

- Digitalisierte Fassung im Format PDF -

Über die Rhythmik in der Entwicklung der Pflanzen

Georg Klebs

Die Digitalisierung dieses Werkes erfolgte im Rahmen des Projektes BioLib (www.BioLib.de).

Die Bilddateien wurden im Rahmen des Projektes Virtuelle Fachbibliothek Biologie (ViFaBio) durch die [Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg \(Frankfurt am Main\)](#) in das Format PDF überführt, archiviert und zugänglich gemacht.



Sitzungsberichte
 der Heidelberger Akademie der Wissenschaften
 Stiftung Heinrich Lanz
 Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahrgang 1911. 23. Abhandlung.

Über die Rhythmik in der Entwicklung der Pflanzen

von

1857 - 1918

Georg Klebs
 in Heidelberg

Eingegangen am 8. August 1911

Bibliothek
 der
 Kaiserl. Leopold.-Carolinisc
 Deutschen
 Akademie der Naturforsch



Bibliothek Plesse

-Geschichte Biologie-

Nr. 42A

Heidelberg 1911

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung

Verlags-Nr. 681.



Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg.

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften

(Stiftung Heinrich Lanz)

Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse.

Veröffentlichte Arbeiten:

(Die hinter dem Titel in Klammern stehenden Zahlen bezeichnen Jahrgang und Nummer der Sitzungsberichte.)

ARNOLD, JULIUS. Über feinere Strukturen und die Anordnung des Glykogens in den Muskelfaserarten des Warmblüterherzens. (1909, 1.) 34 S. mit zwei kol. Tafeln. 2,— Mk.

— Über Nierenstruktur und Nierenglykogen. (1910, 10.) 24 S. mit einer Tafel. 1,20 Mk.

— Über die Resorption „vitaler“ Farbstoffe im Magen und Darmkanal. (1911, 14.) 20 S. mit 1 Tafel. 1,— Mk.

BECKER, A. Über die Abhängigkeit der Kathodenstrahlabsorption von der Strahlgeschwindigkeit. (1910, 19.) 16 S. —,60 Mk.

— Über die Diffusion leuchtender Metalldämpfe in Flammen und über die Lichtemissionszentren dieser Dämpfe. I. Teil. Meßmethode und deren Theorie. (1911, 7.) 20 S. mit 3 Abbildungen. —,75 Mk.

— und H. BAERWALD. Zur Kenntnis der Elektrizitätsträger in Gasen: Über die durch Kathodenstrahlen erzeugten Elektrizitätsträger. (1909, 4.) 27 S. mit 9 Abbildungen. 1,— Mk.

BEST, FRANZ, und O. COHNHEIM. Zur Physiologie und Pathologie der Magenverdauung. (1910, 23.) 12 S. —,50 Mk.

BOEHM, KARL. Axiome der Arithmetik. (1911, 13.) 11 S. —,40 Mk.

CAAN, ALBERT. Über Radioaktivität menschlicher Organe. (1911, 5.) 44 S. mit 5 Abbildungen und 1 Tafel. 1,50 Mk.

CANTOR, MORITZ. Karl Wilhelm Feuerbach. (1910, 25.) 18 S. —,75 Mk.

COHNHEIM, OTTO, und DIMITRI PLETNEW. Über den Gaswechsel der glatten Muskeln. (1910, 22.) 18 S. —,70 Mk.

— und GG. MODRAKOWSKI. Zur Wirkung von Morphinum und Opiumpräparaten (Pantopon) auf den Verdauungskanal. (1911, 6.) 18 S. —,75 Mk.

CURTIUS, THEODOR, und HARTWIG FRANZEN. Aldehyde aus grünen Pflanzenteilen. (1910, 20.) 13 S.

DECHEND, H. v., und W. HAMMER. Über Kanalstrahlen. (1910, 21.) 30 S. 1,20 Mk.

DITTRICH, M., u. W. EITEL. Über Verbesserungen der Ludwig-Sipöczschen Wasserbestimmungsmethode in Silikaten. (1911, 21.) 11 S. mit 1 Abbildung. —,50 Mk.

ENGLER, C., und W. BECKER. Die Bildung der Erdalkaliperoxyde. (1910, 15.) 11 S. —,50 Mk.

FRANZEN, HARTWIG. Über die Bildung der Aminosäuren in den Pflanzen und über die Einwirkung von Formaldehyd auf Cyankalium. [I. Theoretischer Teil.] (1910, 9.) 54 S. 1,80 Mk.

— — II. Teil. (1910, 29.) 38 S. 1,30 Mk.



Sitzungsberichte
der Heidelberger Akademie der Wissenschaften
Stiftung Heinrich Lanz
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse
Jahrgang 1911. 23. Abhandlung.

Über die Rhythmik in der Entwicklung der Pflanzen

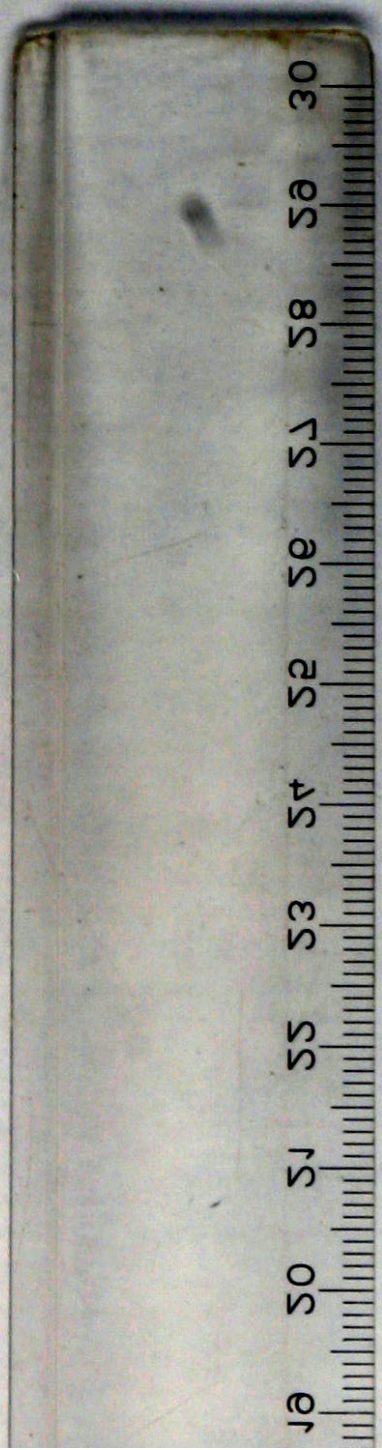
von

Georg Klebs
in Heidelberg

Eingegangen am 8. August 1911



Heidelberg 1911
Carl Winter's Universitätsbuchhandlung



In allen Gegenden der Erdoberfläche mit deutlich ausgeprägtem Wechsel des Klimas zeigt die Pflanzenwelt einen entsprechenden Wechsel der Entwicklung. In der kalten Zeit der temperierten Zonen oder in der trockenen Zeit tropischer Zonen geht die Pflanzenwelt in einen Ruhezustand über, während in der warmen bzw. feuchten Zeit das Wachstum lebhaft vor sich geht. Unter Ruhe wird hier der Stillstand der Entwicklung verstanden, während andere Lebensprozesse, wie die Atmung und dergleichen, niemals aufhören, solange die Pflanze überhaupt lebendig bleibt. Bei der Entwicklung selbst können wir unterscheiden: die erste Anlage der neuen Organe, die gewöhnlich sehr langsam und mit geringer Längenzunahme erfolgt, und die eigentliche Streckung, auf der die leicht sichtbare Vergrößerung beruht. Wenn ich im folgenden vom Wachstum rede, so meine ich in erster Linie die Streckung der vegetativen Organe.

Der Eintritt in den Ruhezustand ist in unserer Zone durch den Laubabfall gekennzeichnet. Nach GARCKES Flora von Deutschland gibt es, abgesehen von den Koniferen, 112 dikotyle Baumarten, die sämtlich im Herbst ihr Laub abwerfen; von den 108 größeren Sträuchern sind nur vier im Winter immergrün (*Ilex aquifolium*, *Buxus sempervirens*, *Hedera Helix*, *Ledum palustre*). Schon wesentlich verändert sind die Verhältnisse, wenn wir nach Japan gehen, einem Gebiet mit ausgesprochenem Wechsel von Sommer und Winter, aber mit allmählich steigender Wintertemperatur von der nördlichen Insel Hokkaido bis zur Südspitze von Kiushiu, wo bereits ein subtropisches Klima herrscht. Auf Hokkaido überwiegen noch die laubabwerfenden dikotylen Bäume, in den Wäldern des südlichen Kiushiu dagegen immergrüne Eichen, Lauraceen usw. Noch auffallender ist die Vorherrschaft der immergrünen Bäume in tropischen Gegenden. In Ceylon zeigt das Klima noch eine deutliche Periodizität, da in

den Monaten Februar, März trockne Hitze, April Mai feuchte Hitze vorwaltet, während in den übrigen acht Monaten reichlicher Regenfall erfolgt. Nach den gründlichen Untersuchungen von WRIGHT (1905, S. 463) sind von 650 einheimischen Baumarten 560 immergrün; die laubabwerfenden sind auf 14% reduziert. In Java sinkt die Zahl noch weiter, da nach den langjährigen Forschungen von KOORDERS (1908) unter 1200 einheimischen Baumarten nur noch 65 (also 5%) laubabwerfend sind. Diese 65 Spezies finden sich dabei fast ausschließlich in den niederen Regionen von Ost- und Mitteljava, wo eine deutliche Trockenzeit im Sommer herrscht. Die Baumvegetation von Westjava (ohne ausgesprochene Trockenzeit) setzt sich wesentlich nur aus immergrünen Pflanzen zusammen. Diese Tatsachen weisen deutlich genug darauf hin, daß der Laubabfall der Bäume in engstem Zusammenhang mit der Beschaffenheit des Klimas steht.

Merkwürdigerweise wurde dieser Zusammenhang bezweifelt auf Grund von Beobachtungen in den Tropen, besonders in dem botanischen Garten von Buitenzorg (Westjava). Der frühere Direktor, der ausgezeichnete Forscher TREUB (1887), machte zum ersten Male auf das Verhalten tropischer Bäume aufmerksam, die trotz des gleichmäßigen Klimas einen Wechsel von Ruhe und Wachstum zeigen. Solche Gewächse schienen eine Periodizität aus rein inneren Gründen zu besitzen. Diese Auffassung wurde auch durch HABERLANDT (1893, S. 121) lebhaft unterstützt und auf die Pflanzen der temperierten Zonen übertragen. Er spricht den Satz aus: „Nur solche Holzgewächse, welche von vornherein eine solche Periodizität aufweisen, konnten sich in unserem Klima dauernd erhalten.“ Am ausführlichsten hat sich SCHIMPER in seinem berühmten Werk über die Pflanzengeographie (1898) mit dem Problem beschäftigt. Er kommt zu dem allgemeinen Resultat (S. 262), daß das Pflanzenleben sich in einem notwendigen Rhythmus von Ruhe und Bewegung vollziehe, der im Wesen des Organismus und nicht in den äußeren Bedingungen begründet sei. SCHIMPER beruft sich auf folgende Erscheinungen des Tropenlebens:

1. In dem immer feuchten Tropengebiet finden sich Holzgewächse, die ohne jede Beziehung zur Jahreszeit in größeren oder geringeren Intervallen ihr Laub abwerfen.

2. Die einzelnen Individuen der gleichen Baumspezies können

sich zu ganz verschiedenen Jahreszeiten unter den gleichen äußeren Bedingungen entlauben und belauben.

3. Die Zweige bzw. Zweigsysteme des gleichen Baumes verhalten sich zu der gleichen Zeit ganz ungleichartig; die einen können ruhen, sogar entlaubt sein, während andere in lebhafter Wachstumstätigkeit begriffen sind.

4. Bäume aus temperierten Zonen zeigten in dem immer feuchten Berggarten von Tjibodas (Java) im Dezember und Januar mannigfache Stadien sommerlicher Belaubung und Fruchtbildung, andererseits winterlicher Ruhe und Kahlheit.

Alle diese Tatsachen können nach SCHIMPER nur durch die Annahme erklärt werden, daß die Pflanzen eine von dem Klima unabhängige, notwendige innere Periodizität besitzen.

Von ganz anderen Gesichtspunkten aus bin ich zu demselben Problem der Ursachen periodischer Entwicklung geführt worden. Schon bald nach dem Erscheinen des SCHIMPER'schen Werkes habe ich (1903, S. 129) die allgemeine Gültigkeit seiner Anschauungen bestritten und — wie ich auch heute meine — widerlegt. Es handelt sich hier um sehr verwickelte Erscheinungen des Pflanzenlebens, die in sehr mannigfachen und vielfach noch unerforschten Beziehungen zur Außenwelt stehen. Bei Gelegenheit eines Winteraufenthaltes in Buitenzorg habe ich mich eingehender mit den hierhin gehörigen Fragen beschäftigt, und ich möchte an dieser Stelle meine Anschauungen über sie kurz darlegen.

Ich ergreife die Gelegenheit, um meinen wärmsten Dank allen den Herren auszusprechen, die bei der Verwaltung des Gartens von Buitenzorg beteiligt sind, und die mit größter Bereitwilligkeit und nie versagender Liebenswürdigkeit meine wissenschaftlichen Bestrebungen unterstützt und gefördert haben. Ganz besonders Dank schulde ich dem Direktor des Departements, Herrn LOVINCK, dem Direktor des Gartens, Herrn KONINGSBERGER, dem Vorsteher des Fremdenlaboratoriums, Herrn VON FABER. Nach dem Weggange von TREUB ist in Deutschland vielfach die Befürchtung laut geworden, daß der Garten von Buitenzorg wesentlich nur den Aufgaben der Praxis dienen werde. Ich möchte um so mehr hier hervorheben, daß die Verwaltung in allen Beziehungen bestrebt ist, die durch TREUB begründete Bedeutung des Buitenzorger Gartens als eines der wichtigsten wissenschaftlichen Tropeninstitute dauernd zu erhalten.

Für die Erörterung der Fragen nach dem Vorkommen und den Ursachen des rhythmischen Wechsels von Ruhe und Wachstum will ich unterscheiden:

- I. Das Verhalten krautartiger Pflanzen aus temperiertem periodischem Klima.
- II. Das Verhalten holziger Pflanzen aus temperiertem periodischem Klima.
- III. Das Verhalten tropischer Pflanzen.
- IV. Die Bedingungen der Ruhe und des Wachstums bei tropischen Bäumen.
- V. Über das Blühen tropischer Bäume.

I. Das Verhalten krautiger Pflanzen aus temperiertem periodischem Klima.

Die entscheidenden Tatsachen, die die allgemeine Gültigkeit des SCHIMPER'schen Satzes verneinten, entstammten zunächst meinen Untersuchungen über den Entwicklungsgang einiger Algen und Pilze. Die jahrelang fortgesetzten Kulturen lehrten unzweifelhaft, daß bei diesen Organismen irgend ein Wechsel von Ruhe und Bewegung nicht notwendig ist. Denn sobald man die Bedingungen für das vegetative Wachstum kennt und praktisch verwirklichen kann, muß der betreffende Organismus beständig weiter wachsen; er kann nicht zur Ruhe kommen, er fließt un-
aufhörlich dahin, gleichsam wie ein Strom mit konstantem Gefälle. Das ist nicht eine Eigentümlichkeit niederer Organismen. Vielmehr ließen sich auch höhere Pflanzen in gleicher Weise zu einem solchen jahrelang dauernden Wachstum bringen, wie z. B. *Glechoma hederacea*, *Fragaria lucida* u. a. (1903, S. 35). Folglich existiert keine allgemeine Regel, nach der der pflanzliche Organismus eine Zeitlang ruhen müßte.

In unserem Klima machen alle Gewächse mehr oder weniger im Winter eine Ruheperiode durch, und es war bekannt, daß gewisse Arten von Knollen- und Zwiebelpflanzen sich nicht durch höhere Temperatur im Herbst zum Treiben bringen lassen. Die Meinung, daß die Mehrzahl unserer Pflanzen eine solche einigermaßen fixierte Ruheperiode besitzt, erwies sich aber als irrig. In den Jahren 1901—1903 habe ich eine ganze Anzahl per-

ennierender und zweijähriger Gewächse während des Winters im warmen Gewächshaus kultiviert (1903, S. 129) und in beständigem Wachstum erhalten. Neue Versuche sind in den Wintern 1903/04, 1904/05, 1909/10 von mir ausgeführt worden; die Tabellen VI—IX am Schluß der Arbeit geben einen kurzen Bericht über die Resultate. Weitaus die Mehrzahl der untersuchten Gewächse treibt am Anfang des Winters bei höherer Temperatur aus; sie besitzen keine irgendwie fixierte Ruheperiode. Eine kleinere Anzahl treibt erst später im Januar oder Februar oder erst im März aus. Unter den Gewächsen, die sich in der ersten Winterhälfte in dieser Weise ruhend verhielten, hebe ich mit Rücksicht auf spätere Versuche folgende hervor: *Lysimachia vulgaris*, *Aspidium filix mas*, *Iris pumila*. Eine auffallend feste Ruheperiode besitzen die Rhizome von Polygonatumarten. Jeder Fall einer solchen ruhenden Pflanze verlangt eine spezielle Untersuchung, um die äußeren Mittel zu finden, durch die die Ruheperiode beseitigt oder verkürzt werden kann. Mehrfach habe ich mit Erfolg durch Verletzungen ein früheres Treiben veranlaßt. Wohl am auffallendsten ist das Verhalten der Winterknospen von *Hydrocharis Morsus ranae*, die durch Wärme am Anfang des Winters nicht aus ihrer Ruhe erweckt werden können. Sie keimen aber sofort (schon im Oktober) aus, sobald man die Knospe in zwei Hälften teilt; beide Teile können sogar zum Wachstum übergehen.

Die im Winter wachsenden Pflanzen zeigen mancherlei Abweichungen gegenüber dem sommerlichen Wachstum. Es erklärt sich dieser Unterschied aus der Kultur im warmen, feuchten, dabei lichtarmen Gewächshaus. Ein optimales Wachstum kann nur erfolgen, wenn alle notwendigen äußeren Bedingungen in einem gewissen Verhältnis ihrer Intensitäten stehen. Eine einseitige Steigerung eines einzelnen Faktors bewirkt weder bei dem Wachstum noch bei anderen Lebensvorgängen eine Förderung. Es ist seit den Untersuchungen LIEBIGS längst bekannt, daß eine einseitige Düngung mit einem notwendigen Nährsalz, z. B. einer Stickstoff- oder Phosphorverbindung, nicht immer Nutzen bringt. Vielmehr wird der Ertrag an Pflanzensubstanz durch jenes Nährsalz bestimmt, das in geringster Menge vorkommt. Nach den wichtigen Ausführungen von BLACKMAN (1905) gilt diese Regel des Minimums auch für andere Faktoren, wie Temperatur, Feuchtigkeit, Licht, CO₂-Gehalt der Luft. Der in geringster In-

tensität vorhandene Faktor bestimmt die Intensität des Lebensvorganges; er erscheint als einschränkende (limiting) Bedingung. Dazu kommt, daß, wenn gewisse Faktoren, z. B. die Temperatur oder der CO₂-Gehalt, über eine gewisse Grenze hinaus gesteigert werden, direkt schädliche Einflüsse ausgeübt werden.

Bei den im Winter wachsenden Pflanzen ist die Temperatur einseitig gesteigert; sie fördert neben dem Wachstum gerade die stoffzerstörenden Prozesse, in erster Linie die Atmung, während der stoffaufbauende Prozeß der Assimilation nur in relativ geringer Intensität stattfinden kann, und das macht sich selbst bei Pflanzen bemerkbar, die reichlich Reservestoffe gespeichert haben. Die Temperatur kann sich auch bei manchen Pflanzen unserer Zone der maximalen schädlichen Grenze nähern. Bei den Versuchen (Winter 1904/05) im Viktoriahaus, wo die Temperatur meist unter 20° blieb, wuchsen die Pflanzen besser als im Gewächshaus des Institutes, wo die Temperatur sich meist über 20° hielt. Auch die große Feuchtigkeit in den Gewächshäusern übt ihren Einfluß aus; denn sie bedingt einen hohen Wassergehalt, damit ganz veränderte Konzentrationsverhältnisse der gelösten Stoffe. Alles dieses wirkt zusammen, um die Wachstumsbedingungen während des Winters wesentlich gegenüber denen des Sommers zu verändern. Je nach ihrer spezifischen Natur reagieren die Pflanzen in verschiedener Weise auf solche Änderungen. Einige Hauptfälle will ich hier anführen.

1. Die Pflanzen wachsen während des Winters nur in Form kriechender Sprosse und kommen nicht zur Bildung aufrechter Stengel, so z. B. *Glechoma hederacea*, *Mimulus luteus*, *Ranunculus Lingua* u. a.

2. Die Pflanzen (besonders zweijährige) wachsen nur in Form von Rosetten; sie werden während des Winters so verändert, daß sie sich nicht einmal im kommenden Sommer zu aufrechten blütentragenden Sprossen erheben können: so bei der Zuckerrübe, *Cochlearia officinalis*, *Digitalis purpurea* u. a.

3. Die Pflanzen bilden aufrechte Sprosse, die aber nach einiger Zeit absterben und durch neue Sprosse aus der Basis des Stammes ersetzt werden: so *Veronica longifolia*, *Polygonum amphibium*.

Als ich den Plan faßte, nach Buitenzorg zu gehen, nahm ich mir vor, die Resultate meiner Versuche dadurch nachzuprüfen, daß ich einige mir wohl bekannte europäische Pflanzen

lebend nach Java hinschaffte¹⁾, um sie während des Winters dort zu beobachten. Sie wurden im Juli 1910 in zwei WARD'sche Kästen eingepflanzt und Anfang August nach Buitenzorg geschickt. Herr Prof. SENN war so liebenswürdig, die Kästen während der Seereise zu überwachen. Die Mehrzahl der Gewächse kam lebend in Buitenzorg an. Herr WIGMAN jun., dem ich für alle seine Bemühungen um meine Kulturen den wärmsten Dank ausspreche, pflanzte die Arten in Töpfe und sorgte auch für sie weiter. Ferner hatte ich per Post Knollen verschiedener Pflanzen nach Buitenzorg geschickt, die am 19. September eingesetzt wurden. In Japan besorgte mir Herr INUI, mein hilfsbereiter Begleiter auf meinen Reisen in Kiushiu, einige Knollen und Zwiebeln, die in Buitenzorg Mitte Oktober eingepflanzt wurden. Vor allem danke ich aber Herrn Prof. MIYOSHI aus Tokio, der so liebenswürdig war, mir eine große Anzahl japanischer Pflanzen in Form von Knollen, Zwiebeln oder Rhizomen nach Buitenzorg zu senden. In ausgezeichneter Verpackung kamen sie Anfang Dezember an; sie wurden am 3. des Monats größtenteils in das Freiland gepflanzt, während einige nach dem freundlichen Rate des Herrn WIGMAN sen. in Töpfe gesetzt wurden. Alle Topfpflanzen standen in einer nach allen Seiten offenen, oben gedeckten und daher vor Regen geschützten Halle. Als ich Mitte Oktober in Buitenzorg eintraf, ließ ich einen Teil meiner Pflanzen aus Heidelberg nach dem Berggarten von Tjibodas bringen, der in einer Höhenlage von ca. 1400 Meter ein kühleres und feuchteres Klima als Buitenzorg besitzt. Die Pflanzen wurden in Tjibodas in Töpfen, vor Regen geschützt, kultiviert; ein kleiner Teil wurde ins Freie ausgesetzt.

A. Das Verhalten der Heidelberger Pflanzen.

Die in das tropische Klima übergeführten Pflanzen (40 Arten) waren auf Grund meiner früheren Untersuchungen ausgewählt worden; ich nahm teils solche Arten, die im warmen Gewächshaus, sei es von Halle, sei es von Heidelberg, im Winter nicht gewachsen waren, teils solche, die keine auffallende Ruheperiode

¹⁾ Die Mittel für die Sendung der Heidelberger Pflanzen nach Buitenzorg und Tjibodas, ebenso für die Sendung meiner tropischen Versuchspflanzen von Buitenzorg nach Heidelberg wurden mir von der Heidelberger Akademie bewilligt, wofür ich ihr bestens danke.

aufgewiesen hatten. Es zeigten sich auch in Buitenzorg große Verschiedenheiten des Verhaltens (vgl. Näheres in Tabelle X, XI, Anhang).

a) Es keimten überhaupt nicht in Buitenzorg:

die Knollen von *Ficaria ranunculoides*,
 „ „ „ *Dentaria bulbifera*,
 „ Rhizome „ *Adoxa moschatellina*,
 „ „ „ *Iris pumila*.

Von diesen Pflanzen wurden *Ficaria* und *Iris* auch in Tjibodas kultiviert. *Ficaria* hatte am Anfang Februar deutlich getrieben. Besonders bemerkenswert verhielt sich *Iris pumila*, die weder in Heidelberg noch in Buitenzorg während des Winters gewachsen war, aber in Tjibodas sofort im November neue Blätter trieb und auch weiter wuchs bis zum Ende des Versuches (6./II. 11).

b) Es begannen gleich etwas auszukeimen, ohne aber sich während des Winters in Buitenzorg viel weiter zu entwickeln:

die Knollen von *Aconitum napellus*,
 „ „ „ *Arum maculatum*,
 „ Rhizome „ *Asarum europaeum*,
 „ „ „ *Circaea Lutetiana*,
 „ Knollen „ *Colchicum autumnale*,
 „ „ „ *Helianthus tuberosus*,
 „ Rhizome „ *Valeriana dioica*.

Alle diese Pflanzen (ausgenommen *Helianthus*) hatte ich früher auf ihre Wachstumsfähigkeit am Beginn des Winters geprüft, und zwar ohne Erfolg. In Buitenzorg war insofern ein Fortschritt zu beobachten, als die ersten Stadien der Keimung bei *Aconitum*, *Colchicum* deutlicher hervortraten, während die weitere Entwicklung in Buitenzorg so gut wie stillstand, in Tjibodas auch nur langsam erfolgte.

c) Es keimten erst im Laufe des Novembers, wuchsen dann während des Winters mit geringer Intensität weiter:

die Knollen von *Oxalis canescens*,
 „ „ „ „ *catharinensis*,
 „ „ „ *Solanum tuberosum*.

Das langsame Wachstum, das frühe Absterben der Blätter bewies, daß das Klima von Buitenzorg auf diese Arten sehr ungünstig einwirkte. Die praktischen Erfahrungen hatten gerade

für die Kartoffel gelehrt, daß eine erfolgreiche Kultur notwendig ein kühleres Klima verlangte, wie z. B. das von Tjibodas. Ich habe Versuche in Tjibodas nur mit den Knollen von *Oxalis catharinensis* angestellt; sie hatten Anfang November viel kräftiger gekeimt, waren dann aber im Februar abgestorben.

d) 27 Pflanzen (unter 40) trieben sofort im Oktober aus und wuchsen weiter bis zum 8. Februar (Ende des Versuches). Unter diesen gab es vier Arten, die am Anfang des Winters nicht im warmen Gewächshaus von Halle resp. Heidelberg zu wachsen vermochten:

Aspidium filix mas, *Lysimachia ciliata* und *vulgaris*, *Mirabilis Jalapa*.

