©Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

# 36. Alfred Fischer: Ueber den Inhalt der Siebröhren in der unverletzten Pflanze.

(Mit Tafel XV.)

Eingegangen am 20. Juli 1885.

---

In meiner Abhandlung über das Siebröhrensystem der Cucurbitaceen[1]) habe ich die Ansicht ausgesprochen, dass die allbekannte Anordnung des Siebröhreninhalts in zerschnittenen Pflanzen ein Kunstproduct ist und keineswegs derjenigen in dem lebenden und unverletzten Organismus entspricht. Ich schloss mich der von Nägeli und Sachs vertretenen Anschauung an, dass der auf der Schnittfläche sich ansammelnde, nachweislich aus den Siebröhren hervorquellende Schleim nicht bloss den durch das Messer getroffenen Röhrengliedern entstammt, sondern auch aus grösserer Entfernung zu der Wunde herbeiströmt. Aus dieser Annahme musste sich aber die andere, bisher nicht genügend betonte ergeben, dass wir unter dem Mikroskope immer nur theilweise entleerte Siebröhren beobachten können, dass die einseitigen Schleimansammlungen an den Siebplatten wahrscheinlich erst in Folge der durch den Schnitt herbeigeführten Entleerungsströmungen sich bilden.

Einige Beobachtungen, welche ich an dem hypodermalen Siebröhrennetze junger Früchte und an den Gefässbündeln herbstdürrer Stengel von *Cucurbita* machte, führten mich zu der Annahme, dass die Siebröhren in der unverletzten Pflanze vollständig von jenem Schleime erfüllt seien, welcher die sogenannten Schlauchköpfe der partiell entleerten Röhren bildet und zuweilen als dünner Strang eine Siebplatte mit der anderen verbindet. Der protoplasmatische Wandbeleg sollte nach meiner Meinung mit dem Schleime sich vermengt, seine Selbständigkeit aufgegeben haben. Siebröhrensaft, welcher herkömmlicher Weise als dritter Bestandtheil des Siebröhreninhaltes genannt wird, konnte nach meinen Voraussetzungen in der unverletzten Pflanze nicht vorkommen.

Um die Berechtigung meiner Annahme zu prüfen, brachte ich ganze, scheinbar unverletzte Kürbispflanzen in absoluten Alkohol[2]). Die Untersuchung des so gewonnenen Materials entsprach aber nicht

---

1) Untersuchungen über das Siebröhrensystem der Cucurbitaceen. Berlin 1884. 5. Kapitel

2) Cucurbitaceen. p. 39.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


meinen Erwartungen, der eine Theil der Siebröhren bot die bekannte Beschaffenheit der partiell entleerten dar, in dem andern war der Schleim, welcher möglicherweise allein den Inhalt gebildet hatte, durch den Alkohol zu einem mittelstarken Strang mit dickeren, den Platten aufliegenden Enden contrahirt worden. In beiden Fällen liess sich ein protoplasmatischer Wandbeleg deutlich erkennen und ausserdem war neben diesem und dem Schleim Raum für den Siebröhrensaft übrig. Ich habe bereits in meiner oben citirten Abhandlung die Nachtheile und Schwächen der von mir angewandten Methode besprochen und hervorgehoben, dass der Misserfolg meiner Versuche noch nicht dazu berechtigt, meine Ansichten über die Inhaltsbeschaffenheit vollkommen intacter Siebröhren zu verwerfen.

In diesem Sommer habe ich nach einer neuen Methode zahlreiche Untersuchungen angestellt, welche theils meine früheren Behauptungen bestätigt, theils zu unerwarteten Resultaten geführt haben. Ich brachte 6—8 Wochen alte, in Töpfen erzogene Kürbispflanzen, welche mit Vorsicht ausgetopft und vor Verletzungen, besonders auch des Wurzelsystemes bewahrt worden waren, in kochendes Wasser und liess sie in demselben 2—5 Minuten verweilen. Der Siebröhreninhalt gerinnt sofort, ohne sich, wie im Alkohol zu contrahiren und wird auch nicht, wie in diesem, durch eine ungleichmässige Einwirkung des Gerinnungsmittels zu unnatürlichen Strömungen veranlasst. Das letztere schliesse ich daraus, dass in allen Theilen einer abgebrühten Kürbispflanze die Siebröhren die gleiche Beschaffenheit und Anordnung ihres geronnenen Inhaltes zeigen. Das durch heisses Wasser abgetödtete Material wird, wie zahlreiche Controlversuche ergeben haben, durch Alkohol gar nicht verändert. Man kann somit, um bequemeres Arbeiten zu haben, die abgebrühte Pflanze in Stücke zerschneiden und diese in Alkohol aufbewahren.

