

LITERATUR.

- E. ANTEVS, Zur Kenntniss der jährlichen Wandlungen der stickstofffreien Reservestoffe der Holzpflanze. Bot. Ztr. Bl. 1916, 431, p. 313.
- J. BARANETZKY, Bot. Ztr. Bl. 18, 1884, p. 157, 158.
- M. BÜSGEN, Bau und Leben unserer Waldbäume, 1917.
- Ch. COSTER, Lauberneuerung und andere periodische Lebensprozesse in dem trockenen Monsungebiet Ost-Java's. Annales du Jard. Bot. de Buitenzorg, 33, 1924, p. 117—190.
- F. CZAPEK, Biochemie der Pflanzen, 2e Auflage.
- L. FABRICIUS, Untersuchungen über den Stärke- und Fettgehalt der Fichte auf der oberbayerischen Hochebene. Naturw. Ztschr. f. l. u. Forstw. 1905, 3, p. 137—176.
- A. FISCHER, Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse, Jahrb. f. wiss. Bot. 22, 1890.
- A. GREBNITZKY, Über die jährliche Periode der Stärkespeicherung in den Zweigen unserer Bäume. Bot. Ztr. Bl. 18, 1884, p. 157/58.
- D. G. JONESCU, Weitere Untersuchungen über die Blitzschläge in Bäume. Ber. d. d. Bot. Ges. 12, 1894, p. 129—136.
- LECLERC DU SABLON, Recherches physiologiques sur les matières de réserves des arbres. Rev. gen. d. bot. 16, 1904, 48, 1906.
- A. MEYER, Die angebliche Fettspeicherung immergrüner Laubblätter. Ber. d. d. bot. Ges. 36, 1918, p. 5—10.
- H. MOLISCH, Mikrochemie der Pflanze, 1922.
- B. NIKLEWSKY, Untersuchungen über die Umwandlung einiger stickstofffreier Reservestoffe während der Winterperiode der Bäume. Beih. z. bot. Ztr. Bl. 19, 1906, p. 68—101.
- RUSSOW, Dorpater Naturf. Ges. 6, 1880. In: FISCHER, Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse.
- SCHELLENBERG, Hemizellulosen als Reservestoffe bei unseren Waldbäumen. Ber. d. d. Bot. Ges. 23, 1905.
- C. SCHMIDT, Über Stärke und Fettbäume. Bot. Ztr. 67, 1909, p. 130—31.
- E. SINOTT, Factors determining character and distribution of food-reserve in woody plants. Bot. Gaz. 1918, p. 162—175.
- J. SUROZ, Oel als Reservestoff der Bäume, Beih. z. Bot. Ztr. Bl. 1891, p. 342, 343.
- TUNMANN, Pflanzenmikrochemie, 1913.

DIE BUCHE AUF DEM GIPFEL DES PANGERANGO

VON

CH. COSTER.

(Mit Tafel VII—X.)

Das einzige Exemplar der Buche auf Java wurde wahrscheinlich im Jahre 1840 von TEYSMANN, dem damaligen Hortulanus des Buitenzorger botanischen Gartens, zusammen mit anderen europäischen Gewächsen wie Apfelbäumen, Erdbeeren und *Rubus*-Arten, auf dem Gipfel des Pangerango gepflanzt.¹⁾ Dieser ist in botanischer Hinsicht der am besten bekannte Berg Javas: An seinem Fuss liegt der Berggarten und das Laboratorium Tjibodas auf etwa 1400 m Höhe; von diesem Garten hinauf bis zum Gipfel ist der Urwald zu Naturmonument erklärt worden, es sind gute Fusspfade angelegt, endlich ist auf einer Höhe von 2400 m in dem Sattel zwischen dem Gipfel des Pangerango und dem Gedeh eine Hütte gebaut, wo man bequem übernachten kann. Seit TREUB im Jahre 1891 im Berggarten Tjibodas das Unterkunfts- haus mit einem Laboratorium baute, haben sehr viele niederländische sowohl wie ausländische Botaniker dort einige Zeit gearbeitet; jetzt ist die Flora dort in systematischer Hinsicht sehr gut bekannt; aber auch in physiologischer Hinsicht hat man schöne Untersuchungen angestellt. So ist es wohl begreiflich, dass auch der Gipfel des Pangerango öfters besucht wurde und man dabei seine besondere Aufmerksamkeit den europäischen Pflanzen widmete, die dort schon so lange Zeit eingeführt sind; besonders die Buche war Gegenstand vieler Aufmerksamkeit, weil der Wuchs und Habitus auffallend verschieden ist von den

1) W. DOCTERS VAN LEEUWEN: Uit het leven van planten en dieren op de top van de Pangerango, I und II. De Tropische Natuur, XIII, 1924.

normalen europäischen Exemplaren. Aber so weit mir bekannt ist noch nie eine etwas ausführlichere Beschreibung dieser in physiologischer Hinsicht so besonders interessanten Pflanze veröffentlicht worden.