Ihre volle Entwicklung bis zur Bildung von Blüten erreichten: *Dahlia variabilis*, *Bulbine annua* (beide reichlich blühend), *Oxalis articulata* (mäßig), *Mirabilis Jalapa* und *Scorzonera hispanica* (gering). In Europa gelang es mir nicht, *Dahlia* während des Winters zur Erzeugung offener Blüten zu bringen. Von besonderem Interesse ist das Verhalten von *Aspidium filix mas*, das in Buitenzorg nur sterile Blätter bildete, dagegen in dem kühleren Tjibodas Sori mit Sporangien an den Blättern erzeugte.

Die Wachstumstätigkeit während des ganzen Winters erfolgt je nach den Arten in verschiedener Intensität und zum Teil in einer abweichenden Form. Wir können folgende Fälle unterscheiden:

α) Pflanzen typisch wachsend wie im Sommer, so: *Dahlia*, *Allium Schoenoprasum*, *Acorus calamus*, *Carex Grayii*, die letzteren drei ohne Infloreszenzen.

β) Pflanzen typisch wachsend nur mit geringerer Sproßbildung, so: *Sedum spectabile*.

γ) Pflanzen nur in Form von Rhizomen wachsend.

Das auffallendste Beispiel dieser Art war *Ranunculus Lingua*, die bekannte deutsche Sumpfpflanze, mit deren Formänderungen ich mich bereits früher (1904, S. 558) beschäftigt hatte.

Die aufrechten Sprosse bilden bei uns im Herbst im Gewächshaus teils an der Spitze, teils aus den Seitenknospen Rhizome, die sich am Licht abwärts krümmen und sich im Falle, daß sie die Erde erreichen, in sie hineinbohren. Diese Rhizome wachsen sehr langsam in der Erde fort, noch langsamer im Licht, und sterben häufig ab. Am besten kultiviert man die Rhizome untergetaucht in einem Aquarium, wo sie während des Winters

große zarte Wasserblätter erzeugen. Es gelang mir nie, aufrechte Sprosse im Winter zu erhalten. Das Klima von Buitenzorg gestattet ein intensiveres Wachstum aber wesentlich mit dem gleichen Resultat nur in Form von Rhizomen. Wenn diese in Wasser geleitet wurden, so nahmen die Blätter dabei nicht den Charakter der Wasserform an. Noch lebhafter war das Wachstum der Pflanze in Tjibodas — aber auch hier entstanden keine aufrechten Sprosse mit typischen Luftblättern.

Die Bedingungen des Tropenklimas wirken also ebenso ein, wie die der Gewächshäuser in unserem Winter; sie zwingen die Pflanze, nur in Form der kriechenden Rhizome zu wachsen, während sie im Sommer bei uns neben Rhizomen aufrechte Blüten sprosse zu bilden vermag. Während ich früher angenommen hatte, daß die geringe Lichtintensität unseres Winters der Grund für dieses Verhalten der Pflanze sei, muß ich jetzt schließen, daß in Buitenzorg die höhere Temperatur, in Tjibodas hohe Luftfeuchtigkeit die gleiche Wirkung ausüben.

In einer anderen Beziehung sehr merkwürdig verhielt sich *Crepis bulbosa*, eine Pflanze, die in Südfrankreich auf trockenem Boden lebt und wesentlich nur in der feuchten Zeit des Frühjahrs und Frühsommers wächst; sie überdauert die lange Trockenzeit in Form von Knollen.²⁾ Die daraus erhaltenen Pflanzen wuchsen während des Sommers in nährhaftem feuchtem Boden in Form von unterirdischen Rhizomen mit über die Erde tretenden ovalen Blättern. Genau in der gleichen Form wuchs die Pflanze weiter, als sie nach Buitenzorg und Tjibodas übergeführt wurde; niemals bildete sie eine Spur von Knollen, ebensowenig auch aufrechte Blüten sprosse.

δ) Die Pflanzen bilden bei sehr geringem Sproßwachstum wesentlich nur Blätter. Hierhin gehören Pflanzen wie *Campanula Trachelium*, *Viola odorata*, von denen die letztere auch keine kriechende Sprosse erzeugte. Wie die zweijährigen Gewächse bei meinen Winterversuchen in Halle oder Heidelberg, verhielt sich *Daucus carota*, die überhaupt nur in der ersten Zeit Neubildung von Blättern zeigte. Dagegen die andere zweijährige Pflanze *Scorzonera hispanica* kam in Buitenzorg merkwürdiger-

²⁾ Ich sammelte die Knollen einer Pflanze auf dem Hügel von Cette bei einer Exkursion, die ich unter der sehr anregenden Leitung von FLAHAULT im Juni 1908 mitmachte. Seit der Zeit kultiviere ich die Pflanze; ich hoffe später ausführlicher auf sie zurückzukommen.

weise zur Streckung der Achse, bis zur Bildung einer Blütenknospe, während sie in Tjibodas (hier ins Freie ausgepflanzt) bis zum Februar eine Menge gesunder Blätter ohne Streckung der Achse gebildet hatte.

ε) Die Pflanzen trieben aufrechte Sprosse. Allerdings waren diese Sprosse im Vergleich zu den in unserem Sommer gebildeten schwächlich und vor allem kleinblättrig, so bei *Gratiola officinalis*, *Polygonum amphibium*, *Lysimachia ciliata* und *vulgaris*. Die Triebe hörten nach einiger Zeit auf zu wachsen, es entstanden neue Triebe aus dem Wurzelstock oder aus den älteren Teilen des Stengels.

Diese Beobachtungen an Pflanzen, die aus einem periodischen Klima plötzlich in ein nicht periodisches, relativ gleichmäßiges versetzt worden sind, bestätigen und erweitern die Resultate meiner Versuche in den warmen Gewächshäusern bei uns. Der größere Teil wurde durch das Klima in Buitenzorg, noch besser durch das von Tjibodas, zu fortdauerndem Wachstum angeregt während der Zeit, in der sie in Europa ruhen. Andererseits ergibt sich, daß im allgemeinen die Kombination äußerer Faktoren in dem tropischen Klima ein wirklich optimales Wachstum mitteleuropäischer Pflanzen nicht gestattet. Das für diese Pflanzen geeignetste Verhältnis der Faktoren ist durch zu starke Steigerung, sei es mehr der Temperatur, sei es mehr der Feuchtigkeit, nicht erreicht worden. Je nach der spezifischen Natur der Pflanzen treten Änderungen von typischem Wachstum in verschiedener Form hervor. Eine kleine Anzahl ließ sich überhaupt nicht aus ihrem Winterschlaf erwecken; für sie sind andere Kombinationen von Faktoren nötig. Leider war es mir nicht möglich, in höherer Lage, z. B. nahe dem Gipfel des Pangerango bei Tjibodas, entsprechende Versuche anzustellen.

B. Das Verhalten japanischer Pflanzen.

Von vornherein hatte ich daran gedacht, daß Pflanzen unserer Zone für ihr Leben wohl nicht eine sehr günstige Außenwelt in den Tropen finden würden. Ich stellte mir vor, daß Pflanzen aus einem durchschnittlich wärmeren periodischen Klima besser für den Versuch geeignet wären. Deshalb hatte ich auch neben mitteleuropäischen Pflanzen solche aus dem Kapland, von Montevideo stammende Oxalisarten, ferner *Crepis bulbosa* aus Süd-

frankreich in Buitenzorg kultiviert. In erster Linie dachte ich daran, mit japanischen Pflanzen Versuche anzustellen. Die von mir selbst aus Japan mitgebrachten Pflanzen, *Ipomoea batatas*, *Colocasia antiquorum*, *Allium ascalonicum*, *Lycoris sanguinea*, *Zingiber officinale*, erfüllten auch meine Erwartungen in hohem Grade. Denn sie trieben, Mitte Oktober eingepflanzt, sehr bald aus und wuchsen den ganzen Winter, zum Teil wie *Ipomoea*, *Colocasia*, in üppigster Weise (s. Tabelle XII, Anhang). In viel größerem Maßstabe konnte ich den Versuch anstellen dank der großen Hilfe von Herrn Prof. MIYOSHI. Die von ihm gesandten Pflanzen befanden sich mehr oder weniger in ihrem winterlichen Ruhezustand. Nach den in Tabelle XIII, Anhang, niedergelegten Beobachtungen können wir folgende Gruppen unterscheiden:

1. Alle sieben Pflanzen jeder Art innerhalb acht Tagen keimend und den ganzen Winter kräftig wachsend:

Allium Bakeri,
Colocasia antiquorum,
Hemerocallis fulva,
Ipomoea batatas,
Lycoris radiata,
 „ *squamigera*,
Pinellia ternata,
 „ *tripartita*,
Scilla japonica.

Nur *Pinellia tripartita* kam auch zum Blühen und blühte fort bis Februar.

2. Nur ein Teil der ruhenden Organe der gleichen Art keimend:

- a) Sogleich bei *Lilium longifolium*.
 b) Nach 14 Tagen bis 3 Wochen bei
Dioscorea batatas,
Lilium tigrinum,
Polygonatum latifolium,
 „ *officinale*.

Die beiden letzteren Pflanzen sind Arten einer Gattung, die sich durch eine sehr stark fixierte Ruheperiode auszeichnet; die entsprechenden europäischen Arten haben in meinen früheren Versuchen bis zum März geruht; auch keimte das aus Heidelberg

gebrachte *Polygonatum latifolium* in Buitenzorg nicht aus. Bei den japanischen Formen sehen wir unter dem Einfluß des Klimas eine wesentliche Änderung des Verhaltens; ihre Ruheperiode läßt sich deutlich abkürzen.

c) Nach 1½ Monaten *Asparagus lucidus*.

d) „ 2 „ *Tulipa edulis*.

3. Nicht keimend bis 8. Februar (Ende des Versuches):

Disporum sessile,

Begonia Evansiana,

Dioscorea japonica,

Fritillaria verticillata,

Lilium auratum,

„ *cordifolium*,

„ *speciosum*,

Trichosanthes cucumeroides,

„ *japonica*.

Alle diese japanischen Pflanzen zeichnen sich durch den Besitz besonderer Organe, wie Rhizome, Knollen, Zwiebeln aus, die tatsächlich in ihrer Heimat während des Winters ruhen. Die Versuche zeigen, daß für eine Anzahl dieser Pflanzen die Ruhe ausgeschaltet oder stark verkürzt werden kann; sie wachsen während der Wintermonate beständig weiter, und zwar sehr viel besser unter den Bedingungen des Buitenzorger Klimas als die Pflanzen aus Heidelberg. Auf der anderen Seite treffen wir auch hier Gewächse an mit fester Ruheperiode, für deren Beseitigung das Klima nicht genügt. Zwischen diesen Extremen finden wir eine Reihe Formen, die sich in mannigfach abgestuftem Grade mehr dem einen oder dem anderen Extrem nähern, genau wie wir es bei den europäischen Pflanzen beobachten können.

Alle diese Versuche beziehen sich nur auf einen relativ kurzen Aufenthalt der aus temperierten Zonen stammenden Pflanzen in dem gleichmäßigen Tropenklima. Von besonderem Interesse werden langjährige Kulturen solcher Pflanzen in Java sein. Glücklicherweise kann man im Berggarten von Tjibodas bereits die Resultate solcher Versuche beobachten. Anfang November 1910 sah ich eine große Menge Liliaceen, Amaryllideen, Irideen (meist aus Japan stammend) in kräftigster Vegetation und zum Teil, wie *Hemerocallis fulva* und *flava*, in lebhaftem Blühen. Der Gärtner WOLTERS, der mehrere Jahre den Berggarten ge-

leitet hatte, teilte mir mit, daß alle diese Knollen- und Zwiebelgewächse das ganze Jahr hindurch treiben. Das gelte auch für unsere Hyazinthe, die hier Zwiebeln bildet, die gleich wieder auskeimen, während die Pflanzen nur selten zur Blüte gelangen. Die einzigen Zwiebelgewächse, die nach seinen Erfahrungen in Tjibodas zur winterlichen Ruhe übergehen, sind: *Lilium auratum* und *Galtonia candicans*. Wir sehen also, daß Pflanzen sogar mit ausgesprochener Ruheperiode durch den Einfluß des Klimas so verändert werden, daß sie imstande sind, ohne Ruhe fortzuwachsen. *Hyacinthus* verhält sich wie die Kartoffel, deren Knollen nach VOLKENS in der Gegend am Kilimandscharo auch sofort nach der Reife auszutreiben vermögen.

II. Das Verhalten holziger Pflanzen aus temperiertem periodischem Klima.

Die ausdauernden Pflanzen mit verholzenden Stengeln, Sträucher oder Bäume, zeigen nach den bis jetzt bekannten Untersuchungen im Prinzip die gleichen Erscheinungen wie die krautigen Gewächse. In früherer Zeit wurde die Tatsache oft hervorgehoben, daß Holzpflanzen nicht ohne weiteres durch Temperaturerhöhung im Winter zum Treiben gebracht werden (vgl. die ersten wichtigen Studien darüber bei ASKENASY, 1877). Durch JOHANNSEN (1906) lernte man die Methode der Ätherbehandlung kennen, durch die z. B. die Syringe zum frühzeitigen Wachsen und Blühen angeregt werden konnte. Auf meine Veranlassung hat HOWARD (1906) Versuche in größerer Ausdehnung angestellt, um zu entscheiden, in welchem Grade Holzgewächse aus Europa, Asien, Nordamerika sich im Winter treiben ließen. Unter 234 Pflanzenarten gelang es in Versuchen vom 20. Oktober bis 4. November 1905 125 zu finden, die durch Kultur der abgeschnittenen Zweige in Wasser im warmen Gewächshaus sofort austrieben. Mit den anderen Arten, die nicht gleich wuchsen, wurden mannigfache Versuche gemacht, um durch Einfluß des Äthers, der Kälte, der Trockenheit oder durch Kombinationen dieser Bedingungen das frühe Austreiben herbeizuführen. Es gelang in der Tat, die Mehrzahl der Versuchspflanzen während des Winters zum Wachstum zu veranlassen. Dagegen widerstanden elf Arten, so: *Fraxinus*, Quercusarten, *Fagus sylvatica* u. a. allen Versuchen; sie trieben kaum früher aus als

normalerweise, d. h. im März. Das sind also Bäume mit sehr fester Ruheperiode.

Mit Hilfe einer neuen, auch praktisch brauchbaren Methode, bei der ruhende Zweige oder ganze Pflanzen für einige Stunden in warmes Wasser (30°) getaucht werden, konnte MOLISCH (1908, 1909) manche Holzpflanzen, wie *Syringa* bereits im Juni, *Forsythia* im September, treiben lassen. In neuester Zeit hat FR. WEBER (1910) Knospen von *Syringa*, *Tilia* zum Frühtreiben gebracht, indem er sie mit einer Injektionsspritze anstach und in sie Wasser hineinpreßte.

Zu den Bäumen mit auffallend fester Ruheperiode gehört unsere Buche. Sowohl JOHANNSEN wie HOWARD und WEBER haben vergeblich versucht, eine wesentliche Abkürzung der Ruheperiode zu erreichen. WEBER gibt an, daß Faguszweige ohne Behandlung im März austrieben; die Wasserinjektion der Knospen hatte nur einen geringen Vorsprung in der Entwicklung zur Folge. Ich nahm in meinen WARD'schen Kästen drei kleine Bäumchen der Blutbuche nach Java (Tabelle X, Anhang). Das eine blieb in Buitenzorg und trieb nicht aus bis zum 15. Februar. Die beiden anderen Exemplare wurden nach Tjibodas gebracht; die eine Pflanze blieb im Topf und wurde in ein kleines Gewächshaus gestellt, die andere Pflanze wurde Anfangs November ins Freie ausgesetzt (s. Tabelle XI). Am 5. Februar hatte dieses ausgepflanzte Bäumchen geschwollene Knospen, aber noch ohne deutliche Entfaltung. Dagegen zeigte die Topfpflanze an einem Zweigsystem voll entfaltete Blätter, so daß der Beginn des Treibens jedenfalls schon im Januar stattgefunden haben mußte. Hier war zum ersten Male eine wesentliche Verkürzung der Ruheperiode erlangt worden. Aber es war sehr auffallend, daß das Bäumchen nicht gleichmäßig ausgetrieben hatte. Man beobachtete an den verschiedenen Ästen alle Stadien von noch unentfalteten Knospen bis zu völlig entwickelten Blättern. Es ist kaum zweifelhaft, daß später Mittel gefunden werden, auch bei uns die Ruheperiode der Buche zu verkürzen oder ganz zu beseitigen. Dafür spricht das interessante Verhalten der Buche nach jahrelangem Leben unter gleichmäßig klimatischen Bedingungen.

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 welke Blätter trug.

Schon SCHIMPER hatte das Verhalten von Bäumen temperierter Zonen in Java untersucht. Er hatte Ende Dezember bis Anfang Januar solche Bäume im Berggarten von Tjibodas in verschiedenen Stadien des Treibens und auch Blühens beobachtet, während andere Zweige des gleichen Baumes ruhten. Um dieses auffallende Verhalten näher zu studieren, nahm ich diese Beobachtungen wieder auf, und zwar gerade zu der Zeit, wo bei uns oder in entsprechenden Zonen die Bäume in den Ruhezustand übergehen. Ich untersuchte Ende Oktober in Buitenzorg, Anfang November in Tjibodas die seit lange dort kultivierten Bäume der Mittelmeerländer, Japans und Nordamerikas; die Tabellen XIV—XV (Anhang) geben näheren Aufschluß.

Von den 48 untersuchten holzigen Arten in Buitenzorg zeigten alle 9 Koniferen neu treibende Äste; nur relativ gering ein Exemplar von *Cupressus sempervirens* und *Cryptomeria japonica*, bei der allerdings ein basaler Trieb kräftig austrieb. Unter den dikotylen Sträuchern und Bäumen wiesen einige kahle Äste auf neben frisch treibenden: *Akebia quinata*, *Amygdalus persica*, *Celtis occidentalis*, *Cydonia japonica*, *Forsythia* spec. *Morus alba*, *Nerium Oleander*, *Olea fragrans*, *Punica granatum*, *Salix babylonica*, *Tecoma radicans*, *Vitex trifolia*. Die übrigen 27 Arten waren ganz beblättert, auch solche, die in ihrer Heimat nicht immergrün sind, wie *Akebia quinata*, *Clematis flammula*, *paniculata*, *viticella*, *Cydonia japonica*, *Hydrangea hortensis*, *Morus nigra*, *Rhus succedanea*, *Spiraea japonica*, *Thunbergii*. Besonders fiel mir an den baumartigen Pflanzen auf, wie die Sprosse an der Basis des Stammes oder wenigstens an seinem unteren Teil ein kräftigeres Wachstum zeigten als die höher befindlichen Äste. Reichliches Blühen zeigten vor allem die beiden Exemplare von *Buxus sempervirens*, eine der wenigen Pflanzen, die im Süden Deutschlands noch einheimisch sind, und auch in Buitenzorg fortkommen.³⁾ Ferner blühten *Azalea indica*, *Hy-*

³⁾ Allerdings ist es nicht absolut sicher, ob die beobachteten Exemplare zu *Buxus sempervirens* gehören. Herr J. SMITH war so freundlich, die Pflanze

drangea hortensis, *Nerium Oleander*, *Spiraea japonica*. Junge und reife Früchte saßen an den Zweigen von *Morus nigra*.

In dem kühleren und feuchteren Berggarten von Tjibodas lassen sich manche Holzpflanzen aus Japan, Nordamerika auf die Dauer besser erhalten als in Buitenzorg. Bei den 34 genauer untersuchten, ihrer Heimat nach bekannten Pflanzen fand ich alle Abstufungen von einem spärlichen Treiben bis zu kräftigstem, gesundem Wachstum des ganzen Baumes. Sehr geringes Wachstum, kahle Zweige zeigten besonders die Eichenarten (*Quercus pedunculata*, *sessiliflora* aus Deutschland, *heterophylla*, *rubra* aus Nordamerika). Kaum merklich ausgetrieben hatten *Juniperus virginiana*, *Litsaea glauca*, *Cupressus sempervirens*. Alle anderen waren mehr oder weniger in der Neubildung von Blättern begriffen; es blühten *Buxus sempervirens*, *Camellia japonica*, *Diospyros Kaki*, *Eriobotrya japonica*, *Ilex latifolia*, *Magnolia grandiflora*, *Prunus insiticia*, *Pinus longifolia*; junge und reife Früchte besaßen *Castanea japonica*, *Eriobotrya*, *Prunus*, *Diospyros*.

Für den Vergleich der Wirkungen des Klimas von Buitenzorg und Tjibodas konnten nur wenige Arten herangezogen werden. Wesentlich gleich verhielt sich *Buxus sempervirens*. Dagegen waren die Exemplare von *Cryptomeria japonica* in Tjibodas in viel lebhafterem Wachstum begriffen als in Buitenzorg. Ebenso wächst *Eriobotrya* in Tjibodas viel besser, blüte und fruchtete, während das Exemplar von Buitenzorg steril war. Ähnlich verhielt sich *Punica granatum*, das ich allerdings nicht direkt in Tjibodas, vielmehr in gleicher Höhe bei Sindanglaja mit Blüten und Früchten beobachtete. Nur *Litsaea glauca* war die einzige Pflanze, die in Buitenzorg lebhafter ausgetrieben hatte als in Tjibodas.

Bei der Durchsicht der Tabellen erkennt man, daß die überwiegende Mehrzahl der aus temperiertem periodischem Klima stammenden Bäume oder Sträucher unter dem Einfluß des tropischen Klimas zu einer Zeit treiben, wo sie in ihrer Heimat ruhen. Bäume wie *Castanea japonica*, *Eriobotrya japonica*, *Buxus* erscheinen ebenso kräftig und gesund wie etwa zur Zeit des Sommers in ihrer Heimat. Bei vielen anderen beobachtet man

näher zu untersuchen; er fand sie etwas abweichend von der typischen Form (vielleicht eine Folge der Kultur); sie erinnerte an eine ähnliche Himalaya-Form.

die von SCHIMPER hervorgehobene Eigentümlichkeit, daß die Zweige desselben Baumes auffallende Ungleichheiten aufweisen, indem die einen wachsen, während die anderen ruhen. Je ungünstiger nach der ganzen Erscheinung der Pflanze das Klima für eine Art ist, um so stärker tritt diese Ungleichheit hervor; die äußeren Bedingungen veranlassen wohl das Wachsen des Baumes, sind aber nicht genügend für das aller seiner Zweige. SCHIMPER legt auf diese Ungleichheit das größte Gewicht und sieht darin einen Beweis für die innere Rhythmik eines Zweiges. Tatsächlich ruht solch ein Baum, wie auch PFEFFER (1904, S. 270) betont, überhaupt nicht; sein Wurzelsystem, sein Stamm, ein Mehr oder Weniger von seinen Ästen wächst. Durch die Gleichsetzung der allgemeinen Ruhe und der partiellen wird gerade das interessante Problem verdeckt, warum das tropische Klima dieses ungleiche Verhalten der Zweige eines Individuums hervorruft. Ich komme weiter unten ausführlicher darauf zurück.

Die Untersuchungen an den krautartigen wie holzigen Gewächsen, die aus temperierten Zonen nach Java versetzt worden sind, stimmen in ihrem Hauptresultat überein. Eine erste Gruppe enthält die zahlreichen Pflanzen, die in dem tropischen Klima nicht zu einer Ruhe kommen, sondern fortwachsen, ebenso wie sie in der Heimat, z. B. in Europa, durch den Einfluß höherer Temperatur und Feuchtigkeit zum Treiben gebracht werden können. Es gibt eine zweite Gruppe von Pflanzen, die sich im Gewächshaus nicht einfach durch höhere Temperatur treiben lassen, sie können aber dazu veranlaßt werden durch stärkere äußere Reize, Narkose mit Äther, Kälte, Trockenheit, Warmwasserbad usw. oder durch längere Kultur im tropischen Klima. Eine dritte Gruppe umfaßt eine kleine Anzahl von Pflanzen, die eine sehr feste Ruheperiode besitzen, für deren Beseitigung die Mittel noch nicht genügend bekannt sind.

Man pflegt auch heute noch die Pflanzen der ersten Gruppe in scharfen Gegensatz zu denen der dritten Gruppe zu setzen, indem man sagt, daß die ersteren in ihrer Ruhe oder ihrem Wachstum von äußeren Bedingungen abhängig sind, die letzteren dagegen eine notwendige, auf rein inneren Gründen beruhende Ruheperiode besitzen. Schon früher habe ich mich gegen diese Auffassung gewendet, weil ich sie prinzipiell für unberechtigt halte. Von einer notwendigen unabänderlichen Ruhe kann man auf Grund negativer Resultate nicht sprechen. Die Pflanzen der

zweiten Gruppe weisen deutlich genug darauf hin, daß es möglich ist, solche feste Ruheperioden zu beseitigen; ich erinnere an die Kartoffel vom Kilimanscharo, die Buche am Pangerango, die Hyazinthe in Tjibodas. Wir müssen versuchen, das Problem so zu formulieren, daß sowohl das Gemeinsame wie das Unterscheidende im Verhalten der einzelnen Arten hervortritt.

Die Zellen des Vegetationspunktes einer Knospe müssen die allgemeine Fähigkeit besitzen, unter Umständen zu wachsen oder zu ruhen. Ob das eine oder das andere geschieht, hängt von der inneren physikalischen, chemischen Beschaffenheit der Zellen ab, von dem, was ich die „inneren“ Bedingungen nenne. Diese selbst werden einmal bestimmt durch die spezifische Struktur, die darüber entscheidet, in welcher Form und in welcher Geschwindigkeit das Wachstum bei einer bestimmten Kombination aller für die Zellen äußeren Faktoren geschieht. Denn zwei Arten können sich unter gleichen äußeren Bedingungen verschieden verhalten. Die inneren Bedingungen stehen notwendig unter der Herrschaft der Außenwelt, durch die sie verändert werden. Die äußeren Faktoren wirken dabei direkt auf die Knospe und zugleich indirekt, indem sie die anderen Organe, Wurzel Stengel, Blätter, beeinflussen, mit denen die Knospe im Zusammenhang steht. Aber die Außenwelt kann auch insofern entscheidend einwirken, als ihre Beschaffenheit während der vorangegangenen Generationen, vor allem der Mutterpflanzen, den inneren Bedingungen der Nachkommen eine bestimmte Richtung der Entwicklung einprägt, die von den Zellen noch eine Zeitlang befolgt wird, obwohl die unmittelbaren äußeren Einflüsse ein anderes Verhalten hervorrufen sollten. Wenn das richtig ist, so folgt daraus, daß diese aufgezwungene Richtung doch wieder durch die Außenwelt aufgehoben werden muß, sei es durch starke, unmittelbar eingreifende Mittel, sei es durch die längere Dauer einer dieser Richtung entgegenwirkenden Außenwelt. Die Berechtigung dieser Auffassung ergibt sich aus der Bestätigung durch die Erfahrungen, die vorhin geschildert worden sind. Wir kommen also zu dem Satz, daß die Entscheidung, ob eine Knospe wächst oder ruht, von der Außenwelt im weitesten Sinne des Wortes abhängt.