Schon der Querschnitt durch einen nach der neuen Methode behandelten Kürbisstengel bietet ein überraschendes Bild dar (Taf. XV Fig. 4). Die weiten Maschen (*si*) der querdurchschnittenen Siebröhren werden von einem trüben, feinkörnigen Inhalte, welcher sich mit Jod stark goldgelb färbt, vollständig erfüllt. Ein protoplasmatischer Wandbeleg lässt sich immer mit Hilfe von Färbemitteln (Haematoxylin, Carmin) nachweisen, ist aber ohne diese nicht zu erkennen. Wässerige Flüssigkeit, welche dem sogenannten Siebröhrensafte entsprechen würde, ist nicht vorhanden. Ohne Schwierigkeit kann man die Siebröhren von den ebenfalls weitlumigen Cambiformzellen (ca) unterscheiden, welche nur einen dürftigen Wandbeleg mit wenigen Chlorophyllkörnern und im übrigen wässerigen Saft enthalten. Der Inhalt der Geleitzellen (ge) nimmt mit Jod eine dunklere Färbung als der der Siebröhren an und erscheint diesem gegenüber als grobkörnig.

Wie jeder Längsschnitt zeigt, kommen in den vor gewaltsamen

Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Entleerungen geschützten Siebröhren Schlauchköpfe gar nicht vor, auch jener bekannte, homogene Schleim, welcher diese bildet, fehlt. Das ganze Siebröhrenglied ist vollständig mit dem oben geschilderten trüben, feinkörnigen Inhalte erfüllt (Taf. XV Fig. 1 und 6). Durch die Poren der Siebplatten, welchen wie schon erwähnt, niemals Schleimmassen aufgelagert sind, findet eine offene Communication zwischen den benachbarten Röhrengliedern statt; ohne Aenderung seiner Beschaffenheit geht der Inhalt des einen in den des andern über (Fig. 6). In Siebröhren, deren Siebporen noch nicht durch Callus verengt sind, ist nicht einmal eine dichtere Häufung der feinen Körnchen bemerkbar.

Die an dem abgebrühten Material gewonnenen Erfahrungen dürfen aber nicht ohne Weiteres auf die lebende Pflanze übertragen werden, da nur der geronnene Inhalt der Siebröhren zur Beobachtung kam. Im frischen unveränderten Zustande besteht derselbe jedenfalls aus einem klaren, körnchenfreien Safte, welcher mit dem Hühnereiweiss die grösste Aehnlichkeit haben dürfte. Zu dieser Annahme bin ich durch folgende Beobachtungen und Erwägungen geführt worden. Die klare und schwach schleimige Flüssigkeit, welche aus durchschnittenen Kürbisstengeln hervorquillt und an der Luft sehr bald zu einer opalisirenden Gallerte erstarrt, gerinnt beim Erhitzen, ebenso wie das Hühnereiweiss unter Abscheidung zahlloser winziger Körnchen, durch deren dichte Häufung die milchweisse Färbung des geronnenen Tropfens hervorgerufen wird. Genau die gleiche Beschaffenheit zeigt aber auch der geronnene Inhalt der unverletzten Siebröhren. Auch diese werden demnach in der lebenden Pflanze von einem klaren Safte erfüllt sein, welcher von dem an der Schnittfläche hervorquellenden nur durch einen geringeren Wassergehalt sich unterscheiden, also schleimiger, eiweissreicher sein wird.

Die in den Siebröhren enthaltene Flüssigkeit ist eine Eiweisslösung, deren Consistenz natürlich nach der Menge der darin enthaltenen Eiweissstoffe sich richtet. Wenn durch den Schnitt eine gewaltsame Entleerung der Siebröhren herbeigeführt wird, dann wirken die Siebplatten gewissermassen als Filter und halten einen, vielleicht den grösseren Theil des gelösten Eiweisses zurück, so dass aus der Schnittwunde eine substanzärmere, wasserreichere Flüssigkeit als diejenige, welche ursprünglich in den Siebröhren enthalten war, hervorgepresst wird. Die Thatsache, dass das Filtrat eine dünnere Lösung ist als die ursprüngliche, lässt sich ja bei jeder Filtration einer colloiden Substanz durch thierische oder pflanzliche Membranen feststellen. Nach diesem allgemeinen Gesetz wird auch der vorliegende Fall zu beurtheilen sein.

