

# 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. 43.

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.)

VI. Vertheilung und Anordnung der Krystallzellen in den Geweben.

In Blättern können Krystallzellen an folgenden Orten vorkommen:

A. An den Sclerenchymbelegen der Leitstränge (resp., bei *Polianthes*, an den diesen entsprechenden Belegen aus dünnwandigen unverholzten Faserzellen, Fig. 14), sowie an isolirten Sclerenchymsträngen, wo diese vorkommen, seltener auch an der sclerenchymfreien Seite der Leitstränge und an den sclerenchymfreien feineren Leitstrang-Anastomosen. Diese Krystallzellen sind

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

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

meist so gelegen, dass sie einerseits an das verholzte Stranggewebe, andererseits an das unverholzte Grundgewebe grenzen (Fig. 3, 28 A, B); sind die Stränge von einer differenzirten Parenchymseide umgeben, wie bei *Phormium* (wo dieselbe verholzt ist), so liegen die Krystallzellen innerhalb derselben. Sie haben fast stets die im vorigen Kapitel beschriebene Form 1 (die Zellen langgestreckt, mit einem bis wenigen Krystallen), — eine Ausnahme bilden einige Objecte, bei denen überhaupt nur Zellen mit Krystallbündeln vorkommen, so einige *Cordyline*-Arten, das Rhizom von *Reineckia*. Die Zellen sind durchgängig in der Richtung der Stränge gestreckt.

B. Im Chlorenchym; hier können alle Formen von Krystallzellen vorkommen.

C. Wo in dickeren Blättern ein chlorophyllfreies oder chlorophyllarmes centrales Gewebe vorhanden ist, finden sich auch in diesem Krystallzellen, welche durchgängig der Form 1 angehören, so bei *Iris germanica*, *Dasyliurion*, *Phormium*, *Aspidistra* (im Blattstiel), allen *Agave*-Arten. Eine Ausnahme macht nur *Yucca aloifolia*.

Die Vertheilung der Krystallzellen auf die einzelnen Gewebe ist bei verschiedenen Pflanzen, manchnal selbst nahen Verwandten, sehr wechselnd. So wurden Krystallzellen gefunden:

Nur an den Strängen bei *Polianthes*.

An den Strängen zahlreich, im Chlorenchym vereinzelt bei *Aspidistra*, *Rohdea*, *Reineckia*.

An beiden Orten gleich häufig bei den *Iridaceen*, den *Dasyliurion*-Arten, einigen *Nolina*-Arten, den meisten *Cordyline*-Arten, *Astelia Banksii*.

Im Chlorenchym häufig, an den Strängen selten bei einigen *Nolina*-Arten, *Cordyline indivisa*, *Phormium*, den *Agave*-Arten.

Nur im Chlorenchym bei *Convallaria* (nächstverwandt mit *Reineckia*!), *Ophiopogon*, *Liriope*\*), und wahrscheinlich noch bei einigen anderen.

Wo sich Krystallzellen an beiden Orten vorfinden, pflegen sie sich mehr oder weniger von einander zu unterscheiden, indem oft die Formen der Krystallzellen im Chlorenchym durchgängig oder vorwiegend andere sind, als an den Strängen; selbst wo nur einerlei Krystallzellen vorkommen, wie bei den *Iridaceen*, pflegt ein Unterschied wenigstens in der Hinsicht zu bestehen, dass die Zellen und Krystalle an den Strängen kleinere Dimensionen haben (vergl. Fig. 1 und 3). Auch zeigt die Entwicklungsgeschichte, dass die Krystalle an den Strängen später auftreten und später ihre definitive Grösse erreichen, als die entsprechenden Krystalle im Chlorenchym oder Centralgewebe.

Im chlorophyllführenden Mesophyll sind die Krystallzellen bald ziemlich gleichmässig über das ganze Blatt vertheilt, bis in die subepidermale Schicht, bald fehlen sie in den oberflächlichen Schichten (so nach meinen Beobachtungen bei *Convallaria*, *Reineckia*, *Rohdea*, *Aspidistra*, *Phormium*) oder sind doch hier selten (*Iris germanica*, *Cordyline indivisa*), bald nehmen sie um-

\*) Bei den zwei letztgenannten Pflanzen fehlen Krystallzellen an den Strängen, finden sich aber zahlreich an dem hypodermalen Sclerenchym.

