Mikrochemische Untersuchungen. Von Julius Sachs.

(Schluss.)

Ricinus communis. Wie bei allen von mir untersuchten Samen [1]), deren stickstofffreie Reservenahrung aus Fett besteht, findet auch bei der Keimung von *Ricinus* transitorisch Stärkebildung statt. Nach v. Mohl tritt sogar im Endosperm selbst Stärke auf, während dieses wächst. Ob das Fett des Endosperms als solches in die Cotyledonen übergeht, ist mir noch nicht ganz klar. Gewiss ist, dass während der Keimung die Cotyledonen und das hypocotyle Glied Fett enthalten und zwar so viel, dass man kaum annehmen kann, es sei nur dasselbe, welches schon im ruhenden Keime da war. Dass wenigstens ein grosser Theil des fetten Oels in den sich ausbildenden Keimtheilen in Stärke übergeht, ist unzweifelhaft. Das Verhalten dieser Stärke und des Zuckers in den Keimtheilen bestätigt wieder die allgemeine Regel. Zuerst verschwinden beide aus den Wurzeln, dann im unteren Theil des hypocotylen Internodiums, dann im oberen endlich in den Cotyledonen selbst, also in derselben Ordnung wie diese Keimtheile zur Ausbildung gelangen.

Während der Zeit der kräftigsten Vegetation, wo bereits Inflorescenzen entstanden, fand ich in den fertigen Blättern im Chlorophyll Stärke, ebenso in allen Gefässbündelscheiden, von den kleinsten Bündeln im Mesophyll anfangend, durch die Blattstiele und den Stamm bis hinab in die Wurzel und hinauf in die Knospen. Im untern Stammtheil und der Wurzel war Stärke auch im Mark (am Umfang) in den Markstrahlen, soweit sie im verholzten Theile lagen, und in der Rinde. Ein junges Blatt von 6—7 mm. Länge enthielt noch keine Stärke im Chlorophyll, aber wohl in dem Parenchym der Nerven und des Stieles. Traubenzucker fand sich im Parenchym der Nerven fertiger Blätter, des Stammes, der Markstrahlen bis hinab in die Wurzel.

Ein sehr junger Blüthenstand (6—7 Ct. lang) enthielt in der Spindel Stärke, unten nur in der Stärkeschicht, oben auch in Mark und Rinde; die allerjüngsten Blüthenknospen, deren Gewebe noch in Theilung begriffen, enthielten keine Stärke, bei älteren weiblichen Blüthen enthielt der wachsende Kelch Stärke, ebenso

[1]) Meine Abhandlang „Ueber das Auftreten von Stärke bei der Keimung ölhaltiger Samen" botan. Zeitung 1859 Mai.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0362-5