Die Unterschiede, die so auffallend in dem Verhalten der Pflanzenarten uns entgegentreten, beruhen auf dem verschiedenen Verhältnis der Pflanzenspezies zur Außenwelt. Die einen

(siehe Gruppe 1, S. 20) können durch niedrigere Temperatur oder geringere Feuchtigkeit zur Ruhe, durch Erhöhung dieser Faktoren zum Wachstum übergehen. Bei der zweiten Gruppe genügen diese Änderungen der Außenwelt nicht; wir müssen stärkere Reize (Verwundungen, Narkose usw.) anwenden oder sie längere Zeit höherer Temperatur und Feuchtigkeit aussetzen, um die durch die frühere Kultur eingeprägte Ruhezeit zu beseitigen. Bei der dritten und kleinsten Gruppe sind die Mittel zur Aufhebung der sehr festen Ruheperiode noch nicht erkannt worden; die Pflanzen sind auch nicht längere Zeit unter anderen Bedingungen kultiviert worden.

Will man sich diese Unterschiede durch einen Vergleich klarer veranschaulichen, so kann man an chemische Substanzen denken, die die Fähigkeit haben, in einen festen, gleichsam ruhenden Zustand oder in einen flüssigen, mehr bewegten, oder endlich in den gasförmigen Zustand von intensiver Bewegung überzugehen. Welcher der möglichen Zustände eintritt, hängt von dem Verhältnis der Molekularstruktur der Substanz zu der Außenwelt ab; die größten Verschiedenheiten können dabei beobachtet werden. Das Wasser wird bei -1° fest (gewöhnlicher Druck vorausgesetzt), es wird bei 100° gasförmig und bleibt zwischen diesen Temperaturgrenzen flüssig. Der Äther dagegen wird erst fest bei -129° , er wird gasförmig bei 35° . Bekanntlich gibt es Substanzen, wie der Wasserstoff, die in sehr weiten Temperaturgrenzen gasförmig bleiben, und für die früher behauptet wurde, sie könnten ihren Aggregatzustand überhaupt nicht ändern, bis gezeigt wurde, daß sie durch sehr niedere Temperatur und hohen Druck doch flüssig, schließlich fest gemacht werden können.

Der Vergleich ist nicht zutreffend in bezug auf einen wichtigen Punkt; wir kennen bisher keine solche auffallende Nachwirkungen der vorhergehenden Bedingungen. Wir kennen aber solche von anderen Bewegungserscheinungen der Pflanzen, vor allem den Tag- und Nachtstellungen, die mit dem Wechsel von Licht und Dunkelheit zusammenhängen; ich brauche nur an die bahnbrechenden Arbeiten PFEFFERS zu erinnern, die diese periodischen Bewegungen in hohem Grade aufklären. Die durch den Lichtwechsel erregte periodische Bewegung geht infolge einer Nachwirkung anfangs auch bei konstantem Licht oder konstanter Dunkelheit weiter, bis sie nach einiger Zeit aufhört. PFEFFER (1907) gelang es, bei *Mimosa* Perioden von 12 : 12- oder 6 : 6-

sogar 2 : 2-stündigem Rhythmus hervorzurufen; auch diese künstlich hervorgerufenen Bewegungen zeigten die Nachwirkungen. Von einer auf rein inneren Gründen beruhenden Periodizität kann hier nicht die Rede sein. Die periodischen Vorgänge der Entwicklung sind gewiß sehr viel verwickelter, sie werden aber doch im Prinzip damit übereinstimmen.

Von dem jetzt gewonnenen Standpunkt aus will ich die periodischen Erscheinungen der tropischen Pflanzen untersuchen.

III. Das Verhalten der tropischen Pflanzen.

Seit der Darstellung des tropischen Pflanzenlebens durch SCHIMPER sind mehrere Arbeiten veröffentlicht worden, die hierhin gehörige Probleme behandeln. Der periodische Laubabfall bei tropischen Bäumen in Ceylon ist durch die Arbeit von WRIGHT (1905) umfassend untersucht worden. Wenn einerseits die Resultate den großen Einfluß des periodischen Klimas aufweisen, so hebt andererseits WRIGHT hervor, daß manche Arten anscheinend ein vom Klima unabhängiges Verhalten darbieten. Er neigt deshalb zu der SCHIMPER'schen Annahme einer inneren Ruhe. Als HOLTERMANN (1907) sich in Ceylon mit den gleichen Erscheinungen beschäftigte, kam er zu dem entgegengesetzten Schluß, daß der Laubabfall nur eine Folge des periodischen Klimas ist und bei gleichmäßigen Vegetationsbedingungen unterbleibt.⁴⁾

Der Laubabfall soll hier nicht näher erörtert werden, weil er gegenüber dem allgemeinen Problem von der Rhythmik erst in zweite Linie tritt und nicht mit ihm zusammenfällt. Abgesehen von den relativ seltenen Fällen der periodischen Entlaubung im gleichmäßigen Klima, beweist ein solcher Vorgang nicht einen Stillstand der Entwicklung. Denn manche Bäume wie *Eriodendron anfractuosum* u. a. entwickeln während der Zeit der Kahlheit gerade die Blüten und Früchte — wir haben hier einen Wechsel des vegetativen Wachstums und der Blütenbildung, aber sicher nicht einen solchen von Ruhe und Wachstum. Selbst solche

⁴⁾ Es ist interessant zu sehen, daß HOLTERMANN sich hier auf den kausalen, stets von mir vertretenen Standpunkt stellt. Denn in der Tat zwingen gerade die periodischen Erscheinungen jeden dazu, und sei er auch sonst der begeistertste Teleologe. Im Widerspruch damit klammert sich HOLTERMANN bei der Besprechung der Wasserspeicher ausschließlich an die Teleologie, ja er bekämpft meine Anschauungen, wobei er den so oft gerügten Fehler begeht, teleologische Deutung und kausale Forschung zu verwechseln.

Bäume, die ohne Beziehung zur Blütenbildung ihr Laub abwerfen, brauchen deshalb nicht ruhend zu sein. Wenn z. B. Ficusarten nur ein paar Tage kahl stehen und sich dann bald mit neuen Blättern bedecken, so muß man doch annehmen, daß sie ihre neuen Blätter schon vor dem Abfall der alten angelegt haben. Ebensowenig folgt aus dem immergrünen Zustand eines Baumes, ob er wächst oder ruht. Allein messende Beobachtungen über das Wachsen können die Frage entscheiden.

Solche Wachstumsmessungen sind bereits an einigen Tropenpflanzen ausgeführt worden, mit besonderer Vorliebe an den schnell wachsenden Bambusen; vgl. die Arbeiten von GR. KRAUS (1895), SHIBATA (1900), LOCK (1904), SMITH (1906). Von hohem Interesse ist die Arbeit von SMITH, weil durch Messungen einerseits des Längenwachstums bestimmter Pflanzen, andererseits der Temperatur und Feuchtigkeit festgestellt wurde, daß die täglichen Schwankungen des Wachstums durch solche der äußeren Faktoren bestimmt werden. Im Falle der Infloreszenzen von *Agave* und *Fourcroya* ist wesentlich die Temperatur entscheidend; im Falle des Bambus neben der Temperatur auch die Zufuhr des Wassers.

In noch engerer Beziehung zu dem Problem der Rhythmik stehen einige Arbeiten, die die Verteilung des Wachstums auf längere Zeiträume behandeln. In einem leider nur sehr kurzen Auszug hat VOLKENS (1903) wertvolle Beobachtungen über die Blattbildung in Buitenzorg veröffentlicht. Er beobachtete nur zwei Bäume *Albizzia moluccana* und *Filicium decipiens*, welche beständig fortwuchsen — der erste Nachweis, daß solche nie ruhende Pflanzen in den Tropen vorkommen. Die Mehrzahl der anderen Bäume zeigt nach VOLKENS einen Wechsel von Blattbildung und Ruhe, indem der Trieb eine gewisse Anzahl Blätter in einem „Blattschub“ erzeugt und dann eine Zeitlang ruht. Bei den einen Baumarten können sämtliche Endknospen gleichzeitig ins Treiben kommen; bei anderen treibt nur eine beschränkte Anzahl der Zweige.

Ein solcher periodischer Wechsel von Blattbildung und Ruhe ist auch in Ceylon von WRIGHT (1905) und SMITH (1906) beobachtet worden. SMITH stellte für jeden Monat eines Jahres fest, welche Baumarten in frischem jungem Laube erscheinen. Nach ihrem Verhalten unterscheidet SMITH drei Gruppen von Bäumen. Die erste umfaßt Arten (ca. 14), die das ganze Jahr

treiben, aber nur an einer beschränkten Anzahl Zweige. Eine zweite Gruppe enthält Bäume, die vier-, fünf- bis sechsmal im Jahre an allen Zweigen neues Laub bilden, wie z. B. *Eugenia Gardneri* und *Theobroma cacao*. Zu der dritten Gruppe gehören Bäume, die nur ein- oder zweimal im Jahr neu austreiben, wie *Mangifera indica*, *Cinnamomum ceylanicum*.

Aus diesen Beobachtungen müßte man schließen, daß es in Ceylon überhaupt keine Bäume gibt, die an der Mehrzahl ihrer Äste beständig oder während eines Zeitraumes von einigen Monaten wachsen. Indessen können die vorliegenden Daten die Frage nicht entscheiden, weil wir bei den mehrmals im Jahr treibenden Bäumen nicht wissen, in welchem Zeitraum die Blätter angelegt werden. Stets wachsen diese Blattanlagen sehr langsam, es könnte daher bei solchen Arten ein Wechsel geringeren und schnelleren Wachstums ohne wirkliche Ruhepause vorliegen. Indessen können nur Wachstumsmessungen Aufklärung bringen.

In neuester Zeit hat DINGLER (1911) eine Arbeit veröffentlicht, in der er über interessante Versuche im botanischen Garten von Peradeniya (Ceylon) berichtet. Eine Anzahl Bäume, die normalerweise zur Trockenzeit im Februar-März ihr Laub abwerfen, wurde Ende Oktober künstlich entblättert. Nach 3—4 Wochen begannen sämtliche Versuchsbäume neues Laub zu entfalten. Daraus folgt, daß diese Bäume trotz der Annäherung an die Zeit ihrer normalen Ruheperiode durch die Entblätterung zu neuem Wachstum angeregt wurden. DINGLER selbst beachtet diese Seite seiner Resultate nicht. Dagegen legt er großes Gewicht darauf, daß die neu entstandenen Blätter in der trocknen Zeit von Februar und März nicht abfielen und schließt, daß der Laubabfall nicht von äußeren Bedingungen abhängig sei. Das Verhalten der Blätter überrascht nicht, weil sie doch in einem anderen Zustand sich befinden, als die lange vorher gebildeten Blätter. Die Versuche beweisen, daß jüngere Blätter mehr Trockenheit aushalten als die alten; würde man eine stärkere Trockenheit auf die jungen einwirken lassen, so würden sie höchstwahrscheinlich auch abfallen.

Sobald ich nach Buitenzorg kam, begann ich meine Untersuchungen, um durch Wachstumsmessungen festzustellen, wie lange bestimmte Triebe einer Pflanze wachsen oder ruhen und um durch Anwendung äußerer Mittel Ruhe oder Wachstum zu beeinflussen.

Die Messungen wurden teils an Pflanzen ausgeführt, die im Buitenzorger Garten wuchsen, teils an solchen, die in Töpfen sich befanden. Ich markierte bestimmte Sproße; bei Bäumen des Gartens benutzte ich dabei mit Vorliebe die kräftigen und leicht erreichbaren basalen Sproße. Ich maß das Wachstum der Sproße und besonders das der Blätter in den Morgenstunden zwischen 6 $\frac{1}{2}$ und 8 Uhr. Sehr bald bemerkte ich, daß das Wachstum vieler Pflanzen sehr langsam vor sich ging, so daß ich die Messungen nur alle zwei Tage, bisweilen in noch längeren Zeiträumen vornahm. Die Messungen wurden von November bis Mitte Februar mit einer Unterbrechung von 14 Tagen im Januar gemacht. Natürlich wäre es noch besser gewesen, solche Beobachtungen ein ganzes Jahr durchzuführen. Ich bin aber überzeugt, daß die wesentlichen Resultate dadurch nicht verändert worden wären. Im allgemeinen merkt man in relativ kurzer Zeit, wie die Pflanzen sich verhalten. Es geht auch aus den Beobachtungen der früheren Forscher deutlich hervor, daß die von ihnen festgestellten Wachstums- bzw. Ruheperioden relativ kurze Zeit, von einigen Wochen bis Monaten, dauerten. Die entscheidende Kontrolle meiner Beobachtungen ließ sich aber dadurch erreichen, daß ich einen Teil meiner Versuchspflanzen lebend nach Heidelberg schaffte, um ihr Wachstum während des hiesigen Sommers zu verfolgen. Im folgenden will ich nur einen kurzen Bericht meiner Untersuchung geben. Dabei will ich getrennt behandeln 1. die im Garten wachsenden, 2. die im Topf kultivierten Pflanzen.

1. Im Garten wachsende tropische Pflanzen.

Schon bald bei meinen regelmäßigen Spaziergängen im Garten beobachtete ich zahlreiche Gewächse, die in einem beständigen Wachstum begriffen waren und es auch blieben bis zum Ende meines Aufenthaltes. Die zahlreichen Kletterpflanzen, die die herrlichen Kanarienhäuser in der berühmten Allee bedecken, in erster Linie die verschiedenen Aroideen, gehören dazu, ebenso auch die mannigfaltigen Zingiberaceen, Musaceen, Marantaceen, zahlreiche Farne, sowohl die kleinen Farne wie die großen Farnbäume, viele Palmen, Pandaneen, Dracaenen. Aber auch unter den Dicotylen konnte man die gleichen Beobachtungen machen, die mannigfaltigen, zum Teil üppig blühenden Sträucher, wie *Duranta*, *Hibiscus*, *Acalypha*, *Sanchezia*, *Pavetta*, *Callicarpa*, waren in allen ihren Zweigsystemen stets in deutlichem Wachstum.

Wenn man sich bei längerem Tropenaufenthalt darauf legen würde alle solche Formen aufzusuchen, würde man eine sehr große Anzahl ständig wachsender Pflanzen feststellen können. Für die genauen Untersuchungen habe ich nur gewisse Typen aus der Fülle der Formen herausgegriffen.

In vielen Beziehungen weichen die Bäume von dem geschilderten Verhalten ab. Nur die einseitige Berücksichtigung gewisser tropischer Bäume erklärt die irrtümliche Annahme eines allgemein gültigen Rhythmus von Ruhe und Wachstum, wie sie von SCHIMPER u. a. verteidigt worden ist. Indessen existieren, abgesehen von *Albizzia moluccana* und *Filicium decipiens* (VOLKENS 1903) viele Baumarten, die unaufhörlich während des ganzen Zeitraums von November bis Mitte Februar wuchsen. Nach meinen Messungen, die sich immer auf bestimmte Triebe beziehen, gehören dazu: *Albizzia stipulata*, *Scaevola sericea*, *Gleditschia pulcherrima*, *Cassia laevigata*, *Cordia subpubescens*, *Solanum grandiflorum*, *Sonneratia acida*, *Hibiscus tiliaceus*, *Tabernaemontana crassa*, *Wendlandia paniculata*, *Ficus elastica*⁵⁾ u. a.

Die Wachstumsschnelligkeit der Sproßachsen und Blätter variiert in hohem Grade je nach der Species (vgl. PFEFFER 1904, S. 17). Im Vergleich zu bekannten Daten für unsere einheimischen Pflanzen zeigen sich bei den Tropenpflanzen viel auffallendere Unterschiede. Zu den am schnellsten wachsenden Arten gehören die Bambusen, die sich nach GR. KRAUS (1595, S. 202) im Maximum 43 cm bis 57 cm in 24 Stunden verlängerten und im Durchschnitt pro Tag um 19—22 cm wuchsen. Ihnen stehen gegenüber Tropenpflanzen von außerordentlich langsamem Wachstum, bei denen die Sproßachsen sich in 62 Tagen nur um 3—4 cm verlängerten (z. B. Sproßachse von *Myristica spec.*, *Casuarina sumatrana*). Der durchschnittliche Zuwuchs in 24 Stunden würde nur 0,05 cm betragen. Ich will im folgenden einige Messungen in tabellarischer Form wiedergeben, indem ich dabei Sproßachsen und Blätter unterscheide. Die Zahlen können nur einen relativen Wert beanspruchen, weil die Wachstumsgeschwindigkeit von zahlreichen Faktoren abhängig ist und mancherlei Zufälligkeiten dabei mitwirken können. Es sind auch

⁵⁾ Für *Ficus elastica* hat bereits BERTHOLD (1904, S. 243) den Nachweis geführt, daß kräftige Exemplare im Sommer wie im Winter andauernd, wenn auch in verschiedener Intensität, wachsen. Andere Exemplare zeigten dagegen im Winter eine Ruheperiode.

von jeder Pflanze nur eine Sproßachse und wenige Blätter gemessen worden. Andererseits kann die durch Wochen fortgesetzte Beobachtung doch einen brauchbaren Durchschnitt der Wachstumsschnelligkeit geben.

Tabelle I.

Wachstumsmessungen an Sproßachsen tropischer Pflanzen in den Monaten November bis Februar 1910/11, ausgeführt im botanischen Garten von Buitenzorg.

Name der Pflanze	Anfangsgröße in cm	Endgröße in cm	Zuwachs in cm	Zeit in Tagen	Zuwachs pro Tag in cm
<i>Kadsura cauliflora</i>	51	97,4	46,4	12	3,1
<i>Pothos aurea</i>	2	92,3	90,3	33	2,7
<i>Cordia subpubescens</i>	10	38,7	28,7	15	1,9
<i>Albizzia stipulata</i>	8,2	85,6	77,4	52	1,5
<i>Pterospermum macrocarpum</i>	10	66,5	55,5	53	1,04
<i>Scaevola sericea</i>	0,6	20,5	19,9	37	0,54
<i>Duranta Plumieri</i>	8	18,8	10,8	56	0,2
<i>Casuarina sumatrana</i>	4,1	7,4	3,3	62	0,05
2. Sproß	4,3	8,5	4,2	62	0,06
<i>Dysoxylon caulostachyum</i>	0,4	2,2	1,8	45	0,04

Unter den Pflanzen der Tabelle ist *Pothos aurea*, eine Aroidee, der einzige Vertreter der ständig fortwachsenden krautartigen Gewächse. Ich nahm zwei Exemplare nach Heidelberg, wo sie den ganzen Sommer in der Tat, wie vorauszusehen war, fortwuchsen. Die holzigen Gewächse zeigen im Vergleich zu den Bambusen (nach KRAUS, 19—22 cm pro Tag) eine weit geringere Schnelligkeit des Wachsens; wahrscheinlich würden Schlingpflanzen höhere Werte aufweisen. Eine Ruhe trat bei keiner der sieben ersten Pflanzen ein; bei den beiden letzten Arten war das Wachstum so langsam, daß eine meßbare Veränderung erst nach längerer Zeit eintrat. Viel zahlreicher sind die Pflanzen, bei denen ich das Blattwachstum genauer beobachtete; bei keiner der in den Tabellen angeführten Arten zeigte sich ein Stillstand der Entwicklung an dem untersuchten Trieb. Je nach der durchschnittlichen Schnelligkeit will ich die Pflanzen in drei Gruppen sondern.

Tabelle II.

Wachstumsmessungen an Blättern tropischer Pflanzen in den Monaten November bis Februar 1910/11, ausgeführt im botanischen Garten von Buitenzorg.

Relativ schnelles Wachstum.

Name der Pflanzen	Anfangsgröße in cm	Endgröße in cm	Zuwachs in cm	Zeit in Tagen	Zuwachs pro Tag in cm	Maximaler Zuwachs in 1 Tag in cm
<i>Musa spec.</i> (Watahei)	39,1	89	49,9	10	5	20
2. Blatt	16,9	98,5	81,6	14	5,8	10,5
3. Blatt	9	91	82	13	6,2	15,8
<i>Musa spec.</i> (Borneo)	22,5	108,8	85	15	5,7	14
2. Blatt	10	109	99	20	4,9	15,7
<i>Musa spec.</i>	15,8	143	122,5	17	7,2	18
<i>Angiopteris erecta</i>	12,5	276,5	264	40	6,6	12,7
<i>Pleopeltis revoluta</i>	19,5	317,6	298,1	36	8,3	16
<i>Cibotium Baranetz</i>	41	258,8	217,8	35	7,4	9,8

Die untersuchten Pflanzen, drei verschiedene Individuen von *Musa spec.* und die drei Farne besitzen große Blätter, die nach den täglichen Messungen zu urteilen, deutlich die große Periode des Wachstums zeigen. Für die Musablätter konnte das erste Wachstum nicht verfolgt werden, weil sie ganz eingeschlossen in der älteren Scheide waren.

Tabelle III.

Wachstumsmessungen an Blättern tropischer Pflanzen, Winter 1910/11, Buitenzorg.

Relativ langsam wachsende Blätter.

Name der Pflanzen	Anfangsgröße in cm	Endgröße in cm	Zuwachs in cm	Zeit in Tagen	Zuwachs pro Tag in cm	Maximaler Zuwachs in 1 Tag in cm
<i>Pterospermum macrocarpum</i>	1,4	47,6	46,2	18	2,5	
2. Blatt	2,5	26,2	23,7	24	1	
<i>Butea frondosa</i>	2,2	38,5	36,3	20	1,8	2,9

Name der Pflanzen	Anfangsgröße in cm	Endgröße in cm	Zuwachs in cm	Zeit in Tagen	Zuwachs pro Tag in cm	Maximaler Zuwachs in 1 Tag in cm
<i>Albizzia stipulata</i>	3	27,6	24,6	14	1,7	5,5
2. Blatt	4,3	27,1	22,8	14	1,6	4,9
3. Blatt	3,8	29,5	25,7	17	1,5	2,1
<i>Wormsia pteropoda</i>	5	47,6	42,6	37	1,15	2,9
2. Blatt	4,2	55,7	51,5	41	1,2	
<i>Caryota urens</i> *)	11	62,2*)	51,2	41	1,25	2,5
<i>Philodendron pinnatifidum</i>	23,2	88,5	65,3	44	1,5	
<i>Acalypha Hamiltoniana</i>	1,6	19,7	18,1	17	1	
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	4,1	26,7	22,6	9	2,5	
2. Blatt	2	31,2	29,2	19	1,5	
3. Blatt	2	25,4	23,4	15	1,5	

*) Nicht ausgewachsen am Ende der Beobachtung.

Tabelle IV.

Wachstumsmessungen an Blättern tropischer Bäume,
Winter 1910/11, Buitenzorg.

Sehr langsam wachsende Blätter.

Name der Pflanzen	Anfangsgröße in cm	Endgröße in cm	Zuwachs in cm	Zeit in Tagen	Zuwachs pro Tag in cm
<i>Citharexylon subserratum</i>	1,5	18,9	17,4	19	0,9
2. Blatt	3	19,2	16,2	25	0,6
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	2,1	18,2	15,3	26	0,6
2. Blatt	6,2	21,1	14,9	21	0,7
<i>Dillenia orata</i>	3,3	29,6	26,3	48	0,5
2. Blatt	3,7	30,2	26,5	42	0,6
3. Blatt	3	24,3	21,3	44	0,5
<i>Areca pumila</i>	24,4	51,7	27,3	57	0,5
<i>Solanum grandiflorum</i>	4,1	19,8	15,7	29	0,5
<i>Cerbera Odollam</i>	5,2	17,5	12,3	24	0,5
2. Blatt	2,5	16,9	14,4	33	0,4
<i>Wendlandia paniculata</i>	5,2	24,9	19,7	35	0,5
2. Blatt	2,1	21,4	19,3	34	0,5
<i>Myristica spec (Banda)</i>	4,5	24,9	20,4	51	0,4
2. Blatt	3,9	22,6	18,7	34	0,5
<i>Pterospermum sagittifolium</i>	1	17,8	16,8	33	0,5

Name der Pflanzen	Anfangsgröße in cm	Endgröße in cm	Zuwachs in cm	Zeit in Tagen	Zuwachs pro Tag in cm
2. Blatt	2,2	10,7	8,5	19	0,4
<i>Cassia glauca</i>	1,8	9,6	7,8	21	0,4
2. Blatt	2	9,7	7,7	19	0,4
<i>Tabernaemontana crassa</i>	1,7	15,9	14,2	36	0,4
2. Blatt	2,4	13,2	9,2	36	0,3
<i>Scaevola sericea</i>	2,8	8,3	5,5	17	0,3
2. Blatt	6,6	17,6	11	24	0,4
3. Blatt	3,3	15,6	12,3	36	0,3
<i>Sonneratia acida</i>	2,1	9,2	7,1	27	0,2
2. Blatt	4,1	11,6	7,5	30	0,2
<i>Chionanthus montana</i>	6,9	13,4	6,5	26	0,2
2. Blatt	1,4	7,3	5,9	26	0,2
3. Blatt	1,9	8,2	6,3	53	0,1

Die von mir untersuchten Baumarten zeigten sämtlich ein relativ langsames Wachstum ihrer Blätter, das sogar bei der Mehrzahl weniger als 1 cm pro Tag betrug. Die geringste Schnelligkeit beobachtete ich bei jungen Blattanlagen, an einem kräftigen basalen Sproß einer *Dysoxylon spec.*, deren ausgewachsene Blätter eine Länge von 76—77 cm erreichten.

Am 4./XII. Blatt 1 = 7,6 cm; Blatt 2 = 4,5 cm; Blatt 3 = 3 cm
 „ 8./II. „ 1 = 10,5 „ ; „ 2 = 8 „ ; „ 3 = 5,7 „
 in 66 Tagen „ 1 = 2,9 „ ; „ 2 = 3,5 „ ; „ 3 = 2,7 „
 pro Tag „ 1 = 0,04 „ ; „ 2 = 0,05 „ ; „ 3 = 0,04 „.

Am gleichen Sproß befanden sich einige ältere Blattanlagen, die vielleicht dem Maximum ihrer Streckung nahe waren.

Ein Blatt von 35 cm Länge wuchs in 41 Tagen um 18,5 cm, d. h. pro Tag 0,4 cm. Selbst wenn wir annehmen, was sicher nicht richtig ist, daß das Wachstum der Blätter stets mit dieser Geschwindigkeit erfolgte, so würde ein Blatt von 77 cm Länge 170 Tage bis zur Ausbildung erfordern. Noch längere Zeit beanspruchen jedenfalls die riesigen Palmenblätter, die nach den Messungen an *Caryota* und *Areca* zu urteilen, ebenfalls langsam wachsen. Augenscheinlich sind die Palmen gerade Gewächse, die in Java beständig fortwachsen.

