

Mittheilungen.

5. B. Frank: Sind die Wurzelanschwellungen der Erlen und Eläagnaceen Pilzgallen?

(Mit Tafel IV.)

Eingegangen am 2. Februar 1887.

Der eigentümliche Inhalt, den wir in gewissen Zellen der Wurzelanschwellungen der Erlen und der Eläagnaceen finden, ist von den einzelnen Beobachtern in verschiedener Weise gedeutet worden. Nur in dem einen Punkte stimmen Alle, seit WORONIN im Jahre 1866 zuerst die Aufmerksamkeit auf ihn gelenkt hat, bis in die Gegenwart überein, dass dieser Zellinhalt als eine Pilzbildung zu betrachten sei.

WORONIN¹⁾, der nur den fertig entwickelten Zustand kennt, wo der Inhaltskörper ein traubenförmiges Aggregat dicht aneinander gedrängter, bläschenförmiger Bildungen darstellt, deutet die Bläschen als Zellen, welche durch Anschwellung der Enden sehr feiner Pilzfäden zu Stande gekommen sind, von denen man oft noch ein Stück an den Bläschen sitzen sehe. Das weitere Schicksal dieser Blasen, in denen Sporen vermuthet werden, war ihm unbekannt. Den Pilz nannte er hiernach *Schinzia alni*.

In einer gelegentlichen Bemerkung KNY's wird der Gedanke ausgesprochen, dass man in den Blasen vielleicht richtiger Haustorien des Pilzes vor sich habe.

Ich selbst²⁾ hatte mich der WORONIN'schen Deutung angeschlossen. Das erste Entwicklungsstadium der traubenförmigen Körper fand ich in den Meristemzellen als einen trüben Klumpen ohne blasige Beschaffenheit, der Anfangs nur einen Theil des Protoplasmas einnimmt, bald aber bis zur Ausfüllung der Zelle sich vergrössert und in welchem ich eine Structur zu erkennen glaubte, die ich als ein Knäuel verflochtener äusserst feiner Pilzfäden bezeichnete.

MÖLLER³⁾, welcher den eben erwähnten ersten Entwicklungszustand als ein im Zellenplasma enthaltenes Pilzplasmodium deutet, be-

1) Mémoires de l'acad. des sc. de St. Petersburg, 7. sér. T. X. 24. Mai 1866.

2) Die Krankheiten der Pflanzen. Breslau 1880. p. 648.

3) Berichte d. deutsch. botan. Gesellsch. III. 1885. p. 102.

schreibt die Structur desselben nur mit den Worten „feinkörnig“ und beim weiteren Wachstum „dichtkörniger“. Aus diesem Plasmodium lässt er nach Myxomycetenart sich die Sporen differenziren nach folgender Beschreibung. „Die inzwischen dickkörnig gewordene Masse gruppirt sich an bestimmten Punkten . . . zu anfangs noch unregelmässig geformten Klumpen, welche sich dann abrunden, je mehr sich das Sporenplasma von der Zwischensubstanz absondert;“ durch letztere entstehe so ein „netzartiger Anblick.“ Wenn man die Sporenlager zerreisst, so bleiben an den Sporen „Theile der Zwischensubstanz hängen, welche fädig zerreisend“ das Bild geben, durch welches frühere Beobachter zu der Deutung veranlasst wurden, Pilzfäden, die am Ende zu Sporen angeschwollen sind, anzunehmen. „Aus den reifen Sporenlagern fallen die Sporen mit glatter Zurücklassung der Zwischensubstanz heraus“. Den Pilz nennt er demgemäss *Plasmodiophora Alni*.

