**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty 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:** 04.12.2025

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

# Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen

## Organ des Schweizerischen Forstvereins

67. Jahrgang

Ianuar/Tebruar 1916

№ 1/2

## Was wissen wir vom Dickenwachstum der Bäume?

Von Prof. Dr. P. Faccard, Zürich. Überschung eines Aufsates 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 Unwissenscheit hierüber sehr entschuldigte. Mit Unrecht, denn trot vieler diessbezüglicher 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, K. Hartig, Wieser, Any u. a. wurde diese Frage durch andere Objekte mehr oder weniger in den Hintergrund gedrängt. Allerdings wußte man, daß das Dicken-wachstum 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 (Kinde) zu bilden, sich heute noch nicht erklären läßt.

Hierzu eine kleine Anekdote: Ein älterer Praktiker, der einer lebshaften Diskussion junger Naturforscher über das Thema beiwohnte, kam ihnen schließlich wie folgt zu Hilse: "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 diesenige vieler Botaniker, die sich mit der Jahrringvildung als "erbliche Eigenschaft" der Hölzer begnügen, nicht um vieles vor. Nein, heute nach den Untersuchungen von G. Bon = nier, K. Goebel und G. Klebs über den Einfluß der äußeren Kräste (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 Einssluß der Außenwelt entstanden wären. Aber die Klarlegung der zahlsreichen 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 Leitsäte, 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. Beränderung in der anatomischen Zusammensehung 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 Brieß gelang es, durch einen stark angezogenen, während der Frühlingsperiode über die Rinde gelegten Verband, einen Jahrring zu erzeugen, der die Eigenschasten des Herbstholzes aufwieß; umgekehrt bewirkte er im Spätsommer durch geeignete, bis ans

Rambium reichende Rindenkerbung die Bildung eines Jahrringes, der den anatomischen Bau des Frühholzes besaß. Damit glaubte de Brieß, gestütt auf die Vermutung von J. Sachs, erwiesen zu haben, daß die Bildung des englumigen Herbstholzes auf den Druck, resp. den Widerstand des Kindenmantels zurückzuführen sei, ein Widerstand, der vorerst während des sömmerlichen Wachstums zunehmen, und dann über Winter durch Längsspaltung der Kinde wieder versschwinden sollte.

Die Sachs'= und de Bries'sche Theorie blieb nicht lange unangesochten. Russow machte zunächst die Bemerkung, daß der Druck des Nindenmantels allmählich wirken müßte und nicht eine plötzeliche Ünderung der Zellstruktur bedingen könne, wie sie tatssächlich zwischen Früh= und Spätholz besteht. Der gleiche Einfluß müßte sich denn auch bei der Bildung des Nindengewedes 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 Russowische Hypothese zu ergründen und versuchte, die Druckhöhen der Kambialzellen während den verschiedenen Jahreszeiten seiten sestzusstellen, konnte aber keine wesentliche und deutliche Berzänderung im Lause der Begetationsperiode wahrnehmen.

Die Wieler'schen Messungen an gewöhnlichen und an Schwarzstiefern haben das Vorkommen eines osmotischen Druckes im Kamsbium junger Triebe von 13 bis 16 Atmosphären sestgestellt, in den Markstrahlen von 13 bis 21 Atmosphären. Demgemäß, wenn wir auf diese Jahlen abstellen, müßte der Widerstand des Nindenmantels, um die Abplattung der Zellen des Herbstringes zu bedingen, am Ende der Sommerzeit mehr als 13, beziehungsweise 16 Atmosphären betragen. Nun aber hat Krabbe durch Versuche an frischen Kindensstreisen dargetan, daß dieser Druck das ganze Jahr hindurch sich unsgesähr gleich bleibe und ½ bis 1 Atmosphäre nicht übersteige. So müssen wir denn annehmen, daß sich der Kindenmantel zugleich mit dem neuerstehenden Jahrring ausweitet; und wenn auch das Vors

Die geringe Zahl ber bis dahin hierüber gemachten Beobachtungen berechtigen, meines Erachtens, noch nicht, allgemeine Schlüsse zu ziehen.

kommen der Rinde etwa ein Hindernis 1 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 Veobachtungen nicht so allgemein, wie man annimmt. Fügen wir noch hinzu, daß zufolge der Abnahme des Zelllumens die erwähnte Wandverdickung in der Tat dem oberflächlichen Veobachter eine größere zu sein scheint, als sie wirklich ist.