Während die bisher besprochenen, lange Zeit fortwachsenden Gewächse sehr wenig beachtet worden sind, wurden die tropischen

Bäume mit zeitweise ruhenden Trieben von Forschern wie TREUB, HABERLANDT, SCHIMPER, VOLKENS u. a. nachdrücklich hervorgehoben. Ich legte mir die Frage vor, ob es möglich ist, die Ruhezeit solcher Triebe abzukürzen und benutzte als Reiz die Entblätterung des Triebes.

Als Beispiel nehme ich *Brownea coccinea*, einer jener vielbesprochenen Bäume, deren junge Blätter sich durch auffallende Farbe und durch ihr schlaffes Herabhängen sehr deutlich von dem alten Laub abheben (vgl. KEEBLE 1895, CZAPEK 1909). Die Knospen von *Brownea coccinea* wachsen anfangs in Form eines festen, etwas abwärts gekrümmten Kolbens, der aus dicht anliegenden roten Knospenschuppen gebildet wird und in dessen Innerem die jungen Blätter angelegt werden. In einem gegebenen Moment bricht der Kolben an der Spitze auf, in wenigen Tagen strecken sich die Blätter zu schlaff herabhängenden, lebhaft violett und gelb gefärbten Gebilden. Nachdem sie fast ausgewachsen sind, erheben sie sich langsam, werden grün und nehmen eine etwas horizontale Lage an. Durch sehr häufige (fast tägliche) Beobachtungen eines bestimmten Baumes ließ sich feststellen, daß manche Zweige nach Ausbildung der Blätter von November bis Februar völlig ruhten.

Als ein Zweig eben seine Blätter entfaltet hatte, wurde er am 16. November 1910 entblättert. Darauf entstand in den Achseln der beiden jüngsten Blätter je eine Knospe, die langsam heranwuchs und vom 1. Dezember in ein deutlicheres Wachstum überging. Am 11. Dezember brachen die beiden roten Kolben auf (Länge 15,2 und 17,3 cm) und in den nächsten Tagen streckten sich die Blätter rasch bis zu ihrer normalen Größe. Bei einem zweiten Versuch beobachtete ich die Entwicklung eines Kolbens bis zum völligen Auswachsen der Blätter. Nach dem Erheben der Blätter wurden am 4. Dezember 1910 diese entfernt, bis auf einige basale Fiedern. Langsam entstanden wieder zwei Knospen, die vom 30. Dezember deutlicheres Längenwachstum zeigten und sich zu Kolben entwickelten, die Anfang Februar ihre Blätter entfalteten. Diese gleichzeitige Entstehung von zwei neuen Trieben ist besonders bemerkenswert, weil ich sie an normalen Zweigen niemals beobachtet habe. Bei einem dritten entsprechenden Versuch (Entblätterung am 24. November, Entwicklung der Knospen im Laufe des Dezember) entstand nur ein Kolben, der am 6. Januar seine Blätter hervortreten ließ. Die Versuche zeigen,

daß die Zweige nicht notwendig so lange ruhen müssen, daß sie, kaum ausgewachsen, infolge des Reizes der Entblätterung zur Neuanlage der Knospen und zum Wachstum genötigt werden können.

Als zweites Beispiel erwähne ich *Plumiera acutifolia*, ein Baum, der in allen Tropengegenden wegen der schönen, wohlriechenden Blumen kultiviert wird. Er stammt ursprünglich aus einem periodischen Klima (wohl Südamerika) und wirft in Java zur Zeit des Ostmonsuns (Sommer) seine Blätter ab. In Ostindien sieht man ihn dagegen im März meist völlig kahl, dafür dicht mit Blüten überdeckt. Im Oktober waren sämtliche Exemplare des Gartens von Buitenzorg frisch belaubt; mein Versuchsexemplar bildete an einzelnen Zweigen den ganzen Winter hindurch Blüten, während andere Zweige noch junge Blätter erzeugten, die meisten aber völlig ruhten. Vom 15. November bis 9. Februar wurde das Wachstum der Blätter an einem Ast mit drei Zweigen untersucht. Ohne auf die Messungen näher einzugehen, bemerke ich nur, daß ich, sobald das Wachstum aufhörte, durch Entblätterung zu neuer Blattbildung anregte, so daß der Ast die ganze Zeit in beständigem Treiben erhalten werden konnte.

Solche Entblätterungsversuche habe ich auch an anderen Bäumen mit ruhenden Zweigen ausgeführt, teils mit gutem Erfolg, wie bei *Gnetum Gnemon*, *Diospyros malabaricum*, teils mit wenig Erfolg, wie bei den sehr schwierig reagierenden *Dipterocarpeen*, ferner *Dammara alba*. Zahlreiche Versuche machte ich mit der berühmten *Amherstia nobilis*, aber sie verliefen alle ergebnislos, die Zweige ruhten trotz der Entblätterung den ganzen Winter. Leider standen mir keine jungen Exemplare zur Verfügung, um zu versuchen, ob nicht stärkere Reize, z. B. eine völlige Entlaubung, zum Ziele führen würde. Während bei *Amherstia* u. a. doch immer einige Zweige im Treiben begriffen waren, beobachtete ich auch einige Bäume, die anscheinend völlig ruhten. Besonders fiel mir ein Baum auf, der als *Sterculia fulgens* bezeichnet war; er war reich beblättert von November bis Februar, er trieb, soviel ich sehen konnte, an keinem Ast aus. Weder Entblätterung solcher Äste, noch Abschneiden des Gipfels, hatten einen anderen Erfolg als die Entstehung kleiner Knospen im Februar. Ob im Urwald von Tjibodas, wo die Lebensbedingungen für die Pflanzen sehr viel günstiger sind als in Buitenzorg, solche ruhenden Bäume vorkommen, ist eine interessante Frage, die ich aber selbst nicht beantworten kann.

2. In Töpfen kultivierte holzige Gewächse.

Gleich bei Beginn meines Aufenthaltes in Buitenzorg faßte ich den Plan, an Topfpflanzen von Baumarten Versuche über die Periodizität anzustellen. Die Gartenverwaltung überließ mir in dankenswerter Weise solche Pflanzen; Herr KOORDERS war so liebenswürdig, mich mit seinem Rat bei der Auswahl der Arten zu unterstützen. Ich wählte 20 Arten, von jeder Art 6—8 Exemplare; es waren kleine Bäumchen, meist, soweit sich feststellen ließ, zwei- bis dreijährig. Sie befanden sich in einem kleinen Topf, in den sie bald nach ihrer Keimung hineingesetzt waren und wurden für meine Zwecke an einen offenen, der Sonne und dem Regen zugänglichen Platz gestellt. An den seltenen Tagen wo kein Regen fiel, wurden die Töpfe begossen. Licht, Temperatur und Feuchtigkeit waren für das Wachstum durchaus günstig; dagegen war die Beschaffenheit des geringen und bereits stark erschöpften Bodens sehr wenig günstig. Von den 20 Arten wurden nicht sämtliche genauer geprüft, ich wählte, durch die Erfahrung belehrt, die geeignetsten aus. Da das Wachstum, speziell das der Blätter, langsam vor sich ging, kontrollierte ich es durch Messungen in einem Zeitraum von vier Tagen.

Nach dem Verhalten will ich die Baumarten in drei Gruppen ordnen:

a) Die Pflanzen wuchsen trotz der ungünstigen Bodenbeschaffenheit beständig fort. Hierzu gehörten *Albizzia moluccana* und *stipulata*, *Pangium edule*, *Pteroloma triquetrum*. Die letztere Pflanze blühte auch den ganzen Winter fort. Mit den beiden Albizziaarten stellte ich noch spezielle Versuche an; sie wurden durch Dunkelheit oder Trockenheit, oder durch Wegnahme der Blätter entlaubt; sie reagierten sofort, indem die Achselsprosse austrieben. Ich habe an dem gleichen Bäumchen mit Erfolg den Entblätterungsversuch dreimal, von November bis Februar, ausgeführt.

b) Die Pflanzen hörten von Zeit zu Zeit auf zu wachsen, ließen sich aber durch Entblätterung immer wieder zu neuem Austreiben anregen.

So verhielten sich *Schizolobium excelsum*, *Ficus elastica*, *Tectona grandis*, *Terminalia catappa*. Ich will einige der Versuche näher angeben:

Tectona grandis.

1. Blattbildung vom 23./X. bis 20./XI.; dann Stillstand; 24./XI. entblättert; Blattbildung vom 6./XII. bis 3./I. 11; Stillstand; 11./I. begossen mit 0,05 Knoplösung; 22./I. Blattwachstum bis Ende des Versuches 5./II.

2. 23./X. kein Wachstum; entblättert; Blattbildung vom 27./X. bis 28./XI.; dann Stillstand; 2./XII. entblättert; neues Wachstum vom 6./XII. bis 20./I.

3. Kein Wachstum; entblättert; Blattbildung vom 16./XI. bis 10./XII.; Stillstand; 15./XII. entblättert; 30./XII. bis 20./I. Wachstum; dann Stillstand; 20./I. entblättert; Ende Januar neues Wachstum bis zum Ende des Versuches 7./II.

Einige meiner Versuchsexemplare wurden nach Heidelberg gebracht, sie wuchsen den ganzen Sommer ohne Stillstand weiter, nachdem sie in neue Erde versetzt worden waren.

Terminalia catappa.

1. Blattbildung vom 23./X. bis 3./I.; Stillstand; 3./I. entblättert; neues Wachstum bis 15./II.

2. Spitze entfernt 23./X.; neue Knospen; deutliches Wachstum der Blätter vom 12./XII. bis 13./I.; Stillstand; 16./I. entblättert; neues Wachstum bis 15./II.

3. Entblättert am 23./X.; neues Wachstum bis 30./XII.; Stillstand; 3./I. entblättert; neues Wachstum bis 15./II.

Eines der nach Heidelberg gebrachten Exemplare trieb neu aus, wurde Anfang Juni frei in einen Erdhügel ins Gewächshaus ausgepflanzt und zeigte beständiges Weiterwachsen.

c) Die Pflanzen zeigten eine deutliche Abwechselung von Wachstum und Ruhe.

In diese Gruppe gehören die Arten, für die stets eine notwendige innere Ruhe behauptet worden ist. Für sie ist charakteristisch, daß die Blätter in einer gewissen Zahl angelegt werden, und so einen Blattschub (VOLKENS) ausmachen, auf den dann eine Ruhepause anscheinend erfolgt. Die von mir untersuchten Pflanzen lassen sich noch in zwei Untergruppen sondern:

a) An der Vegetationsspitze sitzen ganz kleine Blattanlagen, zur Zeit der Ruhe ohne besondere Schutzdecken in Form von

Als ausgezeichnete Versuchspflanze dieser Abteilung erwies sich *Petraea volubilis* (*Verbenacee*, Südamerika). In der Wachstumsperiode bildeten meine Bäumchen an einem alten Trieb einen neuen mit zwei Internodien und je einem Paar Blätter an den Knoten. Ich konnte in den ersten Wochen kein Wachstum meiner Pflanzen beobachten und wollte sie nicht weiter berücksichtigen, bis ich den Versuch der Entblätterung ausführte. Einige der Kontrollpflanzen blieben den ganzen Winter über ruhig.

1. Kein Wachstum; 20./XI. entblättert; 24./XI. junger Trieb; 2./XII. ausgewachsen; 2./XII. entblättert; 22./XII. junger Trieb; 11./I. ausgewachsen; 11./I. entblättert; 19./I. junger Trieb; vom 11./I. ab wurde der Topf mit 0,05 Knopflösung begossen. 5./II. ausgewachsen; 5./II. entblättert; 14./II. junger Trieb.

2. Kein Wachstum; durch Aufenthalt im Dunkeln 27./X. bis 12./XI. entblättert; 12./XI. hell; 1./XII. neu beblättert; 9./XII. ausgewachsen; dann entblättert; 14./XII. neu treibend; 25./XII. ausgewachsen; entblättert; 4./I. Beginn des Treibens, sehr langsam; Blätter bis 5./II. klein geblieben.

3. Kein Wachstum; 6./XII. entblättert; 9./XII. junger Trieb; 19./XII. ausgewachsen; 25./XII. entblättert; 9./I. junger Trieb; 5./II. ausgewachsen; 5./II. entblättert; 14./II. junger Trieb.

Einige der Versuchspflanzen wurden nach Heidelberg gebracht. Ein Exemplar, im Mai neu beblättert, wurde Mitte Juni frei ins Gewächshaus ausgepflanzt. Sehr bald darauf erzeugte die Pflanze einen neuen Trieb mit zwei Paar Blättern; Blätter am 19./VII. ausgewachsen, entfernt; sofort ein neuer Trieb, am 27./VII. ausgewachsen, Blätter entfernt, sofort wieder ein neuer Trieb.

Entsprechende Resultate erhielt ich in Buitenzorg auch mit *Sterculia macrophylla*, nur daß nach der Entblätterung es länger dauerte bis zur Entwicklung des neuen Blattschubes. Ein Exemplar in Heidelberg hatte im Mai einen Schub von drei Blättern gebildet; Anfang Juni frei ausgepflanzt, entstand gleich ein zweiter Schub und ohne weitere Behandlung, ohne Ruhepause im Juli ein dritter Schub.

Aus diesen Tatsachen folgt, daß bei diesen Pflanzen die tatsächlich vorkommende Ruheperiode nicht notwendig ist, sie kann je nach den äußeren Bedingungen längere oder kürzere Zeit dauern oder überhaupt völlig beseitigt werden.

β) Nach Entfaltung eines Blattschubes Ruhe in Form einer von Niederblättern umschlossenen Knospe.

Die hierher gehörigen Pflanzen zeigen die am meisten ausgesprochene Ruheperiode; ich untersuchte *Cinnamomum ceylanicum*, *Litsaea latifolia*, *Hevea brasiliensis*, *Barringtonia speciosa*. Nur einige wenige Versuche will ich zur Erläuterung anführen:

Cinnamomum ceylanicum.

1. 23./X. bis 20./XI. nicht treibend; 20./XI. entblättert; 2./XII. Beginn des Treibens; am 6./XII. mit 0,1 Knoplösung einige Wochen begossen; 8./I. ausgewachsen; 13./I. entblättert; am 5./II. junge Blätter.

2. Nicht treibend; 23./X. entblättert; 22./XI. junge Blätter; 22./XII. ausgewachsen; 22./XII. entblättert; 30./XII. junge Blätter; 19./I. ausgewachsen; 19./I. entblättert; 5./II. junge Blätter.

3. Durch Dunkelheit entblättert; 12./XI. hell; 22./XI. junge Blätter; 12./XII. ausgewachsen; 12./XII. entblättert; 28./XII. junge Blätter; sehr langsam wachsend bis 19./I., dann kein Wachstum mehr.

4. Nicht treibend; 23./X. entblättert; 12./XI. junge Blätter; 22./XII. ausgewachsen; 22./XII. entblättert; 30./XII. junge Blätter; vom 12./I. mit 0,1 Knoplösung begossen; 19./I. entblättert; 5./II. neues Treiben.

Nach SMITH (1909, S. 283) treibt *Cinnamomum* hauptsächlich zweimal im Jahre, Februar und September; er beobachtete gelegentlich auch Blattbildung im März und August. Selbst so ärmlich ernährte Exemplare wie meine Topfpflanzen, ließen sich in der Zeit vom November bis Februar dreimal zum neuen Treiben veranlassen.

Ähnliche Resultate lieferten die Versuche mit *Litsaea latifolia*. Unregelmäßiger verhielten sich *Barringtonia speciosa* und *Hevea brasiliensis*. Ein Exemplar von *Hevea* blieb vom 27./X. bis 7./II. völlig ruhend, auch eine Entblätterung hatte keinen Erfolg. Besser gelangen folgende Versuche mit *Hevea*:

1. Kein Wachstum; entblättert durch Dunkelheit (5./XII. bis 22./XII.); 22./XII. hell; 31./XII. Beginn des Treibens; 19./I. ausgewachsen; entblättert; 5./II. Beginn des Treibens.

2. Eben treibend (27./X.); 16./XI. ausgewachsen; entblättert;

10./XII. neues Treiben; vom 11./I. 0,05 Knoplösung; 19./I. entblättert; 5./II. neues Treiben.

Viel günstiger fiel der Versuch mit einem der Exemplare aus, die nach Heidelberg gebracht wurden. Anfang Mai, nach der Reise, trat neues Treiben ein; am 24. Juni wurde die Pflanze frei ins Gewächshaus gesetzt. Sehr bald bildete sich ein neuer Schub von drei Blättern. Nach Beendigung des Wachstums in 17 Tagen, am 26. Juli, wurde die Pflanze entblättert und bereits in den folgenden Tagen zeigte sich der nächste Schub von neuen Blättern.

Es ist interessant, damit die Beobachtungen HUBERS (1898) zu vergleichen, der *Hevea* in ihrer Heimat genauer beobachtet hat. An bestimmten Individuen stellte HUBER fest, daß die einzelne Wachstumsperiode 30 Tage dauerte, und daß dann eine Ruhezeit von 10 Tagen eintrat, bis zur Bildung der neuen Blätter. HUBER greift zur Erklärung der Ruhezeit auf rein innere Gründe zurück. Bei dem Exemplar in Heidelberg gelang es, die Ruhezeit völlig auszuschalten.

Diese Beobachtungen lehren, wie vorsichtig man in der Annahme einer notwendigen inneren Ruhe sein muß. Überhaupt kann man ohne Versuche gar nicht entscheiden, ob und in welchem Grade die Ruhe von den Bedingungen der Außenwelt abhängig ist. Der große Fehler, der bei der Beurteilung der periodischen Erscheinungen in den Tropen so häufig begangen worden ist, besteht darin, nur einige der Außenbedingungen ins Auge zu fassen, die anscheinend stets in günstiger Intensität wirksam sind, während andere Bedingungen nicht beachtet werden, für die diese Konstanz nicht gilt. Der nächste Abschnitt wird das näher erläutern.

IV. Die Bedingungen der Ruhe und des Wachstums bei tropischen Bäumen.

Ein Stillstand des Wachstums kann durch Änderungen verschiedener äußerer Faktoren herbeigeführt werden, indem die Intensität eines solchen Faktors unter eine gewisse Grenze sinkt, oder auch manchmal über eine gewisse Grenze steigt. Es wird darauf ankommen, die wesentlichsten dieser Faktoren so weit sie nach heutigen Erfahrungen für die Ruhe oder das Wachstum entscheidend sind, kennen zu lernen. Aber das genügt noch

nicht, weil wir es bei jedem Baume mit einem sehr zusammengesetzten System zu tun haben, dessen Teile in mannigfaltigen Beziehungen (Korrelationen) zueinander stehen müssen, so daß die Wirkung eines einzelnen äußeren Faktors selbst sehr verwickelter Natur ist. Ich werde die beiden Punkte getrennt behandeln.

1. Die Wirkung der wesentlichen äußeren Faktoren.

Diese Faktoren sind Temperatur, Licht, Feuchtigkeit und Nährsalzgehalt des Bodens. Über andere Faktoren, z. B. den so wichtigen CO₂-Gehalt der Luft, ferner elektrische und magnetische Kräfte, gibt es noch keine eingehenden Beobachtungen, die uns hier neue Aufschlüsse geben könnten.

A. Die Temperatur.

Die Temperatur übt, wie längst bekannt, einen entscheidenden Einfluß auf das Wachstum der Pflanzen aus; sie ist es, die in erster Linie durch Abnahme im Herbst und Winter, durch Zunahme im Frühjahr und Sommer den periodischen Wechsel in der Entwicklung der Pflanzenwelt unserer Zone hervorruft. In Java aber herrscht das ganze Jahr hindurch eine relativ gleichmäßige Temperatur. Ich gebe zur Orientierung die meteorologischen Daten von Buitenzorg für die Monate Oktober bis Dezember 1910.

Tabelle V.

Temperatur, Regenfall, Sonnenstunden, Luftfeuchtigkeit in Buitenzorg nach den Mitteilungen der meteorologischen Station 1910.

Monat	Durchschnittl. Temperatur C pro Tag	Durchschnittl. Minimum der Temperatur C	Durchschnittl. Maximum der Temperatur C	Gesamtregenfäll in mm	Durchschnittl. Regenfall pro Tag in mm	Durchschnittl. relative Feuchtigkeit	Gesamtzahl Sonnenstunden in Std. u. Min.	Durchschnittl. Sonnenstunden pro Tag in Std. u. Min.
Oktober . . .	25,7	21,6	29,7	516,9	16,6	75	181,11	5,50
November . . .	26	22,4	29,4	194,8	6,4	71	127,14	4,14
Dezember . . .	25,5	22	28,8	226,1	7,2	76	105,39	3,24

Die Hauptschwankungen der Temperatur erfolgen innerhalb des Zeitraumes von 24 Stunden, die größte Schwankung, die nur an wenigen Tagen zu beobachten war, betrug 9,5°. Aus

der Arbeit von SMITH erfahren wir, daß solche tägliche Schwankungen bei Pflanzen wie *Agave* die täglichen Wachstumsschwankungen bestimmen. Aber man wird nicht ohne weiteres zugeben, daß die kleinen Schwankungen in den täglichen Durchschnittswerten der Temperatur darüber entscheiden sollten, ob überhaupt Wachstum eintritt oder nicht. Immerhin ist zu bedenken, daß kleine, aber stetig sich wiederholende Temperaturunterschiede, die z. B. zwischen den peripherischen sonnenbestrahlten Zweigen und dem im Innern der Baumkrone befindlichen, unter Umständen bei der Entscheidung mitwirken können.

B. Das Licht.

Das Licht beeinflußt das Leben und damit das Wachstum in mannigfachster Weise, teils indirekt durch seine Wirkung auf die Beschaffenheit der Atmosphäre (Temperatur, Feuchtigkeit), teils direkt durch seine Wirkung auf Transpiration, Assimilation usw. Da das Vorhandensein organischer Substanz eine wesentliche Voraussetzung für das Wachstum ist, so müssen Schwankungen in der Intensität des Lichts auch auf das Wachstum Einfluß haben. In Java, speziell in Buitenzorg, aber wird man darauf kein sehr großes Gewicht legen, da selbst bei dem häufig bedeckten Himmel die Intensität des Lichtes doch sehr groß ist. Eher könnte der Einfluß sich bemerkbar machen für Individuen, die zufällig unter dem Schatten größerer Bäume leben, und gewiß hat die Verschiedenheit der Lichtintensität, wie sie an der Peripherie und im Innern der Baumkrone herrscht, Bedeutung für die ungleiche Entwicklung der Zweige.

Nach den bekannten Untersuchungen WIESNERS (1895) verlangen die Knospen eines Baumes zum Austreiben eine bestimmte Lichtintensität. Wenn diese unter eine gewisse Grenze sinkt, so erfolgt kein Wachstum, sondern schließlich Absterben. Es könnten bei Mitwirkung anderer Faktoren Schwankungen der Lichtintensität eine gewisse Rolle bei der Entscheidung spielen, ob ein Zweig ruht oder wächst.

Nur zur Orientierung habe ich einige Versuche über den Einfluß der Lichtentziehung an meinen Topfpflanzen gemacht. Je ein Exemplar meiner Versuchspflanzen wurde vom 27./X. 10 bis 12./XI. 10 in einem Dunkelzimmer gehalten; die Töpfe wurden täglich begossen. Es starben und fielen meist ab die Blätter

in 2—4 Tagen bei *Albizzia moluccana*, *stipulata*, *Acacia farnesiana*, *Schizolobium excelsum*, *Sterculia macrophylla*, *Eriodendron anfractuosum*;

in 5—7 Tagen bei *Terminalia catappa*, *Tectona grandis*, *Theobroma cacao*;

in 6—10 Tagen bei *Litsaea latifolia*, *Durio zibethinus*, *Cinnamomum ceylanicum*, *Barringtonia speciosa*.

Nach 16tägiger Dunkelheit hatte das Exemplar von *Ficus elastica* noch zwei Blätter, die am Licht abfielen; noch reich belüftet war allein *Elaeocarpus grandiflorus* und so blieb es auch bis zum 22./XI.

Unter allen diesen Pflanzen zeigte nur *Eriodendron* deutliches Wachstum im Dunkeln; es entstanden junge bleiche Blätter. Bei allen andern war die Blattbildung stillgestellt (anscheinend auch das Sproßwachstum). Am auffallendsten war die völlige Ruhe bei den *Albizzia*-arten, die sonst beständig fortwachsen; kein neues Blatt, keine Entwicklung neuer Seitensprosse ließ sich in diesem Versuche feststellen. Ich habe den Versuch mit beiden Arten noch mehrere Male angestellt mit gleichem negativem Erfolg. Indessen habe ich eine nähere Untersuchung nicht ausgeführt; ich verweise in bezug auf diese Fragen auf JOST (1908). An das Licht gestellt, trieben sofort alle Seitenknospen von den *Albizzia*-arten und in einigen Tagen bis Wochen auch die anderen Pflanzen.

C. Die Feuchtigkeit.

Auf die Bedeutung des Wassergehaltes der Pflanzen, der einerseits abhängt von der Wasserzufuhr aus dem Boden, andererseits von der Verdunstung der oberirdischen Organe, brauche ich hier nicht ausführlich einzugehen. In den wärmeren Zonen entscheidet in erster Linie der Wassergehalt des Bodens und der Luft, ob eine Pflanze zur Ruhe oder zum Wachstum übergeht, wobei die Ansprüche an die Menge des Wassers sowie die Schnelligkeit der Reaktion je nach den Arten ungemein verschieden sind. Um auch in dieser Beziehung das Verhalten einiger meiner Versuchspflanzen kennen zu lernen, habe ich je einen Topf von ihnen vom 24./X. bis 4./XI. vormittags in die Sonne, dann, wenn Regen eintrat, in eine offene Veranda gestellt; die Pflanzen erhielten keinen Tropfen Wasser, die Erde in den kleinen Töpfen trocknete schnell aus. Das Welken der Blätter fing am dritten

oder vierten Tage bei einigen Arten an, wobei die älteren Blätter zuerst schlaff herabhängen. Am fünften Tage waren völlig welk *Schizolobium excelsum*, *Terminalia catappa*, *Tectona grandis*, *Durio zibethinus*, und die Blätter begannen abzufallen; ohne deutliches Welken fielen ab die Blätter von *Litsaea latifolia*, *Cinnamomum ceylanicum*; welk, aber grün und nicht abfallend zeigten sich die Blätter von *Eriodendron*. Nach Beendigung des Versuches am zehnten Tage hatte allein *Barringtonia speciosa* noch frisch aussehende Blätter; aber nach Befeuchtung des Topfes fielen auch sie in einigen Tagen ab. Allmählich begann nach Wasserzufuhr bei allen Exemplaren neues Wachstum; nur bei *Cinnamomum* und *Schizolobium* war der obere Teil des Stammes abgestorben. Die Versuche bestätigen die bekannte Tatsache, daß Trockenheit zu einem Laubabfall führt, je nach den Arten in verschiedener Zeit, aber schließlich mit dem gleichen Resultat.

In Buitenzorg herrscht ein relativ sehr feuchtes Klima (vgl. Tabelle S. 39) und während der Westmonsunzeit im Winter regnet es oft und viel. Indessen finden sich andererseits große Schwankungen; im November 1910 gab es vier aufeinanderfolgende Tage, die regenfrei waren, während im Januar volle Regentage eintraten. Im allgemeinen ist nicht anzunehmen, daß solche Schwankungen für sich allein über Ruhe oder Wachstum entscheiden, wenn auch dadurch wieder Ungleichheiten im Verhalten der Zweige befördert werden können.