SCHIMPER ¹⁾ hat in seiner Pflanzengeographie wohl einige Notizen über die Periodizität im Wuchs der im Berggarten stehenden, aus der gemässigten Zone stammenden Holzgewächse aufgenommen, die Buche, die 1600 m höher wächst, nennt er aber nicht. Soweit mir bekannt, stammt die erste Notiz hierüber von KLEBS ²⁾, der auf S. 17 seiner Abhandlung schreibt: „Vor einem halben Jahrhundert pflanzte der berühmte Hortulanus des Buitenzorger Gartens, TEYSMANN, einige europäische Baumarten nahe dem Gipfel des erloschenen Vulkans Pangerango in einer Höhe von ca. 3000 Meter. Als ich am 7. November 1910 den Gipfel bestieg und die alten Europäer aufsuchte, war ich nicht wenig überrascht, unsere Buche wiederzufinden. Sie wächst dort als ausgebreiteter niedriger Strauch, dessen eine Hälfte mit frischem hellgrünem Laube bedeckt war, während die andere Hälfte welche Blätter trug“.

SIMON ³⁾ schreibt auf S. 184 seiner Abhandlung folgende kurze Notiz: „Selbst jene kleine einst von TEYSMANN am Gipfel des Pangerango in West-Java gepflanzte Buche zeigte noch heute trotz der über ein halbes Jahrhundert währenden Einwirkung gleichmässiger klimatischer Faktoren ein typisch periodisches Wachstum und ist nicht zu einem unbegrenzten Knospenswachstum übergegangen“.

Schliesslich hat DINGLER ⁴⁾ die Exemplare der Buche beschrieben, die in Hakgala im Gebirgsklima Ceylons (1700—1800 m hoch, 7 Grad nördl. Breite und 81 Grad östl. Länge) in einem ziemlich gleichmässigen Klima, das demjenigen von Tjibodas sehr ähnlich ist, kultiviert werden. Er schreibt darüber: „Ein

1) A. F. W. SCHIMPER: Pflanzen-Geographie, 3^e Aufl. 1908, pag. 267.

2) G. KLEBS: Über die Rhythmik in der Entwicklung der Pflanzen. Sitz. Ber. Heidelb. Ak. d. Wiss. 23^e Abh. 1911.

3) S. v. SIMON: Studien über die Periodizität der Lebensprozesse der in dauernd feuchten Tropengebieten heimischen Bäume. Jahrb. f. wiss. Bot. LIV 1914.

4) H. DINGLER. Über Periodizität sommergrüner Bäume Mitteleuropas im Gebirgsklima Ceylons. Sitz. Ber. d. K. Bay. Akad. d. Wiss. 1911, S. 130/31.

„mannshohes Bäumchen mit kleinen Blättern (kaum 2/3 so gross als unsere gewöhnlichen Buchenblätter) an kurzen Zweigen sitzend. Ein grösserer Teil derselben im Vertrocknen oder bereits vertrocknet. Eine Anzahl Knospen haben neu ausgetrieben und zum Teil bereits vollkommen ausgebildete Blätter an kurzen Trieben entwickelt, an deren Stielbasen noch die Nebenblätter haften. Ein anderer Teil der Knospen zerstreut zwischen jungen ausgewachsenen Trieben, oder auch am oberen entblätterten Ende von Alttrieben, verharrt noch ruhend oder beginnt gerade auszutreiben. Dies war das Bild. Die Pflanze sah kümmerlich aus, und nachdem verschiedene früher hier und in Hakgala kultivierte Exemplare schon eingegangen sind, ist bei der sichtbar schwachen Blattentwicklung resp. Triebneigung kaum auf längeres Gedeihen zu rechnen. Es wurde mir gesagt, die Pflanze „verliere im Sommer für einen Monat ihre Blätter“. Ich konnte das nicht weiter kontrollieren. Es schien mir aber nach der ganzen Entwicklung, das die Pflanze sich wahrscheinlich ähnlich wie die Stieleichen verhalten dürfte.

„An dem offenbar schlechten Gedeihen der Buche in Nuwara Eliya und Hakgala könnten verschiedene Ursachen bestelligt sein. Man könnte zunächst an ihre geringe Ausschlagsfähigkeit denken, indessen besteht für unsere jetzigen Kenntnisse eine irgendwie zu begründende Beziehung zwischen diesen beiden Dingen nicht. Manchmal bietet die Buche innerhalb ihrer europäischen Heimat unerwartete Kulturschwierigkeiten, für die man mehrfach lokal fehlende Bedingungen für Mycorrhizabildung als Grund anzunehmen geneigt ist. Schliesslich könnte vielleicht Kalkmangel im Gneisboden von Hakgala und Nuwara Eliya der oder ein Grund des Nichtgedeihens sein, indessen konnte ich über den Kalkgehalt der dortigen Böden nichts in Erfahrung bringen.

„Ähnlich wie diese typische Rotbuchenform verhielten sich je ein niedriges strauchförmiges Exemplar der Blutbuche (var. *purpurea* Ait.) und der schlitzblättrigen Buche (var. *heterophylla* Ait.)“.

Auch auf dem Gipfel des Pangerango zeigt die Buche einen ärmlichen Wuchs, kaum fristet sie dort das Leben und zeigt

einen ganz anderen Habitus als in ihrer Heimat. Bevor wir aber eine nähere Beschreibung davon geben, muss erst das Klima, das auf dem Gipfel besonders schroff ist und starke Schwankungen zeigt, näher erörtert werden. Der grossen Arbeit BRAAKS über das Klima von Niederländisch-Indien ¹⁾, ergänzt mit der Skizze von DOCTERS VAN LEEUWEN ²⁾, entnehme ich folgenden Daten:

Das übliche tropische Klima zeichnet sich durch eine grosse Gleichförmigkeit aus, das Klima auf dem Gipfel des Pangerango dagegen ist sehr schroffem und plötzlichem Wechsel ausgesetzt. Wenn die Sonne aus einem wolkenlosen Himmel den ganzen Tag auf den Gipfel brennt, kann die Temperatur sehr hoch steigen: die höchste Lufttemperatur (im Schatten), die beobachtet wurde, betrug 20.7° C.; in der Sonne aber, die dort eine grosse Kraft besitzt und reich ist an ultravioletten Strahlen, steigt die Temperatur beträchtlich höher. Die Intensität des Sonnenlichtes (Calorien pro Quadratcentimeter Minute) bei einer Sonnenhöhe von 60° beträgt für Batavia im Mittel 1.25 Calorien, auf dem Gipfel des Pangerango dagegen 1.65 Calorien.

