Zeitschrift: Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse

Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft

Band: 55 (1945)

Artikel: Interpositionswachstum, symplastisches und gleitendes Wachstum

Autor: Schoch-Bodmer, Helen

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-39192

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: 12.12.2025

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

Interpositionswachstum, symplastisches und gleitendes Wachstum.

Von Helen Schoch-Bodmer.

Eingegangen am 26. September 1945.

Es soll versucht werden, auf Grund von Beobachtungen an wachsenden Fasern eine Theorie über « Interpositionswachstum » kurz zu skizzieren. Eine ausführliche Darstellung erscheint später. Der Begriff des *Interpositionswachstums*[1] sei wie folgt definiert : *Eine wachsende Zelle löst bei ihrer Ausdehnung die Mittellamellen der Nachbarzellen und legt neugebildete Membransubstanz an die gespaltenen, freiwerdenden Wände der auseinanderweichenden Nachbarzellen an.* Gleitung muß dabei nicht stattfinden. Den Prototyp dieser Wachstumsweise finden wir bei Pilzhyphen, die in die Mittellamellen der Wirtszellen eindringen, und bei Pollenschläuchen, die im Leitgewebe wachsen.

Der von Krabbe (1886) aufgestellte Begriff des gleitenden Wachstums ist durch Priestley (1930) und durch Meeuse (1938 und 1941) einer eingehenden Kritik unterzogen worden. Die Ansichten Krabbes werden zum großen Teil abgelehnt und durch die Theorie des symplastischen Wachstums ersetzt (vgl. auch Frey-Wyßling 1945). Bei der Frage nach der Entstehung weitlumiger Gefäße wird jedoch Lösung von Mittellamellen, Wandspaltung und gleitendes Wachstum zugegeben (Priestley, 1930, S. 138); Fasern sollen dagegen ihre Längenzunahme im allgemeinen durch symplastisches Wachstum erfahren, und zwar unter der Wirkung von Zug- und Druckspannungen innerhalb des Zentralzylinders, vor allem unter dem Einfluß des Druckes, der von den sich ausweitenden Gefäßen auf die Fasermassen ausgeübt wird. Meeuse (1938) versucht u. a. nachzuweisen, daß Sklerenchymfasern in Blättern von *Sanseviera guineensis* sich symplastisch mit dem anliegenden Parenchym verlängern, ohne gleitendes Wachstum. — Priestley sieht ein Hauptargument gegen die allgemeine Annahme von gleitendem Wachstum in der Tatsache, daß durch das Gleiten Plasmodesmen zerstört würden und damit auch die Tüpfelbildung nicht korrespondieren könnte. Er weist darauf hin, daß Tüpfel häufig zwischen Gefäßen und Fasern oder Markstrahlen und Fasern infolge von gleitendem Wachstum (« slip ») fehlen, wogegen sie zwischen Gefäßen und Holzparenchym meist normal ausgebildet seien (S. 131). Dagegen ist einzuwenden, daß die großen Gefäße in der Regel fast ringsum von

[1] interponere = dazwischenlegen, einschalten.

Holzparenchym umgeben sind und somit auch dieses bei der Ausweitung der Gefäße Deformationen, Mittellamellenlösung, Spaltung der Wände und gleitendes Wachstum erleiden muß. — Die vorliegende Theorie des Interpositionswachstums soll nun in den Fragen der Faser- und der Gefäßbildung sowie der gegenseitigen Beziehung der Tüpfel einige Erklärungsmöglichkeiten bringen, ohne daß damit die Theorie des symplastischen Wachstums in ihrer Gesamtheit überflüssig würde.

