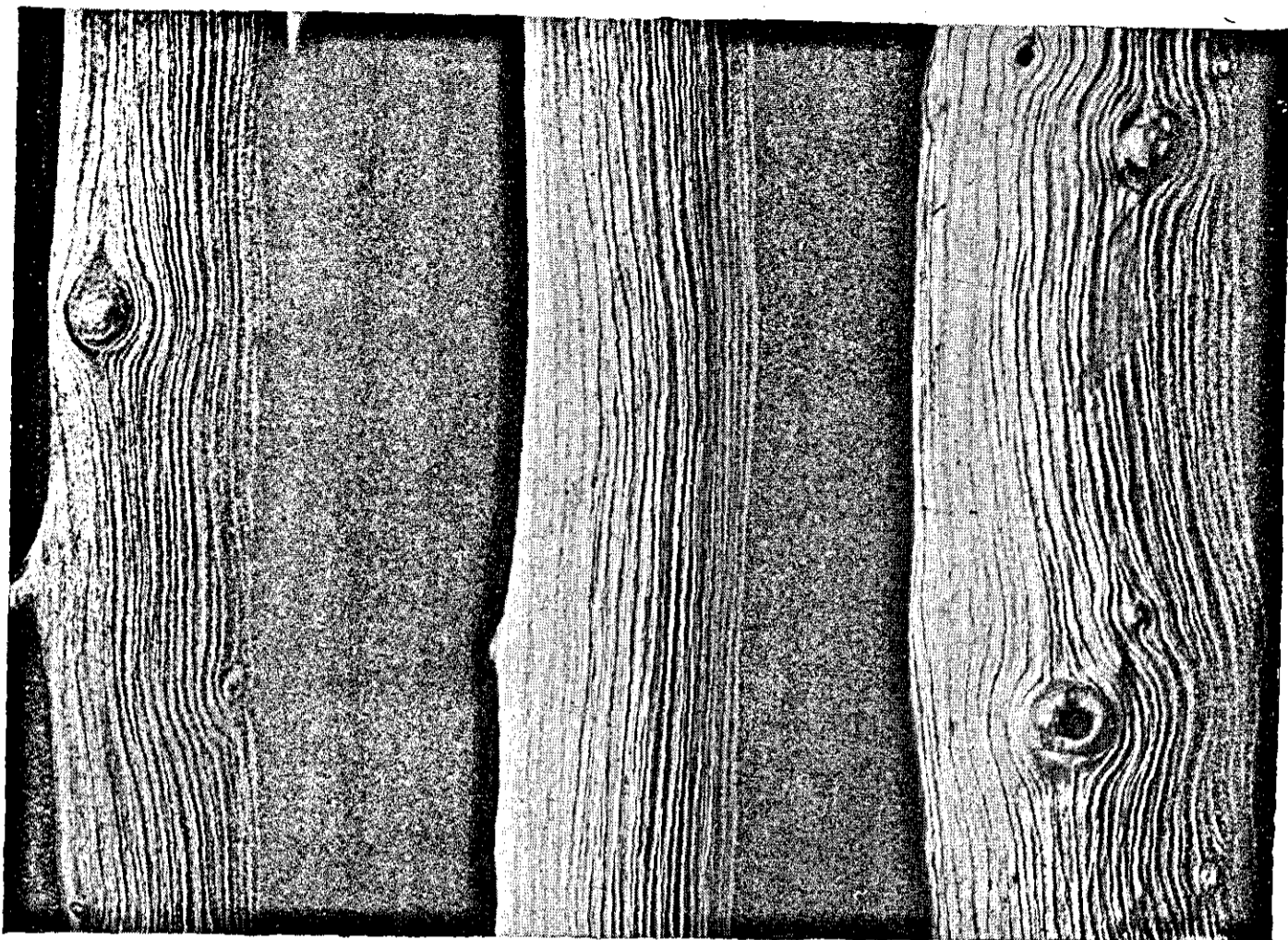


Fig. 1. *Toona serrata* Roem. Geschälte Aststücke, die Ausbildung der ersten grossen Gefässe des Frühholzes zeigend; öfters Anastomose der Gefässe.