In einer Bemerkung zu MÖLLER's Mittheilung giebt WORONIN¹⁾ auf Grund eigener erneuter Untersuchung seine Zustimmung zu der *Plasmodiophora*-Natur des vermeintlichen Erlenpilzes, macht aber um seine früheren Beobachtungen und Deutungen gleichwohl nicht als Täuschungen erscheinen zu lassen, die Verwirrung noch grösser mit folgender Bemerkung: „in den Wurzelanschwellungen der Erle schmarotzt wirklich ein *Plasmodiophora* ähnlicher Parasit, und es bleibt nun noch zu untersuchen, ob derselbe der einzige Urheber dieser Wurzelanschwellungen ist, oder ob er vielleicht, wie ich es vermuthete, wenn auch nicht immer, doch meistens von einem Fadenpilze begleitet wird“.

Zuletzt hat BRUNHORST²⁾ in einer eingehenden Untersuchung des Gegenstandes im Wesentlichen folgende Ansichten bei Beobachtung mittelst Immersionslinsen gewonnen. Die dichte Plasmamasse in den jugendlichen Zellen lässt „anscheinend unregelmässige Körner in der Masse vertheilt erkennen. An günstigen Präparaten oder nach Aufhellung durch Salzsäure zeigt sie aber eine bestimmt feinfaserige Structur; zwischen den Fasern oder in denselben liegen immer noch Körner zerstreut.“ Es handle sich also nicht um ein Plasmodium, sondern um ein Knäuel äusserst feiner Hyphen. In dem nächstfolgenden Stadium sind die Bläschen in einer einzigen Schicht der Oberfläche einer nicht in Bläschen differenzirten Masse aufgesetzt.“ Die letztere hat dieselbe faserige Structur wie die Stadien in den jüngsten Zellen. Es sind also noch dieselben Hyphenknäuel; die Blasen stellen Anschwellungen der Enden solcher Hyphen dar; die letzteren sind als fadenförmige Fortsätze stets in der Einzahl an den Blasen zu sehen. Die Blasen besitzen eine Membran und einen bei Tinctionen stark gefärbten, also aus Eiweiss bestehenden Inhalt. In dem allergrössten

1) Berichte der deutsch. botan. Gesellsch. III. 1885. p. 177.

2) Untersuchungen aus d. botan. Inst. zu Tübingen. 1886 p. 151 ff.

hinteren älteren Theile der Anschwellungen sind die Blasen und ihr Eiweissinhalt wieder verschwunden. Im Stadium der Desorganisation erscheinen sie bisweilen als nicht ganz geschlossene ringförmige Körper oder als halbe Ringe. Es wird daraus geschlossen, dass sie unter Entleerung platzen. Vor der Entleerung zerfällt der Inhalt in eine Mehrzahl länglicher, stark lichtbrechender, sehr kleiner Körperchen; diese werden als Sporen, die Blasen daher als Sporangien gedeutet; dem sporangienbildenden Pilze wird der Name *Frankia subtilis* gegeben. Im noch späteren Stadium sind auch die Sporen verschwunden, ohne dass eine Auswanderung oder ein Keimungsproduct zu finden ist. Die Pilzmasse stellt dann eine wachsartige Masse dar; die Zellen, in denen sie enthalten, sind collabirt und ohne Eiweissreaction. Die Bildung der eiweisserfüllten Blasen beginnt vom April an und dauert den Sommer über; im Spätsommer fängt die Entleerung an und ist bis zum Winter in allen blasenführenden Zellen vollzogen, während die in den jüngeren Theilen liegenden noch nicht in Blasen differenzirten Pilzmassen überwintern und im nächsten Frühlinge die Vegetation des Pilzes fortsetzen.

Man sieht, dass der Widerspruch in den vorstehenden Ansichten nicht bloss die Deutung des Gebildes, sondern auch die Structur desselben, also das, was durch directe Beobachtung zu sehen sein muss, betrifft. Ehe aber an die Deutung gegangen werden kann, muss erst die Beschaffenheit eines Dinges festgestellt sein, und bei einem mikroskopisch so schwierigen Object wie das in Rede stehende, wird man die wahre Beschaffenheit um so eher ermitteln, je mehr man sich bei der Beobachtung von Verstellungen, welche schon die Deutung anticipiren, wie z. B. Plasmodium oder Hyphen, frei macht. Was mir die directe Beobachtung zeigt, ist folgendes.

