

Rispen aus. Die Mikropyle ist auch bei den Caprifoliaceen<sup>1)</sup> nach innen gekehrt, wenn nur eine Samenanlage vorhanden ist; einen Unterschied zwischen *Cornus* und den Caprifoliaceen macht eigentlich nur die Frei- oder Vereintblättrigkeit der Krone. Was für *Cornus* gilt, hat zum Theil auch für andere Genera der Cornaceen Geltung<sup>2)</sup>. Gattungen wie *Nyssa*, *Alangium*, *Garrya* entfernen sich wiederum recht weit von den Caprifoliaceen nicht nur, sondern auch von den Umbelliferen-Araliaceen. Es tritt von Neuem der wenig einheitliche Charakter der Cornaceen vor Augen.

Man könnte daran denken, der Familie einen anderen Platz im Systeme anzuweisen; es dürfte sich aber wohl kaum eine Stelle ausfindig machen, die schliesslich geeigneter wäre als die am Ende der *Archichlamydeae* in der Nähe der Umbelliferen, wenn man überhaupt an der Gegenüberstellung von Archichlamydeen und Sympetalen festhält.

## 6. C. Steinbrinck: Zur Kritik von Bütschli's Anschauungen über die Schrumpfs- und Quellungsvorgänge in der pflanzlichen Zellhaut.

Eingegangen am 16. Januar 1897.

In dem letzten Hefte des 14. Bandes (1896) dieser Berichte (Seite 401ff.) ist ein Verfahren erörtert worden, welches ermöglichen sollte, die Ansichten, die neuerdings von BÜTSCHLI im Gegensatz zu NÄGELI über die Ursache der Schrumpfungsvorgänge in der pflanzlichen Zellmembran entwickelt worden sind, einer experimentellen Prüfung zu unterziehen. Unter Verweisung auf den Gedankengang jener Mittheilung sei hier nur kurz bemerkt, dass es sich bei der Versuchsanstellung darum handelt, zu constatiren, ob der äussere Mundbesatz eines Mooskapselchens, z. B. eines *Orthotrichum*, seine charakteristischen Schrumpfbewegungen in unvermindertem Grade auch dann ausführt, wenn dasselbe der Austrocknung in einem geschlossenen Glasbehälter überlassen wird, in dem der Luftdruck auf ein möglichst geringes Mass herabgesetzt ist. Will man sich mit Verdünnungsgraden von etwa  $\frac{1}{70}$  Atmosphäre begnügen, so kann man zur Prüfung ein

1) Vergl. BAILLON, Hist. des pl. VII, 360 (*Sambucus*) und 356 (*Symphoricarpus*).

2) Auch SCHUMANN in Fl. Brasil. III, 3, 776 betont die Verwandtschaft zwischen Cornaceen und Caprifoliaceen.

einfaches TORRICELLI'sches Rohr verwenden. Dieses wird mit Quecksilber gefüllt, durch anhaltendes Klopfen von Luftblasen möglichst befreit, und darauf in dasselbe das vorher in Alkohol und Wasser eingeweichte Kapselchen mittelst eines geraden Eisendrahtes eingeführt, an dessen plattgeschlagenem Ende es in einer feinen Oeffnung eingefügt ist. Nach dem Umkehren des Rohres kann man bequem beobachten, wie sich die Zähnchen in dem „TORRICELLI'schen Raume“ in kurzer Zeit ebenso stark spreizen, wie in freier Luft. Bei einem derartigen Versuche stellte sich beispielsweise das Quecksilberniveau des Rohres auf 749 *mm* ein, während der Barometerstand nach der Ablesung an einem Heberbarometer 759,5 *mm* betrug. Mithin mass die Spannung im TORRICELLI'schen Raume noch 10,5 *mm*. Es geht nicht wohl an, die Tension des abgeschlossenen Raumes in einem gewöhnlichen TORRICELLI'schen Rohre erheblich stärker herabzudrücken, da die Spannung des gesättigten Wasserdampfes bei Zimmertemperatur schon über 15 *mm* Quecksilber ausmacht und der luftverdünnte Raum nur klein ist. Somit liefert diese Versuchsanordnung noch kein genügend präcises und unangreifbares Resultat.

