

Sitzungsberichte

der

königl. bayerischen Akademie der Wissenschaften

zu München.

Jahrgang 1861. Band I.

München.

Druck von J. G. Weiss, Universitätsbuchdrucker.

1861.

In Commission bei G. Franz.

Herr Nägeli berichtete

a) „Ueber die Siebröhren von Cucurbita.“

(Taf. I, II.)

Die neuere Pflanzenphysiologie, welche von der physiologischen und morphologischen Individualität der Zelle als von einem Axiom ausging, suchte alle Lebensvorgänge als Functionen der Zellen darzustellen. Diess gilt namentlich auch von der Leitung der Säfte. Die Pflanze leitet, nach der jetzigen Annahme, bloss Wasser und in Wasser gelöste Verbindungen; und der Transport geschieht durch diosmotische Processe von Zelle zu Zelle. Nur die Gefässe ermöglichen theilweise einen andern Vorgang; denn sie bestehen aus Zellenreihen, deren Querwandungen ganz oder theilweise resorbirt sind, und stellen somit ununterbrochene Kanäle dar, welche auf lange Strecken die Gewebe durchziehen. Aber die Gefässe führen nur wasserhelle Flüssigkeiten, in denen keine festen und unlöslichen Bestandtheile suspendirt sind, soweit wenigstens die microscopische Untersuchung ein Urtheil erlaubt. Und es liegt somit mit Rücksicht auf diese Gebilde keine Veranlassung vor, um den Ausspruch, in den Pflanzen werden nur gelöste Stoffe von Gewebe zu Gewebe und von Organ zu Organ transportirt, zu modificiren.

Es hat zwar schon vor mehrern Jahrzehenden Schultz die Aufmerksamkeit der Forscher auf die Milchsaftegefässe gelenkt und behauptet, dieselben seien der Sitz eines der Blutcirculation analogen Umlaufes. Allein Amici, Treviranus und besonders Mohl zeigten, dass eine solche Bewegung nicht existirt.

Bei diesem Stande der Wissenschaft dürfte die folgende Mittheilung über meine Beobachtungen an den Siebröhren von Cucurbita von allgemeinerem Interesse sein. Hartig fand vor mehrern Jahren in der Bastsschichte verschiedener Pflanzen eigenenthümliche Zellenreihen, deren Scheidewände siebartig durchbrochen sein sollten, und die er daher Siebröhren nannte. Mohl

behauptete dagegen, die scheinbaren Löcher seien, wie in den gewöhnlichen porösen oder getüpfelten Pflanzenzellen, nur verdünnte Stellen der Membran; diese Anschauung veranlasste ihn, den Namen in Gitterzellen umzutaufen.

Der Querschnitt durch den Stengel von *Cucurbita Pepo* zeigt 2 Kreise von Gefässbündeln, innere grössere und äussere kleinere. Das einzelne Gefässbündel besteht aus folgenden Theilen. Auf der innern Seite befindet sich ein Siebbündel von nierenförmigem Querschnitt, welches aus weiteren Siebröhren und aus engern langgestreckten Zellen zusammengesetzt ist. Der innerste an das Mark grenzende Theil desselben besteht aus Parenchym, in welchem einzelne enge und sehr lange bastfaserähnliche Siebzellen und kleine Gruppen von solchen Zellen sich befinden. Auf das Siebbündel folgt nach aussen der Gefässtheil, der in seiner innern Partie Ring- und Spiralgefässe, in seiner äussern weite netzförmige oder poröse Gefässe enthält. Dann folgt das Cambium und zuletzt wieder ein Siebbündel, welches ganz die gleiche Structur zeigt wie das innere nur mit umgekehrter Reihenfolge der Gewebe. Es besteht nämlich in seinem innern grössern Theile aus weiten Siebröhren und aus engern langgestreckten Zellen, in seinem äussern Theile aus Parenchym und aus einzelstehenden oder bündelartig vereinten engen langen Siebzellen. Dieser äussere Theil ist an den grossen Gefässbündeln scharf begrenzt durch eine Umzäunung von zusammengedrückten Parenchymzellen in Form eines halben Ringes, durch welche er von dem secundären Rindenparenchym getrennt wird. Bei den kleinen Gefässbündeln geht das äussere Siebbündel allmählich in das secundäre Rindenparenchym über, welches durch den Bastring von der primären Rinde geschieden ist. — Die Elemente in dem innern und in dem äussern Siebbündel eines Gefässstranges verhalten sich ganz gleich; nur sind sie an den grossen Gefässsträngen gewöhnlich stärker entwickelt und daher für die Untersuchung geeigneter.

Die Siebröhren des eigentlichen Siebbündels (mit Ausschluss seines parenchymatischen Theils) sind Reihen von langgestreck-

ten Zellen, welche mit geraden oder schiefen Wänden an einander stossen und welche einen Durchmesser von 20—70 Mik. (Mikromillimeter = $\frac{1}{1000}$ M.M.) haben. Sie sind entweder in der ganzen Länge gleich weit oder an den Scheidewänden erweitert. Letzteres rührt in der Regel daher, dass sie von eigenthümlichen schmalen Zellfäden umgeben sind, welche vor den Scheidewänden aufhören und welche so gelagert sind, dass es oft den Anschein hat, als wären sie von den Siebzellen der Länge nach abgeschnitten worden¹.

Die Querscheidewände haben einen complicirten Bau, welcher der Untersuchung manche Schwierigkeit darbietet. (Hartig (bot. Zeit. 1854 pag. 51) sagt, dass er mehrere auffallende Verhältnisse zeige, welche er trotz aller Mühen nicht zu erklären vermöge. Auch Mohl (bot. Zeit. 1855 pag. 890) spricht von räthselhaften Gebilden, von deren Beschaffenheit es ihm nicht gelungen sei, sich eine klare Vorstellung zu machen. Da von der genauen Kenntniss der Querwände die Ansicht über die Function der Siebröhren bedingt wird, und da diese Gebilde bei Cucurbita grösser und deutlicher sind als bei den meisten übrigen Gewächsen, so schien es der Mühe werth, denselben noch einmal eine möglichst genaue Untersuchung zu widmen.

Zur Ermittlung des anatomischen Verhaltens wurden die Siebröhren sammt den Geweben der Länge und Quere nach durchschnitten. Ferner wurden dünne Längsschnitte mit Gummi eingetrocknet und noch einmal dann der Länge nach (in der andern Richtung) durchschnitten. Ausserdem wurden die Stengel in Wasser macerirt und dadurch die Siebröhren und besonders die Quer-

(1) Hartig (Bot. Zeit. 1854 p. 51) gibt an, dass die Scheidewände breiter seien als die Zellen. Diess gilt indess nur, in sofern die genannte Erscheinung statt hat. Alle andern Siebröhren, und sie bilden die Mehrzahl, zeigen sich auf frischen Schnitten an den Scheidewänden nicht verdickt. Nach der Maceration dagegen sind die Zellen gewöhnlich etwas zusammengefallen und die Gelenke springen vor, während einzelne andere Siebröhren breiter geworden sind und nun etwas zusammengezogene Gelenke haben.

wände isolirt erhalten. Endlich wurden diese isolirten Scheidewände mit Gummi eingetrocknet und dann dünne Durchschnitte von den so erhaltenen Präparaten angefertigt.

Auf dem Längsschnitt zeigen sich die Scheidewände gewöhnlich mehr oder weniger gebogen (Fig. 27, 29, 22), gerade oder mit schwacher S-förmiger Biegung. Sie sind immer ziemlich dick, doch bieten sie in dieser Beziehung grosse Ungleichheiten dar. Es gibt einerseits Scheidewände, deren Dicke nicht mehr als 3–5 Mik. und bloss den 14. Theil der ganzen Breite beträgt. Es gibt anderseits solche, welche bis auf 80 Mik. dick und wohl dreimal so dick als breit sind.