Bei den Wüstenpflanzen, und überhaupt bei Pflanzen, deren wenig entwickeltes Wurzelspstem eine nur schwache Transpiration zusläßt, sind die Zellen des Frühholzringes ebenfalls dickwandig. Man kann diese Verdickung, nach Wieler, sogar künstlich hervorrusen, indem man wasserbedürftige Arten in spärlich begossenen Töpfen auszieht. Versetzt man dieselben im Sommer wieder in seuchtes Erdland, so bilden sie dann an Stelle von Herbstholz einen Ring von weitzlumigen, dünnwandigen Zellen. Bei meinen Untersuchungen von Krüppelkiesern und Zwergsichten auf Torsvoden konstatierte ich ebenzfalls das Vorkommen von Jahrringen, die ausschließlich aus dickzwandigen Tracheiden mit verringerten Lumen bestanden; bei andern beobachtete ich auch eigentliches Frühjahrsholz, aber dessen Zellen erstrecken sich nur auf ½0 oder Kingbreite.

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

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

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Auffälligerweise weisen die meisten Torfpflanzen, hauptsächlich solche aus der Arktik, eine gerophytische Struktur auf, ähnlich den Arten auf trockenen Standsorten (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 Zellsastes, ebenso durch die Menge des zu ihrem Aufbau vorhandenen Nährstoffes; 2. durch die von der Wasser= zufuhr abhängige Turgeszenz der Zellen. 1

Große Zellen mit weitem Lumen entstehen demnach bei reichlicher, einen hohen vömotischen Druck erzeugender Stoffzusuhr, wenn die Wasserzusuhr 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 ausweisen, zusammen mit starker Verdickung der Wandungen. Diese Struktur ist allen Aerophyten (Trockenheit liebenden Pflanzen) eigen, bei denen der osmotische Druck oft sehr erheblich ist, nach Fitting bis 80 und 100 Atmosphären! Umgekehrt erzeugen Schattenpslanzen an Standorten mit erhöhter Wasserabsorptionsmöglichkeit, aber verringerter Blattätigkeit meistens großlumige und dünnwandige Zellen.

Aus diesen Ausführungen ergibt sich die wichtige Rolle der Wasserzirkulation beim Ausbau der Zellen des Holzkörpers. Nach-stehende Untersuchungen sollen diese Tatsache noch weiter erhärten.

L. Any im Jahre 1879 und neuerdings R. Kühns 1910 haben dargetan, daß die Jahrringe einiger unserer Holzarten (Linde, Vogelsbeerbaum, Ahorn), falls sie ansangs der Sommerzeit ihrer Belaubung beraubt werden (durch Käsersraß oder willkürlich), vorerst einige Zellselemente ausweisen, die dem Herbstholze ähnlich sind. Sodann aber, nachdem sich der Baum neu belaubt, bilden sich wieder typische, großslumige Frühjahrsholzzellen. Somit lassen sich in solchen Fällen öfters

Die Menge der produzierten Nährfäfte ist wiederum von den im Boden in aufnehmbaren Lösungen enthaltenen Salzen (im besondern Natron-, Phosphor- und Kalziumsulfate, Kalium und Magnestum) abhängig, sowie von der Lichtmenge und der Wärme, als Regulatoren der Chlorophylltätigkeit und der Aufnahme der Karbonsäure der Luft, endlich von der Bodenseuchtigkeit überhaupt, als Lieserant des wässerigen Lösungs- und Transportmittels.

im gleichen Jahre zwei Jahrringe nachweisen. Mehr oder weniger beutlich 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 Wasserzusuhr erheblich unterbunden wurde. Infolgedessen vergilbten die Blätter nach 8—14 Tagen und siesen ab. Nach einer kurzen zweiwöchentlichen Ruhezeit aber brachen die Knospen neuersdings 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 Frühsighrsholz folgte.