Aus der Annahme, dass die Siebröhren in der unverletzten Pflanze mit einer Flüssigkeit erfüllt sind, welche schleimiger ist als die an der Schnittfläche hervorquellende, wolle man aber nicht weiterhin schliessen, dass derselbe dicke Schleim, aus welchen die Schlauchköpfe der par-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


tiell entleerten Siebröhren bestehen, auch in den unveränderten vorkommt und den flüssigen Inhalt dieser bildet. Wenn dies der Fall wäre, dann müsste auch in den Siebröhren der abgebrühten Pflanzen der dicke homogene Schleim sich erhalten haben, da derselbe beim Erhitzen seine Beschaffenheit nicht sichtbar verändert.

Hiervon kann man sich leicht überzeugen, wenn man eine Pflanze in Stücke zerschneidet und diese nach einiger Zeit, während welcher eine grössere Menge Siebröhrensaft ausgestossen worden ist, in siedendes Wasser bringt. Die Schlauchköpfe, welche, wie wir noch sehen werden, bei jeder Verletzung der lebenden Pflanze regelmässig entstehen, werden auch in dem abgebrühten Material von demselben homogenen und glänzenden Schleime gebildet, wie in frischen oder in Alkohol aufbewahrten Stengelstücken (Taf. XV Fig. 5 u. 7). Hieraus ergiebt sich auch, dass die Schlauchköpfe in heissem Wasser unlöslich sind, dass sie sich also in unverletzten Pflanzen auch nach den Einwirkungen des letzteren vorfinden müssten, wenn sie in den intacten Siebröhren überhaupt vorkämen.

Diese enthalten vielmehr einen klaren, dünnschleimigen Saft, welcher auch an den Siebplatten seine Beschaffenheit nicht verändert und unbehindert aus einem Röhrengliede in das andere übertreten kann. Ausser dieser eiweissreichen Flüssigkeit, in welcher Zacharias[1]) auch andere, nicht eiweissartige organische Substanzen und anorganische Salze nachgewiesen hat, kommt in den Siebröhren nur noch ein feiner protoplasmatischer Wandbeleg vor. Derselbe ist immer vorhanden, die früher von mir ausgesprochene Vermuthung, dass derselbe mit dem Schleime sich vermengen könnte, hat sich demnach nicht bestätigt. Auch die andere, dass die intacten Siebröhren von dem dicken Schleime, welcher die Schlauchköpfe der partiell entleerten bildet, vollständig ausgefüllt wären, hat sich wider mein Erwarten als unrichtig erwiesen. Dagegen unterliegt es nach dem Mitgetheilten keinem Zweifel mehr, dass die gewöhnlich als typisch geschilderte Anordnung des Siebröhreninhaltes ein Kunstprodukt ist, dass Schlauchköpfe in der unverletzten Pflanze gar nicht vorkommen. Diese entstehen aber sofort, wenn die Siebröhren durch einen Schnitt geöffnet und zu einer Ausstossung ihres Inhaltes veranlasst werden.

Wie Nägeli zuerst hervorhob, ist anzunehmen, dass die Lage der Schlauchköpfe mit der Richtung der Entleerungsströmung zusammenhängt und zwar derart, dass der Schleim immer vor den Siebplatten sich anhäuft. Folgendes Experiment bestätigt diese schon aus Nägeli's eigenen Untersuchungen sich ergebende Regel. Von einer scheinbar unverletzten Kürbispflanze wurde ein kräftiges Blatt so abgeschnitten, dass ein ungefähr 2 *cm* langer Theil des Blattstieles stehen blieb. Die

1) Ueber den Inhalt der Siebröhren von *Cucurbita*. Bot. Ztg. 1884.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


Schnittfläche wurde sowohl an dem abgetrennten Blatte, als auch an der sonst nicht weiter verletzten Pflanze durch Abtragung niedriger Scheiben zweimal erneuert, um eine grössere Menge des Siebröhrensaftes ausfliessen zu lassen. Eine Viertelstunde nach dem Beginn des Versuches wurde das abgeschnittene Blatt und die ganze, einseitig verwundete Pflanze in heissem Wasser abgebrüht. In demjenigen Theile des Blattstieles, welcher stehen geblieben war, hatte sich der Siebröhrensaft nach der Lamina hin, nach aufwärts bewegt, in dem anderen nach abwärts. Die Untersuchung ergab, dass in dem letzteren unter 50 Siebröhren nur 5 mit untergestelltem Schlauchkopf vorhanden waren, alle anderen die Schleimansammlungen auf der Oberseite der Siebplatten trugen. Umgekehrt fanden sich in allen (75) untersuchten Siebröhren der Blattstielbasis, in welcher die Strömung nach aufwärts gerichtet gewesen war, untergestellte Schlauchköpfe.

