

Botanisches Centralblatt.

REFERIRENDES ORGAN

für das Gesamtgebiet 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. 44.

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.**)

(Fortsetzung.)

VIII. Das Verhältniss der „Krystallzellen“ zu den Raphidenzellen und anderen Krystallbehältern.

Die in der vorliegenden Arbeit besprochenen Krystalle erinneren, wenigstens von der Schmalseite gesehen, durch ihre mehr oder weniger langgestreckte Form, ihre meist scharf zugespitzten Enden, und oft auch durch die allmähliche, ohne deutliche Winkel stattfindende Zusehärfung unverkennbar in gewissem Grade an die Raphiden, — man könnte sie Pseudoraphiden nennen; sie scheinen sogar den gleichen inneren Bau zu haben, denn die im Capitel I beschriebene Felderung ist auch bei dickeren Raphiden

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

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

oft zu beobachten. Die Aehnlichkeit wird noch erhöht, wenn die „Pseudoraphiden“ in grosser Anzahl zu Bündeln zusammengelagert sind, wie in Fig. 20, 21, 24. Solche Krystallbündel sind wohl auch meist mit Raphidenbündeln in einen Topf geworfen worden. Gulliver z. B., welcher unter anderen auch Pflanzen untersuchte, wo Krystallzellen mit Bündeln massenhaft vorkommen (*Yucca*-Arten), erwähnt ihrer nicht und unterscheidet ausdrücklich seine „crystal prisms“ von den Raphiden nur dadurch, dass erstere nicht in Bündeln, sondern nur einzeln oder zu zweien in einer Zelle enthalten sind.

Nun ist aber die Aehnlichkeit zwischen den Krystallzellen mit Bündeln von Pseudoraphiden und den echten Raphidenzellen doch nur eine recht beschränkte und die Verschiedenheit beider fällt dem aufmerksamen Beobachter sofort in die Augen; man vergleiche die Fig. 21, wo die Verschiedenheit der Krystallzelle *A* und der Raphidenzelle *B* ungewöhnlich gering ist. Dass erstere nicht etwa nur eine modificirte Form der Raphidenzellen sind, welche diese gelegentlich vertritt, geht deutlich daraus hervor, dass bei der grossen Mehrzahl der Pflanzen, welche Krystallzellen besitzen, daneben in denselben Organen auch echte Raphidenzellen mehr oder weniger reichlich vorkommen,*) ohne dass Uebergänge zwischen beiden sich vorfinden.

Die Raphidenzellen unterscheiden sich von den Krystallzellen derselben Pflanzen in einer ganzen Reihe von Hinsichten. Sie enthalten stets einen das Bündel umhüllenden Schleimkörper; sie sind nie lufthaltig; sie sind oft (vielleicht immer?) im ausgewachsenen Zustand lebend. Die Membran der Raphidenzellen ist meist unverkorkt, und in den seltenen Fällen, wo sie verkorkt ist (*Liriope spicata*, Stamm von *Cordylone indivisa*, Fig. 21 *B*), ist ihre Aussenlamelle erheblich dicker und cellulosereicher als bei den Krystallzellen derselben Pflanze. Die Membran ist ferner bei den Raphidenzellen (auch wenn sie verkorkt ist) nie concav eingedrückt, sondern gerundet, so dass sie von dem Raphidenbündel ringsum mehr oder weniger weit absteht und dieses nur einen relativ geringen Theil des Zelllumens einnimmt (Fig. 21 *B*, wo der vom Raphidenbündel eingenommene Raum verhältnissmässig noch recht gross ist). Dass die Hüllen der Raphiden von denen der prismatischen Krystalle wesentlich verschieden sind, wurde bereits im Capitel III gezeigt. Die Raphiden selbst sind im Verhältniss zu ihrer Länge viel dünner als die schlanksten „Pseudoraphiden“ (Fig. 21). Während ferner die letzteren im Quer-

*) Zu den Ausnahmen, bei denen Raphidenzellen fehlen, gehören bestimmt alle untersuchten *Iridaceen* und *Phormium tenax*, wahrscheinlich ferner noch einige der weniger eingehend (an Herbarmaterial) untersuchten Pflanzen (siehe die Angaben im speciellen Theil).

Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, dass irgendwelche andere Formen von Kalkoxalat, ausser Raphiden, neben Krystallzellen nicht vorzukommen pflegen. Nur in den Blättern von *Agave brachystachys* und *A. rigida* (nach Zalenski), sowie von *Convallaria* findet sich ausserdem noch diffuses Kalkoxalat in Form kleiner tetragonaler Kryställchen in fast allen Zellen des Mesophylls.

schnitt immer quadratisch oder rechteckig mit ebenen Seiten und scharfen Winkeln sind und in den Bündeln lückenlos aneinander liegen (vgl. Fig. 22, wo das Bündel nur infolge des Durchschneidens theilweise zerfallen ist), sind die Raphiden, soweit erkennbar, im Querschnitt mehr oder weniger gerundet (bei *Cordyline indivisa* meist gerundet 6eckig), und lassen dementsprechend kleine Lücken zwischen sich. Der hauptsächlichste Unterschied ist aber der, dass die Raphiden nicht zweiseitig zugeschärft, wie alle in Bündeln vorkommenden Pseudoraphiden, sondern allseitig (und zwar ganz allmählich) zugespitzt sind, wie eine Nadel; wie sie auch liegen mögen, stets erscheinen sie daher fein zugespitzt. Betrachtet man aufrechtstehende unverletzte Bündel beider Art von oben, so fällt der Unterschied sehr in die Augen: die Krystallbündel zeigen lauter linienförmige Kanten, die nur 2 zu einander senkrechte Richtungen haben, die Raphidenbündel lauter punktförmige Spitzen.*)

