FLORA.

55. Jahrgang.

№ 7. Regensburg, 1. März 1872.

Inhalt. E. Pfitzer: Ueber die Einlagerung von Kalkoxalat-Krystallen in die pflanzliche Zellhaut. — J. Klein: Zur Anatomie junger Coniferen-Wurzeln. — Gelehrte Gesellschaften. — Literatur: J. Müller: Fries, Lichenographia Scandinavica. — Anzeigen.

Beilage. Tafel III. — Repertorium für 1871, Halbbogen 4.

Ueber die Einlagerung von Kalkoxalat-Krystallen in die pflanzliche Zellhaut.

Von Dr. E. Pfitzer.

Mit Tafel III.

Die interessanten Mittheilungen, welche Graf Solms[1]) kürzlich „über einige geformte Vorkommnisse oxalsauren Kalkes in lebenden Zellmembranen" gemacht hat, bewogen mich einige früher von mir in derselben Richtung angestellte Beobachtungen zu wiederholen und weiter auszuführen, um so mehr, als die Entwicklungsgeschichte noch unbekannt und als die Zahl der Pflanzen, in welchen derartige Einlagerungen bisher gefunden sind, so klein ist. Sehen wir nämlich ab von den bei *Kerria*, *Ricinus* und einigen *Aroideen* vorkommenden Krystalldrusen, da dieselben nicht in der Wand, sondern in Zellstoffbalken liegen, welche den Zellraum durchsetzen, so bleiben nur drei Gruppen übrig, in welchen mit Sicherheit die Einbettung der Krystalle in die Membran constatirt ist. Ausser den von Graf Solms vorzugsweise untersuchten *Coniferen*, denen sich *Ephedra* anschliesst, wären nämlich nur zu nennen die beiden Gattungen *Mesembryanthemum* und *Sempervivum*, bei welchen ausserdem die Krystalle auf die Oberhaut beschränkt sind.

1) Botanische Zeitung 1871. S. 509.

2) Rosanoff, Botanische Zeitung 1865. S. 329, ebenda 1867. S. 41. De la Rue ebenda 1869. S. 537.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03639-0099-5

Ich kann zunächst einige weitere Fälle hinzufügen, auf welche ich, ebenso wie auf das von Graf Solms näher beschriebene Vorkommen ungemein kleiner Krystalle in der Epidermis von *Ephedra* schon früher aufmerksam gemacht habe [1]). Es finden sich nämlich schön ausgebildete Krystalle von oxalsaurem Kalk auch in den Blättern einiger *Dracaenen*, und zwar im ganzen parenchymatischen Gewebe, wenn auch vorzugsweise in der Oberhaut. Die Arten, bei welchen derartige Bildungen gefunden wurden, sind *Dracaena reflexa* Lam., *arborea* Link., *Draco* L., *umbraculifera* Jacq. — eine Reihe anderer Species liess auch im polarisirten Licht keine Spur davon erkennen.

Bei der 1869 von mir untersuchten Pflanze, der *Dracaena reflexa* Lam. besteht die Oberhaut der Blätter aus langgezogenen prismatischen Zellen, welche ähnlich wie die gefächerten Holzzellen durch oft zahlreiche, dünne, zur Fläche und Längsaxe des Blattes senkrechte Scheidewände getheilt sind. Diese Fächerung, welche nur in wenigen vereinzelten Zellen unterbleibt, tritt erst ein, wenn die Stomata bereits ihre Spalten geöffnet haben, und es ist die Dicke der ursprünglichen und der nachträglich gebildeten Wände dauernd sehr verschieden. Grössere deutlich ausgebildete Krystalle finden sich nun in der Epidermis beider Blattseiten ausschliesslich in den nach aussen gekehrten Zellwänden, welche schon bei der Betrachtung eines dünnen Flächenschnitts (Taf. III. fig. 1) von zahlreichen, sehr regelmässig begrenzten rhombischen Krystalltäfelchen durchsetzt erscheinen. In der Lagerung derselben lässt sich in der Ansicht von der Fläche her nur die eine Regel erkennen, dass die breite, rhombische Seite der Krystalle der Blattfläche annähernd parallel gerichtet ist. Die grösste Länge, welche die grosse Diagonale des Rhombus erreicht, ist 0,007 mm.; die Zahl der in einer Zelle enthaltenen Krystalle variirt etwa zwischen eins und zehn. Da dieselben zur Zeit der nachträglichen Fächerung der Oberhautzellen bereits vorhanden sind, so finden sie sich auch über den dünnen Querwänden; das Netz, welches die dickeren, ursprünglichen Wände bilden, zeigt dagegen von der Fläche her betrachtet nur ausnahmsweise einmal einen grösseren Krystall, ist aber stets erfüllt von einer grossen Menge sehr kleiner eckiger Körner, welche nach ihrem Verhalten im polarisirten Licht gleichfalls Krystalle sind

