

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

IX. Band.

15. September 1889.

Nr. 14.

Inhalt: **Prażmowsky**, Das Wesen und die biologische Bedeutung der Wurzelknöllchen der Erbse. — **Grassi**, Ueber *Grassia Ranarum* Fisch. — **Langendorff**, Aeltere und neuere Ansichten über die Schilddrüse. — **Fricke**, Ueber psychische Zeitmessung (Drittes Stück).

Das Wesen und die biologische Bedeutung der Wurzelknöllchen der Erbse.

Von **Dr. Adam Prażmowski**.

[Vorläufige Mitteilung] ¹⁾.

In einer zu Ende des vergangenen Jahres im Botan. Centralblatt veröffentlichten Mitteilung hat Verfasser dargethan, dass die Wurzelknöllchen der Papilionaceen nicht zu den normalen Bildungen der Wurzel gehören, vielmehr durch einen besondern Pilz hervorgerufen werden, welcher die Knöllchen bewohnt und dessen Keime auch im Boden vorkommen müssen. Ueber die wahre Natur dieses Pilzes konnte er damals noch nichts Bestimmtes sagen; es wurde bloß festgestellt, dass der fragliche Knöllchenpilz im jugendlichen Zustande der Wurzel, in der Mehrzahl der Fälle durch Wurzelhaare, in die Wurzel eindringt, und in derselben in Form von mehr oder weniger verzweigten, unseptierten Schläuchen fortwächst, welche nach außen von einer derben und glänzenden Membran umgeben, im Innern aber mit Unmassen winzig kleiner, einfach stäbchenförmiger Körperchen erfüllt sind. Unter Einwirkung dieses Pilzes wird in der Tiefe der Rinde das junge Knöllchen angelegt und in diesem verwandeln sich nach Differenzierung seiner Gewebe die bakterienähnlichen Inhaltskörperchen des Pilzes in die sogenannten „Bakteroiden“, indem sie, durch Auflösung der Pilzmembranen frei werdend, sich mit dem plasmatischen Inhalte der Wirtzellen vermengen, sich durch Wachstum und Spaltungen weiter vermehren, bei einigen Pflanzen auch durch Gabelungen verzweigen. Inbezug auf die biologische Bedeutung der

1) Aus den Bulletins der k. k. Akademie der Wissenschaften zu Krakau, Juni 1889. Mitgeteilt vom Herrn Verfasser.

Knöllchen hat Verf. kein endgiltiges Urteil abgegeben; er vermutete bloß, dass dieselben aller Wahrscheinlichkeit nach in die Reihe der „symbiontischen“ Erscheinungen gehören, welche sowohl für den Pilz, als auch insbesondere für die Wirtspflanze von Nutzen sind.

Gleichzeitig mit seiner Abhandlung sind ausführliche Mitteilungen über Wurzelknöllchen von Vuillemin, Beyerinck, Hellriegel und Wilfarth veröffentlicht worden, deren Untersuchungen zum teil zu den nämlichen, zum teil zu abweichenden und sogar einander widersprechenden Resultaten führten. Es schien dem Verf. deshalb wünschenswert, die Frage noch einmal einer eingehenden Untersuchung zu unterwerfen, und dies um so mehr, nachdem die Mittel zur Ausführung der erforderlichen Versuche ihm aus dem Landesfonds bereitwilligst gewährt wurden.

Die Untersuchungen wurden an der Erbse ausgeführt, die schon in frühern Jahren am eingehendsten nach dieser Richtung hin vom Verf. geprüft wurde. Die nachstehend mitgeteilten Resultate beziehen sich deshalb in erster Linie auf diese Pflanze; es ist aber vorauszu- sehen, dass auch die übrigen Papilionaceen sich nicht wesentlich anders verhalten werden.

Die Hauptergebnisse der Untersuchungen des Verf. lassen sich in folgende Sätze kurz zusammenfassen:

1) Die Wurzelknöllchen der Erbse sind keine normale Bildungen der Wurzel, denn sie werden in sterilisierten und vor zufälliger Infektion geschützten Medien nie gebildet; sie entstehen immer nur auf dem Wege der Infektion.

