Band LXXX. No. 1. XX. Jahrgang.
Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Botanisches Centralblatt.

REFERIRENDES ORGAN

für das Gesammtgebiet der Botanik des In- und Auslandes

Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten

von

Dr. Oscar Uhlworm und **Dr. F. G. Kohl**

in Cassel in Marburg

Nr. 40. | Abonnement für das halbe Jahr (2 Bände) mit 14 M. durch alle Buchhandlungen und Postanstalten. | 1899.

Die Herren Mitarbeiter werden dringend ersucht, die Manuscripte immer nur auf *einer* Seite zu beschreiben und für *jedes* Referat besondere Blätter benutzen zu wollen. Die Redaction.

Wissenschaftliche Originalmittheilungen.*)

Ueber eine besondere Kategorie von Krystallbehältern.

Von

W. Rothert und **W. Zalenski.**

(Mitgetheilt von W. Rothert.)

Mit 1 Doppeltafel.**)

Die krystallführenden Zellen einiger *Monocotylen*, von denen in der vorligenden Arbeit die Rede sein wird, sind durch eine Reihe von Merkmalen gekennzeichnet, welche in ihrer Gesammtheit diese Zellen, so sehr auch ihr Aussehen im einzelnen variirt, scharf charakterisiren und sie von allen anderen Arten von Krystallbehältern gut unterscheiden (wenn es auch an Uebergängen nicht fehlt). Diese Merkmale sind, um es gleich von vornherein kurz zusammenzufassen, folgende:

1. Die Krystalle haben die Form mehr oder weniger langgestreckter vierkantiger Prismen, meist mit in bestimmter, charakteristischer Weise geformten Enden.
2. Die Zellmembran ist verkorkt.

*) Für den Inhalt der Originalartikel sind die Herren Verfasser allein verantwortlich. Red.

**) Die Tafeln liegen einer der nächsten Nummern bei.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

3. Die Zellen sind von den Krystallen fast ganz oder doch zu einem bedeutenden Theil ausgefüllt.

4. Sie sind todt und enthalten ausser den Krystallen meist nur Luft. — In den meisten Fällen kommt noch hinzu, dass

5. jeder Krystall von einer membranösen Hülle umgeben ist, welche oft ebenfalls verkorkt ist.

Da ich keinen bezeichnenden Namen für diese Art von Krystallbehältern vorzuschlagen weiss, so sei es gestattet, sie im Folgenden zum Unterschied von anderen Krystallbehältern kurz „Krystallzellen" zu nennen.

Nicht alle hier zu behandelnden Krystallzellen sind noch unbekannt; einige derselben haben durch die Grösse und Form ihrer Krystalle schon früh die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, wie diejenigen von *Agave*, welche schon von Meyen (230—231) *) im wesentlichen richtig beschrieben wurden, und diejenigen von *Iris*, deren Krystalle geradezu ein besonders beliebtes Untersuchungsobject gebildet haben (sie wurden untersucht von Unger, Gulliver, Hilgers, Johow, Koepert u. A.). Einige Autoren bemerkten auch die Enge der die Krystalle umschliessenden Zellen, so Meyen (230), Hilgers (292), und Unger (123) gab eine ganz richtige Abbildung einer Krystallzelle aus dem Blatt von *Iris pallida*. Doch blieb die Eigenart der Krystallzellen auch in diesen Fällen grösstentheils unerkannt und die meisten Autoren kümmerten sich überhaupt nur um die Krystalle und nicht um die dieselben enthaltenden Zellen.

Nachdem ich verschiedenartige Krystallzellen bei mehreren Objecten zufällig gefunden und die ihnen gemeinsamen Besonderheiten erkannt hatte, übertrug ich die nähere Untersuchung des Gegenstandes meinem Schüler Herrn W. Zalenski, damals Studenten der Universität Kazan. Dieser führte seine Aufgabe unter meiner Controle in sorgfältiger und geschickter Weise durch, untersuchte die Verbreitung der Krystallzellen bei den *Monocotylen*, sowie deren Entwickelung, und publicirte seine Ergebnisse in russischer Sprache (Nr. XXV des Litteraturverzeichnisses). Ich selber habe dann neuerdings den Gegenstand wieder aufgenommen, habe fast alle mir zugänglichen Objecte Zalenski's, sowie viele andere eingehend untersucht, und konnte Zalenski's Ergebnisse wesentlich ergänzen und erweitern. Die folgende Darstellung stützt sich, soweit nicht anders gesagt, auf meine eigenen Befunde.

Die Litteratur über die Krystalle in Pflanzenzellen hat einen enormen Umfang erreicht; dabei haben aber die Krystalle selbst die Aufmerksamkeit fast aller Forscher so ausschliesslich auf sich concentrirt, dass die Zellen, welche die Krystalle einschliessen, allzu sehr vernachlässigt worden sind. Wenn man näher zusieht, so ist es geradezu erstaunlich, wie wenig sicheres über die Membran, den Inhalt u. s. w. der krystallführenden Zellen über-

*) Die Citate beziehen sich auf das am Schluss der Arbeit befindliche Litteraturverzeichniss; die eingeklammerten Zahlen bezeichnen die Seitenziffer.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

haupt bekannt ist. Dieser Stand der Dinge mag als Rechtfertigung einer gewissen Ausführlichkeit der vorliegenden Arbeit dienen.