Betrachten wir zuerst die dünnern Scheidewände von 3–10 Mik. Dicke. Dieselben sind in der Mitte ziemlich mächtiger und verdünnen sich allmählich nach den beiden Enden (Fig. 1, 27). Sie sind von Porenkanälen (Fig. 12, p) durchbrochen, die in der Mitte weiter von einander entfernt liegen als gegen die Ränder hin (Fig. 1). Die zwischen den Poren befindlichen Stücke haben gewöhnlich eine biconvex-viereckige (Fig. 1, 12 A, 20), seltener eine ovale oder kreisrunde Gestalt (Fig. 17, 21, 22), wodurch der Querschnitt beiderseits ein gekerbtes Ansehen erhält. In der Mitte derselben befindet sich ein verdünnter röthlicher Raum (i) von verschiedener Form und Grösse (Fig. 12 A, 17 B, 20, 21, 22); manchmal sieht er wie ein centrales Knötchen aus. Er ist auf der Seite der beiden Zellen scharf begrenzt; auf der Seite der Poren, in welcher Richtung er gewöhnlich in die Länge gezogen ist, zeigt er oft eine undeutliche Begrenzung und geht dann allmählich in den etwas dünnern doppelt conturirten zarten weisslichen Streifen über, welcher die ganze Scheidewand auf ihrer Medianlinie durchzieht und als Medianschicht bezeichnet werden kann (Fig. 12, m).

Von der Fläche angesehen erscheinen die Scheidewände gefeldert oder netzförmig. Die Feldchen oder Areolen sind bald rundlich (Fig. 2 4 B, 11 B, 12 B, 16, 19), bald parenchym-

(2) Unter den citirten Figuren sind auch dicke Scheidewände, deren Flächenansicht von den dünnen nicht verschieden ist.

atisch-eckig (Fig. 3 B, 8 B, 13, 18), bald in regelmässiger bald in unregelmässiger Anordnung; nicht selten liegen 2 oder mehrere in Gruppen näher beisammen, als ob sie durch Theilung entstanden wären (Fig. 5). Sie nehmen gewöhnlich nach dem Umfange der Scheidewand an Grösse etwas ab; zuweilen bemerkt man daselbst ein oder zwei Reihen, welche bloss halb so gross sind als die in der Mitte befindlichen (Fig. 4 B). Von den grössten mittleren Areolen gehen 4 auf 44 Mik., von den kleinsten im Umfange 4 auf 12 Mik. — Die Zwischenräume (i) zwischen den Areolen bilden ein Netz. Sie sind bei eckiger Form der Feldchen überall gleich weit (Fig. 13, 18), bei rundlicher Gestalt und unregelmässiger Anordnung sehr ungleich (Fig. 5, 6); sie können auch stellenweise zwischen zwei sich berührenden Areolen ganz mangeln (Fig. 5, 23). Diese Zwischenräume erscheinen dunkel oder röthlich; es sind, wie man sich beim Drehen dünner Durchschnitte mit Leichtigkeit und Sicherheit überzeugt, jene röthlichen knötchenförmigen Räume, welche auf dem Längsschnitt der Siebröhren zwischen je 2 Poren beobachtet werden. (Fig. 17 zeigt einen solchen dünnen Durchschnitt A von der Oberfläche, B von der Schnittfläche.) Die Areolen selbst erscheinen weisslich und sind meistens scharf begrenzt. Ihre innere Partie ist oft dunkler und röthlich, bald kreisrund, bald eckig (Fig. 5). In der Mitte befindet sich eine kleine rundliche oder ovale Oeffnung, es ist der Porus (p in Fig. 5, 11 B, 12 B, 13, 18, 19). Derselbe erscheint röthlich, wenn leer, weisslich und das Licht stark brechend, wenn mit Protoplasma gefüllt.

Die dickern Scheidewände (Fig. 2, 7, 28, 32, 33) sind zuweilen ebenfalls in der Mitte dicker als am Umfange, so dass der Durchschnitt elliptisch, queroval, kreisrund und selbst längsoval erscheint. Es gibt aber noch verschiedene andere Formbildungen, unter denen sich besonders 2 Typen geltend machen. Manche Wände zeigen sich bei gleichem Durchschnitte, wie er eben beschrieben wurde, beiderseits in der Mitte eingedrückt (Fig. 34). Viele andere sind am Umfange in einen vor-

stehenden Rand erhöht, so dass der Querschnitt an jedem Ende 2 gegenüber liegende hörnerartige Vorsprünge(c) hat, von deren Spitzen aus sich die Seitenwand der Siebröhren fortsetzt (Fig. 3, 4). Zwischen den Hörnern ist die Scheidewand entweder jederseits plan, oder was häufiger vorkommt, biconvex. Es gibt auch Wände, die eine ganz unregelmässige Oberfläche besitzen.

In den dickern Scheidewänden befindet sich die Median-schicht (m) häufig nicht in der Mitte (Fig. 28, 34); es kann die der einen Zelle angehörende Partie der Wand selbst 5 und mehrmal dicker sein als die andere (Fig. 33). Auch in der Gestalt können die beiden Hälften mehr oder weniger von einander abweichen. Auf dem Längsschnitt der Siebröhren sind die Porenkanäle weder so deutlich noch so regelmässig angeordnet als diess in den dünnern Wänden der Fall ist. Auch sieht man sie selten so zahlreich; namentlich mangeln sie nach den beiden Enden hin oft beinahe gänzlich (Fig. 33). Es gibt auch Wände, in denen gar keine sichtbar sind (Fig. 32). Ferner sind zuweilen nur die mittlern Porenkanäle gerade, während die übrigen einen gebogenen Verlauf zeigen und zwar um so mehr, je näher dem Rande sie sich befinden; die convexe Seite ist nach aussen gekehrt (Fig. 34). Mit der Zahl steht die Mächtigkeit der Poren gewöhnlich im umgekehrten Verhältniss. Bei grösserer Zahl sind sie dünner; wenig zahlreiche Poren zeigen oft eine bedeutende Mächtigkeit. (Fig. 26 A stellt eine Scheidewand dar, an der man nur einen einzigen, sehr weiten Porus bemerkt.) Uebrigens haben die Poren der nämlichen Wand durchaus nicht die nämliche Dicke; neben starken liegen feinere und solche die man kaum noch wahrnimmt. Auch kommen häufig Porenkanäle vor, die nur stellenweise sichtbar sind, z. B. nur in der Nähe der Medianschicht (Fig. 28), oder nur da, wo sie an das Zellenlumen angrenzen, oder nur in der Hälfte der Scheidewand, die der einen Zelle angehört (Fig. 34). Daraus geht deutlich hervor, dass die Porenkanäle in den dicken Scheidewänden nicht etwa wirklich in geringerer Zahl vorhanden sind als in den dünnern, sondern dass viele derselben oder

die meisten aus einer besondern Ursache sich dem Auge entziehen. Diese Ursache liegt in der Consistenz der Substanz; je dicker eine Scheidewand ist, aus desto weicherer Masse besteht sie. Die Porenkanäle werden in der weichen Substanz nur noch gesehen, wenn sie mit Protoplasma gefüllt sind. In den dünnen Wänden dagegen, welche aus dichter Substanz gebildet sind, sieht man auch die leeren (bloss Flüssigkeit enthaltenden) Canäle deutlich. — Mit dem Umstande, dass in den dicken Scheidewänden wenige oder auch gar keine Porenkanäle sichtbar sind, hängt ein anderer Unterschied gegenüber den dünnen Scheidewänden zusammen. Während die letztern auf dem Längsschnitte beiderseits gekerbt sind, zeigen die erstern ein ganzrandiges Profil (Fig. 26 A, 28, 32). — Endlich ist noch zu bemerken, dass in den dickern Scheidewänden die Porenkanäle verzweigt sind (Fig. 28, 33) während sie in den dünnen sich immer einfach zeigen. Diese Verzweigung hat den nämlichen Charakter wie in den dickwandigen Parenchymzellen.

