

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 100 (1949)
Heft: 12

Artikel: Spitzenwachstum und Gabelbildung bei sekundären Fasern
Autor: Schoch-Bodmer, Helen / Huber, Paul
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-766443>

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: 05.07.2025

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

L'extinction des incendies est de longue date une obligation légale. Mais la loi contenait des lacunes: l'action était généralement entreprise trop tard, par des gens insuffisamment instruits et non assurés. Maintenant, les équipes des communes sont en général permanentes, dirigées par un chef compétent, bien équipées, payées et assurées. Cela ne va pas sans provoquer de grands frais, dont une partie incombe aux propriétaires des biens qui auraient été la proie des flammes. De 1939 à 1943, 362 incendies, ravageant 4826 ha., soit 6 % de la surface boisée du canton, dans 126 communes, ont causé des dégâts évalués à environ 587 000 francs. La lutte a coûté quelque 97 000 francs.

Le développement du réseau routier contrarie l'extension des incendies et permet d'intervenir sans retard. Le Tessin a été fort actif dans ce domaine; une énumération en fait foi. Le débroussaillage des talus — qui doit être fréquemment répété —, le courage des rigoles et des aqueducs, l'établissement de tas de sable et de terre, etc., sont une nécessité.

On peut aussi rendre la forêt moins vulnérable en l'entrecoupant de parcelles de pré ou de pâturage, en augmentant la révolution, afin que le sol reçoive plus d'ombrage. Un système combiné de bermes et de grillages de treillis, l'amenée de l'eau à proximité des reboisements les plus importants sont aussi à l'étude.

L'Etat du Tessin et diverses corporations se sont assurés contre les risques d'incendie dans divers reboisements. Mais les compagnies d'assurance dénoncent les contracts établis, les pertes dépassant les gains.

(Adapté par E. Badoux.)

Spitzenwachstum und Gabelbildung bei sekundären Fasern

Von Helen Schoch-Bodmer und Paul Huber, St. Gallen

Mit Subvention der Stiftung D. Joachim de Giacomi der Schweizerischen
Naturforschenden Gesellschaft ausgeführt

Da die Ergebnisse der Faserforschung auch für den Forstfachmann von Interesse sind, möchten wir versuchen, in dieser Zeitschrift eine Übersicht über die Theorien der Faserbildung zu geben, um sodann unsere eigenen Forschungen über die Entstehung von Holz- und Bastfasern aus dem Kambium darzustellen und zu deuten.

Die bekannte Tatsache, daß sekundäre Bast- und Holzfasern länger sind als die Kambiumzellen, aus denen sie hervorgehen, ist schon S a n i o (1863, S. 107) aufgefallen. Er schreibt, die kurzen «Kambialfasern» wüchsen bei der Faserentstehung «nebeneinander vorbei». K r a b b e (1886) erklärte dann in einer umfassenden Monographie die doppelte bis mehrfache Länge der Fasern, verglichen mit den Kambiumzellen, durch Annahme von *gleitendem Wachstum*. Nach seiner Auffassung, die von F i t t i n g noch in der neuesten Auflage des Bonner Lehrbuches (1947,

Fig. 172) vertreten wird, sollen sich diese Faserinitialen durch selbständiges Streckungswachstum verlängern können und auf den Mittellamellen an ihren Nachbarzellen vorbeigleiten. Dabei käme aber das ganze junge Fasergewebe in Längsbewegung und die Fasern müßten, wie selbständige Organellen, ein Wanderungsvermögen besitzen, dessen Begrenzung schwer vorstellbar wäre. Ein Jahr nach K r a b b e hat Z i m m e r m a n n (1887, S. 165) darauf hingewiesen, daß er bei der Gefäßentstehung ein « *lokalisiertes Flächenwachstum* » der jungen Gefäßwände für möglich hält und daß auch die Fasern und Tracheiden in entsprechender Weise (und zwar durch lokalisiertes Spitzenwachstum) entstehen könnten. H a b e r l a n d t (1896, S. 66) schloß sich anfänglich der Theorie von Z i m m e r m a n n an, um später zur Auffassung K r a b b e s zurückzukehren. Eine dritte Theorie wurde von P r i e s t l e y (1930) aufgestellt, der annimmt, daß ganze Zellkomplexe der Kambiumzone unter Druckwirkungen (zum Beispiel unter dem Einfluß der Gefäßausweitung) ein gemeinsames « *symplastisches Wachstum* », ohne Trennung der Wände benachbarter Fasern, durchmachen. M e e u s e (1941) hat P r i e s t l e y s Theorie zu einer größeren Studie ausgebaut. Ein Versuch, die Theorie P r i e s t l e y s graphisch darzustellen, zeigt jedoch, daß innerhalb der jungen Holz- und Bastzonen (Xylem und Phloem) Längsverschiebungen der Fasern auftreten müßten, die in Wirklichkeit nie beobachtet wurden. In neuerer Zeit haben S i n n o t t und B l o c h (1939, S. 632) die Hypothese Z i m m e r m a n n s unter dem Namen « *intrusive growth* » wieder aufgenommen. Schon früher vermuteten andere Autoren, auf Grund des Vorkommens der sog. Sanioschen Balken (vgl. G r o ß e n b a c h e r, 1914, S. 528), daß das Faserwachstum vorwiegend oder nur an den Enden der Kambiumzellen stattfinden müsse. S i n n o t t und B l o c h (1943) studierten das Spitzenwachstum der Fasern bei *Luffa*-Früchten; und von B l o c h (1944 und 1946) besitzen wir eine interessante Untersuchung über die Trichosklereiden in den Luftwurzeln von *Monstera*: diese inneren Haare dringen mittels Spitzenwachstums in die Interzellularräume ein und zeigen eine Parallele zu wachsenden Faserspitzen, mit dem Unterschied, daß sich letztere durch Spaltung der Mittellamellen ihrer Nachbarzellen selber den nötigen Raum schaffen müssen. M a j u m d a r (1941) hat die Bildung sekundärer Fasern bei *Laburnum* und *Heracleum* untersucht und dort Spitzenwachstum festgestellt; seine Arbeit ist uns bis jetzt nur durch ein Referat zugänglich gewesen, das wir der Freundlichkeit von Herrn Prof. R. B l o c h verdanken. — S c h o c h - B o d m e r (1945) wählte für den Vorgang des Hineinwachsens der Faserspitzen zwischen die Nachbarzellen den Begriff « *Interpositions-wachstum* », in der Erwägung, daß dieser Ausdruck die Art des Wachstums im Zellverband noch besser umschreibt: « Intrusion » bedeutet « Eindringen » und könnte evtl. auch für das Eindringen durch