die Stärkeschicht des Pedunculus, im Carpell und der Narbe fand sich keine; Traubenzucker war in Rinde und Mark der Spindel, der Kelchbasis, den Staubbeuteln, den Carpellen und Integumenten der noch unbefruchteten Ovula. Nach der Befruchtung zeigte die 5 mm. lange junge Frucht im Chlorophyll des Pericarps noch keine Stärke (aber in den Spaltöffnungszellen), ebenso im Endocarp; Zucker fand sich auch nicht. Der Samenträger enthielt weder Stärke noch Zucker, in den Integumenten der Ovula fand sich Zucker aber keine Stärke, der Kospenkern enthielt Stärke aber wenig Zucker. Während die Frucht wächst, bildet sich im Chlorophyll der äusseren Schicht immer mehr Stärke. Während die sehr eigenthümliche Zellschicht, welche das aufspringende Endocarp bildet, sich ausbildet, führen die dasselbe aussen umgebenden Zellschichten Stärke und sehr viel Zucker, die erst verschwinden, wenn das Endocarp völlig verholzt ist. Sie liefern diesem das Material zur Ausbildung seiner Zellwände, das sie wohl aus dem Chlorophyll der äusseren Schicht beziehen. Ein ähnliches Verhältniss findet bei der Bildung der Samenschale statt. Diese entsteht aus einer Zellschicht des inneren Integumentes. Während diese Schicht ihre Zellwände verdickt und ausbildet, findet sich das Material dazu in Form von Stärke und Zucker in den Zellen des äusseren und der inneren Schicht des inneren Integumentes. Die Gefässbündel des Spermophors sind von stärkeführenden Parenchymschichten umgeben, welche sie vom Pedunculus an bis in den Nabelstrang der anatropen Ovula begleiten; durch den Nabelstrang gehen diese stärkeführenden Schichten mit der Chalaza bis in den Knospenkern und führen den Zellen, welche den Embryosack umgeben die Stärke zu. Das Endosperm selbst, welches sich als dünnwandiges Gewebe von der Wand des Embryosackes aus bildet, enthält Anfangs nur Zucker (niemals Stärke), später kommt zu dem Zucker Oel, welches sich offenbar aus jenem bildet, während bei dem Heranreifen der Zucker im Endosperm (aus der benachbarten Stärke entstehend) abnimmt, nimmt das fette Oel überhand. Der noch kugelige Embryo ist anfangs mit Eiweissstoffen allein erfüllt; wenn die Cotyledonen deutlich hervortreten, so zeigt sich anfangs im Wurzelende Stärke, die dann alles Parenchym des heranwachsenden Embryo's erfüllt; bei der Reife aber verschwindet diese Stärke im Embryo vollständig, während fettes Oel die Zellen erfüllt.

Beta vulgaris. Am Ende der Keimung enthalten die grün-

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0363-1

gewordenen Cotyledonen keine oder nur spurweise Stärke im Chlorophyll; später, wenn unter dem Einfluss des Lichtes die Assimilation begonnen hat, findet sie sich reichlich darin.

Die zahlreichen Blätter vegetirender Pflanzen enthalten im Chlorophyll reichlich Stärke, von wo aus sie durch die Gefässbündelscheiden der Nerven zu den Stielen hinabgeht; ebenso findet sich Stärke in dem jungen Parenchym unter der Knospe und in den jungen Blättern. Traubenzucker tritt bei Pflanzen mit etwa sechs Blättern in den Stielen dieser und in dem die Blätter tragenden Stammtheil auf; in diesen Theilen mehrt sich der Zucker immerfort, er lässt sich aber niemals in der Wurzel selbst nachweisen, ausser in dem oberen mittleren Theil unter der Stammknospe. Der Rohrzucker, der offenbar als Verwandlungsprodukt der Stärke im Chlorophyll und des Traubenzuckers der Stiele zu betrachten ist, beginnt sich in der Wurzel zu zeigen, sobald diese anfängt rübenförmig zu werden, dann nimmt er immerfort zu.

Wenn diese Beobachtungen darauf hinweisen, dass hier Stärke zuerst in Traubenzucker und dann in Rohrzucker übergeht, so zeigen anderseits die belaubten Stämme, welche bei der zweiten Vegetationsperiode aus der Rübe kommen, dass der Rohrzucker wieder in Stärke und Traubenzucker übergeht, bevor er zum Wachsthum der Zellen benützt wird. Dass die Stärke in den neuen Trieben nicht durch Assimilation der neuen Blätter zu erklären ist, folgt daraus, dass sich die Stärke in den Knospen zeigt, bevor die neuen Blätter grün sind, und dass derselbe Prozess stattfindet, wenn man die Rübe im Finsteren austreiben lässt, wo die Blätter gelb herauswachsen und wo an Assimilation nicht zu denken ist, in diesem Fall muss die Stärke in den Trieben nothwendig durch Umwandlung eines assimilirten Stoffes entstanden sein und es findet sich keiner in der Rübe, der so dazu geeignet wäre als eben der Rohrzucker.

