

## Mitteilungen.

---

### 13. Hans Molisch: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze.

Nr. 4: Über organische Kalkkugeln und über Kieselkörper bei *Capparis*.

(Mit Tafel I.)

(Eingegangen am 3. März 1916.)

---

#### A. Die Inhaltkörper im Blattstiel von *Capparis callosa*.

Bei der Betrachtung von Querschnitten durch den Blattstiel von *Capparis callosa* fielen mir zwei verschiedene, höchst eigentümliche Körper auf, die ich, weil sie bisher entweder nicht gesehen oder nicht genauer beschrieben oder verkannt wurden, eingehender schildern will.

Der Blattstiel hat eine Länge von  $1\frac{1}{2}$ —2 cm. Der Querschnitt besteht aus einem ziemlich stark entwickelten Gefäßbündelzylinder, der an seinem Umfang halbmondförmige, deutliche Belege von Bastzellen aufweist. Daran grenzt ein vielschichtiges, von Steinzellen durchsetztes Rindenparenchym, das schließlich von einer dickwandigen Epidermis umsäumt wird.

#### Die organischen Kalkkugeln.

Fast in jeder Parenchymzelle des Blattstieles — abgesehen von den subepidermal gelegenen und den die Bastbelege umsäumenden Zellen, die Kieselkörper enthalten — liegt meist je ein, gewöhnlich kugelig, farbloser, stark lichtbrechender Inhaltkörper. Abb. 1. Selten finden sich 2—3 Kugeln in einer Zelle vor. Der Durchmesser der Kugel schwankt zwischen 8—40  $\mu$ . Anstatt der Kugeln können auch knollige oder schlackenförmige Formen mit rauher und höckeriger Oberfläche auftreten. Abb. 2. Die Kugeln zeigen, auf die Mitte eingestellt, häufig einen in rötlicher Interferenzfarbe erscheinenden Fleck. Es sieht so aus, als ob der Körper im Innern unregelmäßig korrodiert wäre. Abb. 1. Vielleicht handelt es sich um zentrale Höhlen oder um eine spezifische Substanz. In Glycerin erscheint der Fleck oft schwarz infolge eingedrungener Luft.

Wasser. Bei längerem Liegen im Wasser beginnen sich die Kugeln größtenteils von außen nach innen zu lösen, wobei sie ihren Umriß beibehalten und gleichzeitig eine mehr oder minder deutliche, oft

herrliche Schichtung aufweisen. Schließlich wird die stark lichtbrechende Masse ganz oder fast ganz aufgelöst und es bleibt dann eine matt erscheinende, geschichtete Kugel übrig, die einem geschichteten Stärkekorn ähnlich sieht. Ausgezeichnete Schichtung lassen die Kugeln oft sofort erkennen, wenn man sie in Phenol einbettet. Abb. 3.

Nach längerer Zeit (1—2 Tagen) verschwinden im Wasser auch die inneren Schichten, es bleiben nur 1—2 äußere übrig, die sich dann wie die Umgrenzungshaut der ursprünglichen Kugel ausnehmen. Schließlich können auch diese letzten Schichten verschwinden. Die Löslichkeit im Wasser vollzieht sich verschieden rasch: einzelne Kugeln lösen sich schon nach einer Stunde, andere erst nach Tagen. Es hängt dies unter anderem mit dem mehr oder minder raschen Eintritt des Wassers in die Zelle zusammen, denn die am Rande des Schnittes zumeist in verletzten Zellen befindlichen Inhaltskörper lösen sich immer zuerst.

Glyzerin löst, wenn rein angewendet, die Kugeln nicht oder höchstens im Innern teilweise, ruft aber eine eigentümliche Änderung hervor, indem der zentrale Teil ein feinkörniges Aussehen und eine schmutzigbräunliche Färbung annimmt.

Äther läßt die Kugeln gleichfalls ungelöst.