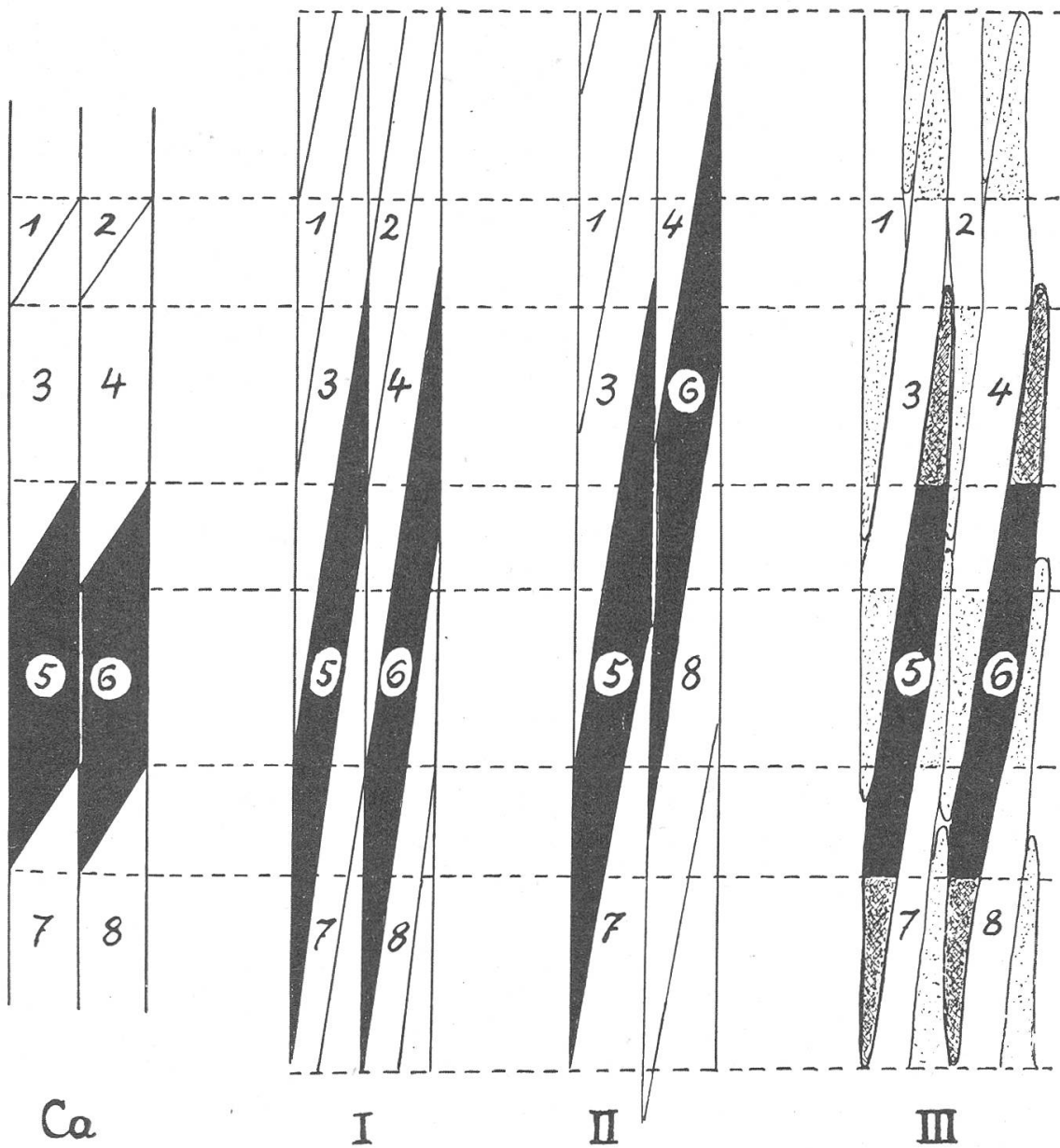


Fig. 1

Die drei Theorien zur Faserentstehung

Ca = Kambium, stark verkürzt gezeichnet. I. Theorie des *gleitenden Wachstums*. II. Theorie des *sympplastischen Wachstums*. III. Theorie des *Interpositionswachstums* («intrusive growth» nach Sinnott und Bloch). Die Zellen 5 und 6 sind auf allen Abbildungen schwarz gehalten, um ihre gegenseitige Lage bei Abschluß der Faserbildung besser zu kennzeichnen. Bei III sind die auswachsenden Faserenden punktiert und gestrichelt. Überall Tangentialschnitte. Fasern doppelt so lang wie Kambiumzellen.

(Ca und I nach Lehrb. d. Bot. f. Hochschulen 1947, Fig. 172; II und III nach Schoch-Bodmer und Huber, Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich 1949, Fig. 3.)

gleitendes Wachstum gebraucht werden, « Interposition » heißt « Dazwischenlegen » oder « Einschalten » und soll besagen, daß die wachsenden Faserspitzen sich den aufgespaltenen Wänden der Nachbarzellen oder neben ihnen herwachsenden andern Faserspitzen anlegen und an sie anwachsen. Die drei Theorien der Faserbildung sind auf Fig. 1 dargestellt.

Bevor wir zur Besprechung der speziellen Bauverhältnisse bei den Fasern unseres Untersuchungsobjektes, der *Zimmerlinde* (*Sparmannia africana*) übergehen, seien einige allgemeine Bemerkungen über das *Flächenwachstum der Kambiumwände* vorausgeschickt. In erster Linie fällt das *Teilungswachstum* der Kambiumzellen auf. Sie teilen sich bekanntlich vorwiegend in tangentialer Richtung, und Bailey (1920, S. 529) zeigte, daß die Teilungswände nicht simultan auf der ganzen Länge der Kambiumzellen entstehen, sondern daß ihre Bildung vom Zentrum der Zelle her gegen deren Enden zu fortschreitet. Gleichzeitig mit den Teilungen findet ständig *Radialstreckung* im wachsenden Kambium statt, d. h. Intussuszeption (Einlagerung) neuer Membranteile zwischen die vorhandenen; außerdem tritt in schwächerem Ausmaße *Tangentialstreckung* der Wände ein. Die Radialstreckung ist besonders gut an den Markstrahlzellen zu erkennen, bei der Zimmerlinde übrigens auch an den zahlreichen Holzparenchymzellen (vgl. die Fig. 6, 8 und 10). In der Regel sind die Kambiumzellen Vierzehnflächner (Lewis, 1935, S. 760): sechseckig im Querschnitt ihrer mittleren Partien, viereckig an den zugespitzten Enden. Die Markstrahlkambien sind meist etwas anders gebaut als die Faserkambien, indem die Endwände nicht schräg, sondern ziemlich parallel zum Stammquerschnitt orientiert erscheinen. Durch Teilung und Radialstreckung besitzen die Kambiumzellen eine große Plastizität in radialer und tangentialer Richtung; als sekundäres Bildungsgewebe sind sie jedoch nicht ohne weiteres zur Streckung in der Längsrichtung der Pflanzenachse befähigt, es sei denn, man nähme gleitendes Wachstum an. Zur Längsstreckung gehört aber sehr wahrscheinlich der Widerstand von Querwänden, die ein Widerlager für den Streckungsvorgang bilden. Ein so stark zugespitztes Ende wie das einer Faserinitiale dürfte dem Turgor nicht den nötigen Widerstand für eine Längsstreckung bieten (Schoch-Bodmer, 1945, S. 315). Es liegt näher, eine Art «*Aufbrechen*» des spitzwinkligen Zellendes anzunehmen, das zur Anfügung neuer Membransubstanz an den Zellenden und damit zu *Spitzenwachstum* führt. Ähnlich wie bei der Zellteilung völlig neue Wände entstehen, könnten auch durch Spitzenwachstum neue Membranpartien ausgeschieden werden. Vielleicht handelt es sich aber auch nur um einen Vorgang sehr rascher und stark lokalisierter Intussuszeption (vgl. Frey-Wyßling, 1948) an den schlauchförmigen Zellenden. — Man muß natürlich mit allen diesen Schlußfolgerungen vorsichtig sein,

da wir ja nicht einmal wissen, warum aus der einen Kambiumzelle ein Gefäß, aus einer andern eine Faser oder eine Holzparenchymzelle entsteht. — Die Raumbeschaffung für die neugebildeten Faserenden wird bekanntlich durch Radialstreckung der ursprünglichen Kambiumreihen, zum kleineren Teil durch Umfangzunahme beim Dickenwachstum gewonnen.