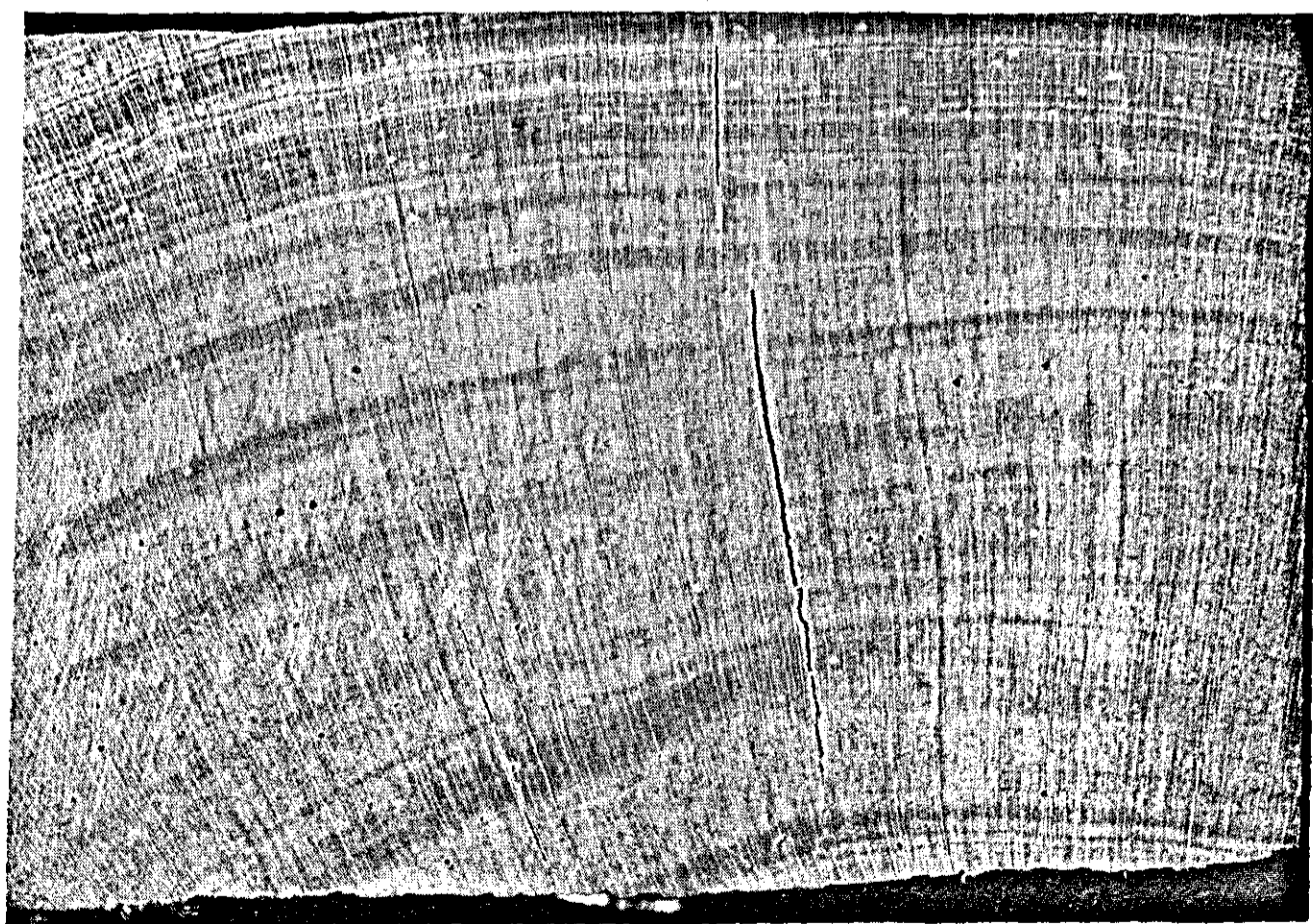


Fig. 2. Vergr. 7 fach. *Pinus palustris* Mill. Querscheibe aus Tjibodas mit unregelmässigen verwachsenen und schärferen Zuwachszonen.

