

#### 41. H. Ziegenspeck: Das Amyloid jugendlicher Organe. Das Amyloid in den wachsenden Wurzelhaaren und seine Beziehungen zum Zellwachstum.

(Eingegangen am 6. November 1920.)

Von dem Zustandekommen eines lokalen Wachstums einer Zelle, etwa des Wurzelhaares, konnte man sich kein befriedigendes Bild machen. Bevor eine Beobachtung abgehandelt werden kann, welche uns den Mechanismus des Spitzenwachstums einer Zelle verständlich machen dürfte, soll kurz die Entstehung eines Wurzelhaares geschildert werden.

Wenn die im Meristeme durch Zellvermehrung entstandenen Zellen ihre Vakuolen und ihre Wandfläche vergrößert haben, also die Streckungszone der Wurzelspitze abgeklungen ist, beginnt die Wurzelhaut (Rhizodermis) Haare zu entsenden. Eine linsenartige Vorwölbung kennzeichnet den Anfang. An diesen Stellen glänzt die Wand eigenartig. Perlmuttartig (*nacré*) nennen es die Franzosen (LÉGER u. a.). In der Folge wölbt sich die Linse zum Kegel auf. Der Grund „erstarrt nun“, die Spitze wächst weiter und erzeugt durch analoges Wachsen jenes reagenzglasartige Gebilde, das Wurzelhaar. Während der stärksten Streckung erscheint die Spitze wie angeschwollen. Endlich hat das ganze Gebilde seine endgültige Gestalt erlangt. Auf Grund welcher Vorgänge entsteht die Vorwölbung? Was bedingt das Spitzenwachstum? Der Zellkern legt sich häufig, aber durchaus nicht immer, an die wachsenden Stellen. Diese Erfahrung bringt uns aber nicht weiter. Sicher muß ein Druck auf die wachsenden Stellen ausgeübt werden. Das könnte durch ein kräftiges Hinströmen von Plasma bedingt sein. Um eine hierdurch bedingte Formveränderung dauernd zu machen, müßten die hier befindlichen Wandungen andere physikalische Eigenschaften besitzen, oder aber es müßten Teile in die gestreckten Membranen eingelagert werden. Da durch ausgedehnte Untersuchungen eine amyloidische Natur der wachsenden Zellwände gefunden ist, so müßte die Jodreaktion der Spitze Klarheit bringen können. Nimmt man aber eine größere Dehnungsfähigkeit und geringere Elastizität wachsender Wandstellen an, so braucht der Druck gar nicht gegen eine bestimmte Stelle gerichtet sein. Die

Annahme eines einseitig gerichteten Druckes ist aus hydrostatischen Gründen eine sehr gewagte. Es genügt schon die Annahme eines großen Innendruckes der Zentralvakuolen, um eine Vorwölbung an Orten geringeren Widerstandes und geringerer Elastizität dauernd zu machen. An den erstarrenden Teilen muß die Wand die Eigenschaften der gewöhnlichen Zellulose annehmen. Die Spitze dagegen bleibt auf dem Amyloid-Zustande stehen.

Solange die Spitze diese Eigenschaften behält und der Innendruck sich noch steigern kann, ist ein Spitzenwachstum möglich. Da man in den Mutterzellen der Wurzelhaare häufig noch Stärke vorfindet, während sie den anderen Epidermiszellen schon fehlt, und da sie während des Wachstums allmählich abnimmt, so dürfte deren Umwandlung in Zucker einen höheren osmotischen Zug und wegen der Wasseraufnahme auch einen höheren Innendruck der Zelle bedingen. Die Stärke liegt häufig der wachsenden Spitze genähert, doch dürfte sie natürlich nicht nur zur Vergrößerung des Zellvolumens durch Wasseraufsaugen, sondern auch zur Bildung der Wandstoffe verbraucht werden. Eine Erhöhung des osmotischen Druckes wird man unter Umständen gar nicht zu finden brauchen, da er sich ja in den Zellen durch Wasseraufnahme und Volumenvergrößerung ausgleichen kann. Sobald die Volumvergrößerung der Zelle aufhört, muß das Wachstum stillstehen.