Die jüngsten Meristemzellen enthalten ein mit Zellkern versehenes Protoplasma von gewöhnlicher Beschaffenheit; im nächsten Stadium zeigt das Protoplasma gewisser Meristemzellen in der Umgebung des Zellkernes die erwähnte dichte, anscheinend feinkörnige Beschaffenheit; diese Substanz erscheint in den nächstälteren Stadien sehr bald bis zur gänzlichen Erfüllung der Zelle vergrössert. Es gilt nun, die feinere Structur derselben zu ermitteln, was nur mit stärksten Immersionslinsen möglich ist. Das Erste, was sich hierbei aufdrängt, ist, dass sie aus zweierlei optisch verschieden sich verhaltenden Substanzen, die selbst aber homogen sind, besteht, einer ziemlich stark und einer viel schwächer lichtbrechenden. Die Form der gegenseitigen Anordnung beider Structurelemente kann nur durch aufmerksame kritische Beobachtung aufgeklärt werden. Auf den ersten Blick macht es den Eindruck, als seien in einer schwach lichtbrechenden Grundmasse differente Körperchen von starkem Lichtbrechungsvermögen vertheilt. Es handelt

sich nun um die Form dieser Körperchen. Hierbei bekomme ich nicht den Eindruck, den MÖLLER hatte, indem er die Structur als „körnig“ bezeichnet. Denn als isolirte in der Grundmasse vertheilte Kügelchen und Körnchen erscheint die lichtbrechende Substanz nicht, vielmehr sieht man ganz deutlich stark gebogene und gebrochene, vielfach mit einander zusammenhängende Balken oder Fäden, so dass die BRUNCHORSTsche Bezeichnung „feinfaserige Structur“ der Wahrheit näher kommt. Wenigstens entspricht dieser Vorstellung dasjenige Bild am meisten, welches man bei Einstellung in einer und derselben optischen Ebene erhält. Allein die bildliche Darstellung, welche BRUNCHORST in seiner Figur 6a davon giebt, stellt nur den Gesamteindruck eines ganzen Zellinhaltes dar und ist, indem sie das Bild eines Knäuels von Fäden hervorzubringen sucht, schon unter dem Einfluss anticipirter Deutung entworfen, sie ist keine Copie Punkt für Punkt des Bildes, welches die Masse bei scharfer Einstellung in einer einzigen optischen Ebene hervorbringt. Ich habe eine solche naturgetreue Kopie z. B. in Fig. 3 Taf. IV gegeben. Die in der optischen Einstellungsebene liegenden, daher hell und scharf contourirt erscheinenden Balken sind in dieser Manier gezeichnet; wo sie sich an einzelnen Stellen über oder unter die Einstellungsebene fortsetzen, sind sie durch mindere Helligkeit angedeutet; die dunklen Zwischenräume stellen die schwächer lichtbrechende Substanz dar. Der Eindruck nun, dass die stark lichtbrechende Masse freie Balken oder Fäden darstellt, wird aber sofort vernichtet, wenn man unter ganz allmählicher Aenderung der Einstellung das Bild in eine andere Ebene verfolgt. Dann zeigt sich, dass die schwach lichtbrechende Substanz kleine regellos geformte Kammern oder Kanälchen in einer zusammenhängenden Masse von starker Lichtbrechung darstellt. Ich gebe z. B. in Fig. 4 die Bilder, in welche sich ein Kammerraum durch successive Einstellung verwandelt, wobei jedesmal nur die in der Einstellungsebene liegende Parthie der Kammer deutlich und die sie umgebende Kammerwand stark lichtbrechender Substanz scharf contourirt erscheint. Man hat also in *a* eine ringsum geschlossene, gebogene, kurze, kanalförmige Kammer vor sich, deren beide Enden aber bei *b* sich als Kanäle tiefer in die Substanz hinabsenken, bei *c* gegeneinander sich krümmen und sich kreuzend nach anderen Richtungen weiter gehen. Diese Bilder würden ganz unmöglich sein, wenn die stark lichtbrechende Substanz die Form von Fäden hätte; sie stellt vielmehr die Wände von Kammern und Kanälen vor, von denen diese Substanz reichlich nach allen Richtungen durchsetzt ist. Uebrigens sind auch diese Kammerwände von wechselnder Dicke, wie Figur 5 in einer einzigen optischen Ebene zeigt. Die Masse kann also verglichen werden mit der Structur eines Badeschwammes oder einer von Kanälchen durchsetzten porösen Knochenmasse. Die Structur gleicht