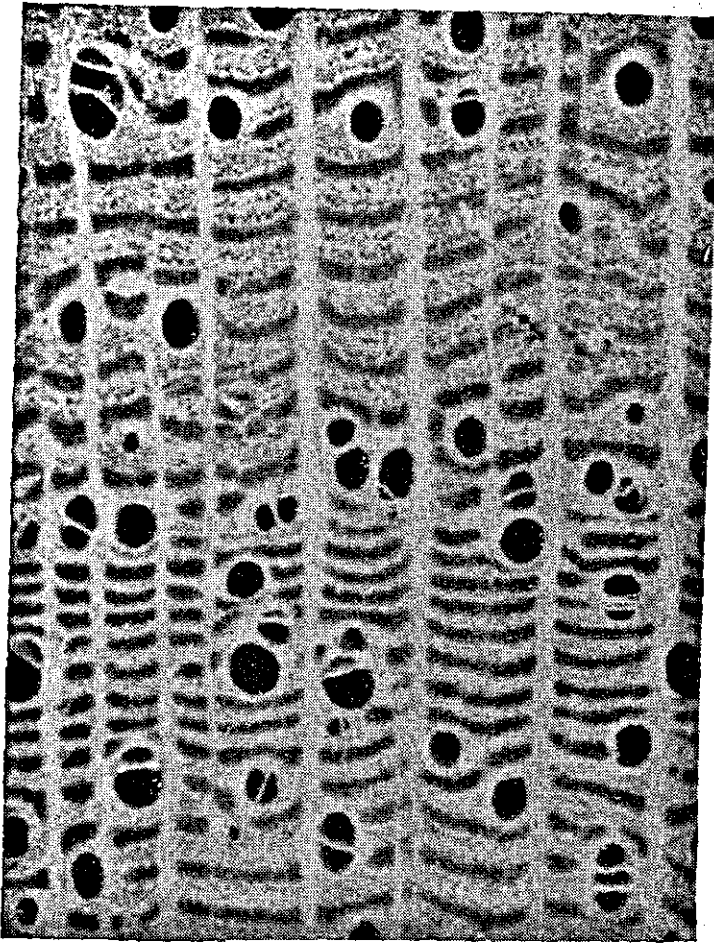


Fig. 1. Vergr. 10 fach. *Erythrina* spec.
Zuwachszone markiert durch eine Periodizität
in der Bänderung.

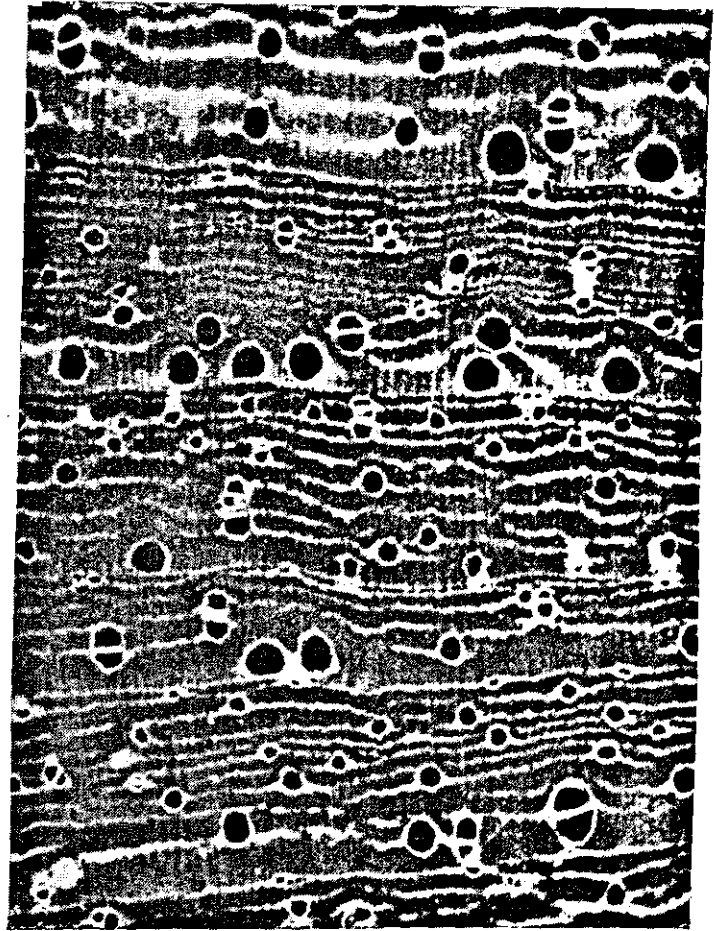


Fig. 2. Vergr. 10 fach. *Pterocarpus indicus* Willd.
Zuwachszonen markiert durch Periodizität in der
Bänderung und durch weite Frühholz-Gefäße.

