FLORA.

№. 4.

Regensburg. Ausgegeben den 21. Februar. **1862.**

Inhalt. Dr. Julius Sachs, Ergebnisse einiger neueren Untersuchungen über die in Pflanzen enthaltene Kieselsäure. (Fortsetzung). — Arnold, Lichenes exsiccati. — Buchinger, Embryo oder Embryum. — Tulasne, Selecta Fungorum Carpologia. (Fortsetzung). — Correspondenz.

Ergebnisse einiger neueren Untersuchungen über die in Pflanzen enthaltene Kieselsäure. Von Dr. Julius Sachs.

(Fortsetzung.)

Diese Beobachtungen würden es sehr wahrscheinlich machen, wenn sie allein daständen, dass die Kieselsäure für die Kieselpflanzen eine wichtige, physiologische Bedeutung habe, dass sie vielleicht zur Organisation derselben unentbehrlich sein könnte. Allein dem ist nicht so, wenigstens nicht immer; es lässt sich vielmehr zeigen, dass von diesem scheinbar organisirten Zustande der Kieselsäure in den Zellwänden aus, verschiedene Uebergangsstufen zu anderen Bildungen sich finden, wo die Kieselsäure offenbar nichts mit der Organisation zu thun hat, obgleich sie in Pflanzen vorkommt und ich werde zeigen, dass es möglich ist, eine echte Kieselpflanze, den Mais, fast ohne Kieselsäure zu vollkommener Entwickelung zu bringen, wodurch die Frage nach der physiologischen Bedeutung dieses Stoffes eine neue Wendung bekommt. Bleiben wir zunächst noch bei der Arbeit von Mohl, so finden wir noch ausser den erwähnten Skeletten, drei verschiedene Formen der Kieselsäure in den Pflanzenzellen; es tritt nämlich Kieselmasse auch im Innern des Zellraumes auf, und zwar 1) in solchen Zellen, welche die gewöhnliche Incrustation der Zellenwände mit Kieselsäure erkennen lassen, 2) in solchen Zellen, deren Wände nicht verkieselt sind; im ersten Falle tritt

Regensburgische Botanische Gesellschaft

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0051-7

die Kieselmasse wieder in doppelter Form auf, entweder als vereinzeltes Kieselkorn, welches einem Amylumkorne nicht unähnlich sieht, oder es ist die ganze Zelle mit einer feinkörnigen Masse erfüllt. Diese letzteren Formen kommen theils in der Epidermis vor, theils in den Zellen der Umgebung der Gefässbündel. In den Zellen der Haarscheibe von *Davilla brasiliana*, in der Epidermis des Cautoblattes, auf der Blattunterseite von *Chrysobalanus Icaco* findet sich bald die eine, bald die andere Form. Meistens aber sind, wenn die Epidermiszellen Kieselmasse einchliessen, jene vollkommen von derselben ausgefüllt, z. B. in einzelnen Zellengruppen bei *Licania crassifolia*, *Hirtella racemosa* u. A., oder in der Nähe der Haare bei *Hirtella punctulata*; oder in den Epidermiszellen oberhalb der Gefässbündel beim Cautoblatt u. A. Bei *Hirtella punctulata* zeigen auf der unteren Blattseite die an die Spaltöffnungen angrenzenden Zellen diese Ausfüllung. In den Parenchymzellen des Cautoblattes zunächst den Gefässbündeln fand Krüger verkieselte kugelförmige Massen, v. Mohl ebenso bei *Grangeria borbonica*, *Couepia hypoleuca*, *Parinarium senegalense*.

Bei der anderen Hauptform fehlt, wie erwähnt, die Verkieselung der Zellwand oder sie ist ausnehmend gering und dafür lagert sich im Innern der Zelle eine Kieselmasse ab, welche das ganze Lumen so vollständig ausfüllt, dass die Ausfüllungsmasse die Porenabgüsse in Gestalt von Zapfen (Porenzapfen) erkennen lässt.