Nach schriftlichen Mittheilungen des Herrn Dr. KOLKWITZ haben aber seine mit Hilfe der Luftpumpe ausgeführten Versuche, über die im laufenden Hefte dieser Berichte S. 106 berichtet ist, unzweifelhaft ergeben, dass selbst in der stärksten Luftleere, die er mit einer vorzüglich wirkenden neueren Quecksilberpumpe zu erzielen im Stande war, das Spreizen der Mooszähnchen prompt und kräftig eintritt.

Nach diesem Ergebniss hat nun zunächst die Ansicht BÜTSCHLI's, dass die Schrumpfung der pflanzlichen Zellhaut durch den Luftdruck bewirkt werde, wohl als endgiltig widerlegt zu gelten. Der Versuch scheint mir aber noch ein weitergehendes positives Resultat zu liefern. Denn er lässt schwerlich eine andere Auffassung zu, als die von NÄGELI vertretene, dass die Volumabnahme bei dem Austrocknen vegetabilischer Membranen auf der elastischen Contraction ihrer festen Substanz beruhe — mag sich nun BÜTSCHLI's Annahme von ihrer Zusammensetzung aus Waben als richtig erweisen oder nicht. Denn welche Kraft könnte BÜTSCHLI wohl als Ursache einer von ihm angenommenen Zerknitterung der Wabenwände beim Schrumpfen heranziehen, wenn der Luftdruck ausscheidet? Dass die Waben etwa allein in Folge von Hinfälligkeit und Schlawheit ihrer Wände „in sich zusammensinken“ sollten, weil diese den Halt verloren hätten, den ihnen vorher das Füllwasser der Wabenräume gewährte, erscheint doch ausgeschlossen. Dann müsste wohl ein geringer Zug genügen, um die trockenen Membranen wieder auf die Dimensionen der wasserdurchtränkten zurückzuführen, was der Erfahrung durchaus widerspricht. Vielmehr ist BÜTSCHLI meines Erachtens genöthigt, selbst von denjenigen Wabenwänden der äusseren Lamelle unseres Moosperistoms, die

in der Richtung der stärksten Contraction liegen, anzunehmen, dass sie in trockenem Zustande auf Zug in Anspruch genommen sind. Wie könnte es diese Lamelle gegenüber dem Widerstande der inneren sonst dahinbringen, dass sich die Richtung der Zähnchen beim Wasserverlust um annähernd 180°, und dem entsprechend auch ihre Krümmung ändert? Der etwaige Einwand, dass es sich hier nur um geringe Zugkräfte handle, weil die Masse der Zähnchen nur unbedeutend sei, könnte nicht als stichhaltig gelten, da es hierbei nicht auf absolute, sondern auf relative Grössen ankommt, und die Masse der activen äusseren Lamelle von der der widerstehenden inneren nicht so sehr erheblich abweicht.

Wird diese Schlussfolgerung aber zugegeben, so folgt aus ihr mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass auch die Anschauungen unhaltbar sind, die sich BÜTSCHLI über die Volumvergrösserung bei der Imbibition (natürlichen Quellung) gebildet hat: die Volumzunahme kann nicht dadurch zu Stande kommen, dass das in die Wabenräume eindringende Wasser die Falten ihrer Wände, wie BÜTSCHLI annimmt, ohne erhebliche Spannung derselben ausgleicht. BÜTSCHLI müsste meines Erachtens vielmehr die elastische Dehnung der Waben mit der Imbibition beginnen lassen. Einer solchen Abänderung der Hypothese würden sich aber neue Schwierigkeiten entgegenstellen. Welche enormen Dehnungen müssten die Wabenwände beispielsweise in den hygroskopischen Organen erfahren, deren Länge durch die Imbibition um 80—100 pCt. zunimmt, wie dies bei einigen Antheren<sup>1)</sup> der Fall ist! Wäre da nicht zu erwarten, dass mit einer so weitgehenden Dimensionsänderung (Verschmälerung) in der einen Richtung eine entgegengesetzte Verschmälerung in den transversalen Richtungen verbunden sein müsste? Bei den gewöhnlichen festen Körpern beläuft sich ja der Coefficient der Quercontraction auf  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$  der Längsstreckung. Wie bekannt, ist aber bei der hygroskopischen Quellung (Imbibition) der pflanzlichen Membranen eine Verkürzung irgend einer Dimension noch nicht wahrgenommen worden. Hingegen hat BÜTSCHLI die Nothwendigkeit der Quercontraction seiner Waben bei einigermaßen erheblicher Spannung ihrer Wandungen selbst zugestanden und diese Erscheinung benutzt, um die Thatsache zu erklären, dass bei der Anwendung stärkerer Quellungsmittel bei den Pflanzen in der Streifenrichtung eine Verkürzung wirklich eintritt. Es scheint, als ob es gerade diese Eigenthümlichkeit der pflanzlichen Zellhaut gewesen wäre, die ihn veranlasst hat, bei der einfachen Imbibition nur eine Ausglättung der Falten ohne nennenswerthe elastische Dehnung anzunehmen und diese erst dann beginnen zu lassen, wenn stärkere Quellungsmittel zur Anwendung kommen. Die durch diese Unterscheidung gezogene Schranke zwischen

