

BOTANISCHE ZEITUNG.

Redaction: *Hugo von Mohl.* — *A. de Bary.*

Inhalt. Orig.: Graf zu Solms-Laubach, Ueber Vorkommen oxalsauren Kalkes in lebenden Zellmembranen. — **Samml.:** Hohenacker, Verkäuf. Herbarien. — Fuckel, Fungi Rhenani exsiccati, neue Ausgabe.

Ueber einige geformte Vorkommnisse oxalsauren Kalkes in lebenden Zellmembranen.

Von

H. Grafen zu Solms-Laubach.

(Hierzu Tafel VI.)

Bei einer vor längerer Zeit zu anderem Zweck unternommenen Untersuchung von *Juniperus Oxycedrus* wurde ich durch das Vorkommen eigenthümlicher körniger Membraneinlagerungen überrascht, die sich bei genauerer Betrachtung als Concretionen oxalsauren Kalkes herausstellten. Da sich ähnliche Vorkommnisse nun auch bei vielen anderen Coniferen vorfinden, so wurde eine kurze Darlegung der darauf bezüglichen Beobachtungen in der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin gegeben *). Nachdem sich nun jetzt bei erneuter Untersuchung des Gegenstandes herausgestellt hat, dass dergleichen in der Coniferenklasse nicht blos im Weichbast, sondern in sämtlichen Gewebesystemen der secundären sowohl als auch der Primärrinde aller Stammtheile und Blätter in ausgedehntester Verbreitung vorkommt; dass dieselben Bildungen auch ausserhalb besagter Aeste bei verschiedenen dicotyledonen Pflanzen, hier bis jetzt freilich nur in der Epidermis,

gefunden werden, muss es offenbar auffallen, wie geringe Berücksichtigung denselben bisher in der Litteratur geworden ist. So finde ich z. B. bei Hofmeister (die Pflanzenzellen) und bei Sachs (Lehrbuch 2. Aufl.) als einzigen in Wirklichkeit hierher gehörigen Beispiels der sogenannten Spicularzellen von *Welwitschia* Erwähnung gethan, da die beiden andern angeführten theils nicht streng in dieselbe Kategorie zu bringen, theils auf irthümliche Auffassung der citirten Stelle der Originalarbeit zurückzuführen sein dürften*). Unter solchen Umständen halte ich es für geboten, meine eigenen einschlägigen Beobachtungen, wengleich sie von einer erschöpfenden und abschliessenden Behandlung der Frage noch weit entfernt sind, dennoch hier zur Veröffentlichung gelangen zu lassen. Es befassen sich dieselben ausschliesslich mit dem Bau und den Lagerungsverhältnissen der betreffenden Gegenstände, soweit sie in der peripherischen Zellmembran sich finden; alles Entwicklungsgeschichtliche musste leider unberücksichtigt bleiben, da dieses

*) Ersteres gilt für die von Rosanoff (Botan. Ztg. 1865 u. 1867) näher beschriebenen, im Zelllumen liegenden und mit der Membran durch Cellulosebalken verbundenen Krystalldrüsen, letzteres für die von Millardet in Bastfasern von *Acer platanoides* und in denen des Pericarps von *Magnolia* gefundenen Einzelkrystalle. Bei beiden liegen dieselben keineswegs in der Membran, sondern in den engen diese durchsetzenden Seitenkanälen des Lumens. — Der Autor sagt für *Magnolia* ausdrücklich: „Dans la cavité centrale et çà et là dans les canalicules sont logés et petits cristaux etc.“

*) Sitzungsbericht v. 15. Oct. 1867. — Botan. Ztg. 1868 p. 148.

mit anderen weitschichtigen Fragen in so vielfacher Beziehung steht, dass es kaum für sich allein ohne deren gleichzeitige Behandlung wird bearbeitet werden können. — Um zuvörderst die charakteristischen Eigenschaften und Reactionen hervorzuheben, die den oxalsauren Kalk als solchen kenntlich machen, aus deren Zusammenreffen dann auch im einzelnen Fall auf die Natur der untersuchten Einlagerungen geschlossen wurde, so sind dieselben im Wesentlichen folgende. Dass man es mit einem Kalksalz zu thun habe, lehrt neben anderen Eigenschaften sehr leicht sein Verhalten gegen Schwefelsäure, in welcher es sich augenblicklich löst, während in unmittelbarer Nähe, oft auf der Fläche des Präparates selbst, der in schwefelsäurehaltigem Wasser unlösliche Gips, in Form der bekannten langen, häufig sternförmig gruppirten Nadeln sich abscheidet. Auch Salzsäure und Salpetersäure lösen den oxalsauren Kalk rasch, desgleichen das gewöhnliche Chlorzinkjod, welches stets Salzsäure enthält; die Producte bleiben natürlich in Lösung. In Essigsäure ist er dagegen durchaus unlöslich, so dass auf seine Vertheilung bezügliche Präparate ohne Nachtheil in damit versetztem Glycerin bewahrt werden können. Durch Glühen wird er in kohlsauren Kalk verwandelt, der sich unter Aufbrausen in Essigsäure löst. Man hat also, um diese Reaction zu machen, die fraglichen Einlagerungen nur mit letzterer zu prüfen, und wenn sie derselben widerstehen, dieselbe Prüfung der weissgebrannten Asche des sie umschliessenden Gewebes zu wiederholen. Das Eintreten der Reaction beweist dann ohne weiteres, dass man es mit einer organischen Säure zu thun habe; dass diese aber von den in der Pflanze verbreiteten derartigen Substanzen nur Oxalsäure sein könne, dürfte aus den folgenden Betrachtungen hervorgehen *). Es werden wesentlich folgende Säuren in Frage kommen: Weintrauben - Aepfel - Citronen - Oxalsäure. Von diesen dürfte zunächst die Aepfelsäure wegen der Löslichkeit ihres Kalksalzes in Wasser, welches ja überall in der Pflanze in Lösung vorzukommen scheint (Vogelbeeren etc.), ausfallen, ferner die Weinsäure und die Citronensäure der

*) Dieselben finden sich bei Sanio, Ueb. d. in d. Rinde dicotyle Holzgewächse vorkommenden Niederschläge von kohlsaurem Kalk, Monatsbericht d. Berliner Akad. April 1857. p. 254 et seq., wo auch viele Versuche mitgetheilt werden, die bei der Kleinheit der hier behandelten Gegenstände nicht angestellt werden konnten.

Löslichkeit derselben Salze in Essigsäure halber. Die demnach allein erübrigende Traubensäure lässt sich jedoch im Kalksalze nur schwierig von der Oxalsäure unterscheiden. Immerhin giebt es aber, wie es scheint, eine mikrochemische Reaction, die für diesen Zweck verworthen werden können, und die sich auf das Verhalten der betreffenden beiderseitigen Salze gegen Kalilauge gründet. Den Chemikern zufolge löst sich der oxalsaure Kalk darin nicht, der traubensaure leichter. Dies ist indess, wie Sanio gezeigt hat, mit Vorsicht aufzunehmen, da der oxalsaure Kalk in Kalilauge sich gleichfalls löst, wenn er gleich demnächst vielleicht, wie Sanio vermuthet, als Kali-Kalk Doppelsalz, wieder in durchaus anderer Krystallform sich ausscheidet. Diese auch von mir beobachtete Löslichkeit liess mich lange über die wahre Natur der untersuchten Einlagerungen im Zweifel, bis ich, durch Sanio's Angaben aufmerksam gemacht, die Umgebung von Präparaten durchmusterte, welche längere Zeit in Kali gelegen hatten, wo ich denn alsbald das betreffende Salz mit seiner Beschreibung durchaus übereinstimmend in Form ziemlich grosser 6seitiger Tafeln auffallend. Dergleichen kann bei traubensaurem Kalk nicht vorkommen, da dieser sich in Kali leicht und vollständig löst.

Ein anderer Grund für die Annahme, dass die uns beschäftigenden Einlagerungen aus oxalsaurem Kali bestehen, scheint in allen Fällen, wo sie in Gestalt deutlich erkennbarer Krystalle auftreten, durch deren fast durchweg identische Form geboten zu werden. Jeder dieser Krystalle wird nämlich von 6 rhombischen Flächen begrenzt, zu welchen öfters noch Abstumpfungflächen gewisser Kanten hinzukommen. Dies stimmt gar nicht mit den nadelförmigen Krystallen des traubensauren Kalkes, recht gut dagegen mit einer Reihe von Formen, in denen Holzner *) notorisch oxalsauren Kalk von der Zusammensetzung $\left(\begin{array}{c} \text{CaO} \\ \text{CaO} \end{array} \right) \text{C}_4\text{O}_6 + 2 \text{aq.}$ in der Pflanze gefunden hat, und die derselbe dem klinorhombischen System einreihet, als ihre Stammform das Fig. 3, 4 u. 5 seiner Tafel abgebildete Hendoëder annehmend. Die klinorhom-

*) Holzner, Ueber die Krystalle in den Pflanzenzellen, Flora 1864. Von den abgebildeten Formen scheinen als Membraneinlagerung am häufigsten vorzukommen die Fig. 3, 6, 7, 9 u. 10. Vgl. auch den weiteren Aufsatz desselben Autors in Flora 1867, p. 497.

bischen Krystalle dieses oxalsauren Kalkes unterscheiden sich von den quadratischen mit 6 aq. krystallisirten desselben Salzes ihm zufolge bei Untersuchung im polarisirten Licht leicht durch die ausnehmend lebhaften Farben, die sie bei Kreuzung der Nicols selbst im Falle sehr geringer Dicke geben. Auch hierzu scheint das, was ich in dieser Richtung beobachten konnte, auf's Beste zu stimmen. Während die meisten Zellmembranen der Coniferenrinde, soweit sie nicht verholzt, nur schwach doppeltbrechend sind und bei Kreuzstellung der Nicols fast ganz verlöscht erscheinen, leuchten in diesem Falle alle die in ihnen enthaltenen winzigen Einschlüsse, gleichviel ob körniger oder deutlich krystallinischer Natur, mit blendend weissem Glanz auf, bei Einschaltung eines Gypsblättchens, welches Roth giebt, erschienen sie je nach ihrer Lage in lebhaften blauen und gelben Farbtönen. Es liefert dieses Verhalten ein sehr bequemes und sicheres Mittel, um sie von allen möglichen anderen Körperchen, etwa aus dem Zellinhalt durch die umgebende Flüssigkeit heraus gelöst und auf dem Membranquerschnitt abgelagerten Körnchen zu unterscheiden. Dergleichen verschwinden bei dieser Probe spurlos.