Diese Beschreibung bezieht sich auf die grosse Mehrzahl der Raphidenzellen und speciell auf alle diejenigen, welche mit Krystallzellen zusammen vorkommen. Bei anderen Pflanzen habe ich indess auch Raphidenzellen beobachtet, welche in der einen oder anderen Hinsicht abweichen und sich den Krystallzellen nähern. So haben bei *Polygonatum multiflorum* (im Stengel und Rhizom) die Raphiden eine ähnliche Form wie unsere Pseudoraphiden, d. h. sie sind im Querschnitt (soweit sicher erkennbar) scharfkantig quadratisch, im Bündel lückenlos zusammengelagert und nach den Enden nur zweiseitig zugeschärft, in eine quere Kante auslaufend; dabei nimmt aber das Bündel nur einen relativ kleinen Raum in der Mitte der nicht comprimierten unverkorkten Zelle ein, welche im Uebrigen meist von sehr reichlichem schaumigem Protoplasma mit grossem Zellkern erfüllt ist.**)

Ebensolche Raphidenzellen, gleichfalls ohne Schleim, aber mit reichlichem Protoplasma, fand ich in den Blättern von *Funckia Sieboldiana*.

Während in diesen Fällen die Uebereinstimmung mit den Krystallzellen sich nur auf die Form der Raphiden beschränkt, verhält es sich gerade umgekehrt bei den untersuchten *Aloineen*: *Aloë arborescens*, *Gasteria****) *verrucosa*, *pulchra*, *obtusa* und *repens*, sowie einer unbestimmten Species von *Kniphofia****). Hier sind es die Zellen, welche nach Form, Inhalt und Membranbeschaffenheit

*) Ausnahmsweise kommt es freilich zuweilen vor, dass in einem Raphidenbündel sich ein oder einige breitere Krystalle befinden, die zweiseitig zugeschärft sind und folglich in eine Kante auslaufen; solche Fälle wurden von uns bei *Agave americana* und bei *Yucca gloriosa* beobachtet.

**) Daneben kommen hier auch Raphidenzellen ohne Protoplasma vor, welche anstatt dessen einen das Raphidenbündel umhüllenden Schleimkörper enthalten; ob diese letzteren nur ein weiteres Entwicklungsstadium der ersteren darstellen, bleibt zu entscheiden.

***) Die *Gasteria*-Arten werden in den Gewächshäusern unter dem Namen *Aloë* cultivirt; *G. verrucosa* ist als *Aloë disticha* bekannt. *Kniphofia* (= *Tritoma*), von sehr abweichendem Habitus, ist ein Vertreter der besonderen Subtribus *Aloinae-Kniphofinae*.

vollkommen mit unseren Krystallzellen übereinstimmen. Die Membran ist stets verkorkt, die Zellen in der charakteristischen Weise stark deformirt, daher sehr eng und von dem Raphidenbündel fast ganz ausgefüllt,*) die vorhandenen Reste des Lumens oft mit Luft erfüllt, Schleim fehlt. Dagegen weicht die Gestalt der Raphiden selbst wesentlich von derjenigen der Pseudoraphiden ab. Sie sind sehr schlank, die dickeren im Querschnitt deutlich gerundet-viereckig (bei *Kniphofia* scheinen sie jedoch von scharfkantig-quadratischem Querschnitt zu sein), und nach den Enden zu allseitig zugespitzt.

Diese Zellen könnten mit demselben und vielleicht mit grösserem Recht zu unseren Krystallzellen wie zu den Raphidenzellen gerechnet werden; ich belasse sie, der Gestalt der Krystalle wegen, vorläufig bei den letzteren. Man sieht jedenfalls schon aus dem hier angeführten, dass die Raphidenzellen unter einander recht verschieden sind und noch in mancher Hinsicht einer näheren Untersuchung bedürfen.

Auch sonst kommen zuweilen Uebergänge zwischen unseren Krystallzellen und anderen, weniger charakteristisch ausgebildeten Krystallbehältern vor. So fand ich, durch eine Angabe Gulliver's aufmerksam gemacht, im Blatt von *Cypripedium insigne* langgestreckte Krystalle von ausgesprochener Agavenform einzeln oder zu zweien in sehr engen Zellen, welche ganz in derselben Weise comprimirt wie unsere Krystallzellen und höchst wahrscheinlich ebenfalls todt sind, deren Membran aber sehr zart und durchaus unverkorkt ist. Dasselbe ist bei den Krystallzellen in den Blättern der *Veratrum*-Arten der Fall, wo indess auch die Form der Krystalle selbst mehr abweicht. Bei *Veratrum nigrum* finden sich die Krystalle einzeln, zu mehreren, oder in ganzen Bündeln pro Zelle vor; es sind theils einfache Krystalle von plumper Säulenform, an den Enden durch je eine wenig geneigte Fläche abgeschnitten (Fig. 13bis A), theils Zwillinge (Fig. 13bis B). Bei *Veratrum album* finden sie sich nur zu 1—2 und haben völlig stumpfe, quer abgestutzte Enden (gehören aber trotzdem dem monoklinen System an). Bei allen drei Pflanzen ist der Querschnitt der Krystalle quadratisch oder rechteckig und weist deutliche Felderung auf. Es ist natürlich reine Geschmackssache, ob man solche Fälle auch noch zu unseren Krystallzellen zählen soll, in welchem Fall der Begriff etwas weiter gefasst werden müsste, oder ob man sie davon ausschliessen will. — Ferner gehören möglicher Weise hierher auch die krystallführenden Zellen von *Astelia Banksii* und im Blatt von *Convallaria*, welche ebenfalls unverkorkt gefunden wurden; da aber in beiden Fällen die Krystallzellen gerundet und plasmahaltig waren, so ist bei ihnen eine spätere Verkorkung nicht ausgeschlossen (vergl. den speciellen Theil und Kap. II).