1) Beiträge zur Kenntniss der Hautgewebe der Pflanzen III. Pringsheim's Jahrbücher VIII. S. 58. Vergleiche auch Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft zu Bonn 1869. S. 13.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03639-0100-1

und auch in den Aussenflächen der Zellen zwischen den grösseren Täfelchen vorkommen. Durchaus krystallfrei erscheinen auch bei *Dracaena*, wie nach Graf Solms[1]) bei *Ephedra*, *Sempervivum* u. A. die Schliesszellen der Spaltöffnungen.

Dass diese sämmtlichen krystallinischen, in Essigsäure unlöslichen, in Salzsäure ohne Gasentwicklung verschwindenden Gebilde wirklich innerhalb der Wand liegen, zeigt erst ein zarter zur Blattfläche senkrechter Schnitt (Taf. III. fig. 2, 3), an welchem man leicht erkennt, dass jeder grössere Krystall in einer Wandverdickung liegt, die stark gewölbt in den Zellraum vorspringt. Bei der geringen Entfernung der einzelnen Krystalle von einander fliessen oft viele dieser Hervorragungen zu grösseren Polstern zusammen. Die Krystalle, die auch in Richtung senkrecht zur Blattfläche eine ziemlich erhebliche Erstreckung — im Maximum 0,005 mm. — haben, erscheinen in dieser Ansicht als schmale Rechtecke oder auch als Trapeze, in welchem Falle die geneigten Seiten des Trapezes nach dem Innern des Blatts hin convergiren. Die Krystalle gehören wohl dem monoklinischen System an, welche Annahme auch durch ihre starke Wirkung auf das polarisirte Licht unterstützt wird, und entsprechen zum grossen Theil der Säule mit der schiefen Endfläche, sowie der Combination der letzteren mit den Flächen des Grundoctaeders. Die im Blattquerschnitt bisweilen sehr deutliche Convergenz der Krystallflächen nach innen ist übrigens wohl nur zum Theil auf die octaedrische Form, zum Theil auch auf unregelmässige Ausbildung zurückzuführen. Abstumpfungen der spitzen und stumpfen Ecken des Octaeders kommen nicht selten vor und auch zweierlei Zwillingsformen habe ich beobachtet. Die Zwillingsebene ist entweder die Abstumpfung der spitzeren Ecken, oder eine der Säulenflächen: ein Krystall ersterer Form ist in Fig. 1 bei z dargestellt; diejenigen der zweiten sind sogenannte „schwalbenschwanzförmige" Zwillinge.

Was die Lage betrifft, welche die Krystalle zu den Schichten der Zellwand einnehmen, so ist auf dem Blattquerschnitt sofort bei jedem grösseren Krystall zu erkennen, dass er mit seinem äusseren Ende bis fast unmittelbar an die äussere Begrenzungslinie der Wand reicht (Fig. 2, 3), während die innere weit von ihm entfernt bleibt. Genaue Einstellung lehrt, dass die Innengrenze der Cuticularschichten im Bogen um den Krystall herumgeht, dass derselbe demnach innerhalb jener Schichten liegt. Dem entsprechend finden sich die winzigen Krystalle der Seitenflächen