Das vorliegende Material gestattete gleichzeitig, die Frage zu beantworten, ob die Entleerungsströmung auch auf grössere Entfernung von der Schnittwunde aus sich fortsetzt. Zunächst würde das Anastomosennetz des Knotens in Betracht kommen. Auch hier hatten sich in allen Siebröhren Schlauchköpfe gebildet. In den beiden an den Knoten sich anschliessenden Internodien hatte ebenfalls eine partielle Entleerung der Siebröhren stattgefunden. Das obere Stengelglied, in welchem die Strömung nach abwärts gerichtet gewesen war, enthielt im unteren Theile fast ausschliesslich aufgelagerte Schlauchköpfe, im oberen wechselte die Lage der Schleimansammlungen. Das untere Internodium, dessen Siebröhrensaft nach aufwärts sich bewegt hatte, zeigte demgemäss durchweg untergestellte Schlauchköpfe. Selbst bis in das übernächste Stengelglied hatte sich die Entleerungsströmung nach aufwärts fortgepflanzt und auch hier die Bildung einseitiger Schleimanhäufungen hervorgerufen. Dieselben bedeckten bald die Ober- bald die Unterseite der Siebplatten, so dass die oben ausgesprochene Regel nicht mehr klar zum Ausdruck kam. Neue Versuche über diese Verhältnisse habe ich nicht angestellt, da es mir zunächst nur darauf ankam, nachzuweisen, dass auch noch in grösserer Entfernung durch den Schnitt eine partielle Entleerung der Siebröhren herbeigeführt wird. Wie weit die Wirkung der einseitigen Verletzung überhaupt zurückgreifen kann, habe ich nicht untersucht.

Das Mitgetheilte genügt, um die früher von mir ausgesprochene Kritik der üblichen Untersuchungsmethode zu rechtfertigen. Man hat ja die Pflanzen nicht blos in zwei Theile zerlegt und diese dann vor neuen Verwundungen geschützt, man hat vielmehr kleine Stücke aus dem Internodium herausgeschnitten und dann immer noch von intacten Siebröhren gesprochen. Ich brauche nur daran zu erinnern, dass bei jedem neuen Schnitt, der durch ein frisches Stengelstück geführt wird, auch wieder eine neue, gewaltsame Entleerung der Siebröhren eintritt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


Die bisher ausführlich geschilderten Experimente, welche ich als Beispiele aus einer grösseren Anzahl ähnlicher herausgegriffen habe, zeigen nicht nur, dass die Schlauchköpfe bei jeder Verletzung der Pflanze sich bilden und nur in partiell entleerten Siebröhren vorkommen, sondern auch, dass der dicke Schleim, welcher sich an den Siebplatten anhäuft, erst bei der gewaltsamen Entleerung der Siebröhren entsteht. Ein Theil der im Siebröhrensafte gelösten Eiweisssubstanzen tritt, wie aus den allgemeinen Gesetzen über die Filtration sich ergiebt, gar nicht durch die als Filter wirkenden Siebplatten hindurch, sondern sammelt sich vor diesen zu Schlauchköpfen an. Hierbei bildet sich eine von dem klaren Siebröhrensafte durch grösseren Eiweissgehalt ausgezeichnete Masse, welche jedenfalls nur noch wenig Wasser enthält, dickschleimig, zäh und schwerflüssig ist.

Besonders deutlich habe ich die Bildung der Schlauchköpfe in den Wurzeln einer scheinbar unverletzten, abgebrühten Pflanze verfolgen können. Beim Austopfen waren wahrscheinlich einige der feinen Wurzeln zerrissen und somit Ausflussstellen für den Siebröhrensaft geschaffen worden. Die Entleerung hatte aber während der kurzen Zeit, welche zwischen dem Ausheben der Pflanze und ihrer Ueberführung in siedendes Wasser verging, nur ein sehr geringes Mass erreicht und war auf die Wurzeln und das Hypocotyl beschränkt geblieben. Die Wurzelsiebröhren boten das in Fig. 3 wiedergegebene Bild dar. Eine Veränderung des Inhaltes ist nur in der Nähe der Siebplatten zu bemerken, derselbe zeigt im übrigen die Beschaffenheit, welche wir aus vollkommen unverletzten Siebröhren kennen. Er ist zu einer trüben, feinkörnigen Masse geronnen. Vor den Siebplatten geht dieselbe ganz allmählich in den homogenen Schleim über, welcher die kleinen Schlauchköpfe bildet, hinter den Siebplatten fehlt der geronnene Saft, an seine Stelle ist Wasser getreten, von welchem sich jetzt deutlich der protoplasmatische Wandbeleg abhebt. Auch in dem oberen Ende des in Fig. 3 abgebildeten Röhrengliedes verändert sich der geronnene Siebröhrensaft allmählich, er wird immer körnchenärmer und schliesslich durch das eingedrungene Wasser vollständig ersetzt. Die beigegebene Fig. 3 zeigt deutlich, dass der dicke Schleim vor den Platten aus dem klaren Siebröhrensafte entsteht. Ob hierbei auch chemische Veränderungen eintreten, ist nicht zu entscheiden, wahrscheinlich werden die anorganischen Bestandtheile der Siebröhrenflüssigkeit nach der Wundfläche fortgeführt, so dass in erster Linie Eiweisssubstanzen den dicken Schleim zusammensetzen. Vielleicht könnte man vorläufig sagen, dass der letztere eine unlösliche oder schwer lösliche, der Siebröhrensaft eine leicht lösliche Modification der betreffenden Eiweisskörper enthält.