*) Dass diese Zellen verkorkt und vom Raphidenbündel „vollständig“ ausgefüllt sind, hat schon Zacharias (639) für einige *Aloë*-Arten angegeben.

IX. Physiologisches.

Vom physiologischen Standpunkt betrachtet, springt es zunächst in die Augen, dass unsere Krystallzellen einen Fall besonders extremer Anpassung pflanzlicher Zellen an die Function als Exeretbehälter repräsentiren. Nach den vorliegenden Daten dürfen wir die Calciumoxalatkrystalle in den Pflanzen im Allgemeinen nur als ein bedingtes Exeret betrachten, welches unter Umständen auch als Reservestoff in Anspruch genommen werden und wieder in den Stoffwechsel gerissen werden kann. Es gilt das nicht nur für das diffus vertheilte, sondern auch für das in besonderen differenzirten Krystallbehältern abgelagerte Calciumoxalat; so ist z. B. bekannt, dass die in jungen Knollen epiphytischer *Orchidaceen* reichlich auftretenden Raphidenbündel beim weiteren Wachsthum der Knollen wieder vollständig verschwinden können. Ich selber machte bei Gelegenheit der vorliegenden Untersuchungen an einem Blatt von *Cordylīne Banksii* (Herbarmaterial) die frappirende Beobachtung, dass auffallend viele der Raphidenbündel ganz oder theilweise aufgelöst waren, aber ihre frühere Existenz und Grösse durch ihre zurückgebliebenen Hüllen verriethen; die Hüllen der Raphiden bieten also, ebenso wie der das Bündel umgebende Schleim, keinen Schutz gegen eine nachträgliche Wiederauflösung. In unseren Krystallzellen hingegen ist, dank der so schwer permeablen Suberinlamelle, wozu meist noch der Luftgehalt der Zelle und oft eine verkorkte Hülle um jeden einzelnen Krystall kommt, eine Auflösung der Krystalle vollkommen ausgeschlossen, sie sind ein unbedingtes Exeret, und man darf sagen, dass sie, obgleich im Körper befindlich, doch aus dem Organismus ausgeschlossen sind. Dasselbe gilt übrigens auch für die anderen verkorkten Krystallbehälter, welche am Schluss des Kap. II. erwähnt wurden.

Bezüglich der Zugehörigkeit zu den bekannten Schimper'schen physiologischen Kategorien des Calciumoxalats, ist es für die im Grundgewebe liegenden Krystallzellen zweifellos, dass die in ihnen enthaltenen Krystalle zu dem primären Calciumoxalat gehören, welches in noch wachsenden Organen unabhängig vom Licht und Chlorophyll entsteht. Denn die meisten Krystallzellen sind schon in jugendlichen, noch völlig farblosen und dem Licht unzugänglichen Organtheilen voll ausgebildet und verkorkt, und wenn auch manchmal, wie in den Blättern von *Cordylīne indivisa* und *Iris germanica*, das Wachsthum der Krystalle noch in ergrüntem Theilen fortdauert, so sind dieselben doch in chlorophyllfreien und unbelichteten Blatttheilen entstanden. Ferner finden sich die Krystallzellen in gleicher Ausbildung und Häufigkeit auch in unterirdischen Organen, und zum Ueberfluss hat Zalenski noch festgestellt, dass bei panachirten Exemplaren von *Agave americana* in Bezug auf die Krystalle kein Unterschied zwischen den grünen und farblosen Partien bestand.

Dasjenige Kalkoxalat, welches sich in der Nachbarschaft sclerotischer Gewebe in oft so auffallender Menge ansammelt,