Eine zusammenhängende Besprechung der über den Gegenstand dieses Aufsatzes vorhandenen Litteratur ist ihrer fragmentarischen und nähere Kenntniss der einzelnen Vorkommnisse voraussetzenden Natur halber nicht wohl möglich, weshalb dieselbe am zweckmässigsten für jeden einzelnen Fall sich dessen Behandlung anschliessen wird.

Der Bast von *Biota orientalis* ist (Fig. 1) — um mit der Betrachtung der *Coniferen* wieder zu beginnen — durchaus ähnlichen Baues wie der von *Thuja occidentalis*, dessen genauere Kenntniss wir v. Mohl *) verdanken. Seine Elemente findet man bei Betrachtung des Querschnitts sowohl zu regelmässigen radialen Reihen als zu concentrischen Kreisen geordnet, ihre Durchschnittsfläche hat demgemäss bei allen sehr regelmässige, ungefähr rechteckige Form. Von innen nach aussen fortschreitend findet man je die 4te Zelle jeder Radialreihe als Bastfaser ausgebildet und besteht somit je der 4te concentrische Kreis aus dergleichen, während die 3 zwischenliegenden dünnwandig bleiben. Von

diesen enthält der mittlere lauter kurzcyindrische Parenchymzellen, die beiden an die Bastfaserkreise grenzenden Siebröhren, deren radiale, gegen die Markstrahlen gerichteten Wände mit zahlreichen kreisrunden Gittertöpfeln versehen sind. Derart ist die Anordnung der Elemente im inneren Theil des Bastes in grösster Regelmässigkeit zu finden, weiter nach aussen wird dieselbe, wenngleich stets erhalten bleibend, doch minder deutlich. Harzgänge und grosse Intercellularräume, die sich zwischen den radialen Zellreihen bilden, stören die Regelmässigkeit der Anordnung; in den parenchymatischen Elementen eintretende Dehnungen verändern die vorher so gleichartigen Zellformen, und lassen die Gitterzellen häufig zur Unkenntlichkeit gelangen, indem dieselben in radialer Richtung völlig zusammengedrückt werden.

In den Zellmembranen des Bastes lassen sich überall zweierlei Schichten unterscheiden, die gewöhnlich durch verschiedene Dichtigkeit und damit zusammenhängende Lichtbrechungsdifferenzen ziemlich scharf von einander abgegrenzt erscheinen. Es ist nämlich jedes Zelllumen von einem breiten Saum (Fig. 2), dessen Substanz stärker lichtbrechend als der mittlere Theil der Membranen, umgeben, der in dem Folgenden kurz die Innenlage der Zellmembran heissen mag. Zwischen diesen die benachbarten Zelllumina unterscheidenden Säumen findet man dann eine homogene, beiden Zellen gemeinsame, weiche, schwachlichtbrechende Substanz, die Mittellamelle der Zellmembran, ihrerseits die scheinbar homogene gitterförmige Grundmasse bildend, in welche die Zelllumina mit sammt den sie umgebenden Membraneinlagerungen eingebettet sind. Die Mittellamelle besteht in allen Theilen des Bastes aus reiner, mit Chlorzinkjod sich bläuender Cellulose, ebenso die Innenlagen in den Gitter- und Parenchymzellen desselben. Die Bastfaserzellen sind sehr stark verdickt und verholzt und färben sich mit Chlorzinkjod rothbraun; ihr Lumen bleibt meist nur in Form einer schmalen spaltenartigen Höhlung erhalten. Aber wie gesagt bezieht sich dies nur auf die Innenlage ihrer Membran, die Mittellamelle bleibt immer unverändert, selbst da nicht verholzend, wo sie zwischen 2 in tangentialer Richtung aneinander stossenden Bastfasern durchgeht. In den tangentialen Stücken aller Zellmembranen ist die Mittellamelle wenig entwickelt und schmal, in Form eines dicken Striches die Innenlagen der benachbarten Zellen schneidend, vorhanden;

*) v. Mohl, Einige Andeutungen über den Bau des Bastes Bot. Ztg. 1855, p. 891.

daher die Membranen in dieser Richtung verhältnissmässig dünn sind. Ihre radialen Theile dagegen sind auffällig viel dicker, weil in diesen die Mittellamelle als Lage von ziemlicher Mächtigkeit zwischen den Innenlagen der Zellmembran eingeschaltet ist.

Betrachtet man nicht allzu zarte Querschnitte der Biotarinde, so fällt alsbald auf, dass, während die tangentialen Membranstücke ganz klar und scharf gesehen werden, die radialen durch eine eigenthümliche Trübung unklar und undurchsichtig erscheinen. Starke Vergrösserung möglichst dünner Präparate ergibt alsbald als Grund besagter Undurchsichtigkeit das Vorhandensein zahlreicher sehr kleiner stark lichtbrechender, in dichter Aneinanderdrängung der Membransubstanz eingelagerter Körner. Die Gestalt derselben lässt sich ihrer ausserordentlichen Kleinheit halber mit Sicherheit nicht ohne Anwendung der allerstärksten Objective (Hartn. 10) erkennen (Fig. 2), sie ist unregelmässig meist rundlich oder oval; öfters sieht es aus, als wenn 2 oder mehr Körnchen mit einander zu biscuitförmigen oder anders gestalteten Körpern verbunden wären. Ihr Vorkommen ist durchaus auf die Mittellamelle der radialen Zellwandstücke beschränkt, von dem Kreuzungspunkte dieser mit den tangentialen aus sich hie und da, aber immer nur auf ganz kleine Strecken in die letzteren hinein fortsetzend; bei reichlichem Vorhandensein ist die gesammte Substanz der Mittellamelle von ihnen erfüllt, bei spärlicherem Vorkommen pflegen sie deren Medianebene zu bezeichnen. Der Innenlage gehen sie in allen Elementen des Bastes ohne Unterschied ab.

Die im bisherigen geschilderten Verhältnisse finden sich im inneren jüngeren Theil des Bastes, zur Winterszeit bis nahe an das Cambium heranrückend, im Sommer bei lebhaftem Wachstum beträchtlich weiter nach aussen geschoben. Untersucht man in der radialen Bastzelleihe von innen nach aussen fortschreitend die älteren Theile, so sieht man, dass die Körnchen von ihrer Entstehung an bis zur völligen Ausbildung sich einigermassen verändern. Während sie am Ort ihres ersten Auftretens, der Zone, in welcher der Uebergang der vom Cambium abgeschiedenen Bastelemente in Dauerewebe erfolgt, punktförmig klein und sparsam vertheilt erscheinen, nehmen sie nach aussen rasch sowohl an Zahl als an Grösse um ein beträchtliches zu, so dass sie von einer gewissen

Zone ab auswärts die mit fortschreitendem Alter gleichfalls an Breite zunehmende Mittellamelle der Zellmembran stets gleichmässig erfüllen. Zuletzt erreicht die Verbreiterung dieser Membranlamellen ihr Maximum, an ihrer Stelle treten spaltenförmige Interzellarräume auf, die oft grosse Weite bekommen, und ein Netz von luftefüllten Gängen in dem Bastgewebe herstellen. Auf welche Weise dieser Vorgang stattfindet, habe ich nicht näher ermitteln können. Jedenfalls bleibt die Cellulosesubstanz der Mittellamelle wahrscheinlich unter Verdunstung vielen eingelagerten Wassers als sehr dünner Ueberzug auf der den natürlichen Weise neu entstandenen Interzellarräum begrenzenden Aussenfläche der Membranelemente erhalten. Es lässt sich dieses mit einiger Sicherheit aus dem Umstande schliessen, dass jetzt sämmtliche Körner, fest mit derselben verklebt, an besagter Aussenfläche anhängen. Sie bilden daselbst einen dichten unregelmässigen Ueberzug, der hier und da zu förmlichen Klumpen anschwillt, und dessen Fläche in Folge seines eben beschriebenen Baues von zahllosen winzigen Prominenz, und den entsprechenden äusserst engen Buchten bedeckt wird, an welchen die Luft mit grosser Festigkeit haftet. Es wird hierdurch die schon vorher bemerklich gewesene Trübung der Zellmembran zu völliger Undeutlichkeit der Zellgrenzen gesteigert. Man erkennt jetzt besonders deutlich auf Radialschnitten durch den Bastkörper die beträchtliche Grössen- und Gestaltveränderung, die die Körnchen von ihrem ersten Auftreten an erfahren haben. Bei der Betrachtung dieses Schnittes bekommt man nämlich die sie tragende und von ihnen völlig bedeckte Membran zu Gesicht, und kann ihrer also eine ungeheure Zahl mit einem Blick durchmustern. Sie erscheinen auch hier in der Mehrzahl als Körperchen, die von den verschiedenartigsten gekrümmten Flächen begrenzt werden, die jedoch hie und da einzelnen Ecken aufweisen, manchmal sogar ein fast krystallinisches Ansehen bieten oder endlich völlig krystallähnlich aussehen und anscheinend quadratische oder rechteckige Flächen mit grösserer oder geringerer Deutlichkeit erkennen lassen.