Beobachtungen an Pollenschläuchen brachten mich auf den Gedanken, daß auch bei Fasern ein Wachstumstypus vorliegen könnte, der mit der Bildung der Pollenschlauchspitzen übereinstimmt. Wie schon erwähnt, legen sich wachsende Pilzhyphen (Reinhardt, 1892) und Pollenschläuche mit ihren neugebildeten Membranteilen (Spitzen) den Wänden, in die sie eindringen, ohne Längsverschiebung « glatt » an. Auch wenn zwei Pollenschläuche auf einem Deckglas nebeneinander in entgegengesetzter Richtung wachsen, legen sie sich ohne Verschiebungen aneinander. Das gleiche gilt für Schläuche, die um ein Pollenkorn herumwachsen oder längs einer Narbenpapille vordringen. — Als günstiges Objekt zur Prüfung meiner Vermutungen über Faserwachstum boten sich mir zufällig die sterilen Triebe von *Linum perenne* L. Durch Auseinanderzupfen junger Stengelstücke lassen sich die Bastfasern zum Teil freilegen, wenn ihre Wände schon eine teilweise Verdickung erfahren haben. *Faserspitzen,* die noch nicht fertig ausgebildet sind, zeigen eine derart *auffallende Ähnlichkeit mit Pollenschlauchspitzen,* daß sich ein Vergleich förmlich aufdrängt. Die Faserspitzen sind beidseitig abgerundet, reich an Plasma, bilden häufig Anschwellungen wie keulenförmig verdickte Pollenschläuche und haben dünne Wände, während gegen die Fasermitte allmähliche Zunahme der Wanddicke beobachtet werden kann. Die keulenförmigen Anschwellungen der Faserenden sind durchaus radialsymmetrisch, und die Spitze kann nachher unter Abnahme des Durchmessers weiterwachsen. Es kommen auch hie und da doppelte (gegabelte) Spitzen vor, die denselben Eindruck erwecken wie verzweigte Pollenschläuche. Alle diese Erscheinungen lassen sich m. E. weder durch gleitendes noch durch symplastisches Wachstum völlig erklären; dagegen steht einer Erklärung durch *Spitzenwachstum* nichts im Wege. Ich neige nun zu der Annahme, daß diese Faserspitzen die Mittellamellen des umgebenden Parenchyms oder der jungen Nachbarfasern auflösen, die Wände auseinanderdrängen und sich dann, ohne zu gleiten, den auseinanderweichenden Wänden der Nachbarzellen anlegen, wie ein Pollenschlauch fortgesetzt durch Spitzenwachstum neue Membransubstanz erzeugt, Mittellamellen (und Kollenchymwände) auflöst und sich der entstandenen «Höhlung» anlegt (Schoch-Bodmer, 1945, Schoch-Bodmer und Huber, 1945). Die wachsenden Fasern unterscheiden sich aber von den Pollenschläuchen darin, daß sie in allen Teilen Plasma enthalten (in den Spitzen von *Linum* in dichterer

Ansammlung als gegen die Mitte zu) und später durch Apposition eine starke Membranverdickung erfahren.

Gehen wir zu den Anfangsstadien des Faserwachstums zurück, so muß, solange die Querwände der Meristeme ± senkrecht auf ihren Längswänden stehen, normales Streckungswachstum möglich sein. Sobald sich aber stark *zugespitzte Winkel* bilden, ist weiteres Streckungswachstum nicht mehr selbstverständlich, weil Längsstreckung wohl nur dann in normaler Weise stattfinden kann, wenn eine Querwand dem osmotischen Druck einen gewissen Widerstand entgegensetzt (über den Unterschied von Turgor und arbeitleistendem osmotischem Druck vgl. Sakamura, 1937). Wir können uns das Faserwachstum nun wie folgt vorstellen: die Meristemzellen, aus denen Fasern entstehen, nehmen durch Teilungs- und Verschiebungsvorgänge innerhalb des wachsenden Gewebes eine stark zugespitzte Form an (Priestley, 1930), wobei sie symplastisch eine gewisse Verlängerung erfahren können. Wenn aber die Spitzen kleine Winkel bekommen, dann bestünde die Möglichkeit, daß der osmotische Druck die Zellen an den Spitzen auseinandersprengt. *Hat* aber *eine Zellspitze, wie alle übrigen Teile der meristematischen Wand, die Fähigkeit zu neuer Membranbildung durch Intussuszeption, so steht der Annahme nichts im Wege, daß hier (an der Faserspitze) echtes Spitzenwachstum einsetzt.* Es würde also, bei *gleichzeitiger osmotischer Druckwirkung* auf die Faserspitze, Ausweitung ihrer Haftpunkte und *fortgesetzte Neubildung von Membransubstanz* stattfinden, unter *Auflösung der benachbarten Mittellamellen durch die wachsende Spitze, die sich den freiwerdenden, gespaltenen Nachbarwänden anlegt.*