D. Der Nährsalzgehalt des Bodens.

Für das Wachstum der Pflanzen sind, neben den durch die Blätter erzeugten organischen Stoffen, gewisse anorganische Verbindungen des Bodens unbedingt notwendig. Die Aufnahme solcher Nährsalze hängt ab von der Menge und Konzentration, in der sie sich im Boden befinden, ferner von der Größe des Wurzelsystems, den Leitungsorganen des Stammes, der Transpirationstätigkeit der Blätter. Nach den heute bekannten Tatsachen muß man annehmen, daß die Transpiration bei genügendem Wassergehalt des Bodens auf die Aufnahme der Nährsalze sehr fördernd einwirkt. Auf diese günstige Wirkung der Transpiration führt SMITH (1909) die eigentümliche Erscheinung zurück, daß manche Bäume in Ceylon ihr neues Laub gerade in der relativ trocknen Zeit des Februar ausbilden. Ebenso erklärt sich

SMITH daraus die Tatsache, daß die Produktion an Teeblättern in Ceylon abnimmt bei Eintritt der sonnenarmen, regenfeuchten Zeit im Juli und August. Es ist möglich, daß im immer feuchten Urwald von Tjibodas die namentlich im Schatten lebenden Gewächse zeitweise durch geringe Transpiration in ihrem Wachstum eingeschränkt werden. Für Buitenzorg, wo in den Vormittagsstunden doch meist direkte Sonne wirksam ist, würde man nur zugeben, daß Zweige innerhalb der schattigen Baumkrone und an der sonnigen Peripherie ungleich transpirieren und dadurch ungleiche Mengen von Nährsalzen erhalten.

In allen jenen Fällen, wo starke Trockenheit des Bodens herrscht, wird Mangel an Wasser und Schwierigkeit der Nährsalzaufnahme notwendig zusammenwirken. In meinen Versuchen mit Topfpflanzen ließ sich aber der Mangel des Wassers ausschalten, da sie in der ganzen Zeit reichlich Wasser erhielten. Um so deutlicher trat der Einfluß des Nährsalzmangels hervor, der eine Folge der kleinen Menge Erde und der Erschöpfung durch das schon über ein Jahr dauernde Wachstum der Pflanzen war.

Unter solchen Umständen konnten Pflanzen wie *Albizzia moluccana*, *stipulata*, *Pteroloma triquetrum* beständig fortwachsen. Wir müssen daraus schließen, daß ihre Ansprüche an den Nährsalzgehalt des Bodens nur gering sind. Dagegen zeigte sich der Einfluß in der Verringerung der Wachstumsgeschwindigkeit und vor allem in der Größe der Blätter (nach vergleichenden Messungen von Exemplaren im Topf sowie im Garten). Andere Arten, wie *Tectona grandis*, *Terminalia catappa*, *Schizolobium excelsum*, *Ficus elastica*, hätten unter den Bedingungen des Klimas ständig wachsen sollen; sie zeigten aber nach Entfaltung einiger Blätter auffallende Ruhepausen.

Der erste Weg, diese Ruhe zu beseitigen, bestand, wie wir gesehen haben, darin, die Pflanzen zu entblättern. Durch diesen mit Verletzungen verbundenen Vorgang, der zugleich auch die Korrelationen der Organe stets ändert (siehe JOST, 1908, S. 396), wurde ein neuer Wachstumsreiz ausgeübt, und wir können uns wenigstens vorstellen, daß die durch die Verwundung erregten Stoffwechselprozesse (vgl. PFEFFER, II, S. 155) einen lebhaften Strom von löslichen Substanzen, darunter auch Nährsalzen, aus den älteren Teilen nach den jüngeren veranlaßt haben, bis wieder eine gewisse Erschöpfung eintrat. Die Nährsalze aus dem Boden

konnten wegen ihrer geringen Menge nur langsam aufgenommen werden und sammelten sich dann wieder allmählich an. Einen direkteren Beweis für die Wirkung der Nährsalze lieferten die Versuche, in denen den Topfpflanzen neue Salze zugeführt wurden. Ich habe mit einigen Arten solche Versuche angestellt. Die Töpfe standen in einer vor Regen geschützten Veranda und sie wurden mehrere Wochen mit 0,1 % Knoplösung, dann mit 0,05 %, schließlich wieder mit Wasser begossen. Einige Beispiele will ich anführen:

Tectona grandis.

Nicht mehr wachsend; 6./XII. 0,1 Knoplösung; 14./XII. neu treibend; 21./XII. 0,05 Knoplösung; Blätter lebhaft wachsend, viel größer als vorher (alte Blätter 8—11 cm, neue 16—17 cm). Am 9./XII. wieder Stillstand des Wachstums; Entblätterung, in den nächsten Tagen neues Treiben bis 14./II. (Ende des Versuches).

Sterculia macrophylla.

Nicht treibend; 27./X. entblättert; 4./XI. die ersten Blättchen; am 2./XII. Blattschub ausgewachsen; 6./XII. 0,1 Knoplösung; 14./XII. neues Treiben; am 25./XII. 0,05 Knoplösung; Wachstum bis 4./I.; 11./I. entblättert; 22./I. Wasser; bis 5./II. ein dritter neuer Blattschub.

Petraea volubilis.

Nicht treibend; 14./XII. 0,1 Knoplösung; 25./XII. 0,05; 25./XII. junge Blätter (größer werdend als bei den anderen Topfexemplaren); 11./I. ausgewachsen; 11./I. entblättert; 19./I. neue Blätter; 5./II. noch einmal entblättert; 14./II. neue Blätter.

Hevea brasiliensis.

Nicht treibend; 14./XII. 0,1 Knoplösung; 22./XII. 0,05 Knoplösung; 9./I. neues Treiben; Wachstum bis 5./II.

Der Zusatz von Nährsalzlösung wirkt also wie die Entblätterung, nur sehr viel günstiger, weil die Blätter stärkeres Wachstum zeigen. Auch die darauffolgenden Entblätterungsversuche gelangen besser; so konnte ein Exemplar von *Petraea* in dem Zeitraum von zwei Monaten dreimal zur Entwicklung neuer

Triebe veranlaßt werden (vgl. auch den Versuch 1, S. 36). Der Nachteil dieser Versuche lag darin, daß die kleine Menge Erde doch nur einen kleinen Teil der zugefügten Nährsalze festhalten konnte. Viel aussichtsreicher erschienen Versuche, die ruhenden Individuen in freies Gartenland auszupflanzen. In der Tat waren die Resultate sehr überzeugend.

Tectona grandis.

Nicht mehr wachsend; 2./XII. ausgepflanzt; 14./XII. junge Blätter (2,6 cm), relativ rasch wachsend; sie erreichten am 20./I. eine Länge von 29—35 cm, am 8./II. eine solche von 56,5; das Wachstum neuer Blätter ging noch fort bis Ende des Versuches (8./II.).

Sterculia macrophylla.

Nicht treibend; 28./XI. ausgepflanzt; 14./XII. Treiben des neuen Blattschubes; große Blätter; Ende des Wachstums 4./I.; dann entblättert; 11./I. neuer Blattschub, wachsend bis 8./II.; wieder entblättert 15./II.; Beginn des dritten Blattschubes.

Petraea volubilis.

Nicht treibend; 28./XI. entblättert; 2./XII. erster neuer Trieb mit Blättern; 18./XII. ausgewachsen, entblättert; 3./I. zweiter neuer Trieb; 11./I. Exemplar in Erde ausgepflanzt; 16./I. ausgewachsen; 20./I. entblättert; dritter neuer Trieb Ende Januar; 8./II. entblättert; 15./II. vierter neuer Trieb.

Hevea brasiliensis.

Nicht treibend; 2./XII. in Erde ausgepflanzt; 22./XII. junge Blätter; 11./I. ausgewachsen; entblättert; 8./II. ein neuer Blattschub von vier großen Blättern ausgebildet.

Die Versuche zeigen den wesentlichen Einfluß der Nährsalze nicht bloß auf das Blattwachstum, sondern auch auf die Fähigkeit, nach dem Anwachsen auf Entblätterungsversuche sicher zu reagieren. Bei *Petraea* gelang es in 2½ Monaten viermal die Bildung neuer Triebe anzuregen.

Die vollste Bestätigung dieser Resultate lieferten meine Beobachtungen an den Versuchspflanzen, die aus Buitenzorg im

April nach Heidelberg gebracht und Anfang Mai in Töpfe mit frischer Erde gesetzt wurden. Ein Teil wurde dann im Juni in Erdhügeln frei in ein geheiztes Gewächshaus gepflanzt und wuchs bei dem ungewöhnlich sonnigen und heißen Sommer unter ganz tropischen Bedingungen. Ich habe bereits an früheren Stellen auf das Verhalten der Pflanzen aufmerksam gemacht. *Tectona grandis*, *Terminalia catappa* wuchsen ohne jede Ruheperiode weiter. Pflanzen, die unter den Bedingungen in Buitenzorg (in kleinen Töpfen) wochen- und monatelang ohne Entblätterung ruhen mußten und auch selbst unter normaleren Bedingungen zeitweise ruhen, bildeten, wie *Sterculia*, *Hevea*, ohne jede Ruhepause zwei Blattschübe hintereinander. *Hevea*, *Petraea* reagierten auf Entblätterung sofort mit der Neubildung von Blättern.

Aus allem folgt, daß der Nährsalzgehalt einen sehr großen Einfluß auf die Ruhe bzw. das Wachstum der Pflanzen hat. Diese Beobachtungen bestätigen die von BERTHOLD (1904, S. 242) zuerst ausgesprochene Vermutung, daß ein Mangel an Salzen für das Aufhören des Wachstums an der Spitze in vielen Fällen entscheidend sein kann.

Aus der ganzen Darlegung ergibt sich, daß drei Hauptfaktoren die Ruhe einer an und für sich wachstumsfähigen Knospe herbeiführen können: niedere Temperatur, niederer Wassergehalt, niederer Nährsalzgehalt. Je nach der Natur der Spezies kann der eine oder der andere oder mehrere miteinander kombiniert die Ruhe bewirken. Entsprechend wird durch die Erhöhung der Faktoren das Wachstum erweckt. Es gibt zahlreiche Pflanzen, namentlich auch in unserer Zone, die direkt durch Schwächung eines der Faktoren in Ruhe, durch Erhöhung in Wachstum übergeführt werden. Aber hier interessieren mehr jene Gewächse, die eine festere Ruheperiode besitzen. Für sie ist wesentlich, daß durch langsame Abnahme eines der Faktoren das Wachstum eingeschränkt, schließlich ganz gehemmt wird, während gleichzeitig die Blätter noch in ihrer Produktion organischer Substanzen fortfahren. Das Resultat ist die charakteristische Eigentümlichkeit aller ruhenden Organe, die Aufspeicherung von festen oder schwer diffusionsfähigen Substanzen (Stärke, Fett, wohl auch Eiweißstoffe).

Um nun zu verstehen wie die Ruhe zustande kommen kann, können wir uns der Hypothese von SACHS (1882, S. 425) be-

dienen, nach welcher die Aufhebung der Ruheperiode auf einer langsamen Entstehung von Fermenten beruht. Diese Hypothese wurde durch die wichtigen Arbeiten von MÜLLER-THURGAU (1885) wesentlich gestützt, der dem entstehenden löslichen Zucker eine Hauptrolle für das neue Erwachen des Wachstums zuschreibt. Allerdings haben zahlreiche Forscher, wie PFEFFER, JOHANNSEN, MOLISCH, diese Auffassung ganz abgelehnt — wie mir scheint — ohne zwingenden Grund.

Nach PFEFFER (1904, S. 273) beruht die Ruheperiode auf einer internen (selbstregulatorischen) Modifikation der Wachstumsfähigkeit und nicht auf einem Mangel an geeigneter Nahrung, einer Art Hungerzustand. Es handelt sich aber nicht um einen Mangel an Nahrung, sondern eher um ein Zuviel; die Nährstoffe sind in fester oder schwer diffusionsfähiger Form oder nicht in der geeigneten Konzentration vorhanden. Wenn JOHANNSEN (1906, S. 44) einwirft, daß auch die Zwiebel mit großem Glycosegehalt ruhe, so beweist das gegen die Hypothese nichts, weil gerade die Konzentration zu hoch sein kann.

Die moderne Fermentlehre hat die unbestreitbare Tatsache aufgedeckt, daß die Ansammlung seiner Produkte die Tätigkeit des Fermentes hemmt. Wir können es daher sehr gut verstehen, daß die Aufspeicherung so vieler organischer Stoffe die Fermente inaktiv macht. Ich möchte nach dem augenblicklichen Stande unseres Wissens die Sache so formulieren:

Eine relativ feste Ruheperiode tritt ein, wenn durch Verminderung eines oder mehrerer wesentlicher Faktoren, Temperatur, Feuchtigkeit, Nährsalzgehalt, die Wachstumstätigkeit allmählich eingeschränkt wird und bei anfangs noch fortgehender Assimilationstätigkeit die Speicherung organischen Materials die Fermente inaktiv macht.

Von diesem Standpunkt aus können wir folgern, daß eigentlich jede Ruheperiode aufgehoben werden muß, da es wesentlich darauf ankommt, die fermentative Tätigkeit wieder anzuregen. Wir wissen auch, daß schon heute die Ruhe durch viele verschiedene Mittel tatsächlich verkürzt oder ganz beseitigt werden kann. Kombinierte Wirkungen von höherer Temperatur und Feuchtigkeit (Gewächshauskultur, Warmwassermethode von MOLISCH) befördern die fermentative Tätigkeit. Ebenso kann vielleicht auch der Einfluß des Äthers darauf zurückgeführt werden.

In noch höherem Grade wirkt eine Zufuhr von Nährsalzen. Dafür ist gerade das Verhalten einfacher grüner Algen sehr beweisend. Wenn diese, z. B. Oedogoniumarten, in reinem Wasser hell kultiviert werden, so hört sehr bald jede Wachstumstätigkeit auf, und es speichern sich in den Zellen große Mengen von Stärke u. dergl. auf. Sowie man solche Zellen in eine Nährsalzlösung bringt, so erfolgt in wenigen Tagen eine Auflösung der Speicherstoffe, die Zellen beginnen zu wachsen.

Ebenso versteht man den großen Einfluß der Verletzungen (Entblätterungsversuche, WEBERS Injektionsmethode), durch die die Atmung erhöht, neue Stoffwechselprozesse angeregt werden, durch die eine Lösung der Speicherstoffe herbeigeführt wird. Selbst das ruhende Kambium unserer Bäume hat JOST (1893) durch Verwundung zu Wachstumsprozessen veranlaßt. Da die Inaktivierung der Fermente allmählich mit Zunahme der Speicherung erfolgt, so wird auch begreiflich, daß die Knospen bei Beginn der Ruheperiode (Vorruhe, JOHANNSEN) leichter zu treiben sind als später, wo die Inaktivität einen hohen Grad erreicht hat. Auf der andern Seite versteht man auch die Selbstregulation der ruhenden Organe, d. h. die in ihnen allmählich auftretenden Änderungen, durch welche sie fähig werden, immer leichter durch höhere Temperatur zum Treiben gebracht zu werden (Nachruhe, JOHANNSEN). Denn in den ruhenden Organen gehen die Atmungs- und Spaltungsvorgänge langsam, aber unaufhörlich weiter (vgl. SIMON 1906), sie bereiten den Weg vor für ein allmähliches Erwachen der fermentativen Tätigkeit.

Für alle diese Fälle gehen wir von der Voraussetzung aus, daß eine Ruheperiode eingetreten ist. Aber wir haben früher Tatsachen kennen gelernt, die beweisen, daß Pflanzen, aus periodischem Klima in ein relativ gleichmäßiges versetzt, so verändert werden, daß sie überhaupt keine feste Ruheperiode mehr besitzen, wie die Kartoffel, die Hyazinthe. Das ist dann möglich, wenn die äußeren Bedingungen Jahre und Jahrzehnte hindurch so gleichmäßig und günstig sind, daß jeder Grund für eine Hemmung des Wachstums wegfällt. Aber durchaus nicht alle Gewächse zeigen dieses völlige Verschwinden der Ruhe in den Tropen, vor allem nicht jene Baumarten, mit denen der nächste Abschnitt sich beschäftigen wird.

2. Die Beziehungen der Teile eines Baumes, die sogenannten Korrelationen.

Eine der wichtigsten Tatsachen, auf die SCHIMPER seine Ansicht von dem notwendigen inneren Rhythmus begründete, war das merkwürdige Verhalten mancher Tropenbäume, an einzelnen Zweigen zu ruhen, während andere neu austrieben. Wenn der ganze Baum auch keine Ruhe hatte, so sollte jeder einzelne Zweig nicht beständig fortwachsen können, sondern er mußte auch bei möglichst günstigen Wachstumsbedingungen ruhen. Mir ist immer dieser Beweis sehr wenig überzeugend erschienen, meine Untersuchungen in den Tropen bestärkten mich darin. Es handelt sich um ein sehr interessantes Problem, das aber durch diese Annahme eines inneren Rhythmus nur verdeckt und in keiner Weise geklärt wird.

Es ist doch sehr auffällig, daß Sträucher von *Hibiscus*, *Acalypha*, *Duranta*, *Sanchezia* u. a., die alle in dem Klima von Buitenzorg sehr günstige Bedingungen treffen, sich nicht anders verhalten als Sträucher bei uns im Sommer. Sie treiben mehr oder weniger an allen Zweigen. Allerdings beobachtet man bei uns wie in den Tropen, daß einzelne Zweige zurückbleiben, wenig wachsen, sogar absterben, während andere gleichzeitig im lebhaftesten Treiben begriffen sind — das sind kleine individuelle Differenzen, die ohne weiteres verständlich sind. Wirklich auffallende Unterschiede in dem Verhalten der Zweige eines Baumes treten uns zunächst bei allen jenen Baumarten entgegen, die aus temperierten Zonen nach Buitenzorg oder Tjibodas versetzt worden sind (vgl. S. 20). In oft noch höherem Grade beobachten wir die gleiche Erscheinung an Bäumen, die zwar aus einem warmen, aber periodisch trocknen Klima stammen. Hierhin gehören gerade die von SCHIMPER (1898, S. 278) u. a. beschriebenen Cäsalpiniaceen Amerikas. Da nun alle solche Pflanzen, sei es aus Europa, Japan, China, Nord- und Südamerika, in Buitenzorg das gleiche Verhalten aufweisen, das sie in ihrer Heimat nicht zeigen, so müssen doch eben die Bedingungen des gleichmäßigen Klimas den Grund für das Benehmen abgeben.

Den überzeugendsten Beweis für die Richtigkeit dieses Schlusses liefern die Bäume, die aus Java selbst stammen. Einer der bekanntesten Bäume, *Tectona grandis*, der große Wälder in Ost- und Mitteljava bildet, ist mehrere Monate, zur Zeit des

Ostmonsuns, völlig kahl und ruht anscheinend, während er zur Zeit des Westmonsuns beblättert ist. Wandert man im Januar durch diese wundervollen domartigen Wälder, so wird man alle Zweige gleichmäßig beblättert finden. Basale Sprosse, die am bequemsten sich untersuchen lassen, sind in intensivstem Treiben⁶⁾ begriffen. Es ist längst bekannt, daß *Tectona* in Buitenzorg auch während des Sommers nicht kahl ist und wahrscheinlich auch wächst (Ursprung 1904). Was aber nicht bekannt scheint, ist sein Verhalten in Buitenzorg während des Winters. Trotzdem die Regenzeit doch die Zeit seines Wachstums bedeutet, verhält sich der Baum wie andere aus periodischem Klima stammende Arten. Zwei Bäume im Garten zeigten ganz kahle, wirklich ruhende Äste, andere eben frisch treibende, während die Mehrzahl ganz beblättert war. Genau so verhielten sich zwei Bäume, ein kleiner und ein größerer von *Butea frondosa*, einer Art, die regelmäßig in den Tectonawäldern vorkommt und ebenfalls im Sommer monatelang kahl steht. Es hat doch keinen rechten Sinn zu sagen, jeder Ast müsse sich nach einiger Zeit von selbst zur Ruhe setzen. Außerdem wies ich früher schon darauf hin, daß die jungen Bäumchen von *Tectona* ebensowohl im Winter wie im Sommer wachsen. Als ich mit Prof. SENN unter der liebenswürdigen Führung des Herrn Oberförster LOS die Tectonawälder von Pasar-sore (Ostjava) besuchte, teilte dieser mir mit, daß die kräftigen Sprosse aus abgehauenen Baumstümpfen auch zur Trockenzeit frisch beblättert sind (wahrscheinlich auch wachsen).

Wir können also sagen, daß die auffallende Ungleichheit im Verhalten einzelner Zweige aller der besprochenen Bäume durch die Wirkung des gleichmäßigen Klimas irgendwie hervorgerufen wird. Das Klima von Westjava unterscheidet sich von dem Ostjawas wesentlich nur durch die relativ gleichmäßig im ganzen Jahr verteilte Feuchtigkeit. Bei den aus temperierten Zonen stammenden Bäumen kommt noch die gleichmäßig hohe Temperatur hinzu. So unzweifelhaft hier eine Wirkung des Klimas vorliegt, so schwierig ist es heute, eine richtige Erklärung zu geben. Man muß sich hypothetischen Vorstellungen hingeben, die zunächst dazu dienen können, das Problem schärfer zu formulieren.

⁶⁾ An solchen Sprossen beobachtete ich auffallend große Blätter: Länge bis 97 cm, Breite 60 cm; es gibt nur wenige dikotyle Bäume mit ungeteilten Blättern, die solch eine Größe erreichen.

Jeder Baum ist ein aus vielen Teilen, den Zweigen, zusammengesetztes Ganze, das einen gemeinsamen Stamm und ein gemeinsames Wurzelsystem besitzt. Alle Zweige müßten sich gleichmäßig entwickeln, wenn ihre nächste Umwelt überall gleichmäßig günstig wäre und Stamm und Wurzel für alle genügendes Wasser mit den Nährsalzen herbeischaffen würden. Es gibt in den Tropen Bäume, die an der Mehrzahl ihrer Äste fortwachsen. Aber auch bei ihnen zeigt sich, daß die Außenwelt in keiner Weise genügt, auch nur den größeren Teil der angelegten Knospen zur Entfaltung zu bringen. Zahlreiche Knospen kommen nie zur Entwicklung, andere, kaum entwickelt, werden durch ihre Genossen unterdrückt. WIESNER (1895, S. 684), der am genauesten die Ursachen der Sproßreduktion und schließlichen Sproßvernichtung einheimischer und tropischer Bäume untersucht hat, führt diese Reduktion wohl mit Recht auf ungenügende Beleuchtung zurück. Bei den hier in Frage kommenden Bäumen handelt es sich nicht um ein Wachsen oder Absterben, sondern um Wachsen und Ruhe. Außerdem spielen dabei Lichtdifferenzen anscheinend eine untergeordnete Rolle; nur daß für den Übergang in Ruhe wegen der Speicherung organischer Stoffe eine genügende Lichtintensität die notwendige Voraussetzung ist. Die Ungleichheit der Zweige muß demnach auf Unterschieden der anderen, für die Ruhe wesentlichen Faktoren beruhen, d. h. der Temperatur, Feuchtigkeit und dem Nährsalzgehalt.

Wir wollen zunächst von der gewiß nicht richtigen Annahme ausgehen, auf die die früheren Forscher sich stets berufen haben, nämlich, daß in dem Tropenklima Temperatur und Feuchtigkeit stets für alle Zweige eines Baumes in gleich hohem Grade günstig sind. Aber einer der wesentlichsten Faktoren, der Nährsalzgehalt des Bodens, ist dabei ganz vergessen worden. Allerdings sind wir leider über diesen Punkt in den Tropen wenig orientiert. Doch berechtigt diese Unkenntnis nicht gerade zu der stillschweigend gemachten Voraussetzung, daß die Nährsalze in den Tropen in unerschöpflicher Menge zu jeder Zeit vorhanden seien. Für den Urwald von Tjibodas könnte man am ehesten eine solche Annahme machen; hier aber kann der ungeheure Konkurrenzkampf der Pflanzen beschränkend einwirken.

Der Boden des Gartens von Buitenzorg ist ein relativ nährstoffarmer Lateritboden und entspricht jedenfalls nicht dieser Voraussetzung. Allerdings könnte man einwerfen, daß auf einem ganz

ähnlichen Boden die Malayen seit undenklicher Zeit ihren Reis ohne Düngung kultivieren. Aber das erklärt sich nach den wichtigen Ausführungen von BERGER (1910) durch die Wasserberieselung. Das von den Bergen stammende Wasser ist reich an Nährsalzen, und der Boden besitzt, wie quantitativ nachgewiesen wurde, die Fähigkeit, einen Teil dieser Nährsalze zu absorbieren. Das kommt aber für den Garten weniger in Betracht, in welchem die Verwitterung und die Zersetzung der Blätter u. dergl. eine jedenfalls nicht unbegrenzte Menge von Nährsalzen liefert. Es fragt sich überhaupt, ob nicht in den Tropen eine gewisse Periodizität des Nährsalzgehaltes im Boden herrsche. Als ich mit Herrn BERGER über die Frage sprach, meinte er, daß es sogar wahrscheinlich, wenn auch bisher nicht nachgewiesen sei. Wie das sich auch verhalte, wir können annehmen, daß jeder Baum nur eine begrenzte Nährstoffmenge im Boden findet. Auf der andern Seite ist die Assimilationstätigkeit im ganzen Jahr relativ gefördert und es kann daher sehr leicht bei einzelnen Zweigen ein Mißverhältnis zwischen den fort und fort erzeugten organischen Substanzen, wie Stärke usw., und der relativ zu geringen Nährstoffzufuhr erfolgen. In einem gegebenen Augenblick genügt sie für eine Anzahl Zweige, die lebhaft wachsen und dann in noch höherem Grade die Nährsalze anderen Zweigen entziehen, so daß diese in den Ruhezustand übergehen müssen. Die Ungleichheit kann dann noch gesteigert werden durch die früher (S. 40 und 42) erwähnten Ungleichheiten der Temperatur und Feuchtigkeit und auch des Lichtes, schon deshalb, weil dieses wieder die beiden ersten Faktoren beeinflußt.

Das relativ gleichmäßige Tropenklima bewirkt nach meiner Auffassung durch andauernde Förderung der Assimilationstätigkeit bei nicht entsprechender Nährsalzzufuhr aus dem Boden die Ungleichheit der Zweige ein und desselben Baumes. Eine Stütze für die Auffassung liegt in den Experimenten an *Brownea* und *Plumiera* (s. S. 32—33), in welchen durch Entblätterung die ruhenden Zweige zu relativ schnell aufeinanderfolgendem Treiben, oder überhaupt zu beständigem Treiben veranlaßt werden konnten. Entblätterung wirkt, wie wir gesehen haben, in gleichem Sinne wie Nährsalzzufuhr.