gekehrt nach der Peripherie an Zahl zu. Im letzteren Fall macht sich zwischen den inneren und peripherischen Krystallzellen eine Differenz bemerklich, welche im Allgemeinen dahin geht, dass nach der Oberfläche des Blattes zu die Krystalle kleiner und zahlreicher werden und dementsprechend auch die Form und Grösse, manchmal auch die Richtung der Zellen, sich ändert. So ist es bei den *Yuccae*-, den *Ophiopogonoideae*- und den *Agave*-Arten. Wo im inneren Mesophyll verschiedene Arten von Krystallzellen vertreten sind, wie bei *Yucca gloriosa* und *Ophiopogon*, treten nach der Oberfläche zu die gestreckten Formen mehr und mehr zurück und die durchschnittliche Grösse der übrigen nimmt ab, bis in den subepidermalen Zellschichten nur noch die kleinsten und kürzesten Krystallzellen, aber in verstärkter Anzahl, übrig bleiben; bei den *Agave*-Arten werden die grossen, vorwiegend einzelne Krystalle führenden Zellen des inneren Mesophylls (Fig. 7) successive durch kleinere Zellen mit meist 2 oder mehreren Krystallen (Fig. 9) ersetzt. In den extremen Fällen endlich sind die inneren und peripherischen Krystallzellen ziemlich scharf von einander verschieden. Bei einigen *Agaven*, ganz besonders bei *Agave Verschaffelti*, finden sich im inneren Gewebe nur longitudinale Zellen mit 1 bis wenigen grossen Krystallen, während die in Fig. 11 und 12 dargestellten charakteristischen, weit kürzeren Bündelzellen, welche alle möglichen Richtungen haben, nur auf wenige peripherische Zellschichten beschränkt sind; bei *Liriope spicata* finden sich die kleinen Zellen mit in Platten angeordneten Kryställchen (Fig. 15 bis) ausschliesslich direct unter der Epidermis und dem 1—2 schichtigen schwach verdickten hypodermalen Sclerenchym, während im inneren Gewebe nur Bündelzellen vorkommen.

Bei einigen Pflanzen, speciell bei *Yucca gloriosa* und den meisten *Agave*-Arten, zeigen die peripherischen Krystallzellen eine ausgesprochene Vorliebe für die Athemhöhlen. Hier findet man an den meisten Athemhöhlen eine oder einige Krystallzellen, welche am Grunde derselben liegen (Fig. 9) oder seitlich an dieselben grenzen (Fig. 24) und oft theilweise frei in dieselben hineinragen. Ganz besonders ausgeprägt ist diese Beziehung bei *Agave Verschaffelti*, wo sich in einer jeden Athemhöhle mehrere bis viele Krystallzellen befinden, welche oft nur locker mit den Nachbarzellen verbunden sind und grossentheils frei in die Athemhöhle ragen (Fig. 11). — Bei zahlreichen Objecten besteht jedoch keine solche Beziehung, vielmehr scheinen die Krystallzellen, obwohl sie in der subepidermalen Schicht vorkommen, die Nachbarschaft der Athemhöhlen zu meiden (*Ophiopogon*, *Liriope*, *Dasylirion* u. A.).

Die Entwicklung der peripherischen Krystallzellen erfolgt relativ spät. Nach Zalenski entstehen bei *Agave*-Arten zuerst die Krystalle im inneren Mesophyll, dann diejenigen an den Sclerenchymbelegen der Leitstränge, und noch später diejenigen im peripherischen Gewebe; die letzteren beginnen erst aufzutreten, wenn die Krystallzellen des inneren Mesophylls bereits ausgewachsen und z. Th. verkorkt sind; in den Athemhöhlen von

*Agave Verschaffelti* findet die Entwicklung in centrifugaler Richtung statt und dauert recht lange an, so dass, wenn am Grunde der Athemhöhlen die Krystallzellen bereits verkorkt sind, in der Nähe der Epidermis noch ganz junge Entwicklungsstadien vorkommen. Desgleichen habe ich eine Entwicklung der Krystallzellen in centrifugaler Folge im Blatt von *Yucca gloriosa* constatirt.

Was die anderen untersuchten Organe anbetrifft, so treten in Wurzeln die Krystallzellen ausschliesslich im Rindenparenchym auf. In Rhizomen und Stämmen können sie im Rindenparenchym, Markparenchym und an den Sclerenchymbelegen der Leitstränge auftreten, entweder in allen diesen Geweben, oder nur in bestimmten derselben, bei den baumartigen *Liliaceen* auch im secundären Gewebe. In den Rhizomen von *Iris* und den Stämmen der *Cordylina*-Arten, wo die amphivasalen Stränge des Sclerenchym grenzen die dieselben begleitenden Krystallzellen an das peripherische Strangparenchym oder auch direct an die Tüpfelgefässe (Fig. 4, 19).