im Allgemeinen der der Chlorophyllkörper, für die bekanntlich TSCHIRCH¹⁾ nachgewiesen hat, dass sie Schwammstructur besitzen. Der ganze Körper reagirt auf Eiweissstoffe; bei der Kleinheit der Structur kann ich nicht entscheiden, ob Tinctionen gegenüber eine der beiden optisch verschiedenen Substanzen, aus denen er combinirt ist, stärker als die andere reagirt. Ich finde also nur, dass die betreffenden *Alnus*- und *Elaeagnuszellen* eine Protoplasmamasse von schwammförmiger Structur erzeugen. Bis zu diesem Satze gestattet die directe Beobachtung zu gehen; weiteres würde schon in das Gebiet willkürlicher Deutung gehören.

Ich komme nun zu dem Bläschenzustand, in welchen der eben beschriebene sich im nächsten Stadium umwandelt. Wie BRUNHORST schon richtig gesehen hat, wird nicht der ganze Körper in Bläschen differenzirt, sondern die innere Masse behält die frühere Structur bei. Aber dass die Bläschen nur in einer einzigen Oberflächenschicht liegen, wie dieser meint, trifft jedenfalls für die meisten Fälle nicht zu; wie Fig. 7 bei Betrachtung der Oberfläche des ganzen Körpers zeigt, liegen die Blasen auch übereinander und lassen sich dann durch verschiedene Einstellungen scharf fixiren. Die Structur der fertigen Blasen ist bei ihrer Grösse leicht zu erkennen: sie besitzen eine im optischen Durchschnitte deutlich doppelt contourirte Haut von ungefähr derselben Stärke und demselben Lichtbrechungsvermögen wie die Kammerwände des früheren Zustandes und einen ziemlich homogenen Inhalt, der aber dichter ist als die Ausfüllungsmasse der Kammern war und, wie BRUNHORST schon angegeben, äusserst intensive Eiweissreaction aufweist. Liegen die Blasen dicht beisammen, so können die Membranen der benachbarten Blasen einfache Lamellen darstellen, liegen sie entfernter, so hat jede ihre eigene doppelt contourirte Membran. Nun ist die Frage, wie die Blasen aus dem vorhergehenden Zustande entstehen. Sie für angeschwollene Hyphenenden zu halten, ist schon ausgeschlossen durch unseren Befund, wonach der vorhergehende Zustand überhaupt keine Hyphen besitzt; aber auch die directe Beobachtung lehrt es anders. Zunächst sei bemerkt, dass auch in diesem Zustande die übrige Masse, soweit sie nicht Bläschenatur angenommen hat, also die Zwischenräume zwischen den Bläschen, wenn diese nicht dicht aneinanderliegen, und die ganze innere Partie des Körpers, noch dieselbe Schwammstructur wie Anfangs besitzt. Uebergangsstadien zwischen dem ersten und dem Bläschenzustande zeigen nun bei genauer Betrachtung, dass die Bläschenräume durch Ausweitung ursprünglicher Kammerräume der porösen Substanz zu Stande kommen, wie die Figur 6 deutlich erkennen lassen. Während der Ausweitung erfüllen sich die Räume mit der in

1) A. TSCHIRCH, Untersuchungen über das Chlorophyll. Berlin. 1884. Taf. II. Fig. 17, 19—24.

