

## Mittheilungen.

### II. E. Schulze: Ueber die Zellwandbestandtheile der Cotyledonen von *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius* und über ihr Verhalten während des Keimungsvorgangs.

Eingegangen am 4. Februar 1896.

In einer Abhandlung, die im 30. Heft der „Bibliotheca botanica“ zum Abdruck gelangt ist<sup>1)</sup>, erklärt TH. ELFERT auf Grund der an den Keimpflanzen von *Lupinus angustifolius*, *albus* und *luteus* von ihm gemachten mikroskopischen Beobachtungen, dass bei den genannten *Lupinus*-Arten die Verdickungen der Zellwandungen des Cotyledonargewebes nicht aus Reservestoffen bestehen und als gewöhnliche Cellulose anzusprechen seien. Zwar konnte er unter dem Mikroskop Veränderungen der verdickten Zellwände erkennen, nachdem die Keimpflanzen eine gewisse Entwicklung erreicht hatten; aber er will diese Veränderungen nicht auf eine Auflösung der Wandverdickungen zurückführen, sondern sie nur als Differenzirungserscheinungen in den Zellwänden, bedingt durch Wachstumsvorgänge, deuten. Die gegentheiligen Angaben NADELMANN's<sup>2)</sup> und TSCHIRCH's<sup>3)</sup>, die sich gleichfalls auf mikroskopische Untersuchung der Lupinenkeimlinge stützen, glaubt er auf unrichtige Beobachtungen bzw. unrichtige Auslegung derselben zurückführen zu müssen.

Es scheint dem Verfasser der genannten Abhandlung völlig unbekannt geblieben zu sein, dass seine Schlussfolgerungen auch im Widerspruch mit den Resultaten makrochemischer Untersuchungen stehen, die ich in Verbindung mit E. STEIGER<sup>4)</sup> ausgeführt habe. Wir haben bewiesen, dass in den Zellwandungen der Cotyledonen von *Lupinus luteus* und *angustifolius* in beträchtlicher Menge eine Substanz

1) Die Abhandlung führt den Titel: Ueber die Auflösungsweise der secundären Zellmembranen der Samen bei ihrer Keimung.

2) Diese Berichte, 1889, S. 248; PRINGSHEIM's Jahrbücher Bd. 21, S. 670.

3) TSCHIRCH, Pflanzenanatomie, Bd. I, S. 453.

4) Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. 14, S. 227, Bd. 16, S. 392, und Bd. 19, S. 39, sowie Landw. Versuchsstationen Bd. 36, S. 391, und Bd. 41, S. 223. Eine kurze Mittheilung über einen Theil dieser Untersuchungen habe ich auch in diesen Berichten 1889, S. 355 gemacht.

sich findet, welche in ihrem chemischen Verhalten von der gewöhnlichen Cellulose weit abweicht. Sie ist gegen heisse verdünnte Mineralsäuren und gegen Oxydationsmittel viel weniger widerstandsfähig als gewöhnliche Cellulose und liefert bei der Hydrolyse nicht Traubenzucker, sondern Galactose und eine Pentose (höchst wahrscheinlich Arabinose); oxydirt man sie oder den bei der Hydrolyse aus ihr entstandenen Zucker durch verdünnte Salpetersäure, so erhält man Schleimsäure. Dass diese von uns als Paragalactan oder Paragalactoaraban bezeichnete Substanz<sup>1)</sup>, die wir zu den Hemicellulosen rechnen, sich in den Wandverdickungen des Cotyledonargewebes vorfindet, ist nach den auf unsere Bitte von Prof. C. CRAMER<sup>2)</sup> und von Dr. R. PFISTER<sup>3)</sup> ausgeführten mikroskopischen Untersuchungen zweifellos.