1) a. a. O. S. 532, 545.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03639-0101-6

der Oberhautzellen nur in der Mittellamelle, also in der äussersten Schicht jeder einzelnen Zelle. Behandlung eines dünnen Querschnitts mit Chlorzinkjod, welches natürlich die Krystalle löst, beweist das noch besser; während die mit b bezeichnete Innenschicht sich schnell und rein blau färbt, wird die schattirte Schicht a goldgelb. Bei der Betrachtung eines mit Chlorzinkjod behandelten Flächenschnitts tritt dies dadurch hervor, dass um jeden Krystall eine schmale gelbe Zone sichtbar wird. Auch die zwischen je zwei Oberhautzellen liegende Mittellamelle der Seitenwände wird gelb und es setzt sich diese Färbung oft noch in eine, gleichfalls krystallführende zarte Linie zwischen Oberhaut und Innengewebe fort. An der Blattunterseite ist die ganze Cuticular-Bildung schwächer.

In welcher Schicht der Parenchymzellen des Blattes die hier vorkommenden sehr dünnen Krystalltäfelchen liegen, lässt sich bei der geringen Dicke der Membranen nicht entscheiden. Nur soviel halte ich für sicher, dass auch hier die Krystalle der Membran und nicht dem plasmatischen Zellleib angehören. Es folgt dies aus denselben Erscheinungen, die Graf Solms[1]) für den ganz ähnlichen Fall der *Coniferen*-Blätter angeführt hat, nämlich daraus, dass die Krystalle bei Contraction des Plasmas ihre bisherige Lage beibehalten und dass sie bei Strömungen im Wasser, die stark genug sind, um die ganzen krystallführenden Membranfetzen zu bewegen, doch ihren Ort innerhalb derselben nicht ändern.

Die anderen genannten *Dracaena*-Arten verhalten sich im Wesentlichen ganz ähnlich; nur die Gestalt der Oberhautzellen und die Grösse der Krystalle variiren.

Alles in Allem haben die letzteren ihrer Gestalt und Lagerung nach am meisten Analogie mit denjenigen, die Graf Solms in den Blättern von *Libocedrus*, *Biota* und *Juniperus* gefunden hat[2]) — die bisher bei *Angiospermen* bekannten Krystall-Einlagerungen gehören dagegen den mit Chlorzinkjod sich bläuenden Wandschichten an.

Ich würde die Untersuchung der eben geschilderten Verhältnisse nicht wieder aufgenommen haben, wenn dieselben nicht manche interessante Beziehungen zur Entwicklung der Zellhaut im Allgemeinen darböten. Graf Solms hat dies wohl schon in's Auge gefasst, wenn er sagt, dass er die Entwicklungsgeschichte unberücksichtigt gelassen habe, weil sie mit anderen weitschich-

1) a. a. O. S. 522.
2) a. a. O. S. 543.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03639-0102-2

tigen Fragen in zu naher Beziehung stehe, um ohne deren gleichzeitige Behandlung bearbeitet werden zu können. Obwohl auch ich diese Schwierigkeiten nicht verkenne, sei es trotzdem versucht, die hier zu stellenden Fragen etwas schärfer zu beleuchten.