Die Richtung ist bei den gestreckten Krystallzellen fast stets longitudinal, d. i. parallel der Längsachse des Organs resp. den Strängen, oder doch nur wenig gegen dieselben geneigt; eine Ausnahme bilden nur die Zwiebeln und gestauchten Rhizome der *Iridaceen* und von *Aspidistra*, wo, entsprechend dem unregelmässigen Verlauf der Stränge, auch im Grundgewebe die Krystallzellen beliebig gerichtet sind. Auch die kürzeren Krystallzellen, welche mehrere Krystalle oder ein Krystallbündel enthalten, sind bei manchen Objecten, z. B. in den Blättern aller *Cordylina*-Arten, stets longitudinal gerichtet. Doch kann das Verhalten auch anders sein. So haben bei den *Yucca*-Arten die Bündelzellen im ganzen Mesophyll des Blattes und ebenso in der Rinde des Rhizoms alle möglichen Richtungen, longitudinal, tangential-quer und radial (d. i. senkrecht zur Oberfläche) nebst allen Uebergängen; bei *Yucca Whipplei* sind sie fast sämmtlich schräg oder radial gerichtet. Ebenso ist es im Mesophyll von *Nolina recurvata*. Im Chlorenchym der *Dasylirion*-Arten und im peripherischen Blattgewebe der *Agave*-Arten schwankt die Richtung der kleineren Krystallzellen zwischen radial und longitudinal. Im Blatt von *Convallaria* sind die Krystallzellen vorwiegend (wie auch die Zellen des Schwammparenchyms) quer gestellt (Fig. 33), seltener longitudinal oder in tangentialer Ebene geneigt, aber nicht radial. Verschieden aber nicht radial gerichtet sind auch die kleinen Krystallzellen von *Liriope*, während dieselben bei *Ophiopogon* alle möglichen Richtungen haben. Im Stamm von *Cordylina indivisa* halten die primären Krystallzellen die longitudinale Stellung ein, im secundären Zuwachs jedoch sind sie nicht selten auch schräg oder radial orientirt.

Die entwicklungsgeschichtliche Untersuchung des Blattes von *Yucca gloriosa*, wo Form und Lage der Krystallzellen die grösste Mannigfaltigkeit erreichen, ergab Folgendes. Die longitudinal orientirten Krystallzellen entstehen schon sehr früh, und zwar die

verschiedenen Formen in der Reihenfolge 1, 2a, 2b (siehe Kap. V). Bedeutend später, wenn die längsgerichteten Krystallzellen zum Theil schon ausgewachsen oder selbst verkorkt sind, erscheinen die anders gerichteten Krystallzellen des inneren Mesophylls, und noch später, wie bereits gesagt, die peripherischen Krystallzellen. In derselben Reihenfolge erfolgt auch das Auswachsen und die Verkorkung.

Was die Anordnung der Krystallzellen anbetrifft, so können dieselben sowohl einzeln als auch in kürzeren oder längeren longitudinalen Reihen auftreten. Letzteres betrifft am häufigsten die langgestreckten, longitudinal gerichteten Krystallzellen, kommt aber manchmal auch bei den kurzen Bündelzellen vor, und es können (so zuweilen im Blatt von *Yucca gloriosa*) lange und kurze, longitudinale und anders gerichtete Krystallzellen in einer Längsreihe hintereinander liegen; einigemal sah ich sogar Krystallzellen mit Raphidenzellen in einer Längsreihe untermischt.

