

www.e-rara.ch

Lehrbuch der Botanik

Allgemeine Botanik II

Bischoff, Gottlieb Wilhelm

Stuttgart, 1836

ETH-Bibliothek Zürich

Shelf Mark: Rar 30224: 2/1

Persistent Link: <https://doi.org/10.3931/e-rara-71434>

Erster Artikel.

www.e-rara.ch

Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien – von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material – from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes – des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelinformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]

sich aber in den damit begabten Pflanzen kein besonderer Bau der beweglichen Theile erkennen läßt, da die Bewegungen selbst eigentlich denen bei andern Pflanzen vorkommenden ähnlich sind, und nur durch mechanische oder chemische Reize hier leichter hervorerufen oder beschleunigt werden können, so kann man dieselben auch nicht einer besondern Eigenschaft zuschreiben, sondern lediglich als Folge einer höher gesteigerten Erregbarkeit gelten lassen, durch welche das der lebenden Zellenmembran eigene Vermögen sich wechselsweise zusammenzuziehen und wieder auszu dehnen, in gleichem Verhältnisse gesteigert, sich deutlicher in der äußern Erscheinung kund giebt.

Zweiter Abschnitt.

Von den besondern Lebenserscheinungen der Pflanzen oder von den Berrichtungen der Organe.

Erster Artikel.

Von den Berrichtungen der Elementarorgane.

S. 161.

Die einzelne Zelle erscheint bei ihrer Entstehung als ein mit Flüssigkeit erfülltes Bläschen, dessen Membran sich allmählig so weit ausdehnt, bis die Zelle ihre völlige Größe erreicht hat; die Zelle wächst, indem ihre Membran, sowohl durch die Vermehrung ihres Stoffes als auch vermöge ihrer Ausdehnbarkeit, sich bis zu dem ihr bestimmten Maße erweitert. So lange ihr eigenes Wachsthum dauert, wird auch die Funktion der Zelle vorzugsweise auf dieses gerichtet seyn; wenn aber einmal ihre größte Ausdehnung erreicht und dadurch das Zellgewebe gebildet ist, so tritt sie in Wechselwirkung mit den benachbarten Zellen und die in jeder Zelle noch stattfindenden Veränderungen stehen zugleich in Beziehung mit der allgemeinen Berrichtung der Zellenmasse. Die allgemeine Funktion des Zellgewebes besteht aber in Aufsaugung der Flüssigkeit und in Zubereitung derselben, damit sie zur Ernährung und Vergrößerung der schon vorhandenen, so wie zur Bildung neuer Theile dienlich werde. Dabei muß aber jede einzelne Zelle auf die andere ihre Thätigkeit äußern,

und da jede derselben mit Flüssigkeit erfüllt ist, so muß die letztere aus einer Zelle in die andere übergehen, so daß schon durch diese gegenseitige Thätigkeit der Zellen eine Bewegung der Flüssigkeit durch das ganze Zellgewebe hervorgerufen wird.

Der Uebertritt der Flüssigkeit aus einer Zelle in die andere wird zwar schon durch die hygroskopische Eigenschaft der Membran möglich gemacht; es kommen aber dabei noch so mancherlei Erscheinungen vor, daß man die mächtige Einwirkung einer organischen Thätigkeit nicht verkennen kann. Außer der allgemeinen Bewegung der Flüssigkeit im Zellgewebe, welche durch den Uebergang derselben von Zelle zu Zelle hervorgebracht wird, die aber nicht beobachtet werden kann, findet nämlich noch eine freisende Bewegung des Zellensaftes in jeder einzelnen Zelle statt, welche sich in manchen Pflanzen wirklich durch die Beobachtung nachweisen läßt. Diese Säftebewegung wurde bis jetzt in den Zellen der Vallisnerie (*Vallisneria spiralis*), des Froschbisses (*Hydrocharis Morsus ranae*), der Caulinie (*Caulinia fragilis*) und der Armleuchter-Arten (*Chara*) erkannt, und läßt sich namentlich in den lebenden Pflanzen der letztern, wegen der Größe und Durchsichtigkeit ihrer Zellenwände sehr deutlich unter dem Mikroskope verfolgen. In allen genannten Fällen wird die Bewegung des Zellensaftes dadurch kenntlich, daß man in demselben Körnchen oder Bläschen (Saftkügelchen, Saftbläschen) schwimmen sieht, die sich immer im Umkreis der Zellenhöhle, nahe bei der innern Zellenwand, in gleicher Richtung fortbewegen, so daß in den tessularischen oder mehr kugeligen Zellen wirklich eine Kreisbewegung entsteht, in den mehr verlängerten Zellen aber der Saftstrom auf der einen Seite an der senkrechten Wand hinauf, unter der obern Querwand hinüber, auf der andern Seite an der senkrechten Wand wieder herab und über die untere Querwand herüber geht, wodurch für das Auge, welches nur einen Theil der gegenüberliegenden Längenwände der Zelle zugleich überblickt, zwei entgegesezte Strömungen entstehen, die durch den innern Raum der Zellenhöhle, in welcher keine Saftkügelchen fließen, getrennt sind. Daß diese Bewegung des Saftes im Innern einer jeden Zelle unabhängig von den benachbarten Zellen geschieht, beweist die an *Chara*-Arten gemachte Beobachtung, wo in einzelnen, von den übrigen losgetrennten Zel-

ten, einen ganzen Tag hindurch die Säftebewegung fortbauerte, wenn diese Zellen unter Wasser gelegt und so vor dem Austrocknen geschützt waren. Es muß also in jeder einzelnen Zelle eine Wechselwirkung zwischen der Membran und dem flüssigen Inhalte stattfinden und diese Wirkung kann nicht auf einer der oben beschriebenen Eigenschaften des Gewebes beruhen, sondern muß die Folge einer von der Lebenskraft ausgehenden Thätigkeit seyn. In den meisten der vorhin erwähnten Pflanzen läßt sich kein eigenthümlicher Bau der Zellenmembran erkennen, und ihre Zellen unterscheiden sich in Nichts von den gewöhnlichen dünnwandigen Zellen anderer Pflanzen; aber bei den Chara-Arten, deren Zellen, namentlich die des Stengels, sehr verlängerte cylindrische Röhren darstellen, ist die innere Zellenwand mit sehr genähereten Streifen, aus aneinandergereihten, grünen, chlorophyllähnlichen Körnchen bestehend, ausgekleidet. Diese grünen Streifen, welche unter einer sehr starken Vergrößerung perlschnurförmig erscheinen ¹⁾, haben bei den Arten, welche nur aus einfachen aneinander gereihten Zellen bestehen, wie bei *Chara flexilis* und *Ch. tenuissima*, eine senkrechte, mit der Längsachse der Zelle parallele Richtung ²⁾; bei denjenigen Arten aber, wo eine größere Röhrenzelle Außen mit engeren, schraubenförmig gewundenen Zellen umgeben ist, wie bei *Chara hispida* und *Ch. vulgaris*, zeigen auch die grünen Streifen auf der Innenwand der größern Zellen eine spiralgige Richtung ³⁾. In beiden Fällen ist nicht die ganze Zellenwand mit den Streifen bedeckt, sondern diese lassen auf zwei entgegengesetzten Seiten einen Zwischenraum, welcher, da hier die bloße Zellenmembran vorhanden ist, als ein breiter, durchscheinender, ungefärbter Streifen erscheint, und im ersten Falle ebenfalls eine gerade und senkrechte, im zweiten Falle aber eine spiralgig gewundene Richtung hat. In diesen Zellen sieht man nun den Lauf der Saftkugeln immer der Richtung der grünen Streifen folgen, so daß der Saftstrom im ersten Falle an den Seitenwänden ebenfalls parallel mit der Längsachse der Zelle geht, im andern Falle aber in Spiralswindungen sich bewegt; unter dem durchscheinenden, streifenlosen Raume der Zel-

¹⁾ Bischoff, Kryptogam. Gewächse. Taf. 1, Tab. 2, Fig. 43^r. —
²⁾ Das. Fig. 42. — ³⁾ Das. Fig. 45.

lenwände findet jedoch keine Strömung des Saftes statt, und er bildet demnach die Grenze zwischen dem aufsteigenden Strome der einen und dem absteigenden der andern Seite. Hier muß also offenbar eine nähere Beziehung zwischen der Säftemasse und der scheinbar ihren Lauf bestimmenden, grünen Streifen der Innenwand der Zellen vorhanden seyn. Daß aber, wie Manche annehmen wolten, diese Streifen überhaupt die Ursache der Saftbewegung in den Zellen der *Charen* seyen, ist schon darum nicht wahrscheinlich, weil in den übrigen Pflanzen, wo diese Bewegung bis jetzt ebenfalls gesehen wurde, keine solche Streifen vorhanden sind und diese auch in den jungen, eben aufgeföimten Pflänzchen der *Charen* selbst fehlen, ungeachtet der Saft in den noch farblosen Zellen schon in voller Bewegung ist ¹⁾. Wir dürfen daher vielleicht mit größerem Rechte annehmen, daß hier die Anlagerung der offenbar aus der Zellenflüssigkeit abgetriebenen, grünen Körner, vielmehr umgekehrt durch die schon ursprünglich bestimmte Richtung des Saftstromes bedingt, nur in dieser Richtung erfolge, wodurch dann die senkrechten oder spiraligen, perlchnurähnlichen Streifen sich bilden, die deswegen auch auf jenem Raume der Zellenwand fehlen, in welchem nie eine Saftbewegung stattfindet ²⁾.

¹⁾ Bischhoff, Kryptog. Gewächse. Taf. 1, Tab. 2, Fig. 48.

²⁾ Die Saftbewegung in den Zellen, welche zuerst von Corti (im J. 1774) in den *Charen*, oder, wie Röper meint, in *Caulinia fragilis* entdeckt wurde, hat schon zu gar mancherlei Erklärungen Veranlassung gegeben. Während manche diese Bewegung aus dem bloßen Grunde, daß sie den Gesetzen der Hydrostatik entgegen sey, ablängneten, suchten Andere, die sich durch genauere Beobachtung von der Wirklichkeit dieser Thatsache überzeugt hatten, die Ursache derselben auf die Einwirkung entgegengesetzter Elektricitäten zurückzuführen, wie *Amicci*, der die grünen Streifen auf der Innenwand der Köhrenzellen bei den *Charen* für voltaische Säulen hielt, und *Dutrochet*, welcher behauptete, die Ursache der Bewegung des Pflanzensaftes überhaupt beruhe auf einer beständigen Einwirkung der Elektricität, wodurch von Flüssigkeiten verschiedener Dichtigkeit die eine (in der Regel die dünnere) durch sie trennende Membran dringt, und dieses Durchdringen der Flüssigkeit, welches er *Exosmose* und *Endosmose* nennt, sey nun der Grund aller Säftebewegung in der Pflanze. Während also die Einen, die Lebenskraft unberücksichtigend, hier nur die Wirkung rein physikalischer Kräfte sehen wollten, ging *Agardh* auf der andern Seite so weit, daß er die grünen Körnchen der Streifen sogar für Nervensubstanz erklärte (s. S. 224).

