

## 29. H. Heine: Ueber die physiologische Function der Stärkescheide.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 22. Mai 1885.

Die Vertheilung der verschiedenen für das Gesamtleben der Pflanzen nothwendigen physiologischen Functionen auf verschiedene Organe, wie sie sich, der höheren Ausbildung der einzelnen Pflanzengattungen entsprechend, von Stufe zu Stufe schärfer ausprägt, hat zur nothwendigen Folge die Herstellung von Leitungsbahnen, in denen die von den betreffenden Organen aufgenommenen oder selbständig erzeugten Stoffe nach den Orten ihres Verbrauchs abgeführt werden können. So wird das von den Wurzeln aufgenommene Wasser durch den Holzkörper der Gefässbündel fortgeleitet, die neugebildeten Eiweissstoffe wandern in den Siebtheilen derselben, und für die Wanderung der stickstofffreien Baustoffe, insbesondere der Stärke, wird eine einschichtige Lage von Zellen in Anspruch genommen, die den Gefässbündeln, und zwar dem Siebtheile derselben eng angrenzend, dieselben in ihrem ganzen Verlaufe begleiten. Sachs, der diese Verhältnisse zuerst untersuchte<sup>1)</sup>, hat diese Zellschicht deswegen als „Stärkescheide“ in die Physiologie eingeführt. Sie findet sich bei den meisten Dicotylen und Monocotylen vor, und soll, wie gesagt, die Leitung der Stärke in erster Linie übernehmen, während nur bei sehr lebhafter Stoffbewegung auch das übrige Parenchym dazu verwendet wird.

Die anatomischen Merkmale, die man auf Grund neuerer Anschauungen (Schwendener) mit den physiologischen Functionen der Gewebe stets in Einklang zu bringen sucht, genügen nicht, um eine hervorragende Befähigung der Stärkescheide für den Transport der Stärke zu erweisen: die Zellen sind kleiner als die gewöhnlichen Parenchymzellen, schliessen sich an den Phloëtheil der Gefässbündel ohne Intercellularräume an (Sachs, de Bary) und zeigen bei jugendlichem Entwicklungszustande auf dem Querschnitt eine radiale Anordnung ihrer seitlichen Längswände (H. de Vries); im Uebrigen unterscheiden sie sich in Nichts von den übrigen Parenchymzellen. Man nimmt daher mit Pfeffer die Einengung von Stärke (und Glycose, vergl. die sog. „Zuckerscheide“ von de Vries) auf besondere Zellenzüge „als

1) Ueber die Stoffe, welche das Material zur Bildung der Zellhäute liefern“ in Pringsheim's Jahrbüchern. III. p. 183.

eine Folge relativ überwiegender osmotischer Anziehungskraft“ an, „welche der Stärkescheide und benachbarten Zellen ermöglicht, bei geringerer Stoffmenge fast alles an sich zu reissen“<sup>1)</sup>).

Die in Folgendem mit kurzen Worten beschriebenen Untersuchungen über das Verhalten und die Bedeutung der Stärkescheide wurden in der Hauptsache an *Phaseolus multiflorus* und *Zea Mays* durchgeführt. Zunächst ergab sich eine Uebereinstimmung mit den Angaben von Dehnecke<sup>2)</sup> über den Einfluss der Schwerkraft auf die Stärkekörner der Scheide. In derselben liegen die Körnchen stets auf der physikalischen Unterseite der einzelnen Zellen, bei aufrechter Stellung des betreffenden Pflanzentheils; durch Lagenveränderung desselben, z. B. durch Umkehrung, oder auf dem Klinostaten, können sie mit Leichtigkeit in die Lage gebracht werden, die der Einwirkung der Schwere entspricht: nach kurzer Zeit sammeln sie sich stets in der am tiefsten gelegenen Region der einzelnen Zellen an. Der Zellkern in den Stärkezellen zeigte beim Mais überhaupt keine bestimmte Orientierung, bei *Phaseolus* dagegen befand er sich bei normaler Stellung der Pflanzen fast ausnahmslos an der physikalischen Oberseite der Zellen, meist in der nach innen gekehrten Ecke; er ist hier negativ geotaktisch. Diese gegenseitige Lagerung von Stärkekörnern und Zellkern beginnt schon in sehr jugendlichem Zustande der Zellen: wenn die Zelltheilung unterhalb der Vegetationsspitze aufgehört hat, treten in den jungen Stärkezellen sehr kleine Körnchen von Stärke auf, unter Vermittlung der „Stärkebildner“; so lange nun das Plasma noch den ganzen Zellraum ausfüllt, liegen sie in diesem regellos zerstreut, sobald aber mit dem Auftreten einer Vacuole im Zellinnern das Plasma nur noch einen, wenn auch Anfangs noch ziemlich starken Wandbeleg bildet, zeigt sich auch der Gegensatz in der Lagerung zwischen Zellkern und Stärkekörnern, jener an der obern, diese an der untern Querwand der Zellen. Schon in diesem Alterszustande reagiren also die Stärkekörner auf die Schwerkraft, und auch bei Lageveränderungen des Stengels folgen sie derselben und zwar ziemlich schnell; bei einer in 20 Minuten erfolgenden Umdrehung auf dem Klinostaten geht die Bewegung der Stärkekörnchen mit Sicherheit von statten. Der Zellkern dagegen ist bedeutend träger; bei schneller und rasch wechselnder Lageveränderung der Pflanzen, wie bei den Rotationsversuchen, ändert er seinen Ort überhaupt nicht, erst ein länger andauerndes Verharren derselben in einer Lage bringt ihn zur Bewegung, bei senkrechter Umkehrung z. B. nach oben. —