Die eiweissreichen Schleimmassen häufen sich zunächst immer vor den Siebplatten an, werden aber bei längerer Dauer der Entleerungsströmung durch die offenen Poren hindurchgepresst und treten dann

Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

als Tropfen oder Blasen auch auf der anderen Seite der Siebplatten hervor. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass auf diese Weise die ganze Menge des angesammelten Schleimes in die entgegengesetzte Lage übergeführt werden kann, so dass bei einer Aufwärtsbewegung des Siebröhrensaftes der untergestellte Schlauchkopf später in den aufgelagerten übergehen würde. Hieraus erklären sich vielleicht zum Theil die Abweichungen und Unregelmässigkeiten, welche in der Lagerung der Schleimmassen, besonders in den weiter von der Schnittfläche entfernten Siebröhrengliedern, zu bemerken sind.

Mit Hilfe der neuen Methode war es auch möglich, festzustellen, wie eine einseitig verletzte Pflanze die gewaltsam geöffneten Leitungsbahnen wieder schliesst, wie die Schlauchköpfe sich später verhalten. Ich werde nur die Resultate meiner Untersuchungen mittheilen, deren Einrichtung sich aus der Fragestellung von selbst ergiebt. In abgeschnittenen Pflanzentheilen, welche in feuchtem Raum frisch erhalten worden sind, haben sich auch nach 24 Stunden die Schlauchköpfe noch nicht verändert, nach längerem Liegen tritt Callusbildung ein, so dass unter solchen Verhältnissen die normale Beschaffenheit des Siebröhreninhaltes gar nicht wiederhergestellt wird.

An der lebenden Pflanze verhalten sich die Siebröhren verschieden. Diejenigen, welche von der Wundfläche durch einen Stengelknoten getrennt werden, führen 24 Stunden nach der Verletzung keine Schlauchköpfe mehr, dieselben sind aufgelöst und durch den klaren Siebröhrensaft ersetzt worden. In allen denjenigen Siebröhren dagegen, welche zwischen der Wunde und dem nächsten Knoten, also z. B. in dem Reste eines Blattstieles oder Internodiums liegen, sind auch einen Tag nach dem Schnitte die Schlauchköpfe noch vorhanden. Sie dienen gewissermassen als provisorischer Verschluss des Siebröhrensystemes. Dasselbe wird dann definitiv dadurch abgeschlossen, dass alle diese Siebröhren, in denen die Schlauchköpfe nicht wieder beseitigt worden sind, callös werden. Acht Tage nach der Verwundung waren z. B. in dem Reste eines Internodiums, welcher an der ihrer wachsenden Region beraubten Pflanze stehen geblieben war, alle Siebplatten durch dicke Callusmassen geschlossen. Die Siebröhren des nach und nach von der Wundfläche aus vertrocknenden Internodiumstückes enthielten zu dieser Zeit noch ansehnliche Schlauchköpfe, deren Substanz jetzt das Aussehen und die Beschaffenheit des in obliterirenden Siebröhren vorkommenden Schleimes angenommen hatte. Vielleicht wird ein Theil der an den Siebplatten angehäuften eiweissreichen Stoffe zur Bildung der Callusmasse verwendet.