Schwefelsäure. In einer verd. Lösung (2 Vol. Wasser und 1 Vol. Schwefelsäure) büßen die Kugeln ihre starke Lichtbrechung ein, zeigen oft eine schöne Schichtung und verwandeln sich nach und nach in einen Haufen von Gipskristallen.

Salzsäure (4 Vol. Wasser und 1 Vol. konz. Salzsäure) löst die Kugeln sofort, desgleichen Salpetersäure.

Essigsäure löst langsam.

Oxalsäure. Höchst auffallend ist das Verhalten der Inhaltskörper gegenüber dieser Säure. Wenn man einen Schnitt in eine 5proz. Lösung bringt, so nehmen die Kugeln eine schmutzige Färbung an, werden trübe, lösen sich und gleichzeitig entsteht um die Kugel eine granuliert, geschlossene, höckerige Haut, die wie eine TRAUBESche Zelle wächst. Innerhalb einer oder weniger Minuten hat sich ein Sack mit rauher Oberfläche oder unregelmäßigen Protuberanzen gebildet, der die Zelle großenteils oder ganz ausfüllt, ja, wenn die Zelle aufgeschnitten war, sogar aus ihr hervorwachsen kann. Abb: 4. In der Zelle können gleichzeitig zahlreiche Kristalle oder Kristallsand, wahrscheinlich von oxalsaurem Kalk, entstehen.

Ähnliche sackartige Gebilde habe ich seinerzeit beobachtet<sup>1)</sup>,

1) MOLISCH, H., Mikrochemie der Pflanze. Jena 1913, p. 49 und 67.

wofern ich Zystolithen mit 5 proz. Oxalsäurelösung behandelte. Es entstehen dann „auf der Oberfläche verschieden gestaltete Protuberanzen in Form von Kugeln, Säcken oder anderen Formen, die einige Zeit wachsen und lebhaft an die Bildung von TRAUBESchen Zellen erinnern“. Da Konkretionen von kohlen-saurem Kalk auf *Chara* und anderen Wasserpflanzen, da ferner Kreide und Marmor auch solche wachsende Häute geben, so dürfte es sich in allen diesen Fällen um Niederschlagsmembranen handeln, die der Hauptsache nach aus oxalsaurem Kalk bestehen.

Kalilauge (10 proz.) löst die Körper rasch unter Zurücklassung einer scharf begrenzten Haut, die den Umriß des ursprünglichen Körpers deutlich wiedergibt. Läßt man das Präparat in der feuchten Kammer liegen, so bilden sich nach einem Tage in und auf dem zugehörigen Parenchym hunderte kleiner Warzen einer Verbindung, die wahrscheinlich durch die Einwirkung des Alkali auf die Kugeln entstanden sein dürften.

Ammoniak, konzentriert angewendet, löst die Körper langsam; dabei bleiben gewöhnlich eine Umgrenzungshaut oder mehrere Schichten von solchen zurück.

Werden Schnitte am Platinblech erhitzt, so schwärzt sich der Schnitt samt den Kugeln; bei stärkerem Erhitzen bis zum Glühen verlieren sie unter starker Volumvermehrung ihre schwärzliche Färbung und erscheinen im auffallenden Lichte schneeweiß. Das Aufblähen während des Erhitzens ist für den Inhaltkörper sehr charakteristisch. Die geglühten Kugeln lösen sich in Essigsäure oder Salzsäure unter Aufbrausen und in verd. Schwefelsäure unter gleichzeitiger, reichlicher Bildung von Gipskristallen. Daraus und aus den sonstigen erwähnten Beobachtungen geht hervor, daß es sich um eine organische Kalkverbindung handelt. Oxalsaurer Kalk kann es nach dem Gesagten sicherlich nicht sein, denn dagegen sprechen die gefundenen Löslichkeitsverhältnisse.