Ein Versuch über das Verhalten des Paragalactans während der Keimung der Samen, welchen E. STEIGER und ich<sup>4)</sup> an *Lupinus luteus* anstellten, führte zu der Schlussfolgerung, dass die genannte Substanz während des Keimungsvorganges dem Verbrauch unterliegt. Wäre dies nicht der Fall, so müsste der procentige Paragalactangehalt der Cotyledonen in dem Maasse sich steigern, als die Proteinstoffe und andere zur Ernährung der Keimlinge dienende Bestandtheile der Cotyledonen aufgezehrt werden. Das Entgegengesetzte zeigte sich aber; der procentige Paragalactangehalt der Cotyledonen verringerte sich, wie daraus geschlossen werden konnte, dass der unlösliche Theil der Cotyledonen 15tägiger etiolirter Keimpflanzen eine geringere Ausbeute an Glukose und Schleimsäure lieferte, als der unlösliche Theil der ungekeimten entschälten Samen. In Uebereinstimmung mit diesem Befunde stehen Beobachtungen, welche Prof. C. CRAMER unter dem Mikroskop an Keimpflanzen von *Lupinus luteus* machte<sup>5)</sup>; diese Beobachtungen führten zu der Schlussfolgerung, dass während der Ent-

1) Wahrscheinlich ist das Paragalactan (Paragalactoaraban) kein einheitlicher Körper, sondern ein Gemenge zweier Kohlenhydrate, nämlich eines Galactans und eines Arabans. Für diese schon früher (l. c.) von mir besprochene Annahme ergibt sich eine neue Stütze, wenn man die an *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius* erhaltenen Resultate mit einander vergleicht. Das Paragalactan aus *L. angustifolius* liefert nämlich bei der Hydrolyse mehr Galactose, und scheint demnach mehr Galactan, dagegen weniger Araban einzuschliessen als das Paragalactan aus *L. luteus*. Ich lasse den Umstand, dass die genannte Substanz wahrscheinlich kein einheitlicher Körper ist, hier im Uebrigen unberücksichtigt, da derselbe für die in dieser Abhandlung zu machenden Erörterungen nicht von Bedeutung ist; auch werde ich mich im Folgenden zur Bezeichnung jener Substanz stets des zuerst gegebenen Namens „Paragalactan“ bedienen.

2) Vergl. Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. 14, S. 245.

3) Ebendasselbst Bd. 19, S. 44.

4) Vergl. Landwirthschaftliche Versuchsstationen Bd. 36, S. 462 bis 466.

5) Vergl. Landwirthschaftliche Versuchsstationen Bd. 36, S. 465.

wicklung der Keimpflanzen die Wandungen der Cotyledonarzellen einen Substanzverlust erleiden.

Nach dem Erscheinen der Abhandlung ELFERT's habe ich neue Versuche an *Lupinus luteus* und *angustifolius* angestellt. Ueber das Versuchsverfahren sei Folgendes bemerkt: So viel wir wissen, findet sich bei den *Lupinus*-Arten das Paragalactan nur in den Cotyledonen, nicht im Würzelchen und Knöspchen vor; gesetzt aber auch, dass es in den letzteren Theilen des Embryos nicht völlig fehlt, so kann doch, bei dem geringen Gewicht dieser Theile, die darin enthaltene Paragalactanmenge nur so unbedeutend sein, dass man sie nicht zu berücksichtigen braucht. Vergleicht man also die in 1000 Stück ungekeimter entschälter Samen enthaltene Paragalactanmenge mit derjenigen, welche sich in den Cotyledonen von 1000 Stück Keimpflanzen vorfindet, so muss sich zeigen, ob die genannte Substanz während des Keimungsvorganges verbraucht wird oder nicht. Statt der Paragalactanmengen kann man aber auch die Glukose- und Schleimsäure-Quantitäten mit einander vergleichen, welche als Umwandlungsproducte des Paragalactans aus dem unlöslichen Theil der ungekeimten entschälten Samen und aus demjenigen der Cotyledonen etiolirter Keimpflanzen beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure bzw. bei der Oxydation durch Salpetersäure erhalten werden. Ich habe es vorgezogen den letzteren Weg einzuschlagen. Ausserdem suchte ich in den oben genannten Versuchsobjecten auch die in Wasser, Alkohol und Aether unlöslichen stickstofffreien Stoffe zu bestimmen. Zu diesen Stoffen gehören das Paragalactan und die Cellulose, während Stärkemehl hier fehlt<sup>1)</sup>; wird das Paragalactan während des Keimungsvorganges aufgezehrt, so muss dies eine beträchtliche Verringerung der Quantität jener Stoffe zu Folge haben.