Allgemeiner Theil.

I. Die Krystalle.

Die zu besprechenden Krystalle bestehen aus Calciumoxalat und gehören dem monoclinen System an; letzteres verräth meist schon ihre Form, stets aber die lebhaften Farben, welche sie selbst bei geringer Dicke im polarisirten Licht zeigen.

Der Querschnitt der Krystalle (wenigstens in ihrem mittleren Theil) ist meist, soweit sich das schätzen lässt, genau quadratisch (Fig. 1, 3, 14 bei *b*, 22, u. a.); doch kommen bei vielen Objecten mehr oder weniger häufig auch rechteckige Querschnittsformen vor, die übrigens meist nicht sehr stark von der quadratischen Form abweichen (Fig. 18, 19, 23). Durchgängig von rechteckigem Querschnitt scheinen die Krystalle bei *Phormium* zu sein (Fig. 31), wo die Abweichung von der Quadratform auch am grössten wird.

Der Querschnitt lässt sehr häufig, selbst bei ziemlich kleinen Krystallen, eine deutliche Felderung erkennen (Fig. 23; in den anderen Figuren wurde diese Erscheinung nicht dargestellt). Man sieht zwei sich unter rechtem Winkel schneidende Systeme von Streifen, welche den Krystallquerschnitt in eine Anzahl kleiner Quadrate zerlegen; die äussersten Streifen jedes Systems sind oft schärfer als die übrigen. Die Streifen sind offenbar der Ausdruck einer lamellösen Structur der Krystalle; dass es sich um die Querschnitte wirklicher Lamellen und nicht blos um eine Interferenzerscheinung handelt, geht unter Anderem daraus hervor, dass manchmal eine oberflächliche Lamelle unvollständig entwickelt ist und in einiger Entfernung von der Kante des Krystalls plötzlich aufhört.

Ob die Felderung bei unseren Krystallen allgemein vorkommt, vermag ich nicht anzugeben, da ich nicht von Anfang an darauf geachtet habe.

In Bezug auf die Form der Enden unterscheiden sich zunächst die Krystalle der *Iridaceen* von denen aller übrigen Objecte dadurch, dass sie zugespitzt sind, d. h. dass ihre Enden in einen Punkt auslaufen. Meist geschieht die Zuspitzung so, wie es in Fig. 2 dargestellt ist, nämlich an jedem Ende durch eine stark geneigte rhomboidale Fläche, die übrigens oft nicht ganz eben, sondern etwas treppenartig ausgebildet ist; die zuspitzenden Flächen an den beiden Enden eines Krystalls können gleichsinnig (also einander parallel) oder auch ungleichsinnig orientirt sein. Ein in der Nähe der Spitze geführter Querschnitt hat natürlich die Form eines rechtwinkeligen Dreiecks, und darauf ist es wohl zurückzuführen, dass Gulliver neben vierseitigen auch dreiseitige Prismen gesehen haben will. Neben einfachen kommen auch, oft in überwiegender Zahl, Zwillingskrystalle vor, bei denen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

das eine Ende hemipyramidal zugespitzt, das andere schwalbenschwanzförmig ausgeschnitten ist, oder auch beide Enden in der letzteren Weise ausgebildet sind. Neben der beschriebenen finden sich bei *Iris* vereinzelt, bei *Gladiolus* häufig, auch andere, complicirtere Zuspitzungsarten vor, die hier übergangen werden können.

Die winzigen Kryställchen der *Ophiopogoneen* scheinen, soweit ich das erkennen konnte, an jedem Ende durch eine schräge Fläche stumpf meisselförmig zugeschärft zu sein, ähnlich wie in Fig. 13*bis A*, nur spitzer. In Fig. 15*bis* liegen diese Kryställchen so, dass ihre Endkanten horizontal, die zuschärfenden Flächen also nicht zu sehen sind.

Alles dies sind nun aber Ausnahmefälle. Bei der weitaus grössten Mehrzahl der Objecte sind die Krystalle an jedem Ende zweiseitig zugeschärft, die Enden sind also dachförmig bis keilförmig und laufen in eine Kante aus. Nur selten sind aber die zuschärfenden Flächen mit scharfen deutlichen Winkeln gegen die Seitenflächen des Krystalls abgesetzt; dies wurde nur bei einigen Objecten beobachtet, nämlich bei *Yucca gloriosa*, *Aspidistra*, *Convallaria* und *Polianthes* (Fig. 15, der grösste Krystall) und zwar meist als seltene Ausnahme. Nur im Blatt von *Convallaria* scheint dies Verhalten die Regel zu bilden, hier sind auch die Enden oft ungewöhnlich kurz zugeschärft, so dass im extremen Fall die zuschärfenden Flächen einen stumpfen Winkel miteinander bilden können (Fig. 33), während sonst dieser Winkel mehr oder weniger spitz zu sein pflegt. Der Winkel, welchen die zuschärfenden Flächen mit der Längsachse bilden, variirt übrigens auch bei ein und demselben Object, und auch bei demselben Krystall kann das eine Ende spitzer sein als das andere, oder die rechte zuschärfende Fläche eines Endes stärker geneigt und länger sein als die linke.