Auf dem Längsschnitt der Siebröhren erscheint die Medianschicht (m) in den dicken Scheidewänden meist gerade so, wie sie für die dünnern beschrieben wurde; nämlich als ein sehr dünner, weisslicher Streifen, in welchem sich längliche, seltener ovale knötchenförmige Anschwellungen von dunkeln röthlichem Aussehen befinden (Fig. 4 A, 7 m und m', 26 B, 32). Zuweilen ist der weissliche Streifen unsichtbar, und die Knötchen stellen eine punctirte Linie dar; oder die Medianschicht erscheint auch als ein röthlicher sehr schmaler von einer Doppellinie eingefasster Zwischenraum, welcher stellenweise knötchenförmig erweitert ist. Bald haben die Knötchen ziemlich gleiche Grösse und befinden sich in regelmässigen Abständen; bald sind sie mehr oder weniger ungleich gross. Es treten diese Verhältnisse durch die Einwirkung von Kali deutlicher hervor. Sie werden wie in den dünnern Wänden, durch die Beschaffenheit des Netzwerkes, das die Flächenansicht zeigt, und durch die Art, wie dasselbe zufällig durchschnitten, oder

von der Einstellung des Focus zur Ansicht gebracht wurde, bedingt. Im Allgemeinen findet man in dieser Beziehung bei dicken Wänden eine grössere Unregelmässigkeit als bei dünnen. Hin und wieder sieht man zwischen 2 Knötchen einen Porenkanal durchgehen.

Es kommen, zwar selten, auch dicke Scheidewände vor, in denen die mittlere Partie genau das Aussehen einer vollständigen dünnen Wand hat. Besonders deutlich zeigte sich dieses Verhalten nach Erhitzen mit Aetzkalilösung (Fig. 2). Der Grund davon ist offenbar kein anderer, als dass die Substanz, welche der Medianschicht zunächst liegt, die nämliche Dichtigkeit besitzt wie die dünnen Wände. In dieser dichtern Substanz sind alle Porenkanäle sichtbar; die ganze übrige Masse dagegen ist weich und lässt dieselben nur insofern erkennen, als sie Protoplasma enthalten. — Ferner gibt es selten Scheidewände, welche auf dem Längsschnitt der Siebröhren in der Weise aus 2 Partien zusammengesetzt erscheinen, dass die innere Partie das Aussehen einer dicken Wand selber hat, dabei aber gewöhnlich etwas schmaler (im Querdurchmesser der Siebröhren) ist, als die äussere (Fig. 3 A, 32). Die beiden Partien sind in der Dichtigkeit ihrer Substanz verschieden; die innere ist auch hier die dichtere, doch nicht in dem Grade, dass die Porenkanäle in derselben sichtbar würden. — Endlich ist noch zu erwähnen, dass einzelne der dicken Scheidewände vollkommen homogen erscheinen (Fig. 26 A) die Medianschicht wird in denselben erst nach Einwirkung von Kalilösung deutlich (Fig. 26 B).

Betrachtet man die dicken Scheidewände von der Fläche, so zeigen sie ganz das nämliche gefelderte Aussehen wie die dünnen. Es ist durchaus kein Unterschied zu bemerken, ausgenommen dass die Areolen in der Regel eine unregelmässigeren Gestalt und Anordnung besitzen. Ferner sieht man bei schiefer Lage der Scheidewand deutlich, dass die Felderung auf die Medianschicht beschränkt ist. Man überzeugt sich davon am leichtesten, wenn man eine durch Maceration frei gewordene Scheidewand unter dem Microscop umwälzt. Da man bei schie-

fer Stellung derselben von den Seitentheilen nur den Umfang (der in den vorspringenden Rand ausgeht) wahrnimmt, so hat man das Bild einer dünnen gefelderten Platte, die von einem doppelten Ring umgeben ist, oder eines Siebes, das nach beiden Seiten einen vorstehenden Rand besitzt (Fig. 9). — Auch an den dicken Scheidewänden ist es leicht, beim Drehen derselben nachzuweisen, dass die röthlichen knötchenförmigen Punkte, welche auf dem Längsschnitt in der Medianschicht sich zeigen, die Durchschnichtsansichten des Netzes sind, welches in der Flächenansicht der Scheidewand die Areolen umgibt. Man kann beim Wälzen des Objects den Uebergang der Knötchen in röthliche kanalartige Linien und dann in das Netzwerk selbst verfolgen. — Die Scheidewände, an welchen auf dem Längsschnitt die innere Partie nicht bis an die beiden Enden reicht, haben auch in der Flächenansicht nur eine mittlere Partie mit dem Netzwerk bedeckt, während die übrige Fläche ganz glatt erscheint (Fig 3 B).

Die Flächenansicht zeigt meist in allen Feldern der Medianschicht den Porus (p) mehr oder weniger deutlich (Fig. 11 B, 18; Fig. 6 in etwas schiefer Lage), derselbe befindet sich in der Regel genau im Centrum jeder Areole. In einer Scheidewand wurde er häufig excentrisch, zuweilen randständig und selbst auf den Zwischenräumen zwischen den Feldern gesehen (Fig. 16). Ich bin ungewiss, wie diese Ausnahme zu deuten ist; es wäre möglich, dass die scheinbare Abweichung mit der Verzweigung der Porenkanäle zusammenhänge. Wenn der Focus höher oder tiefer gestellt wird, so sieht man die Poren noch deutlich, wenn das Netzwerk undeutlich oder unsichtbar geworden ist, und man kann sie bei fortwährender Entfernung von der Medianschicht oft bis an die Oberfläche der Scheidewand verfolgen, wo sie mit einer trichterförmigen Erweiterung münden. Stellt man auf die Oberfläche ein, so sieht man zuweilen die mit Protoplasma gefüllten Poren durch quer-verlaufende Plasmastränge mit einander netzartig verbunden.

Durch Maceration in Wasser zerfallen die dicken Scheide-

wände in 3 Theile, einen mittlern und 2 seitliche (Fig. 8). Der mittlere besteht meistens bloss aus der Medianschicht und ist äusserst dünn (Fig. 11 A). Selten ist derselbe dicker und besteht dann aus der Medianschicht und der dieselbe zunächst bedeckenden Substanz (Fig. 8 A n). Ohne Zweifel stammt dieses letztere Gebilde von einer jener dicken Scheidewände her, deren mittlerer Theil das Aussehen einer ganzen dünnen Wand hat (Fig. 2). Von der Fläche angesehen zeigt der mittlere Theil die Areolen und oft auch die Poren sehr deutlich (Fig. 8 B n, 11 B). Die durch Maceration frei gewordene Medianschicht kann durch stärkere Einwirkung selbst noch in 2 Plättchen zerfallen, von denen jedes auf der Flächenansicht die nämliche Felderung zeigt wie die ganze Schicht, nur in schwächerer Zeichnung. Die Trennung beginnt am Umfange und schreitet nach der Mitte hin fort (Fig. 11 A; Fig. 11 B zeigt die Flächenansicht in etwas schiefer Stellung, so dass das eine Plättchen q" eine horizontale, das andere q' q' eine vertikale Lage hat). —

Die beiden Seitentheile, die beim Zerfallen der dickern Scheidewände frei werden (Fig. 8 A o), haben natürlich eine sehr verschiedene Gestalt. Wegen der vorstehenden Ränder bieten sie oft das Aussehen von Schüsseln dar, in denen ein Kuchen liegt. Von der Seite angesehen (entsprechend dem Längsschnitt durch die Siebröhren) zeigen sie einen gekerbten innern Rand, welcher sich von dem mittlern Theil lostrennte (Fig. 8 A o). Von der innern Fläche betrachtet, lassen sie ein zartes, oft undeutliches Netz wahrnehmen (Fig. 8 B o); dasselbe rührt lediglich von Unebenheiten der Oberfläche her, es stimmt genau mit dem Netzwerk des mittlern Theils überein und entspricht den Eindrücken, welche der letztere verursacht hat. Die äussere Fläche ist glatt (Fig. 8 A o).