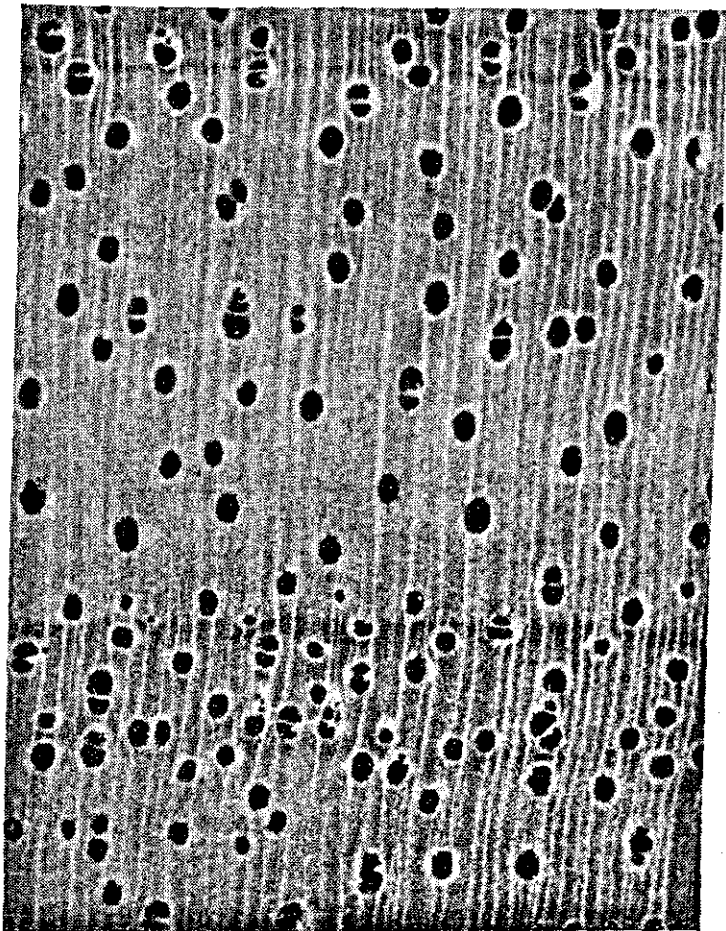


Fig. 3. Vergr. 10 fach. *Dracontomelum mangi-*
ferum Bl. Zonengrenze markiert durch eine
Anhäufung kleinerer Gefäße im Spätholz.

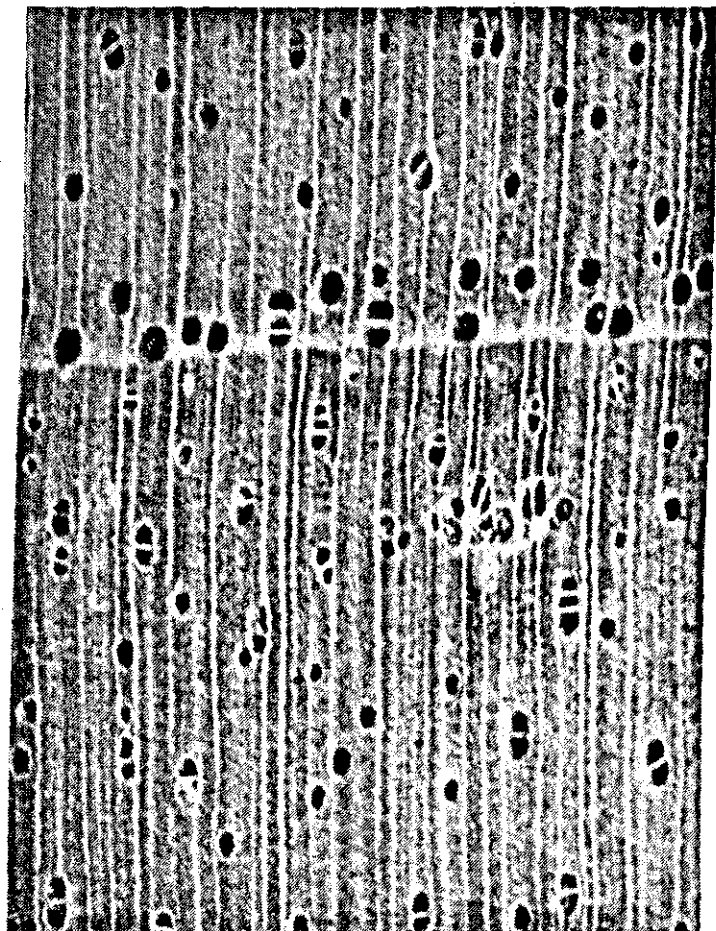


Fig. 4. Vergr. 10 fach. *Toona Sureni* Merr.
Zonengrenze markiert durch weite Frühholz-
Gefäße, in Parenchym eingebettet.