Wenn die grünen Streifen die den Lauf der Saftkugeln bestimmende Ursache wären, so wäre nicht einzusehen, wie z. B. in den Wurzeln des Froschbisses, in welchen die Zellen der Wurzelzäfern eine ihrer Längensachse parallele Saftströmung zeigen, während diese Strömung in den sehr verlängerten, die Wurzelhaare bildenden Röhrenzellen einen spiraligen Zug hat, diese verschiedene Richtung des Saftlaufes statt haben könne, ohne daß hier auf den Zellenwänden eine Spur von jenen grünen Streifen zu entdecken ist, die überhaupt bis jetzt nur als eine den Charen eigenthümlich zukommende Bildung erkannt wurden. Wir wollen daher lieber offen bekennen, daß wir in der merkwürdigen Säftebewegung innerhalb der Zellen, wie in so vielen andern Lebenserscheinungen, nur die Wirkung einer von der unsichtbaren Lebenskraft ausgehenden organischen Thätigkeit zu erkennen vermögen, als daß wir am Ende Gefahr laufen, in dem Versuche eine positive Erklärung zu geben (worin uns endlich doch der letzte Grund verborgen bleibt), vielleicht ein Produkt dieser Bewegung selbst für das dieselbe Erzeugende auszugeben.

Wenn wir die übrigen im Innern der Zellen sich darbietenden Erscheinungen ins Auge fassen, so müssen uns vor allen Dingen die mannigfachen Veränderungen auffallen, welche durch die organische Thätigkeit in der Zellenflüssigkeit hervorgerufen werden. Wir sehen, wie diese ursprünglich wässerige und farblose Flüssigkeit in einzelnen durch das Zellgewebe zerstreuten Zellen, oder auch in ganzen zusammenhängenden Schichten desselben, nicht allein in den Blüthendecken, sondern auch in allen übrigen Pflanzentheilen, eine verschiedene, oft sehr intensive Färbung annimmt und in die mancherlei Farbstoffe übergeht, die wir früher kennen lernten. Es finden die Umwandlungen der Zellenflüssigkeit in den Anfangs flüssigen Schleim, in die fetten und ätherischen Oele, in die organischen Säuren statt; es werden feste organische Stoffe, wie die Stärkmehl- und Chlorophyllkörner ausgesondert und in den Zellenhöhlen abgelagert; es erfolgt die Ausscheidung eines Theils der im aufgelösten Zustande bis ins Innere der Zellen gelangten unorganischen Salze und Salzbasen in Form von Krystallen, während ein anderer Theil in die Bildung der Zellenmembran selbst übergeht, wie die festen und harten, viele Kieselerde enthaltenden Wände der Oberhautzellen bei Gräsern, Schafthalmen

und dem spanischen Rohr, ferner die beinharten Zellen in manchen Frucht- und Samenschalen beweisen^{*)}. Die in den Zellen waltende Thätigkeit äußert sich wieder auf verschiedene Weise in den verschiedenen Theilen der Pflanze, und während in den meisten Wurzeln und unterirdischen Stämmen, namentlich in den Knollen, vorzugsweise Stärkmehl, in manchen Wurzeln, z. B. bei den Malvaceen, aber auch hauptsächlich Schleim erzeugt wird, bilden die Zellen des Blattparenchyms vornämlich grünen harzigen Farbstoff, die Zellen der Stein- und Kernfrüchte, Zucker und freie Säuren, die des Samenkerns wieder Stärkmehl und namentlich auch fette Oele aus u. s. w. Bei diesen ersten Ausscheidungen der Zellenflüssigkeit bleibt aber die dem Zellgewebe einwohnende Thätigkeit nicht stehen, sondern die Verrichtungen der Zellen gehen noch viel weiter, indem unter den einmal gebildeten organischen Stoffen selbst wieder eine mannichfaltige Umwandlung, ein fortwährender Uebergang des einen in den andern und damit ein Stoffwechsel in dem Pflanzengewebe stattfindet, dessen Gränzen außer unserer Beobachtung liegen.

Unter den aus der Zellenflüssigkeit erzeugten organischen Stoffen scheint der Schleim eine vorzüglich wichtige Rolle bei der Bildung der meisten übrigen Bestandtheile, besonders aber des Pflanzengewebes selbst zu spielen. Ueberall, wo eine neue Zellen- und Gefäßbildung stattfinden soll, läßt sich mehr oder weniger deutlich eine Ablagerung von schleimiger oder gallertartiger Substanz erkennen, welche wohl nicht anders als im Innern der Zellen bereitet, durch die Wände gleichsam ausgeschwitzt und an den Stellen angehäuft wird, wo sich die neuen Elementarorgane aus ihr bilden sollen. In diesem schon sehr weit organisirten Zustande, in welchem sich dieselbe, als eine dickliche, etwas schlüpfrige Masse, besonders im Frühling, zwischen Holz und Rinde, um den Bast der Bäume erkennen läßt, hat sie den Namen

^{*)} So enthält, um nur ein Beispiel zu geben, die beinharte Fruchthülle des *Lithospermum officinale* 19,58 Kieselerde und 47,78 kohlensaurer Kalk, also über $\frac{2}{3}$ an festen unorganischen Bestandtheilen, welche in die Bildung der verdickten Zellenwände dieser Fruchthülle selbst mit eingegangen seyn müssen, da sich hier, so wenig als in den erhärteten Samenschalen anderer Pflanzen (s. S. 98), in der Zellenhöhle eine Ablagerung erdiger Stoffe nachweisen läßt.

Cambium (Bildungssaft, Holzschleim, S. 156) erhalten. Ueber die Art, wie die Elementarorgane aus dieser Substanz sich erzeugen, ob die Bildung neuer Zellenmembranen durch das Zusammentreten kleiner, wasserheller Bläschen geschieht, welche nach Hartig*) in den, mit neuen Organen zu füllenden Räumen im Cambium entstehen sollen, und die er vegetabilische Nodulen nennt, oder ob (nach den Beobachtungen von Mirbel und Treviranus) zuerst zarte weiche Fäden, mit einer körnigen Masse überzogen, in dem Cambium sich bilden, wovon die erstern die Anfänge der Gefäße, die Körner dagegen die Anfänge der Zellen seyn sollen, indem jedes einzelne Körnchen oder vielmehr Bläschen, durch Erweiterung seiner Membran, zu einer in sich geschlossenen Zelle sich ausbilde, müssen uns noch spätere Forschungen aufklären.

So viel haben wir indessen aus der anatomischen Untersuchung der Gewächse erfahren, daß die eben erst gebildeten Zellen in den jüngsten Pflanzentheilen zärrere, durchscheinende und gleich dicke Wände haben, und daß da, wo man später dickwandige Zellen antrifft, die Membran derselben im weitern Wachsthum sich allmählig erst verdickt hat, wie z. B. im Holzkörper der Gefäßbündel und in den aus einem ursprünglich weichen, dünnwandigen Zellgewebe sich bildenden Steinschalen der Früchte. Wir wissen aber auch, daß bei dem Dickerwerden der Zellenwände dieselben gewöhnlich punkirt oder getüpfelt erscheinen (Fig. 37, Fig. 40, Fig. 49, Fig. 52), daß diese Tüpfeln durch Vertiefungen entstehen, welche auf der innern Seite der Membran liegen (Fig. 38, Fig. 39, Fig. 50), und wir werden dadurch zu dem ganz natürlichen Schlusse geleitet, daß die Verdickung der Zellenwände (wie schon S. 13 angegeben worden) durch eine Anlagerung von neuer Zellsubstanz auf der innern Wand der Membranen erfolgen müsse, daß also in der bereits ausgewachsenen Zelle auch innerhalb ihrer Wände Cambium gebildet und abgesetzt werde, welches zu einer die Masse der ursprünglichen Zellenwand vermeh-

*) Theodor Hartig, Abhandlung über die Verwandlung der polycoyledonischen Pflanzenzelle in Pilz- und Schwamm-Gebilde, und der daraus hervorgehenden sogenannten Fäulniß des Holzes. Berlin. 1855. S. 5—10.

renden Schichte erhärtet. Wie man in gewissen Pflanzen, namentlich in den Palmen- und baumartigen Farnstüben, sogar die verschiedenen, in der Zellenhöhle nach einander abgelagerten Schichten unterscheiden könne, ist von Hugo Mohl nachgewiesen und nach ihm auch in Fig. 59 dargestellt worden. Durch diese Verdickung der Wände, welche in vielen Fällen auch von einer größeren Erhärtung der Zellsubstanz begleitet ist, wird die Hygroscopicität der Membran sehr vermindert, und diese würde endlich ganz aufgehoben, damit aber der Flüssigkeit die Möglichkeit benommen werden, aus einer Zelle in die andere überzugehen, um darin die, ohne ihre Gegenwart nicht wirkende, Lebensfähigkeit zu erhalten, wenn nicht durch die erwähnten Vertiefungen, welche, als nach Innen offene Kanäle, nur auf der äußern Seite der Zellwand durch die ursprüngliche, dünne Membran geschlossen sind, die Kommunikation zwischen den Höhlen aller einander berührenden Zellen erhalten würde. Durch diese punktförmigen, verdünnten Stellen, welche in den aneinander liegenden Zellen immer genau einander gegenüberliegen, kann, selbst in dem festen Holz und in der harten Steinschale, immerfort ein ungestörter Uebergang der Flüssigkeit aus einer Zelle in die andere stattfinden. In den Zellen des Holzes und der Steinschalen scheint nun hauptsächlich aus der Zellenflüssigkeit nur Zellstoff ausgeschieden und auf die innere Wand abgelagert zu werden, wodurch eine solche Zelle gleichsam aus einer größern oder geringern Anzahl ineinander geschachtelter Zellen zusammengesetzt ist, welche, wie die Entwicklungsgeschichte dieser Zellen zeigt, nach einander entstanden sind, und von denen nur die äußerste völlig geschlossen ist, die übrigen aber alle an denselben Stellen durchbohrt oder porös sind, wodurch eben die innern Vertiefungen und Kanälchen der ganzen verdickten Zellwand entstehen. Diese fortwährende Anlagerung von neuen Schichten der Zellmembran innerhalb der alten scheint endlich mehr für die von Hartig angegebene Erzeugungsweise der Zellen aus dem Cambium, als für die Ansicht von Mirbel und Treviranus zu sprechen.

Alle Zellen sind ursprünglich mit Flüssigkeit erfüllt, da ohne die Gegenwart derselben die Ausdehnung der Membran bis zu ihrer bestimmten Größe nicht erfolgen könnte. Später verschwindet aber in manchen Pflanzentheilen diese Flüssigkeit, und die Zel-

hal-
Sub-
durch
welche
Räu-
Mo-
r bel
Orni-
n die
fänge
viel-
er in
For-
tersu-
Zellen
gleich
e Zel-
n sich
Gefäß-
wändi-
e wis-
diesel-
g. 40,
ent-
g. 38,
iz na-
wände
g von
folgen
inner-
wel-
ermeh-
der po-
und der
1855.

len enthalten statt derselben Luft, wie dieses schon (S. 15.) von der Oberhaut, dem Marke, den punktirten Holzzellen der Nadelhölzer und vielen Pflanzenhaaren angegeben wurde. In der Oberhaut und den genannten Holzzellen bleiben jedoch die Zellen auch ohne Saftgehalt noch längere Zeit lebendig, während sie im Marke, nachdem ihr flüssiger Inhalt verschwunden, alsbald abgestorben erscheinen und häufig ganz zerstört werden.

