450 Lampadius, über künstliche Düngmittel.

ausgesät. Der Hanf war in der Mitte des Augusts zur Reife gekommen und konnte, da er grösstentheils 5 bis 6 Fuss hoch stand, für gut gerathen erklärt werden. Das Gewicht des Hanfes kann man für jetzt, da derselbe noch auf der Luftrüste liegt, noch nicht angeben. Es soll jedoch sowohl dieses, als auch die Erfahrungen, welche man über die Güte des erbauchten Hanfes, bei der Zubereitung der Bergseile machen wird, in dieser Zeitschrift mitgetheilt werden. Der Acker, welcher in diesem Jahre den Hanf getragen hat, ist bereits mit Carden*) bepflanzt, und ein neuer zu dem Hanfbau im künftigen Jahre vorbereitet worden, und so lebe ich in der sichern Hoffnung, dass sich, vermöge dieses Beispieles, der Hanfbau im Erzgebirge verbreiten werde.

II.

Ueber die Kieselerde als Bestandtheil einiger Pflanzen,

von

Dr. G. A. STRUVE.

(Im Auszuge aus dessen Inauguraldissertation: de Silicia in plantis nonnullis. Berolini 1833.)

Gleichwie bei organischen Körpern derselben Art Aehnlichkeiten in den Organen Statt finden, die, je nachdem sie bald mehr, bald weniger in die Augen fallen, die grössern Ordnungen und kleineren natürlichen Familien bilden, so treffen wir auch bei diesen Ordnungen und Familien eine Aehnlichkeit in der chemischen Zusammensetzung, und zwar in dem Grade, dass die eigenthümliche Art der Bestandtheile, aus denen sie bestehen, gewöhnlich jene eigenthümliche Beschaffenheit der Organe begleitet, wobei die Ausmittelung der Ersteren nicht wenig dazu beiträgt, die Reihen der organischen Körper zu unterscheiden, und auf gehörige Weise zu classificiren. So ist die Kalkerde besonders ein chemischer

Es traute aber Herr Lesch, vermöge einer kleinen Probe, der Güte des Samens nicht, und säete daher dicker aus.

*) Es verdient hier rühmlich bemerkt zu werden, dass mehrmals genannter Landwirth im Begriff steht, auch den Cardenbau in hiesiger Gegend einzuführen.

Bestandtheil der Thierkörper, während wir gegentheils im ganzen Pflanzenreiche die Kieselerde antreffen, und zwar auf die Art, dass die weniger ausgebildeten Pflanzen davon eine grössere Menge enthalten, als die ausgebildeteren. Und gewiss sehr bemerkenswerth ist diese Analogie im Thier- und Pflanzenreiche, zwischen der Kalk und Kieselerde. Denn je einfacher in einem oder dem andern Reiche der Bau der Organe wird, je unvollkommner die Individuen sind, und sich den untersten Classen der lebenden Geschöpfe nähern, desto grösser wird auch die Menge der erdigen Bestandtheile; bei Thieren Kalkerde, bei Pflanzen Kieselerde.

Da die Thiere auf verschiedene Arten sich ihre Nahrung verschaffen, und sich aus freiem Antriebe bewegen können, so steht ihnen auch deswegen der ganze Erdkreis offen, während die Pflanze durch die Wurzel an einem und demselben Orte festgebannt wird, und da den ganzen Cyklus von Veränderungen durchlaufen muss, durch welche sich ihr Leben offenbart. Daher muss auch die Erde an der Stelle, wo sie wächst, von der Beschaffenheit sein, dass sie dieselbe alles das finden lässt, was zu ihrem chemischen und physiologischen Gedeihen gehört. Denn hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung der Pflanze gilt dasselbe Gesetz, wie wir es in der Gestalt und Structur ihrer einzelnen Theile finden. Das Equisetum bedarf zu seiner Existenz eben so nothwendig Kieselerde, als sehr viele Pflanzengruppen die Spiralgefässe.