Die Anordnung in Längsreihen (die übrigens wohl immer schon von vornherein begrenzt sind) braucht indess, auch wenn sie ursprünglich vorhanden war, im erwachsenen Zustand nicht nothwendig erhalten zu bleiben. Wenn nämlich die Krystallzellen absterben, während das Organ noch in die Länge wächst, so werden die Reihen gesprengt. In Fig. 30 sieht man mehrere Stadien einer solchen Sprengung; in *a* ist die ursprüngliche Art der Verbindung der Krystallzellen erhalten, in *c* beschränkt sich die Verbindung nur noch auf eine kleine Stelle, in *b* endlich ist die Mittelschicht der Membran zu einem dünnen Faden ausgezogen, und an anderen Stellen der nämlichen Längsreihe war der Faden zerrissen und die Zellen völlig getrennt. Im gegebenen Fall blieben die Zellen der Reihe höchstens durch geringe Zwischenräume von einander getrennt, woraus man entnehmen kann, dass sie erst relativ spät ausgewachsen und abgestorben sind (durch die relativ späte Entwicklung erklärt es sich auch, dass die an Sclerenchymsträngen befindlichen Krystallzellen am häufigsten deutliche Längsreihen bilden). Dauert aber das Längswachstum des umliegenden Gewebes nach dem Auswachsen der Krystallzellen noch längere Zeit an, so gerathen die einzelnen Zellen der ursprünglichen Reihe schliesslich mehr oder weniger weit auseinander, der zwischen ihnen entstandene intercellulare Raum kann durch die Querstreckung der angrenzenden Parenchymzellen verengt (Fig. 13, ober- und unterhalb der Krystallzelle) und schliesslich unterbrochen werden, so dass die Anzeichen der ursprünglichen Anordnung der Krystallzellen im erwachsenen Zustande schwinden. So kommt es, dass z. B. bei den *Agaven*, wo die Entstehung und Ausbildung der Krystallzellen schon sehr früh erfolgt, die Krystallzellen meist ganz isolirt liegen und nur selten zu zweien aneinander stossen. Wie die schliessliche Anordnung der Krystallzellen von der Wachstumsgrösse des Organs abhängt, hatte ich bei *Iris germanica* eine gute Gelegenheit, zu constatiren. In einem der ältesten, relativ kurz gebliebenen Blätter

eines Triebes bildeten die Krystallzellen lange Reihen und die benachbarten Zellen griffen sogar meist mit ihren Enden ziemlich weit übereinander (Fig. 2); in einem später gebildeten Blatt desselben Triebes, welches etwa die doppelte Länge erreicht hatte, waren hingegen die Reihen fast durchweg gesprengt (wenn auch noch erkennbar), trotzdem hier auch die Krystallzellen selbst grössere Länge erreichten als in dem ersten Blatt. Die Unterbrechung der Längsreihen kann übrigens, wie ich bei demselben Object fand, nicht erst nach dem Absterben der Krystallzellen, sondern auch weit früher erfolgen, sobald das Längenwachsthum der Krystallzellen hinter dem des übrigen Gewebes zurückbleibt. In einem jungen Blatt derselben Pflanze fand ich schon in dem zweitjüngsten untersuchten Entwicklungsstadium, wo die Krystallzellen erst einen kleinen Bruchtheil ihrer endgiltigen Länge erreicht hatten, die Reihen derselben zum Theil schon in Sprengung begriffen, und noch vor ihrem Absterben war dieser Process bereits vollendet.

Ein analoger Vorgang, wie diese Sprengung der Längsreihen, findet oft als Folge der Erstarkung des Organs in der Quer- richtung statt. Indem das umgebende Parenchym sich abrundet und die Intercellularen zwischen sich erweitert, werden die Krystallzellen zunächst der Quere nach gedehnt und reissen schliesslich hier und da von den angrenzenden Zellen ab. So kommt es, dass in lockeres Grundgewebe eingesprengte Krystallzellen grösstentheils frei in Intercellulargängen liegen, wie in Fig. 1, 18, 23, 30, und oft noch in weit höherem Grade als in diesen Figuren. Ebenso erklärt sich das freie Hineinragen der Krystallzellen in Athemhöhlen (Fig. 11); auch hier wird erst durch die Erweiterung der Athemhöhle ihre Verbindung miteinander und mit anderen Zellen grossentheils gelöst.

## VII. Die Verbreitung der Krystallzellen und ihre systematische Bedeutung.

Die Verbreitung der typisch ausgebildeten Krystallzellen, soweit sie von uns constatirt wurde, ist nur eine relativ geringe; wir haben dieselben nur in den Familien der *Iridaceen*, *Amaryllidaceen* und *Liliaceen* gefunden, während wir bei mehreren anderen Familien der *Monocotylen* (*Restionaceen*, *Commelinaceen*, *Bromeliaceen*, Palmen, *Pandanaceen*, *Araceen*, *Musaceen*, *Orchidaceen*) vergeblich danach suchten.

