

Flora

320

oder

Botanische Zeitung.

Nro. 42. Regensburg, am 14. Nov. 1822.

I. Aufsätze.

Ueber den Kreislauf des Saftes im Schöllkraute und mehrern anderen Pflanzen etc. Mikroskopische Beobachtungen und Entdeckungen von Dr. C. H. Schulz. Berlin 1822.

Eine Schrift, die bedroht, was die scharfsinnigsten Forscher in der Pflanzenphysiologie, dem Augenschein und der Lehre des anatomischen Messers getreu, so wie aus der Idee und Bedeutung des Pflanzenorganismus überhaupt folgernd, als Endresultat fest begründet zu haben glaubten, verdient eine treue, sorgsame Prüfung und gewissenhafte Beachtung. Wie der menschliche Geist, wenn auch unbefangen und vorurtheilsfrei, doch ungern und schwer, vom Standpunkt empirischer Forschung aus, sich gewöhnt, das Bekannte und Erforschte zu verlassen, um Unbekanntes und Neues in Seyn und Bedeutung ungetrübt aufzufassen, so lag auch für die Pflanzen immer die Idee nahe, auf sie in Rücksicht der Säftebewegung die Analogie der Thiere überzutragen. Wenn es daher auch keinesweges neu ist, einen vollständigen, geregelten Kreis-

T t

STOFF

lauf bei ihnen finden zu wollen, da sogar vor noch nicht langer Zeit ein übrigens ausgezeichnete Naturforscher dem Mark und den Markstrahlen die Bedeutung des Gehirns und der Nerven gab, so ward diese Ansicht doch immer nur mehr im Allgemeinen gehalten, und nie vollständig im Einzelnen anatomisch nachgewiesen. Der Hr. Verf. der oben genannten Schrift glaubt aber durch seine Beobachtungen und Versuche allen Anforderungen ein Genüge geleistet zu haben, so daß die Art und Weise, die Gefäße und Kanäle, aufsteigender und absteigender Saft, ausser jeden Zweifel gesetzt seyen: eine Sache, welche die größte Aufmerksamkeit verdient, und sie auch schon von mehreren Seiten in vollem Maasse erhalten hat. Wenn aber ich, noch so wenig eingeweiht in die Mystereien der Pflanzenwelt, und unbekannt mit den Forschungen mancher tüchtiger Männer, mir eine Stimme in dieser hochwichtigen Lehre anmaßte, so kann mich nur die jedwedem, dem es Ernst ist mit der Naturforschung, inwohnende Sehnsucht nach höherer Erkenntniß vertheidigen; daß ich aber gewagt, nachstehende, ursprünglich nur für den Verein zur Beförderung der Naturstudien auf der rheinischen Universität zu Bonn bestimmte Bemerkungen hier öffentlich mitzutheilen, darf nur die gütige und unverdiente Nachsicht entschuldigen, welche ihnen bei dem Vortrag in demselben zu Theil wurde. Da im Anfange die Jahreszeit verhinderte, selbst zu untersuchen, und später die Ortsveränderung, da ich Bonn verlassend, die Ber-

liner Universität bezogen, die nöthige Muße nahm, so wird es erlaubt seyn, dem Gange der Untersuchungen des Verfassers aufmerksam und unbefangenen zu folgen, um uns entweder von ihm überzeugen zu lassen, oder vor unrichtigen Schlüssen und unpassenden Folgerungen uns möglicher Weise vorsichtig zu verwahren.

Nachdem wir in einer kleinen Einleitung erfahren haben, daß es schwierig sey, die inneren Lebensvorgänge zu erkennen, und der Verfasser es daher für nützlich gehalten, sie in ihrer ursprünglichen Beziehung zu betrachten, weshalb er die Bewegungen des Bluts im thierischen Organismus zu beobachten unternommen, so wird erzählt, daß er zur Vergleichung den gelben Saft des *Chelidonium maius* habe untersuchen wollen. Hier sey es ihm nun aufgefallen, daß derselbe bei abgeschnittenen Stengeln an beiden Seiten gleichmäÙig hervorgequollen, und dadurch die Vermuthung in ihm aufgestiegen, daß wohl eine doppelte Bewegung desselben, in auf- und absteigender Richtung, statt finden möge. Er habe darauf untersucht, und, was er vermüthet, vollständig und klar gefunden.