In Betreff aller Einzelheiten des Versuchsverfahrens verweise ich auf eine binnen Kurzem in der Zeitschrift für physiologische Chemie erscheinende ausführliche Abhandlung.

Auf dem von mir eingeschlagenen Wege würde eine geringe Abnahme der in den Samen enthaltenen Paragalactan-Menge nicht mit Sicherheit nachzuweisen sein, denn die von mir angewendeten Bestimmungsmethoden liefern nicht genaue, sondern nur approximative Zahlen. Auch ist noch in Betracht zu ziehen, dass bei der gleichen Lupinensorte das Gewicht der einzelnen Samenkörner nicht genau das gleiche ist; es ist demnach wahrscheinlich, dass die für die Analyse benutzten 1000 Stück Samen nicht genau das gleiche Gewicht besaßen,

1) Bekanntlich sind die Samen von *Lupinus luteus* und *angustifolius* in der Regel stärkemehlfrei (zuweilen scheinen sehr geringe Stärkemehlmengen darin vorzukommen). In den Keimpflanzen von *Lupinus* tritt in gewissen Entwicklungsstadien Stärkemehl auf; doch vermochten wir in den von uns untersuchten Cotyledonen 2- und 3wöchentlicher etiolirter Keimpflanzen kein Stärkemehl nachzuweisen.

und also auch nicht die gleiche Paragalactanmenge einschlossen wie die 1000 Samenkörner, aus denen die zur Gewinnung der Cotyledonen verwendeten Keimpflanzen sich entwickelten. Die ungekeimten Samen und die Cotyledonen 2- bis 3wöchentlicher Keimpflanzen zeigten aber im Stoffgehalt eine so grosse Verschiedenheit, dass die von mir ausgeführten Bestimmungen trotz der Fehler, die jenen Umständen entspringen können, ganz unzweideutige Resultate geliefert haben.

Die für die Untersuchung erforderlichen Keimpflanzen wurden in grossen, mit Sand gefüllten Kästen in einem verdunkelten Zimmer bei einer Temperatur von 17 bis 18° gezogen; sie kamen nach 2wöchentlicher bezw. 3wöchentlicher Vegetationsdauer zur Verwendung. Die von denselben abgetrennten Cotyledonen trocknete ich in einem Falle in einem geräumigen Trockenschrank bei 60 bis 70°; in den übrigen Fällen wurden sie unmittelbar nach der Gewinnung in absoluten Alkohol geworfen und, nach mehrwöchentlichem Verweilen unter letzterem, über concentrirter Schwefelsäure bei Zimmertemperatur getrocknet.

Im Folgenden theile ich in aller Kürze die Hauptresultate der Untersuchung mit; in Betreff aller Einzelheiten verweise ich auf die oben erwähnte ausführliche Abhandlung, in welcher auch die analytischen Belege zu finden sind.

### A) *Lupinus angustifolius*.

	Glukose	Schleimsäure
1000 Stück entschälte Samen <sup>1)</sup> lieferten . . . .	21,80 g	14,00 g
Die Cotyledonen von 1000 Stück 2wöchentlicher Keimpflanzen lieferten . . . . .	2,03 „	0,54 „
Die Cotyledonen von 1000 Stück 3wöchentlicher Keimpflanzen lieferten . . . . .	1,13 „	0,55 „