Verschiedene Autoren geben nun aber bei einer Anzahl von Pflanzen, die fast über das ganze System der Phanerogamen zerstreut sind, das Vorkommen von Zellen mit meist einzelnen Krystallen an, die als „lange vierseitige Prismen“, „sehr lang gestreckte klinorhombische Krystalle“, „spindelförmige Krystalle“, „beiderseits zugespitzte Krystallnadeln“ beschrieben werden, die also wohl in der Form mit den von uns studirten Krystallen übereinstimmen; und da uns derartige Krystalle nie anders als in typischen „Krystallzellen“ oder doch in diesen in der Hauptsache ähnlichen Zellen vorgekommen sind, so scheint die Vermuthung

berechtigt, dass dies auch in den übrigen Fällen zutreffen dürfte. In den wenigen Fällen, wo die Autoren auch der Zellen gedenken, in denen die Krystalle sich befinden (so bei *Typha* und den *Pontederiaceen*), wird auch gesagt, dass dieselben von den Krystallen vollständig ausgefüllt werden, was eine weitere Stütze der obigen Vermuthung bildet. Bei näherer Untersuchung dieser Fälle, (die mir bisher, meist aus Materialmangel, nicht möglich war) dürfte sich somit die Verbreitung der „Krystallzellen“ als weniger beschränkt erweisen. Am Schluss der Arbeit (Anhang 2) gebe ich eine systematische Zusammenstellung der Pflanzen, bei denen die fraglichen Krystalle gefunden worden sind, mit Angabe der Quellen; es ist das schon deshalb nicht überflüssig, weil eine solche Zusammenstellung bisher nicht existirt.

Innerhalb der drei obengenannten Familien kommen die Krystallzellen auch keineswegs überall vor. Nur bei den *Iridaceen* dürften sie vielleicht für die ganze Familie charakteristisch sein,\*) wenigstens in dem Sinne, dass hier keinerlei sonstige Krystallbehälter vorzukommen scheinen. Wir haben sie bei allen sieben untersuchten *Iris*-Arten gefunden, ferner bei einigen anderen Gattungen aus allen drei Unterfamilien, und Gulliver constatirte Krystalle von derselben Form wie bei *Iris* noch bei einigen weiteren Gattungen; bei *Sisyrinchium Bermudianum* jedoch fand ich überhaupt kein Calciumoxalat, und auch Gulliver vermisste es bei drei Arten dieser Gattung. Es sei noch hervorgehoben, dass die Krystalle bei dieser Familie eine andere Form haben als bei den zwei übrigen.

Unter den *Amaryllidaceen* scheinen die Krystallzellen nach unseren Erfahrungen auf die Unterfamilie *Agavoideae* beschränkt zu sein. Hier fanden wir sie bei allen (7) untersuchten *Agave*-Arten, sowie bei *Polianthes tuberosa*, und in der Litteratur liegen Angaben über das Vorkommen von Krystallzellen resp. von Krystallen der charakteristischen Gestalt für eine weitere *Agave*-Art und eine *Fourcroya*-Art vor (s. Anhang 2). Constant für die Unterfamilie sind die Krystallzellen jedoch nicht, denn bei *Doryanthes Palmeri* beobachtete Zalenski nur Krystallbehälter abweichender Art, nämlich unverkorkte Zellen mit je einem ziemlich stumpfen Zwillingskrystall (ähnlich wie Fig. 13bis, B), der von einer dicken, mit der Zellmembran verwachsenen und die Zelle grösstentheils ausfüllenden Cellulosehülle umgeben war.

Unter den *Liliaceen* endlich haben die Krystallzellen ihr Hauptverbreitungscentrum in der Unterfamilie *Dracaenoideae*. In den Tribus *Yuceae* und *Nolineae* kommen sie bei allen Gattungen vor, in der Tribus *Dracaeneae* finden sie sich durchgängig bei *Cordylina*, selten bei *Astelia*,\*\*) nicht bei *Dracaena* (von den Gattungen *Cohnia* und *Milligania* konnten keine Vertreter unter-

\*) Auch de Bary (149) giebt an, dass bei den *Iridaceen* nur „grosse säulenförmige Einzelkrystalle“ vorkommen.

\*\*) Hier übrigens nicht mit Sicherheit; vgl. *Astelia Banksii* im speciellen Theil.

sucht werden). In den übrigen Unterfamilien der *Liliaceen* haben wir theils keine Krystallzellen gefunden, theils fanden sich solche nur in bestimmten Tribus oder bei bestimmten Gattungen. Im Anhang 1 habe ich die Resultate der Untersuchung der *Liliaceen* in systematischer Anordnung zusammengestellt, unter Berücksichtigung der Angaben anderer Autoren über das Vorkommen langgestreckter prismatischer Krystalle.

