

- Beispielhafter Auszug aus der digitalisierten Fassung im Format PDF -

Die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit, ihre Ursache und ihre Verhütung

Anton de Bary

Die Digitalisierung dieses Werkes erfolgte im Rahmen des Projektes BioLib (www.BioLib.de).

Die Bilddateien wurden im Rahmen des Projektes Virtuelle Fachbibliothek Biologie (ViFaBio) durch die [Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg \(Frankfurt am Main\)](http://Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg (Frankfurt am Main)) in das Format PDF überführt, archiviert und zugänglich gemacht.

935

Die

gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit,

ihre Ursache und ihre Verhütung.

Eine pflanzenphysiologische Untersuchung

in allgemein verständlicher Form dargestellt

von

Dr. A. de Bary,

Professor der Botanik zu Freiburg i. B.

Mit einer Steinbrudtafel.



Leipzig,

A. Förstner'sche Buchhandlung.

(Arthur Felix.)

1861.

285

IV 49



II. A. 6.

Inhalt.

I. Einleitung. Erscheinungen der jetzt herrschenden Kartoffelkrankheit im Großen. Ansichten über ihre Ursachen. Bezeichnung der zu lösenden Fragen.

II. Die Erkrankung des Krautes (Blätter, Stengel, Früchte) wird verursacht durch einen Schmarozerpilz, *Peronospora infestans*. Allgemeine Erörterungen über Parasiten und Pilze. Structur des Kartoffelblatts. Bau und Entwicklung der *Peronospora*. Verschiedene Ansichten über ihre ursächlichen Beziehungen zur Blattkrankheit. Entscheidende Versuche.

III. Die Krankheit der Knollen. Ansichten über ihre Ursache. Sie wird durch die eingebrungene *Peronospora* unmittelbar erzeugt. Experimenteller Beweis. Nachweisbarkeit des Pilzes in jeder kranken Kartoffel. Ansteckung gesunder Knollen durch kranke.

IV. Wie überwintert der Pilz und wie gelangt er zuerst auf den Acker? Ueberwinterung von Sporangien und Sporen unerwiesen. Genetischer Zusammenhang der *Peronospora* mit den Schimmelbildungen auf faulenden Knollen nicht vorhanden. Unschädlichkeit der letzteren. Die auf wildwachsenden Pflanzen lebenden Arten von *Peronospora* sind von *P. infestans* specifisch verschieden und bringen nicht in die Kartoffelpflanze. Der Parasit überwintert in den Knollen. Seine massige Verbreitung erklärt sich, auch wenn nur kleine Spuren in den Acker gebracht sind, vollständig.

V. Uebereinstimmung der im Großen beobachteten Witterungs- und Bodeneinflüsse mit den geschilderten Versuchsergebnissen. Verschiedene Krankheitsdisposition verschiedener Sorten. Unhaltbarkeit der Ansichten von einer Entartung der Kartoffelpflanze. — Vaterland und Einschleppung der *Peronospora infestans*. Zerstörung und Fernhaltung derselben und Verhütung der Krankheit.

Einige wichtigere Schriften über die Kartoffelkrankheit.

Erklärung der Tafel.

I.

Die vorliegende kleine Schrift hat den Zweck über die Ursachen einer Erscheinung Licht zu verbreiten, welche besonders in den letzten zwanzig Jahren allgemeine Aufmerksamkeit auf sich zog, allgemeine Sorge und Noth verbreitete, weil sie in einem Mißrathen der Kartoffel, derjenigen Feldfrucht besteht, welche binnen kaum mehr als einem Jahrhundert den Bewohnern gemäßigter Klimate eine wichtige, wo nicht unentbehrliche Nahrungsquelle geworden ist. Auf die Bedeutsamkeit der Kartoffelkrankheit, wie wir diese Erscheinung kurzweg zu nennen pflegen noch besonders aufmerksam zu machen, wäre den einem jeden bekannten Erfahrungen gegenüber ein überflüssiges Beginnen, und wäre es erforderlich, so würde ein Hinweis auf die binnen kurzer Zeit massenhaft angewachsene Litteratur über den Gegenstand dafür genügen.

Wer der Entwicklung dieser Litteratur und den darin niedergelegten Ansichten nur einigermaßen unbefangen gefolgt ist, dem kann es nicht entgangen sein, daß trotz den vielseitigsten Bemühungen, unsere Kenntniß von den Ursachen des Uebels, auf welche allein eine vernünftige Methode zu seiner Verhütung gebaut werden kann, eine mangelhafte und unklare geblieben ist. Die Einen, und dazu gehören besonders einige sehr verdienstvolle Beobachter aus der Zeit des ersten massenhaften Auftretens der Krankheit, gestehen ihre Zweifel offen ein, Andere behaupten die wahre Ursache gefunden zu haben, allein während die Erscheinungen um welche es sich handelt die gleichen sind, gehen die Erklärungen und die Angaben des einzig wahren Grundes nach den verschiedensten Richtungen auseinander.

Solchen Thatsachen gegenüber befindet sich der Verfasser einer neuen Schrift über die Sache in einer übeln Stellung; er läuft Gefahr unbeachtet zu bleiben oder wegen seiner Vermessenheit oder Verblendung, die ihn glauben gemacht gefunden zu haben was so vielen entgangen oder zweifelhaft geblieben ist, gar belacht zu werden. Jedensfalls ist er schon im eigenen Interesse zu der Angabe der Gründe verpflichtet, welche ihn veranlassen der vorhandenen Fluth einen neuen Tropfen hinzuzufügen. Ich

glaube dieser Verpflichtung am besten dadurch zu genügen, daß ich kurz angebe wie die vorliegende Arbeit entstanden ist. Versuche, welche Dr. Speerschneider im Jahre 1857 veröffentlicht hat, schienen der Erkrankung der Kartoffelknollen eine durchaus neue, sehr bestimmte und einfache Erklärung zu geben und zugleich Kraut- und Knollenkrankheit auf ein- und dieselbe Ursache zurückzuführen. Die sehr verschiedenen, theils bestätigenden, theils verwerfenden Beurtheilungen, welche Speerschneiders Versuche von anscheinend competenten Kritikern erfuhren, veranlaßten mich dieselben bei Gelegenheit ausgedehnterer Untersuchungen über Pflanzenkrankheiten und Schmarogergewächse zu wiederholen und zu prüfen. Das Resultat war einerseits volle Bestätigung des Hauptsatzes von Speerschneider, andererseits Gewinnung einer Reihe neuer Thatfachen, welche geeignet sind eine Anzahl bisher berechtigter Zweifel über die Ursachen der Krankheit zu heben. Es hat sich somit in Folge der Speerschneiderschen Versuche eine ganz bestimmte Erklärung des ursächlichen Zusammenhanges aller Krankheitserscheinungen ergeben, von deren Richtigkeit sich Jedermann durch einige einfache Versuche leicht überzeugen kann, es hat sich ein vollständiges Bild des ganzen Krankheitsverlaufes, an dem es bisher ganz besonders fehlte, herausgestellt, und damit läßt sich der Weg zu beträchtlicher Milderung des Uebels sicher finden, wenn auch eine vollständige Verhütung und Ausrottung desselben, wie gerade die genauere Kenntniß der Sache lehrt, schwer und jedenfalls nur langsam möglich werden wird.