2) Die infizierenden Knöllchenorganismen sind Bakterien, in Form und Eigenschaften mit denjenigen identisch, welche zuerst von Beyerinck aus den Knöllchen verschiedener Pflanzenspecies herangezüchtet wurden. Namentlich aus jugendlichen Knöllchen können die Bakterien leicht in Reinkultur erhalten und dann durch beliebig lange Reihen von Generationen vermehrt werden. Der ursächliche Zusammenhang zwischen den so gezüchteten Bakterien und den Wurzelknöllchen wurde durch eine Reihe von exakten Versuchen bewiesen, in denen zur Infizierung von Pflanzen Kulturen verwendet wurden, welche durch Tausende von Generationen von den ursprünglich aus den Knöllchen gezüchteten Bakterien getrennt waren. Nach zwölfmaligem Ueberimpfen waren die Bakterien ebenso wirksam und brachten ebenso zahlreiche Knöllchen an den Wurzeln hervor, wie die direkt den Knöllchen entnommenen.

3) Die Bildung der Knöllchen erfolgt nur im jugendlichen Zustande der Wurzel und ihrer Verzweigungen; ältere und zur Zeit der erfolgten Infektion ausgewachsene Teile der Wurzel können durch Knöllchenbakterien nicht mehr zur Ausbildung der Knöllchen veranlasst werden. Infiziert man die Pflanzen erst zwei bis drei Wochen nach dem Aufgange der Samen, so bleiben sämtliche Wurzelteile,

welche zu dieser Zeit schon ausgewachsen waren, bis zum Lebensende der Pflanze knöllchenfrei.

4) Die Knöllchenbakterien dringen direkt durch jugendliche (nicht verkorkte!) Zellmembranen in die Wurzelhaare und Epidermiszellen der Wurzel ein, und vermehren sich dort auf Kosten des plasmatischen Inhaltes der Zellen. Ihre weitere Entwicklung wurde bis jetzt nur in Wurzelhaaren beobachtet. Nachdem die Bakterien sich im Wurzelhaare massenhaft vermehrt haben, vereinigen sie sich in der Nähe des Scheitels desselben zu traubenförmigen Konglomeraten von Kolonien, welche sich immer dichter aneinanderlegen, dann sich mit einer derben und glänzenden Membran umhüllen und unter Vermittlung der letztern mit der Zellmembran des Wurzelhaares verwachsen. Es entsteht so an der Innenwand des Haares und nahe am Scheitel ein glänzender Knopf, welcher in den meisten Fällen noch von freien, d. h. nicht mit Membran umhüllten Bakterienkolonien, umgeben ist. Um diesen Knopf krümmt sich der Scheitel des Wurzelhaares hirtensstab- oder schraubenförmig ein, so dass der Bakterienknopf in die Mitte der Schraube zu liegen kommt, und dann wächst aus demselben gegen die Basis des Wurzelhaares ein hyphenähnlicher Schlauch hervor, welcher nach Außen von einer glänzenden Membran umgeben und im Innern mit Bakterien dicht erfüllt ist.

5) Von diesem Stadium an bis zur Ausbildung des Knöllchens und Differenzierung seiner Gewebe ähnelt der Bakterien Schlauch in seinem Verhalten einem echten Hyphenpilz, denn er wächst an seinem Scheitel fort und erzeugt unterhalb desselben Verzweigungen, die sich ebenso verhalten.

6) Der Bakterien Schlauch wächst nun unter den schon früher beschriebenen Erscheinungen (Bot. Centralblatt, 1888) aus dem Wurzelhaar in die Epidermis und in die Rinde der Wurzel hinein, er kann bis zur Endodermis des zentralen Wurzelzylinders eindringen. Er durchbohrt die Membranen der Rindenzellen, spaltet sie meistens in zwei Lamellen und verbreitet sich in dem so gebildeten Spalte, so dass an den Durchwachungsstellen eine mehr oder weniger deutliche Anschwellung entsteht, welche nach Außen von den beiden Lamellen umgrenzt, im Innern aber mit Bakterien dicht erfüllt ist. Die Bakterien schläuche wachsen im Innern der Rindenzellen in der Richtung gegen die Zellkerne hin, und diese legen sich ihnen meistens so dicht an, dass sie an ungefärbten Präparaten in der Mehrzahl der Fälle als solche nicht unterschieden werden können. In diesem eigentümlichen Verhalten der Zellkerne liegt wohl der Grund dafür, dass Beyerinck die Bakterien schläuche für Reste der Zellkernteilungen hielt und sie als „Schleimfäden“ bezeichnete. Hervorzuheben wäre noch, dass auf dem ganzen Wege, welchen die Bakterien schläuche durchlaufen, außerhalb derselben keine freien Bakterien im Inhalte der Zellen angetroffen werden; sämtliche Bakterien sind in diesem

Stadium der Entwicklung des Knöllchens in den Schläuchen eingeschlossen.