Außerdem können die *Fasern,* soweit dies die Raumverhältnisse gestatten, eine *Umfangszunahme* durch Intussuszeption erfahren. Auch bei dieser Flächenzunahme der Faserwände würden Mittellamellen von Nachbarzellen (z. B. Parenchym, wenn es sich um Bastfasern handelt) gelöst und « gespalten », wobei sich die neugebildeten Membranteile der Faser den auseinanderweichenden Nachbarwänden anlegen. Eventuell wachsen die Fasern auch in Interzellularräume hinein. Wenn bei der Gefäßbildung Auflösung von Mittellamellen und «Spaltung» der Wände von Nachbarzellen möglich ist, wäre nicht einzusehen, warum die Fasermembran nicht dieselbe Fähigkeit besitzen sollte wie die Gefäßmembran. Bei den Fasern würden sich diese Vorgänge nur vorwiegend in einer andern Richtung (Längsrichtung) vollziehen als bei den Gefäßen (Querrichtung). Für die *Gefäßbildung* stellt sich die weitere Frage, ob zwischen den Wänden des Gefäßes und denen der benachbarten Zellen gleitendes Wachstum in allen Fällen stattfinden *muß.* Ein großes Gefäß ist bekanntlich imstande, mehrere Reihen von Cambium-Derivaten seitlich zu « durchbrechen », d. h. auseinanderzuschieben. Man könnte sich das Wachstum der Gefäßwand durchaus in der Weise vorstellen, daß

die benachbarten Zellen dabei nur Deformationen, Lösung der Mittellamellen und «Spaltung» erleiden, während *das an Umfang zunehmende Gefäß sich mit neugebildeten Membranteilen den Nachbarmembranen anlegt, so daß die neuen Kontaktflächen auch ohne Gleiterscheinungen durch die Gefäßwand bedeckt würden.* Denkbar ist *außer* diesem *Interpositionswachstum* noch *symplastisches Wachstum,* wobei die benachbarten Zellen selber neue Membranteile bilden und synchron mit der anliegenden Gefäßwand wachsen. Wenn sich neben den Gefäßen Prosenchym durch Spitzenwachstum verlängert, kann sich neugebildete Prosenchymmembran an das Gefäß anlegen. Es beständen also bei der Gefäßweitung mehrere Möglichkeiten der Kontaktbildung, wobei natürlich auch *gleitendes Wachstum nicht ausgeschlossen* ist. — Das Raumproblem bildet bei allen diesen Vorgängen keine Schwierigkeit, da wachsende Organe und Gewebe stets radiale und tangentiale, dazu häufig noch longitudinale Erweiterungsmöglichkeiten besitzen (vgl. Priestley, 1930). — Die Beziehungen zwischen *Markstrahlen* und Fasern, d. h. ihre gegenseitige Lage, bietet den Theorien Priestleys die größten Erklärungsschwierigkeiten (er nimmt hier auch Gleitung an), während sie sich durch Interpositionswachstum ohne weiteres verstehen ließen.

Die Frage der Plasmodesmenunterbrechung und der *Tüpfelbildung* scheint bei der Annahme von Interpositionswachstum auch einige Schwierigkeiten zu haben. Wir wissen jedoch, daß wachsende Membranen mit dem Plasma noch in enger Verbindung stehen (sich häufig durch Plasmolytica nicht vom Plasma trennen lassen). Wachsen nun mehrere Fasern in entgegengesetzter Richtung nebeneinander her, so löst jede Spitze Mittellamellensubstanz zwischen den Wänden der Nachbarfasern. In jeder Spitze ist neugebildete *Membran von Plasma durchdrungen. Wenn sich diese jungen Membranen im Verlaufe ihres Wachstums nebeneinanderlegen, bilden sie vielleicht gemeinsam eine Art neuer (doppelter) Mittellamelle; und es wäre möglich, daß durch diese hindurch das mit der Membran eng verbundene Plasma Kontakt nähme,* falls die Membranverdickung durch Apposition erst relativ spät einsetzt (vgl. Meeuse, 1938). So ließe sich *gemeinsame Tüpfelbildung* erklären. Auf den Längswänden der Fasern, die mit Parenchym in Berührung kommen, wäre Tüpfelbildung immer da möglich, wo zeitweise symplastisches (gleichzeitiges) Wachstum stattfindet infolge von Einschaltung neuer Membranteile auf beiden Seiten. Auch zwischen Gefäßen und umgebendem Parenchym könnte dort Tüpfelbildung erfolgen, wo Gefäßwände und Parenchymwände lokal oder auf größeren Flächen gemeinsam Neubildung von Membransubstanz zeigen. Wo sich dagegen junge Membranen durch Interposition an nicht wachsende (nicht plastische) Membranen anlegen, ist keine Tüpfelbildung zu erwarten (z. B. bei der Beziehung Markstrahl / Faser).