Es ist bereits durch zahlreiche systematisch-anatomische Untersuchungen festgestellt worden, dass die systematische Bedeutung der Art der Ablagerung des Kalkoxalats, wie diejenige der meisten anatomischen Merkmale, eine wechselnde ist und nur von Fall zu Fall empirisch festgestellt werden kann. So ist es, wie man sieht, auch mit der systematischen Bedeutung unserer Krystallzellen. Manchmal sind dieselben vielleicht für ganze Familien (*Iridaceae*) charakteristisch, meist aber nur für bestimmte Tribus (die *Yuceae* und *Nolineae*, die relativ recht vollständig untersucht werden konnten und vielleicht auch die *Convallarieae*) oder Gattungen (so *Phormium* in der Tribus *Hemerocallideae* im Gegensatz zu *Hemerocallis* und *Funckia*, *Cordyline* im Gegensatz zu *Dracaena*, die meisten *Ophiopogoneae* im Gegensatz zu *Sansevieria*); endlich giebt es auch Gattungen, wo die Krystallzellen nur einzelnen Arten zukommen, wie *Astelia*, wo bei jeder der 5 untersuchten Arten die Ablagerung des Kalkoxalats anders ist und nur *A. Banksii* „Krystallzellen“ besitzt.

Was die speciellen Formen der Krystallzellen und ihre Vertheilung in den Geweben betrifft, so sind auch diese Charaktere bald mehr oder weniger constant, bald wechselnd. Die *Iridaceen* verhalten sich auch in dieser Beziehung fast völlig gleich. Die einander nächstverwandten Gattungen *Aspidistra* und *Rohdea* stimmen sehr gut überein, während bei den einander ebenso nahe verwandten *Convallaria* und *Reineckia* die Vertheilung der Krystallzellen ganz verschieden ist. *Ophiopogon* und *Liriope* verrathen ihre nahe Verwandtschaft durch den beiden gemeinsamen Besitz von Zellen mit Krystallplatten, die Vertheilung und Form dieser Zellen ist aber bei beiden verschieden. Die Gattung *Yucca*, von der Arten aus allen vier Sectionen untersucht wurden, ist durch die verschiedenen gerichteten Zellen mit Bündeln von zahlreichen kleinen Krystallen in den Blättern charakterisirt und von den anderen *Liliaceen* (auch von der zu der gleichen Tribus gehörigen *Hesperaloë*) zu unterscheiden. Die Arten der Gattung *Dasyilirion* sind einander in Bezug auf die Krystallzellen sehr ähnlich, während diejenigen der Gattung *Nolina* und *Cordyline* sich recht verschieden verhalten.

Besonders interessant ist die anscheinend durchgreifende, grosse Differenz zwischen den nahe verwandten Gattungen *Cordyline* und *Dracaena*. Es wurden bei 7 von 10 existirenden Arten von *Cordyline* die Blätter untersucht und überall wurden ausser Raphidenzellen auch Krystallzellen gefunden; dasselbe ist nach Kohl (96) auch bei einer weiteren Art der Fall, nämlich bei *Cordyline australis* (von K. als *Dracaena australis* bezeichnet).

In den Blättern von 14 untersuchten *Dracaena*-Arten fehlten hingegen Krystallzellen, und ausser Raphidenzellen fanden sich nur kleine Krystälchen in der Epidermis-Aussenwand und meist auch in den Intercellularen des Mesophylls (den Zellmembranen von aussen angeheftet), welche wiederum den *Cordyline*-Arten durchaus abgehen. Diese Differenz kann praktisch zur Unterscheidung der beiden Gattungen benutzt werden. Die *Cordyline*-Arten werden in den Gewächshäusern oft unter dem Gattungsnamen *Dracaena* gezogen; wiederholt habe ich sie nun zuerst nach den Krystallzellen im Blatt als zu *Cordyline* gehörig erkannt, was sich dann nach Vergleichung der Synonymik Index Kewensis jedesmal als zutreffend erwies. Ebenso lässt sich die gewöhnlich unter dem Linné'schen Namen *Aletris fragrans* cultivirte *Dracaena fragrans* nach ihren Membrankrystälchen sofort als eine *Dracaena* erkennen. Noch einen Fall der praktischen Verwerthung der Krystallzellen zur Gattungsbestimmung möchte ich anführen. Ich besass aus dem Herbar des St. Petersburger Botanischen Gartens u. a. ein Blattstück, bezeichnet als *Yucca Draconis* L., mit dem Vermerk „= *Dracaena Draco* L.“ Nun giebt es aber nach Index Kewensis zwei verschiedene *Yucca Draconis* L., von denen die eine allerdings mit *Dracaena Draco*, die andere aber mit *Yucca aloifolia* synonym ist. Bei der anatomischen Untersuchung liess einerseits der Mangel der Krystälchen in Epidermis-Aussenwand und Intercellularen, andererseits die Anwesenheit der für die Gattung *Yucca* charakteristischen Krystallzellen sofort mit Sicherheit erkennen, dass das Blattstück nicht zu einer *Dracaena*, sondern zu einer *Yucca* gehört.