Dahlia variabilis. Die reifen, bekanntlich Inulin enthaltenden Knollen der Georgine gaben mit Kupfervitriol und Kali behandelt keinen rothen Niederschlag von Kupferoxydul, sie enthielten auch keine Stärke. In den keimenden Knollen aber wurde eine grosse Menge Kupferoxydul reduzirt, ebenso im Parenchym der Triebe, welche durch diese Knollen ernährt wurden. Ob die reduzirende Substanz in diesem Falle Traubenzucker oder Dextrin gewesen sei, welche aus dem Inulin entstanden sein müssen, scheint noch einigermassen zweifelhaft. Schnitte und grössere

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0364-7

Stücke des Knollen und Triebe zeigten die Reaktion fast unverändert nachdem sie 36 Stunden in Alkohol von 95% gelegen, sie zeigten diese Reaktion sogar nachdem sie 36 Stunden in Wasser gelegen hatten. Mag dieser Stoff immerhin weder Traubenzucker noch Dextrin sein, er stimmt in seinem Auftreten völlig mit jenen überein. In den auskeimenden und halb etiolirten Trieben von Knollen, die im Keller auswuchsen, fand ich neben dem reduzirenden Stoff reichlich Stärke in den stärkeführenden Schichten der Internodien vom Knollen anfangend bis hinauf zur Knospe und in die Blätter hin [1]). Diese Stärke kann doch wohl nur als ein Umwandlungsprodukt des Inulins betrachtet werden.

Dass umgekehrt auch das Inulin der Knollen aus der im Chlorophyll der Blätter gebildeten Stärke hervorgeht, scheint mir aus folgenden Beobachtungen abgeleitet werden zu müssen. Eine 3 Fuss hohe im Freien erwachsene Georginenstaude (aus einem Steckling erzogen) hatte 3 grosse und mehrere kleine Wurzelknollen. Das Chlorophyll der Blätter war reich an Stärke, die Gefässbündelscheiden von den feinsten Blattnerven anfangend führten durch die Blattstiele, im Stamm bis zu den Knospen einerseits und der Stammbasis anderseits reichlich Stärke; in den unteren Internodien und den unreifen kleinen Knollen fand sich Kupferoxydul reduzirende Substanz in grosser Menge; neben derselben findet sich in einzelnen Zellschichten der unreifen Knollen auch ein wenig Stärke. Diese und die reduzirende Substanz aber sind in den reifen grossen Knollen nicht mehr anzutreffen. Diess Verhalten erklärt sich einfach, wenn man annimmt, dass die in dem Chlorophyll der Blätter entstandene Stärke im unteren Stammtheil ankommend sich in die reduzirende Substanz und diese ihrerseits in Inulin umwandelt, so dass also die umgekehrte Metamorphose, wie bei der Keimung der Knollen, stattfindet.

Allium Cepa. In dem Parenchym der Zwiebelschuppen und der jungen Blätterconvolute austreibender Zwiebeln fand ich überall reichlichen Niederschlag von Kupferoxydul, der auch dann noch ziemlich stark eintrat, wenn dickere Schnitte 24 Stunden in Alkohol (96%) gelegen hatten. Bei stark ausgekeimten Zwiebeln

---

[1]) Als Eigenthümlichkeit der Dahlia ist hervorzuheben, dass in den grossen, sehr eigenthümlich gebildeten Gitterzellen derselben innerhalb des stickstoffhaltigen Schleimes auch sehr feinkörnige Stärke (wie es scheint constant) auftritt.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0365-3

enthielten die theilweise erschöpften äusseren Schuppen nur noch wenig reduzirende Substanz. In den grünen Blättern älterer Pflanzen (30—40 c. m. lang) fand ich reichlich reduzirende Substanz bis hinab zu der in der ausgesogenen Zwiebel steckenden Basis. Hier scheint also eine dem Traubenzucker oder dem Dextrin analoge Substanz von den Blättern erzeugt und in den Zwiebelschuppen als Reservestoff aufbewahrt zu werden. Es ist diess der einfachste Fall, der mir bis jetzt vorgekommen ist.