Man ist zu der Annahme berechtigt, dass bei plötzlicher Wegnahme des Verbrauchsortes in den zuleitenden Organen zunächst eine

---

1) Pfeffer, Pflanzenphysiologie I, p. 332.

2) Ueber nicht assimilirende Chlorophyllkörper.

Stauung der wandernden Stoffe sich geltend machen wird. Zu diesem Zwecke wurden Keimpflanzen decapitirt und die dadurch eingetretenen Veränderungen im Stengelstumpfe geprüft. Dabei zeigte sich die Stärkescheide überhaupt unbeeinflusst, weder an Grösse noch an Zahl nahmen die in ihr liegenden Körnchen zu. Dagegen füllten sich die Parenchymzellen des Markes und der Rinde bald mit einer beträchtlichen Menge von Stärke an; offenbar hatte sich der Ueberschuss der Glycose, deren Zufluss hier noch einige Zeit fortgedauert hatte, in Stärke umgewandelt. Diese Erfüllung mit Stärke dauerte etwa 14 Tage an, nahm aber da schon ab und verschwand endlich ganz; bald danach starben auch die bis dahin noch lebenden und vollständig turgescenten Stengelstumpfe ab. Auch reduzierender Zucker liess sich in dieser letzten Periode nirgends mehr nachweisen.

Bei einer andern Anzahl von Keimpflanzen wurde die Stärkescheide entweder theilweise, durch einseitige Einschnitte, oder vollständig, durch Ringelung, unterbrochen. Die so behandelten Pflanzen zeigten in ihrer Weiterentwicklung keine wesentliche Abweichung von den unverletzt gelassenen gleichen Alters. Trotz zweifellosen Verbrauchs von stickstoffreichem Nährmaterial — nach 6 Tagen waren die Primordialblätter kräftig weiter gewachsen, das zweite Internodium mit seinen Blättern schon ziemlich ausgebildet, das dritte Internodium angelegt — hatte sich oberhalb wie unterhalb der Schnittstelle in der Scheide nichts gegenüber dem normalen Zustande geändert; in den neugewachsenen Theilen war sie ebenfalls normal gefüllt, so dass also weder das äussere Ansehen noch der mikroskopische Befund die Unterbrechung einer hervorragenden Leitungsbahn erkennen liessen.

Ebenso lässt sich nachweisen, dass die Erfüllung der Stärkescheide mit Stärke aus den in den Blättern erzeugten Assimilaten durch eine Unterbrechung der Scheide nicht beeinflusst wird. Es wurden Bohnen im Dunkeln keimen gelassen, bis alle Reservestoffe erschöpft und keine Stärke in den Pflanzen mehr nachweisbar war. Alsdann wurde im ersten Internodium einige Centimeter unter den Primordialblättern die Scheide durch Ringelung unterbrochen, und nun, nachdem die schon ganz verschrumpften Cotyledonen noch vorsichtshalber beseitigt worden waren, die Pflanzen dem vollen Tageslichte ausgesetzt. Sie ergrünten bald, assimilirten und nach 12 Tagen zeigte sich die Stärkescheide mit Stärke erfüllt, und zwar auch unterhalb der Ringelung: schon die oberste, durch den Schnitt nicht verletzte Zelle hatte ihre Stärkekörnchen in normaler Weise auf dem Boden liegen.