Da nun aber die Pflanze die Kieselerde, welche in äusserst geringem Grade auflöslich ist, nur aus einer wässrigen Auflösung in sich aufnehmen kann, so geht deutlich daraus hervor, dass sie viel Wasser absorbiren muss; ebenso erhellt daraus, dass Pflanzen, die vorzugsweise Kieselerde enthalten, nur an feuchten Stellen aufzusuchen sind. Diess lehrt uns die Theorie, und die Natur bestätigt es, denn für die Pflanzen, welche die grösste Menge Kieselerde enthalten, wie das Equisetum, Arundo, Spongia, ist auch das Wasser gleichsam die Quelle und Bedingung des Lebens.

Wir schreiben die sämmtlichen Erscheinungen des Pflanzenwachstums in der Regel einem Absorptionsprocesse zu, doch scheint auf den ersten Anblick dieser nicht hinreichend, Alles zu erklären, weshalb denn auch viele die Meinung aus-

152 Struve, über die Kieselerde in Pflanzen.

gesprochen haben, dass die Lebenskraft selbst, einfache Körper, wie die Kieselerde, zu erzeugen vermöge. Als Gründe dafür stellen sie ungefähr Folgendes auf:

Nicht alle Pflanzen treiben ihre Wurzeln in den Erdboden, und versorgen sich aus ihm mit dem grössten Theile ihrer Nahrung, sondern es giebt auch welche, die auf dem Wasser schwimmen, bald isolirt, bald auf andere Ueberreste organischer Körper aufgewachsen. Hierher gehört die *Spongia lacustris*, eine Pflanze, die man sehr häufig auf unsern Seen und Fischteichen antrifft. Nimmt diese feste Bestandtheile in sich auf, so muss diess nothwendig aus dem Wasser geschehen; nun haben aber zahlreich angestellte Versuche bewiesen, dass in solchem Wasser nur sehr kleine Spuren Kieselerde enthalten sind, während die chemische Analyse in der *Spongia* 40 p. C. Kieselerde nachweist, und bisweilen im Laufe einiger Wochen eine grosse Menge solcher Schwämme sich in einem sehr beschränkten Raume erzeugt. Dieser Einwurf ist indessen von keinem grossen Gewichte, denn um nur ein Beispiel anzuführen, wie gering ist nicht die Menge der im Wasser aufgelösten atmosphärischen Luft, und doch bedürfen alle Wasserthiere dieses einzigen Unterhaltungsmittels des Lebens und der Respiration. Die Kieselerde ist in unsern Pflanzen fast auf dieselbe Weise vorwaltend, wie das Jod in den Seegewächsen, und doch kommt letzteres nur in so geringer Menge im Wasser vor, dass es nur in sehr grossen Mengen desselben aufgefunden werden kann. Und wenn die Menge Kieselerde, die sich im Wasser auflöst, auch noch so unbedeutend ist, so nehmen doch die Pflanzen dieselbe, sei es nun auf welche Art es wolle, aus der gesättigten Flüssigkeit auf, und das Wasser nimmt von neuem Kieselerde auf, so dass es den Pflanzen nie an einer Auflösung der Elementarsubstanzen im Wasser fehlt. Manche wollen auch die Anwesenheit der Kieselerde in den Pflanzen aus einer gewissen mechanischen Absorption kleinster Theilchen Kieselerde herleiten, die in ganz fein zertheiltem Zustande in der Erde, wie im Wasser enthalten wäre. Doch ist diess eine Ansicht, die aus folgenden Gründen unmöglich scheint.

1) Behält die Kieselerde, wie wir mit Hilfe des Mikroskops sehen, dieselbe ausserordentliche Regelmässigkeit in

der Zusammensetzung der organischen Gestalt bei, deren Ausbildung sie auf gewiss gesetzmässige und sehr genaue Weise während der Zeit des Wachstums der Pflanze befolgt.

2) Wird jenes durch einen ganz einfachen chemischen Versuch widerlegt. Denn eine Auflösung von caustischem Kali löst in der Wärme aus allen Pflanzen, ohne Unterschied der äussern Gestalt, die Kieselerde auf, während dasselbe auf die Kieselerde und kieselerdehaltigen Fossilien des Mineralreichs, mit wenigen sehr seltenen Ausnahmen, durchaus keine Wirkung äussert.