S. 162.

Nachdem wir im Allgemeinen die Einrichtungen, welche im Innern der Zellen vor sich gehen, angedeutet haben, bleiben uns noch die Functionen des Zellgewebes zu betrachten, welche in den Räumen zwischen den Zellen, also außerhalb der letztern stattfinden. Richten wir hier zuerst unser Augenmerk auf die Interzellulargänge, so müssen uns diese, durch das ganze Zellgewebe in allseitiger Verbindung untereinander stehenden Räume als die passendsten Kanäle erscheinen, in welchen der von den Wurzeln eingesogene Nahrungsast aufsteigt und durch alle Theile des Zellgewebes verführt wird. Wegen des geringen Durchmessers dieser Kanäle ist es bis jetzt unmöglich, die Bewegung der Flüssigkeit in denselben wirklich zu sehen, was auch vielleicht bei einer noch stärkern Vergrößerung, als diejenige ist, die wir mit unsern Instrumenten zu erzielen vermögen, nur schwer gelingen möchte, da die Flüssigkeit in ihnen wenig verändert scheint, und daher die Bewegung derselben nicht, wie es in den Zellen der Fall ist, durch in ihr schwimmende Saftkügeln angedeutet seyn mag. In den Interzellulargängen findet wahrscheinlich keine Verarbeitung der Flüssigkeit statt, sondern sie dienen nur als zuleitende Kanäle, zur Erleichterung und Beschleunigung des Aufsteigens und der allseitigen Bewegung der eingesogenen Flüssigkeit, durch welche unaufhörlich die in den Zellen verarbeitete Flüssigkeit zugleich ersetzt wird. Daß auch umgekehrt aus den Zellen die überschüssige Flüssigkeit, nachdem die verschiedenen festen Stoffe aus derselben abgeschieden worden, wieder in die Interzellulargänge zurücktrete und in diesen bis zur Oberfläche der Pflanze, zur Aushauchung in die Atmosphäre, oder in andere Theile des Zellgewebes, zu einer weitem Verarbeitung fortgeführt werde, ist sehr wahrscheinlich. Da nämlich diese Gänge

ursprünglich den gleichen Nahrungssaft aus den einsaugenden Wurzeln erhalten, so müßte dieser, wenn er keine Vermischung mit dem Zellsafte erlitt, auch in allen Theilen der Pflanzen gleich seyn; nun sprechen aber manche Erfahrungen, die später bei der Assimilation des Nahrungsaftes angegeben werden sollen, dafür, daß der einmal in das Pflanzengewebe aufgenommene Saft sofort verändert erscheint und in den verschiedenen Theilen der Pflanze fortwährend eine größere oder geringere Verschiedenheit zeigt, woraus sich mit großer Wahrscheinlichkeit schließen läßt, daß eine stete Vermischung des frisch aufgenommenen Saftes mit dem schon länger im Zellgewebe der Pflanze verweilenden stattfindet, und daß diese Veränderung wohl hauptsächlich durch die aus den Zellen in die Intercellulargänge zurücktretende und mit dem in diesen enthaltenen Saft sich mischende Flüssigkeit erzeugt werde. In der Regel werden in den Intercellulargängen keine festen Stoffe abgelagert, da sie durch dieselben sonst sehr bald verstopft seyn müßten; nur in den Blättern der *Lorsee* (*Sphagnum*) sieht man gerade die zwischen den merkwürdigen Faserzellen liegenden, im Verhältnisse sehr weiten Intercellulargänge auf einem zarten Querschnitte des Blattes mit grünen Farbstoffkörnern mehr oder weniger erfüllt.

Eine andere Erscheinung, welche uns zur Annahme bewegt, daß die Intercellulargänge den Nahrungssaft führen, ist das Ausströmen des Saftes aus der Schnittfläche eines Stammes oder Astes, welches im Frühling besonders reichlich aus dem Stocke frisch gefällter Bäume, ferner bei den beschnittenen Weinreben erfolgt, wo der wasserhelle Saft fortwährend in Tropfen abfließt und das sogenannte Thränen des Weinstocks verursacht. Dieses Ausfließen einer sehr wässerigen, noch wenig veränderten Flüssigkeit läßt sich nicht wohl aus den Zellenhöhlen ableiten, in welchen, wie wir erfahren haben, der Saft so bedeutende Veränderungen erleidet, daß er beim Ausfließen aus den etwa durchschnittenen Zellen nicht mehr so wässerig erscheinen, aus den unversehrten und geschlossenen Zellen aber schwerlich so rasch und in so großer Menge ausgeschieden werden könnte. Uebrigens geschieht dieses Ausströmen des Saftes aus den abgeschnittenen Zweigen mit solcher Gewalt; daß *Hales*, bei einem 7 Zoll hoch über dem Boden abgeschnittenen Weinstocke, in einer auf der

Schnittfläche angebrachten Röhre, das aus dem Stock ausfließende Wasser 21 Fuß hoch in der Röhre steigen sah, während bei einem andern Versuche oben in die Röhre eingegossenes Quecksilber von dem aus der Schnittfläche herausdringenden Wasser 38 Zoll hoch gehoben wurde, was einer Wassersäule von 43 Fuß $3\frac{1}{4}$ Zoll Höhe gleichkommt, worauf also die das Wasser in die Höhe treibende Kraft den Druck von $2\frac{1}{2}$ Atmosphäre auszuhalten vermöchte und fünfmal stärker wäre als die Kraft, welche das Blut in der Schenkel-Schlagader eines Pferdes treibt. Dieses mit solcher Gewalt erfolgende Ausströmen kann nicht durch ein bloß mechanisches Aufsteigen der Flüssigkeit in den engen Inter-cellulargängen, vermöge einer Haaröhrchen-Anziehung (Kapillarität), erklärt werden, sondern muß die Wirkung einer andauernden organischen Thätigkeit in den diese Gänge einschließenden Zellenwänden seyn, welche Thätigkeit wohl nur in einer abwechselnden Zusammenziehung und Ausdehnung, oder, mit andern Worten, in der Kontraktilität der Zellenmembran besteht. Diese Kontraktilität, welche in Folge der Erregbarkeit in der Zellenmembran durch die Lebenshätigkeit hervorgerufen wird, läßt sich zwar bei der Kleinheit der Elementarorgane in den meisten Fällen nicht geradezu augenfällig nachweisen; aber nicht allein die eben beschriebenen Erscheinungen, so wie die Bewegungen der Flüssigkeit im Innern der Zellen und in den Saftgängen zwingen uns zu einer Annahme derselben, sondern es giebt auch Fälle, wo man die Wirkung dieser Thätigkeit an der Art, wie die Flüssigkeiten ausströmen, ziemlich deutlich erkennen kann. So hat man beobachtet, daß aus den Fiederblättchen des hängenden Molle (*Schinus Molle*), wenn diese Blättchen oder Stücke derselben auf Wasser gelegt werden, das flüchtige Del, welches in einzelnen Zellen oder Zellparthieen des Parenchyms enthalten ist, nicht in einem anhaltenden Strome, sondern stoßweise hervorquillt, was wohl nur durch die Kontraktilität der Zellenmembran geschehen kann. Dieses Vermögen der Zusammenziehung giebt sich besonders deutlich bei den gefärbten Säften der Saftgänge kund, zu welchen wir jetzt übergehen wollen. Es soll nur noch bemerkt werden, daß da, wo die Zellenmembran abgestorben ist, wie in dem alten Marke, auch keine Bewegung der

Flü
dann

imm
oft
das
Gru
Flü
Flü
saft
Fra
diese
Saf
der
oder
folge
Zellg
wänd
wür
einer
ren
Beric
wird.
gänge
versch
zu la
Sch
einen
Theil
des g
wurze
Wasse

den
Pflanz

Flüssigkeit in den Interzellulargängen mehr stattfindet, welche dann ebenfalls saftleer sind.

§. 163.

Da die Saftgänge wie schon (§. 9) bemerkt worden, fast immer weitere Kanäle darstellen, als die Interzellulargänge, und oft einen so bedeutenden Durchmesser haben, daß sie schon für das unbewaffnete Auge erkennbar sind, so läßt sich aus diesem Grunde schon erwarten, daß in ihnen auch die Bewegung der Flüssigkeit deutlicher wahrzunehmen seyn werde. Wo diese Flüssigkeit gefärbt, d. h. als weißer, gelber oder rother Milchsaft erscheint, wie bei den Wolfsmilcharten, dem Schöllkraute und dem kanadischen Blutkraute, da sieht man diesen Saft auf einem Querschnitte der Pflanzen überall aus den Saftgängen ausfließen, und zwar sowohl auf der obern als auf der untern Schnittfläche, mag man nun jede derselben nach oben oder nach unten halten. Diese Erscheinung könnte aber nicht erfolgen, wenn der Saft nicht durch eine innere Thätigkeit des Zellgewebes, welche auch hier nur die Kontraktilität der Zellwände seyn kann, mit Gewalt nach jeder Richtung hingetrieben würde, und diese Gewalt ist auch hier so stark, daß z. B. aus einer strauchigen Wolfsmilch der kanarischen Inseln, wenn in ihrem Stamm ein Hieb mit einer Art geführt wird, nach v. Buch's Berichte, der Milchsaft in einem weiten Strahle hervorgetrieben wird. Obgleich dieses Ausströmen des Milchsaftes aus den Saftgängen so leicht zu beobachten und ganz geeignet ist, auf die verschiedene Richtung seiner Bewegung in den Pflanzen schließen zu lassen, so ist dieselbe doch erst in neuerer Zeit (von C. H. Schulz^{*)}) mit Bestimmtheit nachgewiesen worden. Wenn man einen dünnen Längenschnitt aus irgend einem Milchsaft führenden Theile, z. B. aus der Rinde, dem Blattstiel oder der Blattrippe des gemeinen und elastischen Feigenbaums, aus einer Luftwurzel des geöhreten Kaladiums u. s. w., unter einen Wassertropfen auf eine Glasscheibe bringt und bei gehöriger Ver-

^{*)} Carl Heinrich Schulz, über den Kreislauf des Saftes in den Pflanzen. Berlin 1824. — Derselbe, die Natur der lebendigen Pflanze. Theil 1, S. 502—508.

größerung unter dem Mikroskope betrachtet, so sieht man die in dem Milchsaft schwimmenden Körnchen oder Bläschen (Fig. 58, bb b) in den zwischen den Zellen liegenden Saftgängen sich mehr oder weniger rasch bewegen, wobei jedoch aller Saft in dem nämlichen Gange eine gleiche Richtung verfolgt, und der Saftstrom die ganze Höhle des Ganges erfüllt. In den verschiedenen Saftgängen dagegen zeigt die Saftbewegung häufig eine entgegengesetzte Richtung, so daß in manchen Gängen der Saft aufwärts, in andern abwärts fließt, und da diese Saftgänge, wie die Inter-cellulargänge, nach verschiedenen Seiten hin durch Quergänge untereinander in Verbindung stehen, so läßt sich auch in den letztern diese entgegengesetzte Strömung des Milchsaftes wahrnehmen. In manchen dünnen und durchscheinenden blattartigen Theilen, welche einen gefärbten Milchsaft enthalten, wie in den noch saftigen Fruchtlappen des Schöllkrautes, kann man bei einer starken, durch den Spiegel des Mikroskopes hervorgebrachten Beleuchtung, schon eine Bewegung des Saftes erkennen, ohne diese Klappen zu zergliedern. Da diese Strömungen in den Saftgängen, obgleich nach entgegengesetzten Richtungen gehend, nicht mit der freisenden Bewegung (Cirkulation) des Saftes in den Zellen verglichen werden können, so hat sie Schulz durch den Namen Cyklose davon unterschieden.