Es muss übrigens bemerkt werden, dass, wenn Krystallzellen einer Pflanze zukommen, sie nicht in allen Organen derselben vorzukommen brauchen. So fand ich dieselben bei *Iris sibirica* im Rhizom, aber nicht im Inflorescenzschaft; bei *Cordyline indivisa* im Blatt und Stamm, nicht in der Wurzel, u. s. w. Auch individuelle Schwankungen kommen vor. Das Blatt eines Exemplares von *Yucca aloifolia* war reich an Krystallzellen, im Blatt eines anderen, sehr alten Exemplars fehlten sie ganz (dasselbe war auch an Raphidenzellen sehr arm). Bei *Convallaria* fand Zalenski Krystallzellen in der Wurzel- und Rhizomrinde, ich vermisste sie in den Wurzeln ganz und fand sie im Rhizom nur im Mark. Bei *Iris germanica* fehlten sie in der Wurzel eines Exemplares und waren in der eines anderen nicht selten. Ebenso fand Hilgers (295) bei *Iris pallida* im Inflorescenzschaft und den Blüthenheilen keine Krystalle, während Koepert (21) sie auch in diesen Organen antraf.

Dasselbegilt aber auch für andere Krystallbehälter. Constant und für die Species resp. höhere systematische Einheiten charakteristisch ist nur die Form, in der das Kalkoxalat abgelagert wird und die Art der Krystallbehälter, nicht aber (oder doch nur in beschränkten Grenzen) die Menge des Kalkoxalats, welche natürlich von äusseren Verhältnissen abhängig ist und eventuell (z. B. bei Kalkmangel, aber vielleicht auch infolge sonstiger Störungen des Stoffwechsels)

auf Null sinken kann. Es ist daher auch nicht zu verwundern, wenn man bei Untersuchung eines einzigen Exemplares oder gar eines kleinen Blattstückes einer Pflanze sehr wenig Krystallzellen findet, obgleich dieselbe einem an Krystallzellen reichen Verwandtschaftskreise angehört, wie mir das z. B. bei *Yucca filamentosa*, einigen *Nolina*- und *Cordyline*-Arten begegnet ist. Anders natürlich, wenn die mangelnden Krystallzellen durch eine andere Form der Krystallablagerung ersetzt sind.

Uebrigens kann nicht nur die Menge, sondern auch die Art der Ausbildung und die Vertheilung der Krystallzellen bei derselben Species in allerdings unbedeutendem Grade schwanken. So fand ich bei einem Exemplar von *Yucca gloriosa* solche Krystallzellen wie in Fig. 25 nur ganz vereinzelt, bei einem anderen nicht selten. Bei der in Kazan von Zаленский und mir untersuchten *Agave Verschaffelti* waren die an Athemhöhlen grenzenden Krystallzellen ziemlich klein und sehr zahlreich (Fig. 11), während sie bei dem von mir in Charkow untersuchten Exemplar nie in solcher Menge auftraten, dafür aber nicht unerheblich grösser waren. Einige andere Fälle, wo Zаленский's und meine neueren Befunde in höherem Grade von einander differiren, dürften sich freilich eher dadurch erklären, dass in verschiedenen botanischen Gärten unter dem gleichen Namen z. T. ganz verschiedene Pflanzen cultivirt werden.

Ich habe es für nicht überflüssig gehalten, diese verschiedenen Details anzuführen, weil dieselben lehren, wie vorsichtig man mit systematisch-anatomischen Schlüssen sein muss, namentlich wenn man nur Bruchstücke von Organen eines einzigen Individuums jeder Species untersuchen kann, wie das bei systematisch-anatomischen Untersuchungen meist der Fall ist.

(Fortsetzung folgt).