In den Pflanzen sehen wir, wie oben erwähnt wurde, die Kieselerde mehr oder weniger vorwalten. Tritt aber der erstere Fall ein, so hat die Kieselerde allein die Grundform der ganzen Pflanze. Um aber auf chemischem Wege ermitteln zu können, ob sie rein sei, oder mit fremden Körpern verunreinigt, und welches diese sind, so ist es nothwendig, nur solche Pflanzen zu wählen, die eine hinreichende Menge davon geben, damit eine genaue Beurtheilung der äussern Gestalt möglich ist, wie diess bei den weniger ausgebildeten Pflanzen wahrgenommen werden kann. Werden diese unter Luftzutritt verbrannt, so bleibt ein Skelett, das dieselbe Gestalt wie die Pflanze hat, ganz zu vergleichen mit dem Thierskelett. Das Gewebe der Blätter ist mehr oder weniger schwierig in Kohle zu verwandeln, und sonderbar ist es, dass bei den Pflanzen, bei welchen die Untersuchung der Befruchtungsorgane uns nicht gehörigen Aufschluss giebt, ob sie zu den Pflanzen oder Thieren gerechnet werden müssen, auch die chemischen Untersuchungen uns darüber in Zweifel lassen; indem die unvollkommensten Thiere in dieser Hinsicht den Pflanzen ähneln. In den Infusionsthierchen finden wir keine Kalkerde, wohl aber waltet in ihnen Kieselerde vor, und die ganze Oberfläche ihres Körpers scheint daraus zu bestehen, während wir umgekehrt bei Verbrennung von Schwämmen Stickstoff finden.

Jene von der Verbrennung der Pflanzen übrig bleibenden Skelette unterwarf ich der Einwirkung von Säuren, um theils die dem Skelette anhängenden fremden Körper abzuscheiden, theils um mir Gewissheit zu verschaffen, wie und in welchem Grade Säuren auf diese Masse einwirkten. Die Säuren lösten immer Substanzen, die je nach der Natur der Pflanzen verschieden waren, und es war schwer zu unterscheiden, ob jene

454 Struve, über die Kieselerde in Pflanzen.

Producte von zerstörtem Chlorophyll herrührten, oder von der Blattsubstanz selbst. Nach dieser Behandlung mit Säuren behielt das Skelett seine ursprüngliche Gestalt; woraus auch hervorgeht, dass es keine Veränderung in der chemischen Zusammensetzung erlitten habe, so dass ich diesen Weg, der meiner Ansicht nach am sichersten ist, bei allen folgenden Untersuchungen eingeschlagen habe, und zwar auf die Art, dass ich immer unter Zuziehung des Mikroskops, als des besten Mittels bei der chemischen Analyse des Kieselskeletts, — der Pflanzenknochen — gewisse Kennzeichen aufsuchte.

Betrachten wir das *Equisetum hiemale*, so sehen wir höher und tiefer liegende längliche Furchen, wovon die Ersteren mit vielen kleinen Zähnen besetzt sind, welche leicht zur Polirung nicht zu harter Körper angewendet werden könnten. Betrachtet man aber jenes *Equisetum* unter einem Mikroskop, das 200 Mal vergrössert, so wird man alsbald gewahr werden, wie jene Zähne, die oberhalb der oberen länglichen Einschnitte liegen, aus eckigen Körpern hervorkommen, welche in zwei Reihen vertheilt, und von verschiedener Grösse sind, und sobald Sonnenstrahlen auf sie fallen, diese brechen. Die tiefer liegenden Einschnitte sind fast drei Mal breiter, als die Oberen, stimmen aber übrigens in der Structur mit jenen beinahe überein. Die Warzen sind auf gleiche Weise in zwei Reihen getheilt, und wechseln mit den oberen ab, ragen aber nicht so weit hervor. Beiderlei Furchen sind mit Gefässen der Länge nach durchzogen, die aus einer unzähligen Menge sehr kleiner Warzen bestehen, und öfters auf unregelmässige Weise von der geraden Linie abweichen. Die nur eben erwähnten Streifen laufen nahe an den Warzen der unteren Furchen gleichmässig hin, endigen sich aber in den oberen Furchen, wo sie die vorspringenden Ecken berühren.

Wurde dieses *Equisetum* unter Luftzutritt verbrannt, so nahm es dabei eine schwarze Farbe an, und verringerte sein Volumen; bei Rothglühhitze indessen fing es bald an, weiss zu werden, wurde aber dann durch länger anhaltendes Glühen nicht mehr verändert. Durch öftere Wiederholung dieser Operation wurde die Kohle endlich so weit verbrannt, dass die Pflanze eine beinahe weisse Farbe annahm; dieses Skelett jedoch behielt im

Ganzen die ursprüngliche Gestalt der Pflanze bei. Setzt man Wasser hinzu, so erhält man eine alkalische Flüssigkeit.