hat Kohl (43 ff.) von dem Schimper'schen primären Kalkoxalat getrennt und zu einer besonderen Kategorie, die er tertiäres Kalkoxalat nennt, erhoben, welches er für ein Nebenproduct bei der Cellulosebildung hält. Es entsteht die Frage, ob nicht diejenigen unserer Krystallzellen, welche die Stränge begleiten, hierher zu zählen sind, da dieselben meist eine auffallende Beziehung zu dickwandigen Geweben, nämlich entweder den Sclerenchymfasern oder den dickwandigen Tüpfelgefäßen der amphivasalen Leitstränge aufweisen. Doch spricht gegen diese Vermuthung schon der Fall von *Polianthes*, wo die Faserbelege der Leitstränge unverdickt und unverholzt bleiben und doch in gleicher Weise, wie sonst die Sclerenchymbelege von Krystallzellen begleitet werden (Fig. 14, 15); desgleichen diejenigen Fälle, wo Krystallzellen, in allerdings geringer Zahl, sclerenchymfreie Leitstrang-Anastomosen begleiten. Vollends zeigt aber die Entwicklungsgeschichte, dass die Krystallablagerung mit der Verdickung des Sclerenchym nicht zu thun hat, denn in allen untersuchten Fällen entstehen die Krystalle an den Strängen lange vor Beginn der Verdickung und meist sind die Krystallzellen völlig ausgebildet und abgestorben, wenn die Verdickung des Sclerenchym noch nicht begonnen hat oder eben erst beginnt. Auch an den secundären Leitsträngen im Stamm von *Cordyline indivisa* treten die Krystallzellen bereits auf, wenn die Stränge erst kürzlich angelegt und noch in lebhafter Zellvermehrung und Wachstum begriffen sind, und noch vor Fertigstellung der Tüpfelgefäße sind sie bereits ausgebildet. Es ist somit sicher, dass die Kalkoxalatbildung mit der Membranverdickung in diesem Fall nichts zu thun hat. Die die Stränge begleitenden Krystalle gehören, ebenso wie diejenigen im Grundgewebe, zum primären Kalkoxalat auch im Kohl'schen Sinne und entstehen im Zusammenhang mit dem Wachstum des jungen Gewebes. Dass sie gerade an den künftigen Sclerenchymsträngen auftreten, und zwar später als die gleichen Krystalle im Grundgewebe, dürfte sich dadurch erklären, dass gerade dasjenige Desmogen, welches später zu Sclerenchym wird, oft noch relativ spät ein erhebliches Dickenwachstum erfährt, so wie das auch mit den jungen secundären Strängen der baumartigen *Liliaceen* der Fall ist. — In Anbetracht dieses Resultates dürfte es sich fragen, ob nicht auch in zahlreichen anderen Fällen der angenommene causale Zusammenhang zwischen Membranverdickung und Krystallablagerung nur ein scheinbarer ist.

Im VI. Capitel wurde dargelegt, dass in Blättern die Krystallzellen oft eine auffallende Beziehung zu der Oberfläche des Organs und manchmal speciell zu den Athemhöhlen erkennen lassen, indem sie in der Nachbarschaft der genannten Orte zahlreicher und anders ausgebildet sein können und in solchen Fällen auch erheblich später entstehen, als in dem inneren Gewebe. Solche „oberflächliche“ Krystallablagerung scheint auch sonst nicht gerade selten zu sein. So sah Zacharias (641) in den Blättern von *Mesembryanthemum* in der subepidermalen

Schicht Raphidenzellen, die von den im inneren Gewebe befindlichen in vielen Hinsichten verschieden waren; ich selbst erinnere mich in den Stämmen gewisser *Cactaceen* subepidermal eine fast continuirliche Schicht von Krystalldrusen beobachtet zu haben, die sich durch ihre Kleinheit von den tiefergelegenen Drusen auffallend unterschieden. Zuweilen enthalten die Epidermiszellen selber Krystalle (z. B. im Blatt von *Vanilla planifolia*) und bei einem *Cissus*-Zweig fand ich krystallführende Zellen im Füllgewebe der Lenticellen, was mit dem Vorkommen unserer Krystallzellen in Athemböhlen in Parallele gestellt werden kann. Andererseits sei an die bekannte Thatsache erinnert, dass bei vielen submersen Wasserpflanzen, bei denen die inneren Luftgänge gewissermaassen die äussere Atmosphäre ersetzen, Krystalle sich in auffallender Weise in der nächsten Nachbarschaft dieser Luftgänge häufen (vergl. De Bary, 229—230). Ohne aus diesen immerhin vereinzelt und noch näher zu untersuchenden Thatsachen bestimmte Schlüsse ziehen zu können, möchten wir doch wenigstens die Frage aufwerfen, ob in diesen Fällen nicht vielleicht gemeinsame, besondere physiologische Bedingungen für die Ablagerung des Kalkoxalats vorliegen, welche die Unterscheidung der betr. Vorkommnisse als einer besonderen physiologischen Kategorie des Kalkoxalats rechtfertigen würden.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit noch eine allgemeine Frage berühren, nämlich die Frage nach der Ursache der Anhäufung des Kalkoxalats in bestimmten, als Krystallbehälter fungirenden Zellen. Es kann kaum angenommen werden, dass die Oxalsäure, die doch jedenfalls ein Nebenproduct allgemeiner Lebensprocesse ist, nur in bestimmten Zellen entstehen und daher nur hier durch den Kalk niedergeschlagen werden sollte. Noch weniger möglich ist die Annahme, dass die Oxalsäure zwar überall entsteht, aber mit dem ebenfalls allverbreiteten Kalk nur in bestimmten Zellen zusammentreffen sollte. Es muss also oxalsaurer Kalk überall entstehen, trotzdem aber nur an bestimmten Zellen zur Abscheidung kommen. Nun könnte man meinen, dass, wenn die das Gewebe durchtränkende Kalkoxalatlösung den Sättigungsgrad überschreitet, die Krystallisation an beliebigen discreten Punkten beginnt, und dann die einmal vorhandenen Kryställchen, nach den bekannten Gesetzen, Centren für den weiteren Krystallisationsprocess bilden; es wäre demnach Sache des Zufalls, welche Zellen zu Krystallbehältern werden. Doch auch diese Annahme scheint mir unhaltbar zu sein. Erstens sind die Krystallzellen oft nicht gleichmässig in dem sonst gleichartigen Gewebe vertheilt, sondern in bestimmter Weise angeordnet, z. B. in Längsreihen. Zweitens, wie wäre es bei obiger Annahme möglich, dass in bestimmten Zellen eine ganze Menge kleiner Kryställchen dicht bei einander entstehen, während die meisten anderen Zellen völlig frei davon bleiben? Drittens, wenn die krystallbildenden Zellen nicht von vornherein eine von den übrigen abweichende Form haben (wie mir das in den Blättern von *Iris* der Fall zu sein schien), so nehmen sie doch in der