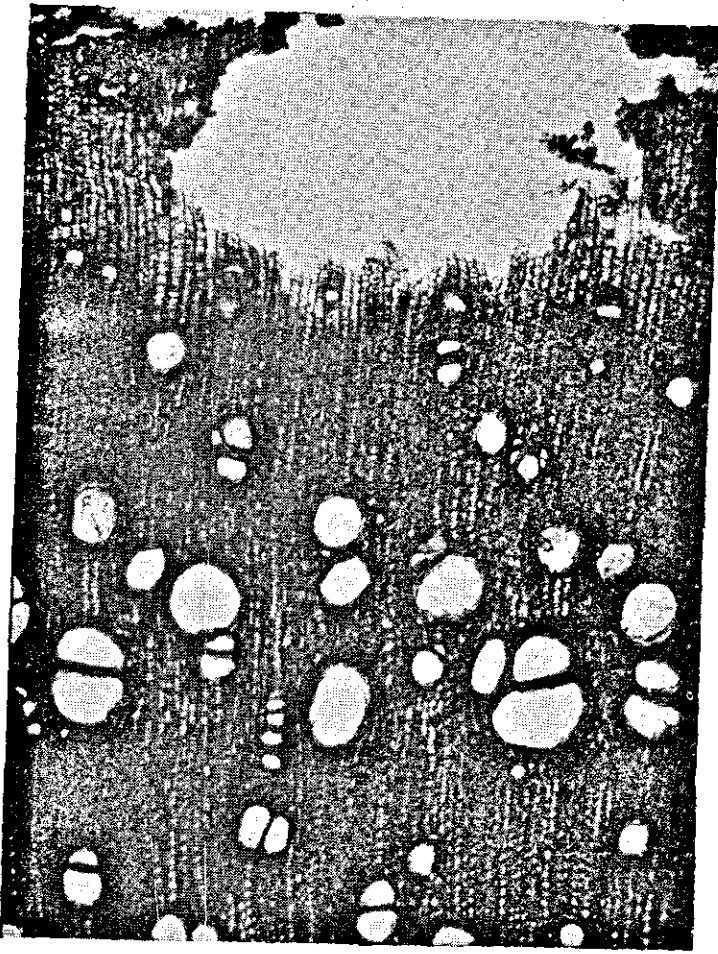


Fig. 1. Vergr. 40 fach. *Toona serrata* Roem.
Kambialzone eines ausgetriebenen Astes
nach Rindenringelung. Nur Parenchym
mit sehr kleinen Gefässen.