Legt man nun wachsende Wurzelhaare nach kurzer Einwirkung von Eau de Javelle (diese ist aber durchaus nicht immer nötig!) in Jodjodkalilösung, so beobachtet man eine Bläuung der Spitze. Ohne Einzelfälle wegen Raummangels beschreiben zu wollen, mögen die Resultate aus ausgedehnten Untersuchungen zusammenfassend hier berichtet werden. Wo kräftiges Spitzenwachstum der Haare auftritt (Gramineen, Cruciferen), färbt sich die Spitze stark blau. Bei nur schwachem Vortreiben war ein geringer Blauschimmer zu sehen. Die linsenartige Vorwölbung der Kegel, die Spitze war stark amyloidisch, der erstarrte Grund nicht. Im ausgewachsenen Haare unterschied sich die Spitze nicht mehr von der anderen Zellwand.

Ein Vergleich der Dehnungsfähigkeit und Elastizität von feuchtem Pergament, das dem Amyloid physikalisch-chemisch mindestens nahesteht, wenn nicht gar mit ihm chemisch identisch ist, dürfte ein Prüfstein für die eben entwickelte Versuchshypothese sein. Von dem gleichen Zwirnfaden wurde der eine Teil in Wasser eingeweicht, der andere nach Überführung in Pergament, noch feucht, einer Prüfung auf Dehnungsfähigkeit und Elastizität unterworfen. Beim Belasten gleichlanger Fäden mit gleichem

Gewichte (200 g auf 50 cm) dehnte sich der Pergamentfaden mehr aus als der unveränderte. Der Zellulosefaden erlangte nach dem Aufheben der Belastung seine ursprüngliche Länge wieder, der amyloidische dagegen nicht.

Diese große Dehnungsfähigkeit und geringe Elastizität des Pergamentes ist ja vom Zubinden von Einmachgläsern jeder Hausfrau bekannt.

Überträgt man diese Eigenschaften auf die amyloidische Wandstelle des wachsenden Wurzelhaares, so kann man, die Hypothese als bewiesen annehmend, sagen: Der Amyloidzustand der Wurzelhaarspitze ermöglicht durch seine größere Dehnungsfähigkeit und geringere Elastizität das Spitzenwachstum der Zelle.

In vielen Fällen können wir in dem allgemein verbreiteten Amyloidzustand der Wände sich streckender Zellen eine Ermöglichung des Flächenwachstums der Wand und somit der Zellvergrößerung sehen. Da, wo das Amyloid an bestimmten Stellen auftritt, findet ein lokales Spitzenwachstum statt, da, wo es die ganze Wand auszeichnet, ein generelles Flächenwachstum.

Auf Einzelfälle einzugehen, verbietet leider der Raum. Doch mögen einmal von diesem Gesichtspunkte die Siebteile und Holzteile gestreckter Gefäße jugendlicher Organe betrachtet werden. In beiden Fällen sind schon ziemlich ausgebildete Zellen in noch wachsendem Gewebe eingeschlossen.

Die mit lebendem Inhalte versehenen Siebteile (Primanen) besitzen amyloidreiche Wandungen, wachsen also durch Flächenwachstum und werden nicht zerrissen. Die Gefäßteile (Primanen) besitzen ring- oder spiralförmige Wandversteifungen, um ein Zerdrücken zu verhindern, sie werden passiv gedehnt, müssen also häufig zerreißen. Sind Siebteile und Holzteile einseitig orientiert, so müssen Gewebespannungen entstehen, die zu einem Einrollen auf der Seite des jungen Holzteiles führen können.

Alle Erscheinungen von Amyloid lassen sich jedoch durch diese physikalischen Betrachtungen nicht erklären, das Problem hat auch noch eine chemische oder kolloidchemische Seite.

In Kollenchymen beobachtet man, wenn das Organ sich ausgestreckt hat und die Zellwandung in einen der Zellulose schon nahestehenden Zustand (die Jodbläuung also versagt) übergegangen ist, hie und da in sich füllenden Interzellularen amyloidische Zwickel. Ist die Interzellulare gefüllt, so sind die Amyloide verschwunden. Mit der Streckungsfähigkeit dürfte dieses Vorkommen nichts mehr zu tun haben.