Da diese letzteren Beobachtungen an getrockneten Blättern (von *Hirtella racemosa*, *Davilla brasiliana* u. A.) gemacht wurden, so geben sie keinen Aufschluss darüber, ob die betreffenden Zellen bei der Verkieselung noch lebendig waren, was wohl selbst im letzten Falle nicht ganz unmöglich ist, wenn man bedenkt, dass diese Kieselmassen ihrer Entstehung nach eine gewisse Aehnlichkeit mit den Opalen haben, welche vom Wasser leicht durchdrungen werden und selbst viel Wasser enthalten. H. v. Mohl selbst scheint sich zu dieser Ansicht hinzuneigen.

Jedenfalls aber schliessen sich an die zuletzt genannten Fälle die Verkieselungen, welche Krüger in der Cautorinde beschrieb, unmittelbar an, über deren Bedeutung als echte Versteinungen wohl kaum ein Zweifel bleiben kann, da hier ganze, aus verschiedenartigen Gewebemassen bestehende Partien zu festen Kieselconcretionen erstarrt sind. H. v. Mohl stimmt in Bezug auf die Verkieselungen in der Cautorinde den Annahmen

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0052-2

Krügers bei, welcher diesen Process als einen in schon abgestorbenen Zellen stattfindenden und vielfach unregelmässigen schildert, indem er annimmt, dass sich zuerst auf der inneren Fläche der Elementarorgane ein Absatz von Kieselerde bilde, welcher einen genauen Abguss der Zellhölung mit den Porenkanälen u. s. w. bildet, und dass bei weiterer Verkieselung theils innen in die Zellhöhle, theils nach aussen in die Zellmembran die Kieselsäure abgelagert werde, bis zuletzt ganze Gewebeparthien in zusammenhängende Concretionen zusammengebacken sind.[1]) H. v. Mohl betrachtet die von Krüger beschriebenen Bildungen (auch in Rinde und Holz von *Teutona grandis, Petraea arborea* und *volubilis*) als wesentlich verschieden von der Verkieselung lebender Zellhäute und hebt besonders den Umstand hervor, dass die Verkieselung der letzteren schon beginnt, noch lange bevor sie ausgewachsen sind, während sie sich also in vollster Lebensthätigkeit befinden. So sehr ich nun auch dieser Unterscheidung beistimmen muss, so sehr möchte ich anderseits die von H. v. Mohl beobachteten Uebergänge (Cystolithen, Kieselkörner, feinkörnige Kieselmassen) gleichzeitig hervorheben. Wenn wir auf der einen Seite in der Verkieselung lebender Zellhäute einen mit dem Leben eng verknüpften Process betrachten, auf der andern Seite die Krüger'schen Bildungen als echte Versteinungen der Art wie sie sich an den fossilen Kieselhölzern vorfinden, auffassen müssen, so bilden die von Mohl zuletzt beschriebenen Gebilde einen Uebergang von jenen zu diesen und die Frage drängt sich auf, ob nicht die Verkieselung lebender Zellhäute, trotz dem dass diese lebend, ja noch in Entwickelung begriffen sind, dennoch auf ähnlichen Ursachen beruhe wie die echte Versteinung abgestorbener Zellen.

Wenn es darauf ankommt, diese Ansicht einigermassen wahrscheinlich zu machen, so ist es vor Allem nöthig, zu untersuchen, ob die Verkieselung der Zellhäute in der That für das Leben der Pflanzen wesentlich ist, ob dieser Process in die Assimilations- und Gestaltungsvorgänge der Zellen mit eingreift; wäre diess der Fall, so könnte man die eben ausgesprochene Ansicht ohne Weiteres abweisen; aber es scheint in der That, dass selbst die normale Verkieselung der Häute, so sehr sie sich auch dem eigentlichen Formbildungsprocess der Zellen anzuschmiegen weiss,