Die Cotyledonen 2wöchentlicher etiolirter Keimpflanzen lieferten also nur  $\frac{1}{10}$  der Glukose-Menge und nur  $\frac{1}{25}$  der Schleimsäure-Menge, die bei gleicher Behandlung aus den zugehörigen Samen erhalten werden konnten; die Cotyledonen 3wöchentlicher Keimpflanzen lieferten eine noch geringere Glukose-Quantität, während die Schleimsäureausbeute ungefähr die gleiche war wie bei den 2wöchentlichen Keimpflanzen<sup>2)</sup>. Diese Versuchsergebnisse führen zu der Schlussfolgerung,

1) 1000 entschälte Samen enthielten 102 g Trockensubstanz; 100 g der letzteren haben also 21,4 g Glukose und 13,7 g Schleimsäure geliefert, woraus zu ersehen ist, dass der Paragalactangehalt der Samen ein sehr hoher war.

2) Diese Erscheinung lässt sich erklären, indem man annimmt, dass das Paragalactan aus einem Galactan und einem Araban besteht, und dass das erstere rascher bis auf einen geringen nicht mehr zur Verwendung kommenden Rest aufgezehrt wird als das letztere.

dass schon nach 2wöchentlicher Vegetation der Keimpflanzen der von uns als Paragalactan bezeichnete Zellwandbestandtheil zum grössten Theil verbraucht war. Den Beweis dafür, dass der Verbrauch mit einer Auflösung des Paragalactans verbunden war, liefern die bei Bestimmung der in Wasser, Alkohol und Aether unlöslichen stickstofffreien Stoffe in den Samen und in den Cotyledonen der Keimpflanzen erhaltenen Zahlen:

Es enthielten unlösliche N-freie Stoffe:

1000 Stück entschälte Samen . . . . .	29,94 g
Die Cotyledonen von 1000 Stück 3wöchentlicher Keimpflanzen	7,74 „

Diese stickstofffreien Stoffe (Paragalactan, Cellulose etc.) hatten sich also bis auf ca.  $\frac{1}{4}$  der ursprünglichen Menge verringert. Dass die Verringerung durch den Verbrauch des Paragalactans bedingt ist, kann im Hinblick auf die bei den Glukose- und Schleimsäurebestimmungen erhaltenen Zahlen nicht bezweifelt werden.

Gegen diese Schlussfolgerung kann nicht der Einwand erhoben werden, dass vielleicht bei der Behandlung der zerriebenen Cotyledonen mit Wasser ein Theil des Paragalactans durch Fermente gelöst worden sei; denn gesetzt, dass solche Fermente sich vorfanden, so wurden sie durch die Art und Weise unwirksam gemacht, in welcher ich die Behandlung der Cotyledonen mit Lösungsmitteln ausführte<sup>1)</sup>.

### B) *Lupinus luteus*.

	Glukose	Schleimsäure
1000 Stück entschälte Samen lieferten . . . . .	7,29 g	3,34 g
Die Cotyledonen von 1000 Stück 2wöchentlicher Keimpflanzen lieferten . . . . .	— „	0,38 „
Die Cotyledonen von 1000 Stück 3wöchentlicher Keimpflanzen lieferten . . . . .	0,88 „	0,35 „

Die Resultate sind auch hier unzweideutig. Die Cotyledonen 3wöchentlicher etiolirter Keimpflanzen haben nur ca.  $\frac{1}{8}$  der Glukose-Menge und nur ca.  $\frac{1}{10}$  der Schleimsäuremenge geliefert, die aus den zugehörigen Samen erhalten wurden; auch hier ist also während der Entwicklung der Keimpflanzen das Paragalactan grösstentheils verbraucht worden. Dass der Verbrauch mit einer Auflösung des genannten Stoffes verbunden war, ist aus den bei der Bestimmung der in Wasser, Alkohol und Aether unlöslichen N-freien Stoffe (Cellulose, Paragalactan etc.) in den Samen und in den Cotyledonen der Keimpflanzen erhaltenen Zahlen zu schliessen:

1) Man vergleiche die darüber in der ausführlicheren Publication gemachten Angaben.