7) Sobald die Bakterien-schläuche in die tiefern Schichten der Rinde eingedrungen sind, fangen die nächst ihnen gelegenen Zellen an, sich durch Teilungen zu vermehren. Anfangs gehen die Teilungen langsam und unregelmäßig von Statten, später in sehr rascher Aufeinanderfolge, namentlich in den 4 oder 5 innersten Schichten der Rinde. Gleichzeitig sprossen aus den Bakterien-schläuchen zahlreiche und dünne Zweige hervor, welche in die neu entstandenen Zellen hineinwachsen und sich in ihnen durch weitere Verzweigungen verbreiten. Infolge dieser Teilungen bildet sich alsbald in der Tiefe der Rinde ein meristematisches Gewebe, welches durch weitere Teilungen rasch an Größe zunimmt und in welchem sich bald die charakteristischen Gewebe des Knöllchens differenzieren. In der Mitte entsteht ein parenchymatisches, ziemlich weitzelliges Gewebe, dessen Zellen nach allen Richtungen von den reich verzweigten Bakterien-schläuchen durchsetzt werden, später durch Auflösung der Membranen der Schläuche sich mit den aus denselben befreiten Bakterien erfüllen und so zum „Bakteroidengewebe“ der Autoren werden. Nach außen differenziert sich die Rinde des Knöllchens, welche aus etlichen Lagen von inhaltsarmen und in der Richtung des Radius zusammengedrückten Zellen besteht, deren Membranen später verkorken. Zwischen dem Bakteroidengewebe und der Rinde verbleibt eine Lage vom kleinzelligen, teilungsfähigen und bakterienfreien Gewebe: das Meristem oder der Vegetationsscheitel des Knöllchens. Im hintern Teile dieses Meristems werden später die zahlreichen Fibrovasalbündel des Knöllchens gebildet, welche als Verzweigungen des im zentralen Fibrovasalbündel der Wurzel entspringenden Hauptstammes entstehen, und mit der weitem Entwicklung des Knöllchens unter Gabelungen fortwachsen. Zwischen den Fibrovasalsträngen und dem Bakteroidengewebe bleibt noch eine Lage von Zellen erhalten, welche bakterienfrei sind und hauptsächlich Stärke als Inhalt führen: die sogenannte Stärkeschichte.

8) Die Stelle, an welcher die Bildung des Knöllchens erfolgt, ist durch die in die Wurzel eindringenden Bakterien-schläuche vorgezeichnet. Da nun die Bakterien an beliebiger Stelle der Wurzel eindringen und ihre Schläuche in beliebiger Richtung in der Rinde fortwachsen, so ist auch die Stellung der Knöllchen keine regelmäßige; sie können sowohl gegenüber dem Xylem, wie gegenüber dem Phloëm, als auch dazwischen angelegt werden. Zieht man noch den Umstand in betracht, dass das Perikambium zur Erzeugung der Gewebe des Knöllchens nichts beiträgt und nur die Vereinigung zwischen den Fibrovasalbündeln der Wurzel und des Knöllchens herstellt, so ist kein Grund vorhanden, die Wurzelknöllchen als metamorphe Nebenwurzeln aufzufassen, wie dies von van Tieghem, Beyerinck u. a. geschehen ist.

9) Nachdem die Gewebe des Knöllchens sich differenziert haben und die Bakterien durch Auflösung der Membranen der Schläuche frei geworden sind (nicht alle Bakterienschläuche werden aufgelöst, ein Teil derselben bleibt erhalten), vermengen sich letztere mit dem plasmatischen Inhalte der Zellen, vermehren sich in diesem durch Wachstum und Spaltungen, nehmen gabelige Gestalt an und werden so zu „Bakteroiden“. Die weiteren Schicksale der Bakterien in den Knöllchen hängen innig mit der Rolle zusammen, welche denselben im Haushalte der Pflanze zukommt, weshalb es nötig erscheint, vorerst die biologische Bedeutung der Knöllchen klarzulegen.

