

Brutkartoffeln fand ich die Krankheit niemals weiter vorgeschritten als wie soeben angegeben wurde. Die Mutterkartoffeln der Early Rose sind dagegen auch bei gesunden Pflanzen zur Erntezeit meist bis auf die Oberhaut geschwunden, wobei Asseln und Tausendfüsse energische Thätigkeit entfalten.

2. Die Resultate der mikroskopischen Untersuchung.

Führt man durch die Blättchen der erkrankten Pflanzen Quer- und Längsschnitte, so nimmt man zunächst wahr, dass das Chlorophyll in Degeneration begriffen ist. Die Chlorophyllkörner erscheinen blass, klein, schwach und undeutlich umgrenzt. Ebenso sind die Amylumkörner klein, unregelmässig gestaltet, gering an Zahl. Das ganze Plasma befindet sich im Zustand krümliger Zerbröckelung.

Von irgend einem parasitischen Organismus ist dabei in der überaus grossen Mehrzahl der Fälle gar nichts zu finden. Nur in wenigen Fällen, so z. B. bei Nr. 2 aus meinem Garten, fanden sich im Gewebe bakterienartige Pilzelemente in mässiger Anzahl vor, doch waren diese wohl, da sie nur ausnahmsweise auftraten, ein zufälliges Vorkommniss. Dem Umstand, dass die mikroskopische Untersuchung grade in dem zuerst sichtbar und auffallend erkrankenden Theil kein parasitisches Mycelium nachzuweisen im Stande ist, muss es wohl zugeschrieben werden, dass von den bisherigen Beobachtern Keiner die wahre Natur der Krankheit aufgefunden hat. Es liegt sehr nahe, ähnlich wie bei der durch *Peronospora* hervorgerufenen Blattkrankheit auch hier einen laubbewohnenden Parasiten vorauszusetzen; — diese Mühe ist aber vergeblich; — an keinem oberirdischen Theil bringt der Pilz äusserlich Sporen oder irgend ein anderes mit dem Mikroskop erkennbares Zeichen seines Daseins hervor.

Nur selten und bei sehr schwerer Erkrankung findet man feine Mycelfäden im Blattstiel und in den Blattnerven.

Eine ganz andere Ansicht von der Sache erhält man aber, sobald man von den unteren Theilen eines schwer erkrankten Triebes Querschnitte, besonders aber Längsschnitte, ausführt.

Zwar findet man auch in diesem Fall meistens das ganze

Parenchym in Rinde und Mark, die Oberhaut, ja sämtliche Bast- und Holzzellen durchaus frei von irgend welchem Parasiten. Sobald man aber einen groben Querschnitt oder einen sehr feinen Längsschnitt durch das Gefässbündel ausgeführt hat, gewahrt man in den grossen Tüpfelgefässen ein anfänglich sehr zartes, wasserhelles, sich verzweigendes, weitläufig septirtes Mycelium.

Fig. 1, Tafel I, zeigt solches Mycelium im Innern eines grossen Tüpfelgefässes. Das Gefäss, welches nach beiden Seiten durch einige Prosenchymzellen (p) begrenzt ist, ist durch den Schnitt halbirt. Man sieht nur die untere Wand mit den Tüpfeln (u) und auch diese untere Wand ist bei 1 durch den Schnitt entfernt. Hier ist sehr deutlich das ziemlich reich ausgebildete Mycel sichtbar; doch sieht man es auch auf der linken Seite sich über das Innere der unteren Gefässwand verbreiten.

Die zweite Figur der Tafel zeigt ein kleines Bruchstück des Mycelium aus demselben Gefäss bei doppelt so starker Vergrösserung. Man sieht, dass die jungen Mycelfäden keineswegs überall kalibrisch sind, sondern vielfach kleinere oder grössere Auftreibungen bilden. An einer Stelle (a, Fig. 2) hat eine solche Auftreibung Kugelgestalt angenommen.

An den aufgetriebenen Stellen liegen im Innern der Zelle sehr glänzende kugelige oder längliche Massen. Der Glanz dieser Körper, die man z. B. bei a und b der Fig. 2 hervortreten sieht, beruht auf grösserer Dichtigkeit als die Umgebung.

Die Fäden des Myceliums erscheinen anfänglich haarfein und wenig angeschwollen; nach und nach werden die Fäden dicker, bilden Auftreibungen; später fangen sie an, sich häufiger zu septiren.

Man findet das Mycelium anfangs ausschliesslich in den grossen Tüpfelgefässen; erst später tritt es stellenweise, die Tüpfel durchbohrend, in einen Schraubengang oder in ein Ring- oder Leitergefäss hinein. Im oberen Theil des Stengels sah ich es niemals aus den Gefässen in andere Gewebepartien hinübertreten.

Macht man von oben nach unten fortschreitend durch alle Internodien hindurch fortgesetzte Längsschnitte, so kann man unschwer konstatiren, dass der Pilz von unten aufwärts wächst. Nach oben findet man früher oder später die Endverästelungen des zarten Mycels.

Nur in seltenen Fällen findet man das Mycelium in den Blattnerven oder im Blattstiel; weitaus überwiegend ist das Blatt bereits völlig vertrocknet, bevor der Parasit den Blattstiel erreicht. Etwas häufiger begegnet man den ersten Spuren des Mycelium in den obersten Internodien. Meistens ist es hier noch sehr zart, dünn und gestreckt, ohne deutliche Scheidewände, und ausnahmslos ist es auf die Gefässe beschränkt. Ist der Trieb mit den charakteristischen äusseren Kennzeichen der Kräuselkrankheit versehen, so trifft man unter allen Umständen in grösserer oder geringerer Höhe das Mycelium in den Gefässen des Stengels an. Am sichersten leitet hier die welke Beschaffenheit des Blattrandes. Ist der Trieb, wenigstens im oberen Theil, noch grün, dabei aber der Blattrand welk und nach innen gerollt, so ist in allen Fällen das Mycelium im Innern nachweisbar. Ich habe über hundert Kartoffelpflanzen auf's genaueste untersucht und die beständige Verbindung dieses Mycelium mit der Kräuselkrankheit durchaus bestätigt gefunden.

Fand man die oberen Internodien noch mycelfrei, so trifft man das Mycelium stets früher oder später in den mittleren oder unteren an. Beschränkt sich die Verbreitung des Pilzes auf die unteren Internodien, so ist das Mycelium auch hier zart und farblos.

Die zarte Beschaffenheit ist überall Kennzeichen des Jugendzustandes dieses Mycelium; im Alter nimmt es eine wesentlich veränderte Form an. Diese Veränderung tritt allmählig ein und man kann sie am besten konstatiren, wenn man nach der soeben angegebenen Methode Längsschnitte durch alle Internodien von oben nach unten fortschreitend ausführt. Trifft man das Mycelium schon in den oberen oder mittleren Internodien an, so kann man leicht konstatiren, dass das Mycelium im ganzen Stengel abwärts in ununterbrochenem Zusammenhang steht. Es klettert inwendig an den Wänden und im Innern der grossen Tüpfelgefässe empor. In den unteren Theilen des Stengels nimmt es ganz allmählig eine anfangs blassbraune, zuletzt dunkelolivenebraune Färbung an. Die Wand wird weit schärfer begrenzt; es treten deutliche Septa auf. Alle diese Veränderungen treten ganz unmerklich und allmählig ein. Anfänglich trifft man Myceläste, die sich schon schwach zu bräunen anfangen und deutliche Scheidewände gebildet haben, während ihre Verzweigungen noch ganz zart und farblos, sowie scheidewandlos sind.

Diese Veränderung des Mycelium scheint, wie sie überhaupt in der Pilzwelt sehr häufig ist, auch den übrigen Arten der betreffenden Gattung eigen zu sein.

Man vergleiche darüber, was ich weiter unten über die Gattung *Rhizoctonia* J. Kühn mitgetheilt habe.

Die dritte Figur der Tafel zeigt ein grosses Tüpfelgefäss, vollständig durch den Längsschnitt geöffnet, und sowohl oben als unten der Wandung beraubt, also eine Längslamelle durch das ganze Gefäss. Dasselbe ist einerseits durch langgestreckte Parenchymzellen (par.), andererseits durch Prosenchymzellen (pros.) begrenzt. Zur rechten Seite sieht man das Gefäss ganz dicht mit einem Gewirre der Mycelfäden ausgestopft. Links von dieser Stelle liegen sie lockerer. Obgleich in diesem Fall einer sehr schwer erkrankten Pflanze (Early Rose Nr. 3 der weiter unten mitgetheilten Uebersicht) der Schnitt aus einem der oberen Internodien angefertigt wurde, zeigt sich der Pilz doch schon an manchen Stellen im Begriff, sein Mycelium zu bräunen. So z. B. ist der Mycelast a Fig. 3 bis in die Gegend von x bereits blassbraun gefärbt. Es zeigen sich in diesem dunkleren Theil sehr deutlich rundliche Vacuolen (v Fig. 3), während dieselben im zarteren Ende des Fadens über x noch fehlen. Die zarteren Myceläste zeigen statt der Vacuolen stets dichtere und in Folge dessen stärker lichtbrechende Stellen, während die Vacuolen im unteren Theil des Mycels im Gegentheil schwächer lichtbrechend sind.