Bei solchem Sachverhalt ist nun, wie ich glaube, der Fachmann geradezu verpflichtet das Seinige zu thun um über einen Gegenstand von so hoher Bedeutung dem großen Kreise der dabei Betheiligten Aufklärung zu geben. Er ist es um so mehr, je größer die Masse der vorhandenen Literatur, die Zahl einander in jeder Weise widersprechender Ansichten und Rathschläge ist, und ganz besonders gegenüber einigen mit großen Ansprüchen auftretenden, den Gegenstand aber in musterhaft ungründlicher Weise behandelnden Arbeiten von Botanikern, deren Autorität wenigstens bei Anfängern und Laien gegenwärtig in großem Ansehen steht.

Aus diesen Gründen lege ich diese Schrift dem Publikum vor. Sie soll keineswegs eine vollständige Monographie sämmtlicher Erkrankungen der Kartoffelpflanze, oder auch nur eine vollständige Beleuchtung aller bei der in Rede stehenden Krankheit im Betracht kommenden, zumal öconomischen Fragen liefern; diese sind vielmehr, soweit sie durch bisherige Arbeiten ihre Erledigung gefunden haben, absichtlich unberücksichtigt geblieben, ich habe mich nur an die Hauptaufgabe gehalten: Darstellung der gegenwärtigen Kartoffelkrankheit, ihrer Ursache, ihres Verlaufes und des Weges zu ihrer Verhütung. In der Form der Darstellung habe ich mich bemüht,

möglichst allgemein, zumal dem gebildeten Landwirth verständig zu sein, ohne dabei die wissenschaftliche Genauigkeit aufzugeben. Für die hieraus nothwendig folgenden Ungleichheiten in der Ausführung erbitte ich die gütige Nachsicht des Lesers; des Fachmannes wenn ich für ihn zuweilen zu ausführlich oder abschweifend bin; des Nichtbotanikers wenn ich ihm zu sehr in Einzelheiten einzugehen scheine, ohne deren genaue Berücksichtigung ja aber ein allgemeines Resultat nicht sicher gestellt und Keinem vollständig klar gemacht werden kann.

Wenn heutzutage von Krankheit der Kartoffelpflanze die Rede ist, so muß jeder zunächst an diejenige Form der Erkrankung oder Verderbniß denken, welche seit Anfang der vierziger Jahre, zumal seit 1845 epidemisch in fast allen kartoffelbauenden Ländern aufgetreten ist, je nach den Jahren in verschiedener Heftigkeit und Verderblichkeit, und von deren Erscheinungen fast ein jeder Leser aus unzähligen Beschreibungen und aus eigener Anschauung ein deutliches Bild erhalten hat.

Diese gegenwärtig herrschende Kartoffelepidemie, die Fäule des Kartoffelkrautes und die Knollenfäule, oder, wie sie Julius Kühn in seinem trefflichen Buche*) über die Krankheiten der Culturgewächse bezeichnet, die Blattkrankheit und Zellenfäule der Kartoffel soll ausschließlich den Gegenstand der vorliegenden Arbeit bilden. Seitdem gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts der Kartoffelbau im Großen über Europa verbreitet wurde, hat man eine Reihe verschiedenartiger und in verschiedener Ausdehnung aufgetretener Erkrankungen unserer Culturpflanze wahrgenommen. So die seit 1770 in England, Deutschland, Frankreich verheerende, seit Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts seltner gewordene Kräuselkrankheit; so die Trockenfäule oder Stockfäule, welche seit 1830, wo sie in der Eifel wüthete, in Deutschland gefürchtet war, und in neuerer Zeit selten geworden zu sein scheint. Wenn es gleich schwer ist nach den vorhandenen Angaben und Beschreibungen nachträglich bestimmt zu entscheiden, in wie weit die unter diesen Namen zusammengefaßten Krankheiten vielleicht theilweise mit der gegenwärtigen verwechselt wurden, so ist doch kein Zweifel, daß die typischen Formen dieser Erkrankungen von der in Rede stehenden bestimmt verschieden sind. Sie und da beobachtet man ferner Abnormitäten der Knollen, welche als Pocken, Schorf, Grind bezeichnet werden, Erscheinungen des Durchwachsens, des Verderbens durch Bodennässe (Ersäufung). Alle diese Erscheinungen sind von der gegenwärtigen Betrachtung ebenso sehr ausgeschlossen, wie zufälliges

*) Die Krankheiten der Culturgewächse, ihre Ursachen und ihre Verhütung. 2. Aufl. Berlin 1859.

Eintreten von Fäulniß und Verderben, das im Keller oder auf dem Acker durch beliebige Ursachen vorkommen kann. Es ist ausdrücklich hervorzuheben, daß es sich für uns um eine durch sehr bestimmte Symptome an Kraut und Knollen scharf characterisirte Art der Erkrankung handelt. Aus der vorhandenen Litteratur und aus der Erfahrung jedes Einzelnen geht aber unzweifelhaft hervor, daß diese so sehr die seit etwa 20 Jahren herrschende ist, daß sie seit dieser Zeit jedenfalls der weitaus überwiegenden Mehrzahl von Fällen eines Verderbens oder Mißrathens der Kartoffel zum Grunde liegt. Sie bedingt vielleicht immer das massenhafte Schwarzwerden, vorzeitige Absterben des Krautes, und daß sie das Mißrathen der Knollen wenigstens in den allermeisten Fällen bewirkt, dafür mag der Umstand sprechen, daß mir während meiner Untersuchungen auf die Bitte um Uebersendung kranker Kartoffeln, ohne daß ich die Krankheit irgend näher bezeichnet hätte, aus den verschiedensten Gegenden Deutschlands die verschiedensten Kartoffelsorten zugesandt wurden, und unter allem diesem Material kaum einmal eine vereinzelte Knolle andere, als die für die bezeichnete Epidemie characteristischen Verderbnißerscheinungen gezeigt hat.

Wenngleich die Symptome, durch welche diese Krankheit ausgezeichnet ist, soweit sie sich im Großen manifestiren schon oft genug beschrieben worden sind, so mag es doch der sicheren Unterscheidung wegen nicht überflüssig sein eine nochmalige kurze Schilderung derselben den Untersuchungen über die Ursachen voranzuschicken.

Die Krankheit macht sich zuerst bemerklich durch das Auftreten der Krautverderbniß, das Schwarzwerden und vorzeitige Absterben des Krautes. An demselben treten je nach den Jahren früher oder später, von der zweiten Hälfte des Juni bis Mitte Juli, kleine braune Flecken auf den Blättern auf, zunächst auf einzelne Stöcke des Ackers und auf einzelne Fiederblättchen derselben beschränkt. Je feuchter die Witterung und die Lage des Feldes, um so schneller wächst die Häufigkeit der Flecken und die Ausdehnung der vorhandenen; zuletzt sind die ganzen befallenen Blättchen schmutzig braun, unregelmäßig gekraust und geschrumpft. Später finden sich braune Flecke auch an den Blattstielen, an dem Stengel, zunächst meist dicht unterhalb der letzteren, bald auch an anderen Stellen. Endlich ist das ganze Kraut schwarzbraun, welk, abgestorben, vertrocknet wenn die umgebenden Medien wasserarm, faulend unter widerlichem Geruch wenn die Umgebung feucht ist. Es ist hinreichend bekannt, wie sich die Erscheinung bei ungünstigem Wetter oft mit reißender Schnelligkeit über große Strecken ausbreitet, wie oft plötzlich alles Kraut eines Ackers schwarz und abgestorben dasteht, ganze Fluren in wenigen Tagen ihren grünen Laubschmuck verloren haben.