Ganz gewöhnlich sind nun aber die Winkel, welche die zuschärfenden Flächen mit den Seitenflächen bilden, deutlich abgerundet. Die Abrundung ist bald nur gering, so dass die Flächen immerhin deutlich gegeneinander abgesetzt sind (Fig. 16, der grosse Krystall), bald auch so erheblich, dass sich eine Grenze zwischen den Seitenflächen und den Endflächen nicht erkennen lässt (Fig. 17, oberes Ende, Fig. 26, 27 *B*). Diese Form, welche bei den *Liliaceen* die dominirende ist (aber auch bei der *Agavee Polianthes* auftritt), mag fortan als Liliaceenform bezeichnet werden.

Eine weitere Complication beruht darauf, dass die Zuschärfung entweder beiderseits, oder nur an der einen (rechten oder linken) Seite eines oder beider Enden nicht durch eine einzige, sondern durch zwei Flächen erfolgt, die miteinander und mit der Seitenfläche sehr stumpfe, ebenfalls mehr oder weniger abgerundete Winkel bilden. Man sieht dies in den Fig. 5 und 17 (in denen die Form der Krystalle so genau als möglich gezeichnet wurde — absolute Genauigkeit ist natürlich unerreichbar), in beiden besonders deutlich am rechten Rande des unteren Endes; in Fig. 5

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

reicht z. B. die eine Fläche von *c* bis *d*, die andere von *d* bis zur Spitze. Es ist möglich und vielfach sogar sehr wahrscheinlich, dass noch eine dritte, nicht mehr direct unterscheidbare Fläche vorhanden ist, welche den Uebergang zu der Seitenfläche vermittelt; denn wo zwei so gestaltete Krystalle nebeneinander liegen, wie in Fig. 5 und 17, sieht man, dass sie sich nur auf einer relativ kurzen mittleren Strecke (in Fig. 5 nur auf der Strecke *ab*) dicht berühren, und von da an nach beiden Enden hin ein Zwischenraum auftritt, der sich zunächst sehr langsam, dann immer schneller verbreitert. Die einzelnen Flächen sind überhaupt nur in besonders günstigen Fällen erkennbar; meist (bei kleineren Krystallen dieser Form immer) ist der Uebergang zwischen ihnen so unmerklich, dass der Krystall spindelförmig mit continuirlich gewölbten Seiten erscheint (Fig. 7, 9, 13, 27 *A*) und nur der Vergleich mit den deutlicheren Fällen lässt vermuthen, dass auch hier die gewölbten Seiten sich in Wirklichkeit aus je mehreren Flächen mit stumpfen, gerundeten Winkeln zusammensetzen. Diese Form der Krystalle sei als Agavenform bezeichnet, da sie bei den *Agave*-Arten wohl durchgängig und in besonders exquisiter Weise auftritt. Sie kommt jedoch auch bei allen untersuchten *Liliaceen*, neben der Liliaceenform, mehr oder minder häufig vor (selbst im Blatt von *Convallaria*, s. Fig. 34), nur ist hier der gleichbreite mittlere Theil der Krystalle relativ länger, die allmählich sich verschmälernden Enden kürzer als bei den *Agaven*. Nicht selten sind sogar beide Formen an demselben Krystall vereinigt, indem das eine Ende die Liliaceenform (zuweilen selbst mit scharfen Winkeln), das andere die Agavenform aufweist (Fig. 17, der rechte Krystall).

Selbstverständlich zeigen die Krystalle die beschriebenen Formen nur dann, wenn sie dem Zuschauer eine von zwei bestimmten Seiten zukehren, welche ich kurz als die „Schmalseiten" bezeichnen will (da sie, wenn der Querschnitt des Krystalls rechteckig ist, thatsächlich stets die schmäleren sind, und bei in der Mitte quadratischem Querschnitt doch wenigstens nach den Enden zu schmäler als die beiden „Breitseiten" werden). Liegt hingegen der Krystall auf einer Breitseite (Fig. 6, 10, 30), in welchem Fall er weit weniger augenfällig ist, so erscheinen seine Seiten einander parallel, und die Endkanten stehen entweder merklich senkrecht zu ihnen, oder ein wenig geneigt (höchstens so wie in Fig. 10); beides kommt bei denselben Objecten vor, und selbst bei demselben Krystall kann die Neigung beider Kanten verschieden sein (Fig. 6). Selten ist eine Schmalseite am Ende durch eine kleine Fläche abgeschrägt und infolgedessen die eine Endkante kürzer als die andere (Fig. 6, rechts unten). — Bei dieser Lage der Krystalle nimmt natürlich die Dicke derselben nach den Enden ab, bei der Liliaceenform ziemlich plötzlich, bei typischer Agavenform ganz allmählich; dies ist leicht daran zu erkennen, dass die Seitencontouren des Krystalls nach den Enden zu immer feiner werden, während die Endkanten sich bei einigermassen spitz zugeschärften Krystallen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

als äusserst feine, bei kleinen Krystallen kaum sichtbare Linien präsentiren.