Bei b in Fig. 3 sieht man einen solchen zarten Mycelfaden mit dichteren glänzenden Punkten. Ueberhaupt ist das Plasma in den jüngeren Aesten natürlich reichlicher vorhanden und in Folge dessen die Zelle glänzender trotz der Farblosigkeit. So zeigen sich die Mycelfäden in der Fig. 3 an den mit z m bezeichneten Stellen.

Dass dieses Mycelium die Ursache der in den Spitzen der Blätter und der Triebe eintretenden Erschlaffung sei, geht besonders auch daraus hervor, dass es sich einzig und allein in den kräuselkranken Trieben vorfindet. Wie man aus der weiter unten mitzutheilenden Uebersicht sieht, habe ich bei meiner ganzen diesjährigen Zucht der Early Rose- sowie der Late Rose-Kartoffel, ebenso bei Vermont- und Beauty-Kartoffel nicht bloss die kranken, sondern ausnahmslos auch die gesunden Individuen

untersucht. Das Mycelium fand sich ausnahmslos nur in den kräuselkranken Pflanzen. Ja, noch mehr. Manche Pflanzen hatten neben gesunden Trieben auch einen oder einige kranke. In diesem Fall zeigte sich das Mycelium im kranken Trieb, aber keine Spur davon in den gesunden. Ebenso wenig fand sich Mycelium in Pflanzen vor, welche durch blosse Fäulniss zu Grunde gingen.

Im Anfang sind auch in dem blassbraun gefärbten Theil des Mycelium nur ganz vereinzelt Scheidewände vorhanden. In demselben Mass aber, wie allmählig das Kolorit des Mycels etwas dunkler wird, treten auch die Scheidewände häufiger auf.

Sobald die Scheidewände überall deutlich hervortreten, verharrt das Mycelium nicht mehr in den Tüpfelgefässen, sondern breitet sich nach und nach durch das ganze Gewebe hindurch aus. Dass es die Tüpfel durchbohrt, ist leicht begreiflich, aber dabei bleibt es nicht stehen, vielmehr dringt es in alle benachbarten Gefässe, Prosenchymzellen und Parenchymzellen ein, von Zelle zu Zelle hindurchbohrend. Die Myceläste laufen nur eine kürzere oder längere Strecke in der Zelle entlang, dann bohren sie sich am Ende oder seitlich hindurch und zwar in den von mir beobachteten Fällen stets durch die Poren. Fig. 4 der Tafel zeigt einen braunen Mycelfaden, welcher bereits an drei Stellen, bei p^1 , p^2 und p^3 , die Prosenchymzelle, in welcher er entlang wächst, durchbohrt hat. An der Durchbohrungsstelle wird der Mycelfaden sehr eng zusammengeschnürt, was man bei p^1 besonders deutlich wahrnimmt.

Anfänglich sieht der junge durchbrechende Mycelast wie eine sich abschnürende Kugel aus (p^3), nicht unähnlich jungen Tüllen. Bisweilen verharren die Aeste längere Zeit und in grösserer Anzahl in diesem Zustand, wodurch besonders die Gefässe oft ein wunderliches Ansehen erhalten.

Das Mycelium wird nun immer dunkler. Sobald die Durchbrechung der Zellwände des Wirths begonnen hat, treten die Scheidewände im Mycelium häufiger und gedrängter auf; die dadurch abgeschnürten Zellen werden immer kürzer, zuletzt kugelig. Das Mycelium zerfällt gradezu in kurze Conidien (im Sinne von Tulasne), ähnlich wie bei einem Brandpilz.

Die Fig. 5, Tafel I, gehört demselben Längsschnitt an wie die Fig. 4. Die abgebildeten Mycelfäden befinden sich in

einem grossen Tüpfelgefäss, in naher Nachbarschaft der in Fig. 4 abgebildeten Holzzellen. Man sieht, wie das ganze, vielfach hin- und hergewundene Mycelum in kurze und kürzere, zuletzt kugelige Conidien zerfällt.

Diese in kürzeren oder längeren Ketten auftretenden Conidien fallen häufig ab und man sieht sie oft in Menge in den grossen Gefässen beisammen liegen.

Sobald das Mycelium angefangen hat, die Zellen des Wirthes zu durchbohren und das ganze Gewebe zu durchziehen, stirbt dieses rasch ab und geht einem gänzlichen Verfall entgegen. Das Plasma verschwindet mit seinem gesammten Inhalt. Man findet keine Spur mehr von Amylum oder Chlorophyll.

Dieser Zustand tritt immer zuerst im unteren Theil des Stengels ein. Das ganze Gewebe erscheint nun auf Längsschnitten schwärzlich, theils durch Nekrose, theils auch durch das massenhaft auftretende dunkle Mycel. Das Internodium wird zuletzt hohl. Das Abschnüren von Conidien ist nicht die einzige Bestimmung des braunen Mycels. Wo die endständigen Ketten auf kleine Räume beschränkt sind, oder irgend ein Hinderniss finden, da ballen sie sich zu unregelmässigen Massen zusammen. Den ersten Anfang einer solchen Bildung zeigt z. B. Fig. 6, Tafel I. Bei a sitzt einem längerem Faden, von welchem die Figur nur einen kleinen Theil zeigt, ein kurzer Seitenzweig auf; derselbe ist am Ende in eine kleine Kette kugeligter Conidien zerfallen, die sich zu einem unregelmässigen Haufen zusammenballen.

Nun beginnt in den Conidien ein Theilungsprozess; es treten Scheidewände auf, wie man in der kleinen in Fig. 7 abgebildeten Zellgruppe deutlich sieht, und zwar sind diese Scheidewände sehr häufig, wie Fig. 7 zeigt, longitudinal, während sie früher nur transversal auftraten.

Deutlicher noch zeigt das Auftreten der Scheidewände die etwas grössere Gruppe in Fig. 7 b, wo der Deutlichkeit halber Schattirung und Kolorit weggelassen sind.

Durch fortgesetzte Scheidewandbildung entstehen grössere Ballen von braunen Pilzzellen, welche zuletzt in so festem Zusammenhang mit einander stehen, dass es nur selten gelingt, sie durch Druck oder Zerreißen von einander zu trennen. Eher entlassen die Zellen ihren Inhalt bei heftigem Druck, namentlich eine ziemlich grosse Menge Fett.

Die Gestalt der erwähnten Ballen, welche eine Art von Dauermycelium bilden, ist je nach den äusseren Umständen sehr verschieden. Entwickeln sie sich in einem offenen Raum, so z. B. in einem grossen Gefäss oder an der äusseren Oberfläche des Triebes, oder im Innern des hohlen Internodiums; dann nehmen sie meist Kugelgestalt an. Man sieht diese Kugeln mit blossem Auge als winzige schwarze Punkte. Oft ist die ganze Aussenfläche des Stengels durch dieselben schwarz punktirt, ebenso häufig die Innenfläche des hohlen Internodiums und bisweilen das ganze Gewebe durch und durch; so in dem Fig. 8 abgebildeten Fall. Man sieht in der Figur noch sehr deutlich die Myceläste, welche die Zellanhäufungen gebildet haben. Später gehen diese zu Grunde und die Kugeln liegen isolirt.

Ist indessen kein genügender Raum zur Ausbildung der genannten Zellkugeln vorhanden, so nehmen die sclerotiumartigen Anhäufungen andere Gestalten an, oft höchst unregelmässig, wie man in der Fig. 8 in zwei engen Prosenchymzellen bei pr und x wahrnimmt. Die Reibung auf der Unterlage scheint hier wesentlich mitzuwirken. Das schönste Beispiel dafür, in wie hohem Grade diese pseudoparenchymatischen Zellanhäufungen sich ihrer Umgebung anschmiegen können, entdeckte ich an derselben schwerkranken Pflanze, von welcher die Präparate zu den Figuren 6, 7 und 8 herrühren. Das Mycelium durchwächst zuletzt das ganze Gewebe des Triebes bis an die Oberfläche, indem es aus der Epidermis wieder hervorbricht. Trifft es dabei von Innen heraus auf ein Haar, so wächst es in dessen Basis hinein und erfüllt das ganze Haar dicht mit dem Pseudoparenchym. Die Fig. 9 zeigt zwei derartige Haare vom Brutträger derselben sehr stark befallenen Pflanze (Early Rose Nr. 19) der weiter unten mitgetheilten Uebersicht. Bei anderen Haaren hatte der Pilz das Lumen nur halb erfüllt, noch andere waren ganz leer. Man kann solche Haare schon unter der Lupe von anderen unterscheiden an dem schwärzlichen Ansehen, doch muss man sich hüten, sie mit den weiter unten zu erwähnenden Appendices zu verwechseln.