Ich will aber durchaus nicht behaupten, daß solche Gründe für alle Fälle ausreichen. Sicherlich spielen noch andere Dinge eine Rolle dabei. Wenn man den kümmerlichen Pflaumenbaum

oder die europäischen Eichen in Tjibodas oder den alten Apfelbaum hoch am Pangerango beobachtet, so erkennt man sofort, daß er nicht unter den für seine Natur günstigen Bedingungen lebt. Sehr wahrscheinlich ist die hohe Feuchtigkeit der Luft (Mangel an Transpiration, Einschränkung des Gaswechsels), der hohe Wassergehalt des Bodens (Luftmangel) für viele aus periodischem Klima stammende Pflanzen in geringerem oder stärkerem Grade ungünstig. Bei den in Buitenzorg kultivierten Pflanzen aus temperierten Zonen kann ebenso die zu gleichmäßig hohe Temperatur hemmend einwirken. Man braucht nur daran zu denken, daß durch diese Faktoren die Ausbildung des Wurzelsystems beschränkt ist, um zu erkennen, daß selbst bei sehr hohem Nährsalzgehalt, wie z. B. in Tjibodas, eine ungenügende Menge der Salze dem Baume zugeführt wird. Das läßt sich ohne spezielle Untersuchungen nicht im einzelnen beweisen, aber ebensowenig widerlegen diese vorläufig nicht genügend bekannten Erscheinungen die Richtigkeit des allgemeinen Prinzips. Man muß sich erinnern, daß gerade die Beschaffenheit des Bodens noch viele ungelöste Probleme darbietet, daß möglicherweise noch ganz unbekannte Erscheinungen in ihm später als wesentlich erkannt werden können.

Wenn man einmal zugibt, daß die Ungleichheit im Verhalten der Zweige in letzter Linie durch die Außenwelt bedingt ist, so wird man sich auch nicht wundern, daß die Ungleichheit einen sehr hohen Grad erreichen kann, wie z. B. bei der Buche am Pangerango, wo die eine Hälfte in jungem Laube prangt, die andere Hälfte ruht und welke Blätter trägt. Schon die kleine Buche aus Heidelberg zeigte, daß ein Astsystem ausgetrieben hatte, ein anderes noch ruhende Knospen besaß. Kleine Differenzen, die bei der Ausbildung der Knospen entstanden waren, geringere oder stärkere Inaktivität der Fermente können zunächst dieses verschiedene Verhalten erklären. Sowie aber einmal eine solche Differenz entstanden ist, kann sie weiter wirken. Denn während das eine Astsystem sich stark entwickelt, treten in ihm Hemmungen ein, die auf der Nachwirkung der Kultur in einem periodischen Klima beruhen (s. S. 21). Zu gleicher Zeit erwacht immer stärker das Wachstum in dem anderen System, das nun Nährsalze und Wasser an sich zieht und mitwirkt, daß das zuerst wachsende in Ruhe übergeht. Das muß sich wiederholen, da sich die Bedingungen gleich bleiben, es entsteht ein Rhythmus, der dann

auch beibehalten wird, wenn die Nachwirkungserscheinungen selbst ganz verschwunden sein sollten.

Zum Schluß will ich noch kurz auf das ungleiche Verhalten der Individuen der gleichen Spezies eingehen, das SCHIMPER, WRIGHT u. a. ebenfalls zum Beweis für den inneren Rhythmus der Pflanzen heranziehen. Die einen Individuen können kahl stehen und ruhen, die anderen zu gleicher Zeit lebhaft wachsen. Auch hier liegt die Sachlage nicht so einfach. Solche individuelle Unterschiede können auf zweierlei Art und Weise zustande kommen. Einerseits können sie den Sämlingen oder Stecklingen von vornherein dadurch gegeben sein, daß diese unter verschiedenen Bedingungen an der Mutterpflanze entstanden sind. Andererseits können durch die Verschiedenheit der Außenbedingungen während ihrer selbständigen Entwicklung solche Unterschiede den Individuen eingeprägt sein. Es fehlt uns bei der bloßen Betrachtung solcher Individuen jedes Mittel, um zu beurteilen, was der Grund für die Verschiedenheit gewesen ist. MASSART (1895, S. 249) machte schon auf das sehr verschiedene Verhalten zweier Bäume von *Diospyros Kaki* in Tjibodas aufmerksam. Ich beobachtete dort eine Gruppe von acht Exemplaren, die dicht nebeneinander standen, und die nach den Angaben des Gärtners WOLTERS 1893 zu gleicher Zeit gepflanzt worden waren und auch Stecklinge der gleichen Mutterpflanze sein sollten. Man kann sich größere Kontraste kaum vorstellen, das eine Extrem war ein großer, reich beblätterter Baum, lebhaft treibend und blühend, das andere Extrem ein kleiner, fast ganz kahler Strauch und dazwischen verschiedene Mittelformen. Jeder, der überhaupt Pflanzenwachstum zu beurteilen vermag, muß sich sagen, daß die Wachstumsbedingungen eben nicht so gleichartig gewesen sein können, und ebenso wird das für zahlreiche andere Fälle gelten.

Wenn man die außerordentliche Mannigfaltigkeit der periodischen Erscheinungen des Pflanzenlebens untersucht, so beruht sie vor allem auf der als gegeben anzunehmenden Mannigfaltigkeit der Arten, die gerade in den Tropen mit überwältigendem Reichtum vertreten sind. Im Prinzip steht jede Art mit allen ihren Funktionen in notwendigem Zusammenhang mit der Beschaffenheit der Außenwelt, und es liegt die Aufgabe vor — eine solche von unerschöpflichem Inhalt — das Verhältnis der Lebensfunktionen jeder Art zu ihrer Außenwelt festzustellen. Für die

periodischen Erscheinungen des Pflanzenlebens muß erst jetzt die Anerkennung des Prinzipes erkämpft werden, da noch heute geltende Anschauungen über einen von der Außenwelt unabhängigen Rhythmus ihm entgegenstehen. Die vorliegende Darstellung wird, hoffe ich, überzeugen, daß die Periodizität des Pflanzenlebens doch, wie frühere unbefangene Beobachter annahmen, „durch die Periodizität des Klimas“ bestimmt ist. Wenn es Fälle gibt, die nicht sofort dem Prinzip gemäß verstanden werden können, die ihm sogar anscheinend widersprechen, so soll man nicht gleich das Prinzip aufgeben, sondern sich die Aufgabe stellen, durch genaue Untersuchungen, besonders durch Experimente, die Sache aufzuklären. Die beliebte Methode, in solchen Fällen „rein innere Gründe“ anzunehmen, ist doch nur ein *asylum ignorantiae*.

V. Das Blühen tropischer Pflanzen.

Wenn ich an dieser Stelle auf die Blütenbildung eingehe, so kommt es mir nur darauf an, diesen Entwicklungsprozeß im Zusammenhang mit dem allgemeinen Problem von der Rhythmik des Pflanzenlebens zu behandeln. In einer verwirrenden Fülle von Formen vollzieht sich die Blütenbildung; ganz besonders in den tropischen Zonen. Zahlreiche Forscher haben uns Kunde gegeben von dem gröberen bis feinsten Bau der Blüten in allen ihren Teilen, oder sie haben die merkwürdigen Beziehungen zu den Vermittlern der Bestäubung, dem Winde und den Insekten, untersucht. Erst in unserer Zeit beginnt man auch den physiologischen Bedingungen nachzuspüren, die für die Entstehung entscheidend sind, und gewisse allgemeine Regeln aufzusuchen, die durch die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen zunächst ganz verdeckt sind.

Wir können von der Voraussetzung ausgehen, daß die Bildung von Blüten auf anderen inneren Bedingungen der Zellen beruhen muß als das Wachstum der Wurzeln, Sprosse, Blätter, das wir hier als vegetatives bezeichnen können. Die inneren Bedingungen stehen, wie wir wissen, in einer Abhängigkeit von den äußeren Faktoren. Die Erfahrung lehrt uns, daß die für die Blütenbildung günstigen äußeren Bedingungen in der Tat verschieden sind von den für das Wachstum erforderlichen. Soweit man bisher beurteilen kann, liegt der Unterschied in einem ver-

schiedenen Verhältnis der beiden Funktionen zu den gleichen allgemeinen äußeren Faktoren. Es sind quantitative Unterschiede von diesen, die schließlich entscheiden, ob Wachstum oder Blütenbildung eintritt (KLEBS, 1904, S. 546). Die besten Beweise für diese Auffassungen geben uns die Untersuchungen an einfachen grünen Algen, deren Geschlechtsprozeß prinzipiell der Blütenbildung höherer Pflanzen entspricht. Die geschlechtliche Fortpflanzung erfolgt, wenn vorher gut ernährte Algen einem relativen Mangel an Nährsalzen ausgesetzt werden, während gleichzeitig im Licht die Produktion organischer Substanz, besonders der Kohlehydrate, fortgeht. Das vegetative Wachstum wird dabei eingeschränkt, die Bildung der Geschlechtsorgane geht vor sich. Wenden wir uns zu den Blütenpflanzen, so zeigen sie in Übereinstimmung mit den aus der Praxis wie aus Versuchen stammenden Beobachtungen eine Förderung der Blütenbildung durch relative Trockenheit und relativen Nährsalzmangel, während höherer Gehalt an Wasser und Nährsalzen das vegetative Wachstum befördert. Ebenso kann durch Schwächung des Lichtes, d. h. Verminderung von Stärke, Zucker u. dergl., bei Algen wie bei Phanerogamen die geschlechtliche Fortpflanzung nicht zur Ausbildung kommen, während das Wachstum ruhig erfolgen kann. Ohne hier näher auf die ganze Frage einzugehen, wollen wir nur daran festhalten, daß die Blütenbildung gegenüber dem Wachstum einen gewissen Überschuß an organischem Nährmaterial erfordert, ein Überwiegen der C. Assimilation gegenüber den vom Boden aufgenommenen Nährsalzen. Diese Anschauung soll dazu dienen, gewisse Erscheinungen des Blühens tropischer Bäume besser zu verstehen als es bisher der Fall war.

Unter den zahlreichen einzelnen Erscheinungen will ich einige wichtige Typen herausgreifen:

1. Wachstum und Blütenbildung wechseln periodisch ab am gleichen Baum.

Eine Anzahl Bäume sind bekannt, die dies Verhalten aufweisen und sämtlich aus einem Klima mit periodisch wechselnden Regen- und Trockenzeiten stammen. Es gehören dazu sehr bekannte Arten, wie *Eriodendron anfractuosum*, *Bombax malabaricum*, nach WRIGHT (1905, S. 474) auch *Erythrina indica*,

Spondias mangifera u. a. Diese Bäume blühen zur Trockenzeit, wenn ihre Blätter meist sämtlich abgefallen sind und augenscheinlich kein vegetatives Wachstum erfolgt. Die Trockenzeit bedingt einerseits Mangel an Wasser und Nährsalzen, und das Blühen erfolgt, weil vor dem Abfallen der Blätter genügende Mengen von Kohlehydrate gespeichert sind.

Aber auch dann, wenn bei Pflanzen die beiden Phasen der Entwicklung durchaus nicht so scharf ausgeprägt sind, weil sie einem weniger periodischen Klima entstammen, läßt sich beobachten, daß im großen Durchschnitt die Bäume in Java zur trocknen Zeit häufiger und reichlicher blühen als zur Regenzeit (vgl. SCHIMPER 1898, S. 274).

Aber auch der gleiche Baum kann an den verschiedenen Ästen wachsen oder blühen. An zahlreichen Exemplaren von *Erythrina (indica?)* sah ich diese Erscheinung am Fuß des durch seine Tempel berühmten Mount Abu in Vorderindien. Häufig waren gerade die oberen Astsysteme kahl und mit den prachtvoll roten Blüten bedeckt, während tiefer gelegene Äste Blätter trugen. Wahrscheinlich lag der Grund nur darin, daß die unteren Teile noch reichlich Wasser und Nährsalze zum vegetativen Wachstum erhielten, während für die oberen ein relativer Mangel herrschte, sie aber gleichzeitig am direktesten besonnt waren.

Ein solches ungleiches Verhalten der Zweige eines Baumes ist schon früher an Bäumen in Buitenzorg von SCHIMPER (1898, S. 271) u. a. beobachtet worden. Besonders bekannt ist der herrliche Baum von *Schizolobium excelsum*, der im Winter an einem mächtigen Astsystem blattlos ist und riesige Sträuße gelber Blumen trägt, während ein anderes Astsystem nur frische grüne Blätter besitzt. *Schizolobium* stammt aus einem periodischen Klima — in Java einheimische Bäume zeigen solche Ungleichheiten nicht. Entsprechend den früheren Darlegungen können wir annehmen, daß das junge Exemplar in dem gleichmäßigen Klima zu jener Ungleichheit der Äste gebracht wurde, die wir schon kennen gelernt haben, daß dann aber die wenig wachsenden Äste durch sonnige Lage zur Blütenbildung veranlaßt wurden. Die einmal eingetretene Scheidung wiederholt sich in jedem Jahr, da die Bedingungen, die dazu geführt haben, sich stets wiederholen.

2. Wachstum und Blütenbildung gehen ständig am gleichen Baum nebeneinander.

Zu dieser Gruppe gehören Bäume, die sehr charakteristische Typen des pflanzlichen Tropenlebens vorstellen, aber bisher nicht genügend beachtet sind. Jeder, der zum ersten Male in die Tropen kommt, wird überrascht werden durch die Bäume, die alle Stadien von der Blütenknospe bis zur reifen Frucht zeigen. Es entsteht die Frage, ob dieses Blühen und Fruchten das ganze Jahr andauern kann. Unter dem Einfluß seiner Ansicht von der notwendigen inneren Ruhe mußte SCHIMPER diese Frage verneinen. Er erwähnt als auffallend, daß manche Pflanzen an offenen sonnigen Standorten, *Hibiscus tiliaceus*, *Avicennia*, sehr lange Blütenzeiten besitzen; er hielt ein beständiges Blühen für Hibiscusarten, *Ricinus communis*, nicht für ausgeschlossen, wenn auch nicht bewiesen. Ein einzelnes Individuum könnte doch eine Ruhezeit haben.

Die Tatsache, daß ein bestimmtes Individuum mehrere Jahre hindurch beständig zu blühen vermag, wurde von mir für *Parietaria erecta* festgestellt (1903, S. 129). Diese Pflanze bildet kleine unscheinbare Blüten, die nur einen relativ geringen Überschuß an Assimilationsprodukten erfordern und deshalb auch in dem Licht unseres Winters entstehen können. Es war im höchsten Grade wahrscheinlich, daß bei der starken, vor allem das ganze Jahr andauernden Intensität des Lichtes in den Tropen zahlreiche Gewächse beständig fortblühen. Das stimmt gewiß für viele krautartige Gewächse, aber auch für Sträucher und Bäume. Ein sehr interessantes Material für diese Frage findet sich in dem fundamentalen Werk von KOORDERS und VALETON über die javanische Baumflora. Durch die Bemühungen von KOORDERS wurden für die einzelnen Baumarten die Zeiten des Blühens und Fruchtens festgestellt. Bei einer ganzen Anzahl Arten findet man die Bemerkung „das ganze Jahr mit Blüten und meist auch mit Früchten“. Bei der genaueren Durchsicht des 12bändigen Werkes, für dessen Schenkung ich Herrn Direktor LOVINCK bestens danke, zählte ich 134 Baumarten, die stets als blühend und fruchtend bezeichnet waren, und dazu noch 18, für die es hieß „beinahe das ganze Jahr“. Alle diese Baumarten sind zunächst ein schlagender Beweis für die Richtigkeit der von mir vertretenen Ansicht, daß ein Stillstand der Entwicklung nicht

zu existieren braucht. Wenn man bedenkt, daß von der ersten Anlage der Blüten bis zur völligen Reife der Frucht Wochen, ja Monate vergehen können (nähere Zeitangaben fehlen bis jetzt), so sind auch alle jene Bäume, die nach KOORDERS in verschiedenen Monaten des Jahres blühend und fruchtend angetroffen werden, ein Beweis für die fortlaufende Entwicklung. Dabei kann sehr wohl die Intensität des Blühens wie die der Blattbildung mannigfachem Wechsel unterworfen sein.

Der Einwand, der von SCHIMPER auf Grund seiner Anschauung und nicht auf Grund wirklicher Erfahrung entgegengehalten wird, beruft sich darauf, daß wohl stets von einer Art blühende Exemplare angetroffen werden, aber daraus nicht der Beweis folge für stets blühende Individuen. Nun gibt KOORDERS (XI, S. 267) für einzelne Arten, besonders für *Ficus variegata*, an, daß er abwechselnd blühende und nicht blühende Exemplare beobachtet hat; für die Mehrzahl finden sich keine solche Bemerkungen. Aber selbst wenn man einzelne sterile Individuen solcher stets blühender Arten antrifft, folgt daraus noch nichts für die notwendige Ruhe. Denn es ist doch sehr leicht möglich, daß die äußeren Umstände das Blühen verhindern. Zu den stets blühenden Arten gehört z. B. auch *Cassia timoriensis* (KOORDERS, II, S. 14). Als ich in Buitenzorg das Exemplar näher untersuchte, fand ich keine Blüte, was aber nicht unbegreiflich war, da der relativ kleine Baum unter dem Schatten großer Bäume stand, so daß der Überschuß an Kohlehydraten nicht erreicht wurde.

Um mich selbst über die Frage zu orientieren, habe ich von Ende Oktober bis Mitte Februar 1910/11 bestimmte Individuen verschiedener Arten in bezug auf ihr Blühen und Früchten kontrolliert; die Tabelle XVI, Anhang, gibt die Namen an. Die Mehrzahl hatte bereits Ende Oktober reife Früchte, andererseits junge Blütenknospen Mitte Februar, folglich muß die Entwicklung schon Monate vorher gedauert haben und mußte monatelang weiter gehen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß ganz allgemein das Blühen in den regnerischen Wintermonaten geringer ist als in der etwas trockneren Sommerzeit.⁷⁾ In dem näheren Verhalten können wir drei Fälle unterscheiden.

a) Der gleiche Zweig bildet beständig neue Blätter und neue Blüten.

⁷⁾ Auf meinen Wunsch wird die Gartenverwaltung von Buitenzorg bestimmte Exemplare stets blühender Arten längere Zeit hindurch kontrollieren.

Als Beispiel kann *Scaevola sericea* dienen, von der zwei Exemplare im Garten beobachtet wurden. Beide zeigten das gleiche Verhalten, daß alle stärkeren Äste an der Spitze langsam, aber beständig fortwuchsen (durch Messungen kontrolliert). An der Spitze entstehen zuerst neue Blätter, dann in den Achseln der etwas älteren Blätter kleine Blütenstände, später Früchte.

b) Der gleiche Zweig bildet zuerst Blätter, dann Blüten.

Ein gutes Beispiel dafür ist *Cassia laevigata*. An einem Zweige entstehen zuerst einige Blätter, dann in den Achseln der obersten junge Infloreszenzen. Eine solche Infloreszenz, 1,8 cm lang, wuchs vom 23./XII. bis 6./I. um 4 cm und entfaltete dann die ersten Blüten. Das Blattwachstum hörte am 11./I. auf; neue Blüten entwickelten sich, aus den alten bildeten sich Früchte, von denen eine bis zum 8./II. eine Länge von 13,5 cm erreichte, ohne aber bis zu diesem Tage, dem Ende der Beobachtung, ausgewachsen zu sein. An dem Baume bemerkte man Äste, die nach der Fruchtreife abgestorben waren und dann durch Seitensprosse ersetzt wurden. Ganz ähnlich verhielten sich *Bauhinia tomentosa*, *Sonneratia acida*.

c) Einzelne Zweige gehen zum Blühen über, während andere nur Blätter bilden.

Wir haben hier wieder einen auffallenden Unterschied in dem Verhalten der Zweige, den wir schon früher bei *Erythrina*, *Schizolobium* kennen gelernt haben; nur tritt hier die Sache ganz regelmäßig und an immergrünen Pflanzen auf. Ein interessantes Beispiel ist *Amherstia nobilis* mit den prachtvoll roten, herabhängenden Infloreszenzen — eine Pflanze, die, wie früher bemerkt, gleichzeitig auch ganz ruhende Zweige besitzt. Wir finden also bei einem Baum dieser Art drei verschiedene Zustände, Ruhe, Blattbildung, Blütenbildung; jeder hängt von besondern inneren Bedingungen ab. Wir müssen schließen, daß auch die äußeren Bedingungen für jede der drei Zweigformen verschieden sind, ohne imstande zu sein, diese Unterschiede genau zu präzisieren. Jedenfalls gilt nach den Erfahrungen des Herrn WIGMAN sen., daß in der etwas trockeneren und sonnigeren Zeit des Sommers viel mehr Zweige des Baumes zur Blütenbildung übergehen.

Zu den stets blühenden und fruchtenden Baumarten gehören noch zwei für die Tropen besonders charakteristische

Typen, die einer besonderen Besprechung bedürfen, die Mangrovebäume und die caulifloren Bäume.

Die Mangrovewälder, die sich längs der flachen Meeresküsten der Tropenländer oft in gewaltiger Ausdehnung hinziehen, sind wegen ihrer mannigfachen Eigenarten sehr viel beschrieben und untersucht worden. Hier interessiert vor allem die Tatsache, daß alle für die Mangrove wesentlichen Baumarten zu den stets blühenden und fruchtenden gehören. Diesen Charakter zeigen nach KOORDERS *Rhizophora*-, *Bruguiera*-, *Ceriops*arten (*Rhizophoraceen*), *Sonneratia*arten (*Lythraceen*), *Avicennia officinalis* (*Verbenaceen*), *Aegiceras majus* (*Myrsinaceen*), *Lumnitzera coccinea* (*Combretaceen*). Da die Arten ganz verschiedenen systematischen Abteilungen angehören, so muß doch wohl ihr Standort für den allen zukommenden Charakter verantwortlich sein. Wir können es begreifen, wenn wir den von SCHIMPER (1891, S. 7) zuerst ausgesprochenen Gedanken berücksichtigen, daß der salzdurchtränkte Boden der Mangrove für die darin wachsenden Pflanzen als ein physiologisch trockner zu betrachten ist. Denn der hohe osmotische Druck der Salzlösung erschwert die Aufnahme des Wassers und ebenso der Nährsalze. Da andererseits die assimilatorische Tätigkeit andauernd fortgeht, so entstehen an vielen Zweigen die Bedingungen der Blütenbildung. Eine Ausnahme von der Regel machen die *Carapa*arten (*Meliaceen*), die nach den bisherigen sehr lückenhaften Beobachtungen nicht immer blühen, was vielleicht damit im Zusammenhange steht, daß die Früchte auffallend groß sind und sehr viel organisches Material beanspruchen.

Zu den Bäumen, die ich während des Winters blühend und fruchtend antraf, gehören auch gerade die caulifloren Arten. Die Eigenschaft, ihre Blüten am Stamm selbst auszubilden, ist eine Eigentümlichkeit, die, von wenigen Ausnahmen (*Cercis*) abgesehen, den Tropen zukommt. Ohne auf die früheren, meist sehr zweifelhaften teleologischen Deutungen einzugehen, will ich hier nur auf die Arbeit von SMITH (1906, S. 363) hinweisen. Er zeigte, daß das Wachstum der Früchte am Stamm von *Artocarpus integrifolia* durchschnittlich viel rascher erfolgt, als das der Früchte von *Artocarpus incisa*, bei dem die Früchte an den Enden junger Zweige sitzen. SMITH sieht den großen Vorteil der Cauliflorie darin, daß der Fruchtbildung die im Stamm aufgespeicherte Nahrung zur Verfügung steht. Es kommt nun nicht

darauf an, zu erklären, warum diese Art Cauliflorie zeigt, jene Art nicht; das sind Dinge, die sich zunächst jeder Erklärung entziehen. Dagegen kann man fragen, warum gerade in den Tropen die Bedingungen dafür vorhanden sind. Durch die intensive andauernde Assimilationstätigkeit wird in der Tat eine Speicherung von organischem Material im Baumstamm herbeigeführt. Da aber durch die transpirierenden und wachsenden Blätter das von der Wurzel aufgenommene und ins Holz geleitete Wasser mit den Nährsalzen immer wieder nach oben geschafft wird, so tritt gerade in der Rinde ein relativer Mangel an Nährsalzen ein — es sind die Bedingungen für die häufig andauernde Entstehung der Blüten an ihr damit gegeben.

So lückenhaft diese Beobachtungen über das Blühen der tropischen Pflanzen auch sind, so können sie doch dazu dienen, den Grundgedanken, der die ganze Arbeit durchzieht, zu stützen und zu erweitern, daß die gesamte Entwicklung einer Pflanze in notwendigem Zusammenhange mit der Außenwelt steht. Beherrscht von der Annahme eines von der Außenwelt unabhängigen Rhythmus der Entwicklung, hat SCHIMPER in seiner sonst so ausgezeichneten Darstellung des Tropenlebens charakteristische Züge ganz in den Hintergrund gedrängt.

Was die feuchten Tropen von Java, Brasilien so auszeichnet, was jeden, der vom Norden kommt, mit Staunen und Bewunderung erfüllt, ist eben das unaufhörliche Treiben und Blühen der Pflanzenwelt unter den für ihr Leben günstigsten Bedingungen; sie bringen zugleich jenen unerschöpflichen Reichtum von Gestaltungen zur Entfaltung, die im letzten Grunde auf der rätselhaften Struktur der organischen Substanz beruht.

Anhang.

Tabelle VI.

Pflanzen aus dem botanischen Garten von Halle in Töpfen in ein warmes Gewächshaus gebracht; durchschnittlich schwankende Temperatur 18—25°; sofort keimend resp. weiter wachsend.

1. Beginn der Versuche 13. November 1902.

<i>Antennaria plumbaginea</i>	<i>Astrantia major</i> L.
<i>Caltha palustris</i> L.	<i>Campanula Trachelium</i> L.
<i>Comarum palustre</i> L.	<i>Eriophorum capitatum</i>
<i>Funkia ovata</i> SPR.	<i>Lycopus europaeus</i> L.
<i>Polygonum bistorta</i> L.	<i>Polypodium vulgare</i> L.
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	<i>Sparganium ramosum</i> L.

2. Beginn des Versuches 20. bis 27. Dezember.

<i>Aconitum napellus</i> L.	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.
<i>Anthericum ramosum</i> L.	<i>Aristolochia clematitis</i> L.
<i>Asperula odorata</i> L.	<i>Betonica officinalis</i> L.
<i>Brunella grandiflora</i> JACQ.	<i>Campanula lamiifolia</i> M. B.
<i>Carex hirta</i> L.	<i>Euphorbia Gerardiana</i> JACQ.
<i>Inula hirta</i> L.	
<i>Gratiola officinalis</i> L.	<i>Geranium sanguineum</i> L.
<i>Hemerocallis fulva</i> L.	<i>Linum austriacum</i> L.
<i>Lilium candidum</i> L.	<i>Rubus arcticus</i>
<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	<i>Typha latifolia</i> L.
<i>Scopolia atropoides</i> SCHET.	<i>Waldsteinia geoides</i> W.
<i>Viola cornuta</i> L.	