Folge sehr oft eine wesentlich abweichende Form an; und wir haben bereits oben (Kap. V) gesehen, dass die Form der Zellen unmöglich erst durch diejenige der Krystalle bedingt werden kann. Es scheint mir also die Forderung unabweisbar, dass die Krystalle nicht in beliebigen, sondern in besonderen präformirten Zellen entstehen, nach denen der gelöste oxalsäure Kalk aus dem umliegenden Gewebe strömt und in denen er sich so anhäuft, dass er gerade hier zur Krystallisation kommt. Damit dies der Fall sei, muss das Protoplasma dieser Zellen die spezifische Fähigkeit besitzen, gelöstes Kalkoxalat fortgesetzt aus den umliegenden Zellen aufzunehmen, obgleich es bereits eine gesättigte Lösung desselben enthält; die Aufnahme muss also entgegen den osmotischen Gesetzen, durch active, mit Energieaufwand verbundene Lebensthätigkeit erfolgen.

Diese spezifische Befähigung des Protoplasmas zur Aufnahme von Kalkoxalat fällt häufig mit anderen besonderen Eigenschaften desselben zusammen, welche die Krystallbehälter vor anderen Zellen auszeichnen; denn die abweichende Wachstumsweise, die mangelnde Theilungsfähigkeit, der oft abweichende sonstige Zellinhalt (Mangel der Chloroplasten, besonders reichlicher Plasma-gehalt in gewissem Entwicklungsstadium), die Membranverkorkung, alles das muss in spezifischen Eigenschaften des Protoplasten seinen Grund haben.

Wenn spezifische, das Kalkoxalat speichernde und daher als Krystallbehälter fungirende Zellen fehlen, oder wenn dieselben ihre Thätigkeit eingestellt haben, während die Production der Oxalsäure noch andauert, dann lagert sich das entstehende Kalkoxalat in der sogenannten „diffusen“ Weise ab, d. i. in allen Zellen eines Gewebes oder in zahlreichen beliebigen Zellen, die sich sonst in nichts von den übrigen unterscheiden.

Wie ich aus einer sehr interessanten Schrift Overton's (N. XIV des Litteraturverzeichnisses) entnehme, sind in der Thierphysiologie bereits zahlreiche Fälle sicher bekannt, wo eine Aufnahme resp. Secretion bestimmter Stoffe entgegen den Gesetzen der Osmose, durch active Thätigkeit des Protoplasten stattfindet; so die Aufnahme von Chlornatrium aus dem Darminhalt in Blut und Lymphe, die Absonderung des Harnstoffes aus der $\frac{1}{2}^0/_{00}$ Lösung im Blut in die 3⁰/₀ Lösung im Harn; namentlich den Drüsenzellen kommt die Befähigung zu solcher „adenoider Thätigkeit“, wie Overton sie nennt, zu. Overton betont in der angeführten Arbeit, dass auch im pflanzlichen Stoffwechsel analoge Erscheinungen verbreitet sein müssen. Die obigen Erörterungen zeigen, dass die spezifischen Krystallbehälter ein gutes Beispiel „adenoider Thätigkeit“ im Pflanzenreich liefern: und dasselbe dürfte auch für andere excretführende Zellen, sowie für die Epithelzellen intercellularer Excretbehälter gelten, bei denen die

allgemeinen Verhältnisse meist ähnlich sind wie in den Krystallbehältern. Die spezifische Befähigung zur Aufnahme resp. Ausgabe bestimmter Stoffe haben die pflanzlichen Excretbehälter mit den thierischen Drüsen gemein, und insofern ist ihre früher übliche, jetzt fast ganz ausser Gebrauch gekommene Bezeichnung als „innere Drüsen“ sehr wohl berechtigt.

Spezieller Theil.

Beschreibung der untersuchten Objecte, bei denen Krystallzellen vorkommen*).

*Liliaceae-Dracaenoideae***).

Yucca gloriosa, Blätter. Sehr reich an Krystallzellen, ausserdem Raphidenzellen. Es kommen vor:

a) Langgestreckte Zellen mit 1—3 grossen Krystallen, die nach Zalenski bis 140 μ lang werden.

b) Weniger gestreckte, breitere Zellen (etwa 3—4 mal so lang als breit), mit einem Bündel von ca. 5—20 kleineren Krystallen.

c) Kurz-parenchymatische Zellen (kaum 1½ bis 2 mal so lang als breit), mit einem Bündel von sehr zahlreichen (bis mehrere Hundert) sehr kleinen (nach Zalenski 25—40 μ langen) und dünnen Krystallen (Fig. 24).