## Sogenannte unsichtbare Rauchbeschädigungen.

Von

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

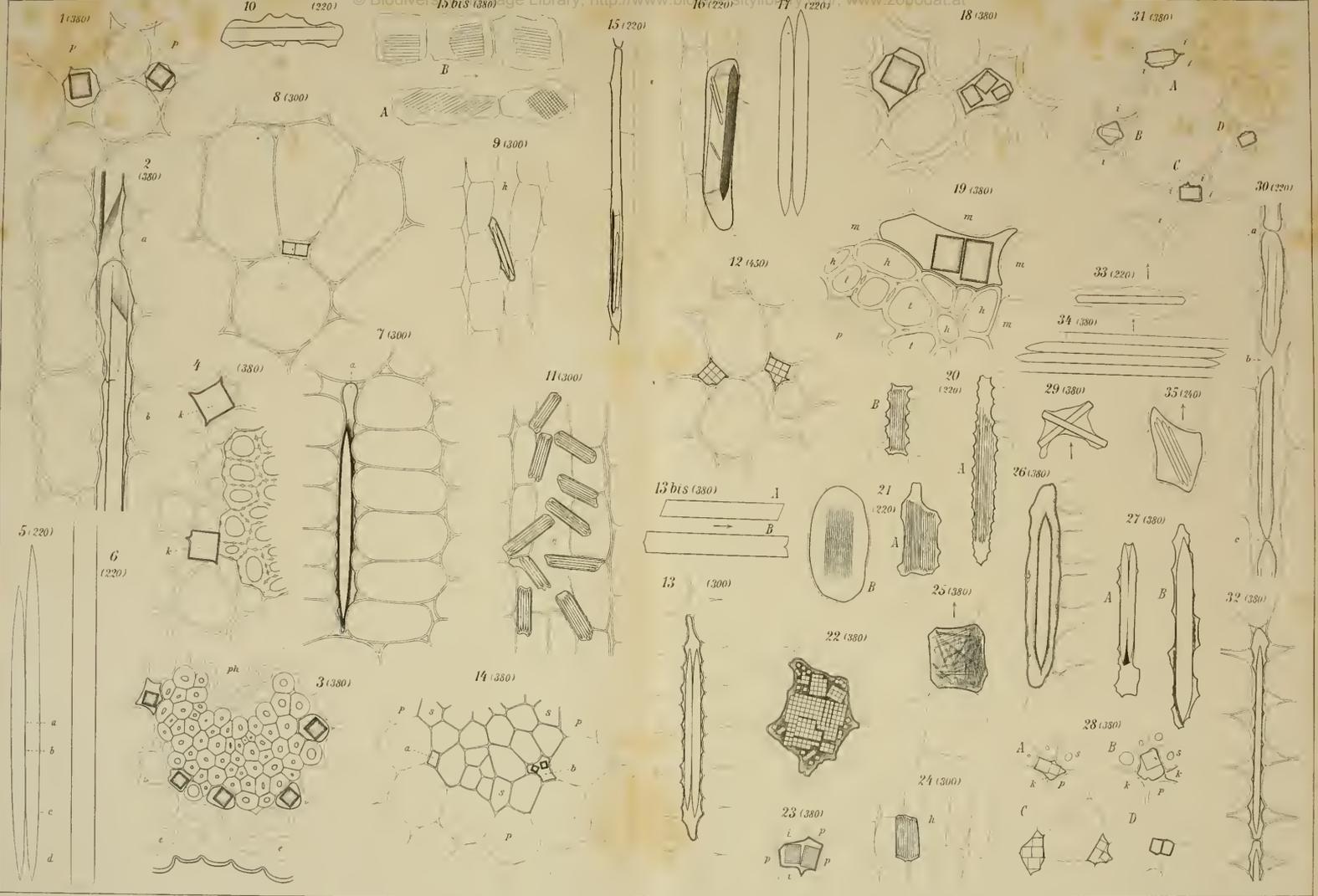
(Fortsetzung.)

### 5. Anatomischer Befund.

Die mikroskopische Untersuchung wurde in der Art ausgeführt, dass sofort am Tage der Ankunft und den nächstfolgenden von allen Zweigen einige Nadeln geprüft wurden und diese Untersuchung später in derselben Weise wiederholt wurde. Von vornherein bemerkte man, dass auch die einzelnen Nadeln desselben Zweiges viele individuelle Verschiedenheiten zeigen; die nachfolgenden Angaben geben ein Bild, wie es zur Zeit der Untersuchung in der Mehrzahl der Fälle, aber nicht in allen Fällen sich dargeboten hat.

Zweig No. 1. (Tag der Ankunft 11. September.)

1. Nadeln aus der Spitzenregion eines diesjährigen Zweiges. Von äusserem Ansehn gesund. Mesophyll in der



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://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.  
97-106](#)