

Mycologisches Centralblatt, Bd. III, Heft 2.

Ausgegeben am 6. August 1913.

Indexed.

Beiträge zur Kenntnis der Fungi imperfecti.

Von H. KLEBAHN.

I. Eine *Verticillium*-Krankheit auf Dahlien.

(Mit 15 Textbildern.)

Auftreten und Symptome.

Im August 1907 übersandte mir Herr D. A. PETERSEN, Kunst- und Handelsgärtner in Flensburg, Dahlien, die mit einer bis dahin nicht bekannt gewordenen Krankheit behaftet waren. Es gelang, als Ursache einen Pilz aufzufinden, der durch sein auffälliges Vorkommen in den Gefäßen zur weiteren Beobachtung anreizte. Leider war es nicht möglich, die Untersuchung so zu fördern, wie ich gewünscht hätte, so daß ich erst jetzt zur Veröffentlichung der immer noch lückenhaften Ergebnisse komme. Inzwischen haben die gefäßbewohnenden Pilze, besonders infolge ihres Auftretens bei gewissen Krankheiten der Kartoffel, ein allgemeineres Interesse gewonnen.

Die befallene Dahlien-Sorte führt den Namen „Geiselher“. Sie soll durch hervorragend gute Eigenschaften, wie Farbe, Form, straffe Haltung und Zierlichkeit ausgezeichnet sein. Allerdings wurde mir von anderer Seite gesagt, daß sie nicht so besonders geschätzt werde. Ich selbst habe sie erst vor kurzem in Blüte gesehen; anscheinend befindet sie sich nicht sehr häufig in Kultur.

Nach den Angaben des Herrn PETERSEN ist die Sorte „Geiselher“ in seiner Gärtnerei seit ihrer Einführung als Neuheit gebaut worden. Die Krankheit trat zuerst im Jahre 1906 auf, und zwar nur auf dieser einen Sorte, und nur auf einem bestimmten Stück Land. Vorher waren auf demselben Quartier verschiedene Ziersträucher und teilweise Rasen gewesen. Im Frühjahr 1907 wurden nur Knollen von einer krankheitsfreien Fläche, die alle „kerngesund“ aussahen, gepflanzt. Auf der erwähnten Bodenfläche wurden die Pflanzen krank, und zwar nach und nach alle, etwa 50 Stück. An anderen Stellen blieben sie gesund. Diese Beobachtungen legen die Annahme nahe, daß die Infektion vom Boden ausgeht. Was ohne Kenntnis des Wesens der Krankheit geschehen konnte, um die Ausbreitung hintanzuhalten, scheint dann ausgeführt worden zu sein. Man hat alles Kranke verbrannt, zur Vermehrung nur gesund aussehende Knollen verwendet und außerdem versucht, durch Rigolen und Kalken sowie durch Aufbringen von neuem Humusboden auf die verdächtigen Stellen der Krankheit entgegenzutreten. Im Sommer 1908 wurde die Krankheit nicht bemerkt; als ich aber im Frühjahr 1909 um Zusendung gesunder Knollen ersuchte, erhielt ich die Nachricht, daß alle Pflanzen eingegangen seien.

Die Symptome der Krankheit bestehen in einem Welk- und Schlaffwerden der Blätter an den anfangs anscheinend völlig gesund wachsenden Pflanzen, das sich namentlich bei sonnigem Wetter bemerkbar macht, bei feuchtem Wetter weniger auffällig ist. Das Wachstum wird dabei immer kümmerlicher, nach 8—14 Tagen sind alle Blätter und jungen Triebe verwelkt und vertrocknet oder verfault und nur noch die Stengel und die Knollen übrig.

Diese Beschreibung, die nach den Angaben des Herrn PETERSEN entworfen ist, wurde an einer kranken Pflanze, die ich selbst beobachtete, bestätigt. Ich hatte eine Anzahl Knollen von Herrn PETERSEN erhalten und dieselben im Frühjahr 1908 ausgepflanzt. Nur eine Pflanze ging auf. Nachdem sie am 20. August bei anscheinend gesunder Entwicklung eine Höhe von etwas über 50 cm erreicht hatte, begann sie plötzlich zu kränkeln und starb dann in kurzer Zeit in der beschriebenen Weise ab.