Nur der ausnehmenden Kleinheit der fraglichen Körperchen, an der die Leistungsfähigkeit der älteren Mikroskope scheitern musste, dürfte es zuzuschreiben sein, dass sie so lange unbeachtet geblieben sind und dass sich, gele-

gentliche Notizen bei Hartig*), Frank**) und Müller***) ausgenommen, in der Litteratur nichts über dieselben findet. Hartig beobachtete sie im Bast von *Juniperus communis* und beschreibt sie als dessen Eigenthümlichkeit mit folgenden Worten: „Trennung der Organe in radiale Reihen und Füllung der dadurch entstehenden Intercellularräume mit körnigen Säften.“ Derselbe ging also, wie diese Beschreibung nebst der gegebenen Abbildung beweist, von der Betrachtung des jüngeren inneren Basttheils aus, in welchem er die weiche Substanz der Membranmittellamellen für flüssig, die Innenlagen für die ganze Zellmembran hielt. Frank erkannte dieselben als Membraneinlagerungen, sah auch, dass sie blos in der Mittellamelle vorhanden sind, hält sie aber für aus dichterer Cellulosesubstanz gebildete Concretionen. N. C. Müller endlich, dem Frank's Beobachtungen unbekannt waren, geht von der Untersuchung des älteren Basttheils aus und meint, ihre Substanz gleichfalls für Cellulose haltend, sie seien erst nach der Bildung der Intercellularräume entstandene locale centrifugale Verdickungen der Zellmembran; eine Ansicht, die bei der genaueren Untersuchung der jüngeren Gewebe sich sogleich als unhaltbar erweist.

In dem Bastkörper aller Stammtheile finden sich derartige Einlagerungen in weitester Verbreitung durch die ganze Coniferenklasse. Zunächst wurden dieselben bei allen darauf untersuchten *Cupressineen*, welche im Bau im Bau ihres Bastes sämmtlich wesentlich mit *Biota* übereinstimmen, gefunden †). Unterschiede fanden sich nur in Bezug auf ihre, gleichwohl nur innerhalb sehr enger Grenzen schwankende Grösse und auf die Massenhaftigkeit ihres Auftretens. Verhältnissmässig gross, nicht allzu dicht gedrängt und eben deswegen zur Untersuchung geeignet sind sie z. B. auch bei

*) Hartig, Forstliche Culturpflanzen, Heft 2, Erklärung d. Tafel X. *Juniperus-Taxus*. Tab. X, f. 2, 3, 4.

**) A. B. Frank, Beitrag zur Kenntniss der Gefässbündel, Bot. Ztg. XXII, 1864, p. 160 u. 162.

***) N. C. Müller, Unters. üb. d. Vertheilg. d. Harze im Pflanzenkörper. Pringsheim's Jahrb. V, p. 404 u. 405, t. 48, f. 9.

†) Es wurden verglichen: *Cunninghamia sinensis*, *Sequoia gigantea*, *Cryptomeria japonica*, *Frenela* sp., *Libocedrus Doniana*, *chilensis*, *Thuja occidentalis*, *Fitzroya patagonica*, *Chamaecyparis squarrosa*, *Juniperus Oxycedrus*, *J. virginiana*, *J. sabina*.

Sequoia gigantea und bei *Fitzroya patagonica*. Aeusserst sparsam, so dass sie bei der ersten Untersuchung gar nicht bemerkt wurden, finden sie sich bei *Libocedrus*; nur durch wiederholte Durchmusterung und Anwendung des polarisirten Lichtes gelang es mir, mich bestimmt von ihrer Anwesenheit zu überzeugen. An die besprochenen *Cupressineen* schliesst sich in allen Beziehungen *Dacrydium Franklinii* an. Unter den Formen, bei denen im Bast die dickwandigen Faserzellen fehlen, zeichnen sich durch ihren Reichthum an Einschlüssen zunächst *Saxe-Gothaea* und *Podocarpus* aus, es schliessen sich *Araucaria* (Fig. 4) und *Ephedra* *) an, endlich noch *Prumnopitys elegans* Phil., bei der sie indess so sparsam und stellenweise vorhanden, dass man einigermaassen nach ihnen suchen muss **). Durch ihr vollständiges Fehlen zeichnen sich *Phyllocladus trichomanoides* und *Gingko biloba*, sowie auch *Dammara australis* und alle dazugehörigen Coniferen aus. In der Bastregion der die Blätter der Coniferen durchziehenden Gefässbündel sind gleichfalls, soweit meine Untersuchungen reichen, nirgends derartige Einlagerungen vorhanden, und zwar fehlen sie selbst bei denjenigen *Cupressineen*formen, bei welchen der Bast der Zweige von ihnen strotzt. Auch in dem Transfusionsgewebe ***) fehlen dieselben in allen Fällen.

Eine gesonderte Behandlung erfordern die ganz abweichenden und eigenthümlichen Vorkommnisse oxalsäuren Kalkes im Bast von *Taxus baccata* und *Cephalotaxus Fortunei* (Fig. 5), welche in ihrer Verbreitung wiederum auf die Zweige und Stämme (Fig. 3) beschränkt sind und in den Blattgefässbündeln vermisst werden. Hier besitzt der Bast einen dem der *Cupressineen* durchaus ähnlichen Bau, seine Elemente sind in radiale Reihen und concentrische Schichten ge-

*) Bei *Ephedra* sind sie in den Bastbündeln meist nur sparsam und vorwiegend in den äusseren Theilen vorhanden, in unglaublicher Masse durchlagern sie dagegen die dieser Pflanze eigenthümlichen Markstrahlen, hier nicht immer blos auf die Rinde beschränkt, sondern sogar innerhalb der jüngeren Holzregion sich noch findend. Ein weiteres Eingehen auf den eigenthümlichen Bau des Bastes von *Ephedra* würde die diesem Aufsätze gesteckte Grenze überschreiten.

**) Untersucht wurden: *Saxe-Gothaea conspicua*, *Podocarpus andina*, *spicata* (*Dacrydium Mai* Hort), *Araucaria excelsa*, *Bidwillii*, *imbricata*, *Prumnopitys elegans*, *Ephedra* sp., *E. campylopoda* etc.

***) Vgl. v. Mohl, Bot. Ztg. 1871, p. 12.

ordnet, jede zweite Schicht besteht aus Gitterzellen, zwischen denselben liegen abwechselnd einmal Parenchymzellen, das andere mal gestreckte Faserzellen, welche den dort vorkommenden Bastfasern entsprechen, deren Membranen jedoch in der Mehrzahl der Fälle unverdickt und unverholzt bleiben. Dass diese Elemente denselben trotzdem histologisch gleichwerthig sind, wird durch eine Beobachtung Frank's, deren Richtigkeit ich constatiren konnte, bestätigt, welcher zufolge einzelne von ihnen in späterem Alter noch nachträglich verholzen, um dann normale, mit zahlreichen Porenkanälen versehene Faserzellen quadratischen Querschnitts und stark verengten Lumens darzustellen*). Es ist nun bei diesen Gattungen der oxalsaure Kalk in seinem Vorkommen ausschliesslich an besagte Faserzellen gebunden und findet er sich in deren Membranen ziemlich constant, hierdurch ein bequemes Mittel zur Ausbildung gelangt sind, ^{die Fasern auch wo sie nicht beim ersten Durch} auf den Querschnitt von den ganz einlagerungsfreien Gitterzellen und Parenchymelementen zu unterscheiden. Wengleich im Bast von *Taxus baccata* die Differenzirung verschiedener Lamellen innerhalb der Membranen sehr wenig merklich ist, so ist es doch zweifellos, dass die Einlagerungen hier nicht wie in den bisher besprochenen Fällen der Mittellamelle angehören, sondern in der Innenlage der Zellmembran liegen. Sie sind in sehr wechselnder Menge vorhanden, am reichlichsten immer in derjenigen tangentialen Membranplatte, welche die Zelle von der Cambiumseite her begrenzt, von hier aus auf die beiden radialen in nach aussen abnehmender Fülle übergehend; spärlich und oft fast fehlend in dem dem erstgenannten gegenüberliegenden Wandstück. Unter den die bisher abgehandelten, an Grösse durchschnittlich übertreffenden Körnchen bilden die von gekrümmten Flächen begrenzten entschieden die Minderzahl, weitaus die meisten sind mehr oder minder deutliche, öfters in's Zelllumen vorspringende Krystalle, an denen man vielfach regelmässig vierseitige, in der Ebene des Präparates liegende Flächen erkennt. Ganz ähnliche Resultate er-

*) Hier sowohl, als bei vielen Cupressineen, deren Bastfasern quadratischen Querschnitt besitzen, tritt fast stets der seltene und eigentümliche Fall ein, dass die Tüpfel gegen die Ecken der Zellen verlaufen und daher stets auf den Stellen sich finden, welche der Berührungskante mit den Wänden zweier Nachbarzellen entsprechen (Fig 13).