Wenn am Abend die Sonne hinter dem Salak verschwindet, fällt die Temperatur schnell einige Grade, um während der Nacht bis auf 5—6° C. zu sinken. Das absolute Minimum der Lufttemperatur, das beobachtet wurde, betrug 0.5° C. (in etwa 1.5 m. Höhe vom Boden), auf der offenen Fläche jedoch kann das Gras Fröhorgens weiss bereift sein, sodass die Temperatur am Boden unter den Nullpunkt gefallen sein muss. An solchen klaren Tagen ist der Temperatursunterschied tagsüber und nachts ziemlich gross; das Maximum der täglichen Schwankungen, das beobachtet wurde, betrug 15° C., die mittlere tägliche Schwankung jedoch nur 6.4° C.. Diese Zahlen beziehen sich aber nur auf die Lufttemperatur, während wir für den Pflanzenwuchs die ansehnliche Temperatursteigerung im Sonnenlichte über die Temperatur der umgebenden Luft in Betracht zu ziehen haben; diese wird grösser sein als in der Ebene, weil die In-

1) C. BRAAK. Het klimaat van Nederlandsch-Indie. Verh. 8 v. h. K. Magn. en Meteor. Obs. Batavia, 1924—25.

2) W. DOCTERS VAN LEEUWEN. 1. c. II. Het klimaat.

tensität des Sonnenlichtes um etwa ein Drittel grösser ist.

Der tägliche Temperaturwechsel ist aus der folgenden Tabelle ersichtlich, in welcher die Monate des grössten Regenfalles (und auch der grössten Bewölkung) Januar/Februar den trockensten Monaten gegenübergestellt sind (Juli—Sept.).

Mittlere Temperatur der Luft (1912—1918).

	2a.	4	6	8	10	12	2p.	4	6	8	10	12	Durchschn.
Jan./Febr.	7.7	7.6	7.8	8.6	10.0	10.7	10.4	9.5	8.5	8.0	7.8	7.8	8.7
Juli—Sept.	6.8	6.6	6.7	9.2	12.1	12.7	11.8	10.3	8.3	7.4	7.1	7.0	8.9
Jahresmittel.	7.3	7.2	7.3	9.1	11.3	11.9	11.3	10.1	8.6	7.9	7.6	7.5	8.9

Man hat auch die Bodentemperatur auf dem Gipfel des Pangerango während einiger Monate des Jahres 1924 gemessen; es ergab sich, dass die Behauptung JUNGHUENS, man findet die mittlere Jahrestemperatur der Luft durch Messung der Bodentemperatur auf einer *beschatteten* Stelle, ganz richtig ist.

Mittlere Bodentemperatur auf dem Pangerango, Juni—Oktober 1924.

Tiefe	im Urwald.						offener Rasenplatz.					
	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Okt.	Mittel.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Okt.	Mittel.
30 cm.	9.5	8.8	8.8	9.0	9.3	9.1	12.1	11.4	11.7	12.6	12.2	12.0
60 cm.	9.4	9.0	8.9	9.2	9.4	9.2	12.0	11.3	11.5	12.4	11.9	11.8

Wie ersichtlich, ist die Bodentemperatur auf einer offenen Fläche beträchtlich höher als im Schatten.

Der Sonnenschein hat in dieser Höhe einen sehr grossen Einfluss auf den Pflanzenwuchs, weil er die Temperatur und die Feuchtigkeit der Luft stark beeinflusst. Im Folgenden gebe ich die betreffenden Tabellen.

Mittlerer Sonnenschein in Prozenten (1917—1921).

Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahresmittel.
23	23	33	30	54	60	74	49	53	42	34	26	42

Tägliche Schwankungen des Sonnenscheins in Prozenten (1917—1921).

	8-8.30	8.30-9	9-9.30	9.30-10	10-10.30	10.30-11	11-11.30	11.30-12	12-12.30	12.30-1	1-1.30	1.30-2	2-2.30	2.30-3	3-3.30	3.30-4	Mittel.
Jan./Febr.	30	30	35	29	33	30	28	33	31	26	21	18	15	13	10	10	24
Juli—Sept.	72	79	80	78	78	76	74	68	62	59	54	52	47	45	46	43	64
März/April	56	57	55	54	48	45	45	39	35	33	32	27	25	23	19	15	38
Okt./Nov.																	