Nicht gleich wachsend, erst 11./I. 1903 deutlich.

Epimedium pinnatum L.

Tabelle VII.

Pflanzen aus dem botanischen Garten von Halle in Töpfen in das während des ganzen Winters geheizte Viktoriahaus; Schwankungen der Temperatur meist von 13—20°, seltener bis 25°. Feuchtigkeit groß, 75—100%.

Beginn des Versuches Ende Oktober bis Anfang November 1903.

A. Perennierende Pflanzen, innerhalb der ersten beiden Wochen wachsend.

<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	<i>Allium cepa</i> L.
<i>Asperula odorata</i> L.	<i>Aspidium spinulosum</i> Sw.
<i>Boehmeria biloba</i>	<i>Bryonia alba</i> L.
<i>Campanula glomerata</i> L.	<i>Campanula Trachelium</i> L.
<i>Canna</i> spec.	<i>Clematis recta</i> L.
<i>Geranium sanguineum</i> L.	<i>Hedera Helix</i> L.
<i>Inula salicina</i> L.	<i>Lysimachia thyrsoflora</i> L.
<i>Mentha aquatica</i> L.	<i>Ononis spinosa</i> L.
<i>Orchis mascula</i> L.	<i>Physalis Alkekengi</i> L.
<i>Polygonum bistorta</i> L.	<i>Rosa</i> spec.
<i>Ruta graveolens</i>	<i>Scolopendrium officinale</i> Sm.
<i>Sempervivum Funkii</i> Koch	<i>Sempervivum Moggridgii</i> de Smet.
<i>Thermopsis fabacea</i> D. C.	<i>Thladiantha dubia</i> Bunge
<i>Tradescantia erecta</i>	<i>Triglochin maritimum</i> L.
<i>Vaccinium Vitisidea</i> L.	<i>Valeriana Phu</i> L.

B. Zweijährige Pflanzen in Form von Rosetten, gleich neue Blätter bildend und als Rosetten während des ganzen Winters wachsend.

<i>Cochlearia officinalis</i> L.	<i>Verbascum Thapsus</i> L.
<i>Anchusa italica</i> Rotz	<i>Beta vulgaris</i> (Zuckerrüben)
<i>Cynoglossum officinale</i> L.	<i>Digitalis purpurea</i> L.
<i>Oenothera biennis</i> L.	<i>Petroselinum sativum</i> Hoffm.
<i>Salvia argentea</i> L.	<i>Scorzonera hispanica</i> L.

C. Perennierende Pflanzen, erst im Laufe des Januar oder später treibend; Beginn des Treibens in der Klammer angegeben.

<i>Althaea officinalis</i> L. (28./II.)	<i>Aspidium filix mas</i> Sco. (6./II.)
<i>Aconitum napellus</i> (28./II.)	<i>Convolvulus sepium</i> L. (1./I.)
<i>Circaea Lutetiana</i> L. (28./II.)	<i>Iris pumila</i> L. (März)
<i>Glaux maritima</i> L. (28./II.)	<i>Mirabilis Jalapa</i> L. (März)

<i>Lysimachia vulgaris</i> L. (März)	<i>Podophyllum peltatum</i> L. (17./I.)
<i>Osmunda regalis</i> L. (20./II.)	<i>Scirpus holoschoenus</i> L. (28./II.)
<i>Saxifraga peltata</i> (März)	<i>Solanum dulcamara</i> L. (März)
<i>Smilax rotundifolia</i> (März)	<i>Teucrium canadense</i> L. (März)
<i>Spiraea ulmaria</i> L. (März)	<i>Uvularia perfoliata</i> L. (März)
<i>Teucrium Scorodonia</i> L. (März)	

Tabelle VIII.

Perennierende Pflanzen aus dem botanischen Garten von Halle in Töpfen in das warme Gewächshaus (wie in Tabelle I). Ende September 1904 gebracht.

a) Sofort neu treibend.

<i>Aspidium Thelypteris</i> Sw.	<i>Calla palustris</i> L.
<i>Caltha palustris</i> L.	<i>Carex muricata</i> L.
<i>Comarum palustre</i> L.	<i>Equisetum palustre</i> L.
<i>Dahlia variabilis</i>	
<i>Euphorbia palustris</i> L.	<i>Glyceria fluitans</i> R. BR.
<i>Heleocharis palustris</i> R. BR.	<i>Iris germanica</i> L.
<i>Iris pseudacorus</i> L.	<i>Juncus effusus</i> L.
<i>Leonurus cardiaca</i> L.	<i>Lysimachia thyrsiflora</i> L.
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	<i>Onoclea sensibilis</i> L.
<i>Polygonum amphibium</i> L.	<i>Scirpus silvaticus</i> L.
<i>Typha minima</i> FUNK	

b) Ein wenig keimend, sich aber weiter nicht entwickelnd.

<i>Colchicum autumnale</i> L.	<i>Struthiopteris germanica</i> WILLD.
-------------------------------	--

c) Keimend nach Verletzungen; Bildung von Seitensprossen.

<i>Saxifraga sarmentosa</i> L.	
<i>Teucrium canadense</i> L.	
<i>Scirpus maritimus</i> L. Knollen; ein Teil angeschnitten keimend im Dunkeln bei 28°.	

d) Nicht keimend bis Ende Januar.

<i>Diplostegium umbellatum</i> .
<i>Podophyllum peltatum</i> L.
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.
<i>Smilacina bifolia</i> DERF.

Tabelle IX.

Perennierende Stauden aus dem botanischen Garten von Heidelberg in Töpfen in ein geheiztes Gewächshaus.

1. Beginn des Versuches Ende Oktober 1908.

a) Im Laufe des November neu treibend.

<i>Alchemilla pubescens</i> N. B.	<i>Arabis rosea</i> D. C.
<i>Cirsium arvense</i> SCOP.	<i>Convolvulus arvensis</i> L.
<i>Erigeron Villarsii</i> BELL.	<i>Erinus alpinus</i> L.
<i>Hippuris vulgaris</i> L.	<i>Kitaebelia vitaefolia</i> W.
<i>Lysimachia Nummularia</i> L.	<i>Mimulus cardinalis</i> DGL.
<i>Papaver alpinum</i> L.	<i>Potentilla Gaudini</i> GREMLI.
<i>Ranunculus Thora</i> L.	<i>Taraxacum officinale</i> WEB.
<i>Tiarella cordifolia</i> L.	<i>Triglochin maritimum</i> L.

b) Nicht treibend bis Ende Februar.

<i>Epimedium colchicum</i> (?)	<i>Notochlaena Marantae</i> R. BR.
<i>Polygonatum officinale</i> ALL.	<i>Smilacina stellata</i> DESF.
<i>Ramondia pyrenaica</i> RICH.	

2. Beginn des Versuches 10.—17. November 1908.

a) In den nächsten 8—14 Tagen keimend.

<i>Butomus umbellatus</i> L.	<i>Petasites officinalis</i> MUCH.
<i>Lysimachia thyrsiflora</i> L.	

3. Beginn des Versuches 4.—12. Dezember.

Allmählich keimend,

<i>Agrimonia odorata</i> MILL.	<i>Gratiola officinalis</i> L.
<i>Hostia plantaginea</i> ASCH.	<i>Hostia coerulea</i> TRTK.
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	<i>Paeonia peregrina</i> MILL.
<i>Pulmonaria augustifolia</i> KOCH	<i>Trollius europaeus</i> L.

Einige spezielle Versuche.

Adoxa Moschatellina L., 16./XI. 1908 Gewächshaus, 8./XII. 1908
deutliches Hervortreten der Blätter, 2./I. erste offene Blüte.
Asarum europaeum L., 11./XI 1908 Gewächshaus, 28./I. 1909
keimend.

Circaea Lutetiana L., 16./X. 1908 Gewächshaus; am 1./II 1900 grüner Sproß; ein paar Rhizome, 17./XI. 1908 Aquarium, 1./II. 1909 schwach gewachsen mit ein paar neuen Seitentrieben.
Valeriana dioica L., 16./XI. 1908 Gewächshaus, 16./XII. deutliches Treiben, bereits junge Blüten.

Hydrocharis Morsus ranae L.

Im Winter 1903 beobachtete ich, daß die Winterknospen austrieben, nachdem sie der Länge nach durchgeschnitten wurden. Am 25./X. 03 wurden 15 Stück halbiert, am 31./X. zählte ich 22 Pflanzen mit jungen Blättern. Von 52 Knospen, die unverletzt in Wasser im warmen Gewächshaus kultiviert wurden, keimten drei im November, die anderen blieben ruhig bis zum Februar; allmählich trieben die Knospen im Laufe des März aus. Ähnliche Versuche wurden später wiederholt. Schon KATIC benutzte die Methode, um *Hydrocharis*pflanzen für seine Versuche Winter 1904/05 zu erhalten (Inaug.-Diss. Halle 1905). Auch in Heidelberg, Herbst 1909, habe ich mich noch einmal von der Richtigkeit der Tatsache überzeugt.

Tabelle X.

Pflanzen aus Heidelberg in WARD'schen Kästen oder in Form ruhender Organe per Post nach Buitenzorg geschickt; hier in Töpfen eingepflanzt. Anfang September, ein kleiner Teil 18./X. 10 frei ausgepflanzt. Töpfe vor Regen geschützt.

Verhalten während der Monate Oktober bis Februar.

Name der Pflanze	gepflanzt in Form von	Verhalten
<i>Aconitum napellus</i> L.	Knolle	am 1./XI. 10 treibend, sehr langsam wachsend; 8./II. wenige kleine Blätter.
<i>Acorus calamus</i> L.	Rhizom	18./X. neu getrieben, den ganzen Winter wachsend, neue Blätter treibend.
<i>Adoxa moschatellina</i> L.	Rhizom	nicht keimend bis 8./II. 11.
<i>Allium cepa</i> L.	Zwiebel	18./X. eine Zwiebel keimend, zwei andere nicht; 30./X. diese beide keimend; 8./II. Blätterbüschel, an einer Zwiebel drei (Keimung von Seitenzwiebeln).

Name der Pflanze	gepflanzt in Form von	Verhalten
<i>Allium schoenoprasum</i> L.		18./X. lebhaft treibend; frei ausgepflanzt bis 8./II. gesunde, kräftige Blattbüschel.
<i>Arum maculatum</i> L.	Knolle	bis 8./II. nur kleine Knospen; bei einem Rhizom ein Trieb 2 cm lang.
<i>Asarum europaeum</i>	Rhizom	1./XI. langsam keimend, aber bis 8./II. nur wenig entwickelt, keine entfalten Blätter.
<i>Aspidium filix mas</i> Sw.	Rhizom	18./X. zwei junge Blätter; 31./X. sieben junge Blätter; 8./II. keine jungen Blätter; an den alten keine Sori.
<i>Brodiaea uniflora</i> Engl. (Montevideo)	Zwiebel	18./X. gekeimt, während der Wintermonate neue Blätter; 8./II. kränklich aussehend.
<i>Bulbine annua</i> Engl. (Kapland)	Zwiebel	18./X. gekeimt, dann frei ausgepflanzt, im Nov. reichlich blühend, ebenso später bis 8./II.
<i>Carex Grayii</i> Carcy (Nordamerika)	Pflanze	18./X. lebhaft treibend, neue Blätter auch weiterhin bildend bis 8./II.
<i>Campanula Trachelium</i> L.	Pflanze	18./X. neue Blätter; 4./I. geringe Blattbildung; 8./II. ebenso; keine Streckung der Achse.
<i>Circaea Lutetiana</i> L.	Rhizom	18./X. junge, bleiche, aufrechte Triebe ohne entfaltete Blätter, sich kaum weiter entwickelnd bis 8./II.
<i>Colchicum autumnale</i> L.	Knolle	18./X. zwei Töpfe junge, bleiche, kurze Triebe, sich kaum weiter entwickelnd bis 8./II.
<i>Crepis bulbosa</i> Cass. (Südfrankreich)	Knolle	18./X. lebhaft treibend, sich weiter entwickelnd, neue Rhizome und Blätter; keine neuen Knollen.
<i>Dahlia variabilis</i> Dsv.	Wurzelknolle	18./X. lebhaft treibend; frei ausgepflanzt 19./XI. zwei kräftige Büsche; Beginn des Blühens 4./I.; eine Pflanze absterbend, die andere weiter treibend und blühend; 8./II. kräftig beblättert, gesund, keine Blütenknospen.
<i>Daucus carota</i> L.	Rübe	18./X. lebhaft treibend; 30./XI. wenig gewachsen; 13./XII. frische Blätter; 8./II. eine Anzahl grüner, lebender Blätter; keine Streckung der Achse.

Name der Pflanze	gepflanzt in Form von	Verhalten
<i>Dentaria bulbifera</i> L.	Knolle	nicht keimend bis 8./II.
<i>Epimedium alpinum</i> L.	Pflanze	18./X. zwei Töpfe lebhaft treibend, den ganzen Winter beblättert, aber wenig mehr wachsend.
<i>Fagus sylvatica</i> var. <i>atropurpurea</i>	Bäumchen	bis zum 8./II. nicht treibend.
<i>Ficaria ranunculoides</i>	Knolle	bis zum 8./II. nicht treibend.
<i>Ficus stipulata</i> repens-Form	Pflanze	vom 18./X. bis 8./II. andauernd wachsend, neue Blätter bildend, aber stets in der repens-Form.
<i>Gratiola officinalis</i> L.	Pflanze	18./X. zwei Töpfe lebhaft treibend; ein Topf ins Freie in Wasser gestellt; 30./X. wenig gewachsene Triebe, 10 bis 14 cm lang; 4./I. ebenso; 8./II. alle Triebe lebend, an der Spitze sehr kleinblättrig.
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	Wurzelknolle	18./X. zwei Töpfe eben beginnend zu keimen; 30./XI. eine Pflanze mit vier jungen Blättern, nicht weiter wachsend bis 8./II.
<i>Iris pumila</i> L.	Rhizom	keine jungen Blätter bis 8./II. bildend.
<i>Lysimachia ciliata</i> L.	Pflanze	18./X. zwei Töpfe neu treibend; 1./XI. zwölf Triebe mit zweiblättrigen Quirlen, vier mit dreiblättrigen, einer mit vierblättrigen Quirlen, weiterhin sehr langsam wachsend bis 8./II.; ein Topf abgestorben.
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	Pflanze	18./X. frisch treibend; Topf ins Wasser gestellt frei; 30./XI. neues Treiben, die Triebe des Sommers mit neuen Achselsprossen; 4./I. lange, schwächliche Triebe, zum Teil absterbend; neue, basale Triebe 8./II. ebenso.
<i>Mirabilis Jalapa</i> L.	Rübe	18./X. lebhaft treibend; 22./XI. junger Sproß mit offener Blüte; 30./XI. junge Frucht, nicht weiterblühend, aber lebend, wenig wachsend bis 8./II.
<i>Oxalis articulata</i> SAV. (Montevideo)	Knolle	18./X. lebhaft treibend; 22./XI. erste offene Blüten; 4./I. neue Blätter bildend; 8./II. reichlich beblättert.

Name der Pflanze	gepflanzt in Form von	Verhalten
<i>Oxalis canescens</i> JACQ.	Knolle	18./X. noch nicht gekeimt; 15./XII. langsam treibend; bis 8./II. eine Anzahl lebender Blätter.
<i>Oxalis catharinensis</i>		30./XI. zwei junge Blättchen; 4./I. neue Blätter; 8./II. eine Anzahl gesunder Blätter.
<i>Oxalis esculenta</i> O. DTV.		18./X. keimend; 30./XI. kränklich; 8./II. wenige gesunde Blätter.
<i>Polygonatum latifolium</i>	Rhizom	nicht keimend bis 8./II.
<i>Polygonum amphibium</i> L.	Pflanze	18./X. neue junge Triebe — Topf in Wasser frei gestellt; 30./XI. zahlreiche schwächliche, kleinblättrige Triebe; 4./I. Triebe 12—14 cm lang; 8./II. wesentlich gleich geblieben.
<i>Polypodium vulgare</i> L.	Pflanze	18./X. junge Blätter; 30./XI. ebenso; die zuletzt gebildeten etwas verkrüppelt; 8./II. neue kleinere Blätter, keine Sori.
<i>Ranunculus Lingua</i> L.	Rhizom	18./X. lebhaft treibend, die in der Luft befindlichen Rhizome mit ovalen, gestielten Blättern — in Wasser ins Freie gestellt; 22./XI. Rhizom über den Topfrand geotropisch abwärts gekrümmt in das Wasser; gestielte Blätter am Luftrhizom, Länge des Stieles 1,5 cm, Länge der Spreite 1,8 cm; am Wasserrhizom Länge des Stieles 2,6 cm, Spreite 5,5 cm; 4./I. Rhizom weiter wachsend, neue Blätter; 8./II. ebenso, keine Streckung zu aufrechten Trieben mit typischen Luftblättern.
<i>Scorzonera hispanica</i> L.	Rübe	18./X. treibend, in nächster Zeit mit einer Rosette neuer Blätter — weiterhin keine lebhafte Blattbildung mehr, Blätter etwas verlaust, im Laufe des Januar Streckung der Achse; 8./II. ein Stengel mit einer einzigen Blütenknospe.

Name der Pflanze	gepflanzt in Form von	Verhalten
<i>Sedum spectabile</i> Bor.	Pflanze	18./X. neu treibend, während des ganzen Winters wachsend, neue Blätter, neue Triebe; 8./II. die vorjährigen Sprosse noch lebend, mit kleinen Blättern besetzt, aus dem Wurzelstock großblättriger Triebe.
<i>Solanum tuberosum</i> L.	Knolle	18./X. noch nicht keimend; 19./XI. deutlich treibend; 22./XII. ins Freie ausgepflanzt; 30./XII. Höhe des Triebes 27,5 cm, Blätter absterbend; neue Seitensprosse 8./II., schwaches Wachstum, Blätter klein. Ähnliche Versuche in Töpfen; keine Knollenbildung, nur schwache Stolonen.
<i>Typha angustifolia</i> L.	Rhizom	18./X. lebhaft treibend, eine Anzahl junger Sprosse, später aber verfaulend.
<i>Valeriana dioica</i> L.	Pflanze	18./X. junge Triebe mit kleinen Blättern, aber kaum sich weiter entwickelnd bis 8./II.
<i>Viola odorata</i> L.	Pflanze	18./X. neu treibend und während des ganzen Winters langsam neue, etwas bleiche Blätter bildend; keine Blüten.

Tabelle XI.

Ein Teil der Heidelberger Pflanzen (s. Tabelle X), Ende Oktober 1910 nach dem Berggarten von Tjibodas gebracht, dort meist in Töpfen kultiviert.

Name	gepflanzt in Form von	Verhalten von November 1910 bis Februar 1911
<i>Aconitum napellus</i> L.	Knolle	5./XI. Beginn des Treibens; 12./II. eine Knolle mit drei jungen grünen Blättern.
<i>Allium cepa</i> L.	Zwiebel	4./XI. lebhaft getrieben, Blätter von 25 cm Länge; 12./XI. zahlreiche Blätter.

Name	gepflanzt in Form von	Verhalten von November 1910 bis Februar 1911
<i>Asarum europaeum</i> L.	Rhizom	5./XI. ruhend; 12./II. ein Rhizom treibend, zwei kräftige junge Blätter.
<i>Aspidium filix mas</i> Sw.	Rhizom	5./XI. drei junge Blätter; 12./XI. die drei Blätter ausgewachsen mit deutlichen Sori, zwei junge Blätter.
<i>Campanula Trachelium</i> L.	Pflanzen	5./XI. junge Blätter; 12./XI. sechs Pflanzen, alle lebend, gut beblättert, keine Streckung der Achse.
<i>Circaea Lutetiana</i> L.	Rhizom	5./XI. neue kleine Blättchen; 12./II. grünes Rhizom mit kleinen Blättchen, keine aufrechten Triebe.
<i>Crepis bulbosa</i> CASS.	Knolle	5./XI. treibend, dann ins Freiland ausgesetzt; 12./II. neue Blätter an Rhizomen, keine Knollen.
<i>Epimedium alpinum</i> L.	Pflanze	4./XI. reich beblättert; 12./II. alte Blätter gelb, neue junge Blätter.
<i>Gratiola officinalis</i> L.	Pflanze	4./XI. neue Triebe; 12./II. eine Menge schwächlicher, kleinblättriger Triebe.
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	Wurzelknolle	4./XI. eine Knolle eben treibend; 12./II. kaum weiter entwickelt.
<i>Lysimachia ciliata</i> L.	Pflanze	4./XI. gut beblättert, ins Freiland gepflanzt; 12./II. sechs Pflanzen, alle lebend, aufrechte Triebe, sämtlich mit zweiblättrigen Quirlen.
<i>Iris pumila</i> L.	Rhizom	4./XI. junge Blätter; 12./II. ebenso.
<i>Oxalis articulata</i>	Knolle	5./XI. kräftig treibende Pflanze; 12./II. abgestorben.
<i>Oxalis catharinensis</i>	Knolle	das gleiche Verhalten wie bei <i>articulata</i> .
<i>Oxalis esculenta</i> O. DTR.	Knolle	4./XI. treibend; ins Freie gesetzt 12./II., drei Exemplare tot, eins lebend mit wenigen Blättern.
<i>Colchicum autumnale</i> L.	Knolle	4./XI. vier kurze Triebe; 12./II. die vier Knollen, 5—6 cm langen Triebe, mit Niederblättern besetzt.
<i>Ficaria ranunculoides</i> RTH.	Knolle	5./XI. nicht gekeimt; 12./II. treibend, junge, nierenförmige Blätter.

Name	gepflanzt in Form von	Verhalten von November 1910 bis Februar 1911
<i>Fagus silvatica</i> L. var. <i>atropurpurea</i>	junges Bäumchen	5./XI. nicht getrieben; ein Exemplar im Topf im Gewächshaus; 12./II. sehr verschiedene Grade der Knospenentfaltung, bei einem Zweigsystem junge, frischgrüne Blätter: Länge = 5—5,5, Breite = 2,9—3,1 cm; zweites Exemplar ins Freie gepflanzt; 12./II. Knospen angeschwollen, aber noch nicht getrieben.
<i>Ranunculus Lingua</i> L.	Pflanze	4./XI. neue Rhizome mit kurz gestielten Blättern, Spitze des Rhizoms sich in die Erde bohrend; 12./II. Pflanze kräftig gewachsen, mit etwas länglich-eiförmigen gestielten Blättern, keine aufrechten Triebe.
<i>Scorzonera hispanica</i> L.	Rübe	5./XI. lebhaft treibend; zwei Pflanzen ins Freie gesetzt; 2./II. gesunde grüne Blätter, ältere bis 23 cm lang, jüngere bis 14 cm, keine Streckung der Achse.
<i>Sedum spectabile</i> BOR.	Pflanze	4./XI. junge, frische Triebe am alten Sproß; 12./II. Trieb lebendig, aber wenig gewachsen.
<i>Semperivum Funkii</i> KOCH	Pflanze	4./XI. junge Blätter; 12./II. abgestorben.
<i>Viola odorata</i> L.	Pflanze	4./XI. gut beblättert, ins Freie gesetzt; 12./II. drei Pflanzen, gesund, mit neuen jungen Blättern, keine Blüten.

Tabelle XII.

Japanische Pflanzen in Form von Knollen, Zwiebeln oder Rhizome, aus Japan Mitte Oktober 1910 nach Buitenzorg gebracht, hier in Töpfe gesetzt.

Name der Pflanze	Verhalten
<i>Allium ascalonicum</i> L.	sofort keimend; 18./X. mit jungen Blättern ins Freie gesetzt; lebhaft wachsend bis 8./II.

Name der Pflanze	Verhalten
<i>Colocasia antiquorum</i> SCHOTT.	18./X. in vier Töpfen; 30./XI. bei drei Töpfen Hervortreten von Blättern; 21./I. in den drei Töpfen kräftige Entwicklung bis zum 8./II.
<i>Ipomaea batatas</i> LAM.	18./X. in Erde ausgepflanzt, sofort keimend; bis zum 8./II. eine große Fläche (50—80 cm im Durchmesser) bedeckend.
<i>Lycoris sanguinea</i> MAX	18./X. im Topf, sofort keimend; 30./X. junge Blätter über der Erde — weiter wachsend bis 8./II.
<i>Zingiber officinale</i> L. Rsc.	18./X. im Topf langsam keimend; 31./XI. Sproß 12 cm lang; 15./XII. 35 cm lang; fortwachsend bis 8./II.

Tabelle XIII.

Japanische Pflanzen in Form ruhender Organe (Knollen, Zwiebeln, Rhizome) von Herrn MIYOSHI aus Tokio nach Buitenzorg geschickt, hier in Erde am 3./XII. 10 (oder auch in Töpfen) kultiviert.

Name der Pflanze	Verhalten im Laufe des Winters
<i>Allium Bakeri</i> RGL.	sofort lebhaft treibend; 12./XII. 15—20 cm lange Blätter; 21./XII. alle sieben Pflanzen reich beblättert; 16./I. sehr kräftige Pflanzen; 8./II. ebenso.
<i>Asparagus lucidus</i> LINDL.	bis 4./I. nicht treibend; 16./I. ein Exemplar 17 cm lang; 8./II. zwei Exemplare getrieben, bei einem Stengel 35 cm lang.
<i>Begonia Evansiana</i> ANDR.	in Töpfen bis 8./II. keine Keimung.
<i>Colocasia antiquorum</i> SCHOTT.	sofort lebhaft treibend; 21./XII. sechs Pflanzen reich beblättert, größtes Blatt 20 cm; 4./I. große Pflanzen; 8./II. sehr stark entwickelt.
<i>Dioscorea batatas</i> Dcs.	in Töpfen; 21./XII. in einem Topf 5 cm langer Trieb; 4./I. in drei Töpfen gekeimt; 8./II. ein zweiblättriger Trieb erhalten; ein Topf bis 8./II. nicht gekeimt.
<i>Dioscorea japonica</i> THUNB.	weder in den Töpfen noch in der Erde gekeimt bis 8./II.

Name der Pflanze	Verhalten im Laufe des Winters
<i>Dioscorea Tokoko</i> MAKINO	21./XII. noch nicht keimend; 4./I. alle Exemplare mit jungen windenden Stengeln; 8./II. kräftig entwickelt.
<i>Disporum sessile</i> DON.	bis 8./II. nicht gekeimt.
<i>Fritillaria verticillata</i> WILLD. var. <i>Thunbergii</i> Bak.	bis 8./II. nicht gekeimt.
<i>Hemerocallis fulva</i> L. var. <i>Kwanso</i> Rgl.	12./XII. deutliche Keimung; 21./XI. alle sieben Exemplare lebhaft treibend; 8./II. kräftige Pflanzen.
<i>Ipomoea batatas</i> LAM.	sofort keimend; 12./XI. Sproß 10 cm lang; 21./XII. eine große buschartige Pflanze; 8./II. kolossal entwickelt.
<i>Lilium auratum</i> LINDL.	in Töpfen; 16./I. eine Zwiebel keimend, alle anderen bis 8./II. ruhend.
<i>Lilium cordifolium</i> THUNB.	in Töpfen bis 8./II. nicht gekeimt.
<i>Lilium longifolium</i> THUNB.	in Töpfen; 12./XII. zwei Zwiebeln keimend; 21./XII. Trieb 7 cm lang; 4./I. Sproß 14 cm lang; 16./I. eine dritte Zwiebel keimend; 8./II. eine vierte Zwiebel gekeimt, zwei andere noch nicht; Trieb bei einer Zwiebel 39 cm lang.
<i>Lilium speciosum</i> THUNB.	in Töpfen bis 8./II. nicht gekeimt.
<i>Lilium tigrinum</i> GAWL.	21./XII. Beginn der Keimung; 4./I. Trieb 5 cm lang; 16./I. eine zweite Zwiebel keimend; 8./II. eine dritte Zwiebel keimend; Triebe der ersten Zwiebel 6—9 cm; zwei Zwiebeln nicht gekeimt.
<i>Lycoris radiata</i> HERB.	3./XII. bereits treibend; 21./XI. eine Menge Blätter an allen Zwiebeln, aber an der Spitze vertrocknend; 4./I. nicht gesund aussehend; 8./II. fünf mächtig entwickelte Exemplare.
<i>Lycoris squamigera</i> MAXIM.	3./XII. bereits keimend; 21./XII. alle sieben Exemplare kräftig wachsend, Blätter bis 14 cm lang; 16./I. kräftige Pflanzen; 8./II. sehr stark entwickelt.
<i>Pinellia ternata</i> BREIT.	12./XII. Beginn der Keimung; 21./XII. alle sieben Exemplare mit zahlreichen Blättern; 4./I. reich beblättert; 8./II. ebenso.

Name der Pflanze	Verhalten im Laufe des Winters
<i>Pinellia tripartita</i> SCHOTT.	12./XII. junge Blätter ; 21./XII. alle sieben Exemplare lebhaft wachsend, ein Exemplar blühend, Blätter bis 20 cm lang, Infloreszenz 38 cm lang ; 4./I. große, kräftige Pflanzen, blühend ; 16./I. ebenso ; 8./II. ebenso.
<i>Polygonatum latifolium</i> DEJF. var. <i>commutatum</i> BAK.	21./XII. ein Teil der Rhizome treibend ; 29./XII. Knospen über der Erde ; 4./I. aufrechte Stengel mit Blättern ; 8./II. von den sieben Rhizomen nur eines mit noch gesundem Sproß ohne Blüten.
<i>Polygonatum officinale</i> ALL.	21./XII. Rhizomknospen über die Erde tretend ; 29./XII. Entfaltung der Blätter ; 4./I. nur eine Pflanze kräftig entwickelt, die andere abgestorben ; 8./II. ebenso.
<i>Scilla japonica</i> BAK.	12./XII. deutliche Keimung ; 21./XII. alle sieben Exemplare treibend ; 8./II. alle zu kräftig beblätterten Pflanzen entwickelt.
<i>Trichosanthes cucumeroides</i> MAX.	bis 8./II. nicht gekeimt.
<i>Trichosanthes japonica</i> RGL.	bis 8./II. nicht gekeimt.

Tabelle XIV.

Holzwachse aus temperierten Zonen im Garten von Buitenzorg kultiviert, hier untersucht vom 20./X. bis 3./XI. 1910.

Name der Pflanze	Heimat	Verhalten
<i>Akebia quinata</i> Dcs.	Japan	einige Äste kahl, andere mit jungen Blättern.
<i>Azalea indica</i>	Himalaya	junge Blätter, eine Anzahl weißer Blüten ; ein anderer Strauch rote Blüten.
<i>Amygdalus persica</i> L.	Mittelmeerländer	beblättert, nur wenige Äste kahl ; am unteren Teil des Stammes kräftig wachsende Triebe.
<i>Buxus sempervirens</i> L.	Mittel-europa	ganz beblättert, junge Blätter reich blühend (den ganzen Winter hindurch blühend), ein zweiter Strauch an anderer Stelle des Gartens ebenso.

Name der Pflanze	Heimat	Verhalten
<i>Celtis occidentalis</i> L.	Nordamerika	fast kahl, aber neu treibend.
<i>Chamaecyparis obtusa</i> Sieb. et Zuc.	Japan	zwei Bäumchen an der Spitze wie an Seitentrieben neue Blätter.
<i>Cinnamomum camphora</i> Nees	Japan	kleiner Strauch, an einzelnen Ästen neu treibend.
<i>Citrus aurantium</i> L.	Mittelmeerländer	frisch treibend; ebenso <i>var. japonica</i> aus Japan, ein zweites Exemplar der letzteren Varietät ruhend.
<i>Citrus medica</i> L.		mehrere Bäume, bei allen frisch treibende Zweige; besonders kräftige Sprosse am unteren Teile des Stammes.
<i>Clematis flammula</i> L.	Mittel-europa	beblättert, nur wenig neu treibende Ästchen.
<i>Clematis paniculata</i> THUN.	Japan	beblättert, frisch treibend.
<i>Clematis viticella</i>	Mittel-europa	wie <i>paniculata</i> .
<i>Cocculus japonicus</i> D. C.	Japan	aus dem Boden zahlreiche neue Triebe.
<i>Cryptomeria japonica</i> DON.	Japan	meist ruhend, aber an der Basis kräftig treibende Zweige.
<i>Cunninghamia chinensis</i>	China	kleiner Strauch, einige Knospen eben treibend.
<i>Cupressus sempervirens</i>	Mittelmeerländer	zwei Exemplare, eines an der Spitze deutlich treibend, ein anderes meist ruhend.
<i>Cydonia japonica</i>	Japan	drei Sträucher, einzelne Äste kahl, andere beblättert, neu treibend, einzelne Blüten.
<i>Elaeagnus latifolia</i> L.	Himalaya	frisch treibend, ganz beblättert.
<i>Eriobotrya japonica</i> L.	Japan	ganz beblättert, frisch treibend.
<i>Eurya japonica</i> THUNB.	Japan	frisch treibend; ein zweiter Strauch mit jungen und reifen Früchten, aber nicht junge Blätter treibend.
<i>Forsythia spec.</i>	Nord-Amerika	einzelne Äste kahl, andere beblättert, andere treibend mit jungen Blättern.
<i>Gardenia radicans</i> THUNB.	Japan	ganz beblättert, einzelne gelbe Blätter, neu treibend.

Name der Pflanze	Heimat	Verhalten
<i>Hydrangea hortensis</i> SMITH	Japan	kleiner Strauch blühend ; junge Blätter.
<i>Juniperus chinensis</i> L.	Japan	ein kleiner Strauch an einzelnen Ästen treibend ; ein größerer überall treibend.
<i>Lagerstroemia indica</i> L.	China	ein Baum an einzelnen Ästen treibend ; ein zweiter sehr lebhaft überall treibend.
<i>Ligustrum Iboti</i> SIEB.	Japan	an einzelnen Ästen treibend.
<i>Ligustrum chinense</i> CARR.	China	überall frisch treibend.
<i>Litsaea glauca</i> SIEB.	Japan	frisch treibend an der Mehrzahl der Äste.
<i>Ligustrum lucidum</i> AIT.	China	ganz beblättert, an einzelnen Ästen treibend.
<i>Morus alba</i> L.	China, Mittelmeerländer	viele Äste kahl, einige neu treibend.
<i>Morus nigra</i> L.		ganz beblättert, junge Blätter ; Blüten und Früchte an vielen Ästen.
<i>Myrica cerifera</i> L.	Nordamerika	ganz beblättert, neu treibend.
<i>Nerium Oleander</i> L. α flor. alb. β flor. rubr.	Mittelmeerländer	beide Varietäten frisch treibend ;, einzelne Äste kahl ; an anderen Ästen Blüten.
<i>Nandina domestica</i> THUNB.	Japan	frisch treibend.
<i>Olea fragrans</i> THUNB.	Japan	ein junger Baum ruhend, älterer Baum an einzelnen Ästen treibend ; sehr kräftig treibender Sproß an der Basis des Stammes ; ein dritter Baum mit einzelnen kahlen Ästen, andere neu treibend.
<i>Pinus longifolia</i> ROXB.	Himalaya	an der Spitze treibende Knospen, die Seitenäste meist ruhend.
<i>Pittosporum Tobira</i> AIT.	Japan	kränklich, einzelne Äste neu treibend.
<i>Podocarpus Nageia</i> R. BR.	Japan	ein Baum frisch treibend ; ein zweiter Baum nicht gesund aussehend, kropfig ; neue Blätter.
<i>Podocarpus macrophylla</i> DON	Japan	frisch treibend.

Name der Pflanze	Heimat	Verhalten
<i>Punica granatum</i> L.	Mittelmeerländer	einige Äste kahl, andere treibend; kräftig treibende Sprosse an der Basis des Stammes.
<i>Quercus glauca</i> THUNB.	Japan	ein Teil der Äste neu treibend.
<i>Rhus succedanea</i> L.	Japan	ganz beblättert, neu treibend.
<i>Salix babylonica</i> L.	Mittelmeerländer	zwei Sträucher beblättert, an einzelnen Ästchen kahl; neu treibend.
<i>Spiraea japonica</i> L.	Japan	frisch treibend, blühend.
<i>Spiraea Thunbergii</i> SIEB.	Japan	frisch treibend, aber nicht blühend.
<i>Tecoma radicans</i> L.	Nordamerika	fast blattlos; an der Basis junge treibende Sprosse.
<i>Thuja orientalis</i> L.	Japan	an einzelnen Ästen treibend.
<i>Vitex trifolia</i> L.	Japan	meist kahl, vielfach kleine Seitenzweige, frisch treibend; zwei Exemplare der Varietät <i>unifolia</i> , davon das eine fast kahl, das andere reich beblättert.

Tabelle XV.

Holzgewächse aus temperierten Zonen im Berggarten von Tjibodas (Java ca. 1400 Meter) kultiviert, untersucht vom 5. bis 7. November 1910.

Name der Pflanze	Heimat	Verhalten
<i>Aucuba japonica</i> THUNB.	Japan	frisch treibend.
<i>Buxus sempervirens</i> L.	Mittel-europa	großer Strauch, lebhaft treibend, reich blühend.
<i>Camellia japonica</i> L.	Japan	zwei Sträucher, einzelne Äste neue Blätter treibend; einzelne offene Blüten, eine Anzahl Blütenknospen.
<i>Castanea japonica</i> BL.	Japan	ganz beblättert, einzelne Äste treibend, junge Blüten, Früchte; nach Angabe des Gärtners Herrn WOLTERS das ganze Jahr Früchte erzeugend.
<i>Castanea sativa</i> L.	Mittel-europa	strauchartig, alte Blätter, ein Teil welk, einzelne Äste neu treibend.

Name der Pflanze	Heimat	Verhalten
<i>Ceratonia Siliqua</i> L.	Mittelmeerländer	einzelne Äste treibend.
<i>Cryptomeria japonica</i> DON.	Japan	in zahlreichen Exemplaren, alle neu treibend.
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Mittelmeerländer	alter Baum, keine jungen Blätter sichtbar.
<i>Cupressus torulosa</i> DON.	Himalaya	zwei Bäume, einer neue Blätter treibend; ein zweiter zahlreiche männliche Blüten treibend.
<i>Diospyros Kaki</i> L.	Japan	mehrere Exemplare sich verschieden verhaltend, ein großer Baum lebhaft treibend ohne Früchte, ein anderer viele welke Blätter mit Früchten.
<i>Elaeagnus pungens</i> THUNB.	Japan	an einzelnen Ästen neue Blätter.
<i>Eriobotrya japonica</i> L.	Japan	fünf Exemplare, alle neu treibend, Blüten, Früchte.
<i>Fatsia japonica</i> DIS.	Japan	neue Blätter treibend.
<i>Ilex latifolia</i> THUNB.	Japan	Knospen meist ruhend: offene Blüten.
<i>Ilex serrata</i> THUNB.	Japan	einige wenige Äste treibend.
<i>Illicium religiosum</i> SIEB.	Japan	zwei Sträucher, neue Blätter treibend.
<i>Juniperus virginiana</i> L.	Nordamerika	noch nicht treibend.
<i>Lagerstroemia indica</i> L.	China	fast kahl, vielfach neu treibend.
<i>Laurus nobilis</i> L.	Mittelmeerländer	eine Anzahl Äste neu treibend.
<i>Ligustrum sinense</i> LOUV.	China	kräftiger, beblätterter Baum, überall frisch treibend; 10./II. 11 blühend.
<i>Litsaea glauca</i> SIEB.	Japan	strauchartig, Knospen noch ruhend.
<i>Magnolia grandiflora</i> L.	Nordamerika	frisch treibend, einzelne offene Blüten; 10./II. 11 reichlich blühend.
<i>Magnolia obovata</i> THUNB.	Japan	kleiner Strauch, einzelne Zweige frisch treibend.

Name der Pflanze	Heimat	Verhalten
<i>Pinus longifolia</i> ROXB.	Himalaya	großer Baum, ein Ast kahl neu treibend, auch einzelne beblätterte Äste treibend, andere mit männlichen Blüten.
<i>Photinia serrulata</i> L.	Japan	nur ganz vereinzelt treibend.
<i>Prunus insiticia</i> L. (Mirabelle)	Mittel-europa	kränklich aussehend alte, junge Blätter; Blüten, Früchte in allen Stadien.
<i>Quercus heterophylla</i> MICHX.	Nord-amerika	zwei alte Sträucher flechten-bewachsen: ein Teil der Äste kahl, viele kleine Äste neu treibend; 10./II. 11 lebhaft treibend.
<i>Quercus Ilex</i> L.	Mittel-meer-länder	kleiner Strauch, meist kahl, einzelne Äste treibend.
<i>Quercus pedunculata</i> EHRH.	Mittel-europa	zwei kleine Bäumchen, ein Teil der Blätter gelblich, Knospen meist ruhend, einzelne Zweiglein treibend; 10./II. 11 ebenso, fast ganz ruhend.
<i>Quercus sessiliflora</i> SM.	Mittel-europa	kleiner Strauch, an einer Stelle neu treibend; 10./II. 11 ebenso.
<i>Quercus rubra</i> L.	Nord-amerika	kleiner Strauch, meist kahl, nicht treibend; 10./II. 11 ebenso.
<i>Rhododendron ledifolium</i> DON.	Japan	frisch treibend.
<i>Taxodium distichum</i> RICH.	Nord-amerika	überall neue Blätter.
<i>Ternstroemia japonica</i> THUNB.	Japan	Strauch, einzelne Äste treibend.
<i>Thujopsis dolabrata</i> SIEB. et ZUCC.	Japan	stark mit Flechten bewachsen, frisch treibend.

Tabelle XVI.

Sträucher und Bäume, von denen ein bestimmtes Individuum von Ende Oktober 1910 bis Mitte Februar 1911 stets Blüten und meist auch junge und alte Früchte trug. Die Arten, die zugleich cauliflor waren, sind mit einem Stern bezeichnet.

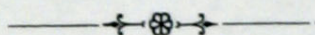
Georg Klebs:

- Acalypha Hamiltoniana*.
Amherstia nobilis WALL. (ohne Früchte).
**Aristolochia tricaudata* LEM. CL.
Atalantia bilocularis WALL.
Bauhinia tomentosa L.
Brownea coccinea JACQ.
Bruguiera eriopetala W. et A.
Cassia glauca LAM.
Cassia laevigata WILLD.
Caesalpinia pulcherrima SW.
Duranta Plumieri JACQ.
**Dysoxylon caulostachyum* MIQ.
**Ficus fistulosa* REINW.
**Ficus heteropoda* MIQ.
**Ficus hispida* L.
**Ficus lepicarpa* BL.
**Ficus ribes* REINW.
**Ficus sycomoroides* MIQ.
Hibiscus tiliaceus L.
„ *Rosa sinensis*.
Honckenya ficifolia WILLD.
**Parmentiera cerifera* SEEM.
Pavetta indica L. (ohne Früchte).
Petiveria alliacea L.
Sanchezia nobilis HOOK. F.
**Saraca indica* L.
**Saurauja cauliflora* D. C.
Scaevola sericea FORST.
Solanum grandiflorum RUIZ et Pov.
Sonneratia acida LIN. F.
Tephrosia candida D. C.
Wendlandia paniculata D. C.
-

Literatur.

- ASKENASY, E., *Über die jährliche Periode der Knospen*. Bot. Zeitg. 1877.
- BERGER, G., DEN, *Bidrage tot de kennis van den invloed van bevoeïing op den bodem*, II. Teysmannia 1910.
- BERTHOLD, G., *Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation*, II. Leipzig 1904.
- BLACKMAN, F., *Optima and limiting factors*. Ann. Bot. Vol. XIX. 1905.
- CZAPEK, F., *Über die Blattentfaltung der Amherstien*. Sitzungsber. Wiener Akad. 1909.
- DINGLER, H., *Versuche über die Periodizität einiger Holzgewächse in den Tropen*. Sitzungsber. Münchner Akad. 1911.
- HABERLANDT, G., *Botanische Tropenreise*. Leipzig 1893.
- HOLTERMANN, C., *Der Einfluß des Klimas auf den Bau der Pflanzengewebe*. Leipzig 1907.
- HOWARD, W., *Untersuchung über die Winterruhperiode der Pflanzen*. Halle. Inaug.-Diss. 1906.
- HUBER, J., *Beitrag zur Kenntnis der periodischen Wachstumserscheinungen bei Hevea brasiliensis*. Bot. Zentr. 1898.
- JOHANNSEN, W., *Das Ätherverfahren beim Frühreiben*. 2. Aufl. Jena 1906.
- JOST, L., *Über Beziehungen zwischen der Blattentwicklung und Gefäßbildung*. Bot. Zeitg. 1893.
- *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie*. Jena. 2. Aufl. 1908.
- KEEBLE, *The hanging foliage of certain tropical trees*. Ann. jard. Buitenzorg. XI. 1895.
- KLEBS, G., *Willkürliche Entwicklungs-Änderungen bei Pflanzen*. Jena 1903.
- *Probleme der Entwicklung*. Biol. Zentralbl. XXIV. 1904.
- KOORDERS, S. H., *Biologische Notiz über immergrüne und periodisch laubabwerfende Bäume in Java*. Forstlich-Naturw. Zeitschr. 1898.
- u. VALETON, TH., *Bidrage tot de kennis der boomsoorten op Java*. Pars I—XII. 1894—1910.
- KRAUS, GR., *Physiologisches aus den Tropen*. Ann. jard. Buitenzorg. XII. 1895.
- LOCK, R. H., *On the growth of giant Bamboos*. Ann. Bot. Gard. Peradeniya. Vol. II. 1904.
- MASSART, J., *Un botaniste en Malaise*. Gand 1895.
- MOLISCH, H., *Über ein einfaches Verfahren, Pflanzen zu treiben*. Sitzungsber. Wiener Akad. 1908 und 1909.
- MÜLLER-THURGAU, H., *Beitrag zur Erklärung der Ruheperiode der Pflanzen*. Landw. Jahr. 1885.

- PFEFFER, W., *Pflanzenphysiologie*. 2. Aufl. II. Leipzig 1904.
— *Untersuchungen über die Entstehung der Schlafbewegungen der Blattorgane*. Abh. Sachs. Gesell. Leipzig. XXX. 1907.
- SACHS, J., *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie*. Leipzig 1882.
- SCHIMPER, A. F. W., *Die indo-malayische Strandflora*. Jena 1891.
— *Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage*. Jena 1898.
- SHIBATA, K., *Beiträge zur Wachstumsgeschichte der Bambusgewächse*. Jour. Coll. Tokio 1900.
- SIMON, S., *Untersuchungen über das Verhalten einiger Wachstumsfunktionen usw. während der Ruheperiode*. Jahr. wiss. Bot. 1906.
- SMITH, A. U., *On the application of the theory of limiting factors to growth-measurements*. Ann. Bot. Gard. Peradeniya. Vol. III. 1906.
— *On the internal temperature of leaves etc.* Ebenda. Vol. IV. 1909.
- TREUB, M., *Quelques observations sur la végétation dans l'île de Java*. Bull. Soc. v. Botanique de Bruxelles. 1887.
- URSPRUNG, *Zur Periodizität des Dickenwachstums*. Bot. Zeitg. 1904.
- VOLKENS, *Der Laubwechsel tropischer Bäume*. Ver. f. Beförd. d. Gartenbau. 1903.
- WIESNER, J., *Untersuchungen über den Lichtgenuß der Pflanzen*. Sitzungsber. Wiener Akad. 1895.
- WRIGHT, H., *Foliar periodicity of endemic and indigenous trees in Ceylon*. Ann. Bot. Gard. Peradeniya 1905.



Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg.

- GATTERMANN, L. Die Merkaptane des Anthrachinons und eine neue Klasse schwefelhaltiger Farbstoffe (Disulfidfarbstoffe). (1910, 5.) 18 S. —,90 Mk.
- HALLER, B. Über den Großhirnmantel des Känguruh (*Makropus rufus*), eine Erklärung für das Fehlen des Balkens. (1911, 15.) 37 S. mit 2 Tafeln und 9 Textfiguren. 1,80 Mk.
- HAMBURGER, CLARA. Studien über *Euglena Ehrenbergii*, insbesondere über die Körperhülle. (1911, 4.) 22 S. mit 1 Tafel. 1,— Mk.
- KLEBS, GEORG. Über die Nachkommen künstlich veränderter Blüten von *Sempervivum*. (1909, 5.) 32 S. mit einer farbigen Tafel. 1,50 Mk.
- Über die Rhythmik in der Entwicklung der Pflanzen. (1911, 23.) 84 S. 2,80 Mk.
- KOENIGSBERGER, JOH., und Jos. KUTSCHEWSKI. Beobachtungen über Lichtemission und Kanalstrahlen. (1910, 4.) 23 S. —,80 Mk.
- KOENIGSBERGER, JOH., und Jos. KUTSCHEWSKI. Beobachtungen an Kanalstrahlen (zweite Mitteilung). (1910, 13.) 12 S. —,50 Mk.
- — Über das Verhalten der Heliumkanalstrahlen verglichen mit dem der α -Strahlen und dem des Heliumatoms und über die Affinität der Atome zum Elektron. (1911, 8.) 13 S. mit 2 Abbildungen. —,60 Mk.
- KOENIGSBERGER, LEO. Über eine Eigenschaft unendlicher Funktionalreihen. (1909, 2.) 21 S. —,80 Mk.
- Über Beziehungen zwischen den Integralen linearer Differentialgleichungen. (1910, 1.) 13 S. —,50 Mk.
- Über HELMHOLTZ' Bruchstück eines Entwurfes betitelt „Naturforscher-Rede“. (1910, 14.) 8 S. —,40 Mk.
- Die Prinzipien der Mechanik für eine oder mehrere von den räumlichen Koordinaten und der Zeit abhängige Variable. I. (1910, 30.) 17 S. —,75 Mk.
- — II. (1911, 17.) 24 S. —,80 Mk.
- Zur Erinnerung an Jacob Friedrich Fries. (1911, 9.) 28 S. 1,— Mk.
- KOSSEL, A. Über eine neue Base aus dem Tierkörper. (1910, 11.) 5 S. —,40 Mk.
- Synthese des Agmatins. (1910, 12.) 4 S. —,30 Mk.
- LANDAU, EDM. Über einen zahlentheoretischen Satz und seine Anwendung auf die hypergeometrische Reihe. (1911, 18.) 38 S. 1,25 Mk.
- LAUB, J. Zur Theorie der longitudinalen magnetooptischen Effekte in leuchtenden Gasen und Dämpfen. (1909, 6.) 20 S. —,60 Mk.
- LEHMANN, O. Neue Untersuchungen über flüssige Kristalle. I. Teil. (1911, 22.) 42 S. mit 8 Tafeln. 2,— Mk.
- LENARD, P. Über Lichtemission und deren Erregung. (1909, 3.) 37 S. mit einer Abbildung. 1,20 Mk.
- Über die Spannung frischer Wasseroberflächen und über die Messung derselben durch schwingende Tropfen. (1910, 18.) 13 S. mit 2 Abb. —,60 Mk.
- Über die Strahlen der Nordlichter. (1910, 17.) 9 S. mit 1 Abb. —,50 Mk.
- Über Äther und Materie. (1910, 16.) 37 S. 1,25 Mk.
- und C. RAMSAUER. Über die Wirkungen sehr kurzwelligen ultravioletten Lichtes auf Gase und über eine sehr reiche Quelle dieses Lichtes. Einleitung und Teil I. Lichtquelle. (1910, 28.) 20 S. mit einer Textfigur. —,75 Mk.
- — Teil II. Wenig absorbierbares und doch auf Luft wirkendes Ultraviolett. (1910, 31.) 36 S. 1,25 Mk.

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg.

- LENARD, P., und C. RAMSAUER. Teil III. Große Elektrizitätsträger. (1910, 32.) 31 S. mit 8 Abbildungen. 1,10 Mk.
- — Teil IV. Über die Nebelkernbildung durch Licht in der Erdatmosphäre und in anderen Gasen, und über Ozonbildung. (1911, 16.) 27 S. 1,— Mk.
- Über die Absorption der Nordlichtstrahlen in der Erdatmosphäre. (1911, 12.) 9 S. mit 1 Abbildung. —,50 Mk.
- PAULI, W. E. Über ultraviolette und ultrarote Phosphorescens. (1911, 1.) 24 S. —,90 Mk.
- REINGANUM, MAX. Veränderung der Reichweite von α -Strahlen durch elektrische Potentiale. (1910, 8.) 13 S. —,50 Mk.
- Studie zur Elektronentheorie der Metalle. (1911, 10.) 22 S.
- RIESENFELD, E. H., und W. MAU. Stille elektrische Entladungen in Gasen bei Atmosphärendruck. I. (1911, 19.) 17 S. —,70 Mk.
- SCHRÖDER, O. Eine neue Mesozoenart (*Buddenbrockia plumatellae* n. g. n. sp.) aus *Plumatella repens* L. und *Pl. fungosa* Pall. (1910, 6.) 8 S. mit 15 Fig. —,40 Mk.
- WINDAUS, A. Untersuchungen über Colchicin I. (1910, 2.) 7 S. —,40 Mk.
- — II. (1911, 2.) 27 S. 1,— Mk.
- WOLF, MAX. Die nördliche Fortsetzung der Orion-Nebel. (1910, 3.) 7 S. mit 2 Tafeln. —,80 Mk.
- Das Spektrum des Halleyschen Kometen vor seiner oberen Konjunktion. (1910, 7.) 7 S. —,40 Mk.
- Zur Ortsbestimmung im Luftschiff. (1910, 26.) 6 S. und 1 Textfig. —,40 Mk.
- Das Spektrum des Amerika-Nebels. (1910, 27.) 9 S. —,40 Mk.
- WÜLFING, E. A. Über die empfindlichen Farben und über ihre Anwendung bei der Erkennung schwach doppelbrechender Medien. (1910, 24.) 16 S. —,60 Mk.
- Über die Konstanten der Konometer. (1911, 3.) 12 S. —,50 Mk.
- Über die Lichtbrechung des Kanadabalsams. (1911, 20.) 26 S. —,80 Mk.