Bringt man nämlich ein frisches Blatt vom Schöllkraute bei hellem Sonnenlichte unter das Mikroskop, am besten mit der Rückseite nach oben, so sieht man schon bei mäÙiger Vergrößerung, daß die undurchsichtige grüne Blattsubstanz ganz mit durchscheinenden Adern netzförmig durchwebt ist, in denen eine gelbe, flimmernde Flüssigkeit mit großer Lebendigkeit auf- und abströmt. Diese Be-

wegung scheint anfänglich unregelmäßig durcheinander sich zu wirren, als schnelles Zittern und Flimmern; doch bald bemerkt man, daß die Adern aus vielen deutlich von einander getrennten Röhren bestehn, in denen sich der Saft abgesondert in zwei Richtungen, nach unten und nach oben bewegt. Am besten erkennt man die entgegengesetzten Ströme im Theilungswinkel der Gefäßbündel. Verfolgt man die Saftströme bis in die feinsten Adern, so sieht man, daß sich in der undurchsichtigen Blattsubstanz nur wenige verlieren, ohne daß man ihr Ende erreichen kann. Die meisten Verzweigungen gehen in immer kleiner werdende Netze zusammen, ohne sich ganz zu verlieren, so daß man sie bis zu den letzten Verbindungen sehr gut verfolgen kann. In den kleinen Adern erkennt man die Saftströme wegen ihrer Durchsichtigkeit und Einfachheit deutlicher. Zuweilen steht die Bewegung in einzelnen Adern still, und fängt plötzlich wieder an, doch ohne Regelmäßigkeit und Periodicität. Man kann auch Blätter nehmen, die schon von der ganzen Pflanze getrennt sind; verwelkte, die im Wasser wieder aufgefrischt werden, zeigen noch lange dieselben Bewegungen. Endlich hören zuerst die kleinern Aeste auf, zu flimmern, während die größern sich noch immer ungestört bewegen, bis auch endlich diese auf dieselbe Weise still stehen.

In der zarten Substanz der Blumenblätter sieht man einzelne helle Streifen, in geringer Anzahl, die divergirend nach der Blattspitze laufen, und worin meist ein aufsteigender von einem abstei-

genden Ströme begleitet wird, doch hört die Bewegung meist in wenig Augenblicken auf. In den Staubfäden erkennt man nur ein schwaches Flimmern in den Zellen.

Innerhalb der Kelchblätter verlaufen die Saftgefäße in geschlängelter, divergirender Richtung, einzeln neben einander, wie in den Blumenblättern, nur in ungleich größerer Menge. Auch dauert die doppelte Bewegung länger. Daher eignen sich diese Kelchblätter vorzüglich zu den Beobachtungen. Man sieht die auf- und absteigenden Ströme sehr schön in mannichfachen Windungen, zwischen denen, da wo mehrere Gefäße neben einander liegen, sich ein oder zwei deutlich zu unterscheidende Spiralgefäße fortwinden. Immer wird ein aufsteigendes von einem absteigenden begleitet; da indessen die absteigenden viel früher still stehen, als die aufsteigenden, so sieht man oft nur in diesen die Bewegung, während die andern schon ruhen, hat man aber grade zwei solche recht lebendige, in entgegengesetzter Richtung dicht neben einander verlaufende Ströme im Auge, so bemerkt man, daß aus dem aufsteigenden während des ganzen Verlaufs immer ein Theil des Saftes in den absteigenden Strom, wie es scheint, durch das Zellgewebe hinüber rollt, und nun mit einem Male mit diesem den Rückweg antritt. Andere zuführende Gefäße beugen sich in ziemlich großen Bogen um, und gehen in zurückführende über, was aber nur in den Kelchblättern vorkommt. Wo die Gefäße ein-

zeln im Zellgewebe verlaufen, sehen die Ströme ganz weiß aus.