hält man bei Untersuchung von *Cephalotaxus Fortunei*, in dessen Basttheil übrigens nur einzelne Elemente der concentrischen Faserschichten Krystalle in ihrer Membran zu bergen pflegen. Deren Vorkommen ist dann fast ausnahmslos auf die dem Cambium zugewendete tangentiale Begrenzungswand der Zelle beschränkt. Dafür erreichen aber diese Krystalle, die im ausgebildeten Zustand dicht nebeneinander wie Quadersteine in der aufgetriebenen Membransubstanz lagern, eine verhältnissmässig bedeutende Grösse, und besitzen, wie sich bei Vergleichung des Tangentialschnittes durch den Basttheil ergibt, eine fast durchaus regelmässige, von 6 rhombischen Flächen begrenzte oder durch Abstumpfung einzelner Ecken mehrflächige Gestalt. Ob sie in der Mittellamelle oder der Innenlage der Zellmembran liegen, lässt sich bei ihrer deren Form und Dicke gänzlich verändernden Grösse nicht mit Bestimmtheit entscheiden, doch dürfte letzteres stattfinden, wofür schon die Analogie mit *Taxus baccata* spricht, und was ich ausserdem aus dem Umstand schliessen möchte, dass sie stets nur in das Lumen der Faserzelle selbst, die bedeckenden Membranlagen dieserseits zu einem dünnen, sie umgebenden Ueberzug dehnend, vorspringen, während die entgegengesetzte der nächstinneren Zelle der Radialreihe angehörige Membranhälfte von allen diesen Veränderungen gar nicht berührt wird. Löst man die Krystalle in Salzsäure, so bleiben die Hohlräume, in welchen sie lagen, sichtbar, dem ganzen sie enthaltenden Membranstück ein eigenthümlich schaumiges aufgedunsenes Ansehen gebend. Dasselbe findet in entsprechend geringerem Grade auch bei *Taxus baccata* statt. Wenn in älteren (nach Frank mindestens 20jährigen) Aesten dieses Baumes die Verdickung und Verholzung der Membran-Innenlamelle bei einzelnen Faserzellen noch nachträglich eintritt, werden die Krystalle in die verholzende Substanz mit eingeschlossen, alsdann deren alleräussersten, wie es scheint öfters unregelmässig ausgebildeten Schichtencomplex erfüllend. Ein grosser Theil der im vorstehenden geschilderten Verhältnisse ist schon von Hartig und später von Frank gesehen und beschrieben worden. Ersterer stellte sich vor, der ursprünglich in der Faserzelle (Saftrohr, Hartig) vorhandene flüssige Inhalt lagere die fraglichen Körnchen auf die Innenseite der Membran bei seinem Verschwinden ab (Forstl. Culturpfl. Tab. IX. Fig. 4 u. 5 nebst Erklärung). Frank, auch in diesem Falle wie bei den *Cupressineen* ihre Krystallnatur verkennend,

behauptet, sie seien in Säuren nicht löslich und bläuen sich mit Chlorzinkjod, beständen also wie dort aus Cellulose.

In viel weiterer Verbreitung noch als in dem Basttheil der *Coniferen* kommt der oxalsaure Kalk der Zellmembran eingelagert im primären Rindenparenchym dieser Pflanzen, sowohl der Zweige als auch der Blätter, vor. Ich wüsste in der That, manche *Abietineen* vielleicht ausgenommen, kaum einen Fall anzugeben, bei welchem sie in diesem Gewebssystem vollkommen fehlten, wenngleich sie zum Beispiel bei der Fichte ausschliesslich auf die Blätter beschränkt zu sein scheinen. Desgleichen wurden sie bei *Libocedrus Doniana*, *Prumnopitys elegans* und *Dammara australis* zwar ziemlich zahlreich im Blattparenchym, nur spurenweise dagegen in dem der Zweige gefunden, so dass zur sicheren Constaturierung ihres Vorhandenseins in demselben der Polarisationsapparat zu Hülfe genommen werden musste. Ueberall wo die Dicke der Membran eine sichere Entscheidung der Frage erlaubte, finde ich sie hier gerade wie im Bast auf die Mittellamelle der Zellmembran beschränkt, in welcher sie, zumal wo das sie beherbergende Parenchym aus dickwandigen, lückenlos verbundenen Zellen besteht, in eben der Körnchenform wie dort auftreten. Als Beispiele seien *Thuja*, *Biota*, *Cephalotaxus Fortunei* (Fig. 6) erwähnt, auch *Welwitschia*, bei der das Parenchym des Stamminnern, manchmal weithin aller Einlagerungen entbehrend, dieselben anderwärts reichlich, zumal in den durch mehrere aneinanderstossende Zellen gebildeten Ecken, enthält. In denselben Geweben, besonders wo ihre Zellen in etwas lockerer Verbindung stehen und dann vorzüglich in den ebengenannten Ecken finden sich an Stelle der Körnchen öfters derbe unregelmässige klumpige Massen von krystallinischer Structur vor, die vermuthlich durch deren Verschmelzung entstanden sind. Auch in dieser Form ist der oxalsaure Kalk in den Coniferenzweigen überaus verbreitet, desgleichen in dem auffallend derbwandigen Parenchym der Blätter von *Welwitschia*. So wurde er zum Beispiel in exquisiter Weise in den Zweigen von *Taxus baccata*, *Podocarpus andina*, *Chamaecyparis squarrosa* und *Saxe-Gothaea conspicua* gefunden.

Untersucht man nun die Blätter, so drängt sich alsbald die Frage auf, ob die in ihnen enthaltenen beträchtlichen Quantitäten des Salzes nicht etwa ganz oder zum Theil anstatt der Membran dem Zellinhalte angehören. Und es

stösst die Entscheidung derselben auf mancherlei, vornehmlich in der grossen Zartheit aller Zellmembranen und der im Verhältniss dazu bedeutenderen Grösse der Einlagerungen sich gründende Schwierigkeiten. Diese letzteren kommen hier nämlich in allen Abstufungen zwischen der Form unregelmässiger eckiger Körner und der wohlausgebildeter Krystalle vor, welche dann meist tafelförmig abgeplattet sind und Holzner's in dessen Fig. 6 u. 7 abgebildeten klinorhombischen Tafeln zu entsprechen scheinen. Als günstige Objecte für die Untersuchung der Gestalt derartiger Krystalle sei der Blätter von *Abies excelsa*, *Biota*, *Prumnopitys* und *Sciadopitys* Erwähnung gethan. Viel zahlreicher, aber in Form kleiner eckiger Körnchen ausgebildet sind die betreffenden Gegenstände im Blattparenchym anderer Species, unter denen als exquisite Beispiele *Saxe-Gothaea conspicua* und *Podocarpus andina* genannt werden mögen. Bei letzterer Art, bei der zwischen den Zellen des sogenannten Querparenchyms zahlreiche Inter-cellulargänge von bedeutender Weite auftreten, ist es nicht schwer, sich zu überzeugen, dass wenigstens ein Theil dieser Körperchen der Membran selbst angehören muss, weil sie hie und da von deren Aussenseite aus deutlich in diese Inter-cellularräume vorragen. Wo die Parenchymzellen in geschlossenem lückenlosem Verband stehen, sind meist deutliche Krystalle vorhanden, die man, wenn es gelingt Profilansichten zu erhalten, in das Zelllumen mehr oder weniger hineinragen sieht, die ferner in allen Fällen fest an der Membran haften, ohne dass es sich indess entscheiden liesse, ob sie ihr eingewachsen sind, oder ob sie ihr blos mechanisch anhängen. Beides wäre möglich, letzteres wird aber schon deshalb unwahrscheinlich, weil diese Krystalle auch dann noch mit der Membran verbunden bleiben, wenn man durch wasserentziehende Mittel den gesammten protoplasmatischen Wandbeleg zur Contraction gebracht hat. In den Fichtennadeln war diese Contraction nach mehrtägigem Liegen in Aether-Alkohol so stark, dass bei hinreichender Dünne der Schnitte die gesammten Inhaltsmassen aus ihren geöffneten Zellen mit Leichtigkeit herausfielen und vom umgebenden Wasser hinweggespült wurden. Nichts destoweniger hingen auch dann die Krystalle stets der Membran an. Es spricht ferner gegen die Annahme, dass dieselben Theile des Zellinhalts bilden, ihre Unbeweglichkeit, die so gross ist, dass die stärksten Ströme in der umgebenden Flüssigkeit sie nicht einmal zu verrücken im

Stände sind, wovon man sich leicht an den Stellen der Präparate überzeugen kann, an welchen man einzelne Membranstücke in Flächenansicht zu sehen bekommt. In dergleichen Fällen konnte ich sogar manchmal Risse verschiedener Art bemerken, die hart an den Krystallen vorübergingen, ohne deren Lagerung im mindesten zu stören. Alles dies und die Erwägung, dass ein derartiges Vorragen in's Lumen bei den sicherlich der Membran angehörigen Krystallen der Fasern von *Cephalotaxus* wirklich vorkommt, bestärkt mich in der ausgesprochenen Ansicht, zumal man bei gegentheiligem Verhalten noch eine besondere, von der Cellulose der Membran zu trennende, die Verklebung zwischen ihr und den Krystallen bewirkende Substanz, von der doch durchaus nichts bekannt ist, anzunehmen sich gezwungen sehen würde. In wie weit dieselbe berechtigt und vielleicht auch auf andere ähnliche Fälle anwendbar ist, müssen fernere Untersuchungen lehren.

(Fortsetzung folgt.)

Sammlungen.

Verkäufliche Pflanzensammlungen,

deren Preise in Gulden und Kreuzern rheinisch, in Thalern und Silbergroschen preuss. Courant, in Franken und Centimen und in Pfund, Shilling und Pence Sterling angegeben sind.

58. Schimper pl. prov. abessinicae Agow. Sp. 30—175. Fl. 4. 48 — 28. 0, Thlr. 2. 22 — 16. 0, Frcs. 10. 29 — 60. 0, L. 0. 8. 3 — 2. 8. 0.

59. Cerealia abessinica. Sp. et formae 10—45. Fl. 1. 10 — 4. 30, Thlr. 0. 17 — 2. 17, Frcs. 2. 14 — 9. 63, L. 0. 1. 9 — 0. 7. 9.

60. Bourgeau et de la Perraudière pl. ins. Canariens. Sp. 25—90. Fl. 3. 0 — 10. 48, Thlr. 1. 23 — 6. 9, Frcs. 6. 50 — 23. 40, L. 0. 5. 2 — 0. 18. 0.