Bevor man eine Versuchshypothese aufbauen kann, muß man gedanklich die Vorgänge zu ergründen suchen, die sich beim Wachstum der Zellwand abspielen.

Die kurz nach der Zellkernteilung angelegten Wandungen müssen wir vernachlässigen, da eine Beobachtung von Farben bei so dünnen Gebilden wegen der Lichtbrechung und des sekundären Spektrums, das ja auch den besten Achromaten anhaftet, eine mißliche Sache ist. Bei einer Kontrolle der Hypothese könnte man allzu leicht einem Beobachtungsfehler zum Opfer fallen. Die von solchen „Pectinlamellen“ umschlossene Zelle beginnt an Umfang zuzunehmen. Die Membranen werden entweder allseitig oder an bestimmten Stellen gedehnt. Die Spannung müßte zuletzt die Wand zerreißen. Es muß eine Verdickung auftreten. Eine solche kann, soweit bekannt, nach zwei Prinzipien oder deren Kombination erfolgen:

1. Auflagerung neuer Lamellen (Apposition);
2. Einlagerung von kleinsten Teilchen in die alte Membran (Intussusception);
3. durch beide Vorgänge zugleich.

Während man sich eine Apposition etwa durch „Erstarren von Plasma“, wenn auch gezwungen, vorstellen könnte, ist eine Intussusception von unlöslicher und kaum hydrosol auftretender Zellulose aus folgenden Gründen unmöglich:

Die Zellulose ist ein Hydrogel; d. h. sie besteht aus einem Gemenge ultramikroskopischer Teile, in deren Zwischenräume Wasser oder echte Lösungen eingesaugt (imbibiert) sind. Die Maschenweite des Membranfilters ist verhältnismäßig gering.

Wenn grobe Hydrosole eine Zellulosemembran nicht durchdringen können, so können sie ebensowenig in sie hineingehen. Ein Einlagern hoch zusammengesetzter Polysaccharide, die meist Hydrogele, zum mindesten grobe Hydrosole sind, in eine Zellmembran ist somit unmöglich. Gerade das fordert aber eine Intussusception. Die Untersuchungen RUHLANDS haben vollends dargetan, daß das Hyaloplasma ein noch viel feineres Ultrafilter darstellt, das auch verhältnismäßig feine Hydrosole, die die Membran passieren läßt, nicht eindringen läßt.

Eine direkte Ausscheidung von hoch zusammengesetzter Zellulose, und sei es auch deren vielleicht beständiges Hydrosol, aus dem Hyaloplasma und seine Einlagerung zwischen die Teilchen der Zellwand, dürfte somit eine unmögliche Vorstellung sein.

Ist es da nicht eher möglich, sich die Zellulose erst außerhalb des Plasmas, sei es auf dessen Außenfläche (Apposition), sei es in der Wand selbst (Intussusception), entstanden zu denken?

Auch hier sind grobe Hydrosole ausgeschlossen. Es bleiben nur feine Hydrosole, vielleicht gar Cellobiose oder Glycose, übrig. Die Glycose selbst kann schon schwer permeieren, aber die Nectarien und die Wanderung derselben im Gewebe machen die Durchlässigkeit des Plasmas für dieselbe annehmbar. Bei der Cellobiose hat man noch keine Versuche unternommen. Der Verfasser wäre daher für Überlassung von Material dankbar. In der Zellwand selbst oder auf dem Plasma muß ein Aufbau der Zellulosen oder eine Kondensation des niederen Zuckers zu höheren Polysacchariden stattfinden und die Hydrosole ausgeflockt werden. Ob Fermente an einem solchen Aufbau beteiligt sind, das möge weiteren Arbeiten überlassen werden. - Nach den Erfahrungen der organischen Chemie verlaufen solche Kondensationen ebenso wie der Abbau von Polysacchariden niemals sprungweise. Immer ist er allmählich, es treten Zwischenprodukte auf.