Welche organische Säure hier den Kalk bindet, ist bei unseren noch sehr mangelhaften mikrochemischen Beweismitteln für die meisten organischen Säuren schwer zu sagen. Der Umstand, daß die Kugeln sich beim Erhitzen blähen, spricht für Apfelsäure. Allein die Tatsache, daß sich die intakten Kugeln sowohl in gesättigter saurer als auch neutraler apfelsaurer Kalklösung lösen, spricht gegen die Anwesenheit dieser Salze. Es wäre aber doch möglich, daß Apfelsäure vorliegt, denn sie könnte ja als Doppelsalz vorliegen, vielleicht gebunden an Kalk und Magnesia. Da wir kein lokalwirkendes mikrochemisches Reagens auf Mg besitzen, konnte ich leider diese Frage nicht entscheiden.

## Die Kieselkörper.

Neben den eben beschriebenen Kalkkugeln kommen noch andere, bisher bei *Capparis* ganz übersehene Inhaltskörper vor: Kieselkörper.

Der Querschnitt des Blattstieles (Abb. 5) zeigt einen zentralen Gefäßbündelkomplex, der an der Peripherie von halbmondförmigen Bastzellgruppen (b) abgeschlossen wird. Um diese herum liegt eine schmale Zone von parenchymatischen Zellen, die im Inhalte einen rundlichen, rauh höckerigen Kieselkörper (s) enthalten. Auch in den Epidermiszellen (e) und den knapp darunterliegenden 2—3 subepidermalen Parenchymlagen kommen sie vor. Ferner in den schmalen Markstrahlen und in einer gegen die Oberseite des Blattstiels gewendeten Zone des Markes. Am deutlichsten und größten ausgebildet erscheinen sie in der das Gefäßbündel umrahmenden Parenchymzone. Abb. 6.

Schreitet man also auf dem Querschnitt von außen nach innen vor, so begegnet man in der Epidermis und in einer sehr schmalen subepidermalen Parenchymzone den Kieselkörpern (s), dann folgt die breite Parenchymschicht mit den Kalkkugeln (k), darauf eine die Bastbelege umschließende Schicht mit Kieselkörpern (s). Daran schließt sich der Holzkörper und von diesem umrahmt das Mark, von dem ein Teil auch Kieselkörper führt.

Die Kieselkörper bleiben in Mineralsäuren und in organischen Säuren ungelöst. Hingegen lösen sie sich in Flußsäure. In Phenol zeigen sie den für Kieselsäure ungemein charakteristischen rötlichen Glanz.

Beim Glühen auf dem Platinblech bleiben sie schwarz oder bräunlich. Während die Kalkkugeln der Asche im auffallenden Lichte weiß wie Schnee sind, erscheinen die Kieselkörper kohlig. Es liegt also nicht reine Kieselsäure, sondern noch eine organische Substanz vor. Der Hauptmasse nach bestehen sie aber sicher aus Kieselsäure.

### B. Die Inhaltskörper in der Blattspreite und im Stengel von *Capparis callosa*.

Die beiden Inhaltskörper, die wir für den Blattstiel festgestellt haben, finden sich auch in der Blattlamina. Am Querschnitt erkennt man, daß die Kalkkugeln in den Parenchymzellen des Mesophylls auftreten, oft so häufig, daß der Schnitt dicht davon erfüllt erscheint.

Die Kieselkörper hingegen liegen in den Parenchymzellen, die die Gefäßbündel, insbesondere die Bastzellen, umrahmen. Diese sind damit förmlich übersät, in ähnlicher Weise wie die Gefäß-

bündel bei Palmen, Orchideen und Marantaceen von den Deckzellen (Stegmata) bedeckt werden.

Die Kalkkugeln habe ich in der Blattspreite seltener mit höckeriger Oberfläche gefunden als im Blattstiel, sie sind im Mesophyll meist kreisrund. Auch war die Schichtung der Kugeln der Blattspreite nicht so deutlich wie im Blattstiel.