Die Thätigkeit in den Saftgängen, welche durch die schnellere oder langsamere Bewegung ihres Saftes angezeigt wird, ist je nach den Umständen sehr verschieden. Im Allgemeinen ist die Bewegung im Frühling und bis zur Mitte des Sommers am lebhaftesten, im Herbst langsamer; im Winter ist sie in den im Freien wachsenden Pflanzen kaum, oder höchstens in den Wurzeln wahrzunehmen. Dabei ist sie wieder in jeder Jahreszeit um so lebhafter, je wärmer es ist, so daß auch hier der mächtige Einfluß der Wärme auf die Erregung und Erhöhung der Lebensthätigkeit sehr augenfällig wird.

Da der in den Saftgängen enthaltene Saft nicht in allen Pflanzen gefärbt ist, so hat man auch bisher seine Bewegung nur in den Gewächsen beobachtet können, in welchen derselbe als Milchsaft auftritt; daß aber diese Bewegung auch in den Fällen, wo er farblos erscheint, stattfindet, läßt sich schon aus der ohne Zweifel dem Zellgewebe aller Pflanzen zukommenden

Kontraktilität der die Saftgänge begrenzenden Zellenwände schließen, und sie wird uns auch in manchen Fällen deutlich genug durch das reichliche Ausströmen eines zwar farblosen, aber zähen, schleimigen Saftes, z. B. bei vielen Liliaceen (wie bei *Laucharten*, bei der *Gartenhyacinthe* u. a. m.), wenn deren Stengel oder Blätter durchschnitten worden, angezeigt. Ueberhaupt ist als höchst wahrscheinlich anzunehmen, daß die Saftgänge in keiner mit vollkommenem Zellgewebe versehenen Pflanze fehlen, und daß sie immer einen mehr verarbeiteten Saft als die Interzellulargänge enthalten. Selbst unter den Zellenpflanzen mit unvollkommenem Zellgewebe findet man nicht wenige, welche gefärbte Milchäfte enthalten, die eben so rasch aus den verletzten Stellen ausfließen. Dahin gehören die sogenannten milchenden Hutpilze (*Agarici Galorrhæi Fries*, z. B. *Agaricus piperatus*, *A. pyrogalus*, *A. thejogalus*, *A. deliciosus*, *A. acris* etc., ferner *Boletus cyanescens*, *B. piperatus* etc.).

Daß die Bewegung des Milchsaftes sowohl als der übrigen Säfte in der Pflanze von einer selbstständigen Thätigkeit der sie umschließenden Zellenmembranen herrühre, wird noch durch verschiedene in dieser Beziehung angestellte Versuche glaublich gemacht. So sahen *Coulon* und andere Beobachter, daß der Saft weit langsamer ausfloß, wenn man auf die Mündungen der Saftgänge adstringirende Substanzen brachte; *van Marum* machte die Beobachtung, daß das Ausfließen des Saftes ganz aufhörte, wenn er den Strom der Elektrifirmaschine durch den Stengel der Pflanze leitete; läßt man eine Pflanze ein scharfes oder narkeotisches Gift durch die Wurzeln einsaugen, so kündigt sich ihr darauf erfolgendes Absterben besonders dadurch an, daß der Milchsaft in den Theilen, welche der Einwirkung des Giftes ausgesetzt sind, zuerst aufhört zu fließen. In allen diesen Fällen rührt wohl die Verminderung oder das gänzliche Stillstehen der Bewegung des Milchsaftes von der durch die Wirkung der angewendeten Mittel verminderten oder völlig aufgehobenen Kontraktilität der Zellenwände her.

In den wahren Saftbehältern (S. 10), d. h. in den nicht mit einer eigenen Membran umkleideten Räumen des Zellgewebes, worin sich eigene Säfte ansammeln, scheint in der Regel keine Bewegung dieser Säfte mehr stattzufinden, während in

den Zellen oder Zellpartieen, welche solche ausgeschiedenen Säfte enthalten, und ebenfalls gewöhnlich als Saftbehälter bezeichnet werden, wenigstens unter gewissen Umständen eine Bewegung ihres Inhaltes sichtbar wird, wie in den oben erwähnten Blättchen des hängenden Mollé und in den Zellendrüsen der Oberhaut, aus welchen man häufig den Saft ausfließen und die Oberfläche der Pflanze schmierig oder klebrig machen sieht, während sich in den Drüsen fortwährend neuer Saft ansammelt.

Endlich sind die Saftgänge nicht mit den gestreckten Saftzellen (§. 105, S. 49) zu verwechseln, welche immer bündelweise beisammenstehend in den Gefäßbündeln vorkommen, und sich nicht nur durch ihre deutliche, wenn auch dünne Membran, mit den die einzelnen Zellen trennenden Querwänden, und durch den Mangel der seitlichen Verzweigungen unterscheiden, sondern auch, nach Mohl's Beobachtung, durchaus keine strömende Bewegung ihres trüben Inhaltes zeigen, wie man diese in den Saftgängen wahrnimmt.

§. 164.

Die Luftgänge (§. 11) sind augenscheinlich bloße Luftbehälter, die zwischen dem saftführenden Zellgewebe in allen Theilen der Pflanzen, von der Wurzel bis in die Frucht, vorkommen können. Sie ziehen sich durch ein ganzes zusammengesetztes Organ oder selbst durch die ganze Pflanze als ununterbrochene, röhrenförmige Räume hin, sind häufig mit durchlöcherichten Querwänden versehen, welche die Gemeinschaft ihres gasförmigen Inhaltes nicht stören, und stehen endlich mit den Lufthöhlen in den Nerven und im Parenchym der Blätter in Verbindung. Da diese Lufthöhlen durch die Spaltöffnungen mit der atmosphärischen Luft communiciren, so ist leicht einzusehen, wie in allen Pflanzen, deren Blätter mit der Luft in Berührung sind, auch alle Luftgänge, bis ins Innere der Pflanze, mit der letztern in Gemeinschaft stehen können. Ob jedoch diese Luftgänge unveränderte atmosphärische Luft enthalten, ob diese und wie weit in denselben verändert werde, ist bis jetzt noch nicht erforscht. Da indessen auch in solchen Pflanzen, die völlig untergetaucht und von der Luft abgeschlossen wachsen, wie in dem Brachsenkraut (*Isoëtes*), im Wasserstern (*Callitriche*), im Hörnerblatt (*Ceratophyllum*) u. a. m., zahlreiche Luftgänge

vorkommen, so wird es sehr wahrscheinlich, daß nicht immer gerade die atmosphärische Luft ihren Inhalt bilde, sondern daß dieselbe auch aus andern Gasarten bestehe, welche vielleicht nach den Vegetationsperioden und selbst nach den Tageszeiten wechseln, wie dieses gleichermaßen in den Gefäßen (S. 25) der Fall zu seyn scheint.

Das Vorkommen der Luftgänge, vorzüglich in den Cumpfs- und Wasserpflanzen, in welchen sie gewöhnlich alle Theile durchziehen, scheint jedoch anzudeuten, daß sie bei diesen Pflanzen, welche fortwährend eine größere Menge Flüssigkeit als die auf dem Trocknen wachsenden in sich aufnehmen, zur Herstellung oder wenigstens zur Erweiterung des Luftprocesses dienen, welcher überall die Umwandlung des Nahrungsstoffes in die nähern Bestandtheile der Pflanze, d. h. die Assimilation, unterstützt, und das Nämlische läßt sich wohl auch bei allen übrigen mit Luftgängen versehenen Pflanzen annehmen. Vielleicht darf man auch aus dem Umstande, daß die Menge und Größe der Gefäße gewöhnlich mit der der Luftgänge im umgekehrten Verhältnisse steht, schließen, daß sich diese beiden Arten von Luftbehältern gewissermaßen gegenseitig ersetzen können.

Ueber die nähere Beziehung, in welcher die Funktion der Luftgänge mit den Berrichtungen der Zellen und Interzellulargänge steht, liegen noch keine sichern Beobachtungen vor. Wir können daher nur im Allgemeinen und muthmaßlich uns darüber aussprechen. Da die Luftgänge durch keine eigene Membran geschlossen sind, so sind wir genöthigt, anzunehmen, daß die querliegenden Interzellulargänge des zunächst angrenzenden Zellgewebes geradezu in diese lufthaltenden Räume ausmünden. Wenn nun die Interzellulargänge, wie es am wahrscheinlichsten ist, Saft enthalten, so ist leicht einzusehen, wie dieser hier mit der in den Luftgängen enthaltenen Luft in unmittelbare Berührung gebracht wird, so wie auch in den Blättern, die unter den Spaltöffnungen liegenden Lufthöhlen des Parenchyms mit den Interzellulargängen in nächster Gemeinschaft stehen, und eigentlich selbst nur erweiterte Interzellulargänge sind, die dem Anscheine nach ursprünglich Saft führen und erst später in die vergrößerten Lufthöhlen übergehen (vergl. S. 109, S. 75 und 79). Dadurch ist aber die Einwirkung der Luft, deren Wichtigkeit sich bei Betrachtung

tung des Assimilationsprocesses noch einleuchtender darstellen wird, bis ins Innere des Blattes und (in vielen Fällen) der ganzen Pflanze möglich gemacht.

Was nun endlich noch die Lücken (I. S. 30) betrifft, welche immer zunächst mit abgestorbenem und vertrocknetem Zellgewebe ausgekleidet, auch häufig, wie in den Halmen der Gräser und in den Stengeln der Doldenpflanzen und Schafthalme, an dem Grunde der Interfoliartheile durch dichte Querwände von einander abgeschlossen sind, und hier weder unter sich noch mit der äußern Luft in einem nachweisbaren Zusammenhange stehen, so muß uns deren physiologische Verrichtung und die nähere Beziehung, in welcher diese etwa mit dem Lebensproceß überhaupt steht, noch um so mehr in Zweifel bleiben, als auch über die Natur der in ihnen enthaltenen Luft mehrseitige und nähere Beobachtungen durchaus mangeln. Nur in den übrigens noch in voller Lebensthätigkeit stehenden Pflanzentheilen mögen sie eine, vielleicht den übrigen Luftgängen ähnliche Bestimmung haben; aber in ältern, dem Absterben nahen Theilen, wo ihr Erscheinen das erste Anzeichen des bald erfolgenden Todes des ganzen äußern Organes selbst ist, kann ihnen wohl keine besondere Lebensverrichtung mehr zuerkannt werden.