Phoenix dactilifera. Der sehr kleine Keim des Dattelkerns enthält in seinen entwicklungsfähigen Geweben neben Eiweissstoffen reichlich fettes Oel. Das Albumen besteht aus dickwandigen getüpfelten Zellen, welche in ihrem engen Lumen neben eiweissartigem Stoff grössere Oeltropfen beherbergen. Untersucht man nun Keime, deren Wurzelende um etwa ein c. m. aus dem Keimloch hervorragt, so findet man in dem Parenchym des im Albumen sich ausbreitenden Saugorgans (Körper des Cotyledons) feinkörnige Stärke, ebenso im Parenchym der Scheide des Cotyledons, des Wurzelendes und der am Grunde der Scheide sitzenden Terminalknospe. Nach weiter fortgeschrittener Keimung, wenn die Scheide des Cotyledon sich auf 5—6 c. m. verlängert hat, ist auch die Wurzel schon etwa auf 5—6 mm. verlängert und die Knospe enthält zwei grössere Blätter, die aber noch im unteren Theil der Scheide stecken. In diesem Zustande zeigt der Keim Folgendes: Der Saugkörper des Cotyledons hat sich schüsselartig vergrössert und dabei das umliegende Albumen aufgesogen [1]). Die äusserste Schichte dieses Körpers bildet ein Epithel, dessen Zellen gleich der darunter liegenden Schicht in Theilung begriffen und frei von Stärke und Zucker sind. Das im Umfang unter dieser Schicht liegende Parenchym ist in Streckung begriffen (es bedingt die Vergrösserung des Saugorganes und enthält reichlich Stärke; in dem Scheidenrohr des Cotyledons findet sich unten viel Stärke; ebenso in der Wurzelhaube, im Wurzelparenchym und in den jungen Blättern der Knospe, Alle diese Theile sind im Wachsthum begriffen. Reduktion von rothem Kupferoxydul tritt ein: im Saugorgan und im Rohr des Cotyledons, in dem jungen sich streckenden Parenchym des ersten Knotens (zwischen Wurzel und Knospe). Wenn die Streckung

[1]) Das Morphologische bei dieser Keimung ist allgemein bekannt; es scheint aber noch unbemerkt geblieben zu sein, dass die Scheide des Cotyledons, also ein Blattgebilde, bei ihrem Austritt aus dem Samen eine entschieden geocentrische Krümmung macht, wie es sonst nur Wurzeln thun.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0366-9

des Cotyledonrohres vollendet ist, findet sich in ihm keine Stärke mehr; in den jungen Blättern tritt Zucker bei der Streckung auf, er und die Stärke verschwinden dann aus ihnen. All dieser Zucker und diese Stärke müssen aus dem Zellstoff des Albumens entstanden sein, zum Theil auch wohl aus dem fetten Oel in diesem. Die Endospermzellen sind im Umkreise des immer um sich greifenden Saugorganes erweicht, ihre Verdickungsschicht zum Unkenntlichen aufgequollen und formlos geworden. Nur die primären Zellwände sind in dieser Substanz noch zu erkennen [1]), und sie bilden, indem sie zusammengeschoben werden, auf dem vorrückenden Epithel des Saugorgans eine feinlinirte Schicht, während der formlos gewordene Zellstoff aufgesogen wird. Die entfernteren Theile der Albumenzellen sind unversehrt, oft ist die halbe Zellwand formlos geworden, die entferntere Hälfte noch völlig erhalten. Indem so die Zellwände um das vorrückende Epithel herum immerfort erweichen (die erweichte Schicht ist höchstens 1 mm. dick) und aufgesogen werden, füllt endlich das Saugorgan den ganzen Raum aus, den vorher das Albumen eingenommen hatte. Das fette Oel der Zellen bildet in der erweichten Schicht grosse Tropfen, wird aber ohne Zweifel, vielleicht unter Umwandlung, von dem Epithel aufgesogen. Die Dattel liefert ein Beispiel dafür, dass der in Gestalt schön verdickter Zellhäute abgelagerte Zellstoff noch einmal in den Kreislauf der Metamorphosen der assimilirten Stoffe übergehen kann, dass er sich in Zucker und Stärke umwandelt, zu den Neubildungsherden der Wurzel und der Knospen hinwandert und dort zum Aufbau neuer Zellhäute verwendet wird.