61. Husnot pl. ins. Canariens. Sp. 20—60. Fl. 2. 24 — 7. 12, Thlr. 1. 12 — 4. 6, Frcs. 5. 20 — 15. 8, L. 0. 4. 0 — 0. 12. 0.

62. Perrottet et Brunner pl. Senegamb. Sp. 10—50. Fl. 1. 24 — 7. 0, Thlr. 0. 24 — 4. 0, Frcs. 3. 0 — 15. 0, L. 0. 2. 5 — 0. 12. 0.

63. Ecklon, Zeyher, Drege, Krauss aliorumque pl. capenses. Sp. 20—1265. Fl. 2. 0 — 151. 48, Thlr. 1. 5 — 88. 16, Frcs. 4. 28 — 331. 90, L. 0. 3. 6 — 12. 13. 0.

Das Verzeichniss von Sammlungen europäischer Pflanzen s. S. 190.

Kirchheim u. T. Württemberg,
im Juli 1871.

Dr. R. F. Hohenacker.

Anzeige.

Nach Herausgabe meiner *Symbolae mycologicae*, des Nachtrags I, zu denselben und des XXIV. Fascikels der *Fung. rhenan. exs.* habe ich mich bemüht, nicht nur die in letzteren edirten Specimina so viel als möglich zu completiren, sondern auch viele von den hier nicht ausgegebenen zur Ausgabe herzurichten. Unter dem Titel *Fungi rhenani exs. Ed. II.* gebe ich jetzt diese, kritisch gesichtet, heraus. Jede Art liegt in allen ihren Formen, d. h. soweit ich dieselbe geben kann, in einem losen, weissen Bogen von mittlerem Briefbogenformat, mit einer auf die *Symb. myc.* und die *Fung. rh. Ed. I.* bezüglichen Etiquette, jedoch ohne fortlaufende Nummer, versehen. Hundert Arten (Bogen), nach den *Symb. myc.* geordnet, bilden einen Fascikel. Um nun dieser Sammlung die grösstmögliche und zweckdienlichste Verbreitung zu sichern, erscheint dieselbe, ausser im Ganzen, ca. 20 Fascikel umfassend, auch in zwanglosen Fascikeln, so, dass sich der Interessent eine jede grössere oder kleinere Gruppe besonders anschaffen kann. Den Preis eines Fascikels, in elegantem Umschlag, habe zu 4 Thlr. pr. festgesetzt. So viel als möglich werden reichliche und stets nur instructive Exemplare ausgegeben. Die Effectuirung erfolgt, nach rechtzeitiger Bestellung, vom 1. October d. J. ab.

Schliesslich bemerke ich noch, dass diese Sammlung unbeschadet der *Fung. rhen. ed. I.* erscheint und zu letzterer vor wie nach Supplement-Fascikel geliefert werden.

Oestrich im Rheingau.

L. Fuckel.

Verlag von Arthur Felix in Leipzig.

Druck: Gebauer-Schwetschke'sche Buchdruckerei in Halle.

BOTANISCHE ZEITUNG.

Redaction: *Hugo von Mohl.* — *A. de Bary.*

Inhalt. Orig.: Graf zu Solms-Laubach, Ueber Vorkommen oxalsauren Kalkes in lebenden Zellmembranen. — **Litt.:** Delpino, Sulla dicogamia vegetale etc. — **Neue Litt.**

Ueber einige geformte Vorkommnisse oxalsauren Kalkes in lebenden Zellmembranen.

Von

H. Grafen zu Solms-Laubach.

(Fortsetzung.)

Es ist bekannt, dass die parenchymatischen Gewebe der Coniferen vielfach von verholzten Faserzellen durchsetzt werden. Dieselben finden sich wesentlich unter zweierlei verschiedener Gestalt und Lagerung. Einmal nämlich sind es langgestreckte Fasern von regelmässiger Form, die zu geschlossenen Bündeln von wechselnder Stärke vereinigt vorkommen. Besagte Bündel liegen, wo sie vorhanden, theils durchaus regellos im Parenchym zerstreut, theils als subepidermoidale Faserstränge dicht unter der Oberhaut, hier in den Blättern vieler Arten zu geschlossenen nur unter den Spaltöffnungen unterbrochenen Schichten zusammenfliessend. Neben diesen stets bündelweise vereinigten bastfaserähnlichen Elementen finden sich bei manchen Arten in ausserordentlich wechselnder Anzahl und Vertheilung noch andere stets vereinzelt vorkommende verholzte Prosenchymzellen, die sich vor den ersteren durch geringere Länge und grössere Unregelmässigkeit ihrer Form auszuzeichnen pflegen. Sie sind sehr häufig und manch-

mal sogar recht reichlich verzweigt, ihre Aeste in solchem Fall zwischen die benachbarten Zellen hineinschiebend. Man hat dergleichen wohl mit dem Namen Spicularzellen belegt. Krystallinische Membraneinlagerungen sind sowohl bei ihnen als auch bei den erstgenannten, den Bastfasern ähnelnden keine Seltenheit. Als Beispiel wird hier vor Allem *Welwitschia mirabilis* zu nennen sein, deren merkwürdige krystallführende Fasern von Hooker *) entdeckt und mit dem eben erwähnten Namen bezeichnet wurden. (Fig. 7—10.) Für die Einlagerung oxalsauren Kalkes in die Zellmembran scheinen sie, wie schon im Beginn dieses Aufsatzes erwähnt wurde, noch immer das einzige sichere in der Literatur beschriebene Beispiel zu sein. Ihr Entdecker, sie in seinem Werke über *Welwitschia* vielfach abbildend, blieb indess über die chemische Natur ihrer Krystalle im Unklaren, da Dr. Frankland, dem er sie zur Untersuchung übergeben hatte, keine bestimmten Resultate erlangte, und sich dahin aussprach, dass vermuthlich Kieselsäure in ihnen vorhanden sei. Bei erneuter Untersuchung fand Colonel Philip Yorke**), dass ihre Substanz nach dem Glühen als kohlenaurer Kalk reagire, er

*) J. D. Hooker, in Linn. Trsact. XXIV, 1863, p. 12, tabb. 12 u. 14.

**) Col. Phil. Yorke, On the Spiculae contained in the wood of *Welwitschia* and the Crystals pertaining to them. Letter to Dr. J. D. Hooker; Journ. of the Proc. of the Linnean Soc. vol. VII, 1864, p. 107.

zweifelt, dass sie im ungeglühten Zustand Oxalsäure enthalten, und weiss sich ihre Unlöslichkeit in Salzsäure und Fluorwasserstoff nur durch die Annahme einer sie vor deren Einwirkung schützenden Substanz zu erklären. Die Täuschung, in die er verfiel, beruht also auf einer Verwechslung der Krystalle mit den nach ihrer Lösung hinterbleibenden denselben isomorphen Hohlräumen. Erst Hofmeister *) spricht sich ohne Bedenken dahin aus, dass sie aus oxalsäurem Kalk bestehen. — Was ihr Vorkommen angeht, so sind die Krystallfaserzellen in allen parenchymatischen Geweben der *Welwitschia* in ungeheurer Masse vorhanden, sowohl Rinde und Innengewebe des Stammes als auch die Blätter erfüllend. Im Stamm und in dem Mesophyll liegen sie ohne vorwiegende Längsrichtung kreuz und quer durcheinander, im unter der Blattepidermis sich findenden Pallasidenparenchyms dagegen wie dessen Elemente senkrecht zur Blattfläche. Ein Fragment vom Gewebe des Stamminnern und ein Blattstück bildeten das mir zu Gebote stehende Untersuchungsmaterial.

Aus dem leicht zerbröckelnden Parenchym des erstgenannten Fragments lassen die Faserzellen sich ohne Mühe durch blosses Reiben isoliren, sie stellen alsdann kurze, mit blossem Auge sichtbare, sehr feste gelbliche Fäserchen vor. (Fig. 10.) Ihre Gestalt ist höchst unregelmässig, öfters etwas verzweigt, im Allgemeinen verkürzt spindelförmig mit dicken, ziemlich stumpfen Endigungen. Sie bestehen fast in ihrer ganzen Masse aus verholzter Membransubstanz, das Lumen ist beinahe völlig obliterirt und meist nur im mittleren Theil der Faser als schmale röhrenförmige, mit körniger Substanz erfüllte Höhlung vorhanden. Ihre Aussenfläche (Fig. 9) ist über und über mit leichten Depressionen verschiedener Grösse und regelmässig rhombischer Form bedeckt, die sich leicht als einzelne Flächen im Uebrigen in die Membransubstanz eingebackener Krystalle erkennen lassen. Sie sind farblos, die zwischen ihnen wallartig vortretenden Leisten verkittender Substanz dagegen meistens dunkelgelb. Macht man Querschnitte (Fig. 8) der Krystallfaserzellen, so zeigt sich in ihrer sehr stark lichtbrechenden Membran eine ausserordentlich deutliche concentrische Schichtung, die nur selten vollkommen gleichartig und regelmässig, vielerlei individuelle