Nicht selten bleibt es bei dieser Krautverderbniß, bei diesem ersten Stadium gleichsam der Krankheit. Der Ernteertrag ist zwar ohne Zweifel geringer als er unter den gleichen Vegetationsbedingungen bei gesundem Kraute gewesen wäre, denn durch das Absterben des letzteren sind der Pflanze Organe verloren gegangen deren Thätigkeit für die Bildung und Ausbildung der Knollen jedenfalls von höchster Bedeutung ist, weil durch sie die Verarbeitung der aufgenommenen Nahrung geschieht. Aber bei alledem sind die geernteten Knollen oft völlig oder doch größtentheils gesund und brauchbar. In anderen Fällen dagegen, und diese sind eben die gefürchtetsten, findet sich an den Knollen von den laubverdorrbenen Aekern die Erscheinung der Fäule (Zellenfäule) in verschiedener Häufigkeit. An der Schale der frisch aus dem Boden genommenen Knollen erkennt man zunächst mißfarbige, im Allgemeinen schmutzig braune Flecken von verschiedener Größe, denen meist ein leichtes Eingesunkensein der Oberfläche entspricht. Schneidet man die Knolle durch, so findet sich an diesen Stellen das zunächst unter der Schale gelegene Gewebe in eine Tiefe, welche anfangs meist eine Linie nicht überschreitet, intensiv braun gefärbt, das übrige noch gesund. Schreitet das Verderben weiter fort, so verbreitet sich die Bräunung des oberflächlichen Gewebes sammt den Veränderungen, welche schon von außen bemerkbar sind weiter und weiter über den Umfang der Knolle; die Bräunung tritt hie und da tiefer ins Innere derselben ein, zuletzt beginnt die Zersetzung auch des nicht braun gewordenen Gewebes, welches sich entweder in eine jauchige stinkende Masse verwandelt: nasse Fäule, oder zu einer bröckeligen, von zahlreichen Lücken und Rissen durchsetzten Masse zusammenschrumpft: trockene Fäule, je nachdem die kranken Knollen feucht oder trocken gehalten worden waren. Mit dem Eintritt der Fäulniß, zumal der trockenen, beginnt an der Oberfläche der Knollen das Auftreten von Schimmelbildungen, die meist in Form von weißen verschieden großen Polstern die Schale durchbrechen und je nach ihrer Fructification späterhin meist gelbliche oder rostrothe, seltener rosenfarbige oder blaugraue Farbe annehmen. Endlich wird zumal die trockenfaule Knolle sehr oft thierischen Gästen, Milben, Tausendfüßen u. s. w. zur Beute.

So wenig Zweifel über diese für unsere Kartoffelkrankheit charakteristischen Erscheinungen bestehen und bestehen können, so abweichend von einander sind die Ansichten, welche über ihre Ursache selbst von den Tüchtigsten ausgesprochen worden sind, und es ist die Frage nach derselben als bis jetzt durchaus unentschieden zu betrachten.

Unter den Meinungen, welche auf wissenschaftliche Begründung und Berücksichtigung Anspruch machen können, betrachten zunächst die Einen,

gestützt auf das häufige Gesundbleiben der Knollen bei verdorbenem Kraute, die Laub- und Knollenkrankheit als durchaus von einander unabhängige Erscheinungen, während die Andern einen ursächlichen Zusammenhang zwischen beiden, beide als verschiedene Stadien eines und desselben Krankheitsprocesses annehmen. Mehr oder minder unabhängig von dieser Grundverschiedenheit der Anschauungsweise gehen die einzelnen Erklärungsversuche auseinander, sei es für die Krankheiten des Laubes oder der Knollen, oder beider Theile zusammen. Die Ansichten, welche in dieser Richtung aufgestellt worden sind lassen sich in drei Hauptgruppen zusammenstellen. Erstens solche, welche in rein äußern oft localen Ursachen nämlich in ungünstigen Wärme- und Feuchtigkeitszuständen von Luft und Boden oder in nachtheiliger Mischung der Bodenbestandtheile, zumal fehlerhafte Düngung den Grund des Uebels setzen. Zweitens diejenigen, nach welchen eine Entartung der Kartoffelpflanze Ursache der Krankheit ist, mag sie, wie Schleiden will, durch fortgesetzte Cultur und damit allmählich eingeschlichene krankhafte Ernährung, gleichsam Ueberfütterung bei der Kartoffelpflanze wie bei anderen Culturgewächsen eintreten, oder, wie besonders Jessen behauptet, als eine Art Altersschwäche solche Pflanzen ergreifen, welche lange Zeit hindurch mittelst ungeschlechtlicher Vermehrung, durch Knollen, Ableger u. s. w. fortgepflanzt werden, also eine Kartoffelsorte um so mehr befallen, je länger ihre ungeschlechtliche Vermehrung bereits gedauert hat, d. h. je älter ihre Cultur ist.

Die dritte Ansicht sieht die Krankheitsursache in Schmarozern, Parasiten, d. h. niederen Organismen, welche auf oder in gesunden lebenden Wesen leben, von der Substanz der letzteren sich ernähren, und dadurch eine Erkrankung ihres Wirthes oder Ernährers hervorbringen. Wenige und wenig berücksichtigenswerthe Meinungen sind dahin ausgesprochen worden, daß schmarozende Thiere, zumal Blattläuse oder Milben die Ursache unserer Kartoffelkrankheit seien; zahlreiche Beobachter setzen dieselbe dagegen ganz oder theilweise in die Vegetation schmarozender niederer (kryptogamischer) Pflanzen aus der Klasse der Pilze.

Um zwischen diesen verschiedenartigen Meinungen den richtigen Weg zu finden und ein bestimmtes Resultat über die wahre Ursache zu erhalten, kann es keine andere Methode geben, als eine möglichst genaue Untersuchung der einzelnen erkrankenden und erkrankten Theile; eine genaue Kenntniß derselben muß den Ausgangspunkt für jegliche Erklärung der Erscheinungen im Großen bilden. Es wird daher in Folgendem zuerst das Braunwerden des Krautes, dann die Knollenverderbniß speciell zu untersuchen sein und hieraus wird sich ergeben, inwieweit beide Erschei-

nungen abhängig oder unabhängig von einander, oder durch eine gemeinsame Ursache bedingt sind.

II.

Die Frage nach dem Grunde des Fleckigwerdens und vorzeitigen Todes von Blättern, Stengeln und Früchten der Kartoffel wird von den meisten Botanikern gegenwärtig dahin beantwortet, daß die nächste Ursache in der Vegetation eines im Innern und auf Kosten des gesunden Gewebes dieser Theile wachsenden mikroskopischen Schmarozerpilzes zu suchen ist.

Derselbe ist 1845 zuerst von Mad. Libert in einer politischen Zeitung (Organe des Flandres) unter dem Namen *Botrytis devastatrix*, bald darauf von Montagne als *Botr. infestans* in wissenschaftlichen Zeitschriften beschrieben worden. Später wurde er in die Gattung *Peronospora* als *P. infestans* oder *P. devastatrix* gestellt; er soll hier den Namen *Peronospora infestans*, als den nach wissenschaftlichem Sprachgebrauch jedenfalls bestbegründeten führen.*)

Es unterliegt in der That keinem Zweifel, daß der ausgesprochene, oft behauptete, oft bestrittene Satz ein unbestreitbar richtiger ist, und die nachfolgenden Auseinandersetzungen werden den Beweis dafür liefern. Um dieselben einem Jeden vollkommen verständlich zu machen, wird es aber zweckmäßig sein, einige allgemeine Bemerkungen über den Bau, die Vegetation und die Entstehung der Pilze vorauszuschicken.