ihnen während dem sich neubildenden Eiweisssubstanz. An dieser mächtigen Substanzneubildung, die mit der Ausdehnung an diesen Punkten Hand in Hand geht, muss man festhalten, um die richtige Vorstellung bei diesem Vorgange zu treffen. Denn wir sind gezwungen anzunehmen, dass eine Substanzneubildung in Form von Intussusception auch in der Membran des Bläschens bei diesem Wachstum erfolgt, sei es nun dass die ursprünglichen Kammerwände der zukünftigen Blase dieses Wachstum erfahren, sei es, dass dieselben nur mechanisch aufgetrieben und verdünnt werden und dass vielmehr eine peripherische Schicht der jetzt erst entstehenden Ausfüllungsmasse selbst sich zu einer blasigen, stärker lichtbrechenden Hülle differenziert. Diese letzteren beiden Möglichkeiten sind das Einzige, was die Beobachtung unentschieden lassen muss; doch ist dieser Punkt von untergeordneter Bedeutung für die Frage, wie die Blasen aus dem anfänglichen Zustande hervorgehen. Dieselben sind hiernach Anhäufungen neugebildeter protoplasmatischer Eiweisssubstanz in sphärisch ausgeweiteten Räumen des ursprünglichen porösen Protoplasmakörpers. Da den Ausweitungen nach aussen hin der geringste Widerstand entgegengesetzt wird, so erklären sich die Hervorragungen der Blasen an der Oberfläche des Körpers, der dadurch traubiges Aussehen erhält. Sind durch Zerschneiden oder Zerreißen der Masse die Blasen isolirt worden, so erkennt man, wenn man eine Blase in ihrer zu oberst liegenden Oberfläche anstatt in ihrem Aequator einstellt, dass die benachbarten Kammern, natürlich im auseinander gezerrten Zustande, auf der Kugeloberfläche sichtbar sind sammt ihren begrenzenden stark lichtbrechenden Wänden, soweit die letzteren radial gegen die Blase standen und nun natürlich wie Fasern erscheinen. Auch der faserförmige Stiel, der mitunter an einer Blase zu sehen ist und die früheren Beobachter zu der Vorstellung von Hyphen mit blasig angeschwollenem Ende veranlasst hat, ist nur ein solcher Ueberrest; übrigens findet er sich denn auch, wie ich auch jetzt wieder behaupten muss, nicht bloss einzeln, sondern auch in Mehrzahl an einer und derselben Blase (vergl. Fig. 10). Das Zustandekommen der Blasen, wie es hier eruirt ist, stimmt also mit der MÖLLER'schen Vorstellung auch nicht überein, denn nach dieser sollen sich die Körner der ursprünglichen Substanz, die wir also nicht als Körner, sondern als Kammerwände kennen gelernt haben, zu dem Sporenplasma, d. h. also zu dem Inhalt der Blasen, gruppieren.

Das dritte Stadium ist das, in welchem, wie BRUNHORST schon richtig erkannt hat, die Blasen wieder vergehen und zugleich die Eiweissreaction des ganzen Körpers verschwindet. Der letztere hat dann wieder ungefähr das Aussehen wie früher vor dem Bläschenzustande, erleidet aber augenscheinlich eine noch weiter gehende Stoffverminderung, indem er nach und nach zusammenschrumpft unter mehr

oder minder starkem Collabiren der ganzen Zelle. Diese letztere Erscheinung und das gleichzeitige Schwinden der Eiweissreaction dürften als die Folgen eines und desselben Vorganges aufzufassen sein, nämlich der allmählichen Resorption der aufgespeicherten Eiweissstoffe, wobei zuletzt eine nicht mehr wie Eiweiss reagirende Substanz übrig und unverändert bleibt, als eine Art Skelett des ursprünglichen Protoplasmakörpers. In diesem erkenne ich, wenn auch minder deutlich, als in früheren Stadien, noch immer die beschriebene Schwammstructur. Die Bilder, welche BRUNCHORST vor dem Verschwinden der Blasen gesehen und als eine Sporenbildung in denselben deutet, halte ich für Begleiterscheinungen der Resorption.