Bevor ich nun in der Schilderung des Pilzes selbst fortfahre, muss ich hinzufügen, dass bei allen schwer erkrankten Pflanzen das parasitische Mycelium nicht bloss in den Haupttrieben selbst nachgewiesen wurde, sondern durch sorgfältige

Längsschnitte ebenso an allen ihren Verästelungen. Von besonderer Wichtigkeit war der Nachweis, dass das Mycelium aus den unteren Internodien in die kleinen Brutträger hinübertritt. Auch hier findet es sich zuerst in den Gefässen, später in allen Gewebetheilen. Aus dem Brutträger tritt das Mycel in die Brutkartoffeln hinüber, hält sich aber in allen von mir untersuchten Fällen selbst bei sehr schwerer Erkrankung längere Zeit in der Nähe des Anheftungspunktes, wo es den oben erwähnten kleinen braunen Fleck hervorruft. Der Brutträger stirbt unter dem Einfluss des parasitischen Mycels ab, und zwar, was sehr charakteristisch ist, keineswegs durch Fäulniss, sondern im Gegentheil durch Austrocknen. Er verdorrt förmlich, schrumpft zusammen und wird zuletzt ganz strohig. Man wird also bei der Auswahl der Saatkartoffeln alle Brut mit abgestorbenem Träger sorgfältig auszuseiden haben und nur diejenigen mit noch lebendem Träger zur Saat auswählen.

Aber auch in die Wurzeln und ihre Verzweigungen dringt das Mycelium ein und auch diese schrumpfen und trocknen unter seinem Einfluss zusammen.

Wo das zum Pseudoparenchym zusammengeballte Mycelium an der Luft liegt, sei es auf der Aussenfläche des Stengels oder im hohlen Stengel oder selbst im Innern eines grossen Gefässes: da verharret es nur kurze Zeit in Unthätigkeit. Nach einiger Zeit treibt es aus seinen Zellen neue sehr kräftige Aeste wie in a Fig. 10, wo bei rh ein solcher Pseudoparenchymhaufen in einer engen oberflächlichen Zelle im Innern des hohlen Stengels eingeschlossen ist. An dem einen freien Ende sind zwei Zellen zu solchen dicken vielfach septirten Aesten (a) ausgewachsen. Die Enden dieser Aeste tragen einige kurze unregelmässig gestellte und geformte Zellen (st Fig. 10), welche man als Sterigmen aufzufassen hat, denn sie sind an dem einen Ast mit zwei grossen durch transversale Wände vielkammerigen Conidien (c Fig. 10) besetzt, während solche an dem andern Ast bereits abgefallen sind. Diese Kammerconidien scheinen typische Fortpflanzungszellen des betreffenden Pilzes zu sein, denn sie treten bei hochgradiger Entwicklung desselben jedes Mal auf. Ich fand dieselben bei allen schwer erkrankten Pflanzen in den unteren Internodien der absterbenden Triebe; auch sehr häufig auf der Oberfläche der Mutterkartoffeln.

Die erwähnten Kammerconidien werden in der Regel nur von kleineren und gestreckten Pseudoparenchymhaufen ausgebildet. Die grösseren, welche anfangs gewöhnlich nahezu kugelig, zuletzt aber fast immer von oben her mehr oder weniger flach gedrückt sind, treiben zwar an der oberen und Aussenseite ebenfalls Fäden, indem ihre oberflächlichen Zellen zu solchen auswachsen, aber diese Fäden bleiben dünn, laufen in spitze Enden zu und verästeln sich nicht. Sie sind also steril; mithin gehören sie zu den sehr verschiedenen Pilzen zukommenden sogenannten Appendices. Fig. 11 zeigt eine solche Frucht, wenn dieser Ausdruck gestattet ist, mit ihren Appendices. Sämmtliche Appendices befinden sich an der vom Substrat abgewendeten Seite; niemals gehen sie von unten aus. Auch diese eigenthümliche Bildung ist bei jeder schwer erkrankten Pflanze konstant auf der äusseren Fläche des Triebes und der Mutterkartoffel, ebenso in den hohlen Internodien nachweisbar.

Als ich diese eigenthümlichen Körper zum ersten Mal erblickte, vermuthete ich, irgend eine höher entwickelte typische Fruchtform vor mir zu haben, aber darin fand ich mich vorläufig getäuscht. Halbirt man einen solchen Körper, so findet man in seinem Innern das erwähnte Pseudoparenchym. Die Zellen liegen fest aneinander, lassen sich nur mit Gewalt von einander ablösen, entlassen, wenn man sie zertrümmert, eine beträchtliche Menge Fetttropfen.

Ich musste mich also vorläufig dabei beruhigen, diese Pseudoparenchymkörper als einen konstanten Begleiter der Kräuselkrankheit nachgewiesen zu haben.

Das Resultat der ganzen Untersuchung war bis hierher in der Kürze folgendes: Bei der Kräuselkrankheit wird der Trieb der Kartoffel von unten aufwärts von einem anfangs zarten, farblosen, scheidewandlosen, verästelten, vielfach ungleich angeschwollenen Mycelium durchzogen, welches anfangs ausschliesslich in den grossen Tüpfelgefässen aufwärts wächst bis in die äussersten Spitzen des Triebes und aller seiner Verästelungen, seltener bis in die Stiele und Nerven der Blätter.

Allmählig wird dieses Pilzmycelium im unteren Stengeltheil, später im oberen, braun, septirt und zerfällt an den Enden sämmtlicher Zweige in kurze, zuletzt kugelige, braune, einzellige Conidien. Jetzt durchbohrt das Mycelium die Tüpfel der grossen

Gefässe und durchzieht, alle Poren durchwachsend, ganze Gewebetheile in sämtlichen Zellformen, ja zuletzt den Stengel auf seinem ganzen Querschnitt bis an die Oberfläche. Die Zellen des Mycelium fangen jetzt an, sich nach verschiedenen Richtungen hin zu septiren und bilden dadurch verschieden gestaltete Zellhaufen von Pseudoparenchym, denen die Bedeutung von Sclerotium-ähnlichen Bildungen zuzuerkennen ist. Ihre Form hängt ab von der Umgebung. Wo sie flach und armzellig sind, da bilden sie an der Oberfläche des Nährgewebes, innerhalb der grossen Gefässe, auf der Aussenseite des Stengels, auf dessen hohler Innenfläche u. s. w. dicke Stiele durch Keimung der Zellen. Diese Stiele verästeln sich und tragen am Ende keulig-linealische transversal septirte Kammerconidien als typische Fortpflanzungszellen. Die grösseren Haufen, welche meist die Gestalt etwas gegen die Unterlage flachgedrückter Sphaeroide haben, bringen an der vom Substrat abgewendeten Seite eine Anzahl steriler Appendices hervor. Diese haben die Form von dünnen, sehr spitzen, leicht zerbrechlichen Stacheln. Häufig aber sind die Mycelhaufen auch frei von Appendices.

Für jeden Mykologen, der sich im Sinne des grossen französischen Pilzforschers Tulasne mit der Pilzwelt beschäftigt hat, liegt es wohl auf der Hand, dass der fragliche Parasit in den hier geschilderten Formen noch nicht seinen ganzen Formenkreis abgeschlossen hat. Wir können an diesem Ort aber auf die Frage, ob noch andere Morphen vorhanden sind, und welche es sind, zunächst noch nicht eingehen, denn wir haben es hier in erster Linie mit der Rolle zu thun, welche der Parasit bei der Kräuselkrankheit spielt, und auf der Kartoffelpflanze enthüllt er uns in der That keine anderen Formen als die beschriebenen. Dass der Pilz die Krankheitserscheinungen bedingt, haben wir ebenfalls bereits gesehen, denn da das Mycelium zuletzt die unteren Internodien der Triebe ganz dicht erfüllt, ja alle Zellformen oft ganz und gar ausstopft, so saugt es nicht nur das so stark befallene Gewebe völlig aus, so dass es absterben muss, sondern es hindert auch alles weitere Aufwärtsströmen des Saftes zu den oberen Internodien. Daher das rasche Welken der Blätter und der ganzen Triebe, das nekrotische Fleckigwerden der Blätter, das Zusammenrollen ihrer Ränder. Es erklärt sich daraus auch ganz einfach, warum die Krankheit, sobald sie

einen gewissen Grad erreicht hat, meist mit rasender Schnelligkeit um sich greift. Wenn nun auch feststeht, dass der Parasit aus den unteren Internodien der Triebe allmählig aufwärts rückt und dadurch die Symptome der Krankheit verursacht, so ist doch aus den bisher mitgetheilten Thatsachen noch keineswegs abzuleiten, woher der Parasit überhaupt kommt, wie er in die Pflanze gelangt, welchen Angriffspunkt er benutzt.

Hier ist zweierlei möglich. Entweder bohrt das Mycelium sich sehr frühe schon in die Basis der jungen Triebe ein und nimmt dann seinen Weg durch den Stengel aufwärts und vielleicht auch abwärts. Oder das Mycelium befindet sich schon in der Kartoffel zur Zeit des Auslegens oder dringt wenigstens vor dem Austreiben in dieselbe ein. Die erste Ansicht, dass die Kartoffelpflanze selbst der Angriffspunkt des Parasiten sei, hat von vornherein wenig Wahrscheinlichkeit.

Nirgends sieht man auf freiem Felde auch nur die geringste Andeutung dafür, dass die Krankheit durch das Laub oder die oberen Stengeltheile ansteckend wirke. Besonders auffallend war es auf den Versuchsfeldern des Herrn Professor Oehmichen, dass die Krankheit schon früh in der Pflanze liegen muss und nicht von Pflanze zu Pflanze übertragen wird. Hier geht eine Sorte ganz und gar zu Grunde, während unmittelbar daneben eine andere Sorte von der Krankheit unberührt bleibt. In einer dritten Reihe macht die Krankheit unregelmässige Sprünge: eine Reihe ganz gesunder Pflanzen wird plötzlich durch eine oder einzelne schwer kranke Individuen unterbrochen.