[1]) Die betreffende Arbeit von Krüger ist mir leider jetzt nicht zugänglich.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0053-8

dennoch nicht in die Verknüpfung der eigentlichen Lebensprocesse eingreift, sondern gewissermassen gleichgültig daneben hergeht. Vielleicht zeigt es sich, dass die von Mohl so vortrefflich beschriebene Einlagerung der Kieselsäure in die lebendigen Zellhäute im Wesentlichen dasselbe ist, wie das Eindringen dieses Stoffes in eine versteinende Zellhaut eines todten Holzes, und der Unterschied liegt vielleicht nur darin, dass im ersten Falle dieser Versteinungprocess durch das Leben der Zelle selbst ein wenig modificirt und in andere Bahnen geleitet wird.

Ob und welche Bedeutung die Kieselsäure für das Leben der Kieselpflanzen habe, darüber ist bisher keine klare Einsicht gewonnen worden. Schon Wicke hat sich diese Frage wie es scheint, wenigstens halb verneinend beantwortet, wenn er sagt: „An der Erzeugung der organischen Verbindungen: der Proteinträger, der Pflanzensäuren u. s. w. scheint sie nicht betheiligt zu sein, wie die Phosphorsäure, die Alkalien u. s. w.[1]) (botanische Zeitung Nr. 16. 1861). Wenn er dagegen, um der Kieselsäure irgend eine Bedeutung im Haushalt des Pflanzenlebens einzuräumen, der ziemlich verbreiteten Ansicht Raum giebt, als ob die Kieselsäure „eine mehr mechanische Benutzung im Pflanzenhaushalt" fände, so kann ich dem nicht ohne Weiteres beitreten, obgleich es immer schwierig ist, über den Nutzen irgend einer Erscheinung im organischen Leben abzusprechen. Wenn Andere wie z. B. Dr. Knop[2]) auf das Bestimmteste behaupten, die Kieselsäure in den Blattscheiden der Gräser „trage unzweifelhaft zur Festigkeit der Textur der Blattscheiden bei und erfülle somit mittelbar den Zweck, dem jungen Halme Widerstandsfähigkeit gegen äussere Einflüsse zu geben", so steht diess in direktem Widerspruch mit H. v. Mohls Angaben, wonach die Kieselsäureeinlagerung keineswegs eine Steifheit der betreffenden Zellen bedingt, es steht ferner im Widerspruch mit der Thatsache, dass viele Pflanzentheile bedeutende Grade von Festigkeit erreichen, ohne merkliche Kieselskelette zu enthalten; es ist ferner im Widerspruch gegen v. Mohls Angabe, dass zuweilen nah verwandte Pflanzen sich in ihrem Kieselgehalt ganz entgegengesetzt verhalten, ohne äusserlich wahrnehmbare Unterschiede zu zeigen. Feste Kieselskelette könnten dem Gewebe höchstens Steifheit geben,

---

[1]) Den von Wicke angegebenen Grund kann ich freilich nicht für zwingend erklären.

[2]) Versuchsstationen Heft VI. p. 269.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0054-4

welche im Pflanzenkörper überall vermieden und durch Elasticität der Theile ersetzt ist; dagegen würde gallertartige Kieselsäure, in die Zellhaut eingelagert, weder die Steifheit noch die Elasticität steigern.