Die Liliaceenform und die Agavenform lassen sich selbst bei kleinen Krystallen leicht mit Hilfe des polarisirten Lichts unterscheiden. Krystalle der Liliaceenform erscheinen, wenn sie auf der Breitseite liegen, fast in ganzer Länge gleichfarbig, und nur die mehr oder weniger kurzen Enden zeigen schmale quere, wechselnde Farbenstreifen; Krystalle der Agavenform hingegen sind unter gleichen Umständen nur in ihrem mittleren Theil (welcher in exquisiten Fällen weniger als ein Drittel der Länge ausmacht) gleichfarbig und nach beiden Enden zu folgen anfangs breite, dann immer schmälere wechselnde Farbenbänder, entsprechend der nach den Enden zu immer rapider abnehmenden Dicke. Auf der Schmalseite stehende Krystalle jeglicher Art erscheinen in ihrer ganzen Länge gleichfarbig (abgesehen von der kürzlich erwähnten Abschrägung eines Endes).

Zwillinge kommen nur selten vor und sind wenig auffallend, da sie mit den Schmalseiten verwachsen sind und ihre Endkanten in einer geraden oder kaum gebrochenen Linie liegen; solche, die mit den Breitseiten verwachsen sind und ein schwalbenschwanzförmiges Ende haben, sind mir nur bei *Convallaria* begegnet, und zwar auch hier nur vereinzelt.

Die Krystalle finden sich entweder einzeln, oder zu zwei bis mehreren, oder endlich zu vielen, bis zu mehreren Hunderten, in einer Zelle vor. Sind ihrer mehrere vorhanden, so sind sie fast stets gleich gerichtet und liegen (in unverletzten Zellen) einander dicht an; sie können sie entweder gleich (Fig. 5, 9, 27 *A* u. a.) oder ungleich orientirt sein (d. h. die einen auf der Breitseite, die anderen auf der Schmalseite liegen, Fig. 34); sie sind gewöhnlich gleich gross oder nur wenig verschieden, zuweilen aber auch von sehr ungleicher Grösse (Fig. 15, 16). Bei grösserer Zahl sind die Krystalle lückenlos zu dichten Bündeln zusammengelagert (Fig. 11, 20, 21 *A*, 24, 35), die beim Durchschneiden allerdings oft mehr oder weniger zerfallen (Fig. 22); solche Bündel sind in mancher Hinsicht den Raphidenbündeln ähnlich, doch wird im Capitel VIII gezeigt werden, worin sie sich von denselben unterscheiden. Die ein Bündel bildenden Krystalle sind meist nahezu gleich lang, doch kommen oft auch merkliche Differenzen vor (Fig. 20 *A*, 21 *A*, 35). Auch in ersterem Fall brauchen die Enden der Krystalle nicht genau in einer Ebene zu liegen (Fig. 11), und wenn die Länge der Zelle dies gestattet, sind zuweilen die Krystalle, unter Beibehaltung der parallelen Lagerung, sogar sehr stark gegeneinander verschoben, wie das auch in einigen Raphidenschläuchen vorkommt.

Sehr eigenartig ist die Anordnung der kleinen Kryställchen der *Ophiopogoneen* zu einschichtigen oder zweischichtigen Platten (Fig. 15*bis*), welche im speciellen Theil näher beschrieben wird.

Nur ausnahmsweise kommt es vor, dass einige oder viele kleine Krystalle in einer Zelle nicht parallel, sondern gekreuzt oder ganz

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

regellos gelagert sind (Fig. 25, 29); solche Fälle wurden nur bei wenigen Objecten angetroffen, und zwar auch hier nur selten.

Die Dimensionen der Krystalle schwanken in sehr weiten Grenzen. In den Blättern von *Agave americana* und den *Iris*-Rhizomen erreichen sie oft eine Länge von 500 μ und manchmal wohl auch noch erheblich mehr (Gulliver fand im Rhizom von *Iris florentina* solche von $^1/_{25}$ Zoll = ca. 1 mm Länge); dabei erreicht ihr Querdurchmesser bei *Agave* manchmal 25 μ, in *Iris*-Rhizomen selbst 35 μ. Bei den *Liliaceen* werden die Krystalle nicht so lang (die grössten erreichen bei einigen Species eine Länge von 100—150 μ), während ihre Dicke manchmal nur wenig hinter derjenigen der *Agave*-Krystalle zurückbleibt. Andererseits sinken bei *Ophiopogon* die Dimensionen der ausgewachsenen Kryställchen in gewissen Zellen auf ca. 10 μ Länge und kaum über 1 μ Durchmesser hinab.