Auf Fig. 2 A ist das Spitzenwachstum schlauchartiger Zellen, wie es bei Pilzen, Pollenschläuchen, Pflanzenhaaren und Fasern vorkommt, schematisch dargestellt worden: meist bleibt es auf das äußerste Ende der Zelle beschränkt. Mit Fig. 3 ist versucht worden, einen Fall von Einschaltung (Interposition) der wachsenden Spitze zwischen ihre Nachbarzellen wiederzugeben. Wie man erkennt, verändern diese dabei ihre Querschnittsform. Fig. 2 A betrifft also das Wachstum einer einzelnen Zelle, Fig. 3 das Wachstum dieser Zelle im Verband mit den Nachbar-

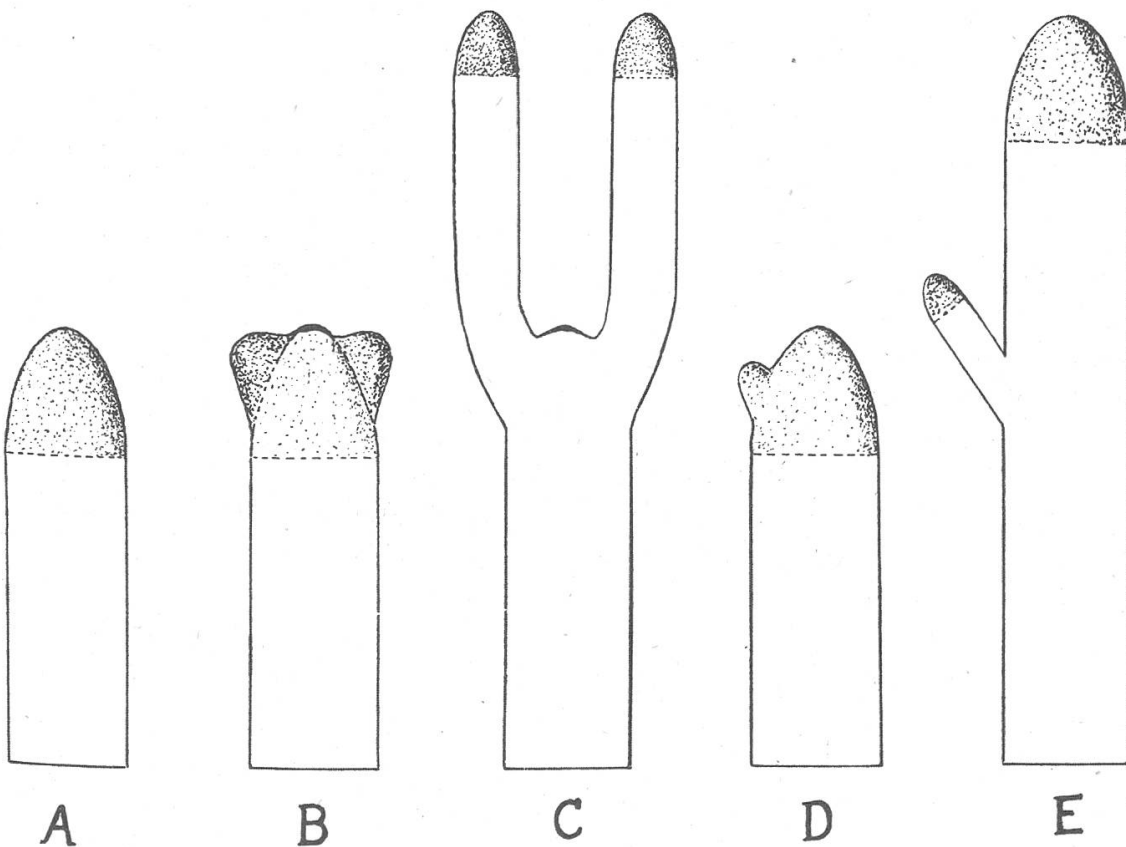


Fig. 2

Spitzenwachstum und Gabelbildung

A = wachsende Spitze in Seitenansicht: nur das äußerste Ende (punktiert) zeigt Membranneubildung. B = Hemmung der Hauptspitze und Auswachsen seitlicher Membrankuppen. Daraus entwickelt sich die Gabel bei C. D und E = Bildung eines kleinen seitlichen Gabelastes ohne Hemmung der Hauptspitze.

(Nach Schoch-Bodmer und Huber, Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich 1949, Fig. 1.)

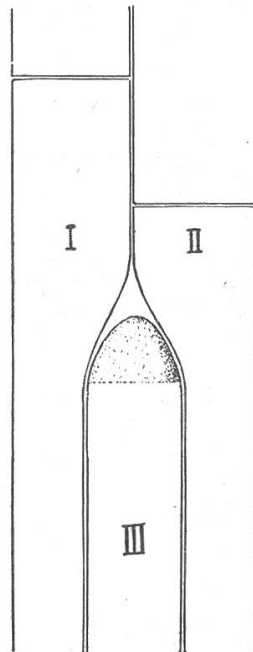


Fig. 3

Interposition

Einschaltung einer wachsenden Spitze zwischen die Nachbarzellen unter Aufspaltung der Mittellamelle; Formveränderung der Zellen I und II, Anwachsen der neugebildeten Membran von III an die Wände von I und II.

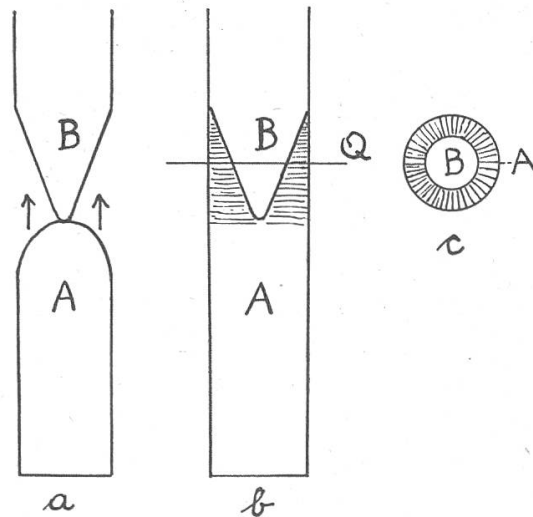


Fig. 4

Scheinbare Fasergabelung bei Annahme von gleitendem Wachstum

a = zwei Fasern treffen aufeinander. b = die stumpfere Faser A umwächst die spitzere Faser B (gleitendes Wachstum): scheinbare Gabelung im Längsschnitt. c = Querschnitt von b bei Q: in Wirklichkeit müßte die Faser A trichterförmig um B herumwachsen.

(Nach Schoch-Bodmer und Huber, Experientia 4, 1948, Fig. 1.)

zellen. Die beim Vorgang der Interposition an die Nachbarzellen I und II anwachsende Zelle III kann anschließend gemeinsam mit den Nachbarzellen ein gewisses *Weitenwachstum* mitmachen, solange die Zellen noch plastisch sind. Die in unmittelbarem Anschluß an die Kambiumzone auswachsenden Faserspitzen (Fig. 8) sind bei unserm Untersuchungsobjekt *Sparmannia* zuerst ziemlich gleichmäßig schlauchförmig, was auf Spitzenwachstum hinweist. Die Frage, ob bei Gabelbildung mit Weitenwachstum der Faserenden außerdem Gleitvorgänge in beschränktem Maße auftreten, kann vorläufig noch nicht mit Sicherheit beantwortet werden. Und ob, wie Zimmermann theoretisch erörtert, die Gefäßwände teilweise durch Einfügung ganz neuer Membranstreifen entstehen können oder ob hier gleitendes Wachstum vorliegt, ist ebenfalls noch ein Rätsel.

Am Beispiel der *Zimmerlinde*, die einen ziemlich regelmäßig gebauten Holzkörper erzeugt, läßt sich das Interpositionswachstum der Fasern besonders gut verfolgen (vgl. Schoch-Bodmer und Huber, 1946). Das Holz dieser Art ist relativ weich; man kann es in Paraffin einbetten und mit dem Mikrotom schneiden (Schnitte 20 μ dick). Zudem werden die radialen Faserreihen *einzel*n in den Schnitten sichtbar, weil nämlich häufig einreihige Fasergruppen mit einreihigen Markstrahlen abwechseln (Fig. 6 und 7). Auf Querschnitten durch junge Faserzonen fällt auf, daß die *Wände der wachsenden Spitzen* eigentümliche *Verbiegungen* zeigen (bei frischen Schnitten, die in Paraffinöl, Wasser oder Glycerin liegen). Solche Verbiegungen junger Faserwände wurden übrigens auch bei jungen primären Bastfasern des Flachses und jungen Tracheiden der Monocotyle *Dracaena* gefunden. Es liegt hier wohl eine *Oberflächenvergrößerung* der Zellwände *ohne wesentliche Volumenzunahme* der Zellkomplexe vor: anfänglich scheint also das *Flächenwachstum der Membranen* (die Intussuszeption von neuen Membraneinheiten) gegenüber dem *Turgor* der Zellen zu *überwiegen*. Später, wenn die Oberflächenvergrößerung abgeschlossen ist, erfolgt *Geradestreckung* oder Abrundung der Faserwände durch den Turgor. — *Tüpfelbildung* zwischen den Fasern kann man nur dort erkennen, wo die Mittelstücke (ursprüngliche Kambiumzellen) der Fasern in Berührung bleiben, nicht aber zwischen den Mittelteilen und den Faserenden oder zwischen Faserenden. Ob die auf Fig. 10/6 dargestellten, warzenförmig erhöhten Tüpfel eines Markstrahles, der an eine Faserspitze anstößt, eine Ausnahme bilden, konnte noch nicht entschieden werden.