Im Stengel selbst bemerkt man das Auf- und Absteigen schwer, und nur mit viel schärferem Mikroskope, und an ganz jungen Stengeln von kleinen, schnell gewachsenen Exemplaren. In einer dünn geschnittenen Schichte sieht man nun zu beiden Seiten der hell und weiß erscheinenden Spiralgefäßbündel, wie auch in dem daneben liegenden Zellgewebe, die graden Ströme des Saftes, welche sich ziemlich schnell in auf- und absteigender Richtung, doch nicht so deutlich, in von einander abgesonderten Gefäßen fortbewegen. Freilich gelingt es sehr selten, zugleich ein auf- und absteigendes Gefäß mit bewegtem Saft zu sehen; man sieht oft einen, oft mehre Ströme, aber alle nur in einer Richtung; wenn man indessen den Versuch recht oft wiederholt, so hat man doch nicht selten die Freude, diese schöne Erscheinung zu sehen. Der Verf. gab sich Mühe, die hinführenden Gefäße von den zurückführenden durch bestimmte Merkmale zu unterscheiden, indem er bei einem Querdurchschnitte beobachtete, wo der Saft ausströme, indessen gelang diese Unterscheidung ebenso wenig, als durch die Farbe des Saftes, die in manchen Strömen weiß ist. Die Gefäßbündel und Saftgänge verlaufen ununterbrochen vom Stamm in die Aeste fort. Ueber den Uebergang der Gefäße in die Blume und Frucht sind die Untersuchungen unbefriedigt geblieben.

In den Schoten sieht man das Flimmern mit

aufserordentlicher Lebhaftigkeit vor sich gehen, und bemerkt in dem Gewirre weder Ordnung noch Regel. Hat man die innere Fläche der Schotenvalvel nach oben gelegt, so scheint die Bewegung des gelben Safts in länglichen Zellen zu geschehen, und es ist durchaus nichts anders sichtbar, als diese länglichen, an den Enden spitz zulaufenden, mit dem bewegten Saft erfüllten Zellen. Betrachtet man aber die Schote mit dem Rücken nach oben, so erkennt man deutlich, daß diese Zellen sechseckig, und nichts, als die Epidermis sind, unter welcher die Gefäße mannichfach gebogen, den Saft strömend enthalten. Die ganze Schote besteht fast nur aus Gefäßen, und der Saft zirkulirt mit ungemainer Lebhaftigkeit und Schnelligkeit. Aus den Schotenrippen gehen keine Gefäße ab, sondern diese laufen in der Mitte, und man erkennt in ihnen eine weiße, eben so, wie in den Saftgefäßen geformte Masse; die man indessen nicht strömen sieht, sondern nur in gegenseitiger Bewegung der Kugeln. Man kann aber keinesweges das Uebergehen der hinführenden Gefäße in die zurückgehenden bemerken.

Der Bau der Wurzel endlich unterscheidet sich durch die Lage der Gefäße vom Stamme, da alle Spiralgefäße bis in die feinsten Verzweigungen in einen Bündel vereint sind, welches, wie das Mark anderer Pflanzentheile, im Mittelpuncte verläuft, von lockerem Zellgewebe umgeben, worin die mit gelbem Saft angefüllten Röhren im ganzen Umkreise ebenfalls für sich verlaufen. Selbst in

den kleinsten Fasern findet man in der Mitte einen solchen Spiralgefäßsbündel, in denen man aber nur eine weiße Flüssigkeit flimmern sieht. Schneidet man aber denselben quer durch, so sieht man, daß dieser, wegen der unendlichen Feinheit der Gefäße und Spiralgefäße, weiß scheinende Saft, sich in schönen, gelben Wolken ansammelt.

Dies sind nun die Beobachtungen am Schöllkraute, die, wenn auch zusammengedrängt, doch wenigstens vollständig hier nacherzählt werden mußten. Der Vfr untersuchte in dieser Rücksicht noch eine große Menge anderer Pflanzen, deren Saftbewegung, fern von aller Analogie mit Chelidonium, ohne dieses auch nicht eine Abndung von der auf und absteigenden Bewegung hätten rechtfertigen können: Zwar gaben Papaver, Lactuca, Sanchus, Euphorbia, Ricinus, und noch einige andere milchreiche Kräuter, ein ziemliches Abbild der flimmernden Bewegung, jedoch keinesweges etwas dem Kreislaufe Aehnliches. Eben so wenig konnte er ihn an Aloe, Agave, einigen milchreichen Convolvulus und Campanula-Arten deutlich beobachten. Sichtbar ist also die Zirkulation nur beim Schöllkraute, höchstens in etwa nur bei einigen Milchpflanzen, wohl aber läßt sich natürlicher Weise die Bewegung des Milchsaftes beweisen, und beobachten, daß keine Ruhe in ihm Statt finde.