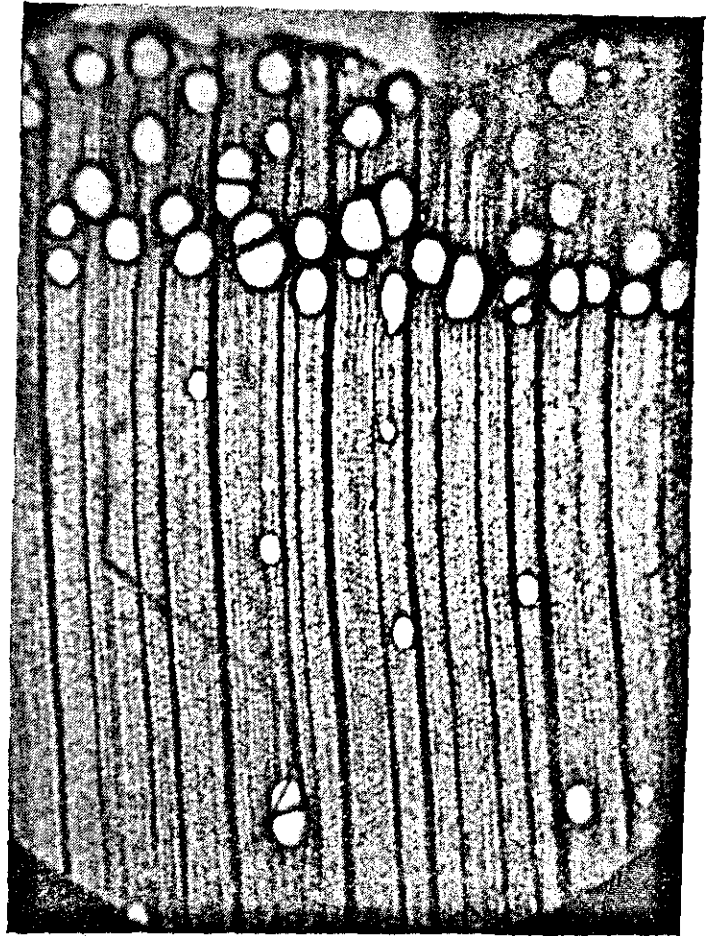


Fig. 2. Vergr. 30 fach. *Tectona grandis* L. f.
Zuwachszone nach Entblätterung. Zone
von dünnwandigerem Libriform
und Gefässanhäufung.

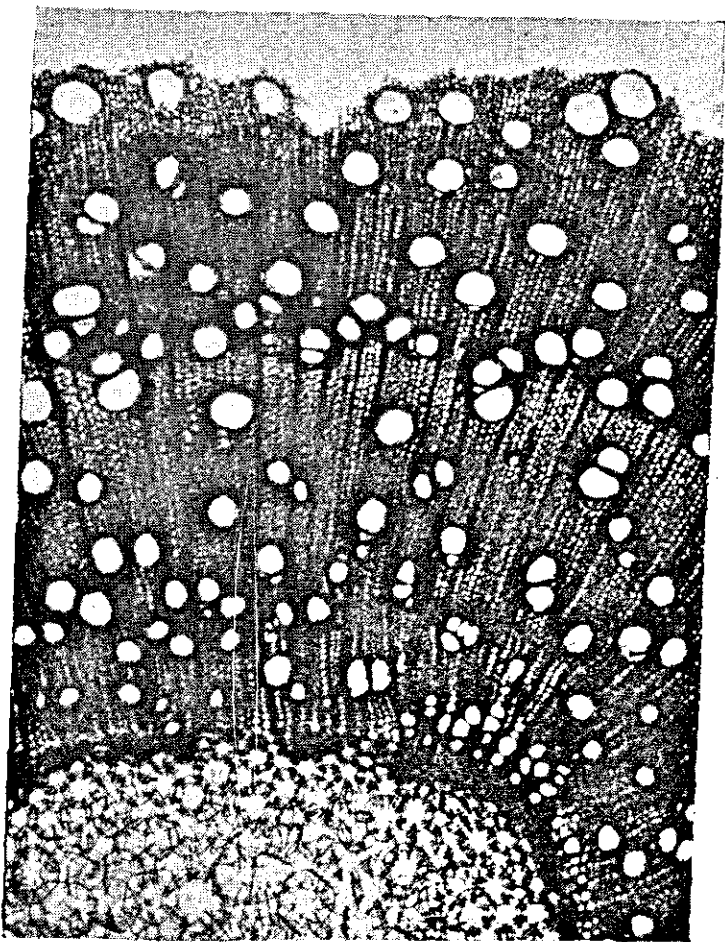


Fig. 3. Vergr. 40 fach. *Melia Azedarach* L.
Zuwachszone nach Entblätterung. Zone
von dünnwandigerem Libriform und Gefäss-
anhäufung im Parenchym.