Ätzkalilösung macht die Substanz der Scheidewände aufquellen. Zuerst wird die weichere Masse angegriffen und wenn die Medianschicht von dichter Substanz umgeben ist, so tritt dieser mittlere Theil deutlicher hervor (Fig. 2); nachher quillt

er aber auch zu weicher Gallerte auf, in welcher die Medianschicht sich scharf zeichnet. An der Grenze zwischen der aufgequollenen Scheidewand und dem Protoplasma der Zellhölzung bemerkt man oft eine dichte weissliche Membran (Fig. 2 b) und es macht den Eindruck, als ob die äusserste Schicht der Wandung dichter sei als die übrige Masse. Indess gehört die scheinbare Membran dem Protoplasma an, wie man aus der Reaction von Jod erkennt; denn sie färbt sich durch dasselbe braungelb, während die Substanz der Scheidewand noch ungefärbt bleibt. Diese wird übrigens so weich, dass sie von dem Wasser bloss durch die Begrenzung unterschieden werden kann. Wirkt das Aetzkali noch stärker ein, so verschwindet die aufgequollene Substanz ganz dem Auge, sie wird aufgelöst. Es bleibt nur die Medianschicht übrig. Diese erscheint schon, wie bereits bemerkt, in der aufgequollenen Masse sehr deutlich. Man erkennt oft, dass sie aus zwei Plättchen besteht, indem eine mittlere trennende Linie sich von einem Ende bis zum andern verfolgen lässt (Fig. 7 m und m'). In andern Fällen erscheint sie einfach (Fig. 24 a). Bei stärkerer Einwirkung des Kali theilt sich die Medianschicht in ihre beiden Plättchen, wobei die Trennung am Umfange beginnt Fig. 24 A bei mittlerer, B bei höchster Einstellung). Dieser Process kann durch vorausgehende Behandlung mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure befördert werden. Das einzelne Plättchen erscheint in senkrechter Stellung als ein äusserst dünnes Häutchen, welches stellenweise in halbkreisförmige einseitige Knötchen verdickt ist (Fig. 24 b). Ob es ein wirkliches Häutchen sei, lässt sich aber in dieser Ansicht nicht entscheiden. Betrachtet man die Medianschicht nach starker Kalieinwirkung in horizontaler und schiefer Lage, so sieht man oft deutlich, dass sie bloss noch ein Netz aus Balken ist und dass die Felder durchbrochen sind. Namentlich überzeugt man sich hievon, wenn der Rand einer entzweigschnittenen Medianschicht schief nach oben gekehrt ist (Fig. 25).

Nicht bloss die Scheidewände der Siebröhren sind ganz oder in ihrer mittlern Partie mit Siebporen besetzt. Die gleiche

Erscheinung tritt stellenweise an den Seitenwänden auf. Man beobachtet Stellen von sehr verschiedener Form und Grösse, welche im Wesentlichen das gleiche Aussehen zeigen wie die Querwände, nur mit dem Unterschiede, dass in der Regel Alles kleiner und undeutlicher ist. Betrachten wir zuerst diese Sieb-porengruppen oder Siebfelder, wie ich sie nennen will, von der Fläche. Man sieht sie in einer, auch in 2 Längsreihen auf einer Siebröhre (Fig. 37). Zuweilen beobachtet man deutlich, dass jeder an dieselbe angrenzenden Zelle eine Reihe von Siebfeldern entspricht (Fig. 38; die Linien a, b deuten die Begrenzung der anliegenden Zelle an). Dieselben liegen bald näher beisammen, bald entfernter. Sie haben meistens einen querovalen oder quer-elliptischen, seltener rundlichen oder längsovalen Umriss. — Es gibt auch zusammengesetzte Siebfelder, d. h. solche, welche aus 2 oder 3 Abtheilungen bestehen (Fig. 37). Die areolirten Abtheilungen sind durch glatte Zwischenräume geschieden, welche häufiger gerade oder schiefe Längswände, seltener gerade oder schiefe Querwände, bald äusserst zart und dünn, bald sehr breit sind. Die einfachen Siebfelder sind meist bis an den Rand gefeldert (Fig. 36 B); seltener nimmt der areolirte Raum nur die mittlere Partie ein (Fig. 38). — Der Querdurchmesser der Siebfelder beträgt meistens 10 — 35 Mik., der Längsdurchmesser 3 — 25 Mik. Doch gibt es auch selten einzelne, welche über 60 Mik. breit und bis 45 Mik. hoch sind; selbst solche, welche in der Breite den halben Umfang der Siebröhre einnehmen (Fig. 42, ab).

Die Areolen der Siebfelder sind meist eckig, seltener rundlich, in der Mitte gewöhnlich grösser als am Umfange, bald regelmässig in gekreuzte oder concentrische Reihen, bald ohne alle Regel angeordnet. Von den kleinsten Areolen, die man am Umfange findet, gehen 4 — 5, von den kleinsten in der Mitte eines Feldes 3 auf die Länge von 5 Mik.; von den grössten kommen 2 auf 10, auch wohl auf 15 Mik. Die Poren sind nur in den grössern Areolen sichtbar (Fig. 42, a). — Wenn die Felderung sich auf eine mittlere Partie der Siebfelder beschränkt,

so erscheint der umgebende Ring zwar nicht homogen (Fig. 38); aber es konnte nicht ausgemittelt werden, ob er äusserst zarte und kleine Areolen oder irgend eine andere Zeichnung zeige. — Die seitlichen Siebfelder zeigen sich auf dem Durchschnitte immer verdickt. Bald ist die Verdickung gering und beträgt kaum 3 Mik.; bald erreicht sie einen Durchmesser von 15 Mik. Zwischen zwei an einander stossenden Siebröhren springt die Verdickung häufig gleichmässig nach beiden hin vor (Fig. 39). Wenn die Siebröhre an eine andere Zelle angrenzt, so sind die beiden Seiten der Verdickung gewöhnlich ungleich. So sieht man namentlich, dass die Verdickung auf der Seite der Siebröhre mächtiger ist als auf der andern; sie kann selbst ausschliesslich in das Lumen der Siebröhre hineinragen (Fig. 36 A, 40). Zuweilen befindet sie sich in einer tellerförmigen Vertiefung.

Auf dem Durchschnitte durch die Siebfelder erkennt man nicht selten deutlich 3 Partien, die Medianschicht, welche dichter erscheint und die Seitentheile, welche aus weicherer Masse bestehen, zuweilen aber eine dichtere Grenzschrift zeigen (Fig. 39). Befindet sich die Verdickung nur auf der einen Seite, so ist auch nur auf dieser der weichere Seitentheil bemerkbar (Fig. 40). Zuweilen kann die Medianschicht nicht unterschieden werden (Fig. 42, 43). Auch von den Knötchen in derselben, die man an den Querwänden so deutlich sieht, ist in der Regel nichts zu sehen. Die Porenkanäle zeigen sich um so deutlicher, je grösser die Areolen der Flächenansicht sind (Fig. 42 b). In den Siebfeldern mit den kleinsten Areolen verschwinden sie ganz.

Es liesse sich noch Manches über die Formbildung sowie über die scheinbare innere Structur der seitlichen Siebschilder anführen. Ich unterlasse es, da ich zu keinem Abschluss gelangen konnte. Ueberdem bildeten die Querwände der Siebröhren den Hauptvorwurf der Untersuchung. — Ueber die Entwicklungsgeschichte beider will ich ebenfalls nur eine beiläufige Bemerkung hinzufügen. Wenn ich nicht irre, so bestehen die dünnern Wände im Allgemeinen aus einer dichtern Substanz; sie werden um so weicher und wasserreicher, je mehr sie sich ver-

dicken. Da die dicken Wände oft durch und durch aus weicher Masse bestehen, so scheint ein solches Verhalten der jüngern und ältern Zustände darauf zu deuten, dass auch hier das Dickenwachsthum der Zellmembran nicht durch Apposition von Schichten sondern durch Intussusception geschehe. Ich verweise auf die Beispiele, die ich früher gegeben habe (Stärkekörner pag. 277 ff.), in der Meinung, dass ich nicht aus den Siebscheidewänden von *Cucurbita* einen neuen Beweis, sondern vielmehr aus den andern sicher begründeten Thatsachen für sie eine Erklärung herleiten möchte.