Salzsäure brachte den Geruch nach Schwefelwasserstoff hervor, weil der Gips zu Schwefelcalcium reducirt worden war. In der angewendeten Säure fanden sich: Gips, Thonerde und phosphorsaures Kali, Körper, die auch Braconnot bei der Analyse des Equisetums fand; und behandelt man das übriggebliebene Kieselerdeskelett vor dem Löthrohre, so schmilzt es, und man sieht leicht, dass die Kieselerde mit Kali verbunden gewesen sei. Kocht man aber das Skelett wiederholt mit Salzsäure, so verliert es nach und nach jene Eigenschaft, vor dem Löthrohre zu einer Perle zu schmelzen, — ja hat man jenes Kochen so lange fortgesetzt, bis oxalsaures Kali in der mit Ammoniak übersättigten Flüssigkeit keine Spur von Kalk mehr anzeigt, so kann das Skelett vor dem Löthrohre, auch beim stärksten Blasen, nicht mehr zu einer Perle geschmolzen werden. Dann erkennt man die Kieselerde aus ihrem Verhalten gegen Phosphorsalz. Sind auf diese Weise alle fremdartigen Körper durch Säuren von dem Skelett abgeschieden, und man bringt es wieder unter das Mikroskop, so zeigt es nichts destoweniger noch die ursprüngliche Gestalt der Pflanzentextur, und alle Umrisse erscheinen nach Wegschaffung aller organischen Substanzen schärfer. Hierdurch ist zugleich der Beweis geliefert, dass alle die Substanzen, die die Säure auflöste, nicht wesentliche Bestandtheile des Skeletts gewesen sind. Diess auf angegebene Weise behandelte Skelett wurde einer chemischen Analyse unterworfen, und, um zu sehen, ob ein Alkali da sei, wurden 2,11 Grammen mit Fluorwasserstoffsäure behandelt. Dabei wurde die Kieselerde mit Ungestüm aufgelöst, während ein kleiner Theil Kohle zurückblieb, den man durchs Verbrennen nicht vollkommen hatte wegschaffen können. Hierauf wurde zu der bis zur Trockne abgedampften Masse Schwefelsäure gesetzt, und es blieb ein unbedeutender Rückstand aus Kalk und Thonerde, 0,045 Gran wiegend.

Daher war weder eine Spur von Kali noch Natron da. Um nun auch die übrigen Substanzen genauer zu bestimmen, wurden 1,294 Grammen dieses Kieselskeletts mit dem dreifachen Gewicht an kohlensaurem Natron zusammen geglüht. Die erhaltene Masse war durch eine kleine Spur Mangan grünlich

456 Struve, über die Kieselerde in Pflanzen.

gefärbt, und wurde mittelst Chlorwasserstoffsäure zersetzt, wobei die Kieselerde erst flockig, dann als eine coagulirende gelatinöse Masse zurückblieb. Ich dampfte nun die Masse bis zur vollkommenen Trockne ein, und setzte dann Salzsäure hinzu, um die darin etwa vorhandene Thonerde aufzulösen; hierauf brachte ich die Kieselerde auf das Filter, süßte sie aus, und trocknete sie, wobei ich 1,262 Grammen erhielt. Zu der filtrirten Flüssigkeit wurde caustisches Ammoniak gesetzt, welches die Thonerde in weissen Flocken niederschlug, die nach dem Glühen nicht mehr als 0,0022 Grammen ausmachte. Die von diesem Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit enthielt nun noch die Kalkerde, welche, da die Ersterer schon ammoniakalisch war, mittelst oxalsauren Kalis niedergeschlagen wurde. Der ganze Niederschlag betrug 0,015 Grammen, welche 0,009 Grammen caustischer Kalkerde entsprechen; denn nur auf letztere Art scheint sie uns mit der Kieselerde verbunden gewesen zu sein. Phosphorsaures Natron zeigte auch nicht eine Spur von Magnesia an.