Aus diesen Thatsachen kann ich als nächstliegenden Schluss nur den ziehen: es handelt sich um Protoplasmakörper der Baumwurzeln, welche als Organe für transitorische Eiweissaufspeicherung functioniren, in der Art, dass sie, wie BRUNCHORST nachgewiesen hat, im Frühling und Sommer, also während der Ernährungsthätigkeit der Wurzeln, Eiweiss aufspeichern, um dasselbe im Spätsommer wieder für andere Bedürfnisse des Stoffhaushaltes der Pflanze abzugeben. Für diesen physiologischen Zweck bildet die Pflanze hier auch ein eigenes morphologisches Organ: die eigenthümlichen durch terminales Meristem fortwachsenden Anschwellungen. Den Anforderungen eines Speicherorganes wird auch durch die anatomische Structur, die ich hier als bekannt annehme und die auch durch BRUNCHORST genau beschrieben ist, völlig entsprochen. Noch andere physiologische Functionen kann man diesen Organen zunächst nicht zuschreiben; für Nahrungsaufnahme wenigstens sind sie wegen ihres ziemlich starken Korkmantels und des vollständigen Mangels von Wurzelhaaren nicht geeignet.

Ich bemerke, dass die hier eruirte Structur der fraglichen Massen die Deutung als pilzlichen Organismus in keiner Weise rechtfertigt. In dieser Structur liegt auch nichts, was es verbieten könnte, das Object für Protoplasma einer Phanerogame zu halten; denn diese Schwammstructur trifft z. B. ziemlich genau für die Chlorophyllkörner zu. Dass das fast ausnahmslose Vorkommen dieser Wurzelanschwellungen bei allen Individuen und schon vom jüngsten Lebensalter der betreffenden Holzpflanzen an die Annahme einer parasitären Bildung schon immer erschwerte, brauche ich nur anzudeuten.

Mit der hier gewonnenen Auffassung schliessen sich die Wurzelanschwellungen der Erlen und Eläagnaceen denjenigen der Leguminosen an, mit denen sie ja schon bei allen Verschiedenheiten im mikroskopischen Detail doch in vielen morphologischen Hinsichten übereinstimmen. BRUNCHORST¹⁾ hat nämlich nachgewiesen, dass die in ge-

1) Berichte der deutsch. botan. Gesellsch. III. 1885. p. 241.

wissen Zellen der Leguminosenknöllchen enthaltenen bakterienähnlichen Elemente, welche ebenfalls seit WORONIN für Pilze gehalten wurden, nur geformte Eiweisskörper der Pflanze selbst sind („Bakteroiden“), welche zu gewisser Zeit gebildet und zu späterer Zeit wieder resorbirt werden. Ich habe mich selbst von der Richtigkeit dieser Beobachtungen, die in meinem Institute angestellt wurden, überzeugen können. Nur die mit den Bakteroiden gleichzeitig bei den meisten Leguminosen und ebenso konstant wie diese vorkommenden in der Zelle befindlichen eigenthümlichen Stränge, welche von ERICKSSON und früher von mir für Pilzhyphen gehalten wurden, betrachtet auch BRUNHORST noch für einen parasitischen Pilz. Ich kann auch sie jetzt nicht mehr für etwas Pilzliches halten, sondern für Bildungen der Leguminosenzelle selbst, und wird Herr Dr. TSCHIRCH, der den Gegenstand untersucht hat, besondere Mittheilungen darüber machen.

So wären hiernach sowohl *Schinzia Alni*, als auch *Plasmodiophora Alni*, sowie *Frankia subtilis*, desgleichen *Schinzia Leguminosarum* aus der Mykologie zu streichen. Wir wären vielleicht nicht zwanzig Jahre lang über diese Bildungen im Irrthume geblieben, wenn nicht WORONIN bei ihrer ersten Entdeckung sie für Pilze erklärt und dadurch das Urtheil seiner Nachfolger beeinflusst hätte. Jetzt aber, wo in der Landwirthschaft die Frage der Stickstoffassimilation mit diesen Bildungen hypothetisch in Beziehung gebracht worden ist, ist es besonders wünschenswerth über diese Objecte zu richtigeren Ansichten zu gelangen.

