

28. H. Nadelmann: Ueber die Schleimendosperme der Leguminosensamen.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 24. Mai 1889.

In dem ersten Bande seiner Angewandten Pflanzenanatomie¹⁾ hat TSCHIRCH bei der Betrachtung der Zellwand ein neues Capitel eingefügt, welches „Die Schleimmembran“ überschrieben ist (a. a. O. S. 193). Unter letzterem Namen versteht der genannte Autor alle die Membranen, deren secundäre Verdickungsschichten nicht aus Cellulose oder einer der mit den Namen verholzte oder verkorkte Cellulose bezeichneten Modificationen bestehen, sondern von Schleim gebildet werden.

TSCHIRCH sagt (a. a. O. S. 193) über die Schleimmembran „die Schleimmembran ist generell von den bisher besprochenen Membranen (verholzte, verkorkte Membran und Pilzcellulose) verschieden, denn sie entsteht niemals durch Einlagerung eines andersartigen Stoffes oder Stoffgemisches in eine Cellulosehaut. Das Characteristische der Schleimmembran ist ihre meist erhebliche Dicke und ihre meist leichte Quellbarkeit in Wasser, die bis zu vollständiger Lösung darin gesteigert, aber auch bis zu einem geringen Maasse der Quellbarkeit herabgemindert sein kann. Schon bei einer Anzahl von dickwandigen Zellen, besonders solchen die hygroskopischen Pflanzentheilen angehören, finden wir Cellulosemembranen, die sich durch starke Quellbarkeit auszeichnen (Bastzellen der Cascarillrinde). Diese bilden gewissermaassen den Uebergang zu den Membranen, welche mit Jod-Schwefelsäure und Chlorzinkjod noch die Cellulosereaction zeigen (Epidermis der *Cydoniasamen* und *Salviafrüchte*). An letztere schliessen sich alsdann diejenigen Membranen an, welche mit Jod allein schon gebläut werden, also aus Amyloid bestehen (Cotyledonen der *Tamarindussamen*) und das letzte Glied der Kette bilden die Membranen, welche weder durch Jod allein, noch durch Jod-Schwefelsäure gebläut werden, sondern durch beide Reagentien nur eine Gelbfärbung erleiden: echte Schleime. (Endosperm von *Trigonella Faenum graecum*,

1) TSCHIRCH, Angewandte Pflanzenanatomie I. Band. Allgemeiner Theil. Wien 1889.

Epidermis des *Linums*samens, Wurzel von *Althaea officinalis*). Schleimmembranen im engeren Sinne sind die Celluloseschleimmembranen (*Cydonia*) und die echten Schleimmembranen (*Trigonella*, *Linum*).“ Auch die Fälle, wo die Aussenwand der Zellen ganz oder theilweise verschleimt (Algenfäden, Colleteren) und die, wo der Schleim der primären Membran, der sogen. Intercellularsubstanz entstammt (*Chondrus crispus*, *Laminariastipes*) zieht TSCHIRCH unter den Begriff der Schleimmembran.

Indem ich bezüglich der Einzelheiten auf die ausführlichen Angaben TSCHIRCH's verweise, will ich nur noch erwähnen, dass der genannte Autor in einer (auf Seite 204 mitgetheilten) Tabelle, die alle Fälle des Vorkommens von Schleim im Pflanzenreich übersichtlich zusammenstellt, bei den Schleimmembranen im engeren Sinne folgende anatomische Fälle unterscheidet: Schleimepidermis (Celluloseschleim: *Cydonia*, *Salvia*, *Sinapis*; echter Schleim: *Linum*, *Plantago*) Subepidermale Schleimzellen (*Barosmablätter*), Schleimendosperme (*Trigonella*, *Ceratonia*, *Gymnocladus*, *Cassia*, *Schizolobium*, *Gleditschia*, *Tetragonolobus*, *Indigofera*, *Medicago*) und endlich den Fall wo einzelne mit Schleimmembranen versehenen Zellen einzeln oder zu Gruppen vereinigt in andersartigen Geweben liegen (Wurzel von *Althaea officinalis*, wie die Vegetations- und Reproductionsorgane der übrigen Malvaceen, Tiliaceen und Sterculiaceen, Rinde von *Cinnamomum*, und *Rhamnus Frangula*, und die Vegetationsorgane von *Loranthus* und *Viscum*).