Es bestand demnach das Skelett des *Equisetum hiemale* aus:

	In 1,294 Grammen	in 100 Grammen
Kieselerde	1,262	97,527
Thonerde	0,023	1,700
Kalkerde	0,009	1,690
	<hr/> 1,293	<hr/> 99,917.

Wendet man aber zur Zerlegung jenes Skeletts Fluorwasserstoffsäure an, und berechnet daraus die Menge Kieselerde, so erhält man ein Resultat, das sehr nahe mit dem Obigen übereinstimmt, denn es sind dieser Berechnung nach in 100 Theilen des Skeletts 97,8 Kieselerde.

Das Equisetum limosum hat eine glatte wellenförmige Oberfläche, zwischen deren höher und tiefer gelegenen Theilen nicht einmal mit dem Mikroskop ein Unterschied entdeckt werden kann. In der Structur nähert es sich dem *Equisetum hiemale*, nur fehlen ihm die über den obern Furchen liegenden kleinen Hervorragungen, weswegen es auch weniger, als das *Equisetum hiemale*, zum Poliren tauglich ist. An allen Stellen des Stengels stehen grössere Warzen heraus, die an den tiefern Stellen mehr als an den höheren zusammengruppirt, und der

Gestalt nach etwas verschieden von denen des *Equisetum hiemale* sind.

Das Kieselerdeskelett des *Equisetum limosum* erhielt ich auf dieselbe Weise, wie ich es früher schon erwähnt habe. Es wurde wiederholt geglüht, um, so viel wie möglich, die Kohle wegzuschaffen, dann aber so lange mit Säuren gekocht, als diese noch etwas lösten. Die aufgelösten Substanzen waren hier, dieselben, wie beim *Equisetum hiemale*. Die Gestalt des Skeletts war, unter dem Mikroskop betrachtet, weder vor noch nach der Verbrennung von der ursprünglichen Pflanze verschieden. Dieses Skelett ist aber viel zarter, als das vom *Equisetum hiemale*, was man schon nach der grössern Flexibilität der lebenden Pflanze erwarten kann.

Wurden 1,003 Grammen dieses Skeletts zur Analyse mit kohlsaurem Natron zusammen geglüht, so erhielt man eine krystallinische, stark grün gefärbte Masse, die nach Zerlegung mit Salzsäure Chlor entwickelte, ein Beweis, dass etwas Mangan darin enthalten war. Uebrigens wurde die Analyse ganz so angestellt, wie bei dem *Equisetum hiemale*; zuerst nämlich wurde die Kieselerde von der Thonerde getrennt, darauf vom Kalke. Die gefundene Menge Kieselerde betrug: 0,958 Gr.

- - - Thonerde - 0,010 -

Durch oxalsaures Ammoniak war zugleich auch mit der Kalkerde das Mangan niedergeschlagen worden, und die Menge dieser beiden Körper betrug nach dem Glühen 0,0253 Gr. Um sie von einander zu trennen, wurde die Masse in Salzsäure aufgelöst, und durch Schwefelwasserstoffammoniak niedergeschlagen. Die Menge des auf diese Weise erhaltenen Schwefelmangans betrug 0,150 Grammen, was 0,0128 Mangan und 0,0178 Manganoxyd entspricht. In der davon abfiltrirten Flüssigkeit wurde nun die vom Mangan getrennte Kalkerde durch oxalsaures Ammoniak niedergeschlagen. Die Menge des getrockneten kohlsauren Kalks betrug 0,023 Grammen, was 0,0168 Kalkerde entspricht. In der von der Kieselerde, Thonerde und Kalkerde abfiltrirten Flüssigkeit fand sich keine Spur von Magnesia, und es besteht demnach das Skelett des *Equisetum limosum* aus:

458 Struve, über die Kieselerde in Pflanzen.

In 1,003 Gramm	in 100 Gramm
Kieselerde 0,958	94,851
Thonerde 0,010	0,990
Kalkerde 0,016	1,580
Manganoxyd 0,017	1,690
<u>1,001</u>	<u>99,111.</u>