Auf Fig. 5 ist das Auswachsen der Faserspitzen aus den Kambiumzellenden für *Sparmannia* in den natürlichen Größenverhältnissen wiedergegeben worden: der Winkel der Kambiumzellen, aus denen Fasern und Gefäße entstehen, beträgt im Tangentialschnitt nur etwa 10°, der tangentialer Durchmesser der Kambiumzellen 25–30 μ , der Radial-

durchmesser 8—10 μ , die Länge etwa 500 μ bei unserer Versuchspflanze, die im Gewächshaus stand. Die fertigen Fasern sind im Holzteil etwa 1 mm, im Bastteil 2 bis 4 mm lang. Daher kommt auf jede Kambiumzelle im Xylemquerschnitt meist nur eine Faserspitze, im Phloem aber deren 3 bis 7, was deutlich aus der Fig. 6 hervorgeht. Sehr gut ist auf der Photo Fig. 7 rechts das Eindringen zahlreicher Faserspitzen zwischen zwei Kambium-Zellreihen erkennbar.

Das Auffinden von *Gabelungen auf dem Niveau der Enden der Kambiumreihen* bei *Sparmannia* lieferte den eindeutigen Beweis für die Entstehung der Faserenden durch Spitzenwachstum (vgl: Schoch-Bodmer und Huber, 1948). Gleitendes Wachstum kann bei einer Gabelung, die schon zu Beginn des Faserwachstums einsetzt, gar nicht in Frage kommen. Die Fig. 4 zeigt übrigens, daß bei der Theorie des gleitenden Wachstums Gabelungen zwar im hypothetischen Längsschnitt

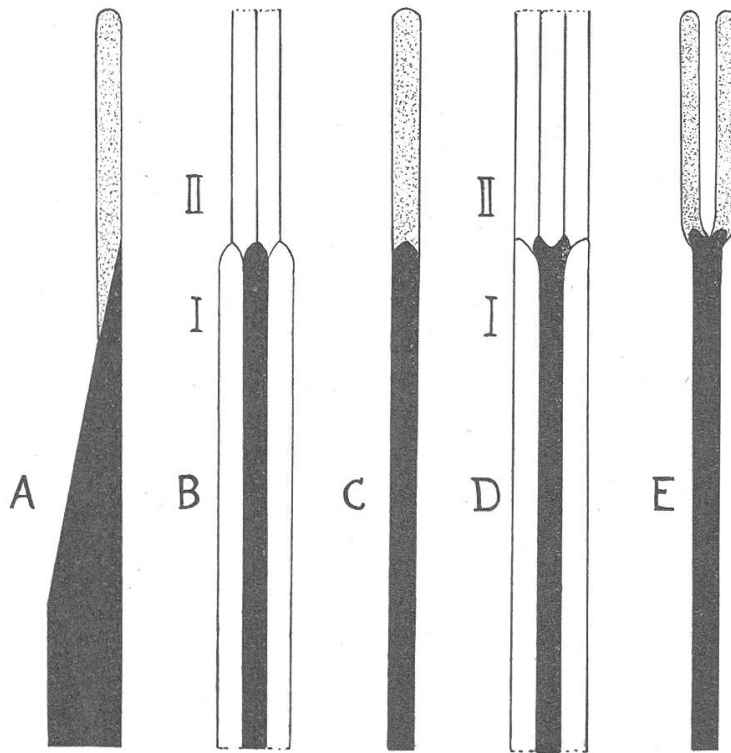


Fig. 5

Faserbildung und Fasergabelung bei der Zimmerlinde (theoretisch)

A = Ende einer auswachsenden Kambiumzelle in Tangentialansicht, bei natürlichem Größenverhältnis. B = gegenseitige Lage der Kambiumzellen (alternierend) vor der Entstehung von nur einer Spitze pro Zellende. C wie A, aber in Radialansicht. D = gegenseitige Lage der Kambiumzellen (opponiert) vor der Entstehung einer Gabel. E = Gabelbildung auf dem Niveau der Enden der Kambiumzellen, aus der gegenseitigen Lage bei D erklärlich. B—E = Radialansichten. Auswachsende Faserenden punktiert; ursprüngliche Kambiumzellen schwarz gehalten.

(Nach Schoch-Bodmer und Huber, Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich 1949, Fig. 3.)

vorgetäuscht werden, im Querschnitt hätten wir es jedoch mit trichterförmigen Bildungen zu tun. Auf Fig. 2 B—E ist dagegen die Gabelung bei Annahme von lokalisiertem Spitzenwachstum dargestellt, wie sie auch für Pilzhypen, Pollenschläuche, Wurzelhaare und andere Haare schon mitgeteilt wurde (vgl. Reinhardt, 1892; Renner und Preuß-Herzog, 1943, S. 220; Gorter, 1945, S. 327; Kopp, 1948, S. 288, und Bloch, 1946, S. 547). In allen diesen Fällen ist die Gabelung durch *mechanische* oder *physiologische Hemmung* gedeutet worden, und dies muß auch für die Fasergabelungen zutreffen. Die Gabelung bei Beginn der Faserbildung, also auf dem Niveau der Kambiumzellenden, kommt wahrscheinlich dadurch zustande, daß *in zwei benachbarten* (schräg übereinanderliegenden) *Kambiumreihen* einzelne Zellen oder Zellgruppen nicht alternieren, sondern annähernd *opponiert* sind (Fig. 5 D), während sie gewöhnlich alternieren (Fig. 5 B). Vielleicht wechseln auch radial breitere mit radial schmäleren Kambiumzellen ab. Wenn nun, bei opponierter Stellung, das Faserende einer (breiteren) Zelle auswächst, trifft es nicht auf *eine* Mittellamelle, sondern muß sich an der Nachbarzelle spalten, d. h. um diese herumwachsen, und die beiden Spitzen dringen nun in zwei verschiedene Mittellamellen ein (Figur 5 D und E): es entsteht eine Gabel. Auf Fig. 9 geben wir erstmals solche Gabelungen auf Kambium-Endniveau photographisch wieder. Da das Bild durch die neben den Faserreihen herlaufenden Markstrahlen auf den photographischen Aufnahmen etwas undeutlich wird, ist jede Gabelbildung auf Fig. 10 nochmals zeichnerisch festgehalten. Besonders instruktiv ist die Faserreihe Fig. 10/4, wo schon in nächster Nähe des Kambiums oder im Kambium selber eine beginnende Gabelung sichtbar wird und außerdem drei Gabeln an Fasern zu erkennen sind. In den Mikrotomschnitten werden die Gabeläste nicht immer in ihrer ganzen Länge getroffen, sondern häufig angeschnitten, wie zum Beispiel auf Fig. 10/1. Auf Fig. 10/2 ist eine Doppelgabel erkennbar mit der zweiten Gabelung gegen das Faserende zu. Auch diese *Gabelungen an den Faserenden* dürften als *Wachstumshemmungen*, vielleicht physiologischer Art, anzusprechen sein. Im Phloem sind sie ebenfalls häufig (Fig. 8 E bis H); dort entstehen bisweilen drei- und mehrfach-gabelige Gebilde. Einen weiteren Beweis für das Spitzenwachstum findet man in der *gegenseitigen Abplattung* von Faserenden, die sich entgegenwachsen, oder im *Herumwachsen eines Faserendes um ein anderes* (Fig. 10/5) (weitere Figuren vgl. Schoch-Bodmer und Huber, 1949, Fig. 2). Die Bilder, die wir an Faserenden von *Sparmannia* fanden, sind denen, die Reinhardt (1892, Tafel 25, Fig. 31 und 32, Tafel 23, Fig. 13) für Pilzhypen von *Peziza*-Arten, bei physiologischer Wachstumshemmung und gegenseitiger Abplattung, wiedergibt, so ähnlich, daß sich bei den Fasern der Schluß auf lokalisiertes Wachstum förmlich aufdrängt.