Es verhält sich mit dieser Krankheit also grade umgekehrt wie mit der durch *Peronospora* verursachten Blattkrankheit. Diese letztgenannte Krankheit ergreift ganze Felder gleichzeitig. Seit etwas über acht Tagen, d. h. seit Ende Juli, ist mit unglaublicher Geschwindigkeit die Blattkrankheit über ganze Theile Thüringens verbreitet, und es ist auffallend, wie an den dem Nord- und Ostwind preisgegebenen Stellen fast jede Pflanze erkrankt, weil die Sporen, welche auf den Blättern zur Ab schnürung kommen, durch den Wind weitergeführt werden.

Bei der Kräuselkrankheit sind gar keine Sporen vorhanden, welche der Wind forttragen könnte; denn die Conidien kommen erst gegen das Ende der Krankheit in und auf den absterbenden Stengeltheilen zur Entwicklung. Sollten die Keimlinge dieser

Conidien die Kartoffelpflanze direkt angreifen, so könnte das weit eher durch Vermittelung des Bodens als durch Vermittelung des Windes geschehen. Soviel steht jedenfalls fest, dass in den über der Erde befindlichen Stengeltheilen nirgends bei dieser Krankheit ein Parasit eindringt.

Von vornherein lässt sich allerdings die Möglichkeit nicht in Abrede stellen, dass der Parasit an den vom Boden bedeckten Theilen der Triebe in früher Jugend derselben eindringt, aber es fehlen dafür alle Anhaltspunkte, im Gegentheil zeigen alle untersuchten Fälle die Triebe an der Aussenfläche ihrer Basis noch unversehrt, während in ihrem Innern das parasitische Mycelium bereits alle Tüpfelgefässe durchzieht.

Einige Male fand ich an der Basis von gesund aussehenden Trieben die Dauermycelien in ziemlicher Menge aussen angesiedelt. Mit einer einzigen Ausnahme zeigte sich aber das Innere solcher Triebe ganz gesund und frei von jeglichem Mycelium, woraus hervorgeht, dass zwar jenes pseudoparenchymatische Dauermycelium bisweilen an den im Boden liegenden Stengeltheilen aussen auf der Epidermis sich ausbilden kann, dass es dabei aber niemals tief in das Innere des Stengels eindringt. Nur in einem Falle war der Trieb oben völlig gesund, an seiner Basis aber dicht mit jenen sphaéroidischen Körpern besetzt und fast bis ins Centrum abgestorben. Längsschnitte, die ich ausführte, und zwar durch alle Schichten des Stengels hindurch in continuirlicher Reihenfolge, zeigten nun zwar, dass von denjenigen Stellen aus, wo sich die schwarzen Zellhäufchen angesiedelt haben, ein Pilzmycelium ins Innere des Gewebes vordringt, aber ein solches, welches mit dem parasitischen Mycelium in keiner Beziehung Aehnlichkeit hat.

Während der Stengel verwest, der Zusammenhang seiner Zellen sich lockert, durchbohrt dieses Mycelium in Gestalt dicker Fäden alle Zellformen, Parenchym, Prosenchym, wie die verschiedenen Gefässe, indem es durch alle Poren hindurchwächst. Es klettert auch gar nicht aufwärts, sondern bohrt sich radial ins Innere des Stengels einen Weg. Der Stengel war, wie gesagt, im oberen Theil noch grün und völlig parasitenfrei. Dieser Pilz fruktificirt in allen Zellen als ein Schimmelpilz, indem er an den Enden seiner Zweige cylindrische, stabförmige oder rundlich längliche Keimzellen (Sporen) absehnürt. Der ganze Pilz, das

Mycelium wie die Keimzellen, ist farblos und eine echte Schimmelbildung. Die Krankheit kann also auf keinen Fall von diesem von aussen nur selten eindringenden Schimmelpilz hervorgerufen werden. Ueberdies ist es durchaus nicht erwiesen, dass es mit den sphaeroidischen Dauermycelien irgend einen Zusammenhang hat.

Man kann also ziemlich bestimmt behaupten, dass auch die Basis des Stengels nicht der Angriffspunkt des Parasiten ist.

Es bleibt nach alledem nur noch die eine Annahme übrig, dass das parasitische Mycelium schon in der Saatkartoffel vorhanden sei; sei es nun, dass dasselbe sich von der Pflanze in die junge Brut verbreite und die Krankheit dadurch auf die folgende Generation vererbe; sei es, dass die Saatkartoffel erst im Boden vom Pilz ergriffen werde.

Auf alle Fälle müsste, wenn der Parasit von der Mutterkartoffel ausgeht, zur Zeit der Erkrankung der Triebe das Mycelium des Pilzes in jener nachgewiesen werden können.

Bei der frühen Rosenkartoffel (Early Rose), ebenso bei der späten Rosenkartoffel (Late Rose) ist zur Zeit der Ernte von der Mutterknolle fast niemals etwas übrig geblieben, vielmehr geht die zarte Knolle fast immer durch Fäulniss und durch Tausendfüsse bis auf geringfügige Ueberreste zu Grunde. In allen Fällen aber, wo noch ein solcher Rest vorhanden war, fand ich das ganze Gewebe dicht mit dem zarten blassen Mycelium durchzogen.

Die Fig. 12 der Tafel zeigt eine Parenchymzelle von einer Mutterkartoffel der Early Rose in unmittelbarer Nähe des Ansatzpunktes des einen Haupttriebes. Man sieht die Zelle von zarten Mycelfäden durchspinnen, welche theils unter, theils über der theilweise durch den Schnitt entfernten oberen Wand hinweglaufen. Alle Zellformen im Innern der Mutterkartoffel sind von solchem Mycel durchzogen; das lässt sich kaum anders erwarten zu einer Zeit, wo die Infektion der Pflanze durch die Mutterkartoffel längst stattgefunden, und das Mycelium sich auch im Stengel bereits durch alle Gewebetheile verbreitet hat.

Zunächst war nun die Frage, ob die sclerotiumartigen Dauermycelien im Innern der Mutterkartoffel wirklich vorkommen. Da die zarten Amerikanischen Kartoffelsorten, namentlich Early Rose und Late Rose, zur Erntezeit kaum Ueberreste der Mutterkartoffel aufzuweisen haben, so musste ich mich zur Lösung dieser Frage

eines anderen Weges bedienen. Ich untersuchte zu diesem Zweck erstens solche Kartoffeln der Early Rose-Sorte, welche von der vorjährigen Ernte im Keller zum Zweck von Untersuchungen zurückbehalten und mir durch Herrn Professor Oehmichen gütigst überlassen waren.

An mehren derselben, welche schon äusserlich ein sehr schlechtes Ansehen hatten, liess sich sehr leicht im Innern des Gewebes nicht nur das reife braune Mycelium, sondern auch die sclerotiumartigen Bildungen nachweisen.

Ausserdem untersuchte ich an einigen kranken Pflanzen hartlaubiger Sorten die noch erhaltene Mutterkartoffel und fand zu meiner Befriedigung, dass das parasitische Mycelium in sehr eigenthümlicher Weise von aussen nach innen vorrückte. So z. B. bei zellfaulen Kartoffeln des Kammerherrn von Stieglitz aus Mannickwalde. Hier war der Parasit offenbar nachträglich von aussen eingedrungen und zwar von einer Stelle an der Durchschnittsfläche der beim Legen zerstückten Mutterkartoffel. Von hier aus war das Mycelium keineswegs radial nach allen Seiten durch das Gewebe verbreitet, sondern es hatte sich auf einen ganz kleinen Raum beschränkt, indem es sich gradlinig ins Innere des Parenchyms hinein bewegte. So war nur bis zu einer Tiefe von etwa 5 mm. das Gewebe vollständig zerstört und durch den Pilz geschwärzt. Die Fig. 13 der Tafel zeigt einige solche von dem Pilz stark ergriffene und in Folge dessen kollabirte Parenchymzellen. Man sieht, wie das Dauermycelium des Pilzes sich an den Wänden der Parenchymzellen entlangzieht, bald grössere, bald kleinere unregelmässige Anhäufungen bildend.

Dadurch ist wenigstens die Möglichkeit nachgewiesen, dass dieser Parasit die Mutterkartoffel noch nach der Aussaat ergreifen kann. Es fragte sich aber, ob er auch aus der erkrankten Pflanze die junge Brut ansteckt.