Das *Equisetum arvense* hat einen mehr eckigen Stengel, während der des *Equisetum limosum* wellenförmig ist. Seine Oberfläche ist sehr glatt, deswegen sieht man auch selbst mit dem Mikroskope keine Hervorragungen, wie es bei dem *Equisetum hiemale* der Fall ist, indessen hat es die Warzen der schon beschriebenen beiden Arten auch, und diese sind von jenen dem Ansehen nach nicht wesentlich verschieden. Das Skelett habe ich auf gleiche Weise wie früher erhalten, und es fanden dabei dieselben Erscheinungen Statt, die ich oben erwähnt habe; nur lösten die Säuren noch etwas mehr davon auf. Die Analyse war dieselbe wie früher. Die durch Schmelzen mit kohlen-saurem Natron erhaltene Masse war etwas grünlich gefärbt, doch wurde bei Zersetzung mit Salzsäure kein Chlorgeruch entwickelt, und auch durch Schwefelwasserstoffammoniak keine Spur von Mangan aufgefunden; ebenso konnte auch hier durch-aus keine Magnesia entdeckt werden.

Zur genauern chemischen Analyse wurden 1,330 Grammen verwandt, und diese enthielten:

In 1,330 Gramm	in 100 Gramm
Kieselerde 1,270	95,480
Thonerde 0,034	2,556
Kalkerde 0,0218	1,640
<u>1,3258</u>	<u>99,676.</u>

Das *Calamus Rotang* ist die Pflanze, deren Stengel unter dem Namen „*spanisches Rohr*“ zu uns gebracht, und die ihrer Biegsamkeit und Elasticität wegen auf mancherlei Weise in den Künsten benutzt werden. Alle Theile der Pflanze sind von einem glasartigen und strohgelben Ueberzuge überdeckt, der so zerbrechlich ist, dass er, wenn man das Rohr stark biegt, an der Stelle der Biegung in grösseren oder kleineren Stückchen abspringt, oder so losgeht, dass er sehr leicht von der holzigen Substanz abzunehmen ist. Die jungen Schösslinge sind hierzu am geeignetsten, denn man kann sich durch mehrmaliges Biegen, bald eine zur Analyse hinreichende Menge dieses Ueberzugs verschaffen. Das auf solche Weise abgeschälte Holz hat dann zwar

den grössten Theil seiner Elasticität verloren, aber eine desto grössere Zähigkeit behalten.

Wird es verbrannt, so findet man in dem kleinen Rückstand Asche nur eine äusserst geringe Spur von Kieselerde; und betrachtet man das so abgetrennte Stückchen unter dem Mikroskope, so hat es eine ebene Oberfläche, die mit kleinen Querlinien durchzogen, und mit einer grossen Menge kleiner Wärzchen bedeckt ist. Alle diese in länglichen Reihen aufsitzen den Warzen zeigen eine mehr oder weniger eckige Form. Thut man jenen glasartigen Ueberzug in einen Platintiegel, dessen Temperatur man nach und nach erhöht, so ziehen sich diese abgesprungenen Stückchen bald krumm, und werden zuerst dunkelbraun, dann aber schwarz und glänzend. Steigert man die Temperatur noch höher, so verliert sich jene Farbe wieder, zuerst bei den den Tiegelwänden zunächst liegenden Theilchen, und allmählig wird die ganze Masse in zusammengezogene Stückchen von der blendendsten Weisse verwandelt.

Diese Operation zerstört weder die Textur des glasartigen Ueberzuges, noch geschieht diess durch Säuren, durch welche aber das Skelett völlig frei von fremdartigen Körpern erhalten wird. Durch Salzsäure, welche man kochend auf die weisse Masse bringen muss, wird weder Thonerde noch eine andere Substanz aufgelöst; eine kleine Spur von Kalkerde nur ausgenommen, weshalb ich auch das Kochen mit öfters erneuerter Säure so lange fortgesetzt habe, bis oxalsaures Kali, mit Ammoniak übersättigt, keine Spur von Kalkerde mehr anzeigte.

Vor dem Löthrohre konnte der von dem Holze abgetrennte Ueberzug nicht geschmolzen werden, weswegen ich auch, da ich mich dadurch von der Abwesenheit eines Alkalis überzeugt, und den Versuch mit Fluorwasserstoffsäure für überflüssig hielt, sogleich zur Untersuchung der erdigen Bestandtheile wendete.