Auch auf andere Weise lässt sich eine locale Unterbrechung der Scheide herbeiführen, deren ungeachtet die Erfüllung derselben mit Stärke vor sich geht. Bei einer Anzahl der etiolirten stärkeleeren Pflanzen wurde, ehe sie im Licht zum Ergrünen gebracht wurde, je ein etwa 10 cm langes Stück des ersten Internodiums durch Umwicke-

lung mit Stanniol auch für später der Einwirkung des Lichtes entzogen. Die neu erzeugten Assimilate, die von den bald ergrüneten Blättern durch den Stengel rückwärts fortwanderten, waren als Glycose im ganzen Verlauf desselben nachweisbar; Stärke dagegen fand sich in der Scheide nur bis an den mit Stanniol verdunkelten Theil, innerhalb desselben fehlte sie vollständig, um aber unterhalb desselben wieder in ganz gewöhnlicher Weise aufzutreten.

Es seien noch einige andere Eigenthümlichkeiten der Stärkescheide angeführt, die sich mit einer Leitung der Stärke in derselben nicht recht vereinigen lassen. So findet sich z. B. in den Wurzeln in der zwar vorhandenen, der Stärkescheide der oberirdischen Theile entsprechenden Zellschicht nach vollendeter Streckung keine Stärke mehr<sup>1)</sup>, trotzdem ein Verbrauch von stickstoffreichem Baumaterial in den jungen Wurzeltheilen ohne Zweifel angenommen werden muss. — Bei *Zea Mays* führt das hypocotyle Stengelglied nur in jugendlichem Alter Stärke, lange vor dem vollständigen Verbrauch der Reservestoffe des Samens ist und bleibt sie aber hier verschwunden, um erst oberhalb in den wachsenden grünen Theilen wieder sich einzufinden; auch aus diesen verschwindet sie sogleich nach vollendeter Ausbildung wiederum für immer. Ebenso entleert sich auch in den erwachsenen Stengeltheilen und Blattstielen von *Phaseolus* die Scheide, obwohl gleichzeitig bei lebhafter Assimilation ein Transport der Assimilate stattfinden muss.

Kommt daher schon Dehnecke<sup>2)</sup> bei seinen Untersuchungen zu der Ansicht, dass durch dieselben „der Vorgang der Wanderung der Amyloïde in der Stärkestrasse nicht an Deutlichkeit gewonnen habe,“ so scheinen die mitgetheilten Resultate zur Genüge darauf hinzuweisen, dass eine solche überhaupt nicht stattfindet. Die in den Stärkezellen vorkommende Stärke ist nicht auf Wanderung begriffen, ein Stoffaustausch findet in ihr nicht von Zelle zu Zelle statt, sondern die Stärke befindet sich in ihnen in einer Art von Ruhezustand, und das zu ihrer Bildung nothwendige Material wird ihr aus der in allen Parenchymzellen stets nachweisbaren und hier offenbar auf Wanderung begriffenen Glycose geliefert.

Was ist aber dann als die Ursache dieses so regelmässigen Vorkommens der Stärke an dieser Stelle anzusehen?

Wie die Stärke in den unterhalb des Vegetationspunktes gelegenen Zellen, wo die Neubildung durch Theilung bereits aufgehört, das nachträgliche Wachstum der Zellen aber noch stattfindet, als ein Ueberschuss von Nährstoffen zu betrachten ist, die erst allmählich verbraucht werden,<sup>3)</sup> so muss auch die in der Stärkescheide befindliche Stärke

1) Sachs in Pringsheim's Jahrb. III, p. 192.

2) a. a. O. p. 17.

3) Sachs, Experimentalphysiologie, p. 159.

als ein Vorrathsmaterial, ein Reservestoff, angesehen werden, mit der Bestimmung, den ihnen benachbarten, in jugendlichem Zustande sehr dünnwandigen Bastzellen das Material für deren nachträgliche oft ganz bedeutende Wandverdickung zu liefern. Sachs selbst hält — wenn er auch die Hauptaufgabe des Stärkerings in der Längsleitung der Stärke sieht — „die Annahme einer Querleitung nach innen“ für nöthig: „denn nach vollendeter Streckung beginnt die Verdickung der Bastzellen, die Ausbildung des Holzes u. s. w. in den Gefässbündeln, welche von der Stärkescheide begleitet werden; das Material zu dem Wachsthum dieser Zellhäute kann wohl nirgends anders herkommen als aus dem benachbarten Stärkering.“<sup>1)</sup>