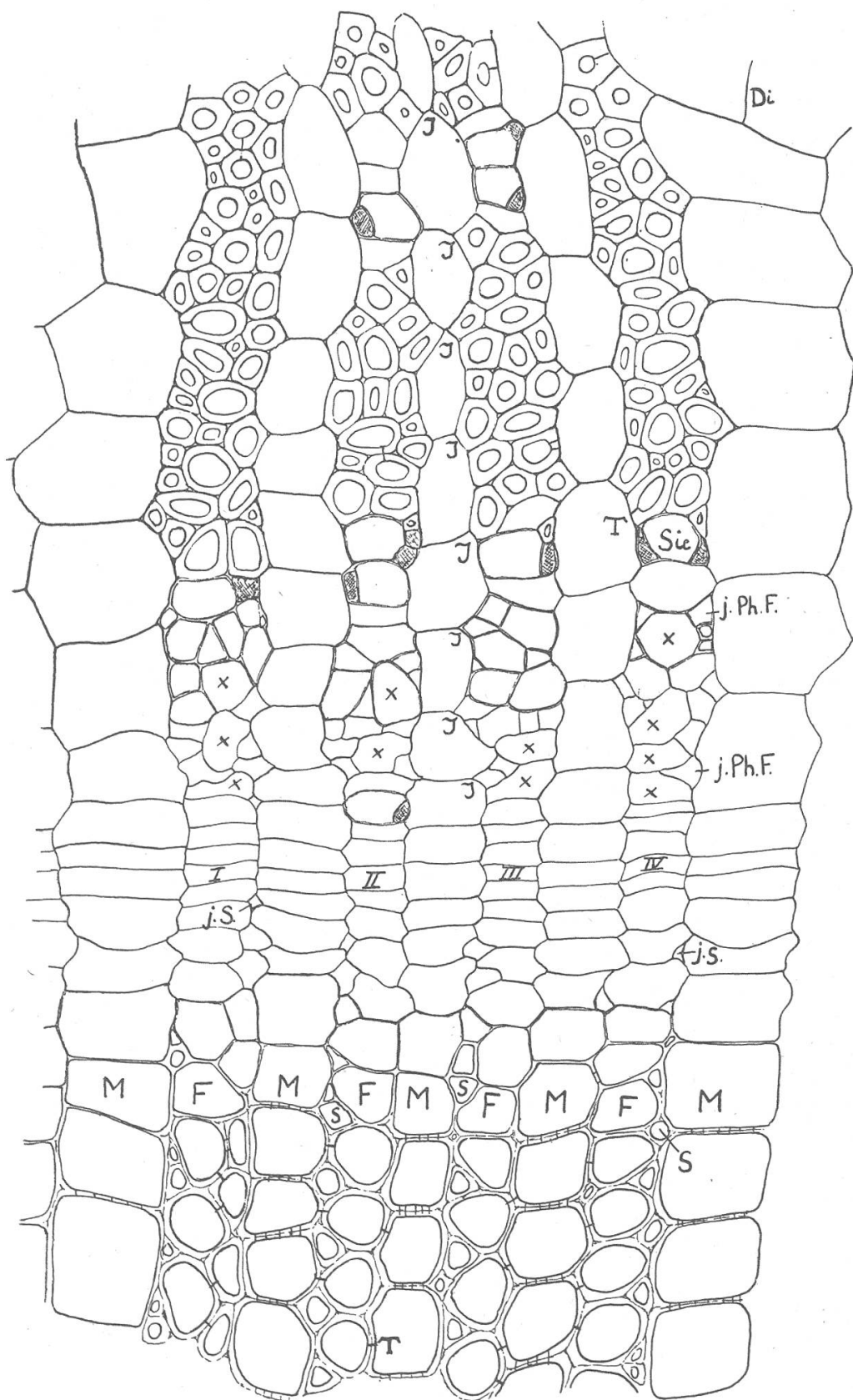


Fig. 6

Fig. 6

Kambium mit anschließenden Phloem- und Xylemfasern (Zimmerlinde)

In das Querschnittsniveau wachsen hier auf 1 Kambium-Mittelstück (ursprüngliche Kambiumzelle) 3 bis 5 Phloem-Faserspitzen von oben und unten hinein. Im Xylem kommen nur 1 oder 2 Spitzen auf ein Kambium-Mittelstück. I bis IV = einreihige Fibrovasalkambien, aus denen die Fasern hervorgehen; sie wechseln hier mit einreihigen Markstrahlkambien ab. X = gut erkennbare Kambium-Mittelstücke, die infolge der Interposition von Faserspitzen ihre Form verändert haben. Sie = Siebröhren mit 1 oder 2 Geleitzellen (letzteres dunkel gezeichnet). Markstrahlverschmälerung zur Raumbeschaffung für die Fasern; anderseits Markstrahlverbreiterung (Di) durch Zellteilung (in dem großen Markstrahl rechts). J = Interposition von Fasern in die tangentialen Markstrahlwände. j.Ph.F. = junge Phloemfasern. j.S. = Spitzen junger Xylemfasern. S = Spitzen älterer Xylemfasern. F = Mittelstücke der Xylemfasern. M = Markstrahlen im Xylem. T = Tüpfel, nur zwischen Kambium-Mittelstücken und zwischen diesen und Markstrahlzellen. Vergröß. 275fach.

(Aus Schoch-Bodmer und Huber, *Mitteil. Nat. Ges. Schaffhausen* 21, 1946, Fig. 2.)

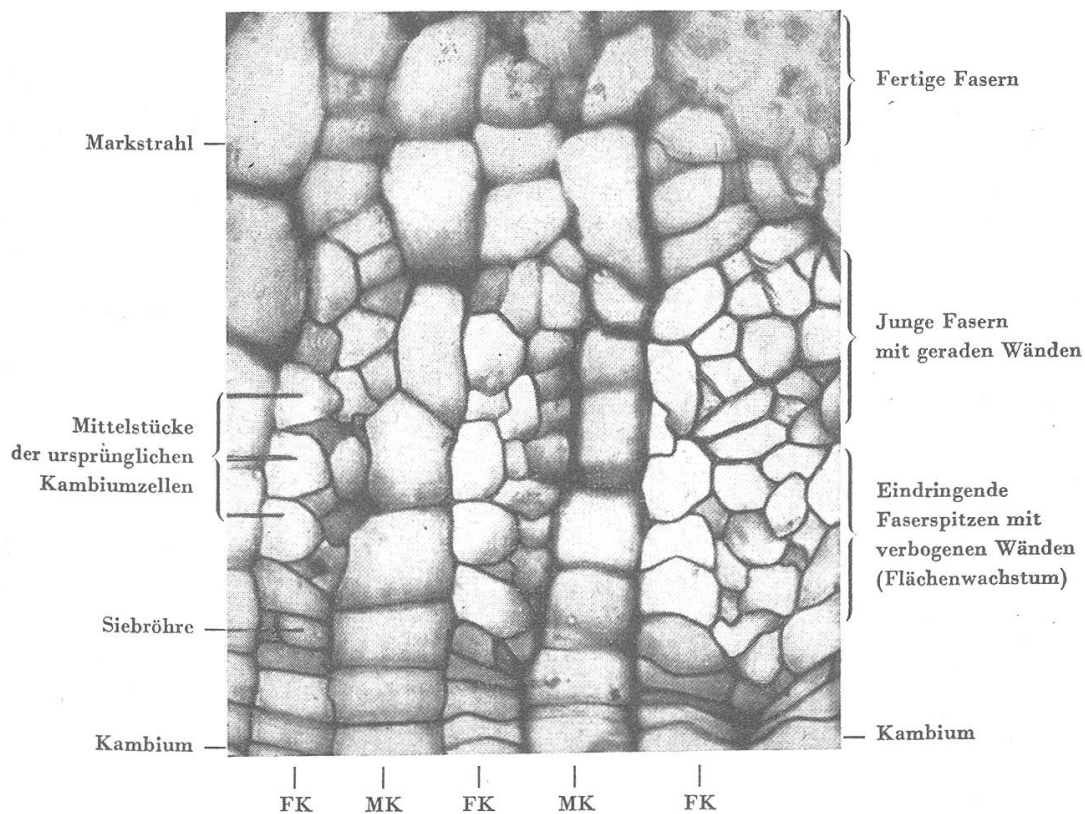


Fig. 7

Kambium und Phloemfasern (Zimmerlinde)

Mikrophotographie nach frischem Querschnitt in Glyzerin (Färbung mit Rutheniumrot). Links zwei einreihige Faserkambien, dazwischen einreihige Markstrahlkambien. Rechts zweireihiges Faserkambium: die Mittelteile der Kambiumzellen werden durch die hereinwachsenden Faserspitzen auseinandergedrängt. Ganz junge Fasern mit verbogenen, etwas ältere mit gerade gestreckten Wänden.