Ein Versuch, den ich im Sommer 1861 machte, hat mich zu der Ueberzeugung gebracht, dass die Kieselsäure für den Ernährungsprocess der Maispflanze ebenso bedeutungslos ist, wie für die Festigkeit der Theile. Wegen der Einzelnheiten dieses Experimentes muss ich auf eine kleine Abhandlung in den Annalen der Preussischen Landwirthschaft verweisen, wo sie demnächst erscheinen wird.[1]) Hier mag nur soviel erwähnt sein, dass diese Maispflanze nicht im Boden erzogen wurde, sondern dass sie von der Keimung bis zur Fruchtreife ihre Wurzeln in Lösungen der nöthigen Nährstoffe stehen hatte.[2]) Diese Pflanze erreichte eine Höhe von fünf Fuss, der Stamm allein etwa 4 Fuss; sie brachte zehn grosse, schöne Blätter und einen Kolben mit zweiundvierzig Körnern, deren Keimfähigkeit constatirt wurde. Die Pflanze zeigte ganz das Ansehen wie derartige Maispflanzen die man am Fenster in Blumentöpfen mit bester Gartenerde ziehen kann; sie hielt ihren Stamm vollkommen aufrecht, derselbe war fest und elastisch, die Blätter trugen sich wie bei anderen Maispflanzen und dennoch ergab die durch Dr. Töpler ausgeführte Analyse nur einem Gehalt von 30 Milligramm Kieselsäure in der Asche dieser ganzen Pflanze, welche bei 105—110° C. getrocknet ein Gesammtgewicht von 29,8 Gramm hatte und frisch über 200 Gramm gewogen hatte. Der ganze hohe Stamm enthielt 0,0005 Grmm (!) Kieselsäure, alle zehn Blätter zusammen 20 Milligramm, so dass auf ein Blatt von 68 Ctm. Länge und 41 Millim. Breite etwa 2—3 Milligramm Kieselsäure zu rechnen sind. Berechnet man die 30 Milligramm Kieselsäure in der ganzen Pflanze als Procente der gesammten Aschenmenge, so ergiebt sich, dass die Asche nur 0,7 p. Ct. davon enthielt, während sonst dies reiche Maisstroh 18—23 p. Ct. Kieselsäure in seiner Asche hat. Ich habe noch hinzuzufügen, dass diese geringe Menge von Kieselsäure, welche die Maispflanze aufnahm, nicht zugesetzt wurde, sondern dass sie sich offenbar aus den Wänden des Glasgefässes

---

[1]) Im Wochenblatt der Annalen.

[2]) Ich verweise wegen dieser Versuchsmethode auf meine Abhandlung über „die landwirthschaftlichen Versuchsstationen" sechstes Heft, 1860.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0055-0

aufgelöset hatte und so in die Pflanze übergehen konnte; der Versuch hatte eben den Zweck, zu sehen, ob der Mais ohne Kieselsäure vegetiren könne, und ich zweifle nicht, dass der Mais ebenso gewachsen wäre, wenn er die 30 Milligramm Kieselsäure, die sich aus dem Glase auflösten, nicht aufgenommen hätte. Der Kieselsäuregehalt unserer Maispflanze betrug ungefähr den dreissigsten Theil von dem, was er hätte betragen können, wenn die Pflanze im Boden gewachsen wäre, und doch war die Pflanze in Allem einer Maispflanze gleich, die man im Boden am Fenster erzieht.[1]) Wenn man einmal annimmt, dass die Kieselsäure zur Haltung von Stamm und Blättern nöthig sei, so muss man in diesem Falle zugeben, dass es dabei gleichgültig ist, ob die Pflanze 30 oder 900 Milligramm enthält, was einen Widerspruch in sich schliesst. Für mich bleibt nach diesem Resultate kaum ein Zweifel, dass die Kieselsäure für die Festigkeit der Stamm- und Blattgebilde, insofern es auf ihre Haltung ankommt, gleichgültig ist. Und wenn man auch noch nicht mit aller Entschiedenheit behaupten kann, dass die Kieselsäure für den Ernährungsprocess ebenfalls gleichgültig sei, so muss ich doch hervorheben, dass ein ähnliches Verhalten wie dieses bei keinem echten Nährstoff bisher beobachtet wurde. Würde man die Phosphorsäure, die Schwefelsäure, die Alkalien, den Kalk auf den dreissigsten Theil dessen herabsetzen wollen, was eine Pflanze von bestimmter Grösse an einem dieser Stoffe enthält, so würde man ein ganz anderes Resultat erhalten, die Pflanze würde eben aufhören zu wachsen, an Fruktification wäre nicht zu denken, wie zahlreiche Versuche mir gezeigt haben. Die Kieselsäure zeigt in sofern ein Verhalten, welches dem aller anderen Aschenbestandtheile völlig entgegengesetzt ist, und wenn die Erwartung, dass die Maispflanze oder andere Kieselpflanzen auch absolut ohne Kieselsäure normal vegetiren können, sich durch fernere Versuche bestätigt, so ist der Beweis geliefert, dass sie keine Beziehung zur Ernährung hat, ein Beweis der im Grunde doch schon fast streng gegeben ist, denn ein Stoff, der auf den dreissigsten Theil seines Proportinalwerthes hinabsinken kann, ohne die Ernährung zu beeinträchtigen, kann keine wesentliche Rolle bei der Ernährung spielen.