Aesculus Hippocastanum. Am 20. Februar 1862, als die Knospen der Kastanienbäume noch fest geschlossen waren, fand sich in den braunen Schuppen derselben, in den jungen Laubblättern, im Parenchym der jungen Internodien, sogar in den stecknadelkopfgrossen Blüthenknospen sehr reichlich Stärke; der verholzte vorjährige Zweig, der diese Knospen trug, enthielt Stärke im Mark, in den Markstrahlen, in der Rinde ausserhalb des Bastes. Mark und Rinde enthielten hier Zucker, der sich tiefer unten im älteren Theil nicht fand; Eiweissstoffe fand ich nur im Cambium des verholzten Triebes und in allen Zellen der Knospentheile.

[1]) Genaueres über diesen Gegenstand behalte ich mir für eine demnächst zu publicirende monographische Bearbeitung der mikrochemischen Veränderungen bei der Keimung der Dattel vor.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0367-5

Am 20. März waren an den Knospen die vier äusseren Schuppen geöffnet, es fand sich in der Axe der Knospe Stärke, ebenso in der Spindel der Inflorescenz und im Parenchym aller Blüthentheile. Zucker war in dem untersten Internodium der Knospe vorhanden, welches zuerst zur Streckung kommt. Der vorjährige Trieb, der diese Knospen trug, zeigte keine wesentliche Veränderung.

Am 28. März, als die Blätter schon aus der Knospe heraushingen, die dichtgedrängte Inflorescenz 4—5 c. m. lang war, fand sich Stärke nur in den Gefässbündelscheiden der Blattstiele und der unteren Internodien, hier auch Zucker im Parenchym. Der vorjährige Holztrieb enthielt Stärke nur noch im Markumfang und dem inneren Theil der Markstrahlen.

Die vorstehend mitgetheilten Beispiele und zahlreiche andere Beobachtungen in dieser Richtung dürften ihre einfachste und natürlichste Erklärung finden, wenn man annimmt, dass in dem Chlorophyll der Blätter die Stärke (oder ein anderer Stoff von gleicher Bedeutung: Zwiebel) durch Assimilation ursprünglich entsteht, dass ferner Stärke, Zucker, Inulin, Dextrin, wo immer in der Pflanze sie sich finden mögen, aus den Blättern gekommen sind oder, um alle Fälle zu begreifen, aus dem Chlorophyll, ob dieses nun in Blättern oder wie bei dem Cactus in der Rinde u. s. w. enthalten ist, dass es ferner für das Endresultat gleichgültig ist, ob die assimilirte Substanz in Form von Stärke, von Traubenzucker, Rohrzucker, Dextrin, Inulin oder Fett fortwandert und als Reservestoff aufbewahrt wird, da jeder dieser Stoffe aus Stärke und Traubenzucker in der Pflanze entstehen und sich wieder in diese beiden Stoffe verwandeln kann, und da das Endresultat dieser Prozesse jederzeit darin besteht, dass die genannten Stoffe als Material zum Aufbau der neuen Zellwände ihre bleibende Verwendung finden. Es ist wohl kaum zweifelhaft, dass kleinere Mengen dieser Substanzen oder ihrer Derivate sich auch in dem Cambium und in dem Urgewebe der Vegetationspunkte finden, um die Substanz zur primären Zellhaut zu liefern, in grösserer Menge findet sich aber die Stärke und der Traubenzucker erst in denjenigen Zellen, deren primäre Wand bereits gebildet ist, und die nun sich schnell vergrössern, während dieser Vergrösserung der Wände wird die Stärke als Material dazu aufgebraucht. Welche Rolle das Protoplasma bei dieser Metamorphose spielt, ist noch nicht zu entscheiden, sicher scheint es aber, dass die stickstofffreie Substanz sich innig mit dem Proto-