Es enthielten unlösliche N-freie Stoffe:

1000 Stück entschälte Samen . . . . .	12,27 g
Die Cotyledonen von 1000 Stück 3wöchentlicher Keimpflanzen	5,64 „

Dass die Abnahme sowohl der Glukose- und Schleimsäure-Ausbeute, als der unlöslichen stickstofffreien Stoffe bei *Lupinus luteus* nicht so gross war wie bei *Lupinus angustifolius*, erklärt sich aus dem ungleichen Paragalactangehalt der beiden Samenarten; bei *Lupinus angustifolius* zeigt das Cotyledonargewebe weit stärkere Wandverdickungen und schliesst weit mehr Paragalactan ein als bei *Lupinus luteus*.

Auf Grund der im Vorigen beschriebenen und der früher von E. STEIGER und mir ausgeführten Versuche muss ich die von TH. ELFERT in Bezug auf die Beschaffenheit der Wandverdickungen des Cotyledonargewebes von *Lupinus luteus* und *angustifolius* aus mikroskopischen Beobachtungen abgeleiteten Schlussfolgerungen für völlig unrichtig erklären. Bei den genannten *Lupinus*-Arten schliessen diese Wandverdickungen eine zu den Kohlenhydraten zu rechnende Substanz ein, die von der gewöhnlichen Cellulose ganz verschieden ist<sup>1)</sup> und während der Entwicklung der Keimpflanzen zum grössten Theil aufgezehrt wird. Sie ist demnach als Reservestoff anzusehen<sup>2)</sup>.

1) Neben dieser Substanz, dem Paragalactan, schliessen die Zellwandungen der Cotyledonen auch einen Stoff ein, welcher nach seinem Verhalten als gewöhnliche Cellulose anzusehen ist (vergl. unsere oben citirten Abhandlungen). Die Quantität desselben ist sehr gering bei *Lupinus angustifolius*, etwas grösser bei *Lupinus luteus*. Da dieser Stoff während des Keimungsvorganges nicht verbraucht wird, so ist der Procentgehalt daran in den Cotyledonen 2- bis 3wöchentlicher Keimpflanzen weit grösser als in den ungekeimten Samen. Während die Trockensubstanz der entschälten Samen von *Lupinus angustifolius* nur 1,74 pCt. Cellulose enthielt, wurden in den Cotyledonen 2 $\frac{1}{2}$ wöchentlicher etiolirter Keimpflanzen 9,30 pCt. Cellulose gefunden. Auf Grund dieser Zahlen berechnet sich für 1000 Stück ungekeimte entschälte Samen ein Gehalt von 1,77 g Cellulose, während für die Cotyledonen von 1000 Stück 2 $\frac{1}{2}$ wöchentlicher etiolirter Keimpflanzen ein Gehalt von 2,01 g Cellulose sich ergab; in 1000 Stück Cotyledonen ist also noch etwas mehr Cellulose gefunden worden, als in der entsprechenden Zahl ungekeimter Samen. — Es sei hier noch erwähnt, dass es zweifelhaft ist, ob Paragalactan und Cellulose die einzigen kohlenhydratartigen Bestandtheile der Zellwandungen der Cotyledonen von *Lupinus angustifolius* und *luteus* sind. Es ist sehr wohl möglich, dass daneben noch eine dritte solche Substanz sich in diesen Zellwandungen vorfindet.

2) Es sei hier noch erwähnt, dass auch J. GRÜSS (diese Berichte, Bd. XII, S. 60) einen Verbrauch des Paragalactans (Paragalactoarabans) während des Keimungsvorganges annimmt. Er erblickt in der Umwandlung dieses Zellwandbestandtheiles ein Beispiel für den von ihm mit dem Namen „Allölyse“ bezeichneten Process.

# 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: 1896

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Schulze E.

Artikel/Article: [Ueber die Zellwandbestandtheile der Cotyledonen von \*Lupinus luteus\* und \*Lupinus angustifolius\* und über ihr Verhalten während des Keimungsvorgangs. 66-71](#)