d) Isodiametrische Zellen von der Grösse und allgemeinen Form der angrenzenden Parenchymzellen, mit zahlreichen regellos gestellten Kryställchen, die zum Theil noch kürzer, aber nicht so dünn werden, wie in c, darunter zuweilen einzelne bedeutend breitere (Fig. 25).

a an den Sclerenchymbelegen der Leitstränge und im ganzen Mesophyll mit Ausnahme der peripherischen Schichten, mit vereinzelten Ausnahmen longitudinal oder wenig geneigt; b und c im ganzen Mesophyll, nach der Oberfläche zu zahlreicher und kleiner werdend, reichen bis an die Epidermis und ragen sehr oft in die Athemböhlen hinein, so dass die meisten Athemböhlen eine bis mehrere Krystallzellen führen. Die Zellen haben im ganzen Mesophyll alle möglichen Richtungen. d im Mesophyll zerstreut, bald sehr selten, bald häufiger, aber doch weit seltener als die übrigen Arten. — Im inneren Mesophyll alle 4 Arten durcheinander.

Die Zellen a, b, c eng, die Membran den Krystallen grösstentheils angepresst, leere Enden fehlend oder kurz. Luftgehalt namentlich bei den b, c, d reichlich.

*) In Bezug auf die systematische Eintheilung folge ich Engler und Prantl's Natürl. Pflanzenfamilien. In Bezug auf die Speciesnamen halte ich mich an den Index Kewensis; den Autornamen gebe ich nur da an, wo der betreffende Speciesname mit dem betr. Autornamen im Index Kewensis überhaupt nicht figurirt. Mit (Tr.) sind diejenigen Objecte bezeichnet, welche an aus St. Petersburg erhaltenem Herbarmaterial untersucht wurden.

**) Vgl. die Uebersicht aller untersuchten *Liliaceen* im Anhang 1.

Suberinlamelle ziemlich dünn, Aussenlamelle dünn, nicht färbbar (d. h. mit Cellulosereagentien), ihre Anwesenheit bei den *b*, *c*, *d* zweifelhaft.

Hüllen der Krystalle in allen Arten von Zellen beobachtet, meits zart, in den Zellen *a* und zuweilen den *b* kommen auch derbe, verkorkte vor.

Krystalle im Querschnitt meist quadratisch, gefeldert (Fig. 23). Zuschärfung meist kurz, ausnahmsweise mit scharfen Winkeln.

Rhizom (kurz, oberirdisch kriechend). Krystallzellen in der Rinde und besonders im dünnwandigen unverholzten Grundgewebe des noch ziemlich geringen secundären Zuwachses; im primären Gewebe des Centraleylinders nicht gesehen. Zellen der Form *b* und namentlich *c* (*a* und *d* nicht gesehen) haben alle möglichen Richtungen. Sonst wie im Blatt.

Yucca filamentosa, Blatt. Krystallzellen (wohl abnormerweise) sehr spärlich, um die Formen *b* und *c* gesehen.

Yucca aloifolia, Blätter. Das centrale, hier chlorophyllfreie Mesophyll des dickeren Blattes ist frei von Krystallen. In den Krystallzellen *c* Krystalle weniger zahlreich, so dass kein ausgesprochener Unterschied zwischen den *b* und *c* vorhanden ist. Die Form *d* fehlt (dieselbe habe ich überhaupt nur bei *Y. gloriosa* gesehen). Sonst wie *Y. gloriosa*. — In Präparaten aus dem Blatt eines sehr alten und im Absterben begriffenen Exemplars habe ich gar keine Krystallzellen (und nur eine einzige Rhabdizelle) finden können.

Yucca glauca, Blatt (Tr.). Fast wie *Y. gloriosa*, doch in den Athemhöhlen keine Krystallzellen gesehen.

Yucca Whipplei, Blatt (Tr.). *a* nur zwischen den Sclerenchymbelegen und der Epidermis, mit relativ kurzen Krystallen. Im Chlorenchym sehr zahlreiche parenchymatische Zellen mit Bündeln von nur etwa 10 kleinen Krystallen, fast stets schräg oder radial gerichtet.

Yucca amphora (?)*, Blatt (Tr.). *a* wie bei *Y. gloriosa*, ausserdem im Mesophyll verschieden gerichtete Zellen mit einem Bündel von 5—10 kleinen Krystallen. Die Pflanze könnte hienach ebensogut eine *Nolina* oder ein *Dasyvirion* sein.

Hesperatoë yuccaefolia, Blatt (Tr.). Weicht von *Yucca* bedeutend ab. Krystallzellen sämtlich longitudinal, mit 1(—2) Krystallen, nur im Mesophyll gesehen, nach der Oberfläche zu zahlreicher. Zellen meist ganz eng. Suberinlamelle dick, Aussenlamelle relativ dick, direkt sichtbar. Krystalle ziemlich kurz, im Querschnitt meist rechteckig.

Nolina recurvata (= *Pincenectia tuberculata*, *Beaucarnea stricta*), Blatt. Zweierlei Krystallzellen: *a*) mit 1—4 grösseren Krystallen, nur an den Sclerenchymbelegen der Leitstränge, spärlich, longitudinal gerichtet, *b*) mit einem Bündel von 5—12

*) Dieser Name ist im Index Kewensis überhaupt nicht aufgeführt, die Zugehörigkeit der Pflanze bleibt also zweifelhaft.

und mehr kleinen bis sehr kleinen Krystallen (die aber nicht so dünn werden wie bei *Yucca gloriosa*), im Mesophyll, zahlreich, bis an die Epidermis reichend, doch nicht in Athemhöhlen; Richtung meist longitudinal (oft ausgedehnte Längsreihen), in den peripherischen Zellschichten auch stark geneigt bis radial.