Vergröß. 300fach. FK = Faserkambien. MK = Markstrahlkambien.

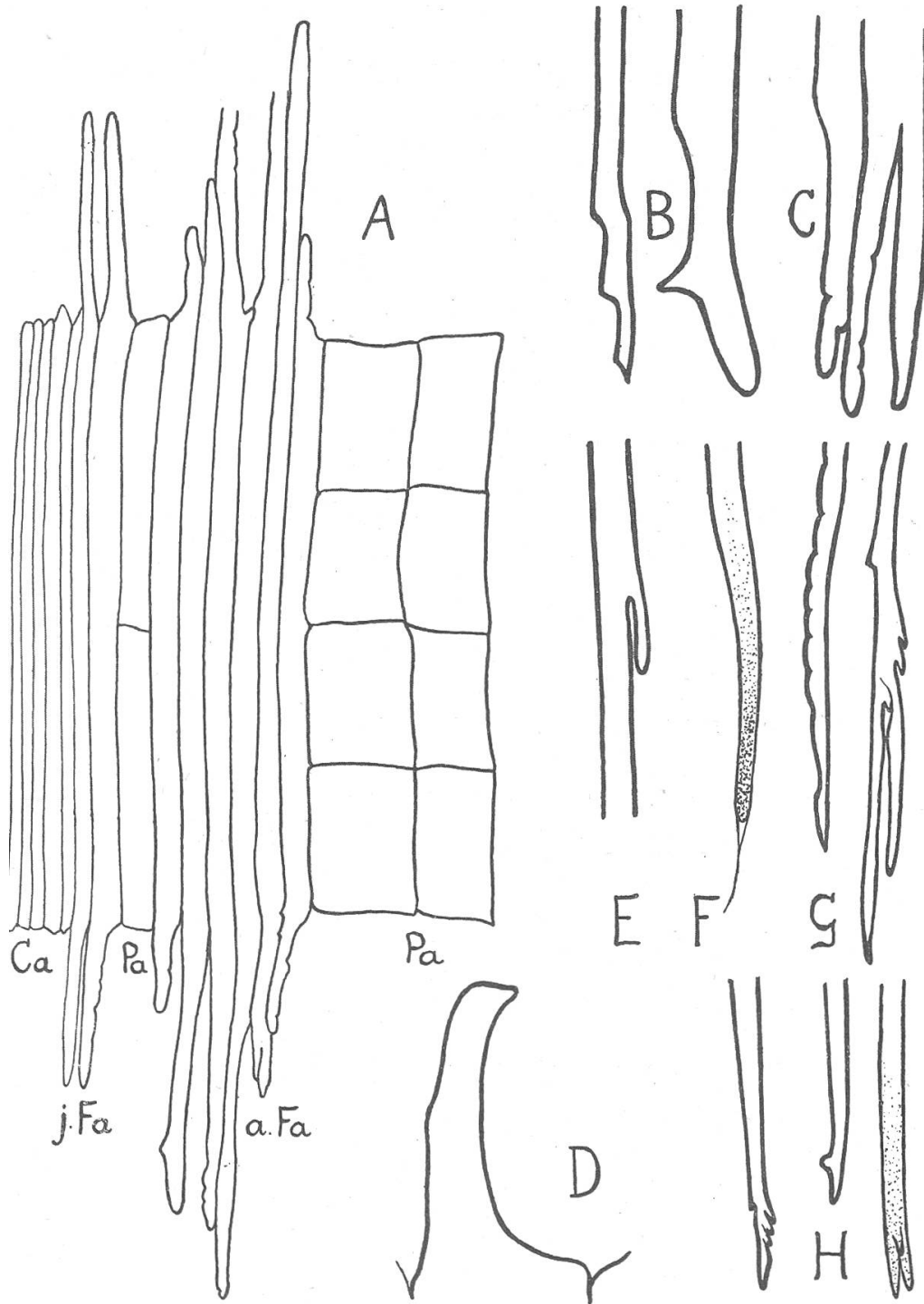


Fig. 8

Fig. 8

Entstehung der Fasern durch Spitzenwachstum der Kambium-Zellenden
(Zimmerlinde)

A = Gruppe von *Xylemfasern* und -parenchym im radialen Längsschnitt. Ca = Kambiumzone. j.Fa = junge Fasern. a.Fa = ausgewachsene Fasern. Pa = Xylemparenchym. 4. Faser von rechts mit kleinem Gabelast auf dem Niveau des Kambium-Zellendes. Xylemparenchymzellen rechts radial stark gestreckt. B = Xylemfaser-spitzen mit Ecken- und Dornbildung. C = Gabelfaser im Xylem. D = Spitzenwachstum des Zellendes bei einer Xylemparenchymzelle. E = *Phloemfaser* mit seitlicher Gabelung (etwa 1 mm von der Hauptspitze entfernt). F = noch nicht ausgewachsene, plasmareiche Phloemfaser-spitze. G = Phloemfaser mit einseitig gebuchteter Wand, daneben Gabel mit drei kleineren Auswüchsen. H = dasselbe: « Traubenbildung », Dorn, dreifache Gabel. A: Vergröß. 130fach; B—H: 260fach; A—D: Kamerazeichnungen nach Mikrotomschnitten, E—H: nach frischem Material in Wasser.

(Aus Schoch-Bodmer und Huber, Mitteil. Nat. Ges. Schaffhausen 21, 1946, Fig.4.)

Zusammenfassung

Es werden die drei Theorien des *gleitenden*, des *symplastischen* und des *Interpositions*-Wachstums (« intrusive growth ») erörtert, wobei der letzteren der Vorzug gegeben wird. Nach der dritten Theorie spalten die durch Spitzenwachstum entstehenden Faserenden die Mittellamellen der Nachbarzellen und wachsen an diese an, um nachträglich gemeinsam mit ihnen ein beschränktes Weitenwachstum durchzuführen. Teilungswachstum, Spitzenwachstum und Weitenwachstum (Radialstreckung) sind im Kambium und seinen Derivaten aufs engste miteinander verbunden.

Die im Xylem der Zimmerlinde (*Sparmannia africana*) gefundenen *Gabelfasern mit Gabelung auf dem Niveau der Enden von zu Fasern auswachsenden Kambiumzellen* sprechen eindeutig gegen die Theorien des gleitenden und des symplastischen Wachstums. Sie lassen sich nur durch lokalisiertes Spitzenwachstum der Kambium-Zellenden erklären. Wahrscheinlich kommen diese Gabeln in der Weise zustande, daß in zwei benachbarten Kambiumreihen einzelne Zellen nicht alternieren, sondern opponiert sind und so eine Spaltung der Spitze dieser Kambiumzellen verursacht wird. Auch die Gabelungen in der Nähe der Faserenden dürften als *Hemmungserscheinungen* aufgefaßt werden, wobei es sich sowohl um mechanische wie um physiologische Wachstumshemmung handeln könnte. Gabelfasern treten bei *Sparmannia* auch im Phloem sehr häufig auf.

Résumé

Les auteurs donnent d'abord un aperçu des différentes théories sur la formation des fibres végétales par le cambium. Ils estiment qu'il y a lieu d'adopter la théorie selon laquelle la croissance aurait lieu par interposition (« intrusive growth »). Des expériences avec *Sparmannia africana* paraissent confirmer ces vues.