Verschiedenheiten bietet, gewöhnlich indessen in Form von 2 bis 4 breiteren und sehr scharf markirten Complexen entwickelt ist, deren jeder dann durch zarte concentrische Linien in zahlreiche Lagen getheilt wird. Ihre durch Chlorzinkjod intensiv rothbraun gefärbte Substanz ist mit Ausnahme des alleräussersten Schichtencomplexes durchaus krystallfrei, sie ist so wenig quellungsfähig, dass nach Lösung der Einlagerungen durch Salzsäure an den hinterbleibenden Löchern deren Form nicht nur nicht undeutlich wird, sondern fast noch schärfer als vorher hervortritt. Diese letzteren erscheinen in viereckigen, meist annähernd quadratischen Durchschnitsansichten, fast die ganze Breite des äusseren Schichtungscomplexes durchsetzend, ihre Gestalt dürfte genau dem von Holzner l. c. als Stammform angenommenen Hendyoëder entsprechen. Wenn es ihre Flächenansicht wahrscheinlich macht, dass die Aussenfläche der Krystalle einen integrierenden Theil der Zelloberfläche bildet und nicht weiter von deren Membransubstanz überzogen ist, so wird dies durch die Untersuchung des Querschnitts bewiesen. Es zeigt sich zugleich, dass die Krystalle die Lamellen des sie bergenden Schichtungscomplexes keineswegs der Quere nach durchsetzen, sondern dass diese bogenförmig um die eingebackenen Massen herum verlaufen, hinter denselben bis zur Ununterscheidbarkeit verschmälert, die zwischen den Einzelkrystallen bleibenden Lücken mittelst mächtiger Anschwellung ausfüllend. Hier und da nur gelang es, die Faserzellen an ihrem Entstehungsort in Parenchym des Stammes zu beobachten, sie boten dann ganz dasselbe Bild, wie die des Blattes, deren man fast auf jedem Schnitt eine grössere Anzahl in situ zu sehen bekommt. (Fig. 7.) Eine jede derselben ist, wie man jetzt erkennt, von einer aus Cellulose bestehenden und ihr mit ihren Nachbarzellen gemeinsamen Scheide einem „Safrohr“ Hartig's umgeben; die Scheide besteht aus 2 Abtheilungen, deren eine sich als die Innenlage der Nachbarzellen, die andere als die unverholzte gemeinsame Mittel lamelle der Membran zu erkennen giebt. Es dürfte hiernach in diesen Fasern, wenn man die Analogie der Bastfaserzelle von *Taxus* berücksichtigt, die Verdickung und Verholzung sowohl als auch das Krystallvorkommen an die Innenlage ihrer Membran gebunden sein. Gewissheit in dieser Hinsicht wird freilich erst die zur Zeit noch dunkle Entwicklungsgeschichte der betreffenden Zellen geben können.

*) Hofmeister, Die Lehre von der Pflanzenzelle p. 246; vgl. auch J. Sachs, Lehrbuch d. Bot. II. Aufl. p. 98.

Bei den übrigen Coniferen sind echte Krystallfaserzellen selten, sie kommen indess ganz vereinzelt hier und da im Blattparenchym vor. Ich habe sie nur bei den von Mohl *) citirten Formen *Araucaria*, *Dammara* und *Sciadopitys* gefunden und kann, da ich ihr Vorkommen nicht systematisch verfolgt habe, nicht sagen, ob sie weitere Verbreitung besitzen oder nicht; in den angegebenen Fällen liegen sie mitten im Mesophyll der Blätter, sind sternförmig verzweigt und an der Aussenfläche ihrer verhältnissmässig schwach verdickten Membran mit überaus kleinen Kryställchen dicht bedeckt.

Im Blatte von *Velwitschia* sind ausser den Krystallfaserzellen noch zahlreiche subepidermoidale oder im Parenchym gelegene Bündel der ersterwähnten Art vorhanden, in deren Membranen aber merkwürdiger Weise keine Spur von Einlagerungen vorkommt. Bei *Ephedra* dagegen, in deren Stengeln diese Bündel allein ohne gleichzeitiges Vorkommen von Krystallfaserzellen vorhanden sind, pflegen sie dergleichen in wechselnden Mengen zu enthalten. Ich fand ihr Vorkommen reichlich entwickelt in den büschligen schwächtigen Frühjahrstrieben einer im freien Land unter dem Namen *E. monostachya* cultivirten Species, während sie in den langen und kräftigen, vom Boden aufstrebenden Sommersprossen derselben Pflanze durchweg zu fehlen schienen. Auch für westfranzösische Exemplare der *Eph. distachya*, für *Eph. Alte C.* A. Mey. hiesigen Gartens und für eine wegen Blütenmangels unbestimmbare in demselben cultivirten Species konnte ich ihr Vorkommen constatiren. Auf dem Querschnitt des Faserbündels von *Eph. monostachya* (Fig. 12) unterscheidet man neben den fast ganz obliterirten Zellhöhlen sofort die beiden wesentlich verschiedenen Schichten ihrer Membran die dünnen, untereinander gitterartig verbundene Platten bildenden Mittellamellen, und die in die durch erstere gebildeten Maschen eingelagerten Innenlagen. Diese sind mächtig verdickt und zerfallen in zwei durch eine scharfe concentrische Linie von einander geschiedene Abtheilungen, deren äussere als schmaler Saum die viel dickere immer umgiebt. Von Schichtung, Streifung oder Areolenbildung ist in beiden nichts zu bemerken. Die gesammte, sehr stark lichtbrechende Membransubstanz des ganzen Faserbündels ist von eigenthümlicher Weichheit,

so dass die einzelnen Fasern sich leicht durch Schaben und Zerren isoliren lassen. Man kann dieselben frei beliebig biegen und um ihre eigene Achse drehen, durch stärkeren Druck auf das Deckglas sie ohne Schwierigkeit zu breiten structurlosen Streifen zerquetschen. Bei Behandlung mit Chlorzinkjod nehmen sie sowohl in der Mittellamelle als der Innenlage ihrer Membran eine eigenthümliche rosen- oder blassweinrothe Färbung an, die sich auch bei langer Einwirkung des Reagens nicht mehr verändert. Hier und da zeigt sich indessen die erste von beiden in den innersten dem Gefässbündelring zunächst gelegenen Bündeln, sich dunkelgelb färbend, ganz oder theilweise verholzt. In ihr liegen in ganz wechselnder Menge die Einlagerungen, die sich bei Flächenbetrachtung isolirter Faserzellen (Fig. 11) als deutliche aber meist überaus kleine, an Gestalt wie es scheint etwa Holzner's in seiner Fig. 6 abgebildeten klinorhombischen Tafel entsprechende Krystalle ausweisen. Zweifelsohne werden sich derartige mit Einlagerungen versehene Faserzellen noch bei manchen anderen Coniferen finden lassen, ich kenne dieselben nur noch bei *Abies excelsa*, bei welcher sie in den unter der Blattepidermis gelegenen Faserschichten stellenweise reichlich vorkommen und in dem von den verholzten und durch Chlorzinkjod sich gelb färbenden Grenzschichten gebildeten Netzwerk liegen. Ihre Form ist, wie Tangentialschnitte lehren, jenen von *Ephedra* ähnlich, nur sind sie gewöhnlich etwas grösser und oft mit Abstumpfungsfächen einzelner Ecken versehen, bei Holzner l. c. etwa der Fig. 7 entsprechend.

Um endlich die Betrachtung der Einlagerungen führenden Gewebe in der Coniferenrinde mit der Epidermis zu beschliessen, so stimmt dieselbe, was ihre unteren und seitlichen Wände angeht, im Allgemeinen mit dem darunter liegenden Gewebe überein, meist etwas körnchenärmer erscheinend als dieses, so dass sie bei Formen in deren Parenchym nur sparsam dergleichen vorkommt, einzelne Ausnahmefälle, z. B. *Prumnopitys* abgerechnet, davon frei zu sein pflegt. Ganz abweichende und zum Theil sehr eigenthümliche Verhältnisse bietet dagegen ihre Aussenwand, zumal auch insofern, als Reichthum an Einlagerung oder völliges Fehlen derselben in keiner bemerkbaren Beziehung zum Verhalten der übrigen Rindengewebe der betreffenden Pflanze steht. So ist zum Beispiel bei der sonst so körnerreichen *Saxe-Gothaea* nichts derart in derselben aufzufinden, während sie

*) H. v. Mohl, Morphologische Betr. d. Blätter von *Sciadopitys*. Bot. Ztg. 1871, p. 8.

andererseits bei der übrigens fast kalkfreien *Prumnopitys* strotzend damit erfüllt ist.

Die Epidermis der Coniferen besteht im Allgemeinen, von Modificationen, wie sie in Einzelfällen, z. B. bei *Pinus*, auftreten, abgesehen, aus ziemlich flachen, nur an ihrer Aussenwand stärker verdickten, hier von der Cuticula und in manchen Fällen *) noch von einer überaus deutlichen spröden Wachsschicht überzogenen Zellen, deren Form in der Flächenansicht die eines mehr oder minder langgestreckten unregelmässigen, häufig mit gewellten Seitenwänden versehenen Rechteckes zu sein pflegt.