Ueber die chemischen Verhältnisse gibt die Jodreaction einigen Aufschluss. Schwächere Einwirkung, welche das Protoplasma gelb oder braungelb färbt, lässt alle Zellmembranen noch unverändert. Bei stärkerer Einwirkung von wässriger Jodlösung, welche das Protoplasma intensiv braungelb oder braun färbt, werden die Querwände und die seitlichen Siebfelder der Siebröhren so wie die Membranen der Gefässe gelblich oder gelb. Jodtinctur wirkt etwas energischer und lässt oft einen deutlichen Unterschied zwischen den Gefässen und den Siebzellen hervortreten, indem die Gefässwandungen sich intensiver färben als die Siebverdickungen. — Wendet man eine Lösung von Jod in Jodkalium an, oder behandelt man vor der Einwirkung von Jod das Object mit Aetzkali, Salzsäure, Salpetersäure oder mit chloresaurom Kali in Salpetersäure, so erhält man stärkere Färbungen. Die Gefässe, die Bastfasern und die Verdickungen der Siebröhren werden braungelb bis braun, indess die Parenchymzellen und die unverdickten Membranen der Siebröhren noch ungefärbt bleiben. Wenn die genannten Mittel stärker einwirken, besonders wenn Aetzkali und Säuren abwechselnd angewendet werden, so färben sich alle Parenchymzellen (Epidermis, Collenchym, primäre Rinde, secundäre Rinde, Mark) und die Seitenwände der Siebröhren blau. Nachher nehmen diese Farbe die Bastfasern und die Gefässe an, und zwar wird sie bei den letztern zuerst an der Membran zwischen den Fasern sichtbar. Fast gleichzeitig zeigen auch die Siebverdickungen einen mehr oder

weniger deutlich blauen Ton. Was die letztern betrifft, so hängt das Gelingen des Experiments viel vom Zufall ab. Schon Jod in Jodkalium bringt zuweilen nach einmaligem Eintrocknen kirschrothe und violettrothe Färbungen an den Verdickungen der Siebröhren so wie an den Gefässen hervor. Ein fast nicht zu beseitigendes Hinderniss um die Siebverdickungen blau zu färben, liegt darin, dass dieselben meistens durch die umändernden Mittel aufquellen und gelöst werden, ehe sie die verlangte Reaction zeigen. Dagegen sieht man sehr häufig die blaue Färbung an ihrer Medianschicht so wie auch an dem Netz, welches zuletzt noch von derselben übrig bleibt.

Die Frage, ob die Siebporen wirkliche Löcher, oder von einer Wand unterbrochene Kanäle seien, lässt sich in der grossen Mehrzahl der Fälle anatomisch gar nicht entscheiden. Es gibt jedoch zwei Thatsachen, welche mit einiger Geduld wiederholt zur Anschauung gebracht werden können, und die keinen Zweifel mehr übrig lassen. Wenn man auf dem Wege, den ich angedeutet habe (Einschliessen von isolirten Scheidewänden oder von Längsschnitten des frischen Stengels in trocknes Gummi) dünne Durchschnitte durch die Scheidewände anfertigt, so sieht man an stärkern Porenkanälen, es mögen dieselben leer oder mit Protoplasma gefüllt sein, oft ganz deutlich, dass eine trennende Wand nicht vorhanden ist (Fig. 21, 22). An manchen Präparaten beobachtet man zwar einen sehr zarten Querstreifen; allein derselbe ist nichts anderes als die durchscheinende Medianschicht der hinter dem Porenkanal liegenden Substanz (Fig. 17). Die andere Thatsache besteht in besonders weiten Porenkanälen, welche hin und wieder angetroffen werden. Wenn dieselben einen Durchmesser von 4 Mik. haben, und mit Protoplasma gefüllt sind, so genügen die Längsschnitte, wie man sie aus dem frischen Stengel erhält, vollkommen, um mit Sicherheit den Mangel einer verschliessenden Membran zu erkennen (Fig. 26). Ich muss daher, entgegen der Behauptung Mohl's die Continuität der Siebporenkanäle wenigstens für Cucurbita als erwiesen erklären. Es kann darüber um so weniger ein

Zweifel obwalten, als in beiden Beispielen von einer trennenden Wand nie das Geringste sichtbar ist, wenn die Medianschicht das gleiche Lichtbrechungsvermögen besitzt wie die übrige Substanz und daher nicht unterschieden wird; nur dann, wenn die Medianschicht sich deutlich zeichnet, erregt sie, in Folge Durchscheinens, gewöhnlich auch in den Porenkanälen den falschen Schein einer Querwand.

Die Siebröhren enthalten einen protoplasmaartigen Schleim, welcher in der Regel an einer der beiden Flächen jeder Scheidewand angehäuft ist (Fig. 31 a, 29 a), während an der andern Fläche sehr häufig warzen- oder blasenförmige Tropfen desselben sich befinden (Fig. 31 g, 27, 30). Dieser Schleim scheint von dem Protoplasma des übrigen Gewebes etwas verschieden zu sein. Jod färbt denselben bei starker Einwirkung braun oder rothbraun, indess das Protoplasma schwächer und mehr gelb gefärbt wird. Durch Salpetersäure wird der Schleim der Siebröhren gelb, das übrige Protoplasma dagegen bleibt farblos. Mit diesem Verhalten des Schleimes stimmen auch überein die Scheidewände der Siebröhren, ihre seitlichen Verdickungen und die Fasern der Gefässe. Sie zeigen bei Einwirkung von Jod so wie von Salpetersäure oft ganz die nämlichen Färbungen sowohl was die Intensität als den Ton betrifft. Daraus geht wohl hervor, dass die Siebverdickungen von dem nämlichen Stoff durchdrungen sind, welcher in dem Schleim die Jodreaction bedingt. Es besteht aber zwischen beiden eine Verschiedenheit; bei geringerer Einwirkung des Jod wird der Schleim schon ziemlich intensiv gefärbt, indess an den Siebverdickungen noch keine Veränderung wahrgenommen wird. Eben so werden die letztern, wenn sie die nämliche Färbung zeigten, durch Wasser viel schneller entfärbt als der Schleim. In dünnen Durchschnitten von Querscheidewänden sah ich die von Jodkaliumjod hervorgebrachte Farbe durch einen Wasserstrom augenblicklich verschwinden. Diess scheint mir sich so erklären zu lassen. Die in der Zellwand eingelagerte Proteinverbindung ist bis auf einen gewissen Grad durch die Molecularwirkung der sie um-

gebenden Cellulosetheilchen geschützt. In dem Schleim dagegen ist sie gleichsam aufgeschlossen und fremder Einwirkung preisgegeben, weil sie sich hier mit einer halbflüssigen Substanz gemengt hat. — Ueber die chemische Beschaffenheit des Inhaltes der Siebzellen weiss ich übrigens nichts Sicheres, da es mir noch nicht möglich war, eine hinreichende Menge desselben für eine Analyse zu sammeln; und es ist lediglich Vermuthung, dass derselbe aus einer Proteinverbindung und einer stickstofflosen auf Jod nicht reagirenden Substanz bestehe.