§. 165.

Am wenigsten Gewißheit besitzen wir über die Verrichtung und die wahre Bestimmung der Gefäße, wie schon aus den verschiedenen Angaben der Schriftsteller über ihren Inhalt (S. 25) hervorgeht. Aus der Beschreibung des anatomischen Baues des Keims (S. 112, S. 108) ist uns bekannt, daß in diesem niemals wirkliche Gefäße zu erkennen sind. Es müssen also die Gefäße erst während des Keimungsaktes entstehen; wie die netzförmigen Gefäße aus Schläuchen, mit Anfangs völlig gleichförmiger Membran, sich bilden, indem auf deren innern Wand ein Fasernetz sich absetzt, haben wir (S. 22, S. 49) erfahren, und es ist wohl wahrscheinlich, daß die übrigen Gefäßformen auf eine ähnliche Weise in den jüngsten Pflanzentheilen sich entwickeln; wenigstens sieht man auch in der jungen Frucht der Lebermoose die sogenannten Sporenschleudern anfangs als gestreckte, röhrige Zellen, welche nur einzelne Parteen von sehr kleinen Stärkmehl-

Förnern enthalten *) und in deren Innerem gegen die Zeit der Reife erst die Spiralfaser austritt, indem zugleich die Stärkmehlförner verschwinden. Aus diesen Thatsachen, besonders aber aus der letzten Beobachtung, läßt sich nun der wohl richtige Schluß ziehen, daß die Schläuche, in welchen die Fasern sich bilden, anfänglich Flüssigkeit enthalten, woraus die Fasersubstanz erzeugt und auf der Innenwand des Schlauches abgelagert werde, ähnlich wie die schichtenweise Anlagerung der Membran in den dickwändigen punktirten Zellen geschieht, nur daß hier die angelagerte Substanz nicht in breiten Lamellen, sondern in einfachen, ringförmigen und gewundenen, oder in neßförmig verbundenen, schmalen Streifen erscheint und daher in Form von Fasern austritt. Da man jedoch, nachdem die Gefäßfaser einmal völlig ausgebildet ist, keine Verdickung der Gefäßwand mehr wahrnimmt, so scheint die ursprünglich in dem Schlauche enthaltene Flüssigkeit nur bis zur völligen Ausbildung des Gefäßes vorhanden zu seyn, dann aber zu verschwinden, und in dem ausgewachsenen Gefäße durch Luft ersetzt zu werden. Dieses ist ganz augenscheinlich in den großen, neßförmigen (den Treppen- und den punktirten) Gefäßen der Fall, in welchen man wegen ihres bedeutenden Durchmessers am ersten den flüssigen Inhalt entdecken müßte, wenn ein solcher vorhanden wäre. Wenn wir uns ferner den Bau dieser Gefäßform ins Gedächtniß rufen, so werden uns die in vielen Fällen in denselben vorhandenen, durchlöcherten Scheidewände (S. 20, S. 46) fast unwillkürlich an die dünnen, häutigen, ebenfalls durchlöcherten Querwände der Lustgänge (S. 6, S. 25) erinnern, und so eine Analogie zwischen der Bildung dieser Gänge und der neßförmigen Gefäße erkennen lassen, die uns auch auf eine analoge Funktion beider schließen läßt. Ueberall, wo Säfte aus einer Höhlung in die andere übergehen, sind dagegen auf den Zwischenwänden keine sichtbaren Poren zu unterscheiden.

Für die Annahme eines gasförmigen Inhaltes der Gefäße sprechen ferner nicht nur die (S. 25) angegebenen Versuche, sondern es kommen auch noch manche andere Umstände dazu, welche

*) H. Mohl, einige Bemerkungen über die Entwicklung und den Bau der Sporen der kryptogam. Gewächse, 1. Abth., S. 6. (Allgem. bot. Zeit. 1835. Bd. 1, S. 337) Tab. 1, Fig. 42.

uns bestimmen, diese Annahme für die richtigere zu erklären. So enthalten die Pflanzentheile, welche am wenigsten safthaltig sind, oft im Verhältniß zu andern saftreichern die meisten Gefäße, wie z. B. die dünnen, mehr trocknen Blätter unserer Laubhölzer und der Gräser von eben so zahlreichen oder selbst noch zahlreichern Gefäßen durchzogen werden, als die saftigen Blätter der Agave-, Aloë- und Crassula-Arten; in den mehr trocknen, zum Theil schon in Verholzung übergehenden Stengeln der Bohne, des Safflors, im Halme der Gräser sind die Gefäße gleichfalls im Verhältnisse zur Zellenmasse in größerer Menge vorhanden, als in den fleischigen Stämmen der Cactus-, Stapelia- und Crassula-Arten; im Holze der dikotyledontischen Bäume bilden die Gefäße die Hauptmasse, während in dem saftreichen Baste und in der Rinde gar keine Gefäße enthalten sind. Werden in den Holzstamm eines Baumes mehrere horizontale Einschnitte so übereinander gemacht, daß der erste auf einer Seite bis auf das Mark geht, und der andere auf der entgegengesetzten Seite, aber etwas höher ebenfalls bis auf das Mark geführt wird, so daß alle Gefäße des Stammes durchschnitten werden und die Gemeinschaft zwischen ihren unterhalb und oberhalb der Schnitte befindlichen Theilen aufgehoben ist, so kann der Baum dennoch fortwachsen, indem der Saft durch den ganz gebliebenen Theil zwischen den beiden Einschnitten wie zuvor durch den Stamm fließt. Wären also die parallel mit der Achse aufsteigenden Gefäße saftführend, so müßte plötzlich ein Stillstand des Saftes eintreten, während er nun in den Interzellulargängen und Zellen durch den Raum zwischen den Einschnitten in den unversehrten obern und untern Theil des Stammes übergehen und so, trotz diesen Einschnitten, durch den ganzen Baum fließen kann.

Die Gefäße in den Wurzeln sind, wie uns bekannt ist, meist neßförmige Gefäße. Nun müßte man aber gerade in diesen, wegen ihrer Größe und gewöhnlich sehr durchscheinenden Wände, am ersten einen Saftinhalt entdecken, wenn ein solcher vorhanden wäre. Man sieht ferner die Gefäße nie bis ganz in die einsaugenden Wurzelspitzen ausgehen, so daß die aus der Erde aufgesogene Flüssigkeit wenigstens nicht unmittelbar in die Gefäße übergehen könnte; es würde aber endlich gegen das Aufsteigen der Flüssigkeit in den Gefäßen noch der Umstand sprechen,

daß die Gefäßbündel in den Intersoliartheilen des Stammes immer nur eine bestimmte Stelle einnehmen, niemals allseitig verzweigt sind, und also den Nahrungsfaft auch gar nicht allseitig durch den Pflanzenkörper verführen könnten, wie es mit diesem Saft doch wirklich geschieht*).

Wenn nun aber auch der Luftgehalt der ausgebildeten Gefäße somit am wahrscheinlichsten gemacht ist, so können wir doch noch keineswegs die Art der Wechselwirkung, in welcher die Gefäße zu den Zellen und saftführenden Räumen des Zellgewebes stehen, und wir sind auch in dieser Beziehung auf bloße Vermuthungen beschränkt. Wenn es sich durch spätere Untersuchungen bestätigen sollte, daß die Gefäße bei Tag eine sauerstoffreichere Luft, bei Nacht aber vorzüglich Kohlensäure enthalten, wie man aus den Angaben v. Humboldt's und Theodor Bischoff's einerseits, und Focke's andererseits (S. 25) beinahe schließen möchte, so würde dieses auf einen innigen Zusammen-

*) Man hat es als einen ganz besondern Beweis für das Saftführen der Gefäße ansehen wollen, daß diese, wenn man einen abgeschnittenen Zweig in eine gefärbte Flüssigkeit stellt, sich mit derselben anfüllen, und daß die Flüssigkeit bis in die kleinsten Spiralgefäße der Blätter und Blumen aufsteigt. Aber man ließ dabei außer Acht, daß ein abgeschnittener Zweig sich anders verhalten muß, wie die ganze lebende Pflanze, und daß dieses Aufsteigen, obgleich eine unlängbare Thatsache, noch keineswegs die saftführende Funktion der Gefäße beweiset. Wenn nämlich die in den Gefäßen enthaltene Luft in dem Zweige, welcher in gefärbter Flüssigkeit stehend, sehr bald an Lebensthätigkeit verlieren muß, allmählig durch die, in den benachbarten Zellen enthaltene Flüssigkeit resorbirt, oder vielleicht auch durch die Blätter abgehaucht wird, ohne in gleichem Maße wieder ersetzt zu werden, so wird in den Gefäßhöhlen ein leerer Raum entstehen, in welchen die gefärbte Flüssigkeit schon durch den Druck, den die atmosphärische Luft auf dieselbe außerhalb des Zweiges ausübt, eindringen und dann in den engen Räumen, ähnlich wie in den Haarröhrchen, durch die bloße Anziehung ihrer Wände, weiter aufsteigen kann. Außerdem haben angestellte Versuche dargethan, daß die Gefäße einer Pflanze sich nicht anfüllen, wenn diese mit ihren unversehrten Wurzeln in eine gefärbte Flüssigkeit gesetzt wird, und wenn auch Andere (wie Bonnet und Schulz) behaupten, dieses gesehen zu haben, so bleiben über ihre Angabe, daß die Wurzeln wirklich unversehrt geblieben seyen, noch so manche Zweifel, daß wir sie, bis zu einer genauern Wiederholung derselben, nicht wohl als unlängbare Beweise dürfen gelten lassen.

hang der Berrichtung der Gefäße mit der Respiration und Verdauung der Gewächse hindeuten, in deren Folge auch aus der Oberfläche der Gefäßpflanzen im Tageslichte Sauerstoffgas, während der Nacht und im Finstern aber Kohlensäure ausgeschieden wird, und die Berrichtung der Gefäße würde dann, ähnlich wie die der Luftgänge, darin bestehen, den atmosphärischen Proceß, von welchem erst bei der Funktion der Oberhaut und bei der Assimilation ausführlicher die Rede seyn kann, bis in das Innere der Pflanze zu unterhalten, wobei jedoch diese Verschiedenheit zwischen den Berrichtungen der Gefäße und Luftgänge stattfände, daß die erstern, fast durchweg mit gestreckten Zellen umgeben, zunächst mit diesen, die letztern aber mehr mit den tessularischen Zellen des Parenchyms in Wechselwirkung stehen müssen. Diesen Gegenstand weiter zu verfolgen, gestatten unsere jetzigen Erfahrungen nicht; die Berrichtungen der Gefäße gehören noch zu den am wenigsten erforschten Lebenserscheinungen in den Pflanzen, und es möge daher genügen, hier einige Andeutungen über deren Bestimmung nur ganz im Allgemeinen gegeben zu haben, Andeutungen, die keineswegs auf Untrüglichkeit Anspruch machen können *).