Abgesehen von der Aussenwand bieten ihre Membranen keinerlei sie von denen des Parenchyms unterscheidende Structureigenthümlichkeit dar; diese lässt zumal bei Anwendung von Quellungsmitteln einen überaus complicirten geschichteten Bau erkennen, in welchem die Schichtungslamellen der oberen Grenze des Zelllumens parallel laufen und demgemäss mehr oder weniger starke, nach aussen convexe bogentörmige Flächen bilden, sich an den Zellgrenzen in deren Seitenwände verlierend oder sich gegen eine dünne, homogene, senkrechte, je zwei benachbarten Zellen gemeinsame und sie innerhalb der Aussenwand von einander scheidende Grenzschicht auskeilend. Diese Grenzschicht ist je nach den Einzelfällen in sehr wechselnder Deutlichkeit sichtbar, oft wird ihr Vorhandensein nur durch das Verhalten der Schichtungslamellen angedeutet. Den äussersten Schichtungscomplex der Aussenwand bilden wie bekannt die Cuticularschichten, eine cuticularisirte, sich durch Chlorzinkjod gelb bis rothbraun färbende Zone von wechselnder Breite, deren Substanz nahezu homogen ist, weder Zellgrenzen noch Schichtung erkennen lässt, sich also in Form einer continuirlichen, von Cuticula und Wachsschicht nach aussen überlagerten Platte über sämtliche Epidermiszellen hinzieht und auf dem Durchschnitt in Form eines welligen Bandes erscheint. In der Grenzschicht und ihrer unmittelbaren Nachbarschaft schreitet die Cuticularisirung noch über deren Unterfläche hinaus vor, es zeigt sich diese daher mit den bekannten auf dem Durchschnitt keilförmigen Zäh-

nen gleichenden Leisten besetzt, die den unterliegenden Complex der Celluloseschichten einkeilen und in den Zellen entsprechende und im innersten Theil direct aneinanderstossende Stücke zu zerlegen scheinen. In den durch Chlorzinkjod schon gebläuten Celluloseschichten kann man einzelne der inneren Schichtungslamellen in die seitlichen Zellwände hinab verfolgen, die äusseren und zwar bei weitem die Mehrzahl keilt sich auch hier gegen die Grenzschicht aus, wobei kaum zweifelhaft sein kann, dass dann die geringe Dicke ihrer in jene hinablaufenden Fortsetzungen deren directe Beobachtung unmöglich macht. Die Dicke der Cellulose- und Cuticularschichten, die Länge der den Zellgrenzen entsprechenden, von der Unterseite ausgehenden Zähne sind sämmtlich ausserordentlich wechselnd. Die letztere pflegt dabei der Breite der cuticularisirten Schichtencomplexes annähernd proportional zu sein. Wo diese schmal, die Celluloseschichten aber von bedeutender Mächtigkeit, erreichen sie gar häufig kaum die Ebene, in welcher Aussenwand und Seitenwand der Zellen sich verbinden. Wo das Gegentheil der Fall, wo also, wie es hier und da vorkommt, nur ein schmaler, das Lumen begrenzender Saum der Aussenwandsubstanz als Vertreter der Celluloseschichten erhalten ist, durchsetzen sie oft die seitliche Zellwand der ganzen Länge nach, erst an deren Basis mit einer kleinen dreieckigen Verbreiterung endend. So zum Beispiel in den Blättern von *Dammara australis*. Dass sie nicht aus der Grenzschicht allein, sondern aus 3 zur Unkenntlichkeit verschmolzenen Platten bestehen müssen, von denen jede der seitlichen dem Complex der Cuticularschichten in der Dicke, die er in der seitlichen Wand besitzt, entspricht, ist schon nach dem früher über sie Gesagten selbstverständlich.

In der Aussenwand der Epidermiszellen kommen vielfach, und wo sie vorhanden nur die Porenzellen verschonend, körnige oder krystallinische Einlagerungen oxalsauren Kalkes in je nach den einzelnen Fällen nicht unbeträchtlich abweichender Lagerung vor. So finden sich zum Beispiel bei jener schon vorhin erwähnten unbestimmten Ephedraart des hiesigen botanischen Gartens in derselben (Fig. 14) zwei verschiedene von derartigen Körnchen erfüllte übereinanderliegende Zonen, von welchen die eine den Cuticularschichten, die andere den hier recht mächtigen Celluloseschichten angehört. Die letztere ist viel stärker entwickelt als die andere, sie erfüllt die Mitte des sie

*) Ob nicht vielleicht in allen? Ich habe diese Frage nicht näher untersucht. Sehr deutlich und wegen seiner Sprödigkeit, die ihn von zahlreichen Sprüngen durchsetzt zeigt auffallend, fand ich den Wachüberzug auf den Blättern von *Thuja occidentalis* und *Biota orientalis*.

bergenden Schichtencomplexes, ringsum nur von einem schmalen einlagerungsfreien Saum umgeben und beiderseits nicht in die Seitenwände der Zelle herablaufend. In ihrer Gesammtheit stellt sie eine ziemlich dichte, stark lichtbrechende Masse vor, deren einzelne aneinandergedrängte Körner nur an überaus dünnen Stellen des Präparates deutlich unterscheidbar sind, weil sie schon bei geringer Dicke desselben einander deckend, den Anschein grösserer, unregelmässig geballter Klumpen hervorrufen. Bei der Kleinheit dieser Körner kann von Krystallflächen nicht die Rede sein, sie zeigen vielmehr rundliche, durch Verschmelzung benachbarter Individuen oftmals recht unregelmässige Umrisse. Bei der Behandlung mit Mineralsäuren, besonders schön bei der mit Chlorzinkjod verschwinden sie sehr rasch und lässt sich häufig während ihrer ersten Verkleinerung bei dem gleichzeitigen Aufquellen der umgebenden Membransubstanz, deren Aufbau aus überaus zahlreichen und sehr dünnen Lamellen erkennen, zwischen deren Grenzen sie dann in parallele Schichten gelagert erscheinen. Sind sie einmal gelöst, so kann man in der gequollenen Substanz der Celluloseschichten kaum mehr eine Differenzierung in Richtung der Fläche auffinden, wohl aber tritt alsdann eine solche senkrecht zu derselben in Form einer sehr zarten welligen radialen Streifung auf, die endlich bei längerer Einwirkung des Reagens gleichfalls verschwindet.

Die andere körnerführende Schicht gehört als Zone von ziemlicher Breite den Cuticularschichten an, nach innen und aussen wiederum von körnerfreien Säumen begrenzt, von denen der erstere an Dicke dem anderen nachsteht. In ihrer Form folgt sie durchaus der unteren Grenze des sie bergenden Schichtungscomplexes und zeichnet sich von der vorher besprochenen schon dadurch aus, dass sie ununterbrochen über die Grenzen der Einzelzellen hinwegläuft. Sie ist es, die man auf der Flächenansicht der Epidermis als eine überall verbreitete ganz gleichmässige Punktirung zu sehen bekommt. Schon in dickeren Schnitten nimmt man wahr, dass sie aus Körnchen von äusserster Kleinheit, gegen welche die der untenliegenden Zone noch verhältnissmässig gross erscheinen, besteht. Chlorzinkjod lässt dieselben zunächst schärfer hervortreten, aber mit etwas verändertem Aussehen, erst nach langem Liegen in demselben scheinen sie fast spurlos zu verschwinden. Diesem eigenthümlichen Verhalten gegenüber könnte die Frage aufgeworfen werden, ob denn die betreffenden

Körper wirklich aus oxalsaurem Kalk bestehen. Und in der That konnte der Nachweis dessen hier nicht mit vollkommen derselben Sicherheit geführt werden, wie in den bisher besprochenen Fällen. Einmal fehlt nämlich die Krystallform und dann lässt sich leider die auf die Löslichkeit des Salzes in Essigsäure nach vorherigem Glühen basirte Reaction deshalb nicht mit genügender Sicherheit durchführen, weil aus der Epidermis wohl aller Coniferen bei einfachem Verbrennen bloss eine kohlige Masse, keine reinweisse Asche erzielt wird und andererseits eine vorherige Maceration die zu untersuchenden Körner selbst zerstören würde. Es bleibt indess ihre Unveränderlichkeit in Essigsäure, ihre Löslichkeit in Salzsäure, die für die der unteren Zone bewiesen, für die der oberen durch ihr endliches Verschwinden wenigstens wahrscheinlich gemacht ist und die Analogie ihrer Lagerung mit den anderen unzweifelhaften Fällen, als wie mir scheint immerhin noch genügende Indicien für ihre oxalsaure Kalknatur übrig. Und endlich muss der letzte Zweifel, der dem Verhalten der äusseren Zone mit Säuren gegenüber bestehen könnte, vor den bei Anwendung polarisirten Lichtes erhaltenen Resultaten schwinden. Man sieht nämlich bei gekreuzter Stellung der Nicols an dem frischen in Glycerin liegenden Präparat die Körner beider Zonen auf's Deutlichste als weisse Punkte aufleuchten, nach Behandlung mit Chlorzinkjod sind aber diese Punkte nicht nur in der unteren, sondern auch in der oberen Zone vollkommen verschwunden und müssen also in beiden gelöst worden sein. Dass die sie umschliessenden Höhlungen nach ihrer Lösung in der cuticularisirten Substanz sich länger deutlich sichtbar erhalten als in den Celluloseschichten, wird sich dann leicht aus der verschiedenen Quellbarkeit beider erklären lassen.

Eigenthümlich sind die grossen Differenzen, die der Epidermisbau verschiedener *Ephedraspecies* zeigt und könnten dieselben vielleicht als charakteristische Merkmale einige Bedeutung für die Systematik dieser so schwierigen Gattung erlangen. Der im bisherigen abgehandelten Art noch am ähnlichsten unter den wenigen meiner Untersuchung unterworfenen Formen fand ich denselben bei *E. Alie* C. A. Mey. und *E. monostachya* hiesigen botanischen Gartens. Beide weichen von ihr indess wesentlich dadurch ab, dass ihre äussere Einlagerungszone bei weitem grobkörniger und stärker entwickelt ist, als die wenig ausgebildete innere, die bei

letztenannter Art sogar öfters gänzlich zu fehlen scheint. In noch gesteigertem Grade haben wir dasselbe Verhältniss bei einer als *E. campylopora* bezeichneten Pflanze hiesigen Gartens, hier fehlt die innere Körnerzone völlig, die äussere ist in allermächtigster Entwicklung vorhanden; Hand in Hand damit geht eine so starke Cuticularisierung, dass die Celluloseschichten auf eine schmale das Lumen begrenzende Lage beschränkt werden. Dasselbe und zugleich eine Zerlegung der Cuticularschichten in zwei gleich dicke, durch eine scharfe Grenzlinie geschiedene Abtheilungen finde ich an einem Zweig von *E. distachya* aus Le Croisic in der Bretagne, in dessen Epidermis die Kalkeinlagerungen völlig fehlen.