Die Erscheinung hat demnach den Charakter einer Gesamterkrankung. Von lokalen Krankheitsherden, Pilzflecken oder dergleichen ist nichts zu sehen.

Anatomische Untersuchung.

Beim Durchschneiden der Knollen befallener Pflanzen fiel es auf, daß die Gefäßbündel eine schwache Braunfärbung zeigten. Die mikroskopische Untersuchung dünner Schnitte ergab, daß sich im Lumen der Gefäße ein Pilzmycel befindet. Es ließ sich feststellen, daß dieses Mycel in allen kranken Pflanzen in den Knollen vorhanden ist, daß es auch in den Gefäßen der Stengel auftritt und durch die Gefäße der Blattstiele hindurch bis in die Blätter vordringt, wo es selbst in Bündeln, die nur vier oder fünf ganz enge Gefäße enthalten, noch nachweisbar ist. Darnach kann kein Zweifel sein, daß dieses Mycel, das sich in den Leitungsbahnen durch die ganze Pflanze verbreitet, zu der Erkrankung in enger Beziehung steht.

Die Untersuchung fand außer an Freihandschnitten auch an Mikrotomschnitten statt, die mittels der Paraffinmethode hergestellt und teils nach dem FLEMMINGSchen Dreifarbenverfahren, teils mit Bleu coton GBBB und Orange G gefärbt waren¹⁾.

Auf diese Weise ließ sich feststellen, daß sich die Hyphen in den Knollen, Stengeln und Blattstielen zunächst ausschließlich in den Ge-

1) Ich pflege die Einbettung in Paraffin in der Regel mit Hilfe von Cedernholzöl vorzunehmen, in das die Objecte aus dem darüber geschichteten absoluten Alcohol einsinken. Das Cedernholzöl wird mit Ligroin ausgewaschen. Dem Ligroin folgt eine Paraffinlösung in Ligroin, das sehr große Mengen Paraffin zu lösen vermag usw. Das Aufkleben der Schnitte findet ohne Klebstoff mit destilliertem Wasser statt. Nach dem Auslösen des Paraffins mittels Toluol werden die Schnitte mit einer sehr stark verdünnten Lösung von Collodium in einem Gemisch von Äther, Alcohol (abs.) und Nelkenöl übergossen. Nach dem Auswaschen mit gewöhnlichem Alcohol haften dann die Schnitte in wässerigen Lösungen, Alcohol und in der Regel auch in Nelkenöl. Bei der Färbung mit Bleu coton GBBB wird unter Erwärmen mit einer starken Lösung dieses Farbstoffes in Lactophenol (gleiche Mengen Milchsäure, Phenol [liquefactum], Glycerin und Wasser) überfärbt und mit reinem Lactophenol ausgewaschen. In Glyceringelatine, die einen kleinen Zusatz Lactophenol und Bleu coton erhalten hat, halten sich die Färbungen meist, wenn man rasch ohne stärkeres Erwärmen einschließt. Um in Balsam einzuschließen, wird mit Alcohol ausgewaschen, dann einige Zeit mit Orange G in Nelkenöl gefärbt, mit reinem Nelkenöl und darauf eventuell mit Xylol ausgewaschen. Man erhält so oft sehr geeignete Doppelfärbungen, bei denen die Pilzelemente und die protoplasmatischen Bestandteile blau, die Cellulosemembranen gelb und die verholzten Zellwände ungefärbt erscheinen.

fäßen finden (Fig. 1). Weder in den die Gefäße begleitenden parenchymatischen Elementen des Xylems, noch im Cambium, im Phloëm oder in dem die Gefäßbündel umgebenden Grundgewebe ist eine Spur davon vorhanden. Dagegen ist in die aus dem Cambium hervorgegangenen, oft noch wenig verdickten Gefäße das Mycel mitunter bereits eingedrungen. An Längsschnitten stellt man fest, daß der Verlauf der Hyphen und damit die Ausbreitung des Mycels im wesentlichen der Längsrichtung der Gefäße folgt, und spärlicher schräg oder quer verlaufende Stücke vorkommen (Fig. 2). Querschnitte zeigen daher die Hyphen meist querdurchschnitten, nur kurze Hyphenstücke fallen mehr oder weniger in die Schnittebene. Man erkennt auch, daß die Hyphen stellenweise zwischen

die leistenförmigen Verdickungen der Gefäßwände hineindringen (Fig. 1 u. 2) und an einzelnen Stellen, den unverdickten Teil der Gefäßwand durchbohrend, aus einem Gefäß in das benachbarte gelangen (Fig. 1, Mitte).