*) Außer der bereits angeführten, von vielen Phytomen getheilten Ansicht, daß die Gefäße Saft führen, ist noch die von Dken und Dutrochet aufgestellte Theorie zu erwähnen, wornach die Gefäße für die Nerven der Pflanzen ausgegeben werden. Nach Dken, der seine Meinung bloß auf allgemeine naturphilosophische Ansichten der Vegetation gründet, wäre die Spiralfaser, als der wesentliche Theil des Gefäßes, deswegen den thierschen Nerven analog, weil sie die Ursache der Thätigkeit der übrigen Theile und gleichsam die Seele des Pflanzentkörpers sey. Aber gerade diese letzte Behauptung, worauf er seine Theorie stützt, möchte er schwerlich im Stande seyn, aus der Naturbeobachtung zu erweisen, besonders da diese Ursache der Thätigkeit in allen Zellenpflanzen wegfallen müßte. — Dutrochet gründet dagegen seine Ansicht auf die angebliche Beobachtung, daß bei den neßförmigen Gefäßen die Streifen und Punkte gegen Salpetersäure und Alkalien sich eben so, wie das Rückenmark und Gehirn der weißen Thiere verhalten (indem sie durch die Säure gerinnen, durch Alkalien aber wieder gelöst werden sollen), und nimmt nun die grüne Materie, welche nach ihm in den Streifen und Lücken (die er für kleine Zellen hält) enthalten seyn soll, für Nervensubstanz, worauf er dann seine Behauptung stützt, daß die Gefäße im Allgemeinen das Nervensystem oder vielmehr die zerstreuten Elemente dieses Systems

Hier müssen wir auch noch einmal an die gestreckten punktirten Holzzellen in den Zapfenbäumen erinnern, welche, wie (S. 61) erwähnt, die ganzen Holzbündel in den Jahrringen bilden, mit Ausnahme des innersten Ringes, der zunächst der Markröhre Spiral- und Treppen-Gefäße enthält, so daß also im ganzen Holzkörper dieser Bäume keine solche Gefäße vorkommen, wie man sie in den Laubhölzern zwischen den ebenfalls punktirten Zellen sieht, wo sie an ihrem meist viel bedeutenderen Durchmesser schon auf dem Querschnitte von den Zellen leicht zu unterscheiden sind. Da die Punkte dieser Holzzellen, wie wir wissen, nur durch Vertiefungen in der Zellenwand hervorgebracht werden, so ist wohl anzunehmen, daß diese Vertiefungen, wie bei allen übrigen Holzzellen, durch allmähliche Verdickung der Zellenwände entstehen, daß also Flüssigkeit in den Zellen enthalten seyn muß, aus welcher sich der Zellstoff abscheiden und schichtenweise auf der innern Wand anlagern kann. Wenn nun aber alle Zellen der Zapfenbäume stets mit Flüssigkeit erfüllt wären, so müßte ihr Holz, bei dem gänzlichen Mangel an Luftgängen und größern Gefäßen, und da die Zellenmembran ein größeres specifisches Gewicht als das Wasser besitzt, bedeutend schwerer als das Wasser seyn und demnach in diesem zu Boden sinken. Nun ist aber bekannt, daß das Holz der meisten Zapfenbäume leichter ist, als selbst das mehrerer Laubhölzer, deren Holz sich wohl gerade nur wegen seiner zahlreichen lufthaltenden Rehgefäße auf dem Wasser schwimmend erhalten kann. Wie läßt sich diese geringere specifische Schwere der Nadelhölzer erklären, wenn man alle Zellen derselben mit Saft erfüllt annehmen wollte? Schon dieser Umstand leitet zu der Vermuthung, daß diese Hölzer doch auch Luft enthalten müssen. Wenn man ferner einen Querschnitt aus dem Fichtenholze unter dem Mikroskope betrachtet, so fällt es leicht auf, daß die Wände der Zellen in der größern Breite der

in der Pflanze seyen. Wie wenig jedoch die Annahme jener Nervensubstanz mit einer unbefangenen Beobachtung der Natur übereinstimme, wird Jedem, der die Gefäße der Pflanze selbst genauer zu untersuchen Gelegenheit hatte, ohne Zweifel einleuchten.

Jahrringe, im Verhältnisse zu den Holzzellen der Laubhölzer, viel dünnere Wände haben, während nur die nach Außen liegenden engern Zellen eines jeden Jahrringes besonders dickwändig sind. Es ist daher vielleicht nicht so unrichtig, wenn wir daraus folgern, daß bei Zapfenbäumen in den näher gegen die Achse stehenden Zellen eines Jahrringes die Anlagerung von neuen Schichten auf den Wänden bald nachläßt, indem der anfangs vorhandene Saft verschwindet und durch Luft ersetzt wird, während die gegen den Umfang des Ringes stehenden Zellen ihren Saft länger behalten und daher ihre Wände sich mehr verdicken können. Dadurch tritt dann in den Jahrringen der Nadelhölzer ein ähnliches Verhältniß wie in den Laubhölzern ein, wo ebenfalls die größern, luftführenden Reizgefäße in jedem Jahrringe nach Innen stehen. Auf diese Weise müßten wir also den mehr dünnwändigen Holzzellen der Zapfenbäume eine gleiche physiologische Berrichtung zuschreiben, wie den reihförmigen Gefäßen, wozu uns nicht nur die eben angestellten Betrachtungen, sondern auch die mancherlei Mittelformen zwischen diesen Zellen und den eigentlichen Gefäßen, welche in dem innersten Holzringe der Zapfenbäume und Cycadeen vorkommen*), wohl berechtigen mögen. Nehmen wir noch dazu die (S. 106, S. 61) angeführten größern punktirten Röhren der Meerträubel (*Ephedra*), welche ebenfalls den innern Theil des Jahrringes einnehmen und sich durch diese Stellung, so wie durch ihre schiefen, durchlöcherten Scheidewände wie Gefäße, durch die Beschaffenheit ihrer punktirten Wände aber wie die übrigen Holzzellen der Zapfenbäume verhalten; beachten wir ferner die Holzzellen des Eibenbaums (*Taxus*), in welchen wirkliche Spiralfasern, von der dicken, punktirten Haut eingeschlossen, vorkommen, und vergleichen wir endlich noch die in den Holzbündeln des Mistels (*Viscum album*) die fehlenden Gefäße erscheidenden, dickwändigen, punktirten Zellen, so werden wir in den in ihrer Form den Holzzellen gleichenden Röhren der Zapfenbäume eine Art von Elementarorganen erken-

*) Man vergleiche: H. Mohl, über den Bau des Cycadeen-Stammes und sein Verhältniß zu dem Stamme der Coniferen und Baumfarne (Denkschr. der k. b. Akad. d. Wissensch. B. X. München 1852) Tab. 19, Fig. 9 u. 11, Tab. 20, Fig. 12 u. 14.

nen, welche, wie in ihrer Bildung, so auch in ihren Berrichtungen, zwischen dem Zellen- und Gefäßsystem in der Mitte stehen, daher auch die Funktionen beider ausüben und theils saft-, theils luftführend seyn können. Dadurch wäre nun zugleich nachgewiesen, wie in den Zapfenbäumen, so gut wie in den übrigen Gefäßpflanzen, der die Assimilation begleitende atmosphärische Prozeß sich bis ins Innere durch die ganze Pflanze erstrecken könne.

Was die sogenannten Faserzellen in den Antheren (S. 14) betrifft, so ist es durch die (S. 110, S. 89) gegebene Erklärung von der Entstehung der faserähnlichen Verdickungen ihrer Wände nachgewiesen, daß sie sich mehr den gewöhnlichen punktirten Zellen anschließen. Auch sie enthalten anfänglich Saft und scheinen mit den Mutterzellen der Pollenkörner in physiologischer Beziehung zu stehen; später aber verschwindet die Flüssigkeit in ihnen, sie füllen sich mit Luft und bewirken dann auf eine mehr mechanische Weise, durch die geringere Hygroskopicität ihrer verdickten Wände, beim Zusammenziehen der zärtern Oberhautzellen, das Deffnen und Zurückrollen der Antherenklappen, wie dieses schon (S. 159, S. 220) angegeben worden. Eben so verhält es sich wohl auch mit den Berrichtungen der Faserzellen in den häutigen Fruchthüllen der Schaftalme, welche anfangs den Mutterzellen bei der Sporenbildung die nöthige Flüssigkeit zuleiten, später aber saftlos und mit Luft erfüllt sind. Daß die Sporenschleudern der Lebermoose, welche, wie vorhin erwähnt, in der unreifen Frucht Flüssigkeit und körnigen Stoff einschließen, zur Ernährung der Sporen durch Zuleitung von Flüssigkeit beitragen, ist sehr zu bezweifeln, da dieselben in den Früchten vieler Arten ganz fehlen, auch da, wo sie vorhanden sind, in Form von gestreckten, spindelförmigen Zellen, schon von Anfang nur lose zwischen den Mutterzellen der Sporen liegen und daher keineswegs Nabelstränge für die Sporen darstellen, wie Manche irrig annehmen. Die Bestimmung dieser bei der Frucht reife saftleeren, sehr elastischen und hygroskopischen Faserzellen scheint sich wirklich nur auf das Fortschleudern der Sporen aus der geöffneten Frucht zu beschränken. Welchen Einfluß die Fasern in den Zellen der Blätter und der äußern Parenchymische des Stengels bei den Torfmoosen (Sphagnum) auf die Berrichtungen derselben haben, ist noch unerforscht. So viel läßt sich erkennen, daß durch die

fest aufgewachsenen Ring- und Spiralfasern die Zellenwände auch im trocknen Zustande so auseinander gehalten werden, als wenn sie durch Luft aufgetrieben wären; da aber diese Moose an ihren feuchten Standorten stets ganz von Flüssigkeit durchdrungen sind, die durch die verhältnißmäßig großen Löcher ihrer Faserzellen leicht aufgenommen werden kann, so läßt sich wenigstens die Nothwendigkeit dieser Einrichtung für jetzt gar nicht einsehen.

§. 167.

Zu den Zellen, welche nur in ihrer Jugend Saft führen und später meistens Luft zu enthalten scheinen, gehören endlich die der Oberhaut, deren Berrichtungen wir, so weit es unsere Kenntniß derselben erlaubt, hier noch im Allgemeinen anzudeuten versuchen wollen. Da die Oberhaut an der Außenfläche der Pflanze liegt, so läßt sich schon hieraus schließen, daß ihre Berrichtungen in nächster Beziehung zu der atmosphärischen Luft stehen müssen. Wir haben jedoch (§. 99) in der Oberhaut der höher organisirten Pflanzen zweierlei wohl unterschiedene Zellen, nämlich die eigentlichen Oberhautzellen und die Porenzellen, kennen gelernt, wovon die letztern ursprünglich noch dem unterliegenden Parenchym angehören und auch durch die in ihnen enthaltenen Chlorophyllkörner deutlich zeigen, daß sie stets mit Saft erfüllt bleiben, während die Oberhautzellen keine oder höchst wenige körnige Ablagerungen einschließen und nur in den wenigsten Fällen, auch im spätern Alter noch mit gefärbten oder farblosen Flüssigkeiten erfüllt sind, wobei selbst wieder gewöhnlich nicht alle Zellen Saft führen, sondern wenigstens ein Theil derselben saftleer erscheint.