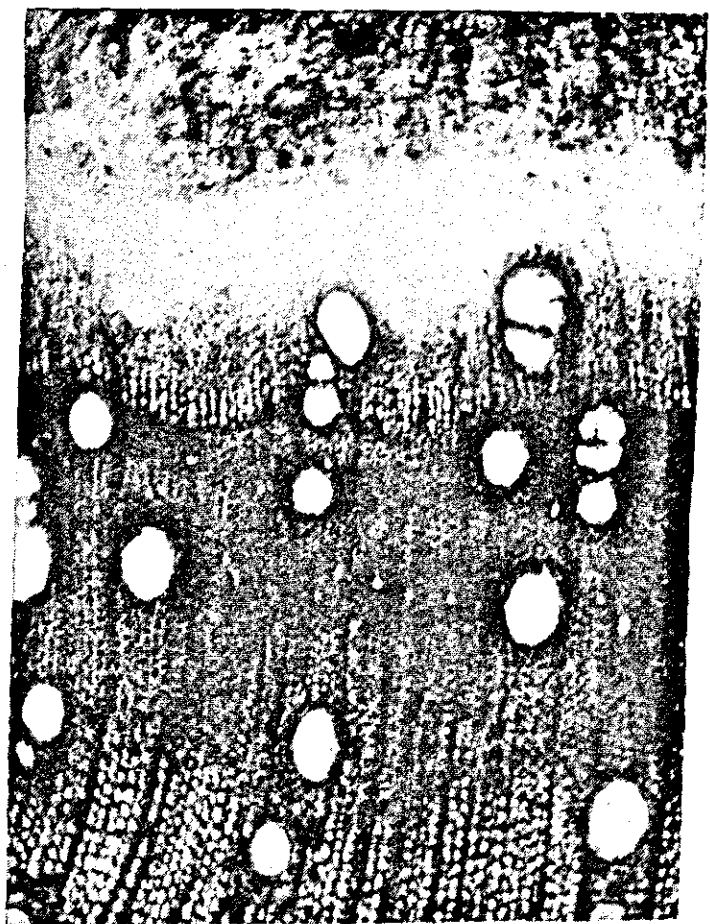


Fig. 4. Vergr. 72 fach. *Cassia Fistula* L.
Zuwachszone nach Entblätterung, die spät in der
Vegetationsperiode erfolgte. Spätholz schon
ausgebildet, daran anschliessend Frühholz.

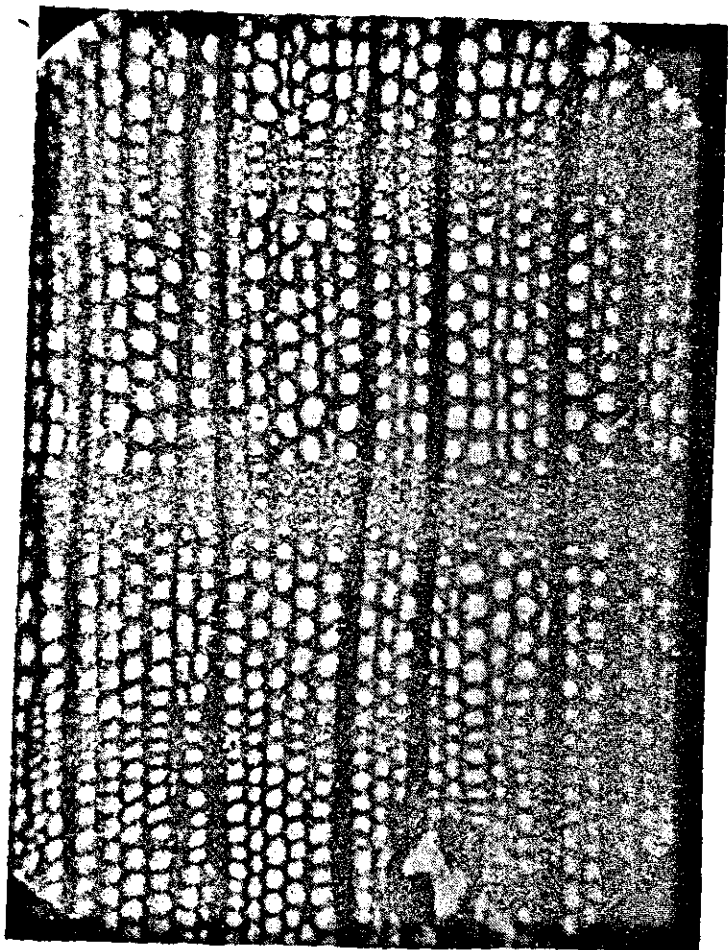


Fig. 1. Vergr. 60 fach. *Pinus Merkusii*
 Jungh. et de Vr.
 Spätholztracheiden, nach beiden Seiten allmählich
 in Weitholztracheiden übergehend.