Der Stengel — ich untersuchte nur einjährige — zeigt gleichfalls die Kieselkörper in einzelnen Epidermiszellen, in einer schmalen subepidermalen Schicht, in den Markstrahlen und in dem die Bastbelege umschließenden Parenchym. Die Kalkkugeln sind im Rindenparenchym sehr spärlich und gewöhnlich sehr klein.

Verascht man ein Blattspreitenstück am Platinblech, so bleibt die Form des Blattes ziemlich erhalten. Unterm Mikroskop geben sich die Kieselkörper durch ihre schwarze oder schwärzliche Farbe sofort zu erkennen und zeigen hierdurch den Verlauf des ursprünglich vorhandenen Adernetzes in der Asche an. Dazwischen liegen die weißen Kalkkugeln. Bei Zusatz von Salzsäure zur Asche lösen sich die Kalkkugeln und andere Karbonate unter Aufbrausen auf, die Kieselkörper aber bleiben unversehrt zu Tausenden zurück.

\* \* \*

Alle bisherigen Angaben bezogen sich auf *Capparis callosa*. Ich hatte Gelegenheit, noch zwei andere *Capparis*-Arten zu untersuchen: *Capparis javanica* und *C. cynophallophora*. Während *C. javanica* sich im großen und ganzen so wie *C. callosa* verhält, war hingegen bei *C. cynophallophora* von den beschriebenen Kalkkugeln und Kieselkörpern nichts zu sehen.

Historisches. Die Kieselkörper bei *Capparis* wurden bisher meines Wissens nirgends in der Literatur erwähnt. So findet sich in der Monographie von KOHL<sup>1)</sup> keine Angabe darüber.

Ob die von mir beschriebenen Kalkkugeln schon gesehen wurden, erscheint mir zweifelhaft. Wir verdanken RADLKOFER sehr genaue Untersuchungen über die Anatomie verschiedener *Capparis*-Arten, über die auch mikrochemische Befunde mitgeteilt werden. So sagt er<sup>2)</sup> von *Capparis flexuosa*: „Die Gefäßbündel sind umscheidet von einer Schicht annähernd kubischer Zellen, in welchen sich, umgeben von Plasma, eine kugelige, glänzende, feste Masse befindet“. Die Beschreibung, die der genannte Autor von

1) KOHL, F. G., Anatom.-physiolog. Untersuchung der Kalksalze und Kieselsäure i. d. Pflanze. Marburg 1889.

2) RADLKOFER, L., Über einige *Capparis*-Arten. Sitzber. d. m. nat. Kl. d. bayr. Akad. d. Wissensch. in München. XIV. Bd., Jg. 1884, p. 117.

diesem Inhaltkörper entwirft, paßt so ziemlich auf meine organischen Kalkkugeln. RADLKOFER hält sie für ein pflanzensaures Doppelsalz von Kalk- und Talkerde. Ob er wirklich meine Kalkkugeln vor sich gehabt hat, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen, da er keine Abbildungen seiner Beschreibung beifügt und da ich mir die von ihm untersuchte Spezies nicht verschaffen konnte. Immerhin würde ich ein gewisses Bedenken tragen, ihnen auf Grund der von RADLKOFER beschriebenen Reaktionen bestimmt Magnesium zuzuschreiben, da ja die Magnesiumprobe mit Phosphorsalz weit davon entfernt ist, eine lokale zu sein. Nach RADLKOFER treten ähnliche Inhaltkörper auch bei anderen Arten der Sektion *Monostichocalyx*, bei *Capparis rupestris* Siebth. und Sm. und bei *C. subcordata* Spanog. auf.

Überdies fand RADLKOFER bei bestimmten *Capparis*-Arten auch Gipskristalle und Gipskugeln<sup>1)</sup> und sein Schüler BLENK<sup>2)</sup> gibt das Vorkommen von Gipskristallanhäufungen bei *Tylachium Cladostemon* an. Diese Gipsvorkommnisse, die ich nicht gesehen habe, haben aber mit den von mir beschriebenen Inhaltkörpern nichts zu tun und dürfen damit nicht verwechselt werden.