Aus diesen Thatsachen werden nun, da, was von einer Pflanze gilt, nach dem Vfr, von allen

gelten muß, folgende Verhältnisse für die Saftbewegung gezogen:

Es ergibt sich, daß der gelbe Saft im Schöflkraute sich in einem abgeschlossenen Systeme in allen Theilen bewegt, und in vielen abgesonderten Gefäßen im Stengel aufsteigt; in wahrscheinlich eben so vielen wieder abwärts. Wo die aufsteigenden in die absteigenden übergehen, in den Extremen des Stammes, besonders den Blättern, da zeigen sich mannichfache Anastomosen beider, statt daß sie im Stengel ohne sichtbare Verbindung für sich verlaufen. Die Wurzel besteht meist nur aus Spiralgefäßen und Zellgewebe; die einzelnen gelben Saftgefäße dienen sicher nur zur Ernährung der Wurzelsubstanz. Da wir sehen, wie in abgesechnittenen Blättern die Bewegung noch eine Zeit lang fort dauert, so erklärt sich daraus auch das Pflöpfen. Es ist daher, nach des Vfs. Meinung, der auf- und absteigende Saft in dem Verhältniß, wie ungefähr arteriöses und venöses Blut im Thierorganismus. Später wird er auf den Chylus kommen.

Wir gelangen jetzt zu dem interessantesten und wirklich belehrenden Theil seiner Untersuchungen, die eigenthümliche Bewegung der Safttheilchen betreffend. Er besteht aus unzähligen Kügelchen, die abgesondert von einander, aufser den Gefäßen, mit den Strömen des Wassers fortschwimmen, ohne sich gegenseitig zu berühren. Diese ruhenden, todtten Kügelchen sucht man aber im lebenden, in den Gefäßen strömenden Saft umsonst wieder. Man erkennt nur das Glänzen und Flim-

mern in den Strömen; genauer betrachtend, sieht man aber eine zweite Bewegung der Bestandtheile des Saftes gegen und von einander. Man findet ein beständiges Ineinandergehen und sich wieder trennen der Kügelchen, deren Gestalt sich immerwährend ändert; sie streben die Kugelform anzunehmen, erreichen diese aber nicht, sondern in dem Moment, wo sie sich von einem andern lostrennen und befreien wollen, um für sich zu seyn, verschmelzen sie wieder mit andern, die sich wieder eben so, wie das vorige, immerhin verwandeln. So sind alle unter einander in einer ewigen Wechselwirkung. Beide Bewegungen sind genau mit einander verbunden, und nie sieht man eine ohne die andere; ja die vorwärts strebende kommt nur durch die andere zu Stande. Im Vorbeigehen verschmelzen die Kügelchen theilweise immer mit den Gefäßen, und gehen aus ihnen wieder zurück in die Masse des Saftes. Im Zellgewebe des Stengels verlaufen oft weisse, ruhige Ströme von ungemeiner Feinheit, die mit den Gefäßen in keiner Wechselwirkung zu stehen scheinen. Der Verf. übergeht hier ganz diese seine eigene Beobachtung, von der er schon oben einige male geredet, ohne sich auf die Erklärung weiter einzulassen, obgleich, wie sich unten zeigen wird, diese häufig und deutlich genug erblickte Erscheinung, eben seiner Theorie in etwa gefährlich werden könnte, zum mindesten sich doch nicht mit derselben in Einklang bringen läßt.