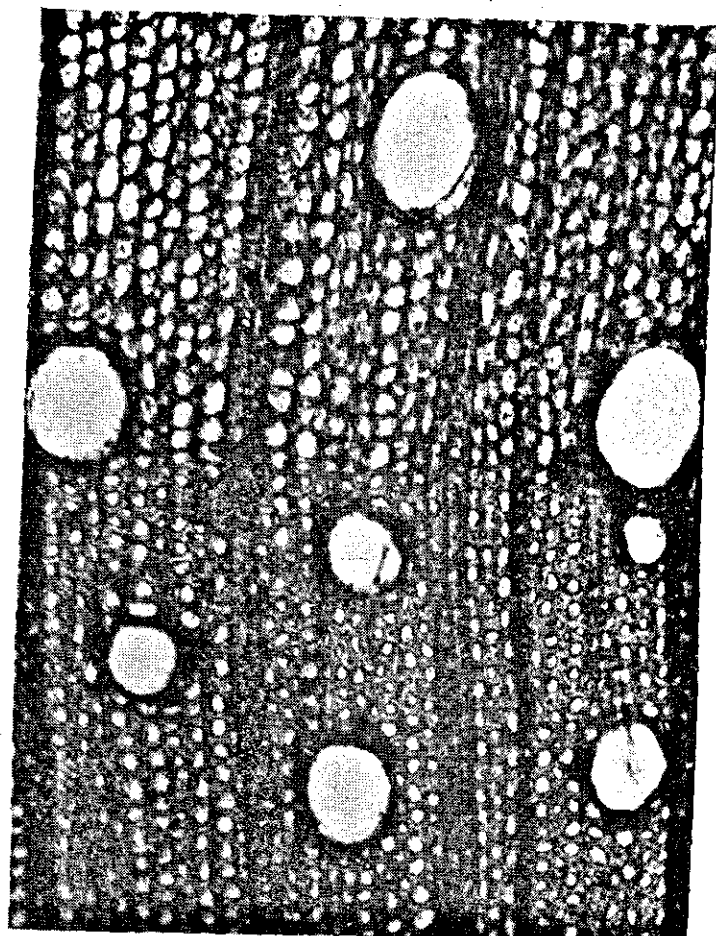


Fig. 2. Vergr. 135 fach. *Vitis pubescens* Vahl.
 Künstliche Zuwachszone vom normalen Typus.
 Die treibenden Knospen wurden während $1\frac{1}{2}$ Monate
 entfernt, nachher stehen gelassen.

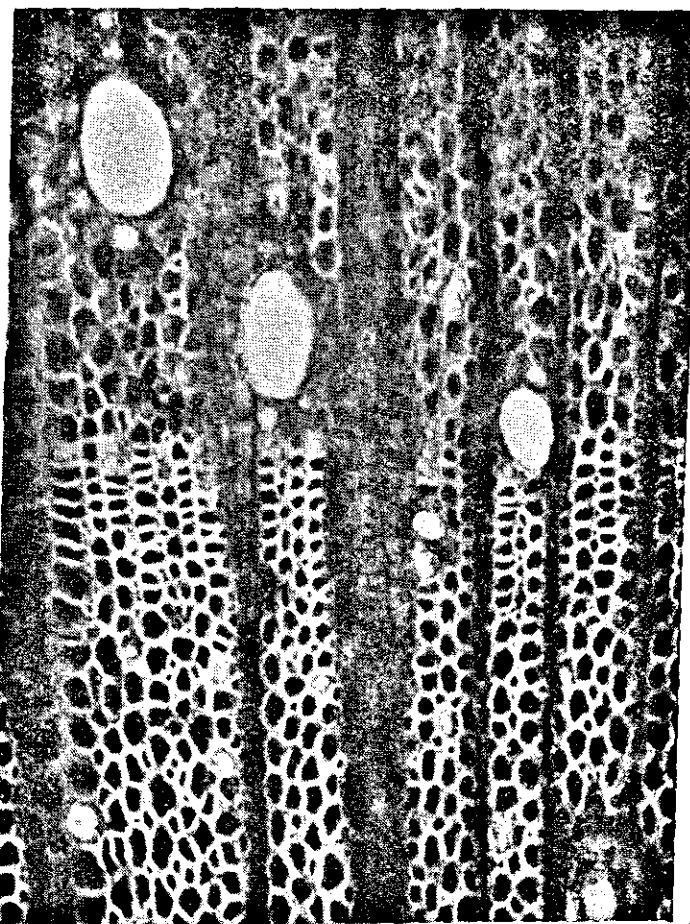


Fig. 3. Vergr. 140 fach. *Tectona grandis* L. f.
 Künstliche Zuwachszone vom normalen Typus an einer 5 Monate alten Pflanze.
 Die Endknospe und die austreibenden Knospen wurden während eines Monates
 ausgeschnitten, nachher stehen gelassen.