Läßt man organische Substanzen, welche zu Zersetzung geneigt sind, z. B. Speisen, Obst frei an der Luft stehen, so werden sie, wie allgemein bekannt, schimmelig: An ihrer Oberfläche tritt eine aus kleinen Pflänzchen gebildete eigenthümliche Vegetation auf, zunächst in Form eines fein wolli- gen, meist weißen Ueberzugs, welcher sich von dem Punkte seines ersten Auftretens aus strahlig über die Oberfläche verbreitet, und von dem sich dann bald größere oder kleinere aufrechte Fäden in großer Anzahl erheben, deren Enden graue, bläuliche, schwarze und andere Farben annehmen und

*) Eine vollständigere Aufzählung der dem Pilze zu verschiedenen Zeiten beigelegten Namen (vgl. Montagne, Sylloge, p. 302. Caspary, Monatsber. d. Berliner Acad. Mai 55) ist: *Art. 325.*

Botrytis devastatrix Libert a. a. O. *B. infestans* Montagne a. a. O. *B. fallax* Desmazières Crypt. de France. *B. Solani* Harting. *Peronospora trifurcata* Unger, Bot. Zeitg. 1847. *P. Fintelmanni* Caspary, Verhandl. d. preuss. Gartenbau-Vereins 1852. *P. infestans* Caspary in Rabenhorst, Herb. mycol. Nr. 1879, 1854. *P. devastatrix* Caspary, 1855.

In der letzten Nummer ist der Name nicht.

dabei ein fein staubiges Ansehen erhalten. Bringt man ein Stück eines solchen Schimmels unter das Mikroskop, so zeigt sich, daß das weißwollige Fadengeflecht aus zarten verzweigten cylindrischen Fäden, oder richtiger Röhren besteht, welche von einer meist glashellen zarten Haut gebildet werden und einen farblosen, feinkörnig-trüben, zuweilen bläulich-glänzenden Inhalt (Protoplasma, Plasma genannt) führen, in welchem die chemische Untersuchung relativ reichliche Mengen stickstoffhaltiger Substanz nachweist. Das Innere des Fadens ist in der Regel durch Querwände in cylindrische Glieder, ringsum geschlossene Kammern oder Zellen abgetheilt, der ganze Faden also eine verzweigte Reihe cylindrischer Zellen; in seltneren Fällen fehlen die Querwände, der Faden stellt einen einzigen ungetheilten Schlauch dar, eine einzige schlauchförmige durch seitliche Ausfadungen oft reich verzweigte Zelle.

Diese Fäden, welche sich horizontal auf der Unterlage verbreiten, auch wohl in diese eindringen, sind die vegetativen, nahrungsauffaugenden, späterhin die Fortpflanzungsorgane erzeugenden Organe des Schimmels; man bezeichnet sie mit dem Namen Mycelium. Jene später erscheinenden aufrechten, oben gefärbten und pulverigen entstehen als Zweige an dem Mycelium, haben mit ihm im wesentlichen den gleichen Bau und sind die Träger der Fortpflanzungsorgane der Pflanze, Fruchtzweige. Nach Beendigung ihres bald begrenzten Längenwachsthums bilden sie auf ihrer Spitze die den Samen blüthentragender Gewächse vergleichbaren Fortpflanzungsorgane, welche, wie die unten zu beschreibenden Fälle zeigen werden, je nach der einzelnen Art in sehr verschiedener Weise entstehen können, immer aber den einfachsten Bau zeigen, den wir bei den Organen lebender Wesen überhaupt kennen. Sie sind nämlich einfache Zellen, von einer Haut ringsumschlossene, flüssigen Inhalt führende Bläschen, und werden daher passend als Fortpflanzungszellen, Keimzellen, mit dem üblichen Kunstaussdruck als Sporen bezeichnet. Ihre Gestalt ist meist kuglig, oval, länglich, ihre Größe sehr gering, dem bloßen Auge sind sie höchstens als feine Körnchen unterscheidbar, und da sie an den bezeichneten Orten meist in sehr großer Anzahl bei einander entstehen stellen sie zusammen jenes feinkörnige Pulver dar, welches den Schimmel im ausgebildeten Zustande meist bedeckt, und welches seine verschiedene Farbe durch die Färbung der Sporenhäute erhält.

Die Sporen besitzen die Fähigkeit unter günstigen Bedingungen zu keimen, d. h. zu neuen Myceliumfäden heranzuwachsen, wie dies weiter unten an dem Beispiele des Kartoffelpilzes selbst näher erläutert werden soll. Nur kurz angedeutet kann an diesem Orte werden, daß nicht selten eine und dieselbe Schimmelart, ja oft ein und derselbe Myceliumfaden zweierlei

... und die nächsten 10 Seiten ...
... and the next 10 pages ...

wurde, bei hinreichender Feuchtigkeit die Sporenbildung und Reifung schon innerhalb weniger Stunden, ein kurzes Regenwetter genügt um alle Sporangien zu entleeren; und die Annahme, daß etwa die Schwärm-sporen oder die Keimschläuche lebensfähig im Boden überwintern könnten, entbehrt jeder Wahrscheinlichkeit. In dem Kartoffelfelde des hiesigen botanischen Gartens, welches während der Erkrankungszeit des Krautes in jeder Handvoll Erde reichliche Sporangien finden ließ, suchte ich diese im Januar und Februar vergebens, obgleich das Feld nach der Kartoffelernte absichtlich unberührt liegen gelassen worden war. Da einzelne Sporangien immerhin erhalten, aber der mikroskopischen Untersuchung entgangen sein konnten, prüfte ich die Erde auf ihren Gehalt von entwicklungsfähigen Keimen noch in anderer Weise. Ich brachte im Januar eine Portion derselben ins geheizte Zimmer, hielt sie sehr feucht und legte möglichst viele zerschnittene gesunde Kartoffeln hinein. Nach den bekannten Thatsachen hätte, wenn irgend erhebliche Mengen von entwicklungsfähigen Peronospora-Keimen vorhanden gewesen wären, alsbald Erkrankung eines oder des anderen Kartoffelstückes eintreten müssen; dieselben blieben aber während mehrwöchentlicher Cultur völlig gesund. Nach allen diesen negativen Resultaten ist den Sporangien zwar die Fähigkeit lebenskräftig zu überwintern vielleicht nicht absolut abzusprechen, aber dieselbe ist gänzlich unerwiesen und jedenfalls nur in sehr seltenen Fällen vorhanden. Eine Erklärung des Ueberwinterns des Pilzes kann somit keinesfalls auf diese Fähigkeit gegründet werden.