Zu diesem Behufe wurden 1,32 Grammen von dem Skelett, das nach dem Kochen mit Salzsäure übrig geblieben war, mit kohlensaurem Natron zusammengeschmolzen. Die hierbei erhaltene, vollkommen weisse und krystallinische Masse wurde mit Salzsäure zerlegt, wodurch die Kieselerde in Flocken niedergeschlagen wurde. Es wurde nun die Masse bis zur Trockne abgedampft, hierauf Salzsäure gethan, um die Thonerde aufzulösen, und dann das Ganze nach einiger Zeit filtrirt. Die

460 Struve, über die Kieselerde in Pflanzen.

abfiltrirte Flüssigkeit gab mit Ammoniak versetzt keine Spur von Flüssigkeit. Die darin enthaltene Kalkerde wurde mit oxalsaurem Kali niedergeschlagen, und darauf auf gewöhnliche Weise die reine Kalkerde bestimmt. So fand ich denn das Skelett des Calamus Rotang zusammengesetzt aus:

Ia 1,32 Grammen	in 100 Grammen
Kieselerde 1,310	99,20
Kalkerde 0,006	0,45
<u>1,316</u>	<u>99,65.</u>

Die *Spongia lacustris* wird in unsern sumpfigen Gewässern sehr häufig angetroffen, wo sie öfters in grosser Menge die Ueberbleibsel organischer Körper, oder die Oberfläche des Wassers selbst bedeckt. Da, wo das *Equisetum limosum* im Wasser hervorragt, ist es oft mit diesem verwachsen, was aber keinen andern Einfluss auf die chemische Zusammensetzung dieser Pflanze hat, als etwa jede andere auf der Oberfläche des Wassers schwimmende Substanz. Diess fand ich, da ich sehen wollte, ob die *Spongia* die Kieselerde vielleicht vom *Equisetum* absorbire; denn nicht ganz verwerflich schien mir diese Meinung, weil alles *Equisetum*, welches von der *Spongia* überdeckt war, wie grösstentheils abgestorben erschien, und weil es hinlänglich bekannt ist, dass aus abgestorbenen organischen Körpern neue entstehen. Deswegen sammelte ich die auf verschiedenen Oberflächen, wie z. B. auf Eichen- und Tannenzweigen, vorkommenden Spongien, und untersuchte sie einzeln; fand aber immer dieselbe Zusammensetzung und denselben Gehalt an Kieselerde. Uebrigens ist diese *Spongia*, so lange sie im Wasser schwimmt, leicht von dem Körper zu trennen, auf dem sie aufsitzt. Sitzt sie auf dem *Equisetum* auf, so zeigt dessen Oberfläche unter dem Mikroskop keine Veränderung der Structur, und wenn es verbrannt wird, so erhält man das diesem Genus eigenthümliche Skelett, — ein hinlänglicher Grund, um die Meinung, als wenn es seine Kieselerde durch Absorption aus dem *Equisetum* nähme, zu widerlegen. Wird die *Spongia* getrocknet, so giebt sie einen eigenthümlichen thierischen Geruch von sich, der noch mehr bei der Verbrennung derselben wahrgenommen wird, und ein Anzeichen von Stickstoff ist. In getrocknetem Zustande fühlt sich die *Spongia* rauh an, und erscheint, mit blossen Augen betrachtet, als eine zel-

fige und filzige Masse, wovon die grössern Stückchen runde Körper einschliessen, die einige Sporangia genannt haben. Bringt man solche mitten durch geschnittene Theilchen unter ein sehr gutes Mikroskop, so sieht man das ursprüngliche Pflanzengewebe noch in grösster Ordnung, und daran sind die lebenden Theile angewachsen, so dass man zwei, unter einander getrennte Organismen zu sehen glaubt. Jenes Gewebe ist durchsichtig, und hat lange Fasern, deren Gestalt zwar wegen des anhängenden Chlorophylls nicht deutlich genug ist, die sich jedoch in krystallinischen Spitzen endigen. Die organische Substanz findet sich in grösseren oder kleineren Partien über das feste Gewebe ausgespannt. Werden die Spongien verbrannt, so verbreiten sie den oben erwähnten Geruch, die Pflanze aber bleibt glänzend weiss zurück, und hat dabei dieselbe Gestalt noch, wie vorher. Alle weichen und lebenden Theile sind dabei zerstört, und man sieht nur noch die ursprüngliche Gestalt des Kieselskeletts. Wegen der Zerbrechlichkeit des Skeletts kann die weitere Zerschneidung der einzelnen Theile nicht mehr geschehen, deshalb müssen die Theile, die man unter das Mikroskop bringen will, noch vor der Verbrennung von der grünen und elastischen Pflanze abgeschnitten werden. Die Sporangien widerstehen der Einwirkung der Hitze sehr lange, und erscheinen wie eine Art schwarzer Beeren, während schon das weisse Skelett dieselben in Krystallen umgibt.