Wir wissen, daß die von der Wurzel aufgesogene Flüssigkeit das ganze Pflanzengewebe durchdringt, und da diese Aufsaugung stets fortwährt, so muß auch von der in der Pflanze befindlichen Flüssigkeit eben so fortwährend ein Theil wieder ausgeschieden werden, um der neu aufgesogenen Platz zu machen; es muß also eine Ausdünstung stattfinden, welche mit der Einsaugung in genauem Verhältnisse steht; da aber die Ausdünstung nur durch die Oberfläche der Pflanze stattfinden kann, so kann diese Berrichtung auch nur den Elementarorganen der Oberhaut zukommen. Es ist ferner bekannt, daß die Pflanzen im Tageslichte, vorzüglich im klaren Sonnenscheine, Sauerstoff, bei Nacht

aber und überhaupt im Finstern Kohlen säure aushauchen, und auch diese Aushauchung von Gasarten kann nur durch die Elementarorgane der Oberhaut geschehen.

Es wurde schon (S. 99, S. 15) auf die nahe Beziehung aufmerksam gemacht, in welcher die grüne Farbe der Pflanzentheile, wenigstens bei Gefäßpflanzen mit der Gegenwart und selbst der bestimmten Stellung der Spaltöffnungen stehe. Pflanzen oder Pflanzentheile, die ihrer Natur nach grün sind, erhalten ihre grüne Farbe nur im Sonnenlichte und verbleichen im Finstern; die grüne Farbe erscheint um so gesättigter, je stärker das Licht einwirken kann. Da nun aber erwiesen ist, daß die Aushauchung von Sauerstoff mit der Einwirkung des Lichtes im genauesten Zusammenhange steht, so wird es klar, daß die grüne Farbe von dieser Aushauchung abhängig sey; da ferner die mit Spaltöffnungen bedeckten Stellen vorzugsweise die grüne Färbung zeigen, während (z. B. bei den Schafthalmen, auf den Nerven der meisten Blätter, auf den Halmen der Gräser und Cyperaceen) die Stellen, über welchen wenige oder keine Poren vorhanden sind, eine bleichere Färbung zeigen, so folgt wohl eben so natürlich, daß diese Ausscheidung des Sauerstoffes hauptsächlich durch die Spaltöffnungen vermittelt werde. Es könnte hier freilich der Einwurf gemacht werden, daß bei den meisten Blättern, namentlich der dikotyledonischen Pflanzen und der Farne, wo, wie bekannt, am häufigsten nur die untere Blattfläche mit Spaltöffnungen versehen ist, gerade diese fast immer eine blässere Färbung zeigt als die obere Blattfläche. Wir dürfen uns aber nur an die gerade in diesen Blättern durchweg vorkommenden Lufthöhlen (S. 109, S. 75 u. 79) erinnern, welche immer nur gegen die untere Blattfläche liegen und im genauen Zusammenhange mit den Spaltöffnungen stehen, um uns noch fester zu überzeugen, daß die letztern gleichsam nur die Mündungen dieser Höhlen und ohne Zweifel zur Entleerung des gasartigen Inhaltes derselben in die Atmosphäre bestimmt sind, während zwischen den gestreckten, fest aneinander liegenden Zellen der gegen die obere Blattfläche gerichteten Parenchymischeite keine solche Lufthöhlen vorhanden sind. Die bleichere Färbung der unteren Blattfläche rührt nun offenbar größtentheils schon von der Menge dieser Lufthöhlen selbst her, da hier die meist farblose Oberhaut nicht durchaus dem grünen Parenchym unmittelbar auf-

liegt und daher dieses weniger durchscheinen läßt, was auf der obern Blattfläche, wo die Oberhaut in der Regel sehr fest den grünen Zellen anliegt, viel mehr der Fall ist. Aber außerdem zeigt auf dem Querschnitt eines solchen Blattes doch gewöhnlich die oberste Parenchymischeite selbst eine dunklere Farbe. Diese wird zwar ohne Zweifel dadurch hervorgebracht, daß das Licht, indem es unmittelbar auf die ihm zugekehrte obere Blattfläche auffällt, auch hauptsächlich auf diese einwirken, also in der obersten Parenchymischeite um so mächtiger die Ausscheidung des Sauerstoffes und somit die gesättigte grüne Farbe hervorrufen muß; es ist aber deswegen noch keineswegs anzunehmen, daß der ausgeschiedene Sauerstoff auch durch die porenlose Oberhaut der oberen Fläche dieser Blätter entweiche, sondern er wird, bei dem Mangel der Lufthöhlen an dieser Fläche, vielmehr in die unmittelbar unter der dichtern Parenchymischeite liegenden Höhlen übergehen, und durch die Spaltöffnungen der untern Blattfläche in die Atmosphäre entweichen; wo aber beide Blattflächen mit Spaltöffnungen versehen sind, wie bei dem großen Huf-
lattig (*Tussilago Petasites*) und den Rapunzel-Arten (*Phyteuma*), ferner bei den meisten *Monokotyledoneen*, da hat auch jede Spaltöffnung der obern Blattfläche ihre entsprechende Lufthöhle unter sich, so daß also auch hier die Spaltöffnungen als die eigentlich aushauchenden Organe sich darstellen.

Die Ausscheidung der überflüssigen Feuchtigkeit oder die Ausdünstung scheint dagegen nicht auf die Spaltöffnungen allein beschränkt zu seyn, sondern durch die ganze Oberhaut zu geschehen. Die Stärke der Ausdünstung richtet sich hauptsächlich nach dem Wärmegrade der Luft, wird aber doch an den Stellen, welche dem Sonnenschein unmittelbar bloßgestellt sind, bedeutender seyn als an den im Schatten befindlichen; es wird also bei Blättern die unmittelbar von der Sonne beschienenen, obere Blattfläche stärker ausdünsten als die untere, und hier wird die in unsichtbaren Dunst verwandelte Feuchtigkeit unmittelbar durch die Oberhaut entweichen, gleichviel, ob dieselbe mit Spaltöffnungen versehen ist oder nicht; wo die letztern fehlen, müssen also die eigentlichen Oberhautzellen allein diese Funktion ausüben. Sie werden dieses aber auch an allen Stellen der Oberfläche thun, wo überhaupt eine Ausdünstung stattfindet. Daß übrigens in

den Lufthöhlen unter der Oberhaut sich gleichfalls die gasförmigen Dünste sammeln und mit der Luft durch die Spaltöffnungen entweichen können, ist wohl nicht zu bezweifeln. Die Ausdünstung selbst läßt sich leicht beobachten, wenn man einen beblätterten, lebenden Stengel oder Ast in eine Glasglocke einschließt, wo sich die Dünste auf den Wänden des Glases zu Wassertropfen verdichten. Wie groß die Menge des durch die Oberhaut ausgedünsteten Wassers sey, haben schon die von Woodward, Hales und Sennebier angestellten Versuche erwiesen. Der erstere fand, daß verschiedene Pflanzen im Verlaufe von 44 Wochen ungefähr hundertmal so viel Wasser ausgedünstet hatten, als sie zu Anfang des Versuches wogen. Nach neueren, von Burnett angestellten Versuchen hatte ein Blatt der großen Sonnenblume (*Helianthus annuus*), welches selbst nur $31\frac{1}{2}$ Gran wog, in Zeit von 4 Stunden über 20 Gran Flüssigkeit ausgedünstet.

Daß aber durch die Oberhaut nicht blos eine Aushauchung und Ausdünstung stattfindet, sondern daß von derselben auch wässerige Flüssigkeit und gasartige Stoffe eingesluckt werden, zeigen viele in dieser Beziehung angestellten Beobachtungen, so wie manche in sehr trockenem Boden wachsenden Pflanzen. Schon Bonnet hat durch viele Versuche dargethan, daß Blätter, welche auf Wasser gelegt werden, sich sehr lange frisch erhalten, und zog daraus den Schluß, daß sie durch ihre Oberfläche Feuchtigkeit einsaugen; da er aber die Blätter mit ihren Blattstielen nahm, ohne die Schnittfläche der letztern vor dem Eindringen des Wassers zu verwahren, so hat Burnett seine Versuche wiederholt, wobei er aber die Schnittfläche des Blattstiels mit einem Ritze bedeckte, um das Eindringen des Wassers zu verhindern, und er fand, daß die Blätter tage- und wochenlang, ja manche, welche völlig untergetaucht waren, sogar monatelang frisch und grün blieben, während die dünnern, weniger saftreichen Blätter, wie bekannt, an einen trocknen Ort hingelegt, in wenigen Stunden welken und absterben. Um sich zu versichern, daß dieses Frischbleiben nicht von einer durch das umgebende Mittel verhinderten Aushauchung, sondern von einer wirklichen Einsaugung der Flüssigkeit herrühre, nahm er mehrere Blätter von dem schwimmenden Laichkraute (*Potamogeton natans*), welche

nach sorgfältigem Abwischen des anhängenden Wassers, gewogen wurden, und, nachdem sie 2 Stunden lang außer Wasser geblieben, von $3\frac{1}{2}$ Gran bis $5\frac{1}{4}$ Gran an Gewicht verloren hatten. Sie wurden hierauf in Wasser gelegt, und nach Verlauf von abermals 2 Stunden wieder abgetrocknet und gewogen, wo es sich zeigte, daß die einzelnen Blätter von 3 bis 5 Gran an Gewicht zugenommen hatten, welche Zunahme also blos der Einsaugung durch die Oberhaut zugeschrieben werden konnte, da auch bei diesem Versuche, die Blattstiele mit dem Ritze verklebt waren. Bei den saftreichen Pflanzen, welche nur sehr schwache Wurzeln haben, ursprünglich im dürresten Boden wachsen, und selbst aus der Erde genommen lange leben, wie die Cactus-, Stapelien-, Crassula-, Sedum- und Hauswurz-Arten, die also ihre vorzüglichste Nahrung aus der Atmosphäre aufnehmen, muß nicht blos die Einsaugung der Luftfeuchtigkeit, sondern auch der gasartigen Stoffe durch die Oberhaut des Stengels und der Blätter geschehen.