Nun könnte zweitens der Kartoffelpilz vielleicht noch andere Keime als die uns bekannten Sporangien und ihre Entwicklungsproducte besitzen, etwa besondere Sporen, welche überwintern, während die bisher besprochenen eine kurze Lebensfähigkeit besitzen. Diese Vermuthung drängt sich auf, weil einerseits sehr viele Pilze mit zweierlei bis mehrerlei Fructification bekannt sind, und von diesen, z. B. von vielen Rostpilzen (*Puccinia*, *Phragmidium* u. s. w.) die eine Art der Sporen ihre Entwicklungsfähigkeit bald verliert, während die andere überwintern kann oder oft sogar muß; und weil andererseits auf den kranken Knollen eine Anzahl von Pilzbildungen im Gefolge der Peronospora vorkommt, welche allezeit keimfähige Sporen bilden können, und von welchen möglich und auch theilweise schon behauptet worden ist, daß sie dem Entwicklungskreise der Peronospora angehören, also zu ihrer Verbreitung dienen können.

Es sind dieses die Schimmelformen, welche sich auf einigermaßen feucht gehaltenen kranken Knollen wohl ausnahmslos zeigen. Wie sehr oft beschrieben worden ist, brechen dieselben an unversehrten Knollen meist in Form rundlicher polsterförmiger Pilzrasen aus der Schale hervor, auf

Rissen in der Oberfläche und auf der Schnittfläche zerschnittener Kartoffeln treten sie als unregelmäßig verbreitete Schimmelanflüge auf, äußerlich können sie Peronospora-Rasen sehr ähnlich sehen. Das Mycelium dieser Pilze wuchert innerhalb des erkrankten Gewebes, es dringt von der Peripherie aus immer tiefer in dieses ein und seine Fäden wachsen in außerordentlicher Ueppigkeit durch alle Gewebstheile; sie fehlen nicht in den Interzellularräumen, durchbohren aber noch öfter die Zellwände, dringen von Zelle zu Zelle, umstricken die Stärkekörner, dringen, wie Schacht ausführlich beschrieben hat, in die solide Substanz dieser ein, zahlreiche oft reich verzweigte Gänge in dieselben bohrend, bewirken Zersetzung und Auflösung der Stärke, an deren Stelle sie schließlich oft die ganzen Innenräume der Zellen anfüllen. Ihre lebhafteste Vegetation befördert die Zersetzung des kranken Gewebes in hohem Grade. Von den Myceliumfäden der Peronospora sind sie, außer durch die Art ihrer Vegetation stets durch geringere Dicke und besonders dadurch verschieden, daß sie von zahlreichen Quermänden in cylindrische Zellen abgetheilt sind. Die an die Oberfläche tretenden Schimmelbildungen sind die von dem Mycelium entspringenden, gleichfalls stets mit Quermänden versehenen, in den hervorbrechenden Polsterchen in ungeheurer Menge eng aneinander gedrängten Fruchttäste; und zwar zeigt die Untersuchung dieser, daß hier mehrere Formen von Schimmelpilzen vorkommen, deren Mycelien nicht scharf von einander unterschieden werden können, während die Fructificationen sehr bedeutende Differenzen zeigen.

Von diesen Schimmelpilzen finden sich zwei ganz besonders häufig, fast constant, auf den kranken Knollen; der eine ist von v. Martius *Fusisporium Solani*, der andere von Harting *Spicaria Solani* genannt worden. Bei jenem (fig. 12) sind die Fruchttäste reichlich und wiederholt verzweigt; die Zweige entspringen einzeln, oder paarweise gegenüberstehend oder büschelförmig geordnet von den oberen Enden der Zellen, welche den jeweiligen Hauptstamm zusammensetzen. Auf den Zweigenden letzter Ordnung entsteht je eine spindelförmige, etwas gekrümmte Fortpflanzungszelle, deren erste Anlage der eines Peronospora-Sporangium ähnlich ist, welche sich aber, noch im Zusammenhang mit dem tragenden Zweige, durch Quermände in 2 oder 3 bis 5 Tochterzellen theilt und nach deren Ausbildung abfällt. Die Tochterzellen bleiben stets zu einer 2 bis 5-gliedrigen Reihe fest verbunden (Fig. 12, s); jede derselben ist eine Spore und hat die Fähigkeit unter günstigen Bedingungen zu einem Keimschlauche auszuwachsen. Die Rasen des *Fusisporium* sind meist weiß oder gelblich gefärbt. Man unterscheidet von demselben eine in allen Theilen zartere, mit 2gliedrigen ziemlich geraden Sporenreihen versehene Form, die

von Harting *F. didymum* genannt worden ist, und eine größere, mit 3—5 Sporen in einer Reihe, das ächte *F. Solani*. Beide gehören dem Entwicklungskreise einer Art an.

Die Fruchstäbe der *Spicaria* (fig. 13) sind aufrecht, in ihrem unteren Theile unverzweigt, oben mit reichlichen Aesten verschiedener Ordnung versehen, welche immer von dem obersten Ende einer ihrem jeweiligen Hauptstamme angehörenden Zelle entspringen. Die untersten Zweige stehen einzeln oder paarweise einander gegenüber, sind gleichfalls aufrecht, dem Hauptstamme fast parallel, gleich hoch wie dieser und demselben in ihrer weiteren Verzweigung gleich. Sämmtliche Zweige letzter Ordnung sammt den Spitzen der Hauptstäbe, bestehen aus einer einfachen, nach oben hin allmählich fein zugespitzten Zelle, welche an ihrer Spitze die Sporen abschnürt. Man nennt solche sporenabschnürende Zellen, wenn sie durch bestimmte Form und Stellung ausgezeichnet sind Sporenträger, Basidien oder Sterigmen. Nur bei sehr mageren Exemplaren unseres Pilzes entspringen diese einzeln an den Enden ihrer Stammzellen, in der Regel zum mindesten zwei, meist aber 3 bis 5 auf gleicher Höhe. Indem diese sehr zahlreichen Endzweige sämmtlicher untereinander gleichhoher, paralleler Hauptstäbe dicht aneinander gedrängt stehen, erhält der Gipfel der fructificirenden Fäden das Ansehen eines Büschels oder Pinsels. Auf den Enden eines jeden Sterigma entstehen die Sporen als kleine Anschwellungen, die eine ovale Gestalt annehmen und sich als besondere, leicht abfallende Zellen abgliedern. Ist eine Spore gebildet, so erfolgt unter ihr die Anlage einer zweiten, welche mit ihrer Ausbildung die erstentstandene vorschiebt; in gleicher Weise wird eine dritte, vierte u. s. w. gebildet, so daß allmählich auf jedem Sterigma eine ganze Reihe von Sporen aufsteht, von welchen immer die unterste die jüngste ist. Um die sich bildenden Sporen wird gleichzeitig eine gummiartige Substanz abgesondert, welche sie in trockenem Zustande fest mit einander verklebt, im Wasser sich löst und so eine Trennung der Sporen von einander bewirkt. Die ursprüngliche reihenweise Anordnung der Sporen eines Büschels oder gar eines aus unzähligen dicht aneinander gedrängten Fruchtfäden gebildeten Schimmelpolsters wird dadurch sehr bald unkenntlich, die ganze zahllose Menge von Sporen läßt sich zu einer weichen Kruste ordnungslos zusammengeklebt abheben, und löst sich im Wasser in eine ungeheure Menge kleiner Sporen auf, welche dann leicht keimen, d. h. einfache Myceliumschläuche treiben. Die Farbe der reifen Sporenanhäufungen, welche den Gipfel der Polster bedecken, ist anfangs rein weiß, später wird sie gelblich und zuletzt meist zimtfarbig. Einzeln betrachtet erscheinen die Sporen stets ungefärbt.