Anknüpfend an diese Untersuchungen habe ich nun auf Vorschlag von Herrn Dr. TSCHIRCH und unter seiner Leitung die Frage nach der Bedeutung der Schleimmembranen speciell bei den Leguminosen zu beantworten gesucht, und zunächst die Fälle des Vorkommens derselben herausgegriffen, die TSCHIRCH unter dem Namen Schleimendosperme zusammengefasst hat.¹⁾

Es handelte sich mir darum festzustellen, ob die Ansicht HABERLANDT's, dass die inneren Schleimschichten der Samen „Quellschichten“ darstellen, als „innere Quellapparate“ aufzufassen sind, zutreffend ist und die Sache erschöpft oder ob diese inneren Schleimschichten, die sich, wie schon aus TSCHIRCH's Angaben hervorgeht, stets als Schleimendosperme erweisen, noch andere Funktionen oder diese allein besitzen — ob sie etwa, wie die übrigen Endosperme, Reservestoffbehälter und die secundären Schleimmembranauflagerungen Reservestoffe sind. Ihr Verhalten bei der Keimung der Samen musste auf diese Frage eine ganz prägnante Antwort ertheilen. Da die zahlreichen Keimungsversuche, die ich angestellt habe, zeigten, dass, wie ich alsbald an dieser Stelle vorgreifend bemerken will, die Schleimendosperme

1) Die Bedeutung der Schleimepidermen ist inzwischen von TSCHIRCH und LÜDTKE festgestellt worden.

in der That in erster Linie Reservebehälter sind, so habe ich mir alsdann die Frage vorgelegt, ob überall da, wo die Samen mit Schleimendospermen versehen sind, je nach dem Verhältniss der Mächtigkeit derselben, die anderen stickstofffreien Reservestoffe dem Membranschleim gegenüber zurücktreten und ob sich überhaupt eine Corellation zwischen den Kohlehydraten untereinander und dieser zu den anderen Reservestoffen nachweisen lässt, wie dies TSCHIRCH in seiner Anatomie für zahlreiche Stoffe dieser Körpergruppen angiebt.

Schliesslich habe ich auch der Entwicklungsgeschichte sowie der Lösung der Schleimmembranen beim Keimen, also dem Aufbau und Abbau derselben meine Aufmerksamkeit zugewendet und auch die secundären Membranverdickungen in den Cotyledonarzellen (z. B. bei *Lupinus*) in den Kreis der Betrachtung gezogen, da es wünschenswerth schien festzustellen, ob die Ansicht HABERLANDT's, sie seien „Schwellapparate“ zutreffend bez. erschöpfend ist.

Da, wie schon oben erwähnt, alle Uebergänge zwischen der reinen Cellulosemembran und der echten Schleimmembran bestehen, so war es nicht zu umgehen, dass auch die andersartigen Membranverdickungen mit berücksichtigt wurden.

Nach dem Vorkommen starker secundärer Membranverdickungsschichten kann man die Leguminosensamen in zwei Gruppen bringen.

- I. Samen, bei denen secundäre Wandverdickungen in den Zellen des Endoperms und
- II. Samen, bei denen secundäre Wandverdickungen in den Cotyledonarzellen vorkommen.

Nur in der ersten Gruppe bestehen die Verdickungsschichten aus Schleim.