Mit einer solchen Annahme harmoniren auch die anatomischen Merkmale der Stärkezellen. Schon das stetige Zusammenvorkommen der Bastelemente und der Stärkescheide, der enge Anschluss beider an einander, wie er sich bei den verschiedensten Typen der anatomischen Orientirung der Fibrovasalstränge und Bastgruppen constant nachweisen lässt, deuten auf gegenseitige Beziehungen hin. Da die Stärke eine Verbindung ist, in der auf kleinem Raum ein grosser Vorrath aufgespeichert werden kann, so genügen schon kleine Zellen, um beträchtliche Quantitäten aufzunehmen; zugleich werden so die andern Parenchymzellen, in denen die thatsächliche Fortleitung der stickstofffreien Baustoffe in Form von Glycose vor sich geht, in ihrer Ausdehnung möglichst wenig behindert. Die geringeren Dimensionen der Stärkezellen in der Längsrichtung und das damit verbundene häufigere Auftreten von Querwänden, deren Passiren eine Leitung nur verlangsamen könnte, gewähren den Vortheil, dass dadurch das Material möglichst gleichmässig auf der ganzen Strecke vertheilt ist, so dass jede einzelne Zelle nur für einen kleinen Theil, dafür aber um so ausgiebiger zu sorgen hat. Der lückenlose Anschluss der Stärkezellen an die des Bastes endlich befördert hier durch Vergrösserung der diffusionsfähigen Fläche das Uebertreten der Baustoffe in die zu verdickenden Zellwände, das durch radiale Anordnung der seitlichen Längswände der Stärkezellen noch begünstigt, durch intercellulare Zwischenräume nur beeinträchtigt werden würde.

Vor allem wird aber diese Auffassung durch das Schicksal der Stärke in der Stärkescheide und ihre Beziehung zu der Ausbildung der Bastfasern bewiesen. Die in den jüngsten Zellen sich bildenden, hier noch sehr kleinen Körnchen wachsen in den ausgebildeten Stärkezellen bis zu einer gewissen, fast constanten Grösse an, bleiben dann anscheinend eine Zeit lang unverändert liegen, nehmen darauf, wenn die Verdickung der Bastelemente beginnt, allmählich wieder ab, bis sie nach erfolgter endlicher Ausbildung derselben vollständig verschwunden

1) Pringsheim's Jahrb. III, p. 198.

sind und die Stärkescheide nunmehr entleert ist. Ausser bei *Phaseolus multiflorus* und *Zea Mays* konnte dies noch in allen untersuchten Fällen constatirt werden. Bei der letzteren Pflanze, wo im Stengel die festigenden Elemente besonders stark an der Peripherie ausgebildet werden, zeigt sich dem entsprechend gerade hier eine hervorragende Ansammlung von Stärke; bei den im Mark zerstreut stehenden Bündeln, deren Sklereidenscheide sich viel weniger verdickt, sind die begleitenden Zellen auch stets ärmer an Stärke. Sehr deutlich tritt dies Verhalten ferner z. B. an den Blattstielen von *Aesculus hippocastanum* hervor, wo die Bastelemente sehr frühzeitig verdickt, die Stärkezellen entsprechend entleert sind. So erklärt sich schliesslich auch das Fehlen der Stärke in den Wurzeln nach vollendeter Streckung: die Ausbildung der Bastzellen tritt in diesen solcher mechanischer Einrichtungen nicht bedürfenden Organen gegenüber den oberirdischen Theilen sehr zurück, so dass es der Anhäufung eines besonderen Vorrathsmaterials nicht erst bedarf.

Die wirkliche Fortleitung der stickstofffreien Baustoffe in der Pflanze findet aber auch nach dem Verbrauch der Stärke zur Ausbildung der Bastfasern, wie vorher, und ebenso in den Wurzeln, in Form der Glycose statt, und zwar in den grossen Parenchymzellen des Markes, wo sie sich jederzeit mit Leichtigkeit nachweisen lässt.

Nach alledem dürften Bezeichnungen wie „Stärkebahn“, „Stärkestrasse“ etc., mit denen die in ihr stattfindenden „Stärkewanderung“ charakterisirt werden sollte, ihre Berechtigung verloren haben, während der Anwendung des ursprünglichen von Sachs herrührenden Namens „Stärkeschicht“ oder „Stärkescheide“ auch jetzt noch Nichts im Wege steht.

Pflanzenphysiologisches Institut der Königl.  
landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin.

---

# 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: 1885

Band/Volume: [3](#)

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

Artikel/Article: [Ueber die physiologische Function der Stärkescheide.  
189-194](#)