Auch innerhalb ein und desselben Objects können die Krystalle sehr verschieden gross sein, und zwar herrscht im Allgemeinen die Regel, dass die Krystalle um so kleiner sind, je grösser ihre Zahl pro Zelle ist. So finden sich z. B. im Blatt von *Yucca gloriosa* als Extreme: einerseits Einzelkrystalle von stattlichem Durchmesser (grösser als in dem Querschnitt Fig. 23) und einer Länge bis zu 150 μ, andererseits fast haarfeine Kryställchen von kaum 25 μ Länge in Bündeln von weit über 100 Stück.

Die Entstehung der Krystalle beginnt in den darauf untersuchten Fällen mehr oder weniger früh; ihr Wachsthum wird bald sehr schnell vollendet, bald dauert es recht lange an. Bei *Agave americana* fand Zalenski schon in einer 2 mm langen Blattanlage kleine Kryställchen im inneren Mesophyll, und in einem $4^1/_2$ cm langen Blatt hatten schon 2 mm über dessen Basis die Krystalle zum Theil bereits ihre definitive Grösse erreicht. Im Stamm von *Cordyline indivisa* treten nach Zalenski die Krystalle 2—3 mm unter dem Vegetationspunkt auf und sind 15 mm unter demselben ausgewachsen. Im Basaltheil eines 2 cm langen Blattes von *Yucca gloriosa*, wo erst ein Theil der Gefässe ausgebildet war, fand ich viele Krystalle schon ausgewachsen. Hingegen waren nach Zalenski in einem schon 7 cm langen Blatt von *Cordyline indivisa* noch nirgends ausgewachsene Krystalle vorhanden. Bei *Iris germanica*, welche ich in dieser Hinsicht näher studirte, traten in einem Blatt von noch nicht der halben endgiltigen Länge ($15^1/_2$ cm lang) die ersten Kryställchen im Mesophyll schon 1 cm über dessen Basis auf, wo die Mutterzellen der Spaltöffnungen eben abgetrennt waren; aber noch 8 cm über der Basis, wo die Spaltöffnungen schon völlig ausgebildet waren, hatten die Krystalle erst etwa die Hälfte ihrer normalen Grösse erreich,t und selbst unweit der Blattspitze fanden sich neben ausgewachsenen Krystallen auch noch kleinere vor.

II. Die Membran der Krystallzellen.

Die Membran besteht im Allgemeinen aus zwei Lamellen, einer inneren verkorkten (Suberinlamelle) und einer äusseren unverkorkten (Aussenlamelle).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Aussenlamelle ist in den Rhizomen der *Iris*-Arten meist ziemlich dick, manchmal sogar zart geschichtet, und fällt an querdurchschnittenen Krystallzellen sofort in die Augen; relativ dick und leicht zu sehen ist sie ferner bei *Phormium* (Fig. 31). Bei den meisten Objecten ist die Aussenlamelle, selbst wenn sie dicker ist als die Membranen der umgebenden Parenchymzellen, wie bei *Agave americana*, ihrer geringen Lichtbrechung wegen wenig auffallend und meist nur da, wo die Krystallzellen aneinander oder an Intercellularen grenzen, als zarter Saum um die Suberinlamelle unterscheidbar, am besten nach Behandlung mit mässige Quellung bewirkenden Reagentien, wie Salzsäure oder Chloralhydrat (Fig. 1, 2, 7, 8, 18 u. a., in denen die Aussenlamelle z. T. etwas deutlicher dargestellt ist, als sie in Wirklichkeit erscheint). Sie ist gewöhnlich cellulosehaltig, aber offenbar arm daran, da sie die Cellulosereaction nur in schwachem Grade liefert, und zwar um so schwächer, je zarter sie ist. Mit sehr gut wirkendem Chlorzinkjod färbt sich die Aussenlamelle auch da, wo sie besonders dick ist, merklich schwächer als die sonstigen Cellulosemembranen; bei den meisten Objecten färbt sie sich zunächst nur ganz schwach oder überhaupt erst nach einiger Zeit, und eine intensive Färbung kommt, wenn überhaupt, erst nach längerem Liegen in dem Reagens zu Stande. Mit JJK + H_2SO_4 tritt alsbald Verquellung, aber meist nur eine sehr helle Blaufärbung auf, die auch leicht ganz ausbleibt, wenn die Säure nicht in der richtigen Weise einwirkt. Oft hält es schwer auch mit Hilfe der Reagentien die Aussenlamelle sichtbar zu machen, und in manchen Fällen (bei den kleineren Krystallzellen von *Yucca*, *Dasylirion*, *Nolina* und mehreren anderen) konnte ich mich auf keine Weise von ihrer Anwesenheit überzeugen; ich halte es indess für wahrscheinlich, dass sie überall vorhanden und nur wegen ihrer äussersten Zartheit und Substanzarmuth nicht nachweisbar ist.