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0368-1

plasma mischt, von diesem eigenthümlich umgeändert und nun nach aussen hin als Zellstoff abgeschieden wird. So erklärt es sich, dass wir überall da, wo ein rasches Wachsthum der Zellen eintritt, schon vorher Stärke oder Traubenzucker oder einen Stoff finden, der diese beiden bildet, und warum nach eingetretener Ausbildung der Gewebe diese Substanzen verschwunden sind.

In Bezug auf die Wanderung der assimilirten Stoffe führen mich meine Beobachtungen zu der entschiedenen Ueberzeugung, dass sowohl die eiweissartigen als die stickstoffreien Substanzen aufwärts und abwärts die Zellengewebe durchsetzen; von dem Endosperm oder den Cotyledonen aus wandern sie fast gleichzeitig hinab in die Wurzel und hinauf in die Knospentheile, ebenso während der Vegetation von den Blättern aus, wenigstens glaube ich, dass die beschriebenen Beispiele keine andere Deutung zulassen. Wenn man bedenkt, dass die Assimilation nur unter Vermittlung des Chlorophylls bei dem Einfluss des Lichtes stattfinden kann, so ergibt sich mit Nothwendigkeit der Schluss, dass von den Blättern, überhaupt den chlorophyllführenden Theilen aus, die assimilirten Stoffe, welche allein im Stande sind, neue Organe zu bilden, diese nach den Wurzeln und den entstehenden Knospentheilen hinwandern müssen, dass also die Annahme eines bloss absteigenden Saftes unstatthaft, weil ungenügend ist. Vielmehr lässt sich allgemein der Satz hinstellen, dass die assimilirten Stoffe von den Theilen aus, wo sie entstehen oder wo sie als Reserve abgelagert sind, zu den Orten hingeleitet werden, wo sie zum Aufbau neuer Organe nöthig sind.

Als die wichtigsten Organe der Leitung der assimilirten Säfte haben sich nach meinen Untersuchungen zweierlei Gewebeformen herausgestellt, von denen die eine die Leitung der eiweissartigen Stoffe, die andere die der Stärke besorgt. Die eiweissartigen Stoffe wandern in den dünnwandigen zwischen Bast und Cambium liegenden Zellen, den Gitterzellen, denen bereits v. Mohl diese Funktion zuschrieb, aber gewiss auch in den homologen Zellen, welche keine deutliche Gitterbildung erkennen lassen, wie bereits von Hanstein hervorgehoben wurde. Gleichzeitig wandert die Stärke in den Gefässbündelscheiden oder doch denjenigen Parenchymschichten, welche die Gefässbündel unmittelbar umgeben. Dass diese beiden Elemente der Gewebe die wichtige Funktion versehen, gleichzeitig die eiweissartigen Stoffe und einen Zellstofferzeuger, durch deren Zusammenwirken das Material zur Gewebebildung gegeben scheint, zu den Orten der