Bei anderen Pflanzen, in deren Siebröhren, wie Briosi gezeigt, Stärkekörnchen regelmässig vorkommen, sind ebenfalls Schlauchköpfe beobachtet worden. Auch diese entstehen bei jeder Verletzung der Pflanze und sind in den vor Entleerungen geschützten Siebröhren nicht

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



vorhanden. Ich habe meine Untersuchungen an *Anchusa officinalis*, *Coleus* spec., *Iva xanthiifolia* und *Oenothera biennis* angestellt. Man wird erwarten, dass auch bei diesen Pflanzen der Inhalt der unveränderten Siebröhren aus einer dünnflüssigen Eiweisslösung besteht, dass dieselben im abgebrühten Zustand mit demselben feinkörnigen Gerinnsel sich erfüllt zeigen werden, wie bei *Cucurbita*. Meine Beobachtungen haben ergeben, dass diese Vermuthung sich nicht bewahrheitet, dass die Siebröhren der Cucurbitaceen eine Sonderstellung einnehmen und keineswegs einen im Phanerogamenreich weit verbreiteten Organisationstypus darstellen.

Bei den oben genannten Pflanzen, denen sich wahrscheinlich alle anderen mit stärkeführenden Siebröhren anschliessen, enthalten diese im unveränderten Zustande einen feinen protoplasmatischen Wandbeleg und ausser den Stärkekörnchen nur noch wässerige Flüssigkeit. Diese gerinnt beim Erhitzen nicht, die Siebröhren unverletzter, abgebrühter Pflanzen sind nicht von der für *Cucurbita* geschilderten feinkörnigen Masse, sondern von klarem, wässerigen Safte erfüllt, Schlauchköpfe fehlen (Fig. 9, 10 und 12).

Da sich diese aber regelmässig bilden (Fig. 8 und 11), wenn die Pflanze verwundet wird, so erhebt sich die Frage, in welcher Form die Eiweisssubstanzen, welche an den Siebplatten sich anhäufen, in den unveränderten Siebröhren vorhanden sind. In Rücksicht auf die Verhältnisse bei *Cucurbita* könnte man annehmen, dass auch bei den genannten Pflanzen der scheinbar wässerige Siebröhrensaft gelöstes Eiweiss enthält, aber nur in so geringer Menge, dass beim Erhitzen nur wenige, von dem Wandbeleg nicht zu unterscheidende Körnchen ausgefällt werden.

Dieser Annahme steht aber folgende Beobachtung entgegen. Man findet in dem feinkörnigen Protoplasma der Siebröhren kleine, glänzende Tröpfchen (Fig. 8, 9, 10 und 12 bei s), welche sich mit Jod stark färben und wahrscheinlich mit der Substanz der Schlauchköpfe identisch sind. Das Ernährungseiweiss scheint demnach ausschliesslich in dem Wandbelege enthalten zu sein und gar nicht in dem wässerigen Siebröhrensafte vorzukommen. Die Entstehung der Schlauchköpfe würde sich folgendermassen erklären. Die kleinen glänzenden Körnchen werden von der in lebhafte Strömung versetzten Siebröhrenflüssigkeit fortgerissen, häufen sich vor den Siebplatten an und fliessen hier zu grösseren Massen, zu den Schlauchköpfen zusammen. Wahrscheinlich werden bei solchen Entleerungsströmungen auch die winzigen, leicht beweglichen Stärkekörner gegen die Siebplatten geschleudert und tragen neben dem Schleim zum provisorischen Verschlusse derselben bei.

Auch bei *Cucurbita* treten kleinere oder grössere Tröpfchen der glänzenden, eiweissreichen Substanz in dem Wandbelege der jungen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


noch geschlossenen Siebröhrenglieder auf. Diese enthalten noch nicht den eigentlichen Siebröhrensaft, sondern nur wässerige Flüssigkeit, Zellsaft. Noch vor der Durchbohrung der Siebplatten tritt aber eine wesentliche Aenderung ein. Die Schleimtropfen, welche an Zahl und Grösse bis zuletzt zugenommen haben, werden in dem Safte des noch geschlossenen Siebröhrengliedes gelöst, es bildet sich also echter Siebröhrensaft. In Fig. 2 habe ich die Verwandlung der Schleimtropfen (s) in den klaren Saft, welcher hier natürlich geronnen ist, abgebildet. In dem einen der beiden Röhrenglieder war dieser Vorgang bereits beendet, als das heisse Wasser einwirkte, in dem anderen hatte die Veränderung eben begonnen. Man sieht deutlich, dass die feinkörnige trübe Masse, der geronnene Siebröhrensaft, aus den Schleimtropfen hervorgeht. Bei der Bildung der Schlauchköpfe findet, wie ich oben gezeigt hatte, das Umgekehrte statt.