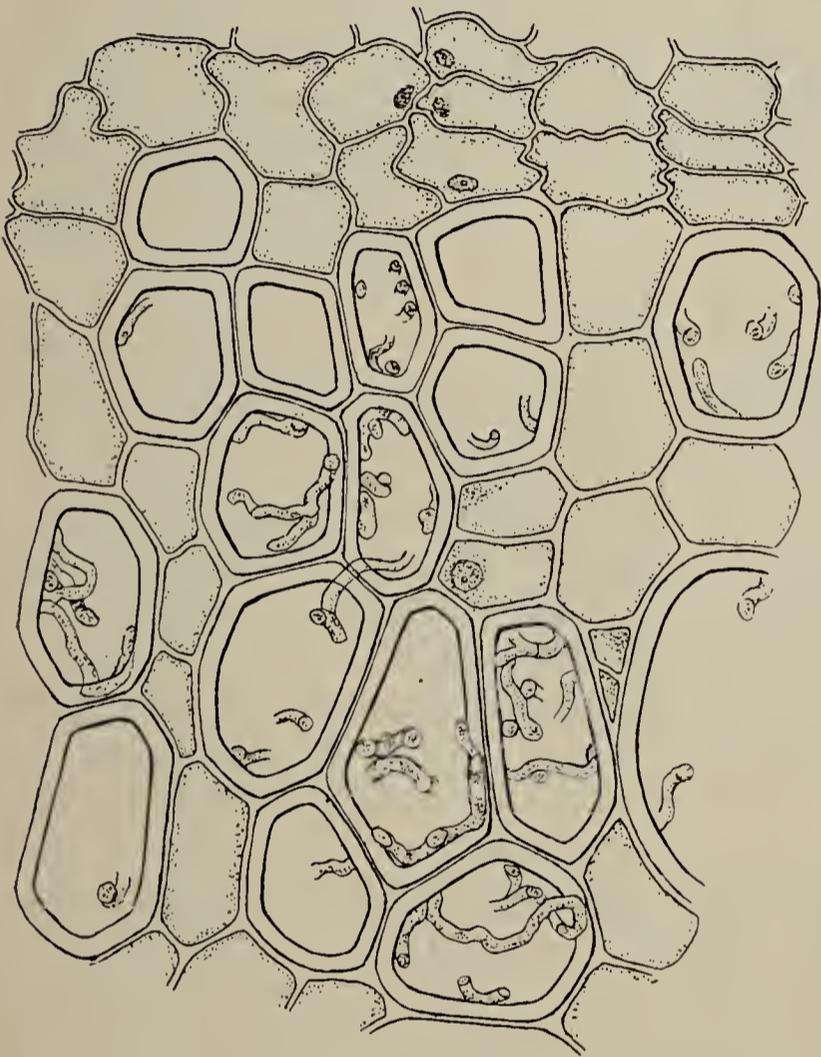


Fig. 1. Querschnitt durch den Holzteil eines Gefäßbündels im Blattstiel von *Dahlia* „Geiselher“. *Verticillium*-Hyphen in den Gefäßen. Oben Cambium. Vergr. $533/1$.

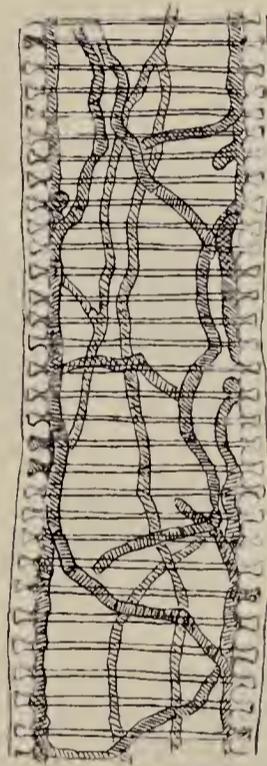


Fig. 2. Gefäß mit Hyphen im Längsschnitt. Vergr. $638/1$.

In den absterbenden Blättern ändert sich das Verhalten des Pilzes. Es gelang, dies an der bereits erwähnten Pflanze festzustellen, die im Sommer 1908 zunächst anscheinend