R. K.

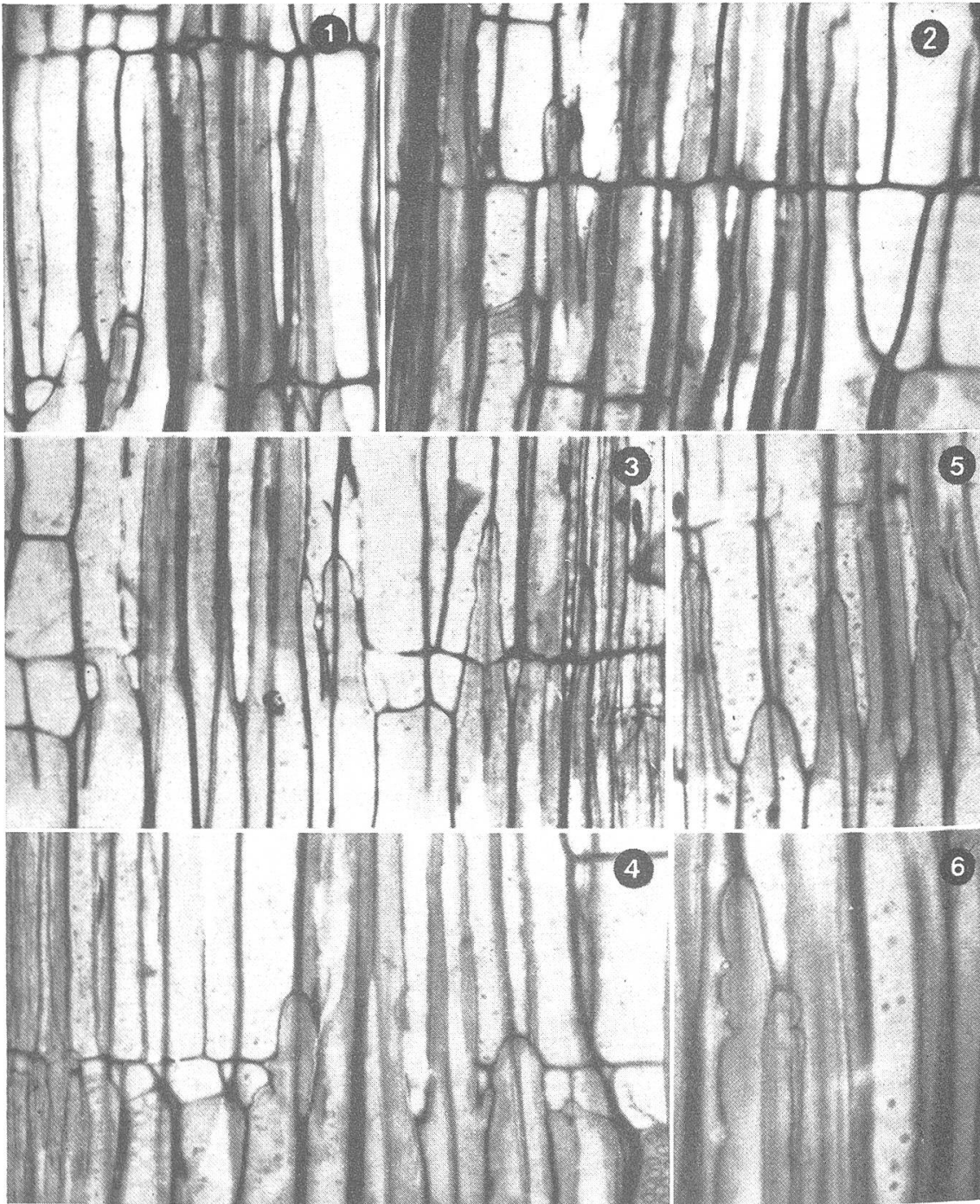


Fig. 9

Gabelbildung auf dem Niveau der Kambium-Zellenden (1—5)

Gegenseitiges Abflachen und Umwachsen von Faserspitzen (5)

Bildung von Tüpfelwarzen zwischen Faserspitze und Markstrahlzelle (6)

Photographien nach Radialschnitten durch das Holz der Zimmerlinde (Mikrotonschnitt 20 μ dick, mit Hämatoxylin-Karbol-fuchsin gefärbt). Reihen von Fasern, Parenchymzellen und Tracheiden, bei 2, 3 und 4 mit dem dazugehörigen Kambium. Reihen von kurzen rechteckigen Markstrahlzellen stoßen an die Faserreihen an (dunkle Zellkonturen). Vergröß. Fig. 1—5: 250fach, Fig. 6: 460fach.

Alle Details vgl. Fig. 10, wo nur die Faserreihen dargestellt sind.