Einige Beobachtungen an der dicken Aussenlamelle der Krystallzellen von *Phormium tenax* zeigen, dass dieselbe sehr weich und dehnbar sein muss. Durch das länger andauernde Wachsthum des parenchymatischen Gewebes werden die Zellen in der Längs- und Querrichtung passiv gedehnt, und dabei wird die Aussenlamelle zu dünnen Strängen oder Platten ausgezogen. In Fig. 30 sind bei *b* zwei Krystallzellen miteinander durch einen (in diesem Falle noch relativ kurzen und dicken) Strang verbunden, welcher sich in die Aussenlamelle ihrer Membranen fortsetzt und offenbar durch Dehnung der beide Zellen trennenden Querwand entstanden ist, die ursprünglich wohl so beschaffen war, wie die Querwände bei *a* und *c*. In den Querschnitten Fig. 31 *A* (rechts vom Krystall) und 31 *C* (links und rechts vom Krystall) ist durch Dehnung in der Querrichtung die Aussenlamelle der Krystallzellen stellenweise zu radialen Platten ausgezogen worden, welche den Eindruck besonderer Wände zwischen den Intercellularen *ii* machen.

Die Suberinlamelle fällt, wenn sie einigermassen derb ist, durch starke Lichtbrechung und scharfen Contour, wie sie den

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

verkorkten Membranen eigenthümlich sind, sehr in die Augen und ist namentlich im Querschnitt der Krystallzellen und in aufgehellten Präparaten schon bei mässiger Vergrösserung ohne Weiteres erkennbar. In den Figuren der Tafel ist sie überall durch einen einfachen oder doppelten, scharfen und dunklen Contour zur Darstellung gebracht. Recht derb ist sie beispielsweise bei den grösseren Krystallzellen von *Agave Verschaffelti*, *Yucca gloriosa* u. a., namentlich aber in den Blättern von *Cordyline indivisa* und *stricta*, *Nolina latifolia*, *Dasylirion glaucophyllum* und im Blattstiel von *Aspidistra*. Sie kann freilich auch so zart sein, dass ihre Anwesenheit nur durch Reagentien festzustellen ist, so z. B. bei *Iris* (in der Wurzel), im Blatt von *Crocus*, bei den kleinen Krystallzellen von *Yucca gloriosa*, und namentlich bei *Nolina recurvata* und bei *Liriope*. Wo die Aussenlamelle einigermassen dick ist, wird unter der Einwirkung von Reagentien, welche Quellung bewirken, die Suberinlamelle fein gefältelt und tritt dadurch noch deutlicher hervor; diese Fältelung ist vermuthlich eine Folge der Dickenquellung der Aussenlamelle, wobei die Suberinlamelle comprimirt wird.

Wenn Krystallzellen theilweise an verholztes Gewebe, z. B. an Sclerenchymbelege von Leitsträngen, grenzen, so ist die Suberinlamelle, sofern sie nicht besonders derb ist, nur an der Grenze gegen die unverholzten Zellen, nicht aber gegen die verholzten Zellen ohne Weiteres deutlich. Dies rührt wahrscheinlich daher, dass auf der Seite des verholzten Gewebes auch die Aussenlamelle verholzt ist und daher der Unterschied in der Lichtbrechung zwischen ihr und der Suberinlamelle unbedeutend ist.

Die Reactionen, welche beweisen, dass die Suberinlamelle wirklich verkorkt ist, sind folgende: In JJK, Chlorzinkjod und JJK + H_2SO_4 bräunt sie sich, ohne in den letzteren Reagentien zu quellen oder sich zu lösen (vgl. Fig. 10 und 29 nebst Erklärung). In concentrirter Chromsäure bleibt sie unverändert, wenn die Membranen des Sclerenchyms und der Gefässe bereits zerstört worden sind (nach Zalenski). In kalter starker Kalilauge färbt sich die Suberinlamelle gelblich bis gelb, wenn auch bedeutend schwächer als diejenige der Korkzellen (welche man im Stamm von *Cordyline* in demselben Präparat zum Vergleich hat), und behält ihre scharfen Contouren. Nach ausreichendem Kochen in Kalilauge verblasst die Suberinlamelle infolge Zerstörung der incrustirenden Substanz; mit Chlorzinkjod findet jetzt sofort intensive Bläuung statt, mit JJK + H_2SO_4 schwache Bläuung, starke Quellung und rückstandslose Auflösung, ganz wie bei den Cellulosemembranen des Parenchyms (diese Reaction wurde ausgeführt von Zalenski an *Agave americana*, von mir an den dicken Suberinlamellen von *Dasylirion glaucophyllum* und denen der später zu besprechenden verkorkten Raphidenzellen im Stamm von *Cordyline indivisa*, welche den Vortheil bieten, dass sich die Suberinlamelle bei der Quellung von der Aussenlamelle unter Bildung grosser Falten ablöst). Die Suberinlamelle ist also stark cellulosehaltig, und daher kommt es wohl, dass sie sich mit kalter Kalilauge weniger intensiv

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gelb färbt als bei den Korkzellen, sowie dass sie sich (nach Zalenski) mit Alkannin, Cyanin und Osmiumsäure nur schwach färben lässt. Mit Fuchsin und Methylviolett lässt sie sich hingegen ebenso gut tingiren, wie die Suberinlamelle der Korkzellen und Endodermen.