Die Feuchtigkeit der Luft steht in enger Beziehung zur Temperatur, weil die Dampfspannung der Luft ungefähr gleich bleibt (mit anderen Worten, die Luft bleibt ungefähr dieselbe und wird fast nicht durch andere ersetzt). So fand man für die mittlere Dampfspannung in mm. während der Monate Juli—September:

2a	4	6	8	10	12	2p	4	6	8	10	12	Mittel
5.1	4.9	4.9	5.6	6.6	7.5	7.8	7.6	6.8	6.1	5.6	5.3	6.2

Wie man sieht, ist die Dampfspannung sehr niedrig (in Batavia beträgt sie im Durchschnitt 19.4 mm.), was eine Folge der niedrigeren Temperatur ist; sie ist nur unbedeutlichen Schwankungen ausgesetzt. In den feuchten Monaten ist die relative Luftfeuchtigkeit infolge des Regens und der vielen Wolken-schleier und Nebel, die den Gipfel einhüllen, sehr hoch; in der Trockenzeit kann es aber sehr trocken sein. Das absolute Minimum, das man einige Male beobachtete, war 6% Luftfeuchtigkeit, also fast eine absolute Trockenheit!

Die mittleren und extremen täglichen Schwankungen in der Luftfeuchtigkeit im Laufe des Jahres sind aus folgender Tabelle ersichtlich.

	Jan.	Febr.	März.	Apr.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr.
Mittleres tägliches Maximum	98	99	99	99	97	97	93	95	98	97	98	99	98
Mittleres tägliches Minimum	80	77	77	67	59	53	44	45	48	60	72	75	63
Tägliche Schwankung: Maximum	84	62	85	89	83	82	91	86	92	84	86	71	92
Mittlere tägliche Schwankung	18	22	22	32	39	44	49	51	50	37	26	24	35

Wie aus obestehender Tabelle ersichtlich, betragen die mittleren täglichen Schwankungen der Luftfeuchtigkeit in der Regenzeit etwa 20—30%, in der Trockenzeit jedoch 50%. In der Regenzeit ist die Luftfeuchtigkeit während eines grossen Teiles des Tages und der Nacht 100%; es sind hauptsächlich trockenere Luftströmungen, welche die Feuchtigkeit herabdrücken. In der Trockenzeit fällt die grösste Tröckenheit in die Nacht, wenn die Luft, die am Nachmittag durch aus der Ebene aufsteigende Strömungen feuchter geworden ist, durch die trockne Luft oberer Luftschichten ersetzt wird.

Der Regenfall zeigt im Laufe des Jahres auch beträchtliche

Differenzen; man kann, wie auf ganz Java, eine Trockenzeit und eine Regenzeit unterscheiden, die durch eine Übergangsperiode von etwa zwei Monaten verbunden sind.

Mittlerer Regenfall mm. (1912—1921).

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr.
465	500	382	309	199	100	56	123	146	244	404	461	3389

Der hohe perzentuelle Sonnenschein, die grosse Intensität des Sonnenlichtes, die geringe Luftfeuchtigkeit und der geringe Regenfall wirken alle dahin zusammen, die Trockenzeit zu einer sehr trockenen Periode zu machen; wenn sie, was in verschiedenen Jahren der Fall ist, einige Wochen hintereinander andauert, ohne dass ein Tropfen Regen fällt, dann ist das Gras und die Flechten dürr und spröde, die Moospolster an den Bäumen und Ästen sind bis auf die Rinde eingetrocknet und braun, der Boden ist hart und dürr. Setzen dann aber die Regen ein, dann ist alles feucht, der Boden nass, die Moospolster wie Schwämme vollgesogen mit Wasser und die Pflanzen stehen frisch und wie verjüngt da.

Die jetzt 85-jährige Buche zeigt eine typische Kümmerform (Tafel VII, Fig. 1 und 2). 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—1½ m. Im Inneren der Pflanze liegt der kurze Hauptstamm auf dem Boden; er verzweigt sich in viele 3—5 cm. dicke Äste, die anfangs schlangenartig über den Boden kriechen, sich später aber erheben. Sie sind von dicken Moospolstern bedeckt (Tafel VIII, Fig. 1), 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 functioniert, lässt sich nicht ohne weiteres sagen. Die dickeren Äste tragen viele grosse warzenförmige Lentizellen.

Die Pflanze bildet nie Blüten und Früchte aus, das Wachstum ist rein vegetativ. Die dünneren Äste sind reich verzweigt und eng aneinander gerückt, sodass sie der Krone das büstenförmige Aussehen geben. Diese 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 Weidevieh 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 Pangerango 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 ermittelt, indem einige Blätter und Knospen mittlerer Grösse nach Augenmas ausgesucht und gemessen wurden. Die Blätter werden von einem 3—4 cm langen Blattstiel getragen. Die Knospen sind vom gleichen Bau wie bei den normalen Exemplaren, dicht umschlossen von den typischen, dachziegelig angeordneten braunen Knospenschuppen.

Ich fertigte einige Schnitte von Blättern an, die im dunkelsten Teil der Krone wuchsen, sowie von solchen, die dem hellen Hochgebirgslichte an der Peripherie der Krone ausgesetzt waren. Sie zeigten keine erhebliche Differenz im Bau, jedenfalls nicht so gross, wie man es bei den normalen Schatten- und Lichtblättern findet; die Lichtblätter unserer Buche zeigten auch mehr den

Typus der Halbschattenblätter aus Europa, denn ich fand nie zwei Reihen Pallisadenzellen (Tafel X Fig. 1 und 2). Die Dicke der Schattenblätter betrug ungefähr 75μ , die der Lichtblätter 125μ ; beide zeigten nur eine Reihe Pallisadenzellen, die im Schatten 25μ lang waren, im Licht dagegen die doppelte Länge aufwiesen. Die Aussenwände der Epidermiszellen an der Blattoberseite waren im Schatten und im Licht gleich dick, etwa $2\frac{1}{2}$ — 3μ . Die Interzellularen im Schwammparenchym waren jedoch bei dem Schattenblatt viel stärker entwickelt als beim Lichtblatt, wie deutlich aus der Figur hervorgeht.