Es ist also möglich, auf künstliche Weise bei gewissen Arten die Vildung eines zweiten, sogar eines dritten Jahrringes zu erzielen. Umgekehrt gelingt es auch unter gewissen Voraussetzungen, eine gleichs mäßige Holzschicht hervorzubringen, die jeder Differenzierung nach Jahreszeiten bar ist. Dies ist von Natur aus der Fall bei den immergrünen Holzarten der seuchten 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 herbeizusühren, wobei jede Ausscheidung von Früh- und Spätholz, also von Jahresringen unterblieb. Übrigens gibt es auch in der gemäßigten Jone Holzarten mit nur ganz schwach ausgeprägter Ringbildung, nämlich der Buchsbaum und die baumförmige Heide, beides zerophytische, langsamwachsende Arten. Bei gewissen wilden Reben, so bei Ampelopsis quinquesolia, 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 Ausbau des Holzkörpers Hand in Hand mit den Variationen der aussteigenden Wasserzusuhrgehen.

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 Eigen = schreszeiten zu suchen lursprung wohl in dem regelmäßigen Wechsel der Jahreszeiten zu suchen sei, die aber seit langem sich zu einer unveränderlichen Sigenart umgewertet hätte. Allerdings geben die Anhänger der vererblichen Periodizität zu, daß dieselbe unter dem Einfluß großer künstlich hervorgerusener oder klimatischer Veränderungen ihren Rhythmus den neuen Verhältnissen anpassen kann, daß die Wachstumserscheinungen früher oder später, in längeren oder kürzeren Perioden auftreten können. Fedoch versteisen sie sich darauf, daß diese Bariationen, ebensowenig wie die künstlich erzeugten anatomischen Abweichungen in der Struktur des Holzes, niemals die eigentliche physiologische und anatomische Versassung der Art umzuwandeln vermögen, sondern sich stets nur im elastischen Rahmen der Beriodizität bewegen.

Scheinbar wird diese Anschauung durch das Verhalten der großen Mehrzahl unserer Laubbäume, die, ungeachtet eventuell andauernder, meteorologisch günftiger Verhältnisse, mit dem Andruch der Herbstage ihr Laub versärben und verlieren, unterstüßt. Desgleichen verslieren einzelne unserer Holzarten (Kirschbaum, Buche, Siche, Birnsbaum usw.) wenn sie in die Tropen versetzt werden, ihren Blattschmuck an gewissen Daten, in Beibehaltung einer Periodizität, die scheindar mit den neuen klimatischen Verhältnissen und dem veränderten Rhythsmus der Fahreszeiten im Widerspruch steht. Dem gegenüber ist sestzustellen, daß der Einsluß des tropischen Klimas keineswegs unterschätzt werden sollte: so ist erwiesen, daß gewisse Arten (z. B. Siche, 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 eins oder zweimal erscheinen, so gelangen die Früchte doch nicht zur erwünschten Reise.

In seiner Untersuchung über die periodische Wachstumserscheinung europäischer, in die Bergregion Ceylons verpflanzter Bäume, weist H. Dingler daraushin, 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 dis dahin angenommen.

Noch unabhängiger von den klimatischen Einflüssen erscheint das periodische Wachstum der Bäume in der feuchten Äguatorialzone. Im Gegensatzt zu den theoretischen Vermutungen weisen gerade die Bäume dieses seuchten 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,2 Volkens und neuerdings von S. V. 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, 4 unterscheiden kann, so läßt sich ein absolutes Übereinstimmen zwischen dem Bege= tationswechsel und dem Wechsel der Jahreszeiten nicht nachweisen. Das Verhalten der baumförmigen Arten bewegt sich im Vergleich zueinander in völlig verschiedenen Bahnen. Nach S. V. Simon ber= fallen 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> Bolkens, 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 dis Februar, mit zunehmender Bewölfung, nur drei dis vier Stunden täglicher Besonnung und fast täglichen Niederschlägen (27—30 im Monat); eine zweite Periode, März dis Oktober, mit zunehmender Besonnung, fünf dis sechs Stunden im Tag, verringerten Niederschlägen, 25—20 pro Monat, im Juni dis August nur 15. Im seuchtesten Monat beträgt die Regenmenge 500 dis 600 mm, im August, dem "trockenen" Monat, 200 dis 250 mm.