Wir finden unter den von Graf Solms beschriebenen Fällen nur einen, in welchem die Entstehungsart der Krystalle, obwohl dort darauf nicht weiter eingegangen ist, doch aus den mitgetheilten Thatsachen mit Sicherheit folgt. Graf Solms giebt an, die Krystalle im Phloem von *Biota* entständen in der Zone, in welcher der Uebergang der vom Cambium abgeschiedenen Bastelemente in Dauergewebe erfolge [1]). Da nun diese Krystalle in einer Mittellamelle der zwei Zellen gemeinsamen Membran liegen, welche letztere am Ort der Entstehung der ersteren schon eine ziemliche Dicke hat, so ist klar, dass sie in der Membran selbst gebildet werden müssen, weil derjenige Theil der Zellhaut, in welchem die Krystalle auftreten, gar nicht mehr mit dem Plasma in Berührung steht. Bei Wurzeln von *Juniperus virginiana*, wo die Zellen eine relativ beträchtliche Grösse und diejenigen Wände, welche die radialen Reihen der aus je einer Cambialzelle hervorgegangenen Bastelemente scheiden, eine ziemliche Breite besitzen, konnte auch ich mich überzeugen, dass die Krystalle in der Mittellinie der dicken Wand an einem bestimmten Punkt auftreten und von da an nach aussen an Grösse zunehmen, nach innen fehlen. Es ist dabei für die Entstehungsfrage unwesentlich, ob man die ganze, sehr dicke, zwischen die dichteren Innenlagen zweier benachbarten Zellen eingeschaltete, weiche Masse mit Graf Solms als beiden Zellen gemeinsame Mittellamelle betrachtet, oder ob man, wozu ich mehr geneigt bin, auch für diesen Fall die Gültigkeit der von Hofmeister [2]) gemachten Bemerkung annimmt, dass derartige dicke Mittellamellen meist bei Einwirkung geeigneter Reagentien eine Zusammensetzung aus zwei seitlichen, dicken, mit Chlorzinkjod sich bläuenden und einer wirklichen mittleren Lamelle von grosser Feinheit erkennen lassen, welche letztere, wie die äussersten Schichten von Holz- und Bastzellen im Allgemeinen [3]), sich in ihrem Verhalten mehr der Cuticula nähert. Mag nun eine solche Lamelle, wie ich sie bisweilen nachweisen konnte, immer vorhanden und dann als die eigentliche Ursprungsstelle

1) a. a. O. S. 515.

2) Die Pflanzenzelle S. 266. Vgl. auch Schacht, Lehrbuch d. Anatomie u. Physiologie I. S. 124 ff.

3) ebenda S. 249.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03639-0103-8

der Krystalle zu betrachten sein oder nicht — jedenfalls müssen wir in diesem Falle annehmen, dass die Molecüle des oxalsauren Kalkes in Form einer Lösung in Wasser vertheilt zwischen den Zellstoffmolecülen hindurch an den Ort des Auftretens der krystallinischen Bildungen gebracht werden und hier sich zu Krystallen vereinigen. In keinem der übrigen zahlreichen Fälle können wir aus dem vorliegenden Material gleich sichere Schlüsse ziehen. Es ist zwar noch sonst häufig die Mittellamelle der zwei Zellen scheidenden Wand Sitz der Krystalle, aber es fehlt der Nachweis, dass die Wand bereits stark verdickt war, als dieselben entstanden. Im Gegenfalle könnte man a priori auch ebenso gut annehmen, dass die Krystalle aus dem Plasma auf die noch dünne Wand gelangten und später von Verdickungsschichten eingeschlossen wurden. Es gewinnt diese Hypothese, wenn wir in Erwägung ziehen, dass nach Frank und Graf Solms[1]) bei *Taxus* und *Cephalotaxus* die innerste Membranschicht junger Faserzellen nachweislich in den Zellraum vorspringende Krystalle führt, welche später in ganz alten Zellen von einem dicken, verholzenden Schichtencomplex bedeckt erscheinen. Setzen wir nun voraus, dass in der That die Krystalle ursprünglich dem Zellleib angehören, von diesem der Membran aufgelagert und später von der letzteren eingeschlossen werden, so kann dies wieder auf zwei Wegen geschehen — entweder nämlich durch eine Art von Ueberwallung, indem die Membran um den Krystall herum sich erhebt und über ihm verschmilzt, oder indem derselbe vom Plasma her mit Zellstoff überdeckt wird. Ersteres würde auch bei einer allein durch Intussusception wachsenden Membran möglich sein, letzteres zur Annahme zeitweiliger Apposition führen.