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 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 ruhenden 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) treibende 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 Lauberneuerung.

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. 1921. 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. III. 1922. Grösstenteils dürres Laub.

I. IV. 1924. Grösstenteils dürrés 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 Laubentfaltung begriffen sind.

11. VIII. 1925. Etwa drei Fünftel dürr und braun oder kahl; ein Fünftel frisches, junges Laub und ein Fünftel sattgrünes 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 düre Ränder und braune Stellen.

8. XI. 1925. Herr DOOTERS 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 und $\frac{1}{4}$ sattgrünes 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 dürrés 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 unbedingt sicher, dass die Entfaltung der Knospen das neue Dickenwachstum und die neue Zuwachszone einleitet.

Die Zuwachszonen sind sehr eng, aber ganz normal (Tafel VIII, Fig. 2). Oft besteht der Zuwachsring nur aus einer einzigen Reihe der grösseren Frühholzgefässe mit dem umgebenden paratrachealen Parenchym, dazwischen die Markstrahlen und einige wenige Librifasern; nach aussen wird die Zuwachszone dann durch ein bis drei Reihen Librifasern (oft radial etwas abgeflacht) abgeschlossen. Bei den breiteren Ringen trifft man aber mehrere Reihen Gefässe an, die nach aussen in Durchmesser abnehmen, während das Spätholz dann durch mehrere Reihen Librifasern ohne Gefässe gebildet wird. Die Markstrahlzellen auf der Ringgrenze sind oft radial kürzer und tangential etwas verbreitert; die grossen Markstrahlen in den dicken Ästen ragen aus dem Holz heraus (bis etwa $\frac{1}{5}$ mm) während sie in den dünneren Ästen flach oder nach innen ausgeschweift sind (auch bis etwa $\frac{1}{5}$ mm).

Die Zuwachsringe sind so schmal, dass sie nur unter dem Mikroskop gezählt werden können. Einer der dickeren Hauptäste, den ich der Untersuchung opferte, wies auf ungefähr 30 cm Entfernung von der Basis einen Durchmesser von $3,2 \times 4$ cm auf. Die inneren Zuwachszonen sind breiter als die äusseren; während die inneren etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{4}$ mm breit sind, gibt es weiter nach aussen ganze Zonen, wo die Ringe nur etwa die Breite eines Gefässes aufweisen, ungefähr $\frac{1}{10}$ mm. Hier und da findet man dann eine Zuwachszone, die wieder ein wenig breiter ist (Tafel IX, Fig. 1). 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 Markstrahlzellen 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, \pm 84 Jahre alt. Einer der Hauptäste wies ungefähr 30 cm vom Boden 65 Zuwachszonen auf, es ist also sehr wahrscheinlich, dass die Zuwachszonen einmal pro Jahr ausgebildet werden, dass der Ast also auf der untersuchten Stelle 65 Jahre alt war. Die Periodizität der Belaubung wird astweise eingehalten, die Periodizität des Kambiums stimmt mit derjenigen der Belaubung überein, aber obgleich die Äste eine autonome Periodizität aufweisen, wird doch die Jahresperiode wahrscheinlich streng eingehalten.

Es wurde weiter das Holz des dicken Astes mazeriert und die Abmessungen der verschiedenen Elemente bestimmt. HARTIG ¹⁾ hat Messungen an mazeriertem Buchenholz von bestimmtem Alter vorgenommen, welches dem Baum in verschiedener Baumhöhe aus verschiedenen Jahresringen entnommen wurde. Im Folgenden werden seine Messungen (Mittel von 20 Beobachtungen) mit den meinigen an der Buche vom Pangerango verglichen. Diese Zahlen beziehen sich auf 50 Messungen für den alten Ast und 20 für den jungen, für jede Zellart; die erste Probe wurde aus der Peripherie des dicken Astes, der 65 Zuwachszonen aufwies, hergestellt, die zweite einem dünnen Ast mit 4 Zuwachszonen entnommen.

	60jährige deutsche Buche. mm	Dicker Ast mit 65 Ringen von dem Pangerango. mm
Länge der Gefässlieder:	0.616	0.376 (Max. 0.576, Min. 0.224)
Länge der Tracheiden:	0.940	0.420 (Max. 0.576, Min. 0.256)
Länge der Librifasern:	1.188	0.624 (Max. 0.928, Min. 0.352)
	5jährige deutsche Buche. mm	Dünnere Ast mit 4 Ringen von dem Pangerango. mm
Länge der Gefässglieder:	0.352	0.232 (Max. 0.384, Min. 0.112)
Länge der Tracheiden:	0.497	0.240 (Max. 0.320, Min. 0.108)
Länge der Librifasern:	0.583	0.365 (Max. 0.512, Min. 0.256)

Es zeigt sich, dass auch die Holzelemente viel kleiner sind als die Elemente vom gleichaltrigen Holz unter normalen Wachstumsbedingungen, sowohl in dem älteren Holz als auch in den dünnen Ästchen.

Für die Gefässweite fand HARTIG in der Jugendperiode von

1) R. HARTIG. Das Holz der Rotbuche. Berlin 1888.