<sup>5</sup> Studien über die Periodizität der Lebensprozesse der in dauernd feuchten Tropensgebieten 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 Khythmus der Jahreszeiten sind besonders deutlich bei vier von Simon beobachteten Mangen-bäumen; 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 besaubt.

Andere Arten wechseln mit den Jahren die Zeit ihres Laubaus= bruches, so z. B. erscheint derselbe einmal im November oder De= zember, ein paar Jahre später erst im Februar.

Endlich gibt es noch baumartige Gewächse, deren Laubausbruch sich fast aufs ganze Jahre verteilt, nämlich ein Teil der Anospen 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 Anführungen noch darauf hingewiesen werden, daß neben den Variationen im Blattabfall in Buitenzorg ebenso große Unterschiede in der Länge der Ruheperiode zur Bevbachtung gelangen. Dieselbe beträgt manchmal nur wenige Tage, in andern Fällen im Gegenteil zwei bis drei Monate.

Die Untersuchungen über das Dickenwachstum und die Kambialstätigkeit der Bäume der feuchten Tropenzone sind leider noch wenig sortgeschritten. So viel scheint erwiesen, daß die Kambialtätigkeit auch hier mit dem Blattabsall zu Ende geht und mit dem Laubausbruch neu beginnt. Da jedoch, sehr wahrscheinlick, 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 Gesäße oder des Holzparenchyms ausprägen, und damit den vers

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 ausweist.

Tropdem in der Tropenzone die Mannigfaltigkeit und die Versschiedenheit der angeführten Beobachtungen den gesetmäßigen Zussammenhang zwischen dem Wechsel des Klimas und der Vegetationse tätigkeit, wie er für die gemäßigte Zone feststeht, beinahe verwischen, so ist die etwas verhüllte Wirkung dieses Faktors auf die Wachstumsserscheinungen 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 dis März ergebe und diesem ganzen Zeitraum ein ausgesprochen herbstliches Gepräge versleihe.

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 Vegetationserscheinungen gewisser= maßen durch äußere Faktoren beeinflußt werden kann. Die innere Verfassung der Art, schreibt dieser Autor, läßt uns die Notwendig= keit 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"2 zu ganz andern Schlüssen. Die periodischen Wachstums= erscheinungen wären, nach Rlebs, nicht der spezifischen Eigenart der Pflanze, sondern nur den Einwirkungen ber 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>&</sup>lt;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 Nährstoffzusuhr. Hierfür liefert die künstliche, experimentelle Unterbrechung des Winterschlases den Beweis.

Schon seit Jahrhunderten gelingt es den Gärtnern, durch Treibshauskulturen die Treibzeit verschiedener Gewächse, hauptsächlich Zierspflanzen, beliebig zu verändern. In jüngster Zeit hat sich diese künsteliche Zucht ungemein entwickelt, und ist auf Treibmittel versallen, welche das Interesse des Pflanzenphysiologen mehr noch als das des Gärtners herausfordern. Zu diesem Versahren gehören die von Foshannsen empfohlene Verwendung von Üterdämpsen und die von Wolisch erfundenen Väder im warmen Wasser, womit die Verkürzung des Ruhestadiums erzielt wird; ferner die in gleicher Absicht am Fuße der Anospen vorgenommenen Wassereinspritungen, der Gebrauch von Nährsalzlösungen, die Verstümmelungen der Anospen, das Aufschneiden der Kinde, die Vehandlung durch den elektrischen Strom und neuerdings durch intensive Lichteinwirkung.

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

Ein kleiner, 38 cm hoher Buchensetzling, dessen Stammdurchsschnitt 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 besgannen 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 Neubelau= bung fertig. Aber schon Mitte März ließ sich ein neuer Laubausbruch an den Seitenknospen feststellen, der eine dritte Belaubung anbahnte. Demgemäß erzeigte sich an dem Versuchseremplar vom Januar bis März eine ununterbrochene Vegetationstätigkeit, die fortlaufend Blätter, Zweige und Knospen hervorbrachte. Ende März wurde die Buche an einen fühlen 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 Alebs'schen Versuche zur Annahme, daß das Verhalten der Winterknospen der Buche, wie wir es in unserm Alima 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 Pflanzengatstungen unter gegebenen günstigen Umständen die Sigenschaft 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.