Pflanzenphysiologisches Institut der Königl. landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Eine Meristemzelle aus dem Vegetationspunkte einer Wurzelanschwellung von *Elaeagnus sp.*, deren Protoplasma in der Nachbarschaft des etwas vergrösserten Zellkernes die neue dichtere Beschaffenheit angenommen hat. Daneben Zellen mit wie gewöhnlich beschaffenem Protoplasma. Durch Glycerin ist das Protoplasma schwach contrahirt. 480fach vergrössert.
- „ 2. Nächst älteres Stadium der vorigen Zelle, die unter Vergrösserung die neue plasmatische Substanz stark vermehrt hat, in welcher der Zellkern sich aufzulösen beginnt, um später zu verschwinden. 480fach vergrössert.
- „ 3. Eine Stelle der Protoplasmanasse im Stadium von Fig. 2 oder später, jedoch vor der Bläschendifferenzirung, bei Einstellung in einer einzigen

optischen Ebene Punkt für Punkt gezeichnet nach dem Aussehen der stark und der schwach lichtbrechenden beiden Substanzen, aus denen sie zusammengesetzt ist. 1890fach vergrößert.

- Fig. 4. Ein Kammerraum, wie ihn die schwach lichtbrechende Substanz der Plasmamasse darstellt, in 3 successiven Einstellungen *a, b, c* verfolgt, woraus sich ergibt, dass diese Substanz die Form von Kanälen innerhalb der stark lichtbrechenden Substanz darstellt. 1890fach vergrößert.
- „ 5. Einige Kammerräume der Protoplasmamasse, welche zeigen, dass die aus stark lichtbrechender Substanz bestehenden Kammerwände stellenweise ungleiche Dicke haben. 1890fach vergrößert.
- „ 6. Einige Stellen der Protoplasmamasse im Uebergangsstadium in den Bläschenzustand, wo die Entstehung der Blasen als Ausweitungen der ursprünglichen Kammerräume sichtbar ist. 1890fach vergrößert.
- „ 7. Bläschen in der Oberflächeneinstellung des Protoplasmakörpers, wo deutlich erkennbar ist, dass die Bläschen in mehr als einer Schicht übereinander liegen. 590fach vergrößert.
- „ 8. Ein fertiges Bläschen, in äquatorialer Einstellung, mit doppelt contourirter Haut und ziemlich homogenem aus Eiweiss bestehendem Inhalt. 1090fach vergrößert.
- „ 9. Ein fertiges Bläschen in Oberflächeneinstellung, wo die Wände der bei dem Wachsthum des Bläschens auseinander gezerrten benachbarten Kammerräume sichtbar sind und zum Theil als Stiel an der Seite hängen. 1090fach vergrößert.
- „ 10. Zwei in ähnlicher Weise verbundene Bläschen. 1090fach vergrößert.