Dem in der Pilzkunde einigermaßen Bewanderten wird es auffallen,

daß unsere *Spicaria* nach der gegebenen Beschreibung sofort an die Charactere der bekannten Gattungen *Penicillium* oder auch *Verticillium* und *Acrostalagmus* erinnert. Ich glaube sogar Grund zu der Ansicht zu haben, daß der von *Corda* als *Acrostalagmus cinnabarinus*, von *Harting* als *Verticillium lateritium* abgebildete Pilz, welcher auf Schalen und Schnittflächen fauler Kartoffeln oft sehr große ziegelrothe oder zimmtfarbige Ueberzüge bildet, nichts weiter ist als eine Form der gleichen Art. Die zur Begründung dieser Ansichten und der richtigen systematischen Stellung unseres Pilzes nothwendigen Auseinandersetzungen würden uns aber von dem Zwecke der vorliegenden Schrift allzuweit entfernen; ich habe daher den Namen *Spicaria* beibehalten, und beschränke mich darauf, ausdrücklich zu bemerken, daß dieselbe keineswegs als selbständige Art, sondern nur als Glied des reichen Formenkreises einer solchen zu betrachten ist. Dasselbe gilt von dem *Fusisporium*, welches vielleicht sogar dem Formenkreis der nämlichen Species angehört; beide Formen sind wohl jedenfalls Glieder eines Entwicklungskreises dessen entwickeltste Fruchtformen von den beschriebenen weit verschieden sind und denjenigen Bildungen angehören, welche gegenwärtig als die Abtheilung der Kernpilze (*Pyrenomycetes*) zusammengefaßt werden.

Für die Frage, von welcher wir ausgingen ist dies gleichgültig, denn wenn die genannten Schimmel auch einerseits mit dem Entwicklungskreise dieses oder jenes Pilzes zusammenhängen, so ist dadurch ein genetischer Zusammenhang mit der *Peronospora* auf der anderen Seite nicht von vorn herein ausgeschlossen. Zur Beantwortung unserer Frage haben wir nur zu entscheiden, ob sich irgend ein organischer und genetischer Zusammenhang zwischen dem Mycelium von *Fusisporium*, *Spicaria* und dem der *Peronospora* nachweisen läßt, und ob unter irgend welchen Bedingungen aus den Sporen von *Spicaria* und *Fusisporium* *Peronospora*, aus den Sporangien dieser jene anderen Pilzformen entstehen können.

Wo verschiedene Pilzformen, sie mögen einander noch so unähnlich sein, dem Entwicklungskreise einer Species angehören, ist es stets möglich durch einen solchen Nachweis ihre Zusammengehörigkeit darzuthun. Für unsere Frage aber liefern alle genauen Untersuchungen ein verneinendes Resultat.

In Knollen, bei welchen die oberflächliche Schimmelbildung eben beginnt, findet man häufig die intercellularen querwandlosen *Peronospora*-Schläuche und die stets dünneren mit Querswänden versehenen Myceliumfäden der anderen Pilze so reichlich nebeneinander, daß die Vermuthung wohl aufkommen kann, letztere entstünden an jenen als dünne Zweige, welche sich

erst späterhin durch das constante Auftreten von Querswänden, durch ihre weit reichlicheren, Zellwände und Stärkekörner durchwachsenden und zerstörenden Verästelungen von ihren ursprünglichen Stämmen unterscheiden. Allein es ist mir trotz aber- und abermals wiederholtem Nachsuchen nie möglich gewesen eine solche Entstehung aufzufinden, und Präparate, welche dieselbe auf den ersten Blick zu zeigen schienen, haben bei genauer Untersuchung immer erkennen lassen, daß ein Verhalten vorlag, welches sehr leicht zu Täuschungen führen kann. Es kommt nämlich öfters vor, daß ein dünner querwändiger Myceliumfaden mit einem Peronospora-Schlauche lange Strecken weit in dem nämlichen Intercellularraum fortfrücht, wegen seiner Zartheit und ähnlichen Inhaltsbeschaffenheit leicht durch jenen verdeckt und unkenntlich gemacht wird, und dann plötzlich da deutlich hervortritt, wo er von demselben nach einer andern Richtung hin abbiegt. An dieser Stelle sieht es dann oft aus, als ob ein dünner querwändiger Ast von dem Peronospora-Schlauche entspränge; bei sorgfältigem Nachsuchen stellt sich aber stets heraus, daß dies nicht der Fall, der wahre Sachverhalt vielmehr der angegebene ist.

Bei Aussaaten der Peronospora-Sporangien findet man nie eine andere als die oben beschriebenen Entwicklungen. Die Keimschläuche gehen, wenn sie den zum Eindringen und der Weiterentwicklung günstigen Boden, d. h. gesunde Theile der Kartoffelpflanze nicht finden, immer bald zu Grunde; im anderen Falle ist Peronospora ihr einziges Entwicklungsproduct.

Sät man Spicaria oder Fusicporium, so entwickeln sich auf günstigem Boden aus den Sporen wiederum Exemplare der ausgefäeten Form, nie Peronospora. Den günstigen Boden bilden kranke oder faule Kartoffeln, sonstige faulende Pflanzentheile. Bei wiederholter Aussaat auf gesunde lebende Theile des Kartoffelkrautes fand ich zwar sehr zahlreiche Keimungen der Sporen, aber nie eine Spur des Eindringens von Keimschläuchen und nie ein nachheriges Auftreten der Peronospora am Kraute.

Zahlreiche, besonders mit Fusicporium zu verschiedenen Zeiten und von einer Anzahl Beobachter angestellte Versuche, welche zunächst den Zweck hatten, die Ansicht zu prüfen, nach welcher die Knollenkrankheit durch diesen Pilz verursacht und demgemäß durch Uebertragung der Sporen desselben eine Ansteckung gesunder Knollen bewirkt wird, haben kein einziges Resultat ergeben, welches mehr besagte, als daß die besäten Knollen zuweilen faulen können, wie jede andere gesunde Kartoffel. Von den charakteristischen Erscheinungen des Krankwerdens, wie wir sie nach Aussaat der Peronospora ausnahmslos auftreten sehen und durch welche also eine Entwicklung dieses Pilzes angezeigt würde, findet sich nirgends eine

deutliche Erwähnung; in der weitaus größten Mehrzahl der mitgetheilten Fälle blieben die inficirten Knollen vollkommen gesund. Ebenso verhält es sich bei Anwendung der *Spicaria*. Sät man die Sporen beider Pilze auf die Oberfläche gesunder Knollen, so keimen sie leicht, wenn für hinreichende Feuchtigkeit gesorgt ist. Allein eine üppigere Entwicklung des Pilzes, ein Eindringen des Myceliums in das gesunde Gewebe und ein Erkranken dieses in Folge davon findet nicht statt, mögen die Knollen unter Glasglocken oder in die Erde eingegraben sein. Sät man die Sporen auf die Schnittfläche halbirter Knollen, wie bei dem zuerst beschriebenen *Peronosporaversuch*, so kann sich bei hinreichender Feuchtigkeit ein kümmerliches Mycelium entwickeln, welches sich von den allmählich zeretzten Theilen der oberflächlichen angeschnittenen Zellen ernährt und magere Fruchtäste treibt. Dabei hat es aber sein Bewenden; unter der Schnittfläche entsteht, wie oben beschrieben wurde, eine neue Schale und das von dieser geschützte Gewebe bleibt gesund.