Diese erste Gruppe zerfällt wiederum in folgende drei Unterabtheilungen,

- a) Schleimendospermzellen, bei denen die äussere Umgrenzung nur aus der primären Membran besteht. Bei diesen geht die Verdickung der secundären Membran derartig weit, dass vom Lumen nur noch ein ganz schmaler Streifen zu bemerken ist. (*Trigonella Faenum graecum*, *Melilotus officinalis*, *Trifolium pratense*, *Colutea arborescens*).
- b) Schleimendospermzellen, bei denen an die Intercellularsubstanz oder primäre Membran sich noch zu beiden Seiten je eine „äussere Lamelle“ (TSCHIRCH's) anlegt. Bei diesen Samen ist die Dicke der secundären Schleimmembran nicht so erheblich, so dass das Lumen noch in ziemlicher Grösse vorhanden ist und eine deutlich ausgebildete tertiäre Membran unterschieden werden kann. (*Tetragonolobus purpureus*, *Genista tinctoria*). —
- c) Schleim-Endospermzellen, deren Intercellularsubstanz nachträglich gleichfalls verschleimt. Auch bei diesen ist das Lumen

in den meisten Fällen noch sehr bedeutend. Eine tertiäre Membran ist ebenfalls deutlich vorhanden. (*Gymnocladus canadensis*, *Schizolobium excelsum*, *Ceratonia Siliqua*). —

Die zweite Gruppe zerfällt in zwei Unterabtheilungen:

- a) Samen, deren Cotyledonarzellen als Auflagerung secundäre Cellulose-Wandverdickungen haben, (*Lupinus albus*, *L. angustifolius*, *L. luteus*; *Erythrina Corallodendron*, *Abrus precatorius*).
- b) Samen, deren Cotyledonarzellen Amyloidauflagerungen¹⁾ als secundäre Wandverdickungen aufzuweisen haben (*Tamarindus indicus*, *Hymenaea Courbaril*, *Schotia latifolia* und *Goodia latifolia*).

Um die Function der secundären Wandverdickungen in den Zellen der Schleimendosperme zu ergründen, stellte ich Keimungsversuche an und fand, dass der als secundäre Wandverdickung angelegte Schleim in den Schleimendospermzellen bei der Keimung gelöst und von der jungen Pflanze zu ihrem Aufbau verbraucht wird.

Es ist somit der Membranschleim in den Schleimendospermen der Leguminosen in erster Linie Kohlehydrat-Reservestoff und die Endosperme selbst sind Reservestoffbehälter.

Da der Keimung ein starkes Aufquellen der Samen vorausging, welches, wie ich durch Messungen feststellte, hauptsächlich den Schleimendospermen zuzuschreiben war, so können allerdings, jedoch erst in zweiter Linie, die Schleimendosperme auch als innere Quellschichten angesehen werden.

Durch die ungleichen anatomischen Verhältnisse bedingt, verlief der Keimungsvorgang bei den Samen der verschiedenen Leguminosen nicht ganz gleichmässig.

Während bei einem Theil der Samen, deren Endosperm in den anatomischen Verhältnissen sich an *Trigonella* anschloss, nach Lösung des Schleimes die Intercellularsubstanz zurückblieb, fand ich bei einer zweiten Reihe von Samen, denen *Tetragonolobus* als Typus vorangestellt werden kann, dass das Plasmasäckchen umgeben von der „Aeusseren Lamelle“, nach dem Verbrauch des Schleimes bei der Keimung zurückblieb.

Hand in Hand mit der Aufzehrung des Schleimes nahm die Menge der transitorischen Stärkekörnchen im Keimling zu und hatten dieselben bei der vollständigen Entleerung des Schleimendosperms ihre stärkste Ausbildung erreicht, um dann wieder nach und nach zu verschwinden.

Auch die Function der secundären Wandverdickungen in den Cotyledonarzellen suchte ich durch Keimungsversuche zu ergründen.