Es müßte schon ganz eigenartig zugehen, wenn beim Aufbau von Zellulose nicht die gleichen Körper und Zustände auftreten wie beim Abbau derselben. Ein solcher Körper oder Zustand ist die durch Jodbläuung ausgezeichnete, also gut kenntliche Hydrozellulose, das Pergament. Die Annahme, das Amyloid sich streckender Organe sei eine Hydrozellulose und ein Zwischenprodukt des Zelluloseaufbaues, dürfte somit der Wahrheit sehr nahekommen. Die Jodbläuung kennzeichnet einen Zustand im physikalisch-chemischen Sinne, keine strenge chemische Verbindung, wir sehen sie daher bei ganz verschiedenartigen Körpern auftreten (Stärke, Zellulosen, Hemizellulosen, Lichenin u. a. m.).

Zusammenfassend möge daher die physikalisch-chemische Versuchshypothese der Zellulosebildung aufgestellt werden:

Das dehnungsfähige „Amyloid“ ist ein Zwischenprodukt der Zellulosebildung. Bei manchen Zellen wird es sehr rasch durchlaufen, so daß die Jodbläuung kaum sichtbar ist. Manche Zellen beharren längere Zeit auf diesem Zustande, wodurch eine größere Dehnungs- und Streckungsfähigkeit gewährleistet wird. Ein lokales Auftreten derselben zeigt ein lokales Wachstum der Zellen an und ermöglicht ein Spitzenwachstum der Zellen. Das Amyloidvorkommen in Speichergeweben erleichtert durch das Steckenbleiben der Wandstoffbildung das Angreifen durch Fermente.

Am Schlusse der Arbeit möchte es der Verfasser nicht versäumen, seinem hochverehrten, leider verstorbenen Lehrer STAHL für die Überlassung von Material seinen Dank auszusprechen.

## 42. E. Bachmann: Über Pilzgallen auf Flechten.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 10. November 1920.)

Unter dem Namen Frostgallen sind seit mehr als hundert Jahren Bildungsabweichungen einiger Cladonien bekannt. Sie sind von den *Cladonia*-Spezialisten sogar benutzt worden, um neue Formen aufzustellen, z. B. *abortiva* Schaer von *Cl. gracilis* (L.) Willd. (SANDSTEDE, *Cladoniae exsiccatae* Nr. 222 und 223), *monstrosa* Flrk. von *uncialis* (L.) Web., Hoffm. u. a. Auf der Etikette zu letzterer findet sich in FLOERKES Herbar, von dessen eigener Hand geschrieben, der Vermerk: „Kein Pilz!“ Dieselbe Mißbildung ist von ARNOLD in seinen Lich. exs. unter Nr. 1021 als *F. biancialis* Hoff. verteilt worden, und zwar mit der Anmerkung: „apicibus tempore hiemalis frigori perdit“.

Beides ist falsch, wovon ich mich an den Originalen selbst überzeugen konnte. Sie sind ebenso wie die Bildungsabweichungen der *Cl. gracilis* f. *abortiva* unzweifelhafte Myzetozeidien.

Wie sind die älteren, bewährten Forscher zu ihrer irrigen Ansicht gekommen? Auf Grund ihrer unvollkommenen Untersuchungsmethoden. An freihändigen Schnitten kann man die Einzelheiten des anatomischen Baues durchaus nicht erkennen, nicht einmal an Mikrotomschnitten, bevor sie gefärbt worden sind. Erst nach der Färbung mit Hämatoxylin oder Methylgrün-Essigsäure heben sich die Protoplasten des Gallenerregers von dem Gewebe des Gallenwirtes deutlich ab, viel schärfer als nach Behandlung mit Jodlösungen.

Außer einigen selbst gesammelten und von SANDSTEDE bestimmten Frostgallen konnte ich noch reiches Material untersuchen, das mir von genanntem Herrn in entgegenkommenster Weise zur Verfügung gestellt worden ist, wofür ich ihm auch hier bestens danke.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: [38](#)

Autor(en)/Author(s): Ziegenspeck Hermann

Artikel/Article: [Das Amyloid jugendlicher Organe. Das Amyloid in den wachsenden Wurzelhaaren und seine Beziehungen zum Zellwachstum. 328-333](#)