Der Vfr. hatte, bis hierher gediehen, nur noch

1.

zu lösen, durch welche Organe jener Circulation denn eigentlich der frische Nahrungssaft zugeführt werde. Er vermuthete nun, daß die Spiralgefäße selbst eben diese Ingestions- und Assimilationswege der Pflanzen seyn möchten. Dafür spricht folgendes: gefärbte Flüssigkeiten steigen in durchschnittenen Stengeln in den Spiralgefäßen auf; und zwar unter solchen Umständen, unter denen überhaupt die Einsaugung durch die Wurzel vermehrt seyn möchte. Welche Pflanzen erfüllen die Spiralgefäße schneller, und leben wieder kräftig auf; eben so geht es bei heißem, trockenem Wetter besser: die Blätter welken schnell, wenn das Holz und mit ihm die Spiralgefäße weggeschnitten, so daß nur Rinde und Bast stehen geblieben. Schneidet man aber die Rinde weg, so schadet dies durchaus nichts.

Es mußte nun auch gezeigt werden, daß gefärbte Flüssigkeiten bei unverletzter Wurzel nur in den Spiralgefäßen aufsteigen.

Der Verf. setzte in ein Decoct von Radix Rubiae tinctorum, eine frische, behutsam ausgegrabene Pflanze, so daß, wie im natürlichen Stande, nur die Wurzel feucht wurde. Einige andere pflanzte er in eben solchen Brey. Nach 24 Stunden waren die Spiralgefäße beider ganz mit der rothen Flüssigkeit erfüllt, zugleich aber auch das umgebende Zellgewebe röthlich; aber der gelbe Saft zirkulirte in seinen Gefäßen ruhig und ungetrübt fort. Sehr schön lassen sich alle die größern Bündel, die dem bloßen Auge schon ganz roth gefärbt erscheinen, darstellen, wenn man vom Stamm

der Wurzel aus, das umgebende Zellgewebe mit den eignen Saftgefäßen von den Spiralgefäßbündeln, welche zusammengenommen die ganze Wurzel mit ihren Verzweigungen, wieder im verjüngtem Maafsstabe darstellen, lospräparirt, und so die Spiralgefäße gleichsam scelettirt. Hält man ein solches Spiralgefäßscelett im natürlichen Zustande mit einem injicirten zusammen, so ist das eine ganz roth, das andere grauweiß, und man sieht, dafs an dem oben quer abgeschnittenen Stamm nach einem gelinden Fingerdruck aus den offenen Mündungen der injicirten Spiralgefäßen eine rothe, aus den im natürlichen Zustande sich befindenden, eine fast wasserhelle Flüssigkeit hervorquillt. Noch nach 48 Stunden war die rothe Flüssigkeit nirgends übergetreten. Doch scheint sich in den letzten Enden die Farbe mehr in eine blasse zu verwischen, jedoch keinesweges dadurch, dafs sich solche auch in den gelben Saft vertheile, welcher ganz gelb bleibt, sondern wahrscheinlich vermöge der Veränderungen durch die Assimilation.

Auf diese Weise wird jene milde Flüssigkeit von der Wurzel lebendig eingesogen, und es ist die Function der Spiralgefäße aufser Zweifel.

Welches sind aber nun die Ursachen der Saftbewegung? Zusammenziehungen der Gefäße können es keinesweges seyn. Es ist vielmehr die eigenthümliche Kraft der Kügelchen, von der oben geredet, und ihre stete Anziehung zu den Gefäßwänden, eine Kapillarattraction. Für letztes spricht die Erfahrung, dafs wenn man eine Pflanze um-

kehrt, die Säfte darinn eben so gut zur Wurzel hinauf steigen.

Nun folgt der Abschnitt von dem Lebensprocess der Pflanzen überhaupt, als Resultat aller vorhergehenden Untersuchungen:

Das Organ der Verdauung sind die Spiralgefäße; sie saugen die rohen Säfte in der Wurzel auf, und leiten diese in alle Verzweigungen des Stamms, assimiliren den Nahrungssaft, verwandeln ihn in den eigenthümlichen, in das Blut der Pflanze, welches dann in den eigenthümlichen Gefäßen einen eigenen, in sich geschlossenen Kreislauf durch die ganze Pflanze, für sich führt. Wie bei dem Thierreiche dasselbe Organ stets dieselbe Function hat, so läßt sich von *Chelidonium* auf alle andere Pflanzen schliessen. Nur darin haben die früheren Physiologen geirrt, wenn sie leugneten, daß die Spiralgefäße Luft führten, daß sie in denselben den eigenthümlichen Saft suchten, und sich nicht bestimmt genug ausdrückten. Gelben Saft haben sie nie; es scheint, der rohe Nahrungssaft wird erst in der Mischung mit dem eigenthümlichen selbstpotenzirt, durch die Lungen der Pflanze, die Blätter. Wie das kohlen saure Wasser so verändert werde, kann die Chemie freilich keineswegs nachweisen.