Die Suberinlamelle zeichnet sich auch durch die den verkorkten Membranen eigenthümliche sehr geringe Permeabilität aus, was sich sehr auffallend in dem Verhalten der eingeschlossenen Krystalle gegen Säuren äussert. In intacte Krystallzellen dringt Salzsäure äusserst langsam ein, so dass man stundenlang keine Anzeichen der beginnenden Auflösung der Krystalle wahrnimmt und zweifelhaft werden könnte, ob letztere aus Calciumoxalat bestehen; selbst nach eintägigem Liegen von Schnitten in einem Schälchen mit mässig verdünnter Salzsäure findet man in nicht angeschnittenen Krystallzellen vielfach nur wenig angegriffene oder sogar noch vollkommen intacte Krystalle. Schwefelsäure bewirkt nicht, wie sonst, die Bildung von Gypsnadeln in der Umgebung der Krystallzellen, sondern die Krystalle werden nur allmählich undurchsichtig, indem sie an Ort und Stelle einer langsamen Verwandlung in Gyps unterliegen. Die lösende Wirkung der Säuren erfolgt natürlich um so langsamer, je dicker die Suberinlamelle ist. Ist aber das Suberin durch Kochen in Kali zerstört worden, so wirken die Säuren ebenso schnell ein wie gewöhnlich. — Werden Schnitte aus Wasser in stark lichtbrechende Medien wie Chloralhydrat oder Glycerin übertragen, so machen luftfreie, aber intacte Krystallzellen den Eindruck von Hohlräumen, weil das lichtbrechende Medium nur sehr langsam in deren Lumen eindringt; ist es aber nach genügendem Liegen endlich eingedrungen und werden die Schnitte nun in Wasser oder Alkohol übertragen, so erscheint der Inhalt der Krystallzellen umgekehrt stark lichtbrechend. Ein entsprechendes Verhalten beobachtete Zalenski auch gegenüber Farbstoffen. Auch für Luft ist die Suberinlamelle sehr schwer permeabel. Legt man frische Schnitte mit lufthaltigen Krystallzellen in Alkohol, welcher bekanntlich die Luft aus sonstigen todten Zellen und aus Intercellularen austreibt, so bleibt die Luft in vollkommen intacten Krystallzellen erhalten, und es ist eventuell ein tagelanges Liegen in einem Schälchen mit Alkohol erforderlich, um alle Krystallzellen luftfrei zu machen.

Die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen ergaben, dass die Membranverkorkung erst nach völligem Auswachsen der Zellen und der in ihnen enthaltenen Krystalle stattfindet, manchmal auch erst längere Zeit nach dem völligen Auswachsen. Das Absterben der Zelle muss der Verkorkung auf dem Fusse folgen, da mir unter sehr zahlreichen kürzlich verkorkten Zellen nie eine lebende begegnet ist; die Verkorkung der Membran ist wohl eben die letzte Lebensäusserung des Protoplasmas der Krystallzellen. Eine Vorstufe der Verkorkung habe ich einige Male im Blatt von *Iris germanica* beobachtet: nach Behandlung mit JJK + H_2SO_4 sah ich in der Membran der betr. Zellen eine dünne bräunlich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gefärbte, nicht quellende und ungelöst bleibende Innenlamelle, die vom Protoplasma deutlich verschieden war und weder die starke Lichtbrechung der Suberinlamelle besass, noch die intensiv braune Farbe derselben annahm. Die ausserordentliche Seltenheit solcher Mittelstadien beweist, dass die Verkorkung sehr schnell vor sich gehen muss.

(Fortsetzung folgt.)

Zur Kenntniss der Gattung *Phyllactinia*.

(Vorläufige Mittheilung.)

Von

Dr. F. W. Neger.

Gelegentlich der Untersuchung einer neuen argentinischen *Phyllactinia*-Art sah ich, dass in keinem der neueren, über *Erysipheen* handelnden Pilzwerke Erwähnung gethan wird der schon von Tulasne in seiner „Selecta fungorum carpologia" beschriebenen und abgebildeten pinselförmig verzweigten Zellen, welche in dichten Rasen tropfenartig den Perithecien der *Phyllactinia guttata* Rebent. aufsitzen und zu dem Namen *guttata* die Veranlassung gegeben haben.