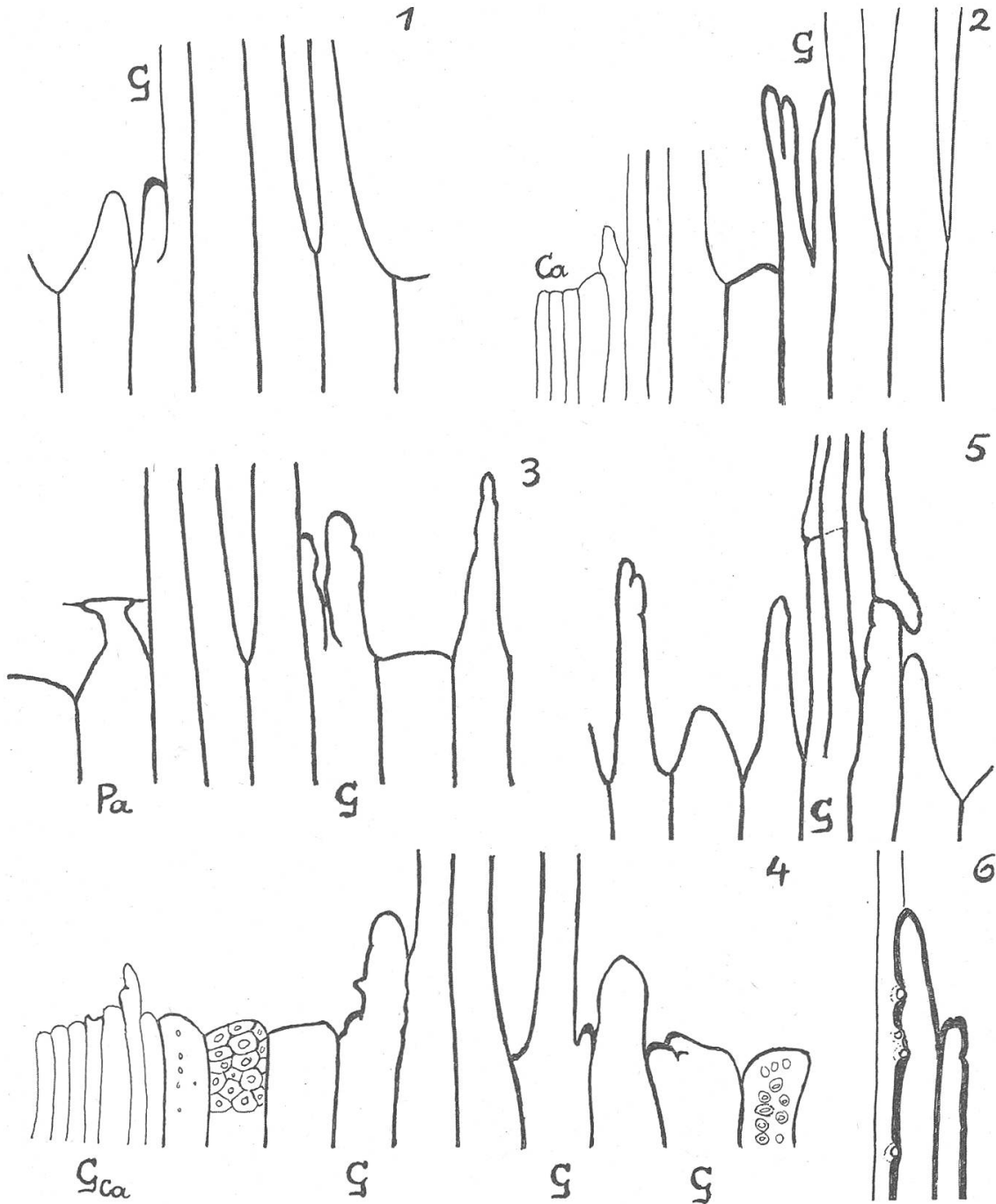


Fig. 10 wie Fig. 9, aber nur die Faserreihen herausgezeichnet

1. Einer der Gabeläste ist abgeschnitten, was an der schräg geschnittenen, scheinbar verdickten Membrankuppe kenntlich wird. 2. Doppelgabelung: unten auf Kambium-Endniveau, oben am Faserende; links im Bilde das Kambium. 3. Gabel mit kleiner gehemmter Spitze zwischen zwei größeren Gabelästen (Mitte des Bildes); links Xylemparenchymzelle mit pilzförmigem Auswuchs in Markstrahlmembran eindringend. 4. Reihe von Fasern und Tracheiden (Gefäßgliedern?) mit drei Gabelfasern und Doppelspitze bei einer Kambiumzelle (Beginn der Gabelung). 5. Gabelbildung und Abflachung von Fasern, die sich entgegenwachsen, sowie Umwachsenwerden der einen Spitze durch die entgegenwachsene. 6. Die Faserwand ist in eine benachbarte Markstrahlzelle eingebuchtet, wodurch deren Tüpfel warzenförmig herausragen. G = Gabeln, Pa = Parenchymzelle, Ca = Kambium.

Literaturverzeichnis

- Bailey, J. W.* The significance of the cambium in the study of certain physiological problems. *Journ. of Gener. Physiol.* **2**, 1920, 519—533.
- Bloch, R.* Developmental potency, differentiation and pattern in meristems of *Monstera deliciosa*. *Amer. Journ. of Bot.* **31**, 1944, 71—77.
- Differentiation and pattern in *Monstera deliciosa*. The idioblastic development of the trichosclereids in the air root. *Amer. Journ. of Bot.* **33**, 1946, 544—551.
- Fitting, Schumacher, Harder, Firbas.* Lehrbuch d. Bot. f. Hochschulen. Jena, 1947.
- Frey-Wyßling, A.* The growth in surface of the plant cell wall. *Growth Symposium* **12**, 1948, 151—169.
- Gorter, Chre. J.* De invloed van colchicine op den groei van den celwand van wortelharen. *Koninkl. Nederland. Akad. v. Wetensch.* **48**, 1945, 326—335.
- Großenbacher, J. G.* Gliding growth and the bars of Sanio. *Amer. Journ. of Bot.* **1**, 1914, 522—530.
- Haberlandt, G.* Physiologische Pflanzenanatomie. 2. Auflage. Leipzig, 1896.
- Kopp, Maja.* Über das Sauerstoffbedürfnis wachsender Pflanzenzellen. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* **58**, 1948, 283—318.
- Krabbe, G.* Das gleitende Wachstum bei der Gewebebildung der Gefäßpflanzen. Berlin, 1886.
- Lewis, F. T.* The shape of the tracheids in the Pine. *Amer. Journ. of Bot.* **22**, 1935, 741—762.
- Majumdar, G. P.* The sliding, gliding, symplastic or the intrusive growth of the cambium cells and their derivatives in higher vascular plants. *Journ. Indian Bot. Soc.* **20**, 1941, 161—171. (Referat von R. Bloch in: *Tropical Woods*.)
- Meeuse, A. D. J.* A study of intercellular relationships among vegetable cells with special reference to "sliding growth" and to cell shape. *Recueil d. Trav. Bot. Néerland.* **38**, 1941, 18—143.
- Priestley, J. H.* Studies in the physiology of cambial activity. II. The concept of sliding growth. *New Phytologist* **29**, 1930, 96—140.
- Reinhardt, M. O.* Das Wachstum der Pilzhyphe. Ein Beitrag zur Kenntniß des Flächenwachstums vegetabilischer Membranen. *Jahrbuch. f. Wiss. Bot.* **23**, 1892, 479—566.
- Renner, O., und Preuß-Herzog, Gudrun.* Der Weg der Pollenschläuche im Fruchtknoten der Önotheren. *Flora* **136**, 1943, 215—222.
- Sanio, C.* Vergleichende Untersuchungen über die Elementarorgane des Holzkörpers. *Bot. Zeitung* **21**, 1863, 85, 93, 101, 113, 121.
- Schoch-Bodmer, Helen.* Interpositionswachstum, symplastisches und gleitendes Wachstum. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* **55**, 1945, 313—319.
- Schoch-Bodmer, H., und Huber, P.* Wachstumstypen plastischer Pflanzenmembranen. *Mitt. Nat. Ges. Schaffhausen* **21**, 1946, 29—43.
- Fasergabelung durch Auftreten lokalisierter Wachstumsbezirke. *Experientia* **4**, 1948, 146.
- Über Flächenwachstum, insbesondere über Fasergabelungen. *Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich* **94**, 1949, 188—193.
- Sinnott, E. W., and Bloch, R.* Changes in intercellular relationships during the growth and differentiation of living plant tissues. *Amer. Journ. of Bot.* **26**, 1939, 625—634.
- Development of the fibrous net in the fruit of various races of *Luffa cylindrica*. *Bot. Gazette* **105**, 1943, 90—99.
- Zimmermann, A.* Die Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle. Breslau, 1887.

Nachtrag bei der Korrektur: in einer kürzlich erschienenen Studie über den Einfluß radialen Außendruckes auf wachsende Coniferenstämme hat der australische Forstingenieur *A. B. Wardrop* (Proceed. of the Leeds Philos. Soc. 5, 1949, 128—135) die Unhaltbarkeit von Priestleys Theorien nachgewiesen.

MITTEILUNGEN · COMMUNICATIONS

Zur Versuchsmethodik bei Nachkommenschaftsprüfungen

Gedanken zu einer Veröffentlichung von Ernst Münch

Von Dr. F. Fischer, Zürich.

Die Sammelpublikation « Beiträge zur Forstpflanzenzüchtung », das letzte Werk *Ernst Münchs*, erschien erst nach dem Tode seines Autors. Die Veröffentlichung des kostbaren Nachlasses, die Frucht zwanzigjähriger mühevoller Forscherarbeit, besorgte Prof. Dr. *Bruno Huber*; Prof. Dr. *Rohmeder* schrieb eine zusammenfassende und gleichzeitig kritische Würdigung der Münchschen Arbeit.

Es ist wohl nicht ganz gewöhnlich, das Werk eines bekannten und einwandfreien Forschers gleichzeitig mit einer « objektiven Würdigung » eines weiteren Forschers von gleichem Rufe zu versehen. *Münch* leitete aber aus seinen Versuchen derart tieferschürfende Folgerungen ab, daß es der Herausgeber offenbar angezeigt fand, das Urteil eines weiteren Fachmanns beizufügen.

Münch beschäftigt sich in seiner Arbeit vor allem mit den Fragen,

- ob und innerhalb welcher Zeit gewisse Eigenschaften von Erntebäumen an ihren Nachkommen zu beurteilen seien und
- ob sich diese Eigenschaften unter Nachkommen der gleichen Bäume aus verschiedenen Erntejahren gleichmäßig manifestieren.

Diese Fragen sind außerordentlich wichtig für alle, die sich bemühen, den Waldertrag durch Erziehung von Nachkommen, gewonnen aus besonders geeignet erscheinenden Erntebäumen, zu steigern. Es ist dabei gleichgültig, ob die Erntebäume der natürlichen (im Sinne der Schädelinschen Auslesedurchforstung) oder der künstlichen Verjüngung (Samen-Erntebestände und -Bäume) dienen. Die Resultate der Versuche führten *Münch* zu folgenden Antworten auf die erwähnten Kernfragen:

- Aus den Leistungen der ersten Jugendjahre kann nicht mit der notwendigen Sicherheit auf die spätern Wuchsleistungen geschlossen werden.
- Zwischen Wuchsleistung der Erntebäume und ihrer Nachkommenschaft besteht kein nachweisbarer Zusammenhang.