Die Theorien über *symplastisches* und über *Interpositionswachstum* lassen sich in vieler Hinsicht auf einen *gemeinsamen Nenner* bringen. Sie vermögen, zusammengenommen, unsere Kenntnisse und Erfahrungen über das Wachstum membran-umgebener Pflanzenzellen zu vereinigen. Voraussetzung ist die Annahme, daß jeder Teil einer jungen Zellmembran, unter dem formbildenden Einfluß ihrer erblichen Anlagen, befähigt ist, in einen plastischen Zustand überzugehen und dabei durch osmotischen Druck eine Dehnung erfährt. Die *Plastizität* kann die *ganze Zelloberfläche* betreffen (a); sie kann sich auf die *Längswände* einer zylindrischen Zelle beschränken, die sich entweder in der *Längsrichtung* (b) oder *tangential* dehnen können (c). Eine weitere Möglichkeit besteht darin, daß nur *Teile der Längswände* entweder in der *Längsrichtung* (d) oder *quer dazu* (e) plastisch werden. Zudem können *Spitzen* von Zellen oder *andere lokal begrenzte Wandpartien* « auswachsen », indem hier die Plastizität besonders stark entwickelt wird und die Membran zum Spitzenwachstum übergeht (f). Wenn benachbarte Zellen gemeinsam wachsende Membranteile aufweisen, haben wir es mit symplastischem Wachstum zu tun, — wenn Mittellamellen gelöst und Wände benachbarter Zellen auseinandergedrängt werden, mit Interpositionswachstum. — Ob daneben *gleitendes Wachstum* längs den aufgelösten Mittellamellen vorkommt, *kann mit Sicherheit nicht entschieden werden,* ist aber in manchen Fällen sehr wahrscheinlich, so bei der Gefäßausweitung und der dabei eintretenden Verdrängung von umliegenden Zellen aus ihrer ursprünglichen Lage. Ob neben solchen radialen und tangentialen Gleitvorgängen auch longitudinale stattfinden, wie Krabbe annimmt (und Priestley in einigen Fällen), sei dahingestellt. Wenn, wie in diesen Zeilen dargestellt wird, die Fasern und auch die längeren Tracheiden und Gefäßglieder durch Interposition wachsen, wäre gleitendes Wachstum auf längeren Strecken (in longitudinaler Richtung) überflüssig. *Symplastisches Wachstum* kommt wahrscheinlich in den Anfangsstadien der Faserverlängerung in Betracht, und auch bei der Umfangzunahme von Fasern und Gefäßen ist symplastisches, d. h. gemeinsames Wachstum von Faser- oder Gefäßwänden mit Wänden von Nachbarzellen sehr wohl möglich.

Zugunsten der vorliegenden Theorie vom Interpositionswachstum spricht noch folgende Beobachtung : Die « *Spitzen* » *fertig ausgebildeter Fasern* sind sehr häufig gar nicht spitz, sondern *abgerundet,* — dies sowohl bei Bast- wie bei Libriformfasern. Daß in den lebenden Fasern ein beträchtlicher osmotischer Druck herrschen kann, läßt sich aus der Tatsache der Membranverdickung erschließen: Wenn solch starke Apposition stattfinden kann, müssen Zucker in größerer Menge vorhanden gewesen sein.

Zusammenfassung.