Was nun die Formbildung des Schleimes der Siebröhren betrifft, so ist derselbe meistens feinkörnig, seltener homogen. Die Anhäufung an den Scheidewänden, welche bald sich scharf abgrenzt bald allmählich sich in den übrigen Inhalt verliert, ist zuweilen quergestreift; man erkennt darin abwechselnde dichtere und weichere Schichten. Die letztern gleichen mit Wasser gefüllten Spalten (Fig. 29, a). Seltener kommen auch elliptische und rundliche Hohlräume vor. — Die Tropfen (g), welche auf der andern Seite der Scheidewände sich befinden, sind homogen und überall von gleicher Dichtigkeit; oder sie besitzen eine dichtere Grenzschicht; oder sie bestehen auch abwechselnd aus dichtern und weichern Schichten (Fig. 26 A, 27, 30, 31, 35 g).

Die Anordnung des Schleimes in den Siebröhren deutet offenbar auf eine Bewegung durch dieselben. Wie bereits bemerkt, ist er an den Scheidewänden angehäuft, und zwar kommen die Anhäufungen in der nämlichen Siebröhre fast ohne Ausnahme auf der nämlichen Seite vor. In der grossen Mehrzahl ist es die untere Fläche der Scheidewand, somit das obere Ende jeder Zelle, wo sich der Schleim anhäuft. In einer geringern Zahl (durchschnittlich $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{4}$ aller Siebröhren) wird die umgekehrte Lagerung beobachtet. Man sieht oft Siebröhren unmittelbar neben einander, von denen die eine den Schleim in den obern Enden ihrer Glieder, die andere in den untern Enden anhäuft. Selten gibt es auch Siebröhren, in denen an einem bestimmten Punkte die Lagerung wechselt; dann haben z. B. die obern Glieder die Schleimanhäufungen in ihrem obern,

die untern in ihrem untern Ende oder umgekehrt. In diesem Falle zeigt das Glied, welches den Uebergang bildet, entweder keine Anhäufung oder es hat deren zwei; und wenn es kurz ist, so kann es auch ganz mit Schleim angefüllt sein.

Die Saftbewegung in einer Siebröhre geht nach der Richtung hin, nach welcher sich in den Gliedern der Schleim angehäuft hat. Diess wird schon durch die erwähnte bestimmte Anordnung angedeutet. Es gibt überdem noch andere Erscheinungen, welche dafür sprechen. Die Scheidewände sind fast immer mehr oder weniger gebogen. Die Biegung ist constant so gerichtet, dass die Schleimanhäufung sich auf der concaven Seite befindet (Fig. 29 a); sie wird hervorgebracht durch den Druck, den der sich bewegende Saft auf die Scheidewände ausübt. Die convexe Seite ist entweder frei von Schleim, oder sie ist mit Schleimtropfen besetzt, welche mit einem dünnen Stiel je in einem Porenkanal befestigt sind und dadurch mit der Plasmaanhäufung auf der andern Seite in Verbindung stehen (Fig. 26 A, 27; in Fig. 10 sieht man die in eine Schleimwarze endigenden Porenkanäle in schiefer Ansicht). Dieses Verhalten deutet offenbar darauf hin, dass der Schleim durch die siebförmige Wand durchgepresst wird und unter bestimmten Umständen hier als Tropfen auftritt. Dieselben haben, entsprechend ihrer Entstehungsweise, wenn sie an der obern Fläche sich befinden, eine kugelige oder birnförmige (Fig. 26, 27), wenn sie an der untern Fläche hängen, eher eine birnförmige oder längliche Gestalt (Fig. 31). Zuweilen bestehen sie aus mehrern in einander geschachtelten Blasen, und erregen dann ganz den Eindruck, als ob der Schleim stossweise in kleinen Partien durch den Porus durchgepresst worden sei (Fig. 27 g; Fig. 35 g von der Fläche gesehen).

Wenn man einen Stengel von *Cucurbita* in's Wasser stellt und das obere Ende abschneidet, so quillt aus der Schnittfläche eine weiche, schleimige Gallerte heraus. In 12 bis 24 Stunden sammelt sich dieselbe öfter zu wallnussgrossen Massen. Die Erscheinung tritt regelmässig ein, wenn die Luft etwas feucht

ist und das Austrocknen der Schnittfläche verhindert wird. Dieser Schleim ist der nämliche wie derjenige, welcher sich in den Siebröhren befindet; wenigstens verhält er sich zu Jod ganz in gleicher Weise. Er quillt aber auch wirklich aus den Siebbündeln hervor, wie man mit der Loupe deutlich wahrnimmt. Wenn man die Schnittfläche des Stengels, an welcher das Heraustreten des Schleimes eben beginnt, unter das Microscop bringt, indem man eine dünne Platte von dem obern Stengelende abschneidet, so bemerkt man sogar, dass die Schleimtropfen nur aus den Siebröhren und aus den bastähnlichen Zellen, welche in dem parenchymatischen Theil des Siebbündels (pag. 213) liegen, ausfliessen.

Die erwähnten Thatsachen lassen keinen Zweifel darüber bestehen, dass der schleimige Inhalt der Siebröhren sich wegen der Continuität ihrer Höhlung durch den Kürbisstengel fortbewegen kann, und dass diese Fortbewegung unter bestimmten Umständen wirklich erfolgt. Die nächsten Fragen wären nun, von welchen Umständen hängt die Strömung ab, in welcher Richtung geht dieselbe, welche Grenzen hat sie? für die Beantwortung gibt es bis jetzt nur einige Andeutungen, die aus den vorhandenen dürftigen Thatsachen hervorgehen. Ich habe angeführt, dass durchschnittlich $\frac{3}{4}$ oder $\frac{4}{5}$ aller Siebröhren die Schleimanhäufung in den obern Enden ihrer Glieder zeigten, und dass bei dem andern $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ das Umgekehrte beobachtet wurde. Daraus folgt, dass in der Mehrzahl die Saftströmung zuletzt nach oben, in der Minderzahl nach unten gegangen ist. Aber damit ist nicht gesagt, dass diess für die unverletzte Pflanze gilt. Um die Siebröhren unter dem Mikroskop zu beobachten, muss man den Stengel zerschneiden. So wie diess geschieht, tritt an den Schnittflächen in Folge der Elasticität der Gewebe Saft aus den Siebröhren heraus. Wenn man ein Stengelstück längere Zeit mit dem untern Ende in Wasser stellt, so sammelt sich an der obern Schnittfläche nach und nach eine grössere Menge von Schleim. Es wäre also möglich, dass die Schleimanhäufungen an den Scheidewänden und die Blasen von durch-

gepresstem Schleim erst eine Folge der herbeigeführten abnormalen Verhältnisse wären. Es dürfte schwer sein, sich darüber vollkommene Gewissheit zu verschaffen; namentlich mangelt eine Methode, um zu ermitteln, welchen Einfluss die Contractionen der Gewebe in Folge der Eingriffe des Messers haben.

Um zu erfahren, ob das durch den Stengel aufsteigende Wasser vielleicht in dem Saftstrom der Siebröhren eine Veränderung veranlasse, stellte ich frisch abgeschnittene Stücke des nämlichen Stengels je die einen aufrecht mit dem untern Ende, die andern umgekehrt mit dem obern Ende in's Wasser und liess dieselben 24 Stunden und länger stehen. Bei der Untersuchung der erstern zeigte sich das durchschnittliche Verhältniss von 4—5 Siebröhren die nach oben, auf 1 die nach unten leitet. In den letztern war dieses Verhältniss ein anderes; oft beobachtete man in der Hälfte der Siebröhren die Schleimanhäufungen an den ursprünglich untern (Basilar-) Enden der Glieder, oft war diess selbst mehr als in der Hälfte, oft auch nur in der kleinern Hälfte oder nur in einem Drittheil der Fall. — Dieses Experiment wurde wiederholt; es trat aber nicht immer mit dem nämlichen Erfolge ein. Es gab ausnahmsweise auch aufrecht im Wasser stehende Stengelstücke, in welchen beinahe die Hälfte der Siebröhren die Schleimanhäufungen am obern Ende hatte, so dass ein sicherer Schluss aus diesen Beobachtungen ebenfalls nicht zu ziehen ist. Auch hier können bei der Präparation für's Mikroskop noch Veränderungen vor sich gegangen sein.