0—30 Jahren im Mittel etwa 0.05 mm Durchmesser, welcher bis zu ungefähr 0.064 mm ansteigt, um dann weiter bis zum höchsten Lebensalter gleich zu bleiben. Unsere Buche zeigt in der 15.—20. Zuwachszone eine mittlere Gefässgröße von 0.044 mm, in der 60.—65. Zuwachszone von 0.058 mm (Mittel aus 35 Messungen). Als Maximaldurchmesser der Gefässe fand HARTIG 0.115 mm, während ich nur einen Maximaldurchmesser von 0.094 mm fand. Auch die Gefässweite ist also reduziert, aber nicht so stark wie die Länge der Elemente.

Die Zahl der Gefässe pro Quadratmillimeter schwankt beträchtlich mit den äusseren Umständen, unter denen die Pflanze gezogen wurde. HARTIG fand sehr verschiedene Zahlen, die im geschlossenen Bestande etwa um 120 herum schwankten. In der Jugend und auch bei Bäumen, die durch einen Lichtungshieb unter günstige Lichtbedingungen kamen, war diese Zahl viel geringer, etwa 65—85 Gefässe pro Quadratmillimeter. Bei der Buche vom Pangerango fand ich ungefähr 130—140 Gefässe pro Quadratmillimeter, sowohl in der 15.—20. Zuwachszone als auch in der 60.—65. Das stimmt also mit den Zahlen der Buchen überein, die im geschlossenen Bestande aufwuchsen.

Von Inhaltsstoffen fand ich in Holz und Rinde der Äste nur wenig mit FEHLINGScher Gemisch reduzierbaren Zucker. Das Holz und das Mark strotzten aber immer von Stärke und auch die Rinde enthielt ziemlich viel; der dicke Ast mit 65 Zuwachszonen, führte in der Markröhre und im inneren Holz auch noch ziemlich viel Stärkekörner. Fett fand sich fast nicht; mit Sudan III fand ich eine gelbliche Verfärbung einiger Rindenzellen und einiger Markstrahlzellen, aber es waren keine Klümpchen oder Körnchen zu sehen, sondern nur eine mehr gleichmässige Färbung des Plasmas.

Unsere Buche zeichnet sich also durch eine überaus reichliche Ablagerung der Stärke aus; der Stärkegehalt nimmt beim Austreiben der Knospen nicht merklich ab, wie das in Europa in den äusseren Jahresringen doch wohl der Fall ist. Wir haben hier einen Übermass organischer Nährstoffe und doch kommt die Pflanze nie zur Blüte.

Im allgemeinen zeigt die Buche auf dem Pangerango also den

typischen alpinen Habitus, nämlich: kriechenden Zwergwuchs; reich verzweigte, auf dem Boden horizontal ausgebreitete Achsen; kürzere Ästchen und kleinere Blätter. Die Blätter zeigen jedoch, wie aus der Vergleichung mit den Abbildungen von Licht- und Schattenblätter aus den Veröffentlichungen NORDHAUSENS und KLEBS¹⁾ hervorgeht, keine besondere xerophile Struktur wie man sonst im Hoochgebirge antrifft, keine Verlängerung der Pallisaden und keine Reduktion der Interzellularen. Eine Bevorzugung der Blütenbildung in alpinen Lagen, wie sie aus den Versuchen KERNERS und BONNIERS hervorging,²⁾ zeigt unsere Buche auch nicht; es werden ja gar keine Blüten ausgebildet. Es hat hier aber keinen Zweck, auf die Ursachen dieser Eigentümlichkeiten einzugehen, denn die nötigen Anhaltspunkte, um ein Urteil auszusprechen, wie z. B. Beobachtungen über Transpiration, Assimilation u. s. w., fehlen.

Zusammenfassung.

1. Die 85-jährige Buche auf dem Gipfel des Pangerango auf Java zeigt eine typische alpine Zwergform; ein etwa $4 \times 2\frac{1}{2}$ m hohes Gebüsch, das nicht höher wird als $1-1\frac{1}{2}$ m. Das Wachstum ist rein vegetativ. Die Blätter und Knospen sind etwa halb so gross wie die Blätter und Knospen von normalen Exemplaren in Europa. Auch die Länge der Holzelemente ist ungefähr bis auf die Hälfte reduziert. Die Gefässe sind ein wenig enger als im normalen Holz, die Anzahl pro Quadratmillimeter stimmt mit der Anzahl der Gefässe im Holze europäischer Buchen überein, die im geschlossenen Bestand aufgewachsen sind.

2. Die Belaubung ist astweise periodisch; immer findet man dürre nebst grünen, kahle und ruhende nebst treibenden Ästen. Die Kambialtätigkeit der einzelnen Äste verläuft synchron mit der Belaubung; es werden typische normale Zuwachszonen ausgebildet. Einer der Hauptäste wies an der Basis 65 Zuwachszonen

1) NORDHAUSEN: Über Sonnen- und Schattenblätter. Ber. d. d. Bot. Ges. XXI, 1903, S. 30. KLEBS: Über das Treiben der einheimischen Bäume, speziell der Buche. 1914.

2) Nach SCHIMPER, Pflanzengeographie, 2^e Auflage S. 747.

auf, eine Anzahl, die wahrscheinlich mit dem Alter übereinstimmt. Die Zuwachszonen Stellen also echte Jahresringe dar.