10) Um die Rolle der Bakterien im Leben der Pflanzen kennen zu lernen, hat Verf. Versuche angestellt nach einer Methode, welche es ermöglichte, die Pflanzen nur dem Einfluss der Knöllchenbakterien mit Ausschluss aller übrigen Organismen auszusetzen, sonst aber die übrigen Vegetationsbedingungen für sämtliche Pflanzen einer Versuchsreihe gleichzuhalten. Mit Rücksicht auf die Anschauungen der praktischen Landwirte über die bodenbereichernden Eigenschaften der Leguminosen, sowie mit Rücksicht auf die damit in Uebereinstimmung stehenden Resultate der bekannten Hellriegel'schen Versuche, wurde ein Teil der Versuchspflanzen mit allen nötigen Nährstoffen versehen, ein anderer Teil erhielt alle Nährstoffe mit Ausnahme des Stickstoffs.

Diese Versuche, welche mit peinlichster Sorgfalt und mit allen möglichen Vorsichtsmaßregeln ausgeführt waren, haben ergeben, dass durch die Knöllchenbildung die Ernährung und Entwicklung der Pflanzen gefördert wird, indem selbst Pflanzen, denen alle Nährstoffe zur Verfügung standen, ein kräftigeres Wachstum zeigten und höhere Ernten ergaben, wenn sie mit Knöllchenbakterien infiziert waren, als ebensolche Pflanzen ohne Mitwirkung von Bakterien. Pflanzen, welche in einem vollständig stickstofffreien Boden sich entwickelten und auf Knöllchen infiziert waren, wuchsen ohne Unterbrechung normal und gesund, als wenn ihnen kein wichtiger Nährstoff im Boden fehlte; sie ergaben auch in der Ernte einen ziemlich ansehnlichen Stickstoffgewinn. Da ebensolche und unter ganz gleichen Bedingungen wachsende, aber nicht infizierte Pflanzen verhungerten und in der Ernte keinen oder nur geringen Stickstoffgewinn zeigten, so ist damit wohl endgiltig der Beweis erbracht, dass unter Vermittlung der Knöllchenbakterien die Pflanzen (Erbsen) aus dem Stickstoffvorrat der Atmosphäre mit diesem Nährstoff versorgt werden.

11) Woher dieser Stickstoffgewinn stammt, ob aus den Stickstoffverbindungen, oder wie Hellriegel will, aus dem elementaren Stickstoff der Atmosphäre, darüber lassen die Versuche des Verf. noch kein endgiltiges Urteil fällen. In gleicher Weise ist Verf. zur Zeit noch nicht im stande sicher zu entscheiden, welcher Anteil bei dieser Stickstoffaufnahme den Knöllchenbakterien und welcher der Pflanze

selbst zukommt? Die Versuche über diese Fragen sind teils im Gange, teils werden sie in nächster Zeit angestellt werden.

12) Dagegen kann Verf. schon jetzt genauere Angaben machen über die Art und Weise, wie sich die Pflanze die Gegenwart der Bakterien in den Wurzelknöllchen zu Nutze macht. Kultiviert man Bakterien aus den Knöllchen der Erbse in künstlichen Nährmedien, so vermehren sie sich in unbegrenzter Zeit einfach durch Spaltungen, behalten dabei die Form eines einfachen Stäbchens und ihre Beweglichkeit. Im Knöllchen, also unter dem Einfluss der Pflanze, behalten sie die normale Gestalt eines einfachen Stäbchens nur so lange, wie sie in den Schläuchen enthalten sind; sobald sie aber nach Auflösung der Schlauchmembranen in direkte Berührung mit dem Plasma der Wurzelzellen treten, werden sie bald in Gestalt verändert, indem sie sich gabelig verzweigen und so zu Bakteroiden werden. In diesem Zustande der Bakteroiden können sie sich noch eine Zeit lang vermehren unter fortwährender Bildung von Seitenzweigen selbst dann, wenn sie aus dem Knöllchen heraus, in geeignete Nährlösung versetzt werden. Mit der weitem Entwicklung des Knöllchens geht ihnen aber auch diese Eigenschaft verloren, ihr Körper wird hyalin und löst sich schließlich unter eigentümlichen Erscheinungen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, auf. Mit dieser Auflösung geht eine Resorption des Inhaltes der Bakteroidzellen Hand in Hand; dieselben entleeren sich unter Zurücklassung von gewissen Inhaltskörpern, deren chemische Natur noch näher zu untersuchen wäre. Aus allen diesen Erscheinungen ergibt sich, dass die Pflanze sich nach und nach der Bakterien bemächtigt und ihre Körpersubstanz sich zu Nutze macht.