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0369-8

Neubildung hinzuleiten, folgt nicht nur aus dem Umstande, dass diese Zellschichten die genannten Stoffe fast ohne Ausnahme enthalten, es scheint mir noch mehr daraus geschlossen werden zu müssen, weil die feinsten Anhänge der Gefässbündel, welche im Blattparenchym zwischen der oberen und unteren Schicht des grünen Parenchyms verlaufen, oft nur aus diesen Elementen bestehen. Ich habe mich überzeugt, dass in diesen feinsten Anfängen der Gefässbündel oft kein einziges Gefäss, überhaupt keine andere Zelle vorhanden ist, als ein Bündel überaus enger cambiformer Zellen, umgeben von einer geschlossenen Scheide parenchymatischer Zellen; erst in ihrem weiteren Verlauf nehmen diese Bündel noch Gefässe und später Bastzellen auf, bis sie sich endlich zu den stärkeren Bündeln vereinigen, welche die feineren hervortretenden Nerven bilden. Sehr deutlich sind diese interessanten Bündelanfänge in den Blättern von *Zea Mais*, *Phaseolus vulgaris* und *multiflorus;* schon schwieriger doch mit Sicherheit zu finden bei *Cheiranthus Cheiri*, *Begonia sp.*, *Rhododendron* u. a. Ich halte diese feinsten Bündelanfänge, welche nur die beiden wichtigsten Leitungsorgane, nämlich Cambiform (vielleicht Gitterzellen) und Stärkescheiden enthalten, darum für wichtig, weil sie zeigen, dass alle übrigen Elemente der Gefässbündel schwinden können; es dürfte vielleicht die Annahme nicht zu gewagt erscheinen, dass diese feinsten Anfänge der Gefässbündel es sind, welche aus dem assimilirenden Parenchym der Blätter die assimilirten Stoffe aufnehmen, indem die cambiformen engen gestreckten Zellen die Eiweissstoffe, die sie umgebenden parenchymatisch aussehenden Zellen der Bündelscheiden die Stärke oder ein Derivat derselben aufnehen und den grösseren Bündeln der Nerven zuführen. Doch ist diess eine Vermuthung.

Wenn ich übrigens den parenchymatisch aussehenden Zellen, welche die Gefässbündel unmittelbar berühren und sie begleiten, eine überwiegende Rolle bei der Leitung der Stärke zuschreibe, so soll damit nicht ausgeschlossen sein, dass nicht auch andere Parenchymzellen zu dieser Funktion wenigstens in zweiter Linie geeignet sind; doch scheint es, dass nur dann, wenn die Stärke sich massenhaft sammelt, auch das Rinden- und Markparenchym zur Fortleitung dient.

[1]) Meines Wissens scheinen dieselben bisher völlig übersehen worden zu sein; man erkennt sie auf sehr feinen Querschnitten der Blätter, wenn man sie mit Kali extrahirt und einige Zeit in Glycerin liegen lässt, zuweilen ist das ganze Bündel kaum so dick wie eine der umliegenden Parenchymzellen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0370-9

Die Stärke leitenden Schichten umgeben die Gefässbündel entweder von allen Seiten in Gestalt einer geschlossenen Scheide, wie z. B. bei den isolirten Bündeln in den Blattstielen von *Begonia*, oder sie umhüllen sie nur auf der Bastseite, also an der äusseren Kante, wie es gewöhnlich bei den Dicotylen mit im Kreis gestellten Gefässbündeln ist (*Brassica* u. m. A.) oder die stärkeführende Schicht bildet einen geschlossenen Ring auf dem Querschnitt des Stammes, welcher die isolirten im Kreis gestellten Bündel umgibt (*Ricinus* Keim), oder endlich die stärkeführende Schicht findet sich auf der innern Seite der Gefässbündel, wie bei *Zea Mais* und *Triticum* an den isolirten Bündeln (im ersten Internodium der Keimpflanze ist ein Gefässbündelkreis vorhanden äusserlich von einem Stärkering umgeben).