Im Anschluss an den Befund von *Ephedra campylopora* dürfte an dieser Stelle von anderen Coniferen noch *Dammara australis* zu nennen sein. Die Cuticularschichten bilden hier fast die ganze Aussenwand der Epidermiszellen, ihre Mitte nimmt in Form einer breiten Zone der Einschlüsse bergende Theil ein. Diese liegen nicht dicht gedrängt wie bei *Ephedra*, sondern fast vereinzelt, sie sind durch deutliche Membransubstanzintervalle von einander geschieden und lassen deshalb ihre rundliche, in Richtung der Fläche abgeplattete Form trotz ihrer ausserordentlichen Kleinheit ziemlich deutlich erkennen. Auch ihre schichtenweise, den an und für sich nicht sichtbaren Lamellengrenzen des Cuticularcomplexes entsprechenden Lagerung tritt in Folge dessen deutlich, am klarsten in der Epidermis der Blätter hervor.

Auch bei *Taxus baccata* (Fig. 19) sind in der mässig verdickten Aussenwand der Epidermiszellen Einlagerungen oxalsauren Kalkes vorhanden, hier wie bei der erstbetrachteten *Ephedra*-Art auf zwei verschiedene übereinanderliegende schmale Körnerzonen vertheilt. Von ihnen gehört wie dort die äussere den Cuticularschichten an, ihre mittlere auswärts und einwärts von körnerfreier Substanz gesäumte Lage bildend. Man erkennt bei Betrachtung eines Querschnittes durch den Taxuszweig an ihrem bogenförmig nach aussen convexen Verlauf die der Aussengrenze des Lumens parallele Schichtenlagerung, an ihren seitlichen den Zellgrenzen entsprechenden Unterbrechungsstellen das Vorhandensein ohnedem kaum sichtbarer Grenzlamellen. Ihre Körnchen sind rundlich und sehr klein, nach ihrer Lösung in Salzsäure hinterbleiben in der wenig quellungsfähigen Substanz zahlreiche als solche gerade erkennbare

Hohlräumchen. Was die andere Körnerzone angeht, so liegt sie in dem schmalen Complex der Celluloseschichten, dessen unmittelbare Grenze gegen die Cuticularschichten bildend; es schliessen sich an sie beiderseits der Grenzschicht die sparsam in den Seiten- und Basalwänden der Epidermiszellen gelegenen Einlagerungen an. An Form und Grösse denen der darüber liegenden Zone durchaus gleich, lösen sich ihre Einschlüsse wie diese in Salzsäure, ohne indess in der quellenden Cellulosemasse, der sie eingebettet waren, irgend welche Spuren zu hinterlassen. Es zeigt sich nach ihrem Verschwinden die anstossende untere Grenze der Cuticularschichten durch winzige Erhabenheiten und Vertiefungen fein gezackt. Aehnliche Verhältnisse findet man bei der Untersuchung von *Cephalotaxus Fortunei* und *Widdringtonia juniperoides*. In minder deutlicher Weise kommen dieselben noch bei vielen anderen Formen vor, bei denen dann die innere Körnerzone gewöhnlich gänzlich fehlt, wie es z. B. bei *Podocarpus andina* und *Cunninghamia* der Fall ist. Bei *Saxe-Gothaea* und *Fitzroya* endlich konnte ich in der Epidermis gar keine Einlagerungen entdecken.

Im Anschluss an *Taxus baccata* wird endlich auch des reichen Einlagerungsvorkommens in der Epidermis der Zweige und Blätter von *Prumnopitys elegans* (Fig. 17) zu gedenken sein. Hier liegt in der Aussenwand einer jeden Epidermiszelle nur eine breite bogenförmige Einlagerungszone, welche sich beiderseits bis an die Grenzlamellen erstreckt und an die sich die in den Basal- und Seitenwänden der Zellen zahlreich vorhandenen Einschlüsse anschliessen. Vom Zelllumen trennt sie ein ziemlich schmaler Cellulosesaum; nach aussen wird sie von den mit mässig einwärts vorspringenden Zähnen versehenen Cuticularschichten überlagert. Ihre Einschlüsse sind sehr dicht aneinander gedrängt, mehr oder weniger deutlich der Schichtung entsprechend, aber niemals reihenweise angeordnet; sie sind etwas grösser als in den bisher besprochenen Fällen und von rundlicher, in radialer Richtung stark abgeplatteter, daher in der Seitenansicht gestreckt erscheinender Gestalt. Welcher von beiden Schichtungscomplexen der Membran ihre Grundlage bildet, lässt sich selbst an den zartesten Präparaten vor der Chlorzinkjodbehandlung nicht gut mit Sicherheit feststellen. Wendet man dieses Reagens an, so sieht man nach ihrer erfolgten Lösung und nach Eintreten der Farbenreaction (Fig. 18), dass sie die Grenzzone beider Complexe ein-

nimmt und also wohl mit der unteren Körnerschicht von *Taxus* zu vergleichen ist. Statt dass aber wie dort die untere Fläche der Cuticularschichten bloß mit kleinen Zähnen und Kerben bedeckt wäre, weist sie hier verschiedene gestaltete fadenförmige, gekrümmte oder an ihren unteren Enden zu unregelmässigen Platten verbreiterte Vorsprünge von bedeutender Grösse auf, die in die untenliegenden Celluloseschichten eindringen und deren äusseren und grösseren Theil in ein System von vielfach gewundenen und verzweigten zwischen sie eingeschobenen Adern und Streifen verwandeln. Häufig finden sich auch kleine Zipfel oder Pünktchen cuticularisirter Substanz ganz zusammenhanglos rings von unveränderter Cellulose umgeben, in welchen Fällen man es aber wohl immer mit Durchschnittsflächen gebogener Cuticularvorsprünge zu thun haben wird. Es schien mir — völlige Gewissheit habe ich über diesen Punkt nicht erlangen können — als wenn die Kalkeinschlüsse diese ganze Grenzzone gleichmässig erfüllten, nicht etwa bloß an die cuticularisirten Theile derselben oder an die damit abwechselnden gebunden wären. Die Jugend des von mir untersuchten Zweigleins — stärkere Exemplare der seltenen Pflanze standen nicht zur Disposition — lässt es sogar als sehr möglich erscheinen, dass die Cuticularisirung in dessen Epidermis noch nicht beendet gewesen sein könnte und dass man vielleicht in älteren Sprossen die Einschlüsse ganz in den alsdann durch die sie bergende Zone gegen unten scharf begrenzten Cuticularschichten finden würde.

(*Beschluss folgt.*)

Litteratur.

(**F. Delpino**), Sulla dicogamia vegetale e specialmente su quella dei cereali. (Estratto dai Bolletini Nri. 3 e 4, Anno IV Marzo e Aprile 1871 del Comizio Agrario parmense).

Der rühmlich bekannte Verfasser machte dem Präsidenten des landwirthschaftlichen Ausschusses zu Parma auf eine Anfrage in Betreff der Befruchtung der Getreidearten die vorliegende Mittheilung, deren Inhalt folgender ist. Die Dichogamie ist ein im Pflanzenreich allgemein herrschendes Gesetz; bei sehr vielen Gewächsen findet sie sich ausschliesslich, bei vielen vorwiegend, bei verhältniss-

mässig wenigen herrscht die Selbstbestäubung vor, bei keiner dem Verf. bekannten Art findet sich diese ausschliesslich. Nach dem Verhältniss der Fälle von Dichogamie und Homogamie theilt Verf. alle Pflanzen in 6 Kategorien, welche er schematisch folgendermaassen charakterisirt:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Dichogamie	$\frac{5}{5}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{0}{5}$
Homogamie	$\frac{0}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{5}{5}$

Zu I gehören: die diöcischen Gewächse, dann die plantae proterogynae brachybiostigmaticae, die polygamischen, deren Zwitterblüthen proterogyn und brachybiostigm. sind, die pl. proterandrae brachybiostemones, die pl. syngynandrae, deren Pollen auf die eigene Narbe keine Wirkung ausübt, viele Pflanzen, deren Blütenbau die Selbstbestäubung durch mechanische Hindernisse unmöglich macht (*Paliurus*, *Pinguicula*).

II. Die monöcischen und viele polygamische Gewächse.

III. Die syngynandrischen Gewächse, deren Blütenbau die Fremdbestäubung begünstigt, die proterogynae macrobiostigmaticae und proterandrae macrobiostemones. Hierher gehört nach D. der Roggen.

IV. Die syngynandrischen Arten, deren Blütenbau die Selbstbestäubung begünstigt. Hierher der Weizen und *Hordeum vulgare*, bei welchem die Fremdbestäubung noch mehr erschwert ist als beim Weizen.

V. Die kleistogamischen Gewächse, bei denen zuweilen auch offene Blüten vorkommen, z. B. *Hordeum distichum*.

Zu VI gehört nach D. keine einzige Art, sondern nur einzelne Individuen z. B. von *Hordeum distichum*, bei denen sich keine Blüthe öffnet (ferner würden hierher die von Batalin beobachteten Exemplare des *Juncus bufonius*, sowie bis auf Weiteres *Salvia cleistogama* de Bary u. Paul gehören. Ref.).

Es folgen hierauf specielle Angaben über die Bestäubung des Getreides.

Beim Roggen öffnen sich die Spelzen weit und auf lange Zeit; die gleichzeitig entwickelten Narben und Staubbeutel treten weit hervor. Es ist einleuchtend, dass diese Einrichtung die Fremdbestäubung ebenso leicht macht, als die Selbstbestäubung [dass sie die Fremdbestäubung vorwiegend begünstige, wie Verf. meint, sieht Ref. nicht ein]; ebenso wird der grosse Nachtheil erklärt, welchen Regen während der Blüthe der Ernte zufügt.

Anders ist der Vorgang beim Weizen, von dem Verf. eine begrannte und eine unbegrannte