Es ist anzunehmen, dass die jungen Siebröhrenglieder auch bei den anderen hier besprochenen Pflanzen Schleimtropfen in dem Wandbelege enthalten, dass diese aber in dem Zellsafte des noch geschlossenen Röhrengliedes nicht gelöst werden. Ja selbst nach der Oeffnung der Siebporen verbleiben die kleinen glänzenden Tropfen in dem Wandbelege, wie aus den oben citirten Figuren 8, 9, 10 und 12 ersichtlich. Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen habe ich noch nicht anstellen können, da das mir vorliegende Material sich nicht dazu eignete und der Anwendung meiner neuen Methode oft äusserliche Schwierigkeiten entgegentreten. Sobald ich eine günstige Pflanze mit stärkeführenden Siebröhren aufgefunden haben werde, gedenke ich das Versäumte nachzuholen.

Schliesslich will ich noch erwähnen, dass die feinen Fäden, welche die Protoplasmakörper benachbarter Zellen durch die Tüpfelmembran hindurch verbinden, in dem abgebrühten Material sich unverändert erhalten und mit der Russow'schen Quellungsmethode leicht nachzuweisen sind. Man würde vielleicht beim Studium dieser Verhältnisse meine neue Methode mit Vortheil anwenden können. Ueber die Verbindung des Siebröhreninhaltes mit dem der Geleit- und der Cambiformzellen hoffe ich demnächst ausführlich berichten zu können.

---

## Erklärung der Abbildungen.

(Die eingeklammerten Ziffern geben die Vergrösserung an.)

Fig. 1. *Cucurbita.* Längsschnitt durch den äusseren Siebtheil eines internodialen Gefässbündels aus einer abgebrühten, unverletzten Pflanze. Man sieht 2 benachbarte durch Tüpfel verbundene Siebröhren (si), deren Saft zu einer

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



trüben, feinkörnigen Masse geronnen ist. Der Wandbeleg wurde nicht eingezeichnet. Die Wand zwischen der Siebröhre und der Geleitzelle (ge) ist reich getüpfelt; die Tüpfel fehlen zwischen der Siebröhre und den Cambiformzellen (ca). In dem schmächtigen Wandbelege dieser sind einige Chlorophyllkörner (cl) angedeutet. Die Siebplatten wurden schematisch eingetragen, Schlauchköpfe sind an ihnen nicht zu bemerken. (675).

Fig. 2. *Cucurbita* (abgebrühte, unverletzte Pflanze). Zwei aufeinanderfolgende, jugendliche Siebröhrenglieder vor der Oeffnung der Platten. In dem oberen Gliede findet sich bereits der trübe, feinkörnige Inhalt vor, welcher auch in den fertigen Röhren vorkommt (Fig. 1). In dem unteren hatte die Umwandlung der glänzenden Schleimtropfen (s) zum klaren, hier geronnenen, Siebröhrensafte eben begonnen. Näheres im Text. Die Zellwände sind durch Schwefelsäure aufgelöst. (675).

„ 3. *Cucurbita.* Siebröhre aus einer schwach verletzten Wurzel, die Entstehung der Schlauchköpfe zeigend. Siehe Text. Schwefelsäure-Glycerinpräparat. (675).

„ 4. *Cucurbita* (abgebrühte, unverletzte Pflanze). Querschnitt durch den äusseren Siebtheil eines internodialen Gefässbündels. si = Siebröhre, ge = Geleitzelle, ca = Cambiform. (675).

„ 5. *Cucurbita* (zerschnittene und dann abgebrühte Pflanze). Schlauchköpfe wie in frischem oder in Alcohol aufbewahrten Material aus im heissen Wasser unlöslichen Schleim gebildet. (675).

„ 6. *Cucurbita* (abgebrühte, unverletzte Pflanze). Schwefelsäurepräparat; zeigt den Zusammenhang des Inhaltes benachbarter Röhrenglieder. Bei t Fortsätze des geronnenen Siebröhrensaftes in die Tüpfel der Längswand. (375).

„ 7. *Cucurbita.* Schlauchkopf in zerschnittener und dann abgebrühter Pflanze. Vergleiche Fig. 5. (675).

„ 8. *Anchusa officinalis* (frische Pflanze). In dem Wandbeleg kleine glänzende Körnchen (s), welche wahrscheinlich das Ernährungseiweiss darstellen und das Material zur Bildung des Schlauchkopfes geliefert haben. Die Stärkekörner wurden weggelassen. (675).

„ 9. *Anchusa officinalis* (unverletzte, abgebrühte Pflanze). Bei s Schleimtröpfchen im Wandbeleg, Schlauchkopf fehlt. Der weiss gelassene Raum ist mit wässrigem Saft erfüllt. Stärke wurde nicht eingezeichnet. gl = Geleitzelle. (675).