Nirgends läßt sich also die Entwicklung von *Peronospora* oder das Auftreten von Erscheinungen, wie sie diese verursacht, nach Ausfaat der in Rede stehenden Sporen nachweisen, nirgends findet sich ein Eindringen der Keime von *Fusisporium* in Kraut oder Knollen, so lange diese nicht faul sind, nirgends ein genetischer Zusammenhang der Mycelien. Es liegt also kein Grund vor, die besprochenen Pilze zu dem Formentreis der *Peronospora* zu zählen und anzunehmen, daß sie es seien, welche die Uebertragung des Kartoffelverderbens auf den Acker bewerkstelligen. Ihr Auftreten auf schon kranken oder faulen Theilen und das gänzliche Ausbleiben oder höchstens kümmerliche Vorschreiten ihrer Entwicklung auf der Oberfläche gesunder lebender Theile zeigt deutlich, wie sie eben auf faule Substanzen angewiesen, ächte Saprophyten sind. Dasselbe gilt von den übrigen Schimmelpilzen, welche hie und da auf kranken Kartoffeln gefunden werden, und vielfach beschrieben worden sind. Ihr nichts weniger als constantes Auftreten schon zeigt, daß die sich immer gleichbleibende Erkrankung der Knollen nicht von ihnen verursacht sein kann, und ist dies auch nie behauptet worden. Zudem sind dieselben zumeist keineswegs ausschließlich auf kranken Erdäpfeln beobachtet, manche gehören vielmehr zu den allgemein verbreiteten Schimmelformen, wie z. B. das auch auf Kartoffeln nicht seltene *Penicillium glaucum*, *Eurotium*, *Trichothecium roseum* und andere, deren specielle Aufzählung und Beschreibung hier keinen Zweck hätten. Wie die erst besprochenen Schimmel so constant in die kranken Kartoffeln kommen können, erklärt sich leicht, wenn man beachtet, daß wohl jede Kartoffel, auch die gesundeste, schon aus dem Boden eine Menge verschiedenartiger Pilzanfänge, sowohl Sporen als auch besonders kleine, un-

scheinbare Myceliumfäden mitbringt. Untersucht man die noch so reingewaschene Schale irgend eines Exemplars, so wird man dieselben wohl niemals auf oder zwischen den äußeren Zellschichten der Schale vermissen. Daß sich nach dem Ausgraben, zumal in den ohnehin meist schimmelreichen Kellern, diese Pilzanfänge nichts weniger als vermindern ist klar. Bei gesunden Knollen unterbleibt ihre Weiterentwicklung, sie lauern gleichsam auf eine Zersetzung des Gewebes, mit deren Beginn sie sich weiter ausbilden, von den Producten der Fäulniß einerseits sich ernährend und andererseits diese durch ihre Vegetation mächtig beschleunigend. —

Eine Vielgestaltigkeit der Fructification könnte aber noch auf andere Weise, als die eben besprochene, das Ueberwintern und die Uebertragung des Kartoffelpilzes auf dem Acker bewirken. Die Gattung *Peronospora* enthält eine sehr große Anzahl von Formen und Arten, welche auf den verschiedensten Pflanzen ungemein häufig schmarotzen, sowohl auf wildwachsenden, auf Unkräutern wie z. B. die *P. effusa* auf dem gemeinen Gänsefuß, als auch auf Culturgewächsen; von letzteren wird z. B. der Gartenlattich durch die *P. gangliiformis* Berkeley, die Leguminosen, zumal die Luzerne (*Medicago sativa*) und der Incarnatflee durch *P. grisea* oft nicht unbedeutend befallen und beschädigt. Die Vegetation und Structur des Myceliums dieser Arten ist der von *P. infestans* gleich, die Fruchtkörper entstehen in der gleichen Weise, und bilden an ihren Enden Fortpflanzungszellen, welche nach Entwicklung und Form den Sporangien des Kartoffelpilzes wenigstens sehr ähnlich sind. Verschieden von letzteren sind alle bekannten Arten dadurch, daß ihre Fruchtkörper regelmäßig und wiederholt gabeltheilig sind, und viele durch das Verhalten der auf den Fruchtkörpern gebildeten Fortpflanzungszellen. Diese sind nämlich bei einer großen Reihe von Formen nicht Sporenbegleiter, Sporangien, sondern Sporen. Sie erzeugen aus ihrem Inhalt keine ausschwärmenden Tochterzellen, sondern treiben direkt je einen Keimschlauch, welcher gerade wie die Keime des Kartoffelpilzes die Oberhaut durchbohrend in das Gewebe der Nährpflanze eindringt*).

Die meisten dieser Arten, wahrscheinlich alle, haben ferner außer der

*) So verhalten sich constant *P. gangliiformis*, *P. parasitica*, *P. Alsinearum*, *P. calotheca*, *P. Papaveris*, (von *Pap. somniferum* und *Rhoeas*) sowie die schwer von einander unterscheidbaren, theilweise schon als *P. effusa* und *grisea* zusammengefaßten Formen, welche *Chenopodium*, *Plantago major*, die Arten von *Ranunculus*, *Veronica* und Leguminosen bewohnen. Zoosporien bildet, in ganz ähnlicher Weise wie die *P. infestans*, *P. Umbelliferarum*, und eine ganz eigenthümliche, zwischen der Zoosporienbildung und einfachen Schlauchkeimung gleichsam die Mitte haltende Entwicklung kommt der *P. macrocarpa*, und *P. densa* zu.

durch die beschriebenen Fruchttäste vermittelten eine zweite, und zwar eine geschlechtliche Fortpflanzung. Es würde zu weit führen, diese hier ausführlich zu beschreiben; für unseren Zweck genügt die Angabe, daß die Enden kurzer, innerhalb des Gewebes der Nährpflanze verbleibender Myceliumzweige zu großen blasigen Schläuchen anschwellen, den weiblichen Geschlechtsorganen, aus deren Inhalt sich nach einer Befruchtung durch eigenthümliche männliche Organe je eine große kuglige mit dicker dunkelbrauner Haut versehene Spore bildet. Die Keimung dieser Sporen ist noch nicht bekannt, ihre Structur aber zeigt schon deutlich an, daß sie jedenfalls einen längern Ruhezustand durchmachen und ohne Zweifel auch überwintern können, zumal wenn sie, wie dies öfters geschieht, erst im Herbst gebildet werden und mit dem absterbenden Laube zu Boden fallen. Bei der Kartoffelperonospora kommen wenigstens in unseren Gegenden Geschlechtsorgane nicht vor, oder doch nur als außerordentliche Seltenheit, wenn nämlich das von Montagne einmal an Kartoffelkeimen beobachtete und als *Artotrogus hydnosporus* beschriebene Gebilde hierher gehören sollte. Ein Ueberwintern unseres Pilzes durch constant von ihm erzeugte derbwandige Dauersporen kann also in unsern Gegenden nicht stattfinden. Bei der Ähnlichkeit der Kartoffelperonospora mit den anderen Arten einerseits und der für viele Pilze bestimmt nachgewiesenen Vielgestaltigkeit andererseits wäre es nun aber denkbar, daß die als Arten unterschiedenen Bildungen nur Formen ein und derselben Art, ihre Verschiedenheiten nur durch die mancherlei Nährpflanzen auf denen sie vorkommen, bedingt seien. Alsdann könnte dieser Pilz durch die auf wildwachsenden Pflanzen erzeugten Dauersporen überwintern, im Frühling auf diesen sich weiterentwickeln, Sporen auf den hervortretenden Fruchttästen bilden und durch diese leicht auf die Kartoffelpflanze und von dieser wieder auf Ackerunkräuter übertragen werden. Versuche, welche zur Prüfung dieser Annahme angestellt wurden, haben dieselbe als durchaus unhaltbar erwiesen. Wäre sie richtig, so müßte sich aus den Sporen anderer Arten auf der Kartoffel die *Peronospora infestans* erziehen lassen und umgekehrt. Es wurden nun Sporen von *Per. Alsinearum* und *P. effusa Chenopodii* theils auf Kraut, theils auf gesunde Knollen der Kartoffel gesät; sie keimten wie in reinem Wasser, ihre Schläuche drangen nicht ein, *Peronospora* trat nicht auf. Umgekehrt säte ich Sporangien der *P. infestans* auf das Laub dreier Pflanzen, welche in der freien Natur besonders häufig von *Peronospora* bewohnt werden, nämlich *Stellaria media*, *Ranunculus repens*, *Aegopodium Podagraria*. Zoosporen bildeten sich und keimten reichlich. Aber ihre Keime verhielten sich auf den Blättern wie auf Glasplatten, und nach wochenlanger Cultur blieben die Pflanzen vollkommen