\* \* \*

Schießlich sei erwähnt, daß die äußerste Rindenschicht von *Capparis verrucosa* Jacq. — ich untersuchte einen etwa 15jährigen Stamm — mit kohlen saurem Kalk so hochgradig inkrustiert ist, daß die äußerste Rinde an der Oberfläche weißgrau erscheint und Stückchen davon in Salzsäure geworfen wie Kreide aufbrausen. Die mit Steinzellen abwechselnden Peridermzellen enthalten den kohlen sauren Kalk. Ähnliche Ablagerungen von Kalziumkarbonat im Zellinneren wurden von mir<sup>3)</sup> für altes Mark, für Wund- und Kernholz mehrerer Gehölze schon vor längerer Zeit bekannt gemacht, für die Rinde holziger Pflanzen ist aber eine solche Ausfüllung von Zellen bisher nicht festgestellt worden, die Rinde von *Capparis verrucosa* stellt somit den ersten bekannten Fall dieser Art dar.

1) RADLKOFER, L., l. c. p. 139. Vergl. ferner l. c. Jg. 1887, Bd. XVII, p. 385, p. 394—397 u. p. 400.

Siehe auch SOLEREDER, H., System. Anatomie d. Dikotyledonen. Stuttgart 1899, p. 82—83.

2) BLENK, P., Über die durchsichtigen Punkte i. d. Blättern. Flora 1884, p. 103—104.

3) MOLISCH, H., Über die Ablagerung von kohlen saurem Kalk im Stamme dikotyler Holzgewächse. Sitzber. d. Kais. Akad. d. Wiss. i. Wien. Bd. 84. Jg. 1881, p. 7.

## Erklärung der Tafel I.

Alle Abbildungen beziehen sich auf *Capparis callosa*.