Die Frage, auf welche Art die Stärke fortgeleitet wird, kann ich nicht genügend beantworten. Dass die Stärke in den Gefässbündelscheiden im Zustand der Wanderung begriffen ist, scheint mir nach den Umständen, unter denen sie hier auftritt, unzweifelhaft. Dass die Körner als solche nicht die Zellwände durchsetzen, ist gewiss. Es scheint also keine andere Annahme übrig zu bleiben, als die, dass die Substanz der Stärkekörner in diesen Zellen in fortwährender Auflösung und Körnerbildung begriffen ist. Die in der Zelle A befindlichen Körner lösen sich, das Lösungsprodukt geht in die Zelle B. und bildet dort Stärkekörner, die abermals gelöst werden und in die Zelle C. gehen u. s. w. In vielen Fällen findet man die Stärke, welche ich als transitorisch betrachte, in den Stärkeschichten der Bündel von den Blättern aus durch die Stiele, den Stamm bis zu den Bildungsherden hin, während weder in ihnen noch in dem umgebenden Parenchym Zucker oder Dextrin nachweisbar ist. Ja es machen die Erscheinungen den Eindruck, als ob die Zuckerbildung zur Wanderung nicht einmal nöthig sei, denn während man Zucker und Dextrin in grosser Menge an den Orten nachweisen kann, wo beide verbraucht werden, wie in den sich streckenden Keimtheilen, sind beide häufig während der Vegetation nicht nachzuweisen, während man die Stärke in einer Vertheilung vorfindet, die den Eindruck macht, dass sie von den Blättern aus durch die Pflanzen hindurch zu den Bildungsherden hin in Wanderung begriffen sei. Doch wäre es immerhin möglich, dass bei dem Wanderungsprozess der Stärke eine zeitweilige Umwandlung in Zucker und Dextrin einträte, dass aber diese Lösungsprodukte die nächste Zelle sogleich erreichten und sich wieder in Stärke

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0371-5

umwandelten und dass also diese Stoffe sich niemals so anhäufen können, um mikrochemisch nachweisbar zu sein.

In wie weit meine Ansichten auf die entsprechenden Verhältnisse der Bäume Anwendung finden, mag weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Hartigs [1]) Ringelungsversuche, bei denen die Stärkebildung in den Theilen unter der Ringwunde unterblieb oder sistirt wurde, scheinen mit meinen Ansichten zu harmoniren. Nach meinen oben mitgetheilten Beobachtungen und der ganzen hier geltend gemachten Auffassung, die aus den Beobachtungen selbst entsprungen ist, kann ich aber der von Hartig vertretenen Theorie eines doppelten Umlaufs der assimilirten Säfte, den er selbst bei einjährigen Pflanzen und sogar bei Keimen [2]) annimmt, in keiner Weise beitreten, es gibt meiner Ansicht nach nicht eine einzige Thatsache, welche eine solche Annahme bei Keimen und einjährigen Pflanzen rechtfertigt, und selbst für die Bäume möchte ich Hansteins Meinung [3]), der sich schon gegen Hartig erklärte, in diesem Punkte beitreten. Indessen lässt sich eine eingehende Discussion über Hartigs, Hansteins und meine Beobachtungen und Ansichten nicht wohl in gedrängter Form geben, und mag einer anderen Gelegenheit vorbehalten bleiben.

Bonn den 8. April 1862.

---

[1]) Botanische Zeitung 1858. p. 338.

[2]) Botanische Zeitung 1862. p. 83.

[3]) Versuche über Leitung des Saftes durch die Rinde und Folgerungen daraus von Johannes Hanstein in Pringsheims Jahrbüchern für wiss. Botanik II. Bd. 392. die hier angezogene Aeusserung Hansteins auf p. 404.

Bei günstiger Witterung werde ich während der ersten Hälfte des Monat Juli in der Umgegend von Reichenhall verweilen. Der dortige Herr Apotheker Mack wird jederzeit meinen speziellen Aufenthalt kennen und ihn allenfalls dort durchreisenden Naturforschern bezeichnen. Finden sich Theilnehmer, so können grössere Ausflüge gemacht werden, z. B. auf den Untersberg, die Reuteralpe, selbst bis an den Grossglockner.

Dr. Herrich-Schäffer.

Redacteur: Dr. Herrich-Schäffer. Druck der F. Neubauer'schen Buchdruckerei (Chr. Krug's Wittwe) in Regensburg.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0372-1

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1862

Band/Volume: 45

Autor(en)/Author(s): Sachs Julius

Artikel/Article: Mikrochemische Untersuchungen. 326-336