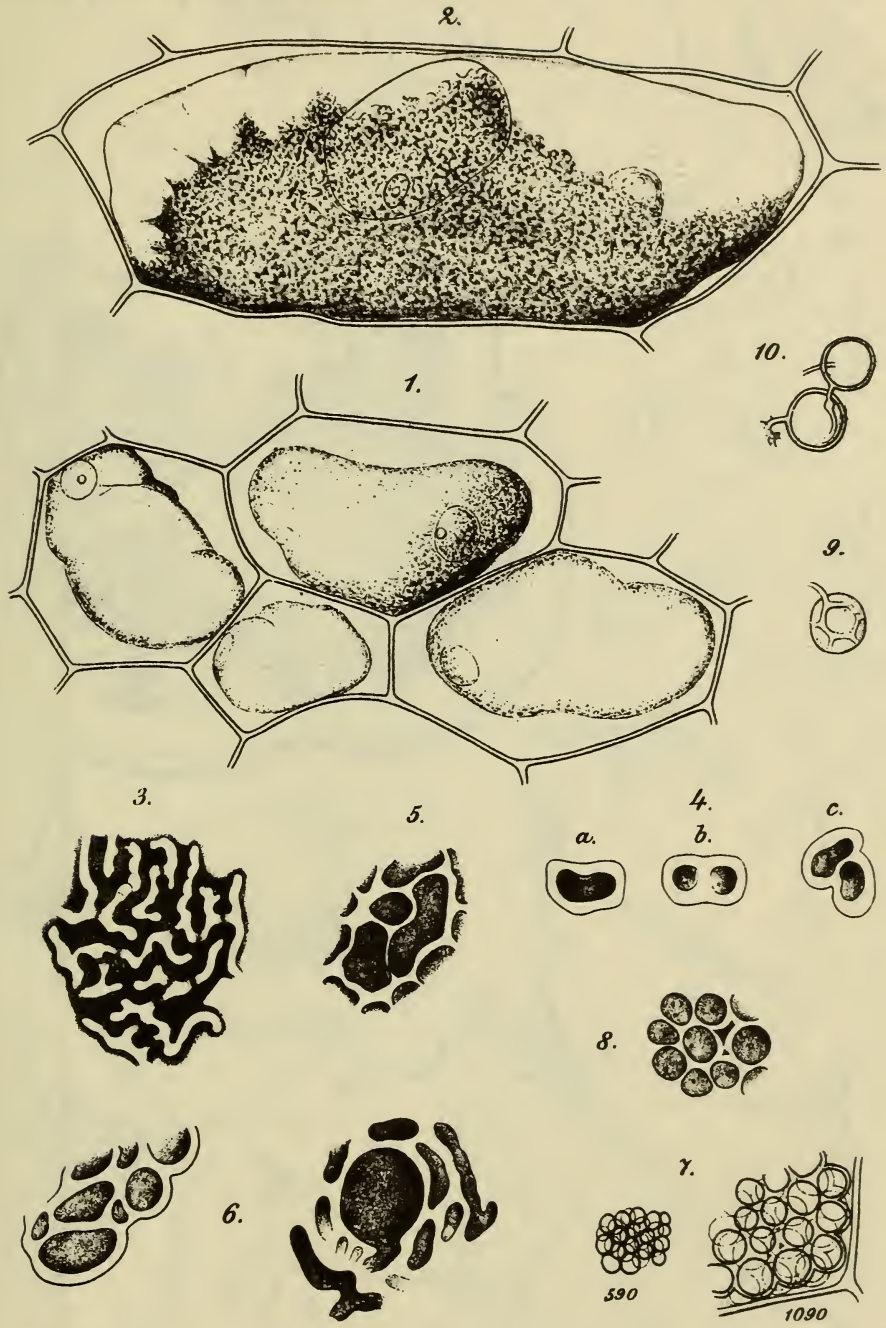
6. A. Tschirch: Beiträge zur Kenntniss der Wurzelknöllchen der Leguminosen (I).

(Mit Tafel V.)

Eingegangen am 2. Februar 1887.

Von dem Vorsitzenden des Klubs der Landwirthe in Berlin im Herbst 1886 aufgefordert einen Vortrag in diesem, wissenschaftlichen Fragen besonders zugewandten, Vereine zu halten, beabsichtigte ich eine Darstellung des jetzigen Standes unserer Kenntnisse über die Wurzelknöllchen der Leguminosen zu geben. Beim Studium der Literatur kam ich jedoch, wie das ja meist zu gehen pflegt, wiederholentlich an Punkte, die Ergänzung bezw. Neuuntersuchung nöthig machten und so entschloss ich mich denn die ganze Frage einem erneuten Studium zu unterwerfen.¹⁾

1) Die nachstehenden Resultate habe ich am 25. Januar 1887 im Klub vortragen



B. Frank 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: 1887

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Frank B.

Artikel/Article: [Sind die Wurzelanschwellungen der Erlen und Eläagnaceen Pilzgallen? 50-58](#)