1) Ueber das Vorkommen von Amyloid hat Herr Dr. TSCHIRCH, wie mir derselbe mittheilte, neuerdings zahlreiche Beobachtungen an Samen tropischer Leguminosen gemacht und die relativ weite Verbreitung dieses Stoffes als Reservematerial constatiren können.

Der Same von *Lupinus* ist ein sehr geeignetes Objekt, um das Verhalten der secundären Cellulosewandverdickungen bei der Keimung zu beobachten, während für die Amyloidverdickungen mir die Samen von *Goodia* als Untersuchungsmaterial dienten.

Das Ergebniss der Versuche war, dass beide Arten von secundären Wandverdickungen bei der Keimung gelöst und verbraucht wurden. Es sind somit sowohl die secundäre Cellulosewandverdickung, als auch die secundäre Amyloidauflagerung in den Cotyledonarzellen in erster Linie Reservestoff, wie dies ja auch HEINRICHER für *Balsamina* festgestellt hatte.

Auch hier ging dem Keimungsprocess ein starkes Aufquellen der Samen voran, welches seinen Sitz in den Cotyledonen hatte und kann in Folge dessen diesen secundären Verdickungen, jedoch erst in zweiter Linie, auch die Function als „Schwellapparate“ zugeschrieben werden.

Sowohl während der Auflösung des Amyloides, wie der Cellulose trat in den Cotyledonenzellen transitorische Stärke auf. Mit dem Vortwärtsschreiten des Auflösungs Vorganges der secundären Wandverdickungen nahm die Menge der auftretenden Stärke zu und erreichte mit Beendigung der Lösung derselben ihren Höhepunkt, um von diesem Zeitpunkte an wiederum herabzugehen.

Das Studium der Entwicklungsgeschichte der secundären Wandverdickungen hatte ich mir in einem anderen Theile meiner Arbeit als Aufgabe gestellt.

Ich beschäftigte mich zunächst mit der Verfolgung der Schleimanlagerung als secundärer Wandverdickung in den Zellen der Schleimendosperme und beobachtete, dass in den jungen Zellen zunächst Schleimbläschen als Vacuolen, im Plasma zerstreut, auftreten, die späterhin zu einer grossen Schleimblase zusammenfliessen, wodurch das Plasma an die Wandung gedrückt wird. Diese Schleimblase findet Verwendung zur Anlage der secundären Schleimmembran, die bei einem Theil der Samen direct als echter Schleim erfolgt, bei einem zweiten Theil als Celluloseschleim, der späterhin durch Metamorphose ebenfalls in echten Schleim übergeht.

Zu der ersten Classe gehören sämtliche Samen, die *Trigonella Faenum graecum* gleich gebaute Endosperme besitzen, wie *Colutea arborescens*, *Colutea brevisalata*, *Trifolium pratense*, *Astragalus falcatus* u. A.; zur zweiten Classe jene an *Tetragonolobus purpureus* sich eng anschliessende Samen, wie *Indigofera hirsuta*, *Genista tinctoria*, *Ulex europaeus*.

Mit der Entstehung des Schleimes traten in der parenchymatischen Schicht der Testa und in den Cotyledonarzellen transitorische Stärkekörnchen auf und nahmen dieselben, entsprechend den secundären Schleimverdickungen immer mehr zu. In den Endospermzellen selbst trat jedoch keine Stärke auf.

Der Aufbau der secundären Wandverdickungen in den Cotyledonarzellen verläuft folgendermassen:

Im jüngsten Stadium umgrenzen die Zellen nur zarte Cellulosewandungen. In einem späteren Stadium findet an jeder Seite der primären Membran eine schwache Anlagerung statt, die von Tag zu Tag stärker werdend, schliesslich eine dicke Schicht bildet. Die Anlagerung geschieht bei den Samen, die Amyloid als secundäre Wandverdickungen im ruhenden Samen besitzen, direct in Form von Amyloid.