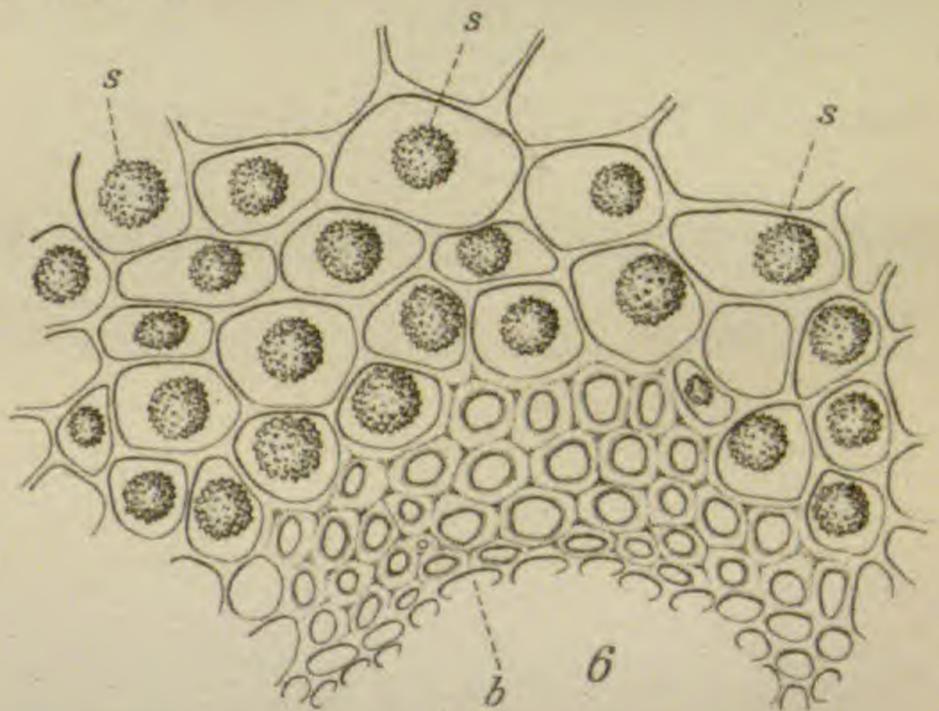
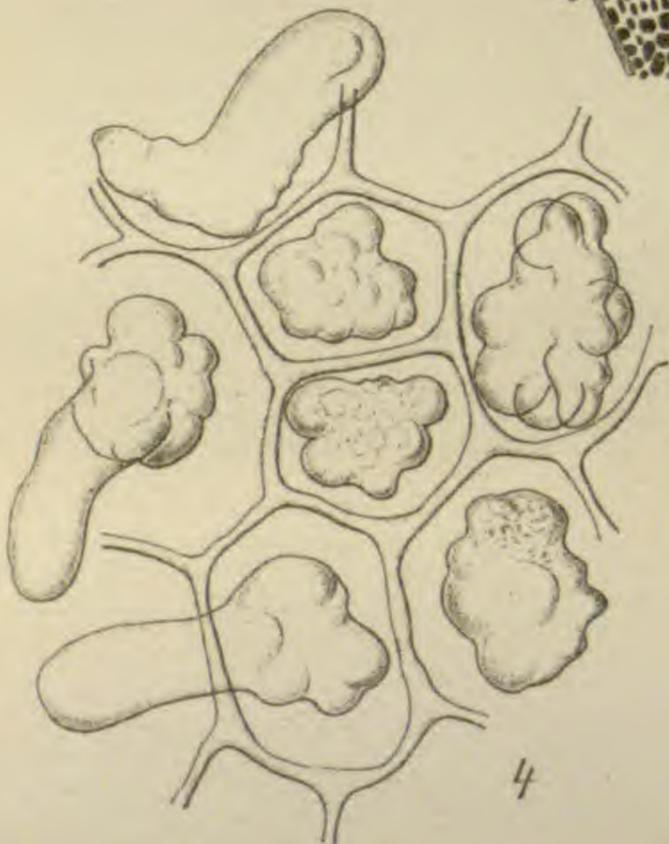
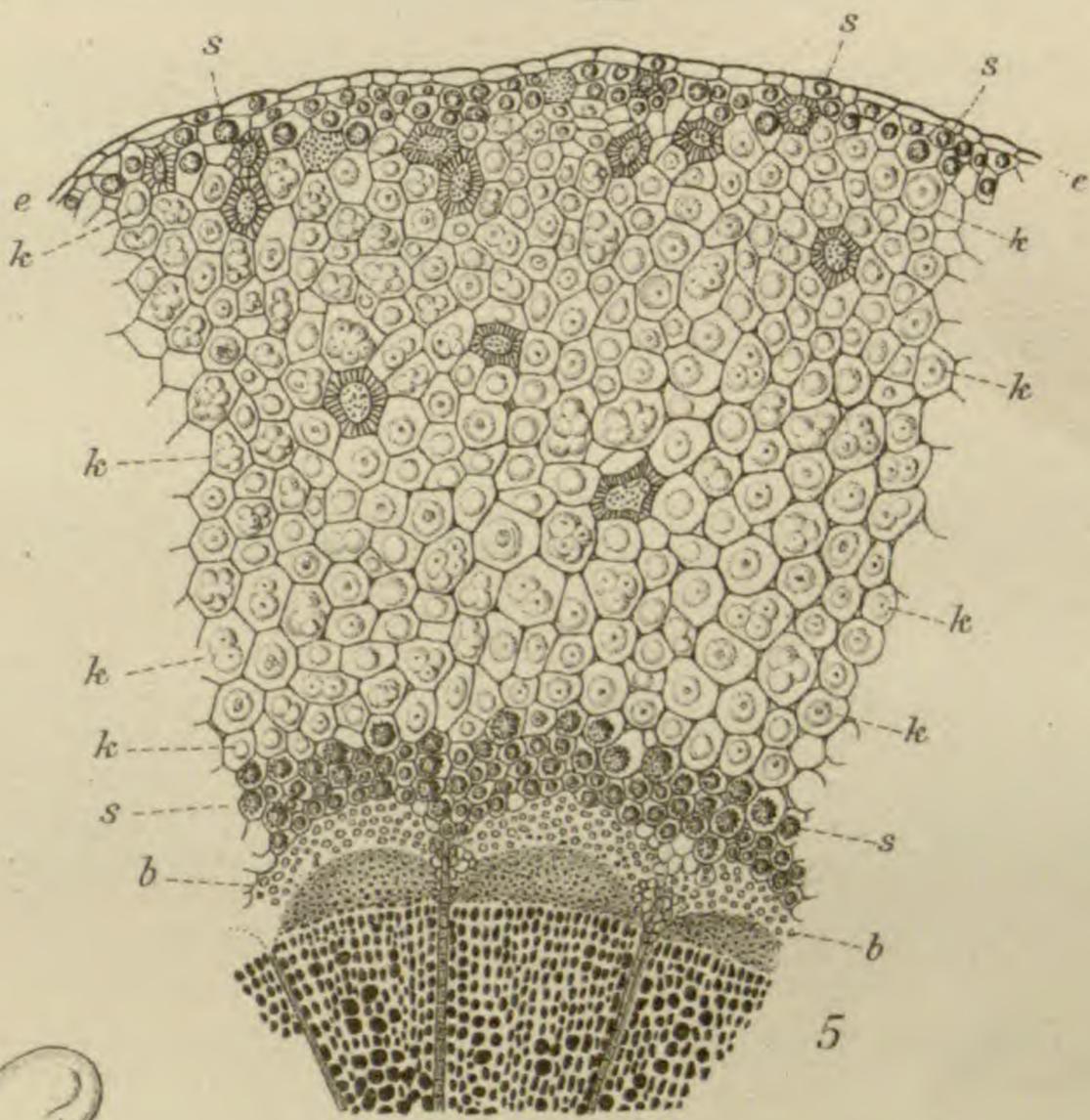
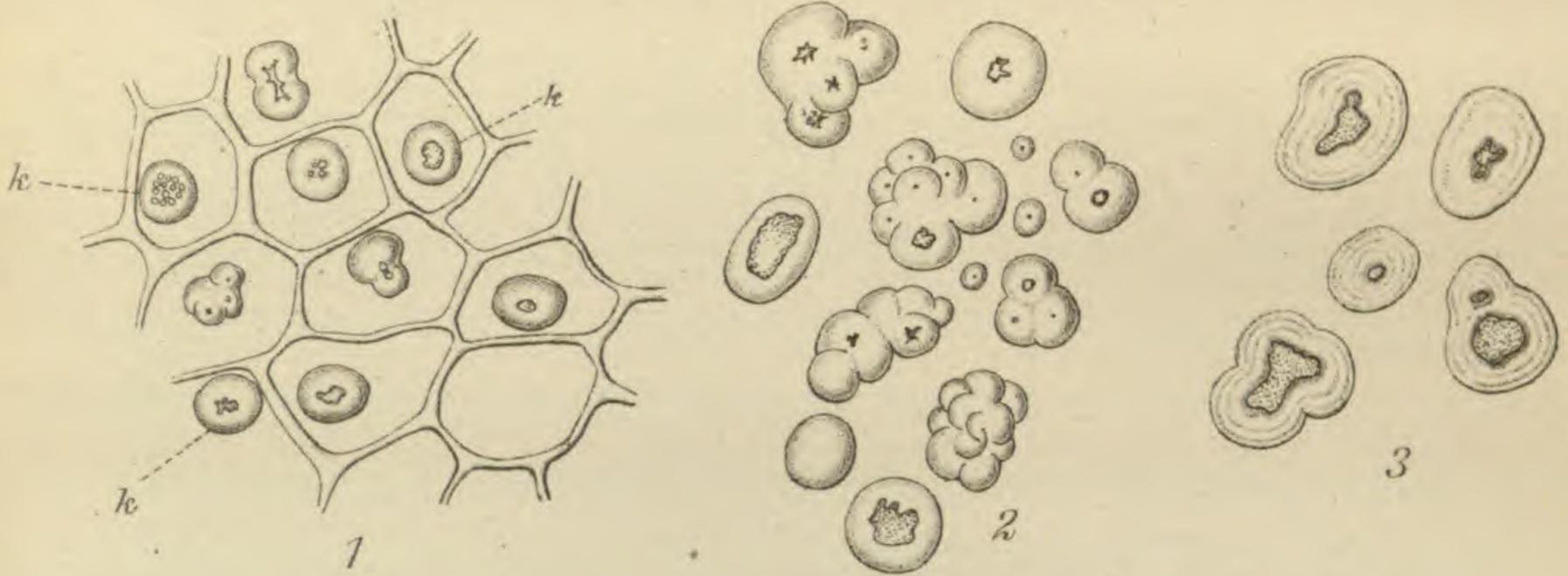
- Abb. 1. Kalkkugeln k im Rindenparenchym des Blattstiels. Vgr. 490.  
 Abb. 2. Einzelne Kalkkugeln aus dem Blattstiel in ihrer verschiedenen Gestalt. Vgr. 330.  
 Abb. 3. Schichtung der Kalkkugeln in Phenol. Vgr. 330.  
 Abb. 4. Kalkkugeln, mit 5prozentiger Oxalsäurelösung behandelt, lösen sich und wachsen nach Art einer TRAUBESchen Zelle zu einem höckerigen Sack heran. Vgr. 330.  
 Abb. 5. Stück eines Querschnittes des Blattstiels. In der Epidermis e und knapp darunter in 2—3 Zellagen finden sich Kieselkörper s. Darauf folgt vielschichtiges Rindenparenchym mit Kalkkugeln k. Diesem reiht sich ein die Bastbelege b umschließendes Parenchym an, dessen Zellen wieder Kieselkörper s enthalten. Vgr. 42.  
 Abb. 6. Bastbeleg b mit dem angrenzenden Rindenparenchym im Querschnitt des Blattstiels. Die Parenchymzellen enthalten je einen runden Kieselkörper s. Vgr. 330.

#### 14. M. Fünfstück u. R. Braun: Zur Mikrochemie der Droseraceen.

(Eingegangen am 4. März 1916.)

Bei einer Untersuchung über die physiologische Bedeutung des Kalziums für die Blütenpflanzen beobachtete Herr cand. rer. nat. EICHHORN, der sich mit dieser Frage in unserem Institut beschäftigt, in einem seiner Untersuchungsobjekte, und zwar in den Wurzeln und Blattstielen von *Drosera binata* zahlreiche Kristallnadeln von raphidenähnlichem Aussehen.

In der Annahme, daß es sich um Raphiden von Kalziumoxalat handeln könnte, nahm er eine diesbezügliche mikrochemische Prüfung vor, welche aber einen für diesen Körper negativen Befund ergab. In der Literatur sind allerdings Angaben vorhanden, wonach der oxalsaure Kalk auch bei Droseraceen vorkäme. So sagt z. B. SOLEREDER in seinem Werke (14) im Abschnitt Droseraceae: „oxalsaurer Kalk kommt vor; über die Formen desselben fehlen nähere Angaben“. Es sei vorläufig bemerkt, daß wir bei unseren allerdings nahe am Ende der Vegetationsperiode der *Drosera binata* an Gewächshaus-Exemplaren angestellten Untersuchungen (November 1915) dieses im Pflanzenreich weitverbreitete Kalziumsalz in Wurzeln, Blättern und Blattstielen genannter Pflanze



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: [34](#)

Autor(en)/Author(s): Molisch Hans

Artikel/Article: [Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. 154-160](#)