Schon weiter oben habe ich als äusseres Kennzeichen für die starke Erkrankung einer Pflanze mitgetheilt, dass ihre Brutträger vertrocknen. Ihr Gewebe ist dabei mit dem parasitischen Mycelium erfüllt. Macht man von einer jungen Brutkartoffel, welche an solchem kranken Brutträger erzeugt wurde, einen dünnen Längsschnitt durch die Mitte des Trägers und der Brutkartoffel, so sieht man mit blossem Auge, wie Fig. 14 zeigt,

von dem Gewebe des bräunlich verfärbten Brutträgers (t Fig. 14 ausgehend einen missfarbigen kleinen Fleck, welcher sich deutlich rings um die kleine Kartoffel im Gefässbündelkreis herabzieht. Bisweilen ist derselbe nur unmittelbar unter dem Träger nachweisbar; in anderen Fällen jedoch durchläuft er einen grossen Theil der Gefässbündel.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt unmittelbar am Ansatzpunkt des Brutträgers in diesem bräunlichen Fleckchen die Zellen missfarbig; die Gefässe sind mit einer gelbbraunen krümligen Masse ausgefüllt. In den Gefässen, ebenso häufig aber auch in den Parenchymzellen, finden sich zarte farblose und scheidewandlose Mycelfäden.

Es ist somit die Möglichkeit der Vererbung der Krankheit durch die Kartoffel wenigstens nachgewiesen. Dass dieses aber wirklich der Weg ist, den die Krankheit konstant nimmt, kann selbstverständlich nur durch Zuchtversuche erwiesen werden, welche mit der gütigen Beihilfe des Herrn Professor Oehmichen bereits eingeleitet sind und über welche ich in der nächsten Nummer dieser Zeitschrift einen ausführlichen Bericht hoffe mittheilen zu können. Wir haben von der vorjährigen sowohl wie von der diesjährigen Ernte gesunde und kranke Brutkartoffeln ausgelegt, zum Theil ins freie Land, zum Theil in Töpfe. Ausserdem sind Infektionsversuche mit dem Parasiten eingeleitet, welche schon jetzt günstige Resultate zu liefern versprechen.

Vorläufig darüber nur Folgendes. Um die Mitte des Monats Juli wurden einige Brutkartoffeln von einer sehr kranken Pflanze der Early Rose in einen Topf gelegt. Die Brutträger waren stark mit dem Pilz inficirt. Mitte August hatten die Augen schwache Triebe und Wurzeln ausgesendet von gesundem Ansehen. An dem Ansatzpunkt des Brutträgers zeigte sich der früher erwähnte dunkle Fleck weit grösser und stärker als wie ich ihn bisher gesehen. Die Zellen, besonders die Gefässe, waren mit gelbbrauner krümliger Masse zum Theil angefüllt. In der Nähe des Anheftungspunkts waren dicht unter der Schale fast alle Zellen von dem farblosen Mycel durchzogen; weiter im Innern jedoch beschränkt das Mycel sich immer mehr und mehr auf die langgestreckten Zellen des Gefässbündels. Fig. 15 zeigt gestreckte Parenchymzellen mit dem Mycelium, welches an einigen Stellen (a) Anschwellungen erzeugt. Dass das Mycel in den

gestreckten Zellen, besonders in den Gefässen, rascher vorwärts wächst als im Parenchym, ist sehr leicht begreiflich, denn es findet hier weniger Widerstand, weil es eine geringere Zahl von Scheidewänden zu durchwachsen hat, was natürlich eine Zeitersparniss zur Folge haben muss.

Zunächst wird nun die Frage zu beantworten sein, welchem Pilz die oben geschilderten Formen, deren Zusammenhang klar vorliegt, angehören; ob es ein schon bekannter Pilz ist und welcher Species, bezüglich welcher Gattung derselbe beizuzählen ist.

Dass die aufgezählten Formen, das Dauermycelium mit den beiden Conidienformen, schon die gesammte Usia des Parasiten umfassen, ist wenig wahrscheinlich; aber bei dem gegenwärtigen Stand der Mykologie ist man genöthigt, wenigstens zur vorläufigen Orientirung einen Vergleich mit den bisher beschriebenen Pilzformen zu versuchen.

Das Dauermycelium, welches unter den uns bisher bekannt gewordenen Formen des Parasiten der Kräuselkrankheit als die hervorragendste anzusehen ist, hat grosse Aehnlichkeit mit denjenigen Gebilden, welche Julius Kühn unter dem Gattungsnamen *Rhizoctonia* beschreibt. Eine Form dieser Gattung ist von Kühn sogar an der Kartoffel aufgefunden worden, wenn auch eine von der unserigen verschiedene. Kühn schreibt nämlich einem parasitischen Pilz, den er *Rhizoctonia* nennt, den Schorf oder Grind der Kartoffel zu*). Ueber diesen Pilz berichtet er Folgendes:

„Er findet sich schon in den jüngsten Stadien der Krankheit und lässt sich, seinem oberflächlichem Verlaufe nach, sehr schön erkennen, wenn man eines der braunschwarzen Flecke unter ein Mikroskop bringt, das bei 60facher Vergrösserung die Betrachtung opaker Gegenstände gestattet. Man sieht den Pilz hier auf der Oberfläche in Form einzelner, nicht sehr reich verzweigter, aber vielfach, oft ziemlich scharfeckig gebogener, dunkelbrauner Fäden, von denen man bei verschiedener Einstellung nicht selten deutlich wahrnehmen kann, dass sie an ihren Ausgangspunkten aus der Rinde der Kartoffel hervor kommen. Davon überzeugt man sich deutlicher mittelst Vertikalschnitte

*) J. Kühn, Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und ihre Verhütung. Zweite Aufl. Berlin 1859. S. 222—228.

durch einen solchen Fleck. Man sieht dann, wie die bei starker Vergrößerung rothbraunen Fäden nur so weit gefärbt sind, als sie die Oberfläche der Kartoffel überragen, ihre Fortsetzung dagegen in das Gewebe der Kartoffel ist wasserhell und mit feineren Verzweigungen versehen, die die eigenthümlich umgewandelten Korkzellen durchziehen. Diese nämlich zeigen sich an ihrer nach aussen gewandten Schicht nicht mehr als solche erkennbar, sie sind hier wahrscheinlich in Folge der Einwirkung des Pilzes wie blasig aufgezogen, braun gefärbt und unregelmässig gestaltet. Unter dieser veränderten Bildung setzt sich die noch gesunde Korkzellenschicht tiefer fort, als da, wo ein solcher Fleck sich nicht befindet. Diese Korkzellenbildung wird auch im Laufe der Krankheit noch abnorm gesteigert, so dass dadurch das Rissigwerden der schorfigen Stellen und das wulstige Auftreiben der Ränder und Randzipfel derselben bewirkt wird, wobei übrigens die krankhaft veränderte oberste Schicht zur Vermehrung des Volumens wesentlich mitwirkt. — Bei dem so vorgeschrittenen Stadium der Krankheit beobachtet man den Pilz in seiner eigenthümlichen Entwicklung. Es bilden sich aus einzelnen, allmählig etwas erweiterten Fäden kurze, schwach violett gefärbte, vielgestaltete, fast in ihrem Längen- und Querdurchmesser gleiche Fortsetzungen, die sich anfangs mehr horizontal, nach und nach aber auch vertical zu einem scheinbar zelligen, runden oder länglich runden Körper ausdehnen. Die Bildung eines solchen kugelartigen Körpers aus ursprünglich gerade oder eben verlaufenden, kurzen Fadengliedern wird dadurch ermöglicht, dass dieselben die Fähigkeit besitzen, sich nach allen Seiten ausstülpfen und diese Ausstülpungen zu ähnlichen runden oder länglich runden zellenartigen Gliedern abzugrenzen. Durch Druck oder Zerreiſsung vermag man diese zusammengeballten Glieder einigermaßen schwierig zu trennen. Ob dieselben fortpflanzungsfähige Zellen, Conidien sind, oder der eigentlichen Sporentwicklung dienen, vermochte ich nicht zu entscheiden; auch gelang mir es noch nicht, die Entwicklung der dunkelpurpurfarbenen runden dickwandigen, mit körnigem Inhalt gefüllten Sporen zu verfolgen, die ich häufig eingestreut fand. Sie sind im Vergleich mit dem mittleren Durchmesser jener zelligen, kugelig geballten Glieder um die Hälfte kleiner. Der Inhalt dieser Glieder ist gleichmässig klar und durchsichtig.“

Die Aehnlichkeit unseres Pilzes mit dem von Kühn beschriebenen ist unverkennbar: die ganze Entstehungsweise der rundlichen Zellmassen, die auch Kühn mit den Hartpilzen, Sclerotien oder Dauermycelien vergleicht, sogar die Dimensionen sind ähnlich. Jedenfalls aber ist unsere Art von der von J. Kühn beschriebenen verschieden. Das Mycel ist nicht blassviolett, sondern braun, die einfachen Conidien, welche ich weiter oben beschrieben und auf der Tafel abgebildet habe, dürften Kühn's Sporen, deren Ursprung er nicht kennt, analog sein. Ausgezeichnet ist unsere Art durch die Appendices, wofür aber nicht zu übersehen ist, dass dieselben sehr häufig fehlen und dass sie ausnehmend leicht abbrechen, so dass man nach Berührung eines mit den Sclerotien besetzten Stengels meist nur nackte Zellhaufen findet.

Ich nenne den Parasiten der Kräuselkrankheit vorläufig: *Rhizoctonia tabifica*.

Der Ansicht Julius Kühn's, dass sämtliche *Rhizoctonien* Dauermycelien sind, schliesse ich mich durchaus an, und daraus ergibt sich zugleich die nothwendige Voraussetzung, dass sie Formen höher entwickelter Pilze seien, denn alle bis jetzt genauer bekannt gewordenen Dauermycelien oder Sclerotien hat man nach den wichtigen Entdeckungen von Tulasne und Julius Kühn als solche kennen gelernt.