Bei denjenigen, die mit einem mächtigen Endosperm versehen sind, resp. bei Samen, die secundäre Wandverdickungen in den Cotyledonarzellen besitzen, war ein Wiederauftreten anderer Reservestoffe, besonders von Stärke, zu constatiren. Dieses führte mich zu dem Ergebniss, dass eine Correlation der Reservestoffe, speciell zwischen den Kohlehydraten besteht, die in den Samen als Reservematerial angehäuft sind. —

Nach TSCHIRCH's und meinen Untersuchungen finden sich folgende Kohlehydrate als Reservestoffe in den Samen der Leguminosen:

1. Stärke im Inhalt der Cotyledonarzellen.
2. Cellulose als secundäre Wandverdickung in den Cotyledonarzellen.
3. Amyloid als secundäre Wandverdickung in den Cotyledonarzellen.
4. Schleim als secundäre Wandverdickung in den Endospermzellen.

Auf diese Befunde fussend, habe ich nun die Samen der Leguminosen nach ihren Reservestoffen in folgende 8 Gruppen gebracht:

1. Samen, welche Aleuron und Fett (in grossen Mengen) in den Cotyledonarzellen führen: *Soja hispida*, *Lupinus polyphyllus*.
2. Samen, welche Aleuron und Stärke (in grossen Mengen) in den Cotyledonarzellen führen: *Phaseolus multiflorus*, *Pisum sativum*.
3. Samen, welche Aleuron, Stärke und fettes Oel in den Cotyledonarzellen führen: *Acacia concinna*, *Sophora tomentosa*, *Dipterix odorata*.
4. Samen, welche Aleuron, fettes Oel und Cellulose als Wandverdickung in den Cotyledonarzellen führen: *Lupinus albus*, *L. angustifolius*, *L. luteus*; *Erythrina Corallodendron*.
5. Samen, welche Aleuron, fettes Oel und Amyloid als Wandverdickung in den Cotyledonarzellen führen: *Goodia latifolia*, *Tamarindus indicus*.
6. Samen, welche Aleuron, Stärke, fettes Oel und Amyloid in den Cotyledonarzellen führen: *Mucuna urens*.
7. Samen, welche Aleuron und fettes Oel in den Zellen der Cotyledonen und des Endosperms, ferner Schleim in den Endospermzellen führen: *Indigofera tinctoria*, *Cassia corymbosa*, *Ceratonia Siliqua*.

8. Samen, welche Stärke in den Cotyledonarzellen. Aleuron und fettes Oel in den Cotyledonar- und Endospermzellen, ferner Schleim in den Endospermzellen führen: *Trigonella faenum-graecum*, *Gymnocladus canadensis*, *Tetragonolobus purpureus*.

Die wichtigsten Ergebnisse meiner Untersuchungen sind:

1. Der Schleim der secundären Membranverdickungen in den Zellen der Schleimendosperme der Leguminosensamen dient in erster Linie als Reservestoff, da die secundären Membranverdickungen bei der Keimung aufgelöst und verbraucht werden. Die Endosperme selbst haben auch hier die Function von Reservestoffbehältern.

2. In den Cotyledonarzellen der Leguminosensamen tritt Schleim niemals in Form secundärer Membranverdickungen auf, sondern letztere werden aus Cellulose oder Amyloid gebildet.

3. Die secundären Cellulose- oder Amyloidverdickungen in den Cotyledonarzellen der Leguminosensamen sind ebenfalls in erster Linie Reservestoffe, da auch sie bei der Keimung gelöst und verbraucht werden.

4. Der Vorgang bei dem Verbrauch des Schleimendosperms ist von dessen anatomischem Bau abhängig.

Bei einer Reihe von Endospermen (*Trigonella*, *Melilotus*) wird der Schleim der secundären Membranverdickungen aus den Zellen allmählig gelöst und es fallen dann die zurückbleibenden primären Membranen zusammen und vertrocknen.