Um ferner zu erfahren, wie die Contraction der Gewebe auf die Bewegung in den Siebröhren einwirke, wurde ein 100 M.M. langes Stück aus einem Internodium der frischen Pflanze herausgeschnitten. Aus beiden Schnittflächen quollen grosse Schleimtropfen hervor. Kurze Zeit nachher wurden die beiden Enden des Stengelstücks auf Längsschnitten untersucht. Am obern Ende war die Mehrzahl der Querwände in den Siebröhren gebogen und mit Schleimblasen besetzt und zwar fast ohne Ausnahme in der Art, dass eine Strömung nach oben an-

gezeigt wurde. Am untern Ende zeigten fast $\frac{2}{3}$ aller Querwände weder Biegung noch Schleimtropfen; von den übrigen kehrte die Mehrzahl die convexe Seite und die daran hängenden Blasen nach unten. — Ein abgeschnittener Zweig mit unverletzter Spitze blieb eine Stunde trocken liegen. An der Schnittfläche befanden sich zahlreiche grosse Schleimtropfen. Nun wurde das zunächst liegende Gewebe untersucht, und es zeigte sich, dass alle Querwände der Siebröhren nach unten gebogen und an der convexen (untern) Seite mit Schleimblasen bedeckt waren. Darauf schnitt ich den Zweig am nächsten Knoten durch. Das auf diese Weise abgetrennte Basilarstück hatte eine Länge von 60 M. M. Nach 20 Minuten untersuchte ich das Gewebe an dessen oberem Ende. Die meisten Querwände in den Siebröhren waren nach unten gebogen und hatten Schleimblasen auf der untern Seite; diess war offenbar eine Folge der abwärts gehenden Strömung, welche vor der Lostrennung des Stückes in dem ganzen Zweige und namentlich in dessen unterstem Theile stattgefunden hatte. Einige Querwände waren dagegen nach oben gebogen und hatten die Schleimblasen auf der obern Seite; ohne Zweifel weil nach Lostrennung des Stückes eine geringe Menge von Saft an dessen oberem Ende ausgetreten war, und weil somit in Folge der stattgehabten Contraction in der Nähe der obern Schnittfläche ein geringer Saftstrom nach oben eingetreten war.

Aus den eben mitgetheilten Beobachtungen ergibt sich, dass die Contraction des Gewebes eine bestimmte Strömung des Schleimes in den Siebröhren veranlassen kann, und dass wenn diese mechanische Ursache eine gewisse beträchtliche Kraft erreicht, alle auf dem Querschnitte befindlichen Siebröhren in der nämlichen Richtung leiten. Ist die mechanische Ursache aber weniger wirksam, so wird eine grössere oder geringere Zahl von Siebröhren davon nicht afficirt, und behält ihre gewöhnliche Strömungsrichtung, welche vorherrschend von unten nach oben zu gehen scheint. Man möchte vielleicht denken, dass auf diesem Wege noch genauere und bestimmtere Resul-

tate zu erzielen wären. Ich habe die Beobachtungen nicht fortgesetzt, weil an den Präparaten für das Mikroskop selbst die ungleiche Contraction wirksam sein muss und weil sich diese Wirkungen nicht controliren lassen.

Es lässt sich also mit Rücksicht auf die Richtung bloss sagen, dass der anatomische Bau und das Verhalten unter abnormalen Umständen die Annahme erlaubt, es leiten die Siebröhren sowohl nach oben als nach unten. Aber es bleibt noch zu ermitteln, ob eine bestimmte Strömung und zwar wie es wahrscheinlich ist eine vorherrschend nach oben gerichtete Strömung wirklich vorkomme, ob sie in allen Siebröhren die nämliche sei, oder ob die einen constant nach oben, die andern constant nach unten leiten, oder ob in der nämlichen Röhre die Richtung wechsele. Wenn eine bestimmte Strömung nicht vorhanden ist, so muss doch mit den Turgescenzveränderungen im Gewebe eine Bewegung eintreten. Die Wasseraufnahme durch die Wurzeln, die Leitung desselben durch den Stengel und die Verdunstung durch die Blätter, welche drei Processe meist nicht so zusammentreffen, dass die positiven Wirkungen des einen durch die negativen der beiden andern aufgehoben werden, veranlassen ungleiche Modificationen in der Turgescenz der verschiedenen Gewebe. Es verdunsten die Blätter z. B. mehr als die Wurzeln aufnehmen: die Turgescenzverminderung wird sich zuerst in den Blättern, dann im Stengel geltend machen. Oder es hört die Verdunstung in den Blättern plötzlich auf; die vermehrte Turgescenz tritt zunächst in den Blättern, dann im Stengel ein. Dadurch müssen Strömungen in den Siebröhren bald nach oben bald nach unten erfolgen, wie sie auch durch die Veränderungen der Turgescenz in den abgeschnittenen Stengelstücken herbeigeführt werden. — Diess gilt für den Fall dass der Inhalt der Siebröhren sich in Ruhe befindet. Wenn dagegen in denselben eine bestimmte von andern Ursachen bedingte Strömung vorhanden sein sollte, so müssten die genannten Turgescenzveränderungen dieselbe bald beschleunigen bald verlangsamen.

Die Siebröhren möchten in ihrer Function wohl mit den Milchsaftegefässen, Milchsaftegängen und übrigen Saftgängen übereinstimmen, deren physiologische Bedeutung von Schultz gewiss weit überschätzt und unrichtig gefasst, von den Gegnern aber allzu niedrig taxirt wurde. Die Wichtigkeit aller dieser grösstentheils mit schleimigen Säften angefüllten Canäle scheint mir offenbar darin zu liegen, dass die Pflanze auf sehr lange Strecken mit Leichtigkeit unlösliche Stoffe transportiren kann, und dass wenn auch eine bestimmte und constante Fortbewegung durch besondere Kräfte nicht vorhanden sein sollte, dennoch in Folge der genannten mechanischen Einflüsse der umgebenden Gewebe zeitweise Strömungen bald in dieser bald in jener Richtung eintreten müssen.

Mit Rücksicht auf die Entfernungen, bis zu welchen die Saftströmung durch die Siebröhren geht, und die Grenzen, die derselben gesteckt sind, können wir einmal sagen, dass diese ununterbrochenen Canäle sich durch die ganze Länge des Stengels erstrecken. Schwieriger ist die fernere Frage zu beantworten, ob und wie weit von den Siebröhren aus auch in der Querrichtung die Strömung sich fortpflanzen könne. Die Siebfelder, welche an ihren Seitenwandungen sich befinden, deuten darauf hin, dass wenigstens zu den angrenzenden Zellen eine offene Communication besteht. Zwar wurden hier die Poren nicht mit Sicherheit als wirkliche Löcher erkannt; allein es kann dieser Mangel auf Rechnung ihrer Kleinheit gesetzt werden. Es ist überhaupt wahrscheinlich, dass die seitlichen Siebfelder mit denen der Scheidewände auch in dieser Beziehung übereinstimmen, da sie in allen andern Beziehungen ihnen gleichen; und es ist ferner wahrscheinlich, dass die Siebröhren aller übrigen Pflanzen sich wie diejenigen von *Cucurbita* verhalten. Ob die seitliche Communication in den die Siebröhren zunächst umgebenden Zellen endige, muss ich dahin gestellt sein lassen. Vielleicht dass eine Beobachtung, die ich schliesslich noch mittheilen will, eine Lösung dieser Frage andeutet.