Zellen mehr oder weniger gestreckt und meist eng, lufthaltig. Suberinlamelle zart, ohne Reagentien nicht auffallend. Aussenlamelle nicht sicher nachweisbar. Krystalle im Querschnitt quadratisch. Hüllen vorhanden, meist zart. — Raphidenzellen vorhanden.

Zalenski giebt für das gleiche Object ein nicht unwesentlich abweichendes Verhalten an, nämlich die Zellen *a* im Mesophyll, die Zelle *b* nur subepidermal und in Athemhöhlen. Vermuthlich haben uns in Wirklichkeit verschiedene Species vorgelegen.

Nolina georgiana, Blatt (Tr.). Krystallzellen spärlich, sämmtlich longitudinal. *a*) an den Sclerenchymbelegen, mit einzelnen grösseren Krystallen, *b*) im Chlorenchym, mit mehreren kleineren Krystallen, *c*) daselbst, mit einem Bündel von zahlreichen sehr kleinen Krystallen. Suberinlamelle deutlich. — Raphidenzellen zahlreich.

Nolina microcarpa, Blatt (Tr.). Nur eine Art Krystallzellen, mit 2 bis mehreren Krystallen von sehr variabler Grösse, am Sclerenchym und sehr zahlreich im Chlorenchym, alle longitudinal, oft in Reihen. Zellen oft mit langen, leeren, collabirten Enden. Suberinlamelle dick. — Keine Raphidenzellen gesehen.

Nolina Lindheimeriana, Blatt (Tr.). Wie die obige Art, aber die Krystallbildung ist (wahrscheinlich abnormer Weise) unterblieben, nur manchmal finden sich 1—2 winzige stabförmige Kryställchen in einer Zelle. Die leeren Krystallzellen sind trotzdem an ihrer comprimierten Form erkennbar, und mittels $\text{JKK} + \text{H}_2\text{SO}_4$ wurde die Anwesenheit einer Suberin- und Aussenlamelle in ihrer Membran constatirt.

Nolina Hartwegiana, Blatt (Tr.). Das Blatt ist im Habitus und anatomischen Bau den übrigen Arten sehr unähnlich, schliesst sich aber in Bezug auf die Krystallzellen an einige derselben nahe an. Krystallzellen spärlich, von einerlei Art, mit 1—4 relativ grossen Krystallen, longitudinal, am Sclerenchym und im Chlorenchym bis an die Epidermis, aber nicht in Athemhöhlen. — Raphidenzellen vorhanden.

Nolina Brittoniana Nash. *), Blatt (Tr.). Krystallzellen nur im Mesophyll gesehen, longitudinal, mit 1—2 ziemlich grossen Krystallen.

Nolina latifolia (?)**), Blatt (Tr.). Krystallzellen am Scleren-

*) Ein solcher Name existirt im Index Kewensis nicht; nach dem Habitus und Bau des Blattes ist die Pflanze eine typische *Nolina* und mit keiner der anderen untersuchten Arten identisch.

**) Das Blatt wurde mit der Bezeichnung *Dasyllirion latifolium* (ohne Autornamen) erhalten. Nach dem Index Kewensis existirt ein solcher Speciesnamen weder bei *Dasyllirion* noch bei *Nolina*. Nach dem anatomischen Bau ist es entschieden kein *Dasyllirion*, sondern eine typische *Nolina*.

chym und im Chlorenchym zahlreich, longitudinal, mit 1—4 relativ grossen Krystallen. Suberinlamelle sehr auffallend.

Dasyllivion glaucophyllum, Blatt. Das dicke, schmale Blatt besteht aus farblosem centralelem Gewebe und aus einem peripherischen Chlorenchymmantel, welcher durch die mächtigen, von der Epidermis bis zum Centralgewebe durchgehenden Stränge in isolirte Längsstreifen zerlegt wird. Die Krystallzellen sind von zweierlei Art: *a*) Zellen mit 1—2 (vereinzelt bis zu 4) mittelgrossen Krystallen, longitudinal, finden sich häufig an den Sclerenchymbelegen der Stränge und vereinzelt im Centralgewebe; *b*) im Chlorenchym zahlreiche Zellen mit meist 2—5 (ausnahmsweise nur mit 1 oder mit mehr als 5) Krystallen, deren Grösse von mittelgross bis sehr klein schwankt. Sie kommen bis an die Epidermis vor, aber meiden die Athemböhlen. Richtung longitudinal bis radial. Ausserdem finden sich im Chlorenchym vereinzelt *c*) ganz kurze Zellen mit 2 bis mehreren kleineren Krystallen, die nicht parallel gerichtet sind, sondern sich kreuzen (Fig. 29).

Die Zellen sind höchstens nur wenig länger als die Krystalle, meist stark comprimirt (Fig. 27, 28, 29); doch kommen unter den *b* auch nicht selten geräumige Zellen mit nicht oder kaum eingedrückten Wänden vor (Fig. 26).

In solchen geräumigen Zellen finden sich mehr oder weniger reichlich vacuolige stark veränderte Inhaltsreste (Fig. 26); näheres über dieselben siehe in Kap. IV; auch in den stark comprimirten Zellen sind dieselben meist vorhanden (Fig. 27), doch in geringerer Menge. Im übrigen wurde in den Krystallzellen jeglicher Art Luftgehalt constatirt.