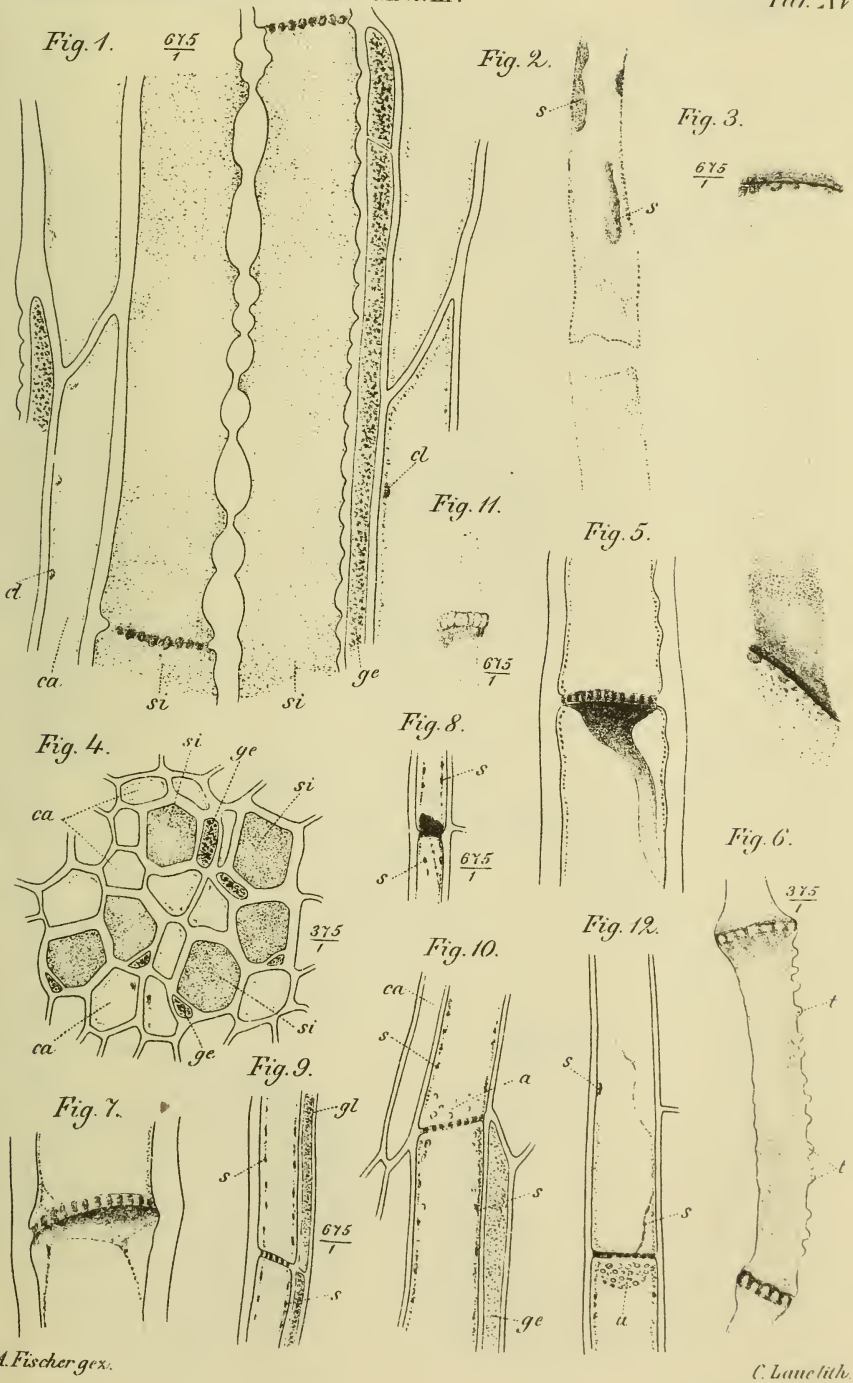
„ 10. *Jva xanthüfolia* (unverletzte, abgebrühte Pflanze). Bei s Schleimtropfen im Protoplasma, ca = Cambiform, ge = Geleitzelle. Die kleinen Kreise bei a stellen die Stärkekörnchen vor. (675).

„ 11. *Jva xanthüfolia* (frische Pflanze). Das Präparat wurde mit Schwefelsäure und Glycerin macerirt. Unter der Siebplatte ein deutlicher Schlauchkopf. (675).

„ 12. *Coleus* spec. (unverletzte, abgebrühte Pflanze). Siebröhre ohne Schlauchkopf. Buchstaben wie in Fig. 10. (675).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at






A. Fischer gez.

C. Lanelith.

# ZOBODAT - 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): Fischer Alfred

Artikel/Article: Ueber den Inhalt der der Siebröhren in der unverletzten Pflanze . 230-239