13) Wann die Entleerung beginnt und mit welcher Energie dieselbe verläuft, hängt in erster Linie von der Menge der Stickstoffverbindungen ab, welche der Pflanze im Boden zur Verfügung stehen. In einem an Stickstoffnährstoffen reichen Boden geht die Entwicklung der Bakterien im Knöllchen ungehindert von statten, die Knöllchen wachsen zur ansehnlichen Größe heran, ihr Bakteroidengewebe ist mit Bakteroiden und Bakterienschläuchen dicht erfüllt, zeigt eine fleischrote Färbung und erhält sich in diesem Zustande zuweilen bis zur Reife der Pflanzen. Die Auflösung der Bakteroiden mit darauf folgender Entleerung der Bakteroidzellen geht alsdann langsam und unregelmäßig von statten, beschränkt sich anfangs nur auf etliche Knöllchen und wird erst gegen Lebensende der Pflanzen beschleunigt. Unter entgegengesetzten Lebensverhältnissen, bei Mangel an Stickstoffnahrung, beginnt die Entleerung frühzeitig und geht im raschen Tempo von statten; die sich entleerenden Knöllchen bleiben in der Entwicklung zurück, und ihr Bakteroidengewebe nimmt statt der fleischroten eine grünlich-graue Färbung an.

14) In beiden Fällen beginnt die Entleerung in den ältesten hin-

tern Teilen des Bakterioidengewebes und schreitet von da nach dem Vegetations Scheitel des Knöllchens vorwärts. In der Nähe des Vegetations Scheitels an der Stelle, wo der Zuwachs des Bakterioidengewebes aus den Teilungen des Meristems stattfindet, bleibt aber eine Zone erhalten, deren Zellen keine Entleerungserscheinungen zeigen und mit Bakterien dicht erfüllt sind. Aber auch in den ältern Teilen des Bakterioidengewebes ist die Entleerung keine vollständige; es bleiben hier noch zahlreiche, anscheinend lebensfähige Bakterien und mit Bakterien erfüllte Schläuche zurück, welche nach dem Tode der Pflanze durch Fäulnis der Knöllchen wieder in den Boden gelangen. In der Vegetationsperiode der Pflanze findet ebenfalls ein fortwährender Uebergang der Bakterien aus den Knöllchen in den Boden, da die Knöllchen, wahrscheinlich infolge ihres Eiweißreichtums, für zahlreiche, namentlich tierische Feinde eine sehr willkommene Beute darstellen, und durch dieselben beschädigt werden. In solchen durch Insektenfraß beschädigten Knöllchen sieht man öfters die Bakterioidenmassen der Zellen von Neuem sich mit Membranen umhüllen und die so entstandenen Bakterienschläuche durch Sprossungen in immer kleinere und von Membranen umgebene Kolonien zerfallen, ein Vorgang, den Verf. früher, als ihm die wahre Natur der Knöllchenorganismen unbekannt war, als eine Art Sporenbildung aufgefasst hat.

15) Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, dass die Wurzelknöllchen symbiontische Bildungen zwischen gewissen Bodenbakterien und bestimmten Teilen der Wurzel einer hochorganisierten Pflanze darstellen, welche sowohl für Bakterien, als auch für die Wirtspflanze von Nutzen sind. Die Bakterien finden in den Zellsäften der Wurzel eine ihren Bedürfnissen entsprechende Nahrung, können sich auf Kosten dieser Nahrung durch unzählige Generationen hindurch vermehren und von diesen Vermehrungsstätten aus sowohl während des Lebens der Pflanze, als auch insbesondere nach deren Tode wieder im Boden verbreiten. Für die Pflanze ist die Symbiose mit Bakterien dadurch nützlich, dass sie sich unter Vermittlung derselben mit einem für ihre Lebensprozesse so überaus wichtigen Nährstoffe, wie Stickstoff, welcher überdies im Boden meistens in zu geringen Mengen enthalten ist, versorgen kann.