Wenn wir die wagrechte Ausbreitung der Blätter, wie sie bei den meisten Pflanzen vorkommt, beachten, so werden wir zwar erkennen, daß die untere Blattfläche durch ihre Richtung gegen die Erde besonders geschickt seyn müsse, die von dieser beständig aufsteigenden Dünste aufzunehmen, und wir könnten deswegen leicht verleitet werden, da die untere Blattfläche der meisten Gefäßpflanzen mit zahlreichen Spaltöffnungen bedeckt ist, diese letztern auch für die eigentlichen einsaugenden Organe der Oberhaut zu erklären. Wenn wir aber auf der andern Seite wieder sehen, daß der des Morgens aus der Atmosphäre niedergeschlagene Thau sich immer nur auf der obern Blattfläche absetzt, daß ferner der herabfallende Regen ebenfalls vorzüglich diese Fläche der Blätter trifft, die bei so vielen Pflanzen gar keine Spaltöffnungen besitzt, und doch, wie der Augenschein deutlich lehrt, die auf ihr sich niederschlagende Feuchtigkeit absorbiert, so müssen wir doch auch den eigentlichen Oberhautzellen das Vermögen der Einsaugung zuerkennen. Dieses zeigen uns ferner die schwimmenden Blätter der Wasserpflanzen, welche auf ihrer untern, dem Wasser aufliegenden, also unmittelbar dasselbe auffaugenden Fläche keine oder nur wenige Spaltöffnungen haben, so wie wir endlich auch sehen, daß im Zimmer gezogene Pflanzen viel freu-

diger vegetiren, wenn sie von oben mit Wasser besprengt werden, als wenn man nur ihre Wurzeln begießt. Da nun aber, wenn wir anders den Prozeß der Aushauchung durch die Oberhaut richtig erkannt haben, in den Lufthöhlen unter den Spaltöffnungen stets eine Anhäufung von gasförmigen Stoffen stattfinden muß, welche durch die Spaltöffnungen unausführlich entweichen, so wird es sogar höchst unwahrscheinlich, daß durch diese Oeffnungen zu gleicher Zeit tropfbare oder dunstförmige Flüssigkeiten ausgenommen werden, da ihnen vielmehr die stets nach Außen strebende Luft der Lufthöhlen den Eintritt durch die Spalten verwehren muß. Höchstens werden die die Spalte umschließenden Porenzellen die Feuchtigkeit aus der Atmosphäre in sich aufnehmen können, was um so glaublicher ist, als ihre ganze Beschaffenheit auf einen flüssigen Inhalt schließen läßt, der hier wohl eben so wiederholt durch neue Flüssigkeit ersetzt werden muß, wie in den übrigen saftführenden Zellen; da diese Porenzellen aber gewöhnlich durch eine Luftschicht von den Zellen des Parenchyms getrennt sind, so werden sie schwerlich ihre von Außen eingesogene Flüssigkeit an diese abgeben können, sondern dieselbe vielmehr zu ihrem eigenen Bedarfe verwenden, und gerade von der durch einen bald größern, bald geringern Gehalt an Flüssigkeit bedingten verschiedenen Turgescenz dieser Porenzellen hängt das abwechselnde Offen- und Geschlossenfeyn der Spaltöffnung ab. Für die Aufnahme der Gasarten, welche namentlich bei den oben erwähnten Pflanzen, die ihre hauptsächlichste Nahrung aus der Atmosphäre schöpfen, durch die Oberhaut geschieht, stellen sich ebenfalls die Spaltöffnungen als die geeignetsten Organe dar, so weit nicht diese luftförmigen Nahrungsstoffe in dem atmosphärischen Wasser gelöst, mit diesem durch die Oberhautzellen eingesogen werden, wie es wenigstens mit dem kohlenfauren Gas wohl der Fall seyn mag. Darum möchte wohl die Annahme die größte Wahrscheinlichkeit für sich haben, daß die Oberhautzellen eine ausdünstende und einsaugende, die Spaltöffnungen (d. h. die eigentlichen Spalten derselben) aber vorzugsweise eine aushauchende und einathmende Berrichtung haben. Bei Allem dem ist jedoch die Thätigkeit der Oberhaut gleichsam nur eine die Wechselwirkung zwischen dem Innern der Pflanze und der Atmosphäre vermittelnde, da in den

Oberhautzellen selbst in der Regel keine Zubereitung und Ver-
 ähnlichung der von ihnen aufgenommenen Stoffe stattfindet, son-
 dern diese Elementarorgane sich eigentlich nur als die Leiter für
 die ausgeschiedenen und eingesogenen Stoffe darstellen.

Von den Haaren der Oberhaut gilt im Allgemeinen,
 was von den Oberhautzellen gesagt worden; auch sie sind zur
 Ausscheidung und Einsaugung von Feuchtigkeiten bestimmt. Daß
 viele Haare eine aussondernde Funktion haben, lehrt der Augenschein,
 indem man häufig nicht nur im Innern derselben Flüssigkeiten erkennt,
 sondern diese auch austreten und auf ihrer Spitze in Tröpfchen
 hängen sieht. Doch ist dieser ausgeschiedene Saft selten von
 wässriger, sondern gewöhnlich von anderer, eigenthümlicher Be-
 schaffenheit. So finden wir einen öligen und schmierigen Saft
 auf oder in den Haaren der Taback-Arten, des Bilsenkrautes,
 Löwenmauls, der Madien, mehrerer Habichtskräuter (*Hieracium amplexicaule*, *H. grandiflorum*, *H. inty-
 baceum*), Kampher an den Haaren des Bisam-Hibiskus
 (*Hibiscus Abelmoschus*), rothen Saft in den Haaren der Blü-
 thenstiele, Kelche und Blumen der glänzenden Salbei (*Sal-
 via splendens*). Die Haare der Nesseln verursachen nur da-
 durch das heftige Brennen in der Haut und selbst Entzündung,
 weil aus ihren starren Haaren eine ätzende Flüssigkeit ausfließt,
 welche in die durch die Haare verletzten Theile sich ergießt. Da-
 her richtet sich der Grad des Brennens nicht nach der Länge
 oder Stärke der Haare, sondern nach der mehr oder minder
 ätzenden Eigenschaft des Saftes. Die hanfblättrige Nes-
 sel (*Urtica cannabina*) Sibiriens und die beerentragende
 Nessel (*U. baccifera*) Südamerikas verursachen nur aus die-
 sem Grunde heftigere und schmerzhaftere Entzündungen als un-
 sere gemeine und Brenn-Nessel (*U. dioica* u. *U. urens*),
 und diese letztern brennen während der Blüthezeit weniger als sonst,
 weil dann weniger ätzende Säfte abgeschieden werden, während
 die kanadische Nessel (*U. canadensis*), trotz ihrer starken
 Haare, wenig oder gar nicht brennend ist. Da ferner die Haare
 bei vielen Pflanzen vorzugsweise auf den Blattnerven angetrof-
 fen werden, in diesen aber die Saftgänge, also die mehr verar-
 beiteten Säfte enthalten sind, so scheint auch dieses Vorkommen

der Haare darauf hin zu deuten, daß sie hier zur Ausscheidung der überschüssigen wässerigen und sonstigen Flüssigkeiten bestimmt sind.

Dagegen fehlt es auch nicht an Beobachtungen, welche uns auf eine einsaugende Funktion der Haare schließen lassen. Die obere Blattfläche, von welcher man annehmen kann, daß sie hauptsächlich, wegen ihrer Richtung gegen das Sonnenlicht, ausdünstend sey, ist gewöhnlich weniger behaart und häufig ganz kahl, während die untere, augenscheinlich mehr zur Einsaugung bestimmte Fläche dabei oft einen starken Ueberzug von Haaren besitzt. Pflanzen, welche in magerem, trockenem Boden wachsen, sind im Allgemeinen stärker behaart als die in fruchtbarem Erdreiche vorkommenden, und viele Pflanzen, die im trocknen und mageren Boden behaart sind, werden es weniger oder verlieren alle Haare, wenn sie in fruchtbarem oder feuchtem Erdreiche gezogen werden. So bemerkt man häufig, daß Gebirgs- und Alpenpflanzen ihre Haare in Gärten zum Theil oder ganz verlieren. Der wilde Thymian oder Quendel (*Thymus Serpyllum*), der auf besserem Boden und in einer vor dem Austrocknen durch die Sonnenwärme geschützten Lage nur mäßig behaart erscheint, wird oft ganz zottig, wenn er auf dürrer Sandboden wächst. Da nun die auf magerem Boden wachsenden Pflanzen größtentheils ihre Nahrung aus der Atmosphäre aufnehmen müssen, weil ihre Wurzeln aus der Erde ihnen zu wenig Nahrungstoffe zuführen können, so deutet hier die größere Menge der Haare offenbar auch auf eine einsaugende Funktion derselben.

Durch die sehr gewöhnliche Beobachtung, daß viele in der Jugend behaarte Pflanzentheile, namentlich Aeste und Blätter, später, wenn sie eine mehr trockne Konsistenz erhalten, ihre Haare verlieren, oder die letztern, wenn sie auch vorhanden bleiben, dann keinen flüssigen Inhalt mehr erkennen lassen, sondern vielmehr als abgestorben zu betrachten sind, werden wir zu dem wohl richtigen Schlusse geleitet, daß die Haare, gleich den Oberhautzellen im Allgemeinen nur zur Aufnahme und Ausscheidung tropfbar flüssiger oder dunstförmiger Stoffe bestimmt sind.

Endlich gibt es aber doch auch noch Haare, welche, da sie sehr bald verschwinden, nur zur Beschützung der jüngsten, zarten Pflanzentheile gegen die Kälte bestimmt scheinen, wie dieses

die in eine dichte Wolle eingehüllten Knospenblättchen mancher Pflanzen, z. B. der Roskastanie und des königlichen Rispenfarne (*Osmunda regalis*), bezeugen, welche schon während ihrer Entfaltung ihre Haarbekleidung verlieren.

Die Drüsen haben dagegen eine bloß aussondernde Berrichtung, und alle Flüssigkeiten, die man bis jetzt in den wahren Drüsen der Oberhaut gefunden hat, bewähren sich als eigenthümliche ausgeschiedene Säfte von schleimiger, öligiger, saurer Beschaffenheit u. s. w., so daß wir die Drüsen zugleich als die den Saftbehältern entsprechenden Theile auf der Oberfläche der Pflanze betrachten können, die ihren Saft häufig nach Außen ergießen, wie bei der klebrigen Robinie u. a. m., und dadurch die Oberfläche der Organe mehr oder weniger schmierig und klebrig machen.

Zweiter Artikel.

Von den Berrichtungen der zusammengesetzten Organe der Pflanzen.

I. Von der Ernährung.

§. 168.

Unter der Ernährung verstehen wir diejenige Lebenthätigkeit, wodurch die einmal vorhandene Pflanze bis zum Ziele ihres Bestehens sich zu erhalten und in ihren äußern Organen zu vergrößern vermag. Es lassen sich dabei drei verschiedene, aber in der innigsten Beziehung zu einander stehende, untergeordnete Berrichtungen unterscheiden, nämlich: die Aufnahme der Nahrungstoffe, die Umwandlung derselben in eigene Bestandtheile der Pflanzen oder die Assimilation und das Wachsthum, welches durch die beiden vorhergehenden bedingt, eigentlich nur als das Resultat derselben zu betrachten ist.

1. Von der Aufnahme der Nahrungstoffe.

§. 169.

Die Pflanzen, welche ihre Stelle nicht willkürlich zu verändern vermögen, können daher auch nicht, wie die Thiere, ihre Nahrung