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

Sitzung vom 26. Juni 1885.

Vorsitzender: Herr S. Schwendener.

Als ausserordentliches Mitglied wird proklamirt:

Herr **E. Schmidt**, Dr. phil. in Berlin.

Zum ausserordentlichen Mitgliede ist vorgeschlagen:

Herr Dr. **Schönland**, Assistent am Museum der königl. landwirthschaftl. Hochschule in Berlin N., Invalidenstr. 42 (durch Wittmack und Eichler).

Mittheilungen.

---

30. Hans Molisch: Ueber merkwürdig geformte Proteinkörper in den Zweigen von Epiphyllum.

(Mit Tafel XIII.)

Eingegangen am 30. Mai 1885.

I.

Als ich vor einigen Monaten die flachen Laubsprosse verschiedener *Epiphyllum*-Arten einer anatomischen Untersuchung unterzog, fielen mir in den Zellen sonderbar gestaltete Körper auf, die abgesehen von ihrem massenhaften Auftreten bezüglich ihrer Form und ihrer chemischen Beschaffenheit soviel Interessantes darboten, dass ich mich zu einer genaueren Untersuchung derselben entschloss.

Ich konnte die genannten Körper, welche, wie ich vorgreifend bemerken will, sich als Proteinkörper erwiesen, bei allen untersuchten Arten (*E. truncatum* Pfr., *E. Altensteinii* Pfr., *E. Russelianum* Hook., *E. Hookeri* Haw.) und bei allen mir zugänglichen Gartenhybriden mit

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

Ausnahme einer einzigen, nicht näher bestimmten, konstatiren[1]). Bei anderen Cacteen suchte ich vergebens darnach.

Um sich über die Proteinkörper von *Epiphyllum* rasch zu orientiren, ist es am zweckmässigsten, parallel zur breiten Seite des Sprosses einen nicht zu dünnen, aus Epidermis und der darunter liegenden Zellschichte bestehenden Schnitt anzufertigen und im Wasser zu präpariren. —

Die Epidermis besteht aus wellig konturirten tafelförmigen Zellen mit deutlichem Zellkern und manchmal spärlichem Chlorophyllgehalt, das daranstossende Grundgewebe aus grossen chlorophyllreichen Parenchymzellen. —

Obwohl die fraglichen Körper nicht gleichmässig in den beiden genannten Geweben, sondern inselartig verbreitet erscheinen, so gelingt es, wofern nur der Schnitt nicht allzu klein ist, dennoch sehr leicht, dieselben aufzufinden. Auf weite Strecken hin führt fast jede Epidermiszelle, desgleichen die unmittelbar darunterliegenden Grundparenchymzellen einen farblosen, gewöhnlich mächtig ausgebildeten Inhaltskörper von höchst auffallender Gestalt. Unter den zahlreichen Formen treten namentlich drei in den Vordergrund: Spindeln, Ringe und Fäden.

Spindeln. Als solche treten die Proteinkörper am häufigsten auf. An beiden Enden zugespitzt oder mehr minder abgestutzt, verlaufen sie entweder gerade, halbmondförmig oder *S*-förmig. Fig. 1. Nicht selten läuft das eine Ende der Spindel in einen feinen immer dünner werdenden Faden aus, wodurch dieselbe die Form einer Peitsche erhält. Fig. 4 f. Die Länge der Spindeln schwankt zumeist zwischen 0,013—0,14 *mm*. Die Breite erreicht oft im Maximum 0,01 *mm*. Die grössten finden sich knapp unter der Epidermis, dasselbe gilt auch von den

Ringen. Bieten schon die eben besprochenen Spindeln dem Beobachter einen eigenthümlichen Anblick dar, so ist dies noch bei weitem mehr bei den Ringen der Fall. Im ersten Augenblicke glaubt man die losgelösten ringförmigen Verdickungen von Gefässen vor sich zu haben, dann ist man wieder geneigt sie für ringförmige Verdickungen der Epidermis- und Parenchymzellen zu halten, allein man kann sich durch Anwendung wasserentziehender Mittel und eine Reihe von Lösungsmitteln leicht überzeugen, dass der Ring weder mit der Wand zusammenhängt noch aus Wandsubstanz besteht, sondern dass er im Innern der Zelle und zwar im Plasma eingebettet ist.