Wenn Fürst Salm-Horstmar dagegen angiebt (Versuche

[1]) Denn dies ist der Massstab den man anlegen muss; eine Vergleichung mit im Freien erwachsenen Pflanzen wäre absurd.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0056-6

und Resultate über die Nahruug der Pflanzen 1856 p. 15), dass der Hafer ohne auflösliche Kieselsäure und ohne Kali einen nur 3 Zoll hohen Halm bildete, und abnorme Blätter und keine Blüthe brachte, so möchte ich das nicht dem Mangel an Kieselsäure, sondern dem des Kali zuschreiben. Auch würde nur eine sehr grosse Anzahl negativer Versuche im Stande sein, meinen Schluss aus einem durchaus positiven Versuch zu modificiren, denn es lassen sich bei solchen Gelegenheiten unzählige Nebenursachen des Misslingens der Vegetation denken; eine kräftige Vegetation ohne Kieselsäure aber ist frei von diesem Vorwurf, und der Versuch somit an sich gültig, was für negative Resultate eines besonderen Beweises bedarf.

(Schluss folgt.)

Wegen verspäteten Eintreffens der Correctur sind in dem ersten Theile dieses Aufsatzes folgende Druckfehler übersehen worden:

pag. 35 Z. 12 lies *P. erecta*.
„ 36 Z. 15 „ *Hippocratea*.
„ 37 Z. 13 v. u. lies Kieseleinlagerung.
„ 38 Z. 4 lies verkieselten Zellwände.

Getrocknete Pflanzensammlungen.

Arnold, Lichenes exsiccati. Fasc. VI.

(s. Flora 1861. p. 45).

I. Lichenen aus dem fränkischen Jura.

5. b. — *Biatora polytropa* (Ehr.) var. *intricata* Schrad. Körb. syst. 205. — 185. *Acarospora* Heppii (Näg.) Flora 1858 p. 312. — 186. *Callopisma luteoalbum* (Turn.) var. *muscicolum* Körb. par. 64. — *Placod. luteoalb. microcarpon* Anzi exs. 93. vix differt.! — 187. *Callopisma conversum* Kplhbr. Lich. Bay. 162. — 188. *Zeora sulphurea* (Ach.) Körb. syst. 136. — 189. a. b. *Aspicilia lactea* Mass. symm. 26. Ich habe mich überzeugt, dass die fränkische Flechte nur eine Form der *Lecanora minutissima* Mass. ist. — Die Exemplare 189. b. sind sämmtlich dem nämlichen Felsen entnommen, von welchem das von Mass. in lit. als *Aspic. lactea* anerkannte Exemplar abstammt. — 190. *Phlyctis agelaea* (Wllr.) f. *dispersa* m. — Habituell hat die Pflanze mit *Ph. italica Garov.* Körb. par. 116. (leg. Kemmler.) Aehnlichkeit; allein die Gestalt der Sporen veranlasst mich, sie

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0057-2

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1862

Band/Volume: 45

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

Artikel/Article: Ergebnisse einiger neueren Untersuchungen über die in Pflanzen enthaltene Kieselsäure 49-55