Es wird eine Theorie über *Interpositionswachstum* aufgestellt, nach der eine wachsende Zelle bei ihrer Ausdehnung die Mittellamellen der Nachbarzellen lösen und die neugebildete Membransubstanz an die «gespaltenen», freiwerdenden Wände der auseinanderweichenden Nachbarzellen anlegen kann, ohne daß Gleiterscheinungen stattfinden müssen[1]. Interpositionswachstum, wie es auch bei Pollenschläuchen vorkommt, die im Leitgewebe wachsen, wird angenommen für das Spitzenwachstum der Fasern und zugespitzter, langgestreckter Tracheiden oder Gefäßglieder, ferner bei der Umfangerweiterung von Gefäßen und andern Zellen, die ein Auseinanderdrängen der Membranen ihrer Nachbarzellen bewirken. Bei der Gefäßbildung ist radiales und tangentiales *gleitendes Wachstum* nicht ausgeschlossen. *Symplastisches Wachstum* findet sich überall dort, wo benachbarte Zellen gleichzeitig auf sich berührenden Arealen neue Membransubstanz bilden.

Résumé.

Nous proposons une théorie de *Croissance d'interposition*. Lors de son allongement, la cellule en croissance solubilise les lamelles moyennes des cellules avoisinantes. La substance membraneuse nouvellement formée peut alors se déposer sur les parois « fendues » et libérées des cellules voisines qui se déplacent, ceci sans phénomène de glissement. La croissance d'interposition (on la trouve aussi chez les tuyaux polliniques croissant à l'intérieur des tissus conducteurs) est admise pour la croissance de l'extrémité des fibres, des trachéides ou des éléments de vaisseaux allongés et pointus, de plus pour les vaisseaux et autres cellules qui agrandissent leur pourtour en repoussant les membranes des cellules voisines. Lors de la formation des vaisseaux, une *croissance par glissement* radiale et tangentielle n'est pas exclue. Une *croissance symplastique* se trouve toujours là où des cellules avoisinantes forment simultanément, sur des aires opposées, de la substance membraneuse nouvelle.

---

[1] Man vergleiche die Ausführungen von *E. W. Sinnott* und *R. Bloch* [Amer. Journ. Bot. **26**, 1939] über " intrusive growth ".

Literaturverzeichnis.

Frey-Wyßling, A., 1945. Das Streckungswachstum der pflanzlichen Zellen. Archiv Julius-Klaus-Stiftung, Ergänzungs.-Bd. zu Bd. **20**, 381—402.

Krabbe, G., 1886. Das gleitende Wachstum bei der Gewebebildung der Gefäßpflanzen. Berlin.

Meeuse, A. D. J., 1938. Development and growth of the Sclerenchyma Fibers and some remarks on the development of the Tracheids in some Monocotyledons. Recueil Trav. Bot. Néerland. **35**, 288—321.

— 1941. A study of intercellular relationships among vegetable cells with special reference to "sliding growth" and to cell shape. Recueil Trav. Bot. Néerland. **38**, 18—143.

Priestley, J. H., 1930. Studies in the physiology of cambial activity. II. The concept of sliding growth. The New Phytologist **29**, 96—140.

Reinhardt, M. O., 1892. Das Wachstum der Pilzhyphen. Ein Beitrag zur Kenntnis des Flächenwachstums vegetabilischer Membranen. Jahrb. f. wiss. Bot. **23**, 497—566.

Sakamura, T., 1937. Eine schematische Darstellung der osmotischen Arbeitsleistung und Zustandsgrößen der Pflanzenzelle. Cytologia, Fujii Jubiläumsbd. **I**, 115—124.

Schoch-Bodmer, H., 1945. Über das Spitzenwachstum der Pollenschläuche. Ber. Schweiz. Bot. Ges. **55**, 154—168.

Schoch-Bodmer, H. und Huber, P., 1945. Auflösung und Aufnahme von Leitgewebe-Substanz durch die Pollenschläuche. Verhandlgn. Schweiz. Naturforsch. Ges. (im Druck).

(Weitere Literatur vergl. Frey-Wyßling 1945 und Meeuse 1941.)

Anmerkung bei der Korrektur (24. Oktober 1945): In Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Paul Huber, St. Gallen, konnte in Mikrotomschnittserien durch Stengelspitzen von Linum perenne echtes Spitzenwachstum an beiden Enden der Bastfasern eindeutig nachgewiesen werden.