1) z. B. *Tulipa*, *Narcissus*, *Amaryllis*.



der natürlichen Imbibition und der durch künstliche Mittel bewirkten „Ueberquellung“ erscheint aber nach unseren Darlegungen hinfällig. Somit müsste BÜTSCHLI nach consequentem Schlussverfahren auch für die Imbibition das Vorkommen von Verkürzungen postuliren. Allerdings bliebe ihm ein scheinbarer Ausweg in der Annahme, dass die Quercontraction bei den quellbaren Körpern durch die Einlagerung von Wassertheilchen zwischen die festen Partikelchen der ausgereckten Wabenwände vermieden würde. Aus welcher Ursache soll aber dann der verkürzende Transversalzug plötzlich eintreten, wenn stärkere Quellungsmittel, die die Substanz angreifen, verwendet werden? Sollte man nicht eher vermuthen, dass die übermässig gedehnten Wabenwände, die rechtwinklig zu den Streifen gerichtet sind, bei der weiteren Erhöhung ihrer Spannung zerreißen, als dass sie auf einmal in den Stand gesetzt werden sollten, diejenigen Wände, die in der Streifenrichtung verlaufen und bis dahin der Dehnung nach BÜTSCHLI weit mehr widerstanden haben<sup>1)</sup> müssen, etwa einzuknicken oder zu verbiegen? Ohne Zuhilfenahme einer Anisotropie der festen Substanz nach der Streifenrichtung und ihren Normalen und einer Structuränderung bei der „Ueberquellung“ dürfte dem Heidelberger Forscher die Erklärung der eigenartigen Quellungserscheinungen der Zellhaut überhaupt schwer gelingen.

Wir kommen nun zur Untersuchung der Frage, welche Kraft es denn sein könnte, die dem Inhalt der Wabenräume einen so bedeutenden Druck auf deren Hülle verleihen soll. Auf Seite 34 seiner Abhandlung „Ueber den Bau quellbarer Körper und die Bedingungen der Quellung“ erklärt BÜTSCHLI seine volle Uebereinstimmung mit der Darlegung SCHWENDENER's<sup>2)</sup>, wonach die Hohlräume in den quellbaren Substanzen einen maximalen Durchmesser von  $0,1 \mu$  nicht überschreiten dürften, wenn in sie eindringendes Wasser in Folge der Molecularanziehung zwischen festen und flüssigen Theilchen ein Auseinanderweichen und nicht eine Annäherung der Wandungen bewirken soll. Anscheinend hat sich BÜTSCHLI aber durch seine mikroskopischen Beobachtungen genöthigt gesehen, den Lücken und Wabenräumen der quellbaren Körper im Minimum einen 5—10 mal grösseren Durchmesser zuzuschreiben (s. Seite 35 der angezogenen Abhandlung).<sup>3)</sup> Die Grösse der Hohlräume verwehrt ihm somit, die bei der Capillarität wirksamen Molecularkräfte heranzuziehen, um die pralle Füllung der Waben unter Volumvergrößerung derselben zu erklären. Er musste zu der Hypothese seine Zuflucht nehmen, dass die Waben eine wasserlösliche Substanz enthalten, die beim Austrocknen der Zellwand in ihnen zurückbleibt,

1) Vgl. die Bemerkung über die muthmassliche Erklärung der ungleichen Dimensionsänderungen der Zellhaut nach BÜTSCHLI auf S. 406 der vorigen Mittheilung.