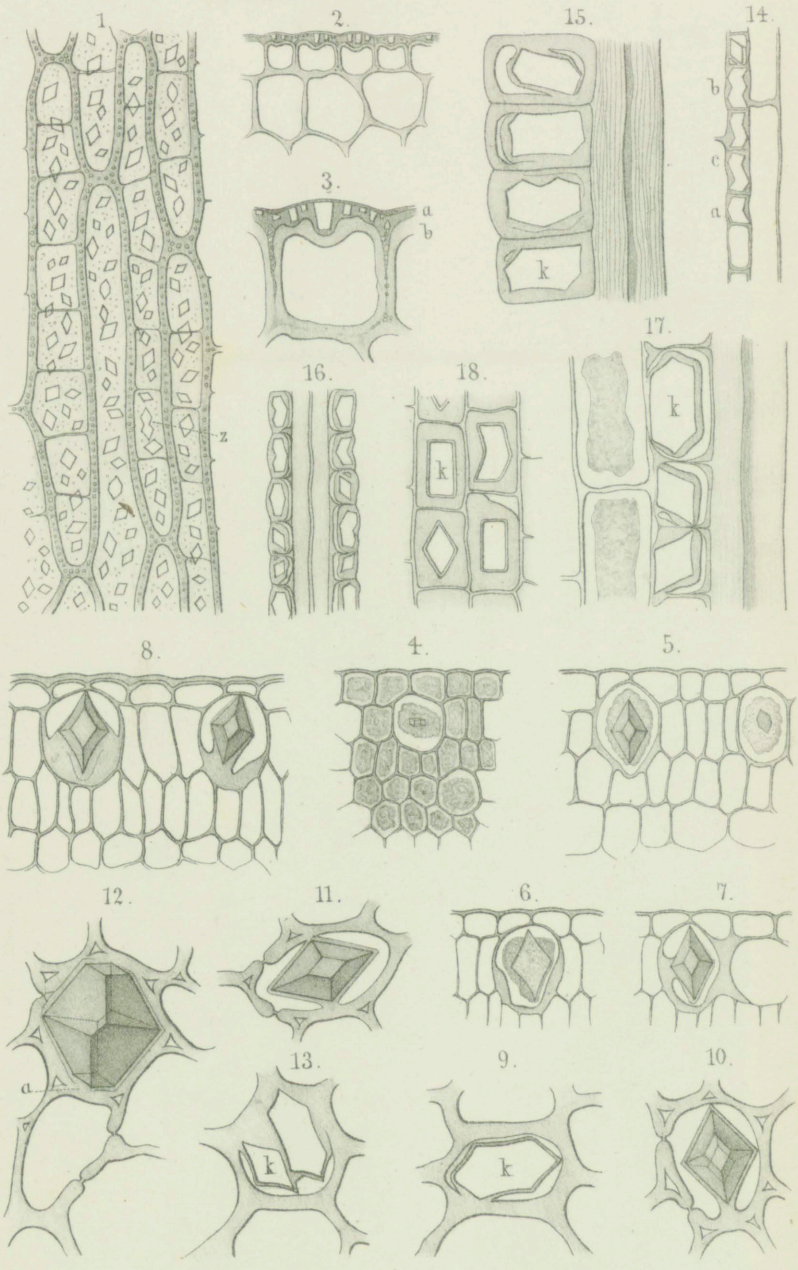
Dieselben Erwägungen lassen sich auf die in den verschiedensten Schichten der Aussenflächen der Oberhautzellen vorkommenden krystallinischen Gebilde anwenden. Auch hier bleiben folgende zwei Fragen zu beantworten: 1) entstehen die Krystalle schon innerhalb der Membran oder gelangen sie erst später in dieselbe hinein? und 2) wie werden sie im letzteren Falle eingeschlossen?

Da die erste Alternative oben als bei *Biota* statthabend nachgewiesen worden ist, sei es zunächst gestattet, einen Beleg für das Vorkommen der zweiten zu geben, einen Fall also, in dem Krystalle nachträglich in die Membran gelangen.

(Fortsetzung folgt.)

1) a. a. O. S. 520.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03639-0104-4



E. Pfitzer gez. Lith. Inst. v. A. Henry in Bonn

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03639-0586-5

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1872

Band/Volume: 55

Autor(en)/Author(s): Pfitzer Ernst Hugo Heinrich

Artikel/Article: Ueber die Einlagerung von Kalkoxalat - Krystallen in die pflanzliche Zellhaut 97-102