16) Obgleich beide Teile aus der Symbiose Nutzen ziehen, so ist doch die Pflanze gegenüber der Bakterie entschieden besser situiert. Sie ist in diesem Falle die stärkere, sie bemächtigt sich eher oder später der Bakterien, sie setzt auch ihrer Vermehrung dadurch eine Grenze, dass sie ihre Lebenskraft schwächt und schließlich ihre Körpersubstanz auflöst, um sie für Lebenszwecke zu verarbeiten.

Da nun die Pflanze die stärkere ist, so richtet sie ihr Zusammenleben mit Bakterien so ein, dass sie aus deren Gegenwart den größtmöglichen Nutzen ziehe. Sie schließt die Bakterien in einem parenchymatischen Gewebe (dem Bakterioidengewebe) in der Mitte des

Knöllchens ein, und umgibt dasselbe nach außen mit einer Lage von verkorkten Zellen, welche das Eindringen von andern niedern Organismen verhindern, gleichzeitig aber auch die Knöllchenbakterien nicht aus dem Knöllchen heraustreten lassen. Sie legt an der Spitze des Knöllchens ein Meristem an, welches durch Teilungen immer neue Lagen von Zellen und damit neue Herde für die Vermehrung der Bakterien erzeugt, um sich einen ununterbrochenen Zuwachs von Bakterien in dem Maße zu sichern, als sie die in ältern Teilen des Bakteroidengewebes enthaltenen Bakterien für ihre Lebenszwecke verarbeitet. Zwischen dem Bakteroidengewebe und der verkorkten Rinde bildet sie schließlich ein reichverzweigtes System von Fibrovasalbündeln, welches augenscheinlich den Zweck hat, einerseits die für die Ernährung der Bakterien und Erzeugung der Eiweißsubstanzen (die Knöllchen sind bekanntlich sehr eiweißreiche Organe) nötigen Baustoffe (Kohlenhydrate!) aus den oberirdischen Organen zuzuführen, anderseits aber die durch Auflösung der Bakteroiden gewonnenen Substanzen den oberirdischen Teilen zuzuleiten. Diese Ein- und Auswanderung der plastischen Stoffe wird dadurch ungemein erleichtert, dass die Membranen der Bakteroidzellen äußerst zart und dünn sind. Um schließlich einem Mangel der zur Vermehrung der Bakterien und Erzeugung von Eiweißsubstanzen nötigen Baustoffe vorzubeugen, wird das Bakteroidengewebe mit einer Lage von Zellen umgeben, in denen Stärke vorübergehend als Reservestoff aufgespeichert wird.

Man ersieht daraus, dass auch die anatomische Struktur der Knöllchen dem eigentümlichen symbiontischen Verhältnis, wie solches zwischen den Knöllchenbakterien und den Leguminosenpflanzen sich herausgebildet hat, vollkommen angepasst ist.

Ueber *Grassia ranarum* Fisch.

Eine kleine Bemerkung zu Dr. Schuberg's Aufsatz (im Biolog. Centralblatt vom 1. Juli 1889).

Von Prof. Battista Grassi.

Herr Dr. Schuberg, der so sehr gewissenhaft mir mit einem Ausrufungszeichen einen den Sinn der Sache durchaus nicht verwirrenden Druckfehler hervorhebt, versäumt dagegen vollständig hervorzuheben, wie sehr gering meine Verantwortlichkeit in betreff der *Grassia ranarum*, dieses wahrscheinlichen Pseudoparasiten, ist. In meiner von Schuberg zitierten Abhandlung des Jahres 1881 (S. 67) findet der Monere? delle Raganelle (*Grassia ranarum* Fisch) seinen Platz im fünften Kapitel, welches den Titel trägt: „Von einigen zweifelhaften Formen.“ Ich erkläre darin ausdrücklich, diesen Parasiten nur ein einziges mal in Pavia flüchtig (alla sfuggita) beobachtet zu haben (ich war damals Student der Medizin im vierten Jahre und hatte das wenige, was ich wusste, durch mich selbst gelernt) und setzte hiuzu, ihn in Rovellasea stets vergebens gesucht zu haben, fügte daher bei, dass ich mich somit, wenn auch

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1889-1890

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Prazmowski Adam

Artikel/Article: [Das Wesen und die biologische Bedeutung der Wurzelknöllchen der Erbse. 417-424](#)