Bei einer zweiten Reihe von Endospermen (*Tetragonolobus*, *Genista*) treten zunächst radiale Risse in der tertiären Membran auf und während dieselbe sich löst, beginnt in ähnlicher Weise die Lösung der Intercellularsubstanz. Zu gleicher Zeit werden auch nach und nach die Verdickungsschichten aufgebraucht. Es bleiben nur die Plasmasäckchen, umgeben von der äusseren Lamelle zurück, die dann ebenfalls zusammenfallen und vertrocknen.

5. Der Auflösungsprozess der secundären Cellulose- und Amyloidwandverdickungen in den Cotyledonen verläuft in folgender Weise:

Während bei der Auflösung der secundären Cellulosewandverdickungen radiale Streifen, dann keilförmige Risse die Lösung einleiten, und diese durch Corrosion und schliesslich durch Abschmelzung fortgesetzt wird, geschieht die Einleitung des Auflösungsprozesses bei den secundären Amyloidauflagerungen durch Abschmelzung, worauf dann erst Risse entstehen, und schliesslich durch Corrosion und Abschmelzung der Vorgang geschlossen wird.

6. Sowohl mit der Lösung der sekundären Wandverdickungen in den Endospermzellen, als auch der in den Cotyledonarzellen der Leguminosensamen hält das Auftreten von transitorischer Stärke in den Cotyledonarzellen bei der Keimung gleichen Schritt.

7. Bei denjenigen Samen, die mächtige Schleimendosperme oder secundäre Wandverdickungen in den Cotyledonarzellen als Reservestoffe

besitzen, treten andere Reservestoffe, besonders Stärke, in geringeren Mengen auf oder fehlen ganz.

8. Es findet eine Correlation zwischen den Reservestoffen statt und können hiernach die Samen der Leguminosen in 8 Gruppen gebracht werden.

9. Die secundären Wandverdickungen in den Schleimendospermzellen der Leguminosensamen werden direct als Schleim angelegt.

Bei einem Theil der Samen (*Trigonella*, *Colutea*, *Astragalus*) findet die Anlage als echter Schleim statt, bei einem zweiten Theil dagegen als Celluloseschleim (*Tetragonolobus*, *Genista*), der dann in echten Schleim durch Metamorphose übergeführt wird.

10. Die Anlage der secundären Wandverdickungen in den Cotyledonarzellen erfolgt bei den Samen, die im reifen Zustande Amyloid aufweisen, direct als Amyloid. —

Eine ausführliche, mit Abbildungen begleitete, Darstellung der vorstehend nur skizzirten Untersuchungen wird an anderer Stelle erscheinen.

29. Fr. Thomas: *Synchytrium alpinum* n. sp.

Eingegangen am 25. Mai 1889.

Auf *Viola biflora* L., von welchem Substrat ein *Synchytrium* bisher nicht bekannt war, sammelte ich zuerst 1878 und seitdem wiederholt in den Alpen einen Pilz, der sich von den Synchytrien, welche auf anderen *Viola*-Arten vorkommen, bestimmt unterscheidet und dem *Synchytr. anomalum* SCHRÖTER derart gleicht, dass ich erst durch den negativen Ausfall des Infectionsversuches zu der Annahme einer specifischen Verschiedenheit beider bekehrt worden bin.

Je nach seiner Entwicklungsstufe bietet der Pilz einen verschiedenen Anblick. Anfänglich ist bei Untersuchung der unten zu beschreibenden Gallenbildung mit der Lupe ein durch Farbe oder Form abgegrenzter Inhalt der Nährzelle nicht wahrnehmbar. Bald darnach sieht man das Plasmodium milchweiss bis elfenbeinweiss in der meist ellipsoidischen Form des späteren Dauersporangiums. Nach längerer Zeit erst bildet sich das dicke, hornige Exosporium desselben aus und wird mit der Reife gelbbraun. Häufig nehmen auch

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Nadelmann H.

Artikel/Article: [Ueber die Schleimendosperme der Leguminosensamen.
248-255](#)