3. Die Blätter zeigen eine Differenzierung in Licht- und Schattenblätter; der Unterschied zwischen beiden Formen ist jedoch geringer als in Europa. Die Blattstruktur ist nicht stärker xerophytisch als in Europa.

TREUB-Laboratorium, Dezember 1925.

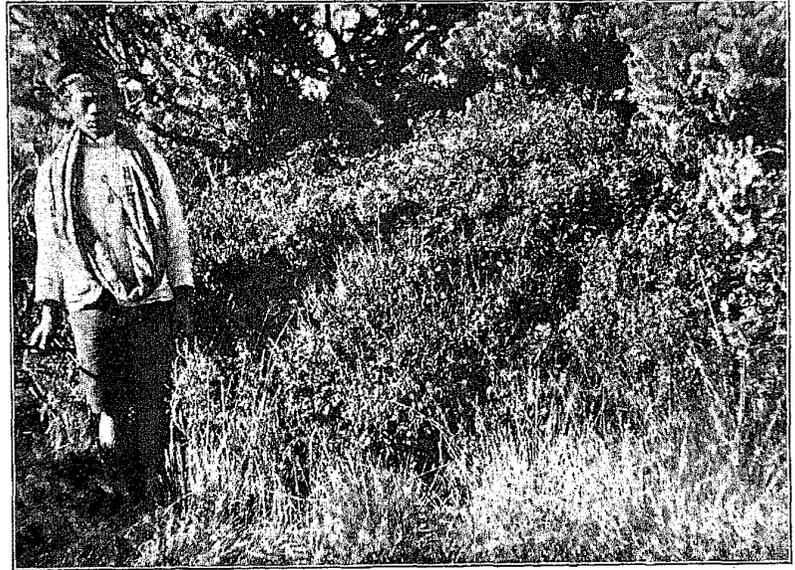


Fig. 1. Vorderansicht der Buche auf dem Pangerango. Im Vordergrund viele kahle Ästchen.

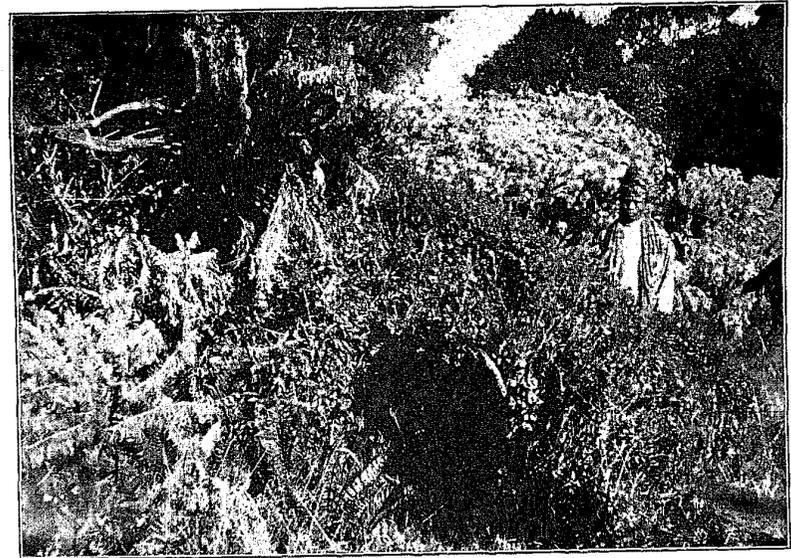


Fig. 2. Seitenansicht der Buche auf dem Pangerango.

Verf. Phot.



Fig. 1. Blick in das Gebüsch hinein; Äste mit dicken Moospolstern.

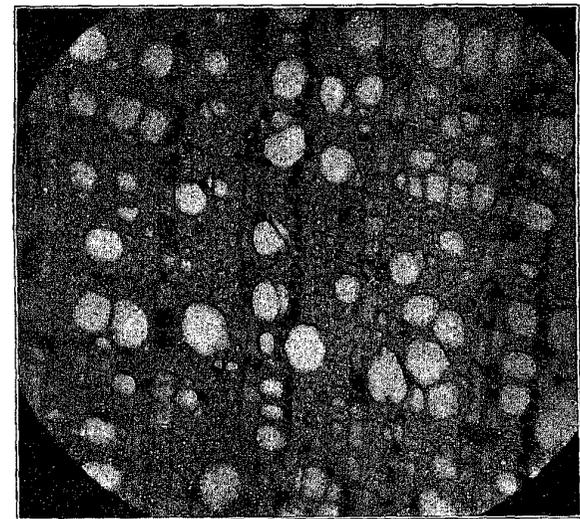


Fig. 2. Vergrößerung 120-fach. Querschnitt mit Zuwachszonen.
Verf. Phot.