Ich fand nun bei der genaueren Untersuchung dieser pinselartigen Zellen:

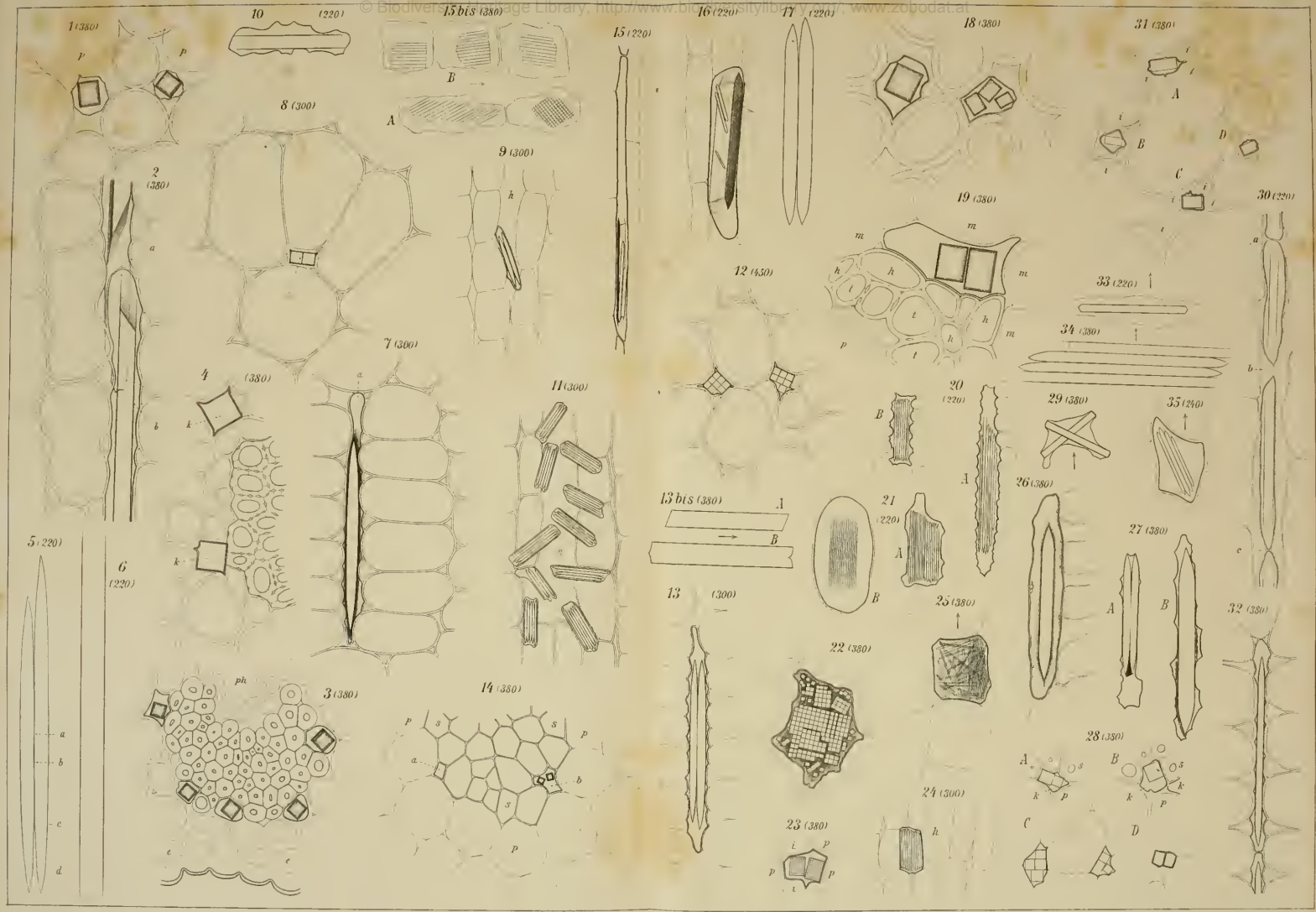
1. Dass dieselben bei den verschiedenen *Phyllactinia*-Arten verschieden gestaltet sind.

Z. B. hat die Stammzelle, aus welcher die Pinselfäden entspringen, bei der vorliegenden argentinischen Art eine an verzweigte *Clavaria*-Arten erinnernde Gestalt, weshalb ich diese Art *Ph. Clavariaeformis* nenne. Hingegen ist die Stammzelle bei *Ph. guttata* nahezu unverzweigt.

2. Diese Pinselzellen (wie wir sie kurzweg nennen wollen), von welchen Tulasne behauptet, dass sie mit zunehmendem Alter verschwinden, entwickeln sich im Gegentheil weiter, zuweilen sehr kräftig und haben eine sehr merkwürdige Funktion. Sie dienen vermöge ihrer Quellbarkeit und daher kleisterartigen Beschaffenheit den halbreifen Fruchtkörpern als eine Art Anker, um dieselben an feuchten Gegenständen (Blättern) festzuheften und ein Zubodenfallen vor der vollständigen Reife der Sporen möglichst zu verhindern.

Eine eingehende Darstellung meiner Beobachtungsresultate, enthaltend die Beweise für die hier aufgestellten und auf die Untersuchung eines sehr reichhaltigen Materials begründeten Behauptungen, sowie die Diagnose der neuen Art und bezügliche Abbildungen werde ich an anderer Stelle in nächster Zeit veröffentlichen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Artist Anst. Gebr. Gotthelft, Cassel.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Botanisches Centralblatt

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: 80

Autor(en)/Author(s): Zalenski von Wjatscheslaw, Rothert Wladislaw

Artikel/Article: Ueber eine besondere Kategorie von Krystallbehältern. 1-11