Hartig und Mohl haben die Siebröhren als ein besonderes

Elementarorgan hingestellt und dasselbe durch die Siebporen charakterisirt. Nun besitzen aber auch die Parenchymzellen des Markes und der Rinde von Cucurbita Pepo Siebporen oder wenigstens Poren, welche mit den seitlichen Siebfeldern der Siebröhren die grösste Aehnlichkeit haben (Fig. 44). Diese verdünnten bis jetzt als Poren bezeichneten Stellen der Membran sind von elliptischer Gestalt, 8—20 Mik. lang, $2\frac{1}{2}$ —5 Mik. breit und 4—6 mal so lang als breit. Die schmälern haben 1, die breiteren in der Mitte 2 Reihen von röthlichen Areolen, die von weisslichen Streifen eingefasst sind. Ich beschränke mich auf die einfache Erwähnung dieser Thatsache und überlasse die Entscheidung der Frage, ob auch die Parenchymzellen wirkliche Siebporen besitzen, fernern Untersuchungen.

Erklärung der Tafeln.

In allen Figuren bezeichnet p die Porenkanäle, i die Zwischenräume zwischen den Areolen, m die Medianschicht, g die Schleimblasen an der Siebscheidewand, c den vorstehenden Rand derselben, s die Seitenwand der Siebröhren. Die in () eingeschlossenen Zahlen zeigen die Vergrösserung an.

1. Längsschnitt durch eine Siebscheidewand.
2. Längsschnitt durch eine Siebscheidewand, durch Erhitzen in Aetzkali stark aufgequollen. b Plasmaschicht.
3. Siebscheidewand aus dem macerirten Stengel; A in der Längsansicht, B in der Flächenansicht.
4. Siebscheidewand aus dem macerirten Stengel; A in der Längsansicht, B in der Flächenansicht.
5. Ein Theil einer Siebscheidewand von der Fläche.
6. Eine Siebscheidewand durch Jodkaliumjod gefärbt, schief von der Fläche.
7. Siebscheidewand im Längsschnitt durch Kalilösung aufgequollen; m' Medianschicht bei stärkerer Vergrösserung.
8. Siebscheidewand aus dem macerirten Stengel, welche in 3 Stücke zerfallen ist; n mittlerer Theil; o, o Seitentheile; A in der Längsansicht, B in der Flächenansicht.

9. Siebscheidewand aus einem macerirten Stengel schief von der Fläche gesehen.

10. Siebscheidewand durch Jod gefärbt schief von der Fläche; die Poren (p) enden in Warzen von Schleim (g).

11. Die Hälfte des Mittelstückes einer Siebscheidewand aus dem macerirten Stengel; A in der Längsansicht, B in der Flächenansicht.

12. Stück einer Siebscheidewand; A im Längsschnitt, B von der Fläche.

13. Stück einer Siebscheidewand von der Fläche.

14. Siebscheidewand in Aetzkallilösung gekocht, von der Fläche, a bei stärkerer Vergrößerung; es ist nur die Medianschicht in Form eines Netzes übrig geblieben.

15. Seitlicher Theil einer durch Maceration zerfallenen Siebscheidewand von der innern Fläche gesehen.

16. Mittlerer Theil einer durch Maceration zerfallenen Siebscheidewand von der Fläche.

17. Dünner Längsschnitt durch eine Siebscheidewand; A in der Flächenansicht; B im Profil.

18. Siebscheidewand aus dem macerirten Stengel von der Fläche.

19. Siebscheidewand aus dem macerirten Stengel von der Fläche.

20. Dünner Durchschnitt einer Siebscheidewand aus dem macerirten Stengel.

21. Dünner Durchschnitt einer Siebscheidewand aus dem macerirten Stengel.

22. Dünner Durchschnitt einer Siebscheidewand aus dem macerirten Stengel.

23. Siebscheidewand aus dem macerirten Stengel von der Fläche; die Areolen sind von einem weisslichen Rand umgeben, die Zwischenräume zwischen den Areolen (i) sind nur stellenweise vorhanden.

24. Medianschicht einer in Aetzkali gekochten Siebscheidewand in der Längsansicht, A bei mittlerer, B bei höchster Ein-

stellung. Dieselbe ist in der Mitte noch ungetheilt, ringsum in 2 Plättchen getrennt; a ganze Medianschicht, b einzelnes Plättchen derselben.

25. Medianschicht einer in Aetzkali gekochten Siebscheidewand, schief liegend und den durchschnittenen Rand zukehrend; sie besteht aus einem Netz von Balken.

26. Siebscheidewand im Längsschnitt, mit einem sehr grossen Porus; A in Wasser, B durch Aetzkallilösung aufgequollen und durch Jod gefärbt; die Schleimblase (g) hat sich in B mit dem Protoplasma vereinigt und die Medianschicht ist sichtbar geworden.

27. Siebscheidewand im Längsschnitt mit Schleimblasen auf der convexen Seite; a Protoplasma.

28. Siebscheidewand aus dem macerirten Stengel in der Längsansicht.

29. Siebröhre im Längsschnitt nach Behandlung mit chloresauerm Kali in Salpetersäure, a Schleimanhäufung an der Scheidewand.

30. Siebröhre im Längsschnitt mit einer gebogenen und etwas schief stehenden auf der convexen Seite mit Schleimblasen bedeckten Scheidewand.

31. Siebröhre im Längsschnitt; die Scheidewand ist auf der obern Seite mit einer Schleimanhäufung auf der untern mit Schleimwarzen bedeckt.

32. Siebscheidewand aus dem macerirten Stengel in der Längsansicht.

33. Siebscheidewand im Längsschnitt.

34. Siebscheidewand im Längsschnitt durch Jodkaliumjod gefärbt; a, b Protoplasma.

35. Siebscheidewand von der Fläche mit einer Schleimblase (g).

36. Seitliches Siebfeld; A in der Durchschnichtsansicht, B in der Flächenansicht.

37. Seitenwand zwischen 2 Siebröhren mit einfachen und zusammengesetzten Siebfeldern, in der Flächenansicht.

38. Seitenwand einer Siebröhre in der Flächenansicht; a, b eine angrenzende schmälere Zelle.

39. Längsschnitt durch die Seitenwand zwischen 2 Siebröhren mit zahlreichen Siebfeldern.

40. Längsschnitt durch die Seitenwand zwischen einer Siebröhre (a) und einer andern Zelle (b).

41. Seitliches Siebfeld von der Fläche.

42. Seitenwand einer Siebröhre von der Fläche, s im Längenprofil; a grosses Siebfeld von der Fläche, b im Profil; c kleine Siebfelder.

43. Seitenwand einer Siebröhre im Längsschnitt, mit 2 kugeligen Siebfeldern.

44. Membran einer Zelle des Rindenparenchyms in Aetzkali gekocht, dann durch Jod gefärbt.

b) „Ueber die Verdunstung an der durch Korksubstanz geschützten Oberfläche von lebenden und todten Pflanzentheilen.“

Es ist bekannt, dass die gewöhnlichen Zellmembranen das Wasser viel leichter hindurch gehen lassen als die aus Korksubstanz bestehenden. Daher trocknen die unter Wasser befindlichen Pflanzentheile, wenn sie abgeschnitten und an die Luft gebracht werden, auffallend schneller als die nicht untergetauchten Organe, welche von der Pflanze losgetrennt werden; denn die letztern sind an ihrer Oberfläche mit Korksubstanz (Cuticula oder Periderm) überzogen, die erstern dagegen nicht. Daher nehmen die Wurzeln der Landpflanzen fast ausschliesslich mit ihren Enden (das Wurzelschwämmchen ausgenommen) Wasser auf, weil sich hier noch keine Korksubstanz gebildet hat. Daher geht die Verdunstung der Blätter ganz überwiegend durch die Spaltöffnungen vor sich, wo die Cuticula unterbrochen ist, und hört zum grössten Theile auf, wenn die Spaltöffnungen sich schliessen. Ein Apfel und eine Kartoffel werden viel schneller trocken, wenn man sie ihrer aus Korksubstanz bestehenden Schale beraubt. Einige Pflanzenphysiologen (Treviranus, Schle-