Die ganze Pflanze sieht nach der Verbrennung wie ein System von Zellen, aus krystallinischen Nadeln gebildet, aus. Um diese Zellen genauer kennen zu lernen, benutzte ich ein Mikroskop, das 500 Mal vergrösserte. Dabei sieht man, dass eine jede Zelle zur Unterstützung der andern dient. Die Nadeln selbst, durch deren eigenthümliche Zusammensetzung die Zellen gebildet werden, sind krystallinische durchsichtige Körper, die grösstentheils gekrümmt, und auf eine gewisse regelmässige Weise gestaltet sind. Denn man mag sie auch aufliegend betrachten, immer zeigen sie eine Linie, oder durchsichtige Längenachse, welche von zwei parallelen und dunkeln Linien begränzt wird, die immer dieselbe Art der Lage beibehalten.

462 Struve, über die Kieselerde in Pflanzen.

Die organische Substanz dabei kann man nicht bloß durchs Verbrennen, sondern schon durchs Kochen mit Salpetersäure wegschaffen, so dass die nur eben beschriebenen Krystallnadeln zurückbleiben. Erhitzt man diese mit einer Auflösung von caustischem Kali, so verschwindet Alles, und die Kieselerde wird in gelatinösen Flocken niedergeschlagen. Wenn man das nach der Verbrennung zurückbleibende Skelett mit Salzsäure oder Salpetersäure digerirt, so erhält man eine kleine Menge fester Bestandtheile, wie diess schon bei den früheren Versuchen der Fall war; und es ist sehr wahrscheinlich, dass diese von der zerstörten organischen Substanz herrühren. Das Skelett wurde nun so lange mit Salzsäure gekocht, bis keine Spur von Kalkerde sich mehr zeigte. Wendet man die Säuren dabei vorsichtig an, so wird die Gestalt des Skeletts auf keine Weise verändert; so wie aber zu viel angewendet wird, so zerfallen die Zellen in die Nadeln, aus denen sie gebildet sind. Auf diese Weise habe ich mich überzeugt, dass die in der Säure sich lösenden Substanzen durchaus nicht zum Verkitten der Nadeln, um dadurch jene Zellen zu bilden, dienen; sondern dass dieselben durch jenes wunderbare, wechselseitige Incinanderstecken der Nadeln entstehen.

1,67 Grammen solcher Nadeln, wie sie nach der Einwirkung der Säuren zurückbleiben, wurden, um sie zu analysiren, mit kohlensaurem Natron zusammen geschmolzen, und die Erden dann auf die früher beschriebene Weise abgeschieden. So fand ich die *Spongia lacustris* zusammengesetzt aus:

In 1,67 Grammen	in 100 Grammen
Kieselerde 1,58	94,66
Thonerde 0,03	1,77
Kalkerde 0,05	2,99
1,66	99,42.

Vergleicht man die Resultate aller Analysen, so hat man Folgendes:

	Kieselerde,	Thonerde,	Kalkerde,	Mangan
<i>Equisetum hiemale</i>	97,53	1,7	0,69	
- <i>limosum</i>	94,85	0,99	1,57	1,69.
- <i>arvense</i>	95,48	2,550	1,64	
<i>Spongia lacustris</i>	94,66	1,77	2,99	
<i>Calamus Rotang</i>	99,20		0,54	

In allen von mir untersuchten Pflanzen beträgt der Gehalt an Kieselerde zwischen 95 — 99 p. C., so dass von allen übrigen Bestandtheilen angenommen werden kann, dass sie nicht chemisch mit der Kieselerde verbunden waren, oder überhaupt dem Pflanzenskelett nicht eigenthümlich sind. Und ich glaube daher den Satz aufstellen zu können, dass *nur die reine Kieselerde* das Pflanzenskelett ausmacht.