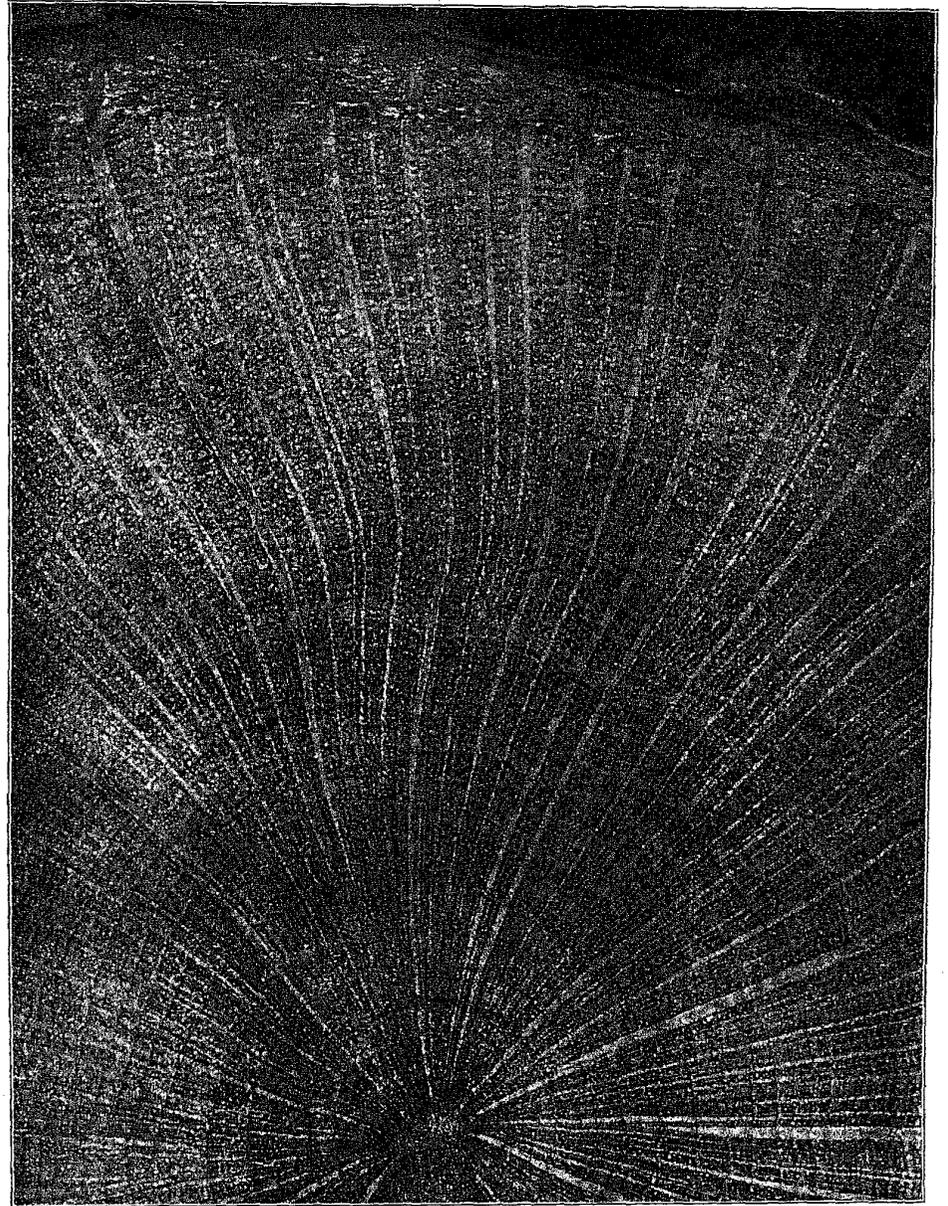


Fig. 1. Zehnfache Vergrößerung der Querscheibe eines dicken Astes, mit 65 Zuwachszonen.

BIANCHI Phot.

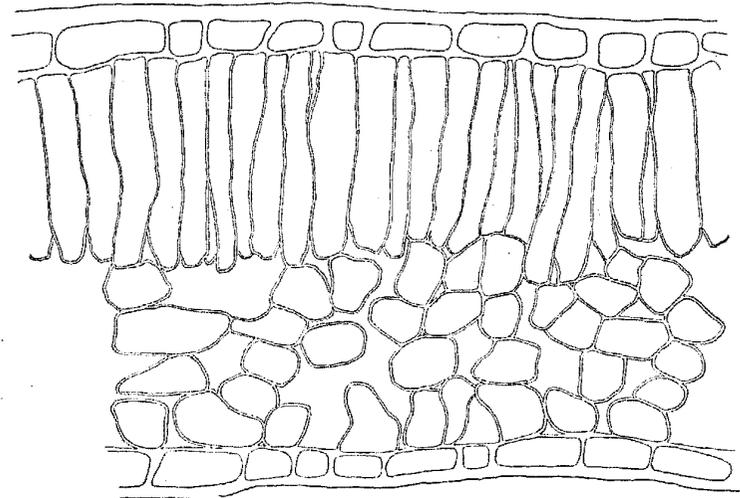


Fig. 1. Vergrößerung 500-fach. Querschnitt durch ein Lichtblatt der Buche vom Pangerango.

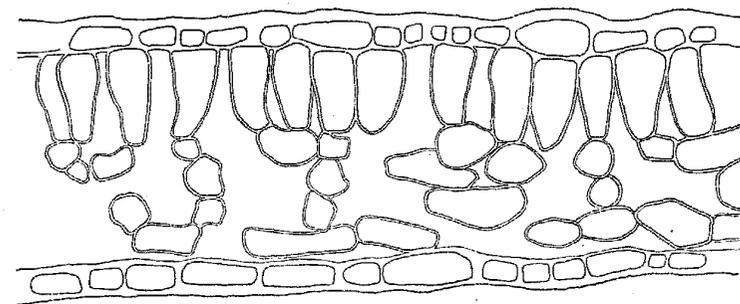


Fig. 2. Vergrößerung 500-fach. Querschnitt durch ein Schattenblatt der Buche vom Pangerango.