Suberinlamelle derb. Eine zarte, schwach färbbare Aussenlamelle liess sich nur bei den Krystallzellen im Centralgewebe nachweisen.

Hüllen der Krystalle in der Regel derb und verkorkt, oft von ganz demselben Aussehen wie die Suberinlamelle der Membran (Fig. 27, 28, 29). Raphidenzellen spärlich.

Dasyllivion graminifolium und *D. Wheeleri*, Blätter (Tr.). Fast ganz ebenso wie die obige Art. Die Krystalle sind im Allgemeinen kleiner, die Krystallzellen im Chlorenchym fast alle radial gerichtet; die Suberinlamelle ist weniger auffallend.

(Fortsetzung folgt).

Sogenannte unsichtbare Rauchbeschädigungen.

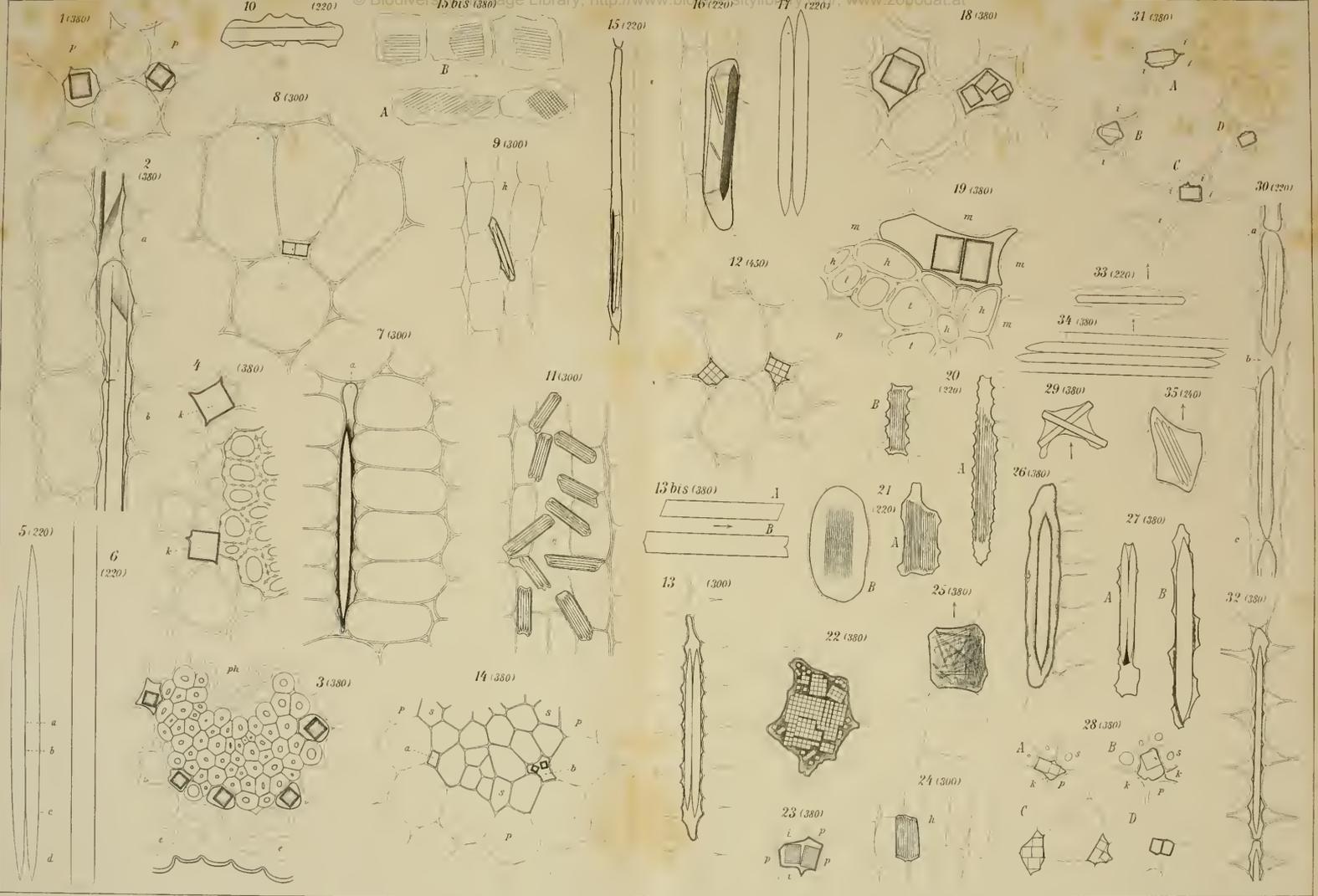
Von
P. Sorauer (Ref.) und E. Ramann.

(Fortsetzung.)

3. Nachträgliche Veränderungen.

Abgesehen von dieser Schwierigkeit kommt zunächst die Frage in Betracht, ob nicht andere Ursachen dieselben Störungen hervorzurufen vermögen, und man denkt dabei in erster Linie an

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



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): Rotherth Wladislaw, Zalenski von Wjatscheslaw

Artikel/Article: [Ueber eine besondere Kategorie von Krystallbehältern.
\(Fortsetzung.\) 145-156](#)