2) Sitzungsber. der Königl. Pr. Ak. d. Wiss. zu Berlin 1886, Bd. XXXIV. S. 590.

3) Bei  $0,1 \mu$  Durchmesser würden sich die kleinen Räume der Wahrnehmung entziehen.

beim erneuten Zutritt des Wassers aber wieder gelöst wird und nun einen hohen osmotischen Druck in denselben hervorruft. Von einem solchen wasserlöslichen Bestandtheil der pflanzlichen Zellmembran, der doch in erheblicher Menge in einer jeden solchen enthalten sein müsste und der chemischen Analyse somit schwerlich entgangen sein würde, ist aber meines Wissens den Botanikern nichts bekannt. Wenn es sich also als richtig erweisen sollte, dass die vegetabilische Membran wirklich aus einem kammerigen Gerüst derberer Substanz aufgebaut ist (solche Kammern sind ja gelegentlich auch von anderer Seite beobachtet worden<sup>1)</sup>, und dass ihre Quellung mehr oder weniger auf dem Eindringen von Wasser in jene Kammern beruht, so erscheint die Vorstellung weit annehmbarer, dass die Kammerräume im wasser- gesättigten Zustande der Zellhaut mit weicherer Substanz erfüllt seien, die nach NÄGELI's Hypothese kleinere Micelle enthält, als das festere Gerüst. In diesem Falle wäre die pralle Füllung der Hohlräume in Folge der Molecularanziehung verständlich, auch wenn deren Durchmesser das Mass von  $0,1 \mu$  überschreiten. Ein solcher Bau würde einigermassen an die ursprüngliche Ansicht NÄGELI's von der Areolirung der Zellhaut durch den Wechsel festerer und weicher Substanz erinnern. Und vergleicht man die Tafeln, die NÄGELI seinen bezüglichen Abhandlungen in den Sitzungsber. der Münch. Akademie vom Jahre 1864 beigegeben hat, mit BÜTSCHLI's Abbildungen im 3. Heft, Bd. V. der Verhandl. des Naturw. Medic. Vereins zu Heidelberg, so drängt sich die Vermuthung auf, ob nicht BÜTSCHLI's Wabenbilder möglicher Weise zum Theil durch sich kreuzende Streifen- und Schichtenlinien hervorgerufen seien. Namentlich lässt sich dieses Bedenken für den einzigen pflanzlichen Schnitt nicht abweisen, der von BÜTSCHLI nach einfacher Imbibition mit Wasser wiedergegeben ist (s. l. c. Tafel VI, Fig. 15). Er bezieht sich auf eine Bastfaser von *Nerium Oleander* und stellt einen Querschnitt derselben dar. Gerade diese Querschnitte sind aber von KRABBE zur Entscheidung der Frage der Doppelstreifung mit besonders grosser Sorgfalt untersucht worden. Die Fig. 18 auf Tafel XIII von KRABBE's Abhandlung: „Ein Beitrag zur Kenntniss der Structur und des Wachstums vegetabilischer Zellhäute“<sup>2)</sup> gewährt fast dasselbe Bild wie die erwähnte Fig. 15 von BÜTSCHLI. Die Radiallinien des Querschnitts stellen aber nach KRABBE die Grenzen der quer durchschnittenen schraubigen Streifenbänder dar, die tangentialen sind Schichtlinien. — Im Uebrigen liegt es mir jedoch vollständig fern, mir ein weiteres Urtheil über diese anatomischen Fragen anzumassen. Meine Ausführungen zielen im Wesentlichen nur auf eine Beleuchtung der physikalischen Grundlagen von BÜTSCHLI's Quellungstheorie ab.

1) Siehe z. B. CORRENS: „Ueber die Querlamellirung der Bastzellmembranen“. Berichte der Deutsch. Bot. Ges. 1893, pag. 415 f.

2) PRINGSHEIM's Jahrb. Bd. XVIII, Heft 3, 1887.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Steinbrinck Carl

Artikel/Article: [Zur Kritik von Bütschii's Anschauungen über die Schrumpfs- und Quellungsvorgänge in der pflanzlichen Zeilhaut. 29-33](#)