pilzfrei und gesund. Besonders bemerkenswerth ist dabei der Erfolg der Ausfaat auf *Aegopodium*, da diese Pflanze von einer *Peronospora*, welche gleich der *P. infestans* Zoosporen bildet, also am wahrscheinlichsten mit dieser in den Formkreis einer Art gehören könnte, heimgeführt wird.

Hält man diesen Resultaten den Umstand gegenüber, daß es leicht gelingt alle *Peronospora* aus ihren Sporen zu erziehen, wenn man diese auf der richtigen Nährpflanze zum Keimen bringt, so sind dieselben für den Satz vollkommen beweisend, daß die *P. infestans* ein der Kartoffel eigener, von den Arten, welche die wildwachsenden Pflanzen bewohnen, specifisch verschiedener Parasit ist.

Man muß also nach einem andren Wege suchen, auf welchem unser Pilz überwintert und in den Acker gebracht wird. Die Nachsichungen, welche in dieser Richtung angestellt werden, ergeben, daß dies durch das Mycelium geschieht, welches den Winter über in den Knollen lebenskräftig bleibt und im Frühjahr mit diesen in den Acker gebracht wird um sich mit der Kartoffelpflanze weiter zu entwickeln. Zur Erläuterung dieses Verhältnisses müssen zwei allgemeine Sätze vorausgeschickt werden. Erstens nämlich kann das Mycelium vieler in perennirenden Pflanzen schmarogender Pilze in den ausdauernden Theilen jener jahrelang mitausdauern, um zuletzt oder alljährlich Zweige in das Laub zu senden, die hier reichlich wuchern und fructificiren; und zweitens kann oder muß auch in einjährigen Pflanzentheilen der Parasit von dem Orte aus wo er eindringt bis zu demjenigen, wo er fructificirend gefunden wird, innerhalb der Nährpflanze oft lange Strecken durchwachsen, gleichsam durchwandern. Letzterer Satz wurde zuerst durch J. Kühn's schöne Beobachtungen an dem Pilze des Weizenschmierbrands nachgewiesen, dessen Keime am Boden in die Basis der jungen Pflanze eindringen um durch den heranwachsenden Stengel als unscheinbare Myceliumfäden bis in die Fruchtknoten zu wachsen, sich hier massenhaft zu verzweigen und zu fructificiren. Für das Perenniren und Ueberwintern des oft sehr unscheinbaren Myceliums in dem Gewebe der Nährpflanze könnten besonders von den Rostpilzen und von manchen Arten der Gattung *Peronospora* selbst viele Beispiele angeführt werden, deren specielle Beschreibung jedoch zweckmäßiger anderwärts gegeben werden wird. Es genügt hier auf dieses unter den Schmarogerpilzen sehr verbreitete Verhalten im allgemeinen aufmerksam zu machen, der noch ziemlich herrschenden und von mir selbst*) früher vertretenen unrichtigen Ansicht gegenüber, daß die Parasiten immer an dem Orte oder doch ganz

*) Brandpilze, S. 122.

nahe bei demselben eingedrungen seien, wo man sie fructificirend findet. Letzteres ist allerdings häufig, und zwar für bestimmte Arten, bestimmte Fortpflanzungsorgane und bestimmte Entwicklungszustände der Nährpflanzen der Fall; es findet ja auch bei Ausfaat von Schwärmsporen unserer *Peronospora* auf feucht gehaltenes Kartoffelkraut statt. Aber auch für das Perenniren und Wandern des Myceliums bietet gerade unsere *Peronospora* ein Beispiel dar.

Der Versuch, durch welchen oben das constante Vorhandensein der *Peronospora* in dem kranken Gewebe nachgewiesen wurde, zeigt zugleich, daß das Mycelium daselbst zur Weiterentwicklung fähig bleibt; denn es gelingt zu jeder Zeit, im Herbst wie im Frühjahr, sobald die der *Peronospora* stets nachtheilige Fäulniß und secundäre Schimmeltwucherung noch nicht bis zur Tödtung derselben vorgeschritten sind. Mit jedem nur wenig erkrankten Stücke Kartoffel kommt also eine Portion entwicklungsfähiger *Peronospora* in den Boden des Aders. Hier kann sich das Mycelium auf zweierlei Weise weiter entwickeln. Ist die kranke Partie durch Schnitt oder durch den Biß eines Thieres bloß gelegt, so können in lockerem, mäßig feuchtem Boden wie unter Glasglocken an derselben Fruchtäste der *Peronospora* hervortreten und frische Sporangien gebildet und in den Boden gebracht werden. Ich fand solche auf zerschnittenen kranken Knollen, welche ich in Blumentöpfen bis zwei Zoll unter der Oberfläche der Erde cultivirte.

In festem Boden, größerer Tiefe, und bei unverletzten Knollen treten keine Fruchtäste auf; ihre Bildung an der Oberfläche der Knollen wird daher bei der Cultur im Freien kaum in Betracht kommen. Von um so größerer Bedeutung dagegen ist die zweite Form, in welcher sich das in der Knolle enthaltene Mycelium fortentwickeln kann. Wenn an der Kartoffel Triebe entstehen, so wächst es in diese hinein, und, dem Längenwachsthum derselben folgend, mit ihnen über den Boden. Ist das Mycelium in sehr großer Menge in einen Trieb getreten, so wird dieser bald getödtet; an kranken Knollen, welche ausgetrieben haben, findet man nicht selten einen bis mehrere Zoll lange schwarzgewordene Triebe, deren Parenchym von massenhaftem *Peronospora*-Mycelium durchwuchert wird, aus welchem man durch den bekannten Kunstgriff die Fructification hervorlocken kann. Ist das Mycelium minder reichlich eingedrungen, so kann der Trieb äußerlich vollkommen gesund erscheinen und auch im Innern nur wenige gebräunte Zellen zeigen, wemngleich der Pilz in demselben sehr leicht nachweisbar ist.

Mit dem Nachweis aber, daß der Kartoffelverderber in der Knolle lebenskräftig überwintert, in die Triebe zu wachsen und mit ihnen über