Für unsere *Rhizoctonia tabifica* lässt sich diese Ansicht schon stützen durch die oben mitgetheilte Thatsache, dass junge Exemplare derselben bisweilen an langen Stielen typische Kammerconidien ausbilden, indem ihre oberflächlichen Zellen zu dichten Zellfäden auswachsen.

Der Name *Rhizoctonia tabifica* bedarf wohl keiner besonderen Rechtfertigung. Der Parasit dörft den Wirth aus, indem er ihm alle flüssige Nahrung entzieht, er macht ihn dadurch erschaffen und entkräftet ihn; der Beiname *tabifica*, von *tabes*, die Auszehrung, dürfte daher ganz am Platze sein.

Sehen wir uns aber zunächst noch nach weiteren Vergleichen um.

Die *Rhizoctonia muscorum*, welche J. Kühn erwähnt*), kenne ich nicht. Sollte hier nicht eine Verkenennung der an den proto-nematischen Fäden mancher Moose gebildeten Knollen vorliegen?

*) a. a. O. S. 32.

Auf Runkelrüben wie auf Mohrrüben fand Kühn eine Rhizoctonia, welche er anfänglich nach Rabenhorst's Bezeichnung als Helminthosporium rhizoctonon beschrieb, bis sie von Montagne als mit Rhizoctonia Medicaginis identisch erkannt wurde. J. Kühn theilt darüber Folgendes mit*): „Die ersten Spuren des Pilzes zeigen sich an einer oder mehren Stellen der Möhre in Form vereinzelter, dunkler, erhabener Pünktchen, die sich allmählig vermehren und den ergriffenen Stellen das Ansehen braunrother, purpur- oder dunkelvioletter Flecke ertheilen. Diese Flecke werden immer dichter und breiten sich mehr und mehr aus, so dass endlich die ganze Möhre von unten nach oben gleichmässig überzogen wird und ihre Oberfläche genarbt erscheint. Bei dieser weiteren Ausbreitung gehen immer einzelne Pünktchen voraus, oft mit einander verknüpft durch strangförmig verbundene Flocken von mehr braunrother Farbe, ganz wie er auch an den Runkelrüben auftritt. Dringt der Pilz an einer über die Erde heranwachsenden Mohrrübe weiter nach oben, als der Erdboden reicht, was immer nur wenige Linien breit geschieht, so nimmt er hier in offener Berührung mit der Luft eine schneeweiße Farbe an, und man kann dann den Uebergang aus der violetten Färbung der Pilzflocken ins Rosafarbene und Weisse recht schön verfolgen. Diese Flocken und Pünktchen erweisen sich unter dem Mikroskope als aus vielfach gebogenen, ungleich starken, wenig ästigen, sparsam gegliederten, dickwandigen Fäden bestehend, welche sich in den punktförmigen Häufchen zu dichten Knäueln verwickeln und in diesen einen scheinbar zelligen Körper, das wahrscheinliche Sporenlager bilden. Bei weiterer Untersuchung erkennt man, dass der Pilz seine ungefärbten, zartwandigen Wurzelfasern zunächst nur in die Rindenzellen der Rübe sendet und dieselben dadurch bräunt. Allmählig dringen aber diese Wurzelfasern vielfach verzweigt zwischen und in die Zellen des übrigen Gewebes der Rübe und verursachen die Verderbniss derselben. Anfangs nimmt das Gewebe eine etwas derbe, zähe Beschaffenheit an, bald aber geht es in nasse Fäule über.“ Nach Montagne befällt auch diese Rhizoctonia bisweilen die Kartoffeln. Mit unserer Rhizoctonia tabifica kann sie aber ebensowenig identisch sein wie die Rhizoctonia Solani. Beiläufig erwähnt

*) a. a. O. S. 243.

Kühn noch die *Rhizoctonia crocorum*, welche der Zwiebel des Safrans verderblich wird.

Auffallend muss es erscheinen, dass Rabenhorst, einer der bedeutendsten Formenkenner für Kryptogamen, die *Rhizoctonia Medicaginis* von der Mohrrübe in die Gattung *Helminthosporium* gestellt hat, denn *Helminthosporium* besitzt gekammerte Conidien, während J. Kühn solche nicht aufgefunden zu haben scheint. Nun hat auch unsere *Rhizoctonia tabifica* Kammerconidien, wenn dieselben auch freilich keineswegs immer ausgebildet sind.

Es ist daher sehr wünschenswerth, die gesammte Literatur über diese Gattungsamen zu vergleichen.

Rhizosporium Rabenhorst und *Rhizoctonia* Montagne dürfen wohl als identisch betrachtet werden und, soviel ich weiss, gebührt Montagne's Namen die Priorität. Ist nun Montagne's *Rhizoctonia* mit typischen Kammersporen versehen, so wären die Arten der Link'schen Gattung *Helminthosporium*, wenigstens zum Theil, nur Zustände der *Rhizoctonien*.

Bonorden*) sagt in seinem Synonymenregister sehr lakonisch: „*Rhizosporium*, Rabenhorst, ist Krankheit der Kartoffelknolle.“ Und ebenso: „*Rhizoctonia*, Decandolle, ist *Tanatophytum* Nees, Krankheit der Wurzeln.“ Soll damit angedeutet werden, dass es sich hier nicht um selbstständige Organismen handle, so ist Bonorden im Irrthum.

Th. Fr. Ludw. Nees von Esenbeck**) rechnet die Gattung *Rhizoctonia* Dec. zu den Trüffeln (*Angiogasteres tuberini*) und beschreibt sie als: „Fleischige unregelmässige Sporangien ohne besonderen inneren Bau, hängen durch Fasern aneinander und leben an Wurzeln höherer Pflanzen. Es ist dies eine Elementar-gattung, ein unterirdisches Sclerotium.“ Mit dieser Beschreibung stimmt auch seine Abbildung (Tab. 12) überein. Die Stellung, welche der *Rhizoctonia* hier gegeben wird, erklärt sich leicht aus dem damaligen Stande der Mykologie; denn man wusste noch nicht, dass die Tuberaeen zu den Ascomyceten gehören.

Eine Verwandtschaft zwischen *Helminthosporium* Link und *Rhizoctonia* D. C. wird von Nees v. Es. hier nicht vorausgesetzt;

*) H. F. Bonorden, Handbuch der allgemeinen Mykologie. Stuttgart 1851. S. 319.

**) Th. Fr. Ludw. Nees von Esenbeck und A. Henry, Das System der Pilze. Erste Abtheilung. Bonn 1837. S. 70.

vielmehr stellt er die erstgenannte Gattung noch zu den Schimmelpilzen (*Hyphomycetes byssini adscendentes*) und beschreibt sie folgendermassen: „Aufrechte einfache oder ästige, ganz oder an den Spitzen undeutlich gegliederte Fäden tragen seitlich ansitzende, längliche oder keulenförmige in mehre Fächer abgetheilte Spordien. Alle Arten sind von dunkler Farbe und leben auf abgestorbenem Holz“ *). Beschreibung und Abbildung sind sehr unbestimmt gehalten. Die „Spordien“ sind allerdings in der Abbildung zur Seite der Fäden angebracht, aber es geht aus der Zeichnung keineswegs klar hervor, dass sie hier abgeschnürt sind. Ausserdem stimmt die Form der „Spordien“ mit der von den meisten anderen Autoren angegebenen keineswegs überein, denn die vergrösserte Zeichnung zeigt sie als lanzettliche, an beiden Enden zugespitzte Zellen, während sie sonst meist als an den Enden stumpf oder breit, linealisch-keulig beschrieben und abgebildet werden. Hieraus ist also sichere Belehrung nicht zu schöpfen.

Brauchbarer ist Bonorden's Darstellung **): „Septirte, zuweilen unvollkommen geästete, häufig knorrige, gekrümmte und am oberen Ende erweiterte Hyphen tragen mehrfach septirte ovale oder lange, zuweilen keulige Sporen, welche wie Insektenlarven aussehen. Corda hat *Icones I Tab. III* sehr viele Arten dieser Gattung abgebildet. Die untersten Zellen ihrer Hyphen sind meistens erweitert und platt an den Mutterboden geheftet.“ Die Abbildung zeigt sehr deutlich seitliche Abschnürung der Sporen, deren Gestalt mehr mit derjenigen neuerer Beschreibungen übereinstimmt.

Vortrefflich ist die Darstellung bei Fresenius***). Die Kammerconidien sind an dicken septirten, am Ende kurzästigen Fäden nur endständig. Ihre Gestalt ist lineal-keulig, mit abgerundeten, oft breiten Enden. Das stimmt in Beschreibung und Abbildung ganz überein mit den zu unserer *Rhizoctonia* gehörigen Kammerconidien; ja die zweite von Fresenius beschriebene Art, die er *Helminthosporium rhopaloides* nennt, könnte möglicherweise mit unserer Art identisch sein. Diese Art scheint Fresenius

*) a. a. O. S. 45, Tab. 7.

***) Handbuch, S. 89, Taf. VIII, Fig. 169.

****) G. Fresenius, Beiträge zur Mykologie. Frankfurt a. M. 1850—1863. S. 49, 50, Taf. VI, Figg. 9—23.

auch als Produkt einer Rhizoctonia gefunden zu haben, indem er sagt*): „Sie (die Stiele) laufen unten in einer schwarzen zelligen Basis zusammen, in welcher man an den lichterem Stellen rundliche Zellen und hin und wieder geschlängelte Fasern unterscheidet.“

Ich zweifle keinen Augenblick daran, dass diese von Fresenius „auf dürren, im Herbst auf der Erde liegenden Stengeln“ aufgefundene Form der unserigen nahe verwandt ist.

Jedenfalls sind die Formen mit seitlich abgeschnürten Sporen, wie sie Bonorden und Ludwig Nees beschreiben, mit den hier geschilderten nicht generisch zu verbinden. Für die gegenwärtige Auffassung ist es übrigens gleichgültig, wie man die Gattung Helminthosporium begrenzen will, da sie auf alle Fälle nur aus Formen höherer Pilze zusammengestellt ist.

Rabenhorst**) beschreibt unter diesem Gattungsnamen eine grosse Anzahl von Formen, welche auf Holz oder auf modernden Stengeln leben. Ueber die Anheftungsweise der Sporen äussert er sich ganz unbestimmt.

Die Gattung Rhizoctonia D. C. stellt Rabenhorst zu den Sclerotiaceen.***) Seine Gattungsdiagnose ist noch sehr unbestimmt gehalten.

Sehen wir uns nun um in den Werken des grossen Entdeckers und Reformators im Gebiet der Mykologie: Tulasne. Derselbe hat seine reformatorischen Ideen in einer ausführlichen Einleitung niedergelegt, welche unter dem vielverheissenden Titel „Prolegomena“ seinem Hauptwerk †) vorangeschickt ist.

Leider wird diese Einleitung in Deutschland noch allzu wenig gelesen und in Folge dessen findet eine allgemeinere und vorurtheilsfreie Auffassung der Pilzformen noch allzu wenig Boden bei uns.

Die Rhizoctonien rechnet Tulasne im Allgemeinen zu den Sclerotium ähnlichen Mycelbildungen (Carpologia, Bd. I, S. 119). In einer Anmerkung (ebendasselbst S. 117) spricht er sich

*) a. a. O. S. 50.

**) L. Rabenhorst, Deutschlands Kryptogamen-Flora. Bd. I. Pilze. Leipzig 1844. S. 108.

***) a. a. O. S. 245.

†) L.-R. Tulasne et C. Tulasne, Selecta Fungorum Carpologia. Paris 1861. Bd. I.

bestimmter aus über die *Rhizoctonia violacea*, unter welchem Namen er De Candolle's *Rh. Crocorum* und *Medicaginis* zusammenfasst, indem er sie als unächte (spuria) Sclerotien bezeichnet, da ihr Körper aus dicht gehäuften Fäden bestehe, während die echten Sclerotien aus zusammenhängenden polygonalen Schläuchen gebildet werden: „Pro sclerotiiis sinceris maxime ea accipimus quae ex utriculis polygoniis cohaerentibus, scilicet e vero parenchymate, in cortice saltem, struuntur; quae contra nonnisi filamentis dense glomeratis compinguntur, spuria velimus dicere; priora mycelii statum normalem sistunt, reliqua saepius formam adventitiam, sicuti concludere licet e sclerotio *Penicillii glauci* Lk. clarissimo Lèveillé semel obvio. Etsi frequentiora nascuntur, sclerotia *Rhizoctoniae violaceae* Tul. (scil. *R. Crocorum* ac *Medicaginis Candollii*, et *byssorum consimilium*), structurae iis solitae habita ratione, sclerotiiis spuriis s. imperfectis annumeranda sunt.“

Vorsichtig aber fügt Tulasne hinzu: „Attamen negare nolumus sclerotiorum parenchyma super elementis ex quibus constet maxime variare, saepissimeque e cellulis informibus et quasi filamentis nodoso-articulatis effici.“

Diese Angabe von Tulasne über *Rhizoctonia violacea* passt freilich durchaus nicht auf unsere *Rh. tabifica*; diese müsste vielmehr zu den echten Sclerotien gezählt werden, da ihr Körper ein vollständiges Pseudoparenchym darstellt. Dasselbe gilt aber auch von Julius Kühn's *Rhizoctonia Solani* und selbst nach seiner Darstellung von der auf Mohrrüben und Runkelrüben gefundenen Form, wenn Abbildung und Beschreibung einigermaßen zuverlässig sind.

Ueber die Gattung *Helminthosporium* und die Dematieen sagt Tulasne*), sie seien (nach Fries) mit der Vorbildung (vegetatione primaria) der *Pyrenomyceten* auf's innigste verwandt, sie gingen in *Pyrenomyceten* über u. s. w.

In seinem Werk über die unterirdischen Pilze**) stellt Tulasne die Gattung *Rhizoctonia* neben *Sphaeria* und *Rhizomorpha* zu den *Pyrenomyceten*. Er beschreibt sie folgendermassen: „Filamenta (mycelium) *byssacea longissima, ramosa, septata,*

*) *Selecta Fungor. Carpologia.* Bd. I. S. 48.

**) L.-R. Tulasne et Ch. Tulasne, *Fungi Hypogaei. Histoire et Monographie des Champignons Hypogés.* Paris 1862. Ed. altera. S. 188.

crassitudine varia, tum strato crasso tenuive radices et caules subterraneos plantarum obvolventia easque enecantia, tum in nucleos oblongos, sublineares vel globosos et informes tuberculaque mentientes, densissime stipata, hisce haecenus pro tuberculis genuinis fungum ipsum fructificantem sistentibus immerito habitis. Mycelio stratiformi insident frequentissima tubercula hemisphaerica carnosa minima, a strato byssino colore mox discrepantia, perithecia seu peridiola nempe vocanda, Sphaeriarum perithecia de crescendi modo penitus immitantia, sed ad hanc diem sterilia duntaxat observata; constant ex utriculis linearibus seu filamentis brevissimis confertis et arcuato — erectis, exterius s. in ambitu crassioribus et obscuris, intrinsecus contra pallidis semipellucidis tandemque evanidis; peridiolis obsoletis excavatis foramineque ut plurimum apertis.“ Von der oberen Oeffnung, welche Tulasne beschreibt, habe ich bis jetzt an unserer Form nichts wahrgenommen und ebensowenig erwähnt J. Kühn derselben.

Sehr auffallend ist es, dass Tulasne, der sonst in Literaturangaben so äusserst gewissenhaft ist und namentlich auch die deutsche Literatur auf das sorgfältigste benutzt, der Arbeit von Julius Kühn nirgends erwähnt. Gekannt muss er sie haben, denn ein so bahnbrechendes Werk, wie „Die Krankheiten der Kulturgewächse“, kann einem Mann wie Tulasne nicht entgangen sein. Das Kühn'sche Buch ist im Jahre 1859 schon in zweiter unveränderter Auflage erschienen, während die mit dem Bemerkten: „paucis aucta praemonitis“ herausgegebene zweite Auflage von Tulasne's Fungi hypogaei die Jahreszahl 1862 trägt. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass Tulasne die von Kühn unter dem Namen *Rhizoctonia Solani* beschriebene Form nicht zu seiner Gattung *Rhizoctonia* zählt. Dann wäre aber auch nach Kühn's Abbildung die auf Rüben gefundene Form keine echte *Rhizoctonia*. Wir müssen der Zukunft vorbehalten, diese Zweifel zu lösen und die Unterschiede in den Abbildungen und Beschreibungen von Julius Kühn und Tulasne aufzuklären.

Uebrigens erwähnt Tulasne auch eines Vorkommens der *Rhizoctonia violacea* auf Kartoffeln (apud Arvernos).

Nicht unwichtig ist die Notiz, dass in der *Crocus*-Zwiebel nach Entfernung des kranken Theils ein plasmatisches Ferment in Gestalt winzig kleiner beweglicher Körnchen vorhanden ist.

Es heisst dort Seite 191 (Fungi Hypogaei) wörtlich: „Sie

le bulbe déjà altéré et jauni est retiré de la terre et maintenu dans un lieu qui ne soit pas très sec, sa destruction continue, et nous avons vu sa surface mise à nu se couvrir d'une couche végétante d'une jaune rougeâtre qui s'épaissit chaque jour, et qui se compose uniquement de granules très fins doués du mouvement Brownien, que l'iode colore en jaune, et qui ne semblent être qu'une sorte de ferment.“

Der Pilz bringt ferner eine ähnliche Veränderung in den Gefäßen und Holzzellen des Safrans hervor, wie unsere *Rhizoctonia tabifica* in denjenigen der Kartoffel, indem dieselben nämlich sich mit einer formlosen gelben Materie füllen, während das *Amylum* verschwindet. Ein wesentlicher Unterschied tritt aber insofern hervor, als das Mycelium der *Rhizoctonia violacea* Tul. gar nicht in die Zwiebel des Safrans eindringt, vielmehr nur unmittelbar unter den fraglichen Peritheciën sich einzelne eindringende Filamente nachweisen lassen.

Nach alledem steht soviel fest, dass unser Pilz mit der *Rhizoctonia* im Sinne von De Candolle, Montagne und Tulasne sehr geringe Verwandtschaft haben kann. Ueberhaupt gehören die bis jetzt beschriebenen *Rhizoctonien* sämmtlich wohl ganz verschiedenen Pilzgruppen an.

Nur soviel ist wahrscheinlich, dass alle diese Formen, jedenfalls aber die von Tulasne als *Rhizoctonia violacea*, die von Julius Kühn als *Rh. Solani* und die von mir als *Rh. tabifica* beschriebene Pflanze als unvollkommene Zustände oder Formen von *Pyrenomyceten* zu betrachten sind.

Da nun ein directer Aufschluss über die betreffende *Pyrenomycetengattung* durch die Untersuchung bisher nicht erlangt wurde, so müssen wir einen indirecten Weg einschlagen, nämlich die kritische Beleuchtung des Formgenus *Helminthosporium*. Diese ist um so wichtiger und nothwendiger, als Fries und Tulasne, wie wir oben sahen, die *Helminthosporien* als Vorläufer von *Pyrenomyceten* betrachten. Das Wort *Helminthosporium* müssen wir dabei auf diejenigen Formen beschränken, welche von Fresenius und Tulasne hierhergezogen werden und dürfen es keineswegs in dem unbestimmten Sinne nehmen, wie bei F. L. Nees von Esenbeck, bei Bonorden und selbst bei Rabenhorst in der Kryptogamenflora von Deutschland.

Solche echten *Helminthosporien* treffen wir in Tulasne's

Carpologia*) zuerst als Conidien der Gattung Pleospora an, aber nicht bei allen Arten. Die Conidien von Pleospora Doliolum Tul., welche im Sommer und im Herbst auf den Stengeln hochwüchsiger Umbelliferen, wie z. B. Angelica silvestris L. vorkommt, beschreibt Tulasne folgendermassen: „Conidia oblongo-cylindrica, nigro-fuliginea, e cellulis 3--4 in seriem simplicem agglutinatis singula constant, moniliaque brevia et admodum torulacea ex ipso uniuscujusque styli apice aut ex summis ejus brachiis nata fingunt.“ Ferner: „Styli conidiophori rigidi, articulati, atri, 0 mm., 10—15 alti, opaci, ex conulo atro, sibi substantiali, solitarie v. cespitose assurgunt, et in corymbos terminales, laxos densioresque desinunt.“

Diese Beschreibung passt keineswegs auf die Conidien unseres Pilzes.

Noch weniger gehören hierher diejenigen Helminthosporien, welche Tulasne zu Pleospora herbarum zieht. Diese sind in unserem Sinne unächte Helminthosporien.

Die allergrösste, ja eine wahrhaft überraschende Aehnlichkeit haben die Conidien der Rhizoctonia tabifica mit denjenigen der Pleospora polytricha Tulasne. Es ist diejenige Form, welche Fresenius unter dem Namen Helminthosporium rhopaloides abbildet oder wenigstens dieser ungemein ähnlich. Da nun Tulasne für Pleospora polytricha eine Bedeckung des Peritheciums mit haarfeinen spitzen Stacheln angiebt und abbildet, welche denen auf der Rhizoctonia vollkommen gleichen, da ferner das Perithecium der Pleospora im unteren Theil die Form eines Sclerotiums hat, so ist es wenigstens möglich, dass unsere Rhizoctonia nichts anderes ist, als eine nicht zur Entwicklung kommende verkümmerte Form der Pleospora polytricha Tul.

Tulasne giebt über diese Pflanze die folgende Diagnose: „Perithecia fungi ovato-conica vel obverse pyriformia, obtusissima et erostria aut rarius brevissime papillata (papilla frequenter obliqua), matrici saepius haud infuscatae nec maculatae laxe gregaria insperguntur, mycelio conspicuo deficiente; nunc admodum emersa late sedent, nunc e substantia hospitali dehiscente aegre prodeunt et pedetentim exstant. Ab initio de more aterrima sunt et parietibus adeo crassis primitus struuntur ut sclero-

*) Selecta Fungorum Carpologia. Bd. II. Paris 1863. S. 276.

tium mentiantur; praeterea pilis simplicibus, rigidis, atris, septiferis 0 mm., 2—3 longis, crassitudine autem 0 mm., 01 vix excedentibus, laxe insitis et divaricatis patulis undique horrent. Quidam ex his, maxime ex inferioribus, non tantum fructus ornamento, sed etiam fungilli ipsius propagationi inserviunt. Conidia enim agunt sessilia, dense fasciculata, lineari — vel oblongo — cylindrica, recta, utrinque obtusissima, 0 mm., 03—08 longa, 0 mm., 013—016 crassa, 4—6 — loculata et virenti — fusca, quae cum dimissa fuerint et tempus locusque faverint, germina praelonga et filiformia ex omni parte at praesertim ex apicibus protrudunt. Pili pari modo conidiophori, atrofusci, septiferi et 0 mm., 15—25 longi, ex ipsa matrice, scilicet e mycelio matrici immisso nec nisi aegre conspicuo, sparsim et copiose assurgunt, perithecia vix altius prominentia stipant, eademque alia ab aliis quasi silvula dissepiunt.“

Wer diese Beschreibung und Tulasne's beigefügte Abbildung mit meiner Darstellung vergleicht, dem kann die Aehnlichkeit unmöglich entgehen.

Endlich müssen wir noch eine höchst wichtige Analogie berücksichtigen, nämlich die von Fries unter dem Gattungsnamen *Vermicularia* beschriebenen Formen. Wir können geradezu behaupten, dass unsere *Rhizoetonia* eine solche *Vermicularia* ist. Nun kommt auf der Kartoffel eine solche *Vermicularia* vor und die Beschreibung, welche Tulasne mittheilt, passt bis auf wenige Angaben vollkommen auf unsere *Rhizoetonia*. Diese Art ist von Fries *Vermicularia Dematium* genannt. Tulasne zieht *Tubercularia ciliata* D. C. *Vermicularia atramentaria* Berkeley, *Sphaeria Dematium minor* Fries, *Exosporium Dematium* Link und *Exosporium minutum* Lk., *Vermicularia maculans* Mazer. hierher. Die Beschreibung dieser *Vermicularia* bei Tulasne*) passt vollkommen mit einziger Ausnahme der Dimensionen und der Beschaffenheit der Conidien auf die *Rhizoetonia tabifica*.

Die Körper der *Vermicularia*, welche Tulasne mit Sclerotien vergleicht, sollen die Grösse eines Senfkorns erreichen; bei der Kräuselkrankheit wenigstens ist der Körper der *Rhizoetonia* weit kleiner.

Durchaus verschieden sind die Conidien, wie aus der fol-

*) *Carpologia*. Bd. II. S. 278.

genden Beschreibung hervorgeht: „*Sterigmataque linearia, brevissima, simplicia, pallida, dilute fuliginea, erecta et stipatissima, in universa superficie, inter setas nigras modo dictas induunt. Singulis illis sterigmatibus solitarie insistunt conidia lineari-cylindrica, recta, pallida, levissima, plasmate oleoso referta, in medio ocellata, 0 mm., 016—019 longa et 0 mm., 0035 vix crassiora; quae coacervata pulpam dilute roseam constituunt, posteaque disseminata germen longe lineare, dato loco opportuno, ex apice obliquum sigillatim agunt, vix augentur et septum medium assumunt.*“

Es geht hieraus zur Genüge hervor, dass zwar die *Rhizoctonia tabifica* eine der *Vermicularia Dematium* Fr. ähnliche und verwandte, jedenfalls aber von ihr specifisch verschiedene unvollkommene Form einer *Pleospora* sei, unter allen bekannten Arten am ähnlichsten der *Pleospora polytricha* Tul.

Es wird nun die Aufgabe künftiger Forschungen sein, durch Zuchtversuche festzustellen, ob man durch Infektion mit der *Pleospora polytricha* Tul. die Kräuselkrankheit an der Kartoffel erzeugen könne. Augenblicklich steht mir leider zu diesem Zweck brauchbares Material nicht zu Gebote, weil die *Pleospora* nur im Herbst und im Winter mit reifen Peritheecien zu finden ist.

3. Vergleichende Uebersicht über den Verlauf der Kräuselkrankheit,

in meinem Garten im Sommer 1875 beobachtet an der Amerikanischen frühen und späten Rosenkartoffel (*Early Rose* und *Late Rose*).

a. Die *Early Rose*-Kartoffel.

Die frühe Rosenkartoffel wurde vom 13. bis zum 30. Juli nach und nach aus dem Boden genommen, und es wurden alle Pflanzen, gesunde und kranke, alle einzelnen Triebe in verschiedener Höhe mikroskopisch untersucht, ebenso die bisweilen noch in geringer Masse vorhandenen Reste der Mutterkartoffel und die Wurzeln, Brutträger, sowie einzelne Brutkartoffeln. Die Angaben über die Ernte haben keinen quantitativen Werth. Quantitative Bestimmungen hat Herr Professor Oehmichen seit

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Parasitenkunde](#)

Jahr/Year: 1875

Band/Volume: [4_1875](#)

Autor(en)/Author(s): Hallier Ernst Hans

Artikel/Article: [2. Die Resultate der mikroskopischen Untersuchung 106-133](#)