Ist es nun erlaubt, über das Ganze ein Urtheil zu fällen, um aus den vorliegenden Beobachtungen und Folgerungen selbst eine Ueberzeugung zu gewinnen, so können und wollen auch wir, da der Verfasser, um seine Ansicht durchzuführen, nur

Thatsachen gab, ihm vom Standpunkt empirischer Forschung aus, blos Thatsachen entgegenstellen, und weder auf die Stelle des Pflanzenorganismus im Leben der Erde selbst Rücksicht nehmen, noch die Bedeutung und Nothwendigkeit der Spiralgefäße zu anderer Beziehung entwickeln. Mit allem Rechte mögen wir hingegen jene Theorie des Hrn. Verf., da er in der Anatomie selbst das Bestehende weder angetastet, noch viel weniger etwas Neues geliefert hat, mit dem Baue und der Bildung des Pflanzenkörpers vergleichen, und zusehen, ob sie sich mit ihm vereinigen lasse.

Bei dieser Untersuchung sind aber zwei Punkte zu berücksichtigen:

1. Kann ein Kreislauf des eigenthümlichen Saftes nach den angeführten Beobachtungen des Hrn. Dr. Schulz als bewiesen angenommen werden?
2. Sind es die Spiralgefäße, welche die Function ausüben, welche die Neueren bisher den Zwischenzellengängen zutheilten?

Was das letzte anbetrifft, so können wir zuvörderst nicht unterlassen, zu bemerken, daß noch nicht viel zu schliessen seyn möchte, wenn auch wirklich unter den oben erzählten Umständen die rothe Flüssigkeit in den Spiralgefäßen gefunden worden. Ueberhaupt hat der Name Spiralgefäß schon zu vielen irrigen Vorstellungen Anlaß gegeben. Hat man doch auch bei Thieren, welche man mit Färberröthe fütterte, gesehn, daß sich grade in den Knochen der fremde Stoff ablagert, die doch wohl zu nichts weniger, als zur Säfteleitung dienen.

Im Nahrungssafte und den übrigen Theilen entdeckte man hingegen keine Spur der rothen Farbe. Zudem ist es ausgemacht, dafs, wo der geringste lebendige Prozeß waltet, oder das sonst grössere Leben durch äufsere Umstände verringert wird, sich im Organismus das Fremde, Schädliche ablagert. Nun wird es aber jedem einleuchten, dafs sowohl durch das Ausgraben, als auch durch die Färberröthe selbst, welche, wenn auch milde, doch der Pflanze fremd und an und für sich feindlich ist, das höhere Leben, deren Ausdruck uns die Spiralgefäße sind, gebrochen werden. Drang also durch die verletzten Wurzelasern mit der Nahrung der feindliche Stoff, so ist erklärlich, dafs ihn das aufsaugende Zellgewebe dahin absetzte, wo das Leben schon am meisten gewichen. Mehr, indessen immer nicht entscheidendes Gewicht würde dieser Versuch verdienen, wenn man den natürlichen Standort der Pflanze mit Färberröthe mäfsig getränkt, und daraus dieselben Resultate hätte hervorgehen sehen; was der Verf. einmal von *Ocimum Basilicum*, in einen Blumentopf verpflanzt, beobachtet haben will. Doch bleiben reine, ungetrübte Beobachtungen in diesem Falle immer sehr schwer, da wir aus Hales Versuchen wissen, dafs schon in der schwachen Weinrebe die Macht des aufsteigenden Saftes fünfmal grösser ist, als die der grossen Cruralarterie beim Pferde; weshalb jeder erzwungene Zustand in demselben schon für sich für das Leben des Ganzen bedeutende Veränderungen hervorbringen mufs. (Beschluß folgt.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung](#)

Jahr/Year: 1822

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: [Aufsätze 657-671](#)