---

1) Die in den Gewächshäusern gezogenen *Epiphyllum*-Arten werden gewöhnlich auf eine andere Cactee von total verschiedenem Habitus, nämlich auf *Peirescia* veredelt. Für unsere Zwecke ist dieser Umstand gleichgültig, da die Proteinkörper immer in *Epiphyllum* auftreten, mögen dieselben veredelt sein oder nicht.

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

Der Ring hat gewöhnlich die Form eines Kreises, seltener die einer Ellipse. Fig. 2. Die erstere Form geht in die letztere über, sobald der Ring sich wegen Raummangels nicht gleichmässig ausbreiten kann. Durch Drehung der einen Ringhälfte um 180° entsteht die Form eines 8. Fig. 4 b. Grösse und Dicke der Proteinringe sind höchst verschieden. Ihr Durchmesser schwankt zumeist zwischen 0,02—0,05 *mm.* und erreicht namentlich in den Parenchymzellen, wo die Ringe häufiger vorkommen als in der Oberhaut, eine bedeutende Grösse.

Die tafelförmige Gestalt der Epidermiszellen und die auffallende Grösse der *Epiphyllum*körper sind die Ursache davon, dass fast alle in der Epidermis vorkommenden Spindeln und Ringe parallel zur Stammoberfläche gelagert sind. Sonst zeigen sie bezüglich der Orientirung keinerlei Regelmässigkeit.

Die Proteinspindeln sind entweder vollkommen homogen oder verschieden deutlich gestreift. Die Streifung ist begründet in dem fibrillären Bau der Spindeln, welche, wie man sich namentlich bei stärkeren Vergrösserungen überzeugen kann, zusammengesetzt erscheinen aus parallel zur Oberfläche oder schief sich kreuzenden, durch eine Zwischensubstanz von anderem Lichtbrechungsvermögen zusammengehaltenen Fäden.

Derartig gebaute Spindeln erinnern lebhaft an die bekannten Raphidenbündeln von oxalsaurem Kalk. Mitunter ist der Verband zwischen den einzelnen Spindelelementen so gelockert, dass die Spindel in ein Haufwerk von losen an der Spitze verbundenen Fäden zu zerfallen scheint. Aehnliches lässt sich von den Ringen sagen, denn auch diese sind nicht immer homogen, sondern zuweilen deutlich geschichtet. Da die einzelnen Schichten sich stellenweise oder ringsherum von einander loslösen, so drängt sich auch hier dem Beobachter die Ueberzeugung auf, dass die einzelnen Schichten Fäden und zwar Fadenringen entsprechen. Solche sich in Fibrillen auflösende Spindeln und Ringe bilden den Uebergang zu der dritten in der Epidermis und namentlich dem darunterliegenden Assimilationsgewebe auftretenden Form der Proteinkörper, nämlich zu den

Fäden. Ein oder mehrere Fäden, wirr durch einander laufend oder schrauben- oder spiralförmig aufgewickelt, erfüllen, schmalen Pilzhyphen gleich, die Zelle. Fig. 3. Die einzelnen Fadenwindungen verlaufen entweder sämmtlich frei oder bald stellenweise bald ringsherum mit einander verbunden, so zwar, dass die Fäden gestreifte bandartige Gebilde darstellen. Fig. 3 a, b. Ganz frei verlaufende Fäden erlangen mitunter eine ganz erstaunliche Länge. Um eine approximative Längenbestimmung eines kreisförmig gewundenen Fadens zu gewinnen, denken wir uns die aufeinander folgenden Windungen als Kreise von gleichen mittleren Durchmesser, berechnen aus diesem nach der bekannten For-

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

mel den Umfang einer solchen Windung und aus der Anzahl dieser die Länge des Fadens. Es ergab sich auf diese Weise bei einzelnen Fäden eine Länge von 2,4 *mm*.

Mit den beschriebenen Spindeln, Ringen und Fäden ist noch keineswegs der Formenkreis der *Epiphyllum*-Proteinkörper vollkommen erschöpft, man vergleiche z. B. nur die Figur 4, welche noch eine ganze Reihe von seltener auftretenden Formen versinnlicht.

Wie schon früher hervorgehoben wurde, kommen unsere Körper vornehmlich in der Epidermis und dem knapp darunterliegenden, assimilirenden Grundparenchym vor. Von hier nimmt die Zahl derselben gegen das Innere des Sprosses mehr und mehr ab und erreicht im centralen Parenchym ihr Minimum. In der Blüthe sind sie sehr spärlich und soweit meine Untersuchungen reichen nur in der Fruchtknotenwand anzutreffen. Mit Rücksicht auf das Vorkommen der einzelnen Formen selbst sei noch hervorgehoben, dass dieselben nicht etwa auf einzelne Spezies beschränkt sind, sondern dass sie in ein und demselben Spross bald einzeln zerstreut, bald gruppenweise nebeneinander auftreten.

II.

Untersucht man junge, eben austreibende Sprosse, so findet man von den Proteinkörpern noch nichts. Erst in etwas älteren, schon ziemlich herangewachsenen Sprossgliedern ist das erste Auftreten der Proteinkörper wahrzunehmen. In der subepidermalen Zelllage häufig früher als in der Epidermis selbst. Bei einer Gartenhybride, von der mir ziemlich reichliches Material zur Verfügung stand und deren fertige Proteinkörper der Mehrzahl nach die Gestalt abgestutzter Spindeln hatten, traten dieselben zuerst in Form von gewöhnlich langgestreckten, parallel zur Längsachse deutlich gestreiften Plättchen auf. Fig. 6. Bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen lässt sich leicht konstatiren, dass diese Gebilde aus raphidenähnlichen Fäden, welche offenbar zuerst aus dem Plasma abgeschieden werden, bestehen und dass die Streifung durch die Nebeneinanderlagerung der Fäden zu Stande kömmt. Mitunter lassen schon schwache Vergrösserungen (300) dieses Verhältniss erkennen, da die Fäden manchmal ganz lose (Fig. 6 a) oder ziemlich entfernt von einander in der Zelle herumliegen. Fig. 6 b.

Sind die Fibrillen gleich lang. dann hat das Plättchen eine ziemlich regelmässige, fast krystallähnliche Form, sind sie dagegen verschieden lang, dann erscheint das Plättchen an seinen Enden ausgezackt. Fig. 6 c. Diese Gebilde nehmen später, ihr Volum mehr und mehr vergrössernd, schliesslich Spindelform an, wobei sie oft ihre fibrilläre Struktur vollständig verlieren und homogen werden.

Ganz ähnliche Resultate ergaben Untersuchungen, welche an *Epiphyllum truncatum* Pfr. und solchen Arten vorgenommen wurden, deren Proteinkörper zumeist als zugespitzte Spindeln auftraten, nur sah

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

ich daselbst die Spindeln schon bei ihren ersten Auftauchen in ihrer späteren Form erscheinen und zwar gewöhnlich mit deutlich fibrillären Bau. —

Auch die Ringe, desgleichen die oben beschriebenen Fäden treten, soweit ich an meinem Materiale konstatiren konnte, schon anfänglich als solche auf. Die Ringe besitzen bei ihrem ersten Erscheinen verschiedene Dicke und wechselnden Durchmesser und dies ist unter Anderem der Grund, warum ich nicht mit Sicherheit feststellen konnte, ob der Ring späterhin seinen Durchmesser vergrössert oder nicht. Das Material, welches mir zur Verfügung stand, gestattete über diesen letzteren Punkt kein entscheidendes Urtheil. Würde jedoch an passenden Material eine nachträglich eintretende Vergrösserung des Ringdurchmessers erwiesen werden, dann würden die Proteinringe ein ausgezeichnetes Beispiel für Intussusceptionswachsthum abgeben. Das Dickerwerden des Ringes könnte allerdings durch Apposition erklärt werden, die Zunahme des Durchmessers aber auf keinen Fall, denn der letztere müsste, wofern auf der Aussen- und Innenseite neue Substanz aufgelagert würde, sogar kleiner werden. Ich sagte vorhin, dass die Ringe schon als solche aus dem Protoplasma hervorgehen. Vielleicht ist dieser Satz in einer gewissen Einschränkung zu nehmen, denn es wäre ja nicht unmöglich, dass einzelne derselben aus halbmondförmigen Spindeln und zwar durch entsprechende Krümmung und nachherige Verschmelzung der sich endlich berührenden Spindelenden entstehen.

Die eben ausgesprochene Vermuthung ist schon deshalb gestattet, weil man sichelförmig gebogene Spindeln findet, deren Enden sich bereits berühren (Fig. 4 e) und ferner weil sich mitunter Ringe vorfinden, welche nicht gleichmässig dick sind, sondern, einer kreisförmig gekrümmten Spindel entsprechend, eine sich verschmälernde Zone aufweisen. Fig. 4.

III.

In den folgenden Zeilen sollen die Löslichkeitsverhältnisse der *Epiphyllum*körper, ihr Verhalten gegen Wasser, Säuren, Alkalien, Alkohol, Aether, Glycerin und zwei charakteristische Reaktionen derselben erörtert werden.

Sie sind schwer löslich im kalten Wasser. Bringt man einen frischen, mit Spindeln reich versehenen Schnitt in einen Tropfen Wasser, so bemerkt man nach einigen Stunden, oft nach 1—2 Tagen keine Veränderung. Endlich beginnen die Spindeln undeutlicher zu werden, quellen, der Länge nach schrumpfend, bedeutend in die Dicke und nehmen schliesslich verschiedene Formen, gewöhnlich aber Kugelform an. Nach mehreren Tagen verschwinden sie schliesslich völlig. Diese Vorgänge spielen sich schon nach einigen Stunden, mitunter momentan ab, wenn man durch vorsichtiges Schaben mit dem Rasirmesser einige von den Körpern aus den Zellen befreit und das Gereibsel bei mikro-

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

skopischer Betrachtung mit Wasser zusammenbringt. Sowie die Spindel mit dem Wasser in Contakt geräth, ist oft eine momentane Kontraktion zu einem stärkekornähnlichen Körper und nachher Auflösung desselben zu beobachten. So wird es denn auch erklärlich, warum auf Querschnitten durch den Spross die Proteinkörper dem Beobachter so selten in ihrer wahren Form zu Gesichte kommen: die durch das Messer geöffneten Zellen gestatten dem Wasser den Eintritt und dieses verändert sofort ihre ursprüngliche Gestalt. Wahrscheinlich spielt hierbei auch der saure Zellsaft eine Rolle, es lässt sich jedoch darüber nichts bestimmtes sagen, da es unmöglich ist, die Proteinkörper zu isoliren, ohne sie mit dem sauer reagirenden Zellsaft zusammen zu bringen.

Im heissen Wasser ändern sie zwar ihre Form, bleiben jedoch ungelöst. Kocht man am Objektträger oder im Becherglas einen Schnitt, so schrumpfen die meisten der vorhandenen Körper zu glänzenden Kugeln zusammen, ohne jedoch, selbst nach längerem Kochen, zu verschwinden.

Im gekochten Zustande zeigen die Proteinkörper von *Epiphyllum*, wie unten noch genauer angegeben werden soll, ganz andere Löslichkeitsverhältnisse, weshalb wir schliessen müssen, dass sie durch das Kochen eine innere Veränderung erlitten haben. Sie verhalten sich demnach in dieser Beziehung ähnlich so wie die Krystalloide von *Lathraea Squamaria* und der Kartoffel, denn nach den Untersuchungen von Radlkofer[1]) und Cohn[2]) werden auch diese Körper durch das Kochen verändert, indem ihre Löslichkeit bestimmten Substanzen gegenüber vollständig aufgehoben wird.

Salzsäure löst die Körper ziemlich leicht. Sobald die Säure mit denselben in Berührung kommt, kontrahiren sie sich sofort bei gleichzeitigem Aufquellen in die Dicke, werden dadurch tonnenförmig oder ellipsoidisch und schliesslich kugelförmig. Die Kugeln werden nach einigen Minuten undeutlicher, verquellen und verschwinden.

Schwefelsäure wirkt so wie Salzsäure, nur etwas langsamer. Interessant ist das Verhalten der Ringe beim Zusammentreffen mit diesen Säuren. Sobald die Einwirkung beginnt, bildet der Ring durch rasche Drehung haarflechtenartig gewundene Schlingen oder er schrumpft oft momentan zu einer, einem Weizenstärkekorn täuschend ähnlichen Scheibe zusammen, um nach einiger Zeit vollends zu verschwinden.

---

1) Ueber Krystalle proteinartiger Körper pflanzlichen und thierischen Ursprungs. Leipzig 1859, p. 28.

2) Ueber Proteinkrystalle in den Kartoffeln. 36. Jahresbericht der schlesischen Ges. f. vaterl. Kultur. 1858 Breslau. p. 72 etc. Der Inhalt dieser beiden Arbeiten findet sich in nuce auch in A. F. W. Schimper's vortrefflicher Arbeit: Untersuchungen über die Proteinkrystalloide der Pflanzen. Strassburg 1879.

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

Salpetersäure färbt die Proteinkörper sehr wenig gelb, veranlasst ganz ähnliche Formänderungen wie Salzsäure, bringt jedoch die Körper selbst in der Wärme nicht zum Verschwinden.

Essigsäure löst die Körper viel langsamer als Salzsäure, überdies erfolgt die Auflösung derselben nicht gleichzeitig, da manche derselben dem Reagenz gegenüber sich resistenter erweisen.

Auf Zusatz von konzentrirtem oder verdünntem Kali kontrahiren sie sich augenblicklich zu einer gleich darauf verschwindenden Kugel.

Ammoniak. Die Körper erleiden im ersten Augenblicke keine auffallende Veränderung. Nach ein paar Minuten quellen sie etwas auf, nehmen ein perlschnur- oder traubenartiges Aussehen an, schrumpfen endlich zu einer dem Zellkern ähnlichen, homogenen Kugel zusammen, welche sich nach etwa 24 Stunden auflöst.

In Aether werden sie nach kurzer Zeit undeutlich und verschwinden hierauf.

Absoluter Alkohol oder Weingeist löst die Proteinkörper leicht.[1]) Glycerin dagegen sehr schwer. Nach mehrtägiger Einwirkung von Glycerin schrumpfen sie oft zu Kugeln oder dicken Spindeln und lösen sich endlich nach längerer Zeit.[2])

Mit frisch bereitetem Millon'schen Reagenz werden sie nach mehreren Stunden oder erst nach 1—2 Tagen deutlich hell ziegelroth. —

Auch die Raspail'sche Reaktion gelingt mit unseren Körpern sehr schön, doch unter Beobachtung einiger Vorsicht. Da nämlich die Schwefelsäure die Körper nach und nach löst, so darf dieselbe nur in geringerer Quantität und nur successive einwirken. Ist vorher das Präparat von der Zuckerlösung durchdrungen worden, dann färben sich die Körper, obwohl etwas in ihrer Form geändert, sehr deutlich rosenroth. —

Das was soeben über die Löslichkeit der Proteinkörper vorgebracht wurde, bezieht sich nur auf die intakten. Durch Kochen erleiden sie, wie schon angedeutet wurde, nicht nur eine äussere, sondern auch eine innere Veränderung, in Folge welcher sie ihre Löslichkeit gegen gewisse Substanzen (Essigsäure, Glycerin) verlieren.

Nach dem Gesagten kann es besonders mit Rücksicht auf die beiden letzten Reaktionen keinem Zweifel unterliegen, dass wir es in den *Epiphyllum*-Körpern mit Eiweissstoffen zu thun haben. Da

---

1) Lässt man derartige Alkohol- oder Aetherextrakte auf dem Objektträger eindampfen, so werden die gelösten Proteinkörper nicht wieder in ihren ursprünglichen Formen abgeschieden.

2) In solchen mit Glycerin behandelten Präparaten bemerkt man regelmässig Sphärokrystalle eines mir unbekannten Körpers, der offenbar ursprünglich im Zellsaft gelöst war.

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

ich bei einzelnen Spindeln im Polarisationsmikroskop (bei Kreuzung der Nicols) ein schwaches Aufleuchten bemerkte, so dürften dieselben sogar krystallinischer Natur sein und man könnte sie mithin an die Krystalloide unmittelbar anreihen. Sie jedoch mit Krystalloiden zu identifiziren, wäre unstatthaft, weil man doch einen Körper von Ring- oder Fadenform nicht als Krystalloid bezeichnen kann. Nichtsdestoweniger theilen sie eine Reihe von Eigenschaften mit den Krystalloiden, denn sie sind gleich diesen organisirt, quellbar und besitzen im gekochten Zustande die Fähigkeit, Farbstoffe z. B. Hämatoxylin und Carmin zu speichern.

Es erübrigt noch ein Wort über die Rolle, welche die Proteinkörper bei *Epiphyllum* spielen mögen, zu sagen. Zwei Umstände sprechen aller Wahrscheinlichkeit nach dafür, dass sie als Reservestoff fungiren. In erster Linie die Thatsache, dass die Körper in sehr alten Sprossgliedern, desgleichen in solchen, die mehrere junge Triebe gleichzeitig entwickeln, kleiner werden oder verschwinden. Offenbar wandern dieselben in die neu entstehenden Sprosse, um zum Aufbau neuer Zellen zu dienen. In zweiter Linie spricht für die Reservestoffnatur auch der Umstand, dass die Proteinkörper in so grosser Menge auftreten. Es wäre ohne jedes Analogon, wenn ein für die Pflanze so werthvoller Körper wie Eiweiss ohne jedwede fernere Verwerthung als Ausscheidungsprodukt des Stoffwechsels in den Zellen liegen bliebe.

Pflanzenphysiologisches Institut
der k. k. Wiener Universität.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Sprossepidermis von *Epiphyllum Russellianum* mit geraden und halbmondförmigen Proteinspindeln. Vergr. 400.

„ 2. Sprossepidermis von *E. truncatum* mit Proteinringen. Bei a 2 Ringe excentrisch verwachsen. Vergr. 400.

„ 3. Sprossepidermis von *E. truncatum* mit Proteinfäden. Bei c die Hälfte einer gestreiften Spindel. Vergr. 400.

„ 4. Merkwürdig geformte Proteinkörper aus verschiedenen *Epiphyllum*-Arten. Vergr. 400.

„ 5. Sprossepidermis von *E. truncatum*. Junge Stadien der Spindeln, die fibrilläre Structur derselben deutlich sichtbar. Vergr. 500.

„ 6. *Epiphyllum* (Gartenhybride). Junge Epidermis zeigt das erste Auftreten der Spindeln. Vergr. 500.

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

Fig. 1.

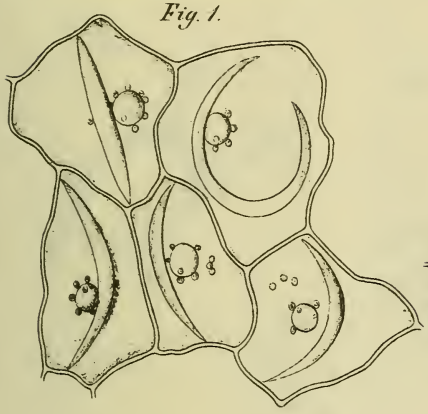

Fig. 2.

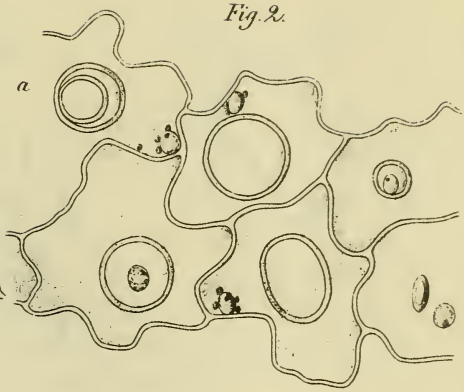

Fig. 3.

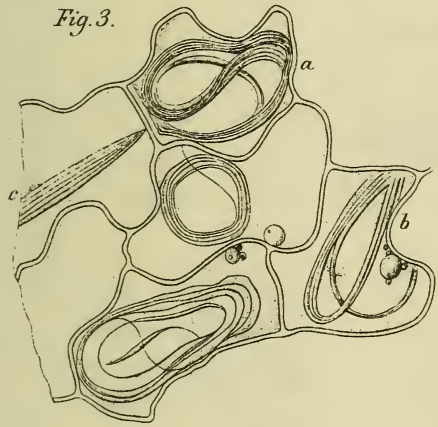

Fig. 4.

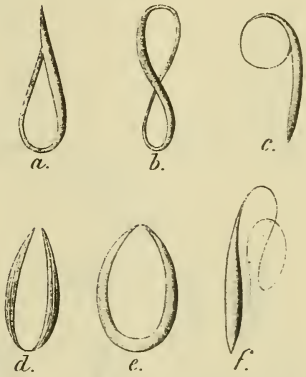

Fig. 5.

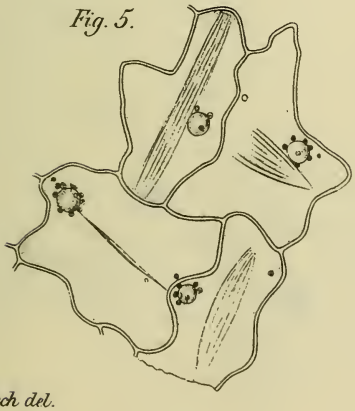

Fig. 6.

Molisch del. C. Laue lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: 3

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

Artikel/Article: Ueber merkwürdig geformte Proteinkörper in den Zweigen von Epiphyllum. 195-202