

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 67 (1916)  
**Heft:** 1-2  
  
**Artikel:** Was wissen wir vom Dickenwachstum der Bäume?  
**Autor:** Jaccard, P.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-768262>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 19.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen

Organ des Schweizerischen Forstvereins

---

67. Jahrgang

Januar/Februar 1916

Nº 1/2

---

## Was wissen wir vom Dickenwachstum der Bäume?

Von Prof. Dr. P. Saccard, Zürich.

Übersetzung eines Aufsatzes im „Journal forestier suisse“ 11/12, 1915.

Neulich befragte mich ein Freund aus dem Forstfach über das Dickenwachstum der Waldbäume, wobei er sich wegen seiner Unwissenheit hierüber sehr entschuldigte. Mit Unrecht, denn trotz vieler diesbezüglicher Publikationen gab es bis vor kurzem keine befriedigende Erklärung dieses Vorganges.

Es ist in der Tat auffällig, wie das Dickenwachstum sogar in den neuesten Werken über Pflanzenphysiologie in aller Kürze abgetan wird. Es gehört unbestreitbar zu den allerschwierigsten Problemen der Botanik. Seit den Untersuchungen von Sachs, R. Hartig, Wieler, Rny u. a. wurde diese Frage durch andere Objekte mehr oder weniger in den Hintergrund gedrängt. Allerdings wußte man, daß das Dickenwachstum von den wechselnden Jahreszeiten beeinflusst sei und daß dabei Variationen in der anatomischen Struktur entstehen, aber eine befriedigende Erklärung derselben gab es nicht, und auch die heutigen Botaniker haben sich noch nicht hierüber geeinigt. Es wird im allgemeinen angenommen, daß die Eigenschaft der Kambiumzellen, ohne sichtbare Differenzierung entweder Faserzellen oder Gefäße, Parenchym oder Bastzellen (Rinde) zu bilden, sich heute noch nicht erklären läßt.

Hierzu eine kleine Anekdote: Ein älterer Praktiker, der einer lebhaften Diskussion junger Naturforscher über das Thema beiwohnte, kam ihnen schließlich wie folgt zu Hilfe: „Meine Herren, Sie komplizieren den Fall auf unnötige Weise! Es ist doch einfach: strömt der Saft nach der Rinde, so gibt es Rinde, strömt er aber gegen das Holz, so gibt es eben Holz!“

Dieser Schlußfolgerung steht diejenige vieler Botaniker, die sich mit der Jahrringbildung als „erbliche Eigenschaft“ der Hölzer begnügen, nicht um vieles vor. Nein, heute nach den Untersuchungen von G. Bonnier, K. Goebel und G. Klebs über den Einfluß der äußeren Kräfte (Licht, Feuchtigkeit, Nährlösungen, Schwerkraft usw.) auf das Pflanzenwachstum ist es nicht mehr gestattet, von einer durch Vererbung vorgezeichneten Gestalt und Struktur der Pflanze zu sprechen, die mehr oder weniger unabhängig vom gegenwärtig wirkenden Einfluß der Außenwelt entstanden wären. Aber die Klarlegung der zahlreichen Faktoren, deren kombinierte Tätigkeit das Wachstum der Bäume bedingt, bedeutet noch ein recht schweres Stück Arbeit.

\* \* \*

Des Hauptmerkmal des Dickenwachstums besteht vor allem darin: die Jahrringbildung und die Struktur dieser Jahrringe ändern je nach der Jahreszeit. Hieraus ergeben sich in der Hauptsache drei Leitsätze, die wir unsern Untersuchungen zugrunde legen.

1. Veränderung in der anatomischen Zusammensetzung des Holzes, und zwar speziell Bildung großer Zellen im Frühjahr und Verkleinerung resp. Abflachung derselben am Schlusse der Sommerzeit.
2. Periodische Bildung der Jahrringe, unter der Einwirkung äußerer Faktoren.
3. Die im Laufe des Wachstums erworbene Gestalt, als Wirkung der Jahrringbildung und der wechselnden Breite der Jahrringe.

#### 1. Veränderung in der anatomischen Zusammensetzung des Holzes.

In bezug auf die gefäßreiche Frühholzzone nimmt man übereinstimmend an, daß das rasche Anwachsen vorherrschend großlumiger Gefäße durch den erhöhten Transport von Wasser und Nährstoffen beim Laubausbruch bedingt wird. Die Abflachung der Zellelemente hingegen im sogenannten Herbstholz läßt sich nicht so leicht erklären. Dem Botaniker de Bries gelang es, durch einen stark angezogenen, während der Frühlingsperiode über die Rinde gelegten Verband, einen Jahrring zu erzeugen, der die Eigenschaften des Herbstholzes aufwies; umgekehrt bewirkte er im Spätsommer durch geeignete, bis ans

Kambium reichende Rindenkerbung die Bildung eines Jahrringes, der den anatomischen Bau des Frühholzes besaß. Damit glaubte de Bries, gestützt auf die Vermutung von J. Sachs, erwiesen zu haben, daß die Bildung des englumigen Herbstholzes auf den Druck, resp. den Widerstand des Rindenmantels zurückzuführen sei, ein Widerstand, der vorerst während des sommerlichen Wachstums zunehmen, und dann über Winter durch Längsspaltung der Rinde wieder verschwinden sollte.

Die Sachs'- und de Bries'sche Theorie blieb nicht lange unangefochten. Russow machte zunächst die Bemerkung, daß der Druck des Rindenmantels allmählich wirken müßte und nicht eine plötzliche Änderung der Zellstruktur bedingen könne, wie sie tatsächlich zwischen Früh- und Spätholz besteht. Der gleiche Einfluß müßte sich denn auch bei der Bildung des Rindengewebes geltend machen, und gerade hier läßt sich keine Druckwirkung nachweisen. Russow versuchte die erwähnte Differenzierung durch ein Nachlassen des osmotischen Druckes im Kambium, sowie durch ein Abschwellen der kambialen Zellen im Herbst zu erklären. A. Wieler stellte sich die Aufgabe, die Russow'sche Hypothese zu ergründen und versuchte, die Druckhöhen der Kambialzellen während den verschiedenen Jahreszeiten festzustellen, konnte aber keine wesentliche und deutliche Veränderung im Laufe der Vegetationsperiode wahrnehmen.<sup>1</sup>

Die Wieler'schen Messungen an gewöhnlichen und an Schwarzkiefern haben das Vorkommen eines osmotischen Druckes im Kambium junger Triebe von 13 bis 16 Atmosphären festgestellt, in den Markstrahlen von 13 bis 21 Atmosphären. Demgemäß, wenn wir auf diese Zahlen abstellen, müßte der Widerstand des Rindenmantels, um die Abplattung der Zellen des Herbsttringes zu bedingen, am Ende der Sommerzeit mehr als 13, beziehungsweise 16 Atmosphären betragen. Nun aber hat Krabbe durch Versuche an frischen Rindenstreifen dargetan, daß dieser Druck das ganze Jahr hindurch sich ungefähr gleich bleibe und  $\frac{1}{2}$  bis 1 Atmosphäre nicht übersteige. So müssen wir denn annehmen, daß sich der Rindenmantel zugleich mit dem neuerstehenden Jahrring ausweitet; und wenn auch das Vor-

---

<sup>1</sup> Die geringe Zahl der bis dahin hierüber gemachten Beobachtungen berechtigen, meines Erachtens, noch nicht, allgemeine Schlüsse zu ziehen.

Kommen der Rinde etwa ein Hindernis<sup>1</sup> bedeutete, so wäre dasselbe doch nie derart, um die Deformation der Kambialzellen herbeizuführen.

\* \* \*

Die Verkleinerung der Zellen im Herbstholz erscheint öfters im Gefolge mit der Verdickung der Zellwände. Doch ist diese Verdickung laut Sanio's Beobachtungen nicht so allgemein, wie man annimmt. Fügen wir noch hinzu, daß zufolge der Abnahme des Zelllumens die erwähnte Wandverdickung in der Tat dem oberflächlichen Beobachter eine größere zu sein scheint, als sie wirklich ist.

Bei den Wüstenpflanzen, und überhaupt bei Pflanzen, deren wenig entwickeltes Wurzelsystem eine nur schwache Transpiration zuläßt, sind die Zellen des Frühholzringes ebenfalls dickwandig. Man kann diese Verdickung, nach Wieler, sogar künstlich hervorrufen, indem man wasserbedürftige Arten in spärlich begossenen Töpfen aufzieht. Versetzt man dieselben im Sommer wieder in feuchtes Erdland, so bilden sie dann an Stelle von Herbstholz einen Ring von weitelumigen, dünnwandigen Zellen. Bei meinen Untersuchungen von Krüppelkiefern und Zwergfichten auf Torfboden konstatierte ich ebenfalls das Vorkommen von Jahrringen, die ausschließlich aus dickwandigen Tracheiden mit verringerten Lumen bestanden; bei andern beobachtete ich auch eigentliches Frühjahrsholz, aber dessen Zellen erstrecken sich nur auf  $\frac{1}{10}$  oder  $\frac{1}{20}$  der Ringbreite.

Dieser eigenartige Aufbau des Jahrringes möchte davon herrühren, daß diese Torfpflanzen ihr Wurzelwerk in kalte und saure<sup>2</sup> Böden versenken, während die Nadelfläche durch starke Besonnung zu einer aktiven Assimilation organischer Nährstoffe angeregt wird. Es ist berechtigt anzunehmen, daß diese der Kambialschicht zuströmenden konzentrierten Nährsäfte einen hohen osmotischen Druck erzeugen, während der besagte Wassermangel eine mehr oder weniger verringerte Turgeszenz (Aufschwellung) der Gewebe zur Folge hat. Da sich unter solchen Umständen die Zellen nur wenig ausweiten können, so wird der

---

<sup>1</sup> Daß ein gewisser Widerstand herrscht, beweist die Tatsache, daß das Durchschneiden der Rinde mit Längsschnitten eine Zuwachssteyerung im Gefolge hat. Doch möchte diese Operation eher physiologisch als mechanisch wirksam sein.

<sup>2</sup> Auffälligerweise weisen die meisten Torfpflanzen, hauptsächlich solche aus der Arktik, eine xerophytische Struktur auf, ähnlich den Arten auf trockenen Standorten (Felspflanzen, Steppenarten).



überschüssige Nährstoff zur Verdickung der Zellwandungen verwendet und es entstehen kleinlumige Elemente, die jedoch den angeblich geringen Wassertransport physiologisch immer noch bewältigen dürften.

Bekanntlich wird die Form und die Größe der Zellen bedingt:

1. durch den osmotischen Druck, respektive den Sättigungsgrad des Zellastes, ebenso durch die Menge des zu ihrem Aufbau vorhandenen Nährstoffes; 2. durch die von der Wasserzufuhr abhängige Turgeszenz der Zellen.<sup>1</sup>

Große Zellen mit weitem Lumen entstehen demnach bei reichlicher, einen hohen osmotischen Druck erzeugender Stoffzufuhr, wenn die Wasserzufuhr ebenfalls nicht unterbunden ist und namentlich wenn dieselbe rechtzeitig eintritt, bevor die Zellwände sich verdickt haben und sich das Schwell- und Absorptionsvermögen des Gewebes vermindert hat. Bei geringem Wasserstand wird auch die besternährte Holzzelle kleine Dimensionen aufweisen, zusammen mit starker Verdickung der Wandungen. Diese Struktur ist allen Xerophyten (Trockenheit liebenden Pflanzen) eigen, bei denen der osmotische Druck oft sehr erheblich ist, nach Fitting bis 80 und 100 Atmosphären! Umgekehrt erzeugen Schattenpflanzen an Standorten mit erhöhter Wasserabsorptionsmöglichkeit, aber verringerter Blatttätigkeit meistens großlumige und dünnwandige Zellen.

Aus diesen Ausführungen ergibt sich die wichtige Rolle der Wasserzirkulation beim Aufbau der Zellen des Holzkörpers. Nachstehende Untersuchungen sollen diese Tatsache noch weiter erhärten.

L. Rny im Jahre 1879 und neuerdings R. Kühn 1910 haben dargetan, daß die Jahrringe einiger unserer Holzarten (Linde, Vogelbeerbaum, Ahorn), falls sie anfangs der Sommerzeit ihrer Belaubung beraubt werden (durch Käferfraß oder willkürlich), vorerst einige Zellelemente aufweisen, die dem Herbstholze ähnlich sind. Sodann aber, nachdem sich der Baum neu belaubt, bilden sich wieder typische, großlumige Frühjahrsholzzellen. Somit lassen sich in solchen Fällen öfters

---

<sup>1</sup> Die Menge der produzierten Nähräfte ist wiederum von den im Boden in aufnehmbaren Lösungen enthaltenen Salzen (im besondern Natrium-, Phosphor- und Kalziumsulfate, Kalium und Magnesium) abhängig, sowie von der Lichtmenge und der Wärme, als Regulatoren der Chlorophylltätigkeit und der Aufnahme der Kohlenensäure der Luft, endlich von der Bodenfeuchtigkeit überhaupt, als Lieferant des wässerigen Lösungs- und Transportmittels.

im gleichen Jahre zwei Jahrringe nachweisen. Mehr oder weniger deutlich differenzierte, doppelte Jahrringe trifft man auch bei Hölzern mit reich entwickeltem Johannistrieb. Dieselbe Wirkung erzielte ich bei jungen Lindenpflänzlingen durch folgende Behandlung: Anfangs Juni wurden dieselben mit einer konzentrierten Nährsalzlösung begossen, wodurch die Wasserzufuhr erheblich unterbunden wurde. Infolgedessen vergilbten die Blätter nach 8—14 Tagen und fielen ab. Nach einer kurzen zweiwöchentlichen Ruhezeit aber brachen die Knospen neuerdings auf und die Bäumchen belaubten sich wiederum vollständig. Die Untersuchung des Jahrringes ergab, daß sich mit dem Abwelken der ersten Belaubung eine Herbstholzzone gebildet hatte, auf welche nachher, dank der zweiten Belaubung, eine Neubildung von Frühjahrsholz folgte.

Es ist also möglich, auf künstliche Weise bei gewissen Arten die Bildung eines zweiten, sogar eines dritten Jahrringes zu erzielen. Umgekehrt gelingt es auch unter gewissen Voraussetzungen, eine gleichmäßige Holzschicht hervorzubringen, die jeder Differenzierung nach Jahreszeiten bar ist. Dies ist von Natur aus der Fall bei den immergrünen Holzarten der feuchten Tropenregion mit beinahe konstanten Temperaturverhältnissen. Durch Treibhauskulturen, bei gleichbleibender Wirkung von Licht, Wärme und Feuchtigkeit erzielt man dasselbe Resultat.

L. Jost und A. Wieler ist es gelungen, bei *Rumex Lunaria*, *Echium giganteum*, *Ribes nigrum*, *Populus canadensis*, *Ricinus communis* ein langsames, aber ununterbrochenes Wachstum herbeizuführen, wobei jede Ausscheidung von Früh- und Spätholz, also von Jahresringen unterblieb. Übrigens gibt es auch in der gemäßigten Zone Holzarten mit nur ganz schwach ausgeprägter Ringbildung, nämlich der Buchsbaum und die baumförmige Heide, beides xerophytische, langsamwachsende Arten. Bei gewissen wilden Reben, so bei *Ampelopsis quinquefolia*, unterscheidet man gar keine Jahrringe, eine Folge der während der ganzen Vegetationsperiode fortdauernden Blattbildung, und einer sehr langsamen Entwicklung im Frühling. Im großen und ganzen weisen also alle zitierten Beispiele darauf hin, daß die anatomischen Abweichungen im Aufbau des Holzkörpers Hand in Hand mit den Variationen der aufsteigenden Wasserzufuhr gehen.

Wir werden im zweiten Abschnitt, der von der Periodizität der Wachstumserscheinungen handelt, das physiologische Verhältnis zwischen der Wasserzirkulation und dem anatomischen Bau des Holzes näher beleuchten.

## 2. Die Periodizität der Wachstumserscheinungen und der Jahrringbildung.

Diese Periodizität bei den Bäumen der gemäßigten Zone wird von der Mehrzahl der Botaniker noch als eine erbliche Eigenschaft angesprochen, deren Ursprung wohl in dem regelmäßigen Wechsel der Jahreszeiten zu suchen sei, die aber seit langem sich zu einer unveränderlichen Eigenart umgewertet hätte. Allerdings geben die Anhänger der vererblichen Periodizität zu, daß dieselbe unter dem Einfluß großer künstlich hervorgerufener oder klimatischer Veränderungen ihren Rhythmus den neuen Verhältnissen anpassen kann, daß die Wachstumserscheinungen früher oder später, in längeren oder kürzeren Perioden auftreten können. Jedoch versteifen sie sich darauf, daß diese Variationen, ebensowenig wie die künstlich erzeugten anatomischen Abweichungen in der Struktur des Holzes, niemals die eigentliche physiologische und anatomische Verfassung der Art umzuwandeln vermögen, sondern sich stets nur im elastischen Rahmen der Periodizität bewegen.

Scheinbar wird diese Anschauung durch das Verhalten der großen Mehrzahl unserer Laubbäume, die, ungeachtet eventuell andauernder, meteorologisch günstiger Verhältnisse, mit dem Anbruch der Herbsttage ihr Laub verfärben und verlieren, unterstützt. Desgleichen verlieren einzelne unserer Holzarten (Kirschbaum, Buche, Eiche, Birnbaum usw.) wenn sie in die Tropen versetzt werden, ihren Blattschmuck an gewissen Daten, in Beibehaltung einer Periodizität, die scheinbar mit den neuen klimatischen Verhältnissen und dem veränderten Rhythmus der Jahreszeiten im Widerspruch steht. Dem gegenüber ist festzustellen, daß der Einfluß des tropischen Klimas keineswegs unterschätzt werden sollte: so ist erwiesen, daß gewisse Arten (z. B. Eiche, Kirschbaum) sich zweimal belauben, im Frühling und im Herbst, während der Laubabfall nur einmal eintritt, entweder im Herbst oder im Frühjahr. Obgleich die Blüten auch ein- oder zweimal erscheinen, so gelangen die Früchte doch nicht zur erwünschten Reife.



In seiner Untersuchung über die periodische Wachstumserscheinung europäischer, in die Bergregion Ceylons verpflanzter Bäume, weist H. Dingler<sup>1</sup> daraufhin, daß sich die verschiedenen Arten dem neuen Klima gegenüber ungleich verhalten, daß aber allerdings die noch ungenügend bekannten Abweichungen viel einschneidender sind, als man dies bis dahin angenommen.

Noch unabhängiger von den klimatischen Einflüssen erscheint das periodische Wachstum der Bäume in der feuchten Äquatorialzone. Im Gegensatz zu den theoretischen Vermutungen weisen gerade die Bäume dieses feuchten Tropengebietes (so z. B. auf der Insel Java, wo die Temperatur das ganze Jahr hindurch zwischen 21 und 31° C schwankt und wo es in der trockensten Jahreszeit (August) jeden zweiten Tag reichlich regnet), in ihrer großen Mehrzahl eine von A. Schimper,<sup>2</sup> Volkens<sup>3</sup> und neuerdings von S. B. Simon mehr oder weniger ausgesprochene Periodizität auf. Aber, wenngleich nach der Verteilung der Regenmengen und der Insolationsdauer man zwei Jahreszeiten, eine feuchtere, sonnenärmere und eine trockenere, hellere,<sup>4</sup> unterscheiden kann, so läßt sich ein absolutes Übereinstimmen zwischen dem Vegetationswechsel und dem Wechsel der Jahreszeiten nicht nachweisen. Das Verhalten der baumförmigen Arten bewegt sich im Vergleich zu einander in völlig verschiedenen Bahnen. Nach S. B. Simon<sup>5</sup> verfallen in Buitenzorg jeden Monat gewisse Bäume in ihr Ruhestadium, während andere gleichzeitig ihre Knospen entwickeln.

Wenngleich die Mehrzahl der Bäume sich in der Zeit vom November bis April neu belauben, also in der Periode der höchsten

<sup>1</sup> München 1911.

<sup>2</sup> Schimper, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898.

<sup>3</sup> Volkens, Laubabfall und Lauberneuerung in den Tropen. Berlin 1912.

<sup>4</sup> Die auf dem berühmten botanischen Tropenlaboratorium Buitenzorg (Java) gepflogenen Beobachtungen ergaben für die dortigen meteorologischen Verhältnisse zwei unterschiedliche Perioden im Jahr: eine Regenperiode, vom November bis Februar, mit zunehmender Bewölkung, nur drei bis vier Stunden täglicher Besonnung und fast täglichen Niederschlägen (27—30 im Monat); eine zweite Periode, März bis Oktober, mit zunehmender Besonnung, fünf bis sechs Stunden im Tag, verringerten Niederschlägen, 25—20 pro Monat, im Juni bis August nur 15. Im feuchtesten Monat beträgt die Regenmenge 500 bis 600 mm, im August, dem „trockenen“ Monat, 200 bis 250 mm.

<sup>5</sup> Studien über die Periodizität der Lebensprozesse der in dauernd feuchten Tropengebieten heimischen Bäume. Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik, Band 54. 1914.

Feuchtigkeit und geringsten Besonnung, so dürfte man dies kaum der direkten Wirkung der Klimafaktoren zuschreiben, da doch verschiedene Exemplare derselben Holzart auf gleichem Standort sich ganz ungleich verhalten: die einen schlagen im Januar, also in der Zeit höchster Niederschläge, die andern Ende Mai aus, in der Periode der geringsten Regenmengen. Diese Abweichungen vom Rhythmus der Jahreszeiten sind besonders deutlich bei vier von Simon beobachteten Mangenbäumen; diese trieben ihr frisches Laub sukzessive, der erste am 7. Januar, der zweite am 20. Februar, der dritte Mitte Mai, und der vierte war Ende Juni noch nicht belaubt.

Anderere Arten wechseln mit den Jahren die Zeit ihres Laubaussbruches, so z. B. erscheint derselbe einmal im November oder Dezember, ein paar Jahre später erst im Februar.

Endlich gibt es noch baumartige Gewächse, deren Laubaussbruch sich fast aufs ganze Jahre verteilt, nämlich ein Teil der Knospen entwickelt sich z. B. im Oktober, ein anderer Teil im Januar, andere wieder Ende Juni, so daß also verschiedene Zweige desselben Baumes einem andern Rhythmus der Vegetationserscheinungen unterworfen sein können.

Es möge zum Schluß dieser Ausführungen noch darauf hingewiesen werden, daß neben den Variationen im Blattabfall in Buitenzorg ebenso große Unterschiede in der Länge der Ruheperiode zur Beobachtung gelangen. Dieselbe beträgt manchmal nur wenige Tage, in andern Fällen im Gegenteil zwei bis drei Monate.

Die Untersuchungen über das Dickenwachstum und die Kambialtätigkeit der Bäume der feuchten Tropenzone sind leider noch wenig fortgeschritten. So viel scheint erwiesen, daß die Kambialtätigkeit auch hier mit dem Blattabfall zu Ende geht und mit dem Laubaussbruch neu beginnt. Da jedoch, sehr wahrscheinlich, das Kambium schon mehrere Tage vor der Entlaubung sein Wachstum einstellt, so ergibt sich in der Struktur des in der Zeit vor dem Ruhestadium und nach demselben wieder entstandenen Holzes keine wahrnehmbare Differenzierung, die man als Jahrring ansprechen könnte. Viele Arten weisen allerdings eine abwechselnde Struktur des Holzkörpers auf, wobei sich die Wachstumszonen durch das Vorherrschen, sei es der Faserzellen, der Gefäße oder des Holzparenchyms ausprägen, und damit den ver-

schiedenen Phasen der Vegetationstätigkeit Ausdruck verleihen (Samenbildung, Aufspeicherung von Reservestoffen, Teilbelaubung usw.). Doch werden dabei nicht die kleinen, englumigen und abgeplatteten Zellen erzeugt, wie das Herbstholz unserer Holzarten sie aufweist.

Trotzdem in der Tropenzone die Mannigfaltigkeit und die Verschiedenheit der angeführten Beobachtungen den gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen dem Wechsel des Klimas und der Vegetationstätigkeit, wie er für die gemäßigte Zone feststeht, beinahe verwischen, so ist die etwas verhüllte Wirkung dieses Faktors auf die Wachstumserscheinungen doch kaum abzuleugnen. Einen direkten Hinweis entnehmen wir den Beobachtungen Simons über den Laubabfall in Buitenzorg, der sich in der Regel für die große Mehrzahl der Bäume in den Monaten Januar bis März ergebe und diesem ganzen Zeitraum ein ausgesprochen herbstliches Gepräge verleihe.<sup>1</sup>

Das Auftreten einer wenn auch nur kurzen Trockenperiode im feuchten Klima der Äquatorialzone bestimmt jeweilen die Periodizität der Vegetation und hat die Entlaubung fast aller Laubbäume zur Folge. Die Hauptursache dieser Periodizität mußte aber nach Simon, in der spezifischen Struktur jeder Art gesucht werden, während der Rhythmus der Vegetationsercheinungen gewissermaßen durch äußere Faktoren beeinflusst werden kann. Die innere Verfassung der Art, schreibt dieser Autor, läßt uns die Notwendigkeit einer Ruheperiode annehmen; die äußern Umstände können aber nur den Zeitpunkt des Ruhezustandes mehr oder weniger bestimmen. Wenn gleich zahlreiche Botaniker dieser Auffassung zustimmen, so führt uns G. Klebs, infolge seiner Untersuchungen „Über das Treiben der einheimischen Bäume, speziell der Buche“<sup>2</sup> zu ganz andern Schlüssen. Die periodischen Wachstumserscheinungen wären, nach Klebs, nicht der spezifischen Eigenart der Pflanze, sondern nur den Einwirkungen der äußern Umstände zuzuschreiben.

Zur Erhärtung seines Leitsatzes weist Klebs nach, daß man z. B. in der innern Verfassung der Buche vergeblich nach der Ursache der

---

<sup>1</sup> Loc. cit., Seite 159.

<sup>2</sup> Heidelberg 1914.

periodischen Einstellung der Vegetationstätigkeit forschen würde; die als normal angesprochene Ruhepause sei ausschließlich die Folge der vom Klima bedingten Unterbindung der Nährstoffzufuhr. Hierfür liefert die künstliche, experimentelle Unterbrechung des Winterschlafes den Beweis.

Schon seit Jahrhunderten gelingt es den Gärtnern, durch Treibhauskulturen die Treibzeit verschiedener Gewächse, hauptsächlich Zierpflanzen, beliebig zu verändern. In jüngster Zeit hat sich diese künstliche Zucht ungemein entwickelt, und ist auf Treibmittel verfallen, welche das Interesse des Pflanzenphysiologen mehr noch als das des Gärtners herausfordern. Zu diesem Verfahren gehören die von Johannsen empfohlene Verwendung von Äterdämpfen und die von Molisch erfundenen Bäder im warmen Wasser, womit die Verkürzung des Ruhestadiums erzielt wird; ferner die in gleicher Absicht am Fuße der Knospen vorgenommenen Wassereinspritzungen, der Gebrauch von Nährsalzlösungen, die Verstümmelungen der Knospen, das Aufschneiden der Rinde, die Behandlung durch den elektrischen Strom und neuerdings durch intensive Lichteinwirkung.

Zimmerhin lassen sich nicht alle Pflanzengattungen auf solche oder ähnliche Weise beeinflussen. Einzelne widerstehen den üblichen Reizmitteln mit Erfolg. Dies war, bis vor kurzem, der Fall für die Buche, bei welcher das künstliche Aus schlagen der Winterknospen nicht erzielt werden konnte. Nun aber, infolge der Versuche Bonnier's in Paris, der auf experimentellem Wege, d. h. durch starke ununterbrochene elektrische Belichtung, arktische Charaktereigenschaften in hiesigen Pflanzen hervorzurufen versuchte, griff auch Klebs zu diesem Reizmittel der Buche gegenüber.

Ein kleiner, 38 cm hoher Buchensehling, dessen Stammdurchschnitt bei 5 cm über dem Boden 12 mm betrug, wurde am 11. September 1913 bei noch voller Belaubung der dauernden Belichtung einer 200 Kerzen starken Lampe ausgesetzt. Nach zehn Tagen begannen die Dauerknospen sich zu strecken, zwei Tage später erschienen die jungen Blättchen und am 25. September war die Neubelaubung vollständig. Von den 48 Knospen waren 32 aufgebrochen, lieferten aber kleinere und in der Farbe hellere Blätter als die Sommerbelaubung. Die Buche verblieb sodann vom Oktober bis Dezember in



einem mäßig erwärmten Gewächshaus, zeigte da ein verzögertes Wachstum, aber bildete die gewohnten Endknospen aus. Mit dem 25. Dezember begann eine zweite Dauerbelichtung, diesmal mit einer Lampe von 1000 Kerzen. Zuerst öffneten sich einige Seitenknospen, dann begannen auch die neugebildeten Endknospen zu treiben, und am 27. Januar erschienen die ersten neuen Blätter, während das alte Laub verwelkte und abfiel. Mitte Februar war die zweite Neubelaubung fertig. Aber schon Mitte März ließ sich ein neuer Laubaussbruch an den Seitenknospen feststellen, der eine dritte Belaubung anbahnte. Demgemäß erzeugte sich an dem Versuchsexemplar vom Januar bis März eine ununterbrochene Vegetationstätigkeit, die fortlaufend Blätter, Zweige und Knospen hervorbrachte. Ende März wurde die Buche an einen kühlen Ort gebracht, wo sie bis Ende April in den gewohnten Ruhezustand verfiel, aus dem sie anfangs Mai ohne weiteres von sich aus erwachte. Klebs unterläßt, uns mitzuteilen, wie sich die Pflanze weiter entwickelte oder ob die angeführte Treibhauskur ihr Ableben zur Folge hatte.

Wie dem auch sei, berechtigten die Klebs'schen Versuche zur Annahme, daß das Verhalten der Winterknospen der Buche, wie wir es in unserm Klima beobachten, nicht durch Vererbung bedingt wird, sondern durch die Einwirkung der Außenwelt.

Weitere Versuche mit andern, sowohl einheimischen als tropischen Arten, bestätigen das mit der Buche angestellte Experiment, und führen zum hochwichtigen Schlusse, daß manche Pflanzengattungen unter gegebenen günstigen Umständen die Eigenschaft ununterbrochener Wuchstätigkeit besitzen, und daß es ihnen auch eigen ist, zu jeder Zeit ihren Winterschlaf anzutreten, der sich wiederum durch äußere Einwirkung verkürzen oder verlängern läßt.

Die Darlegung der physiologischen Ursachen, denen wir die Periodizität und die Baumform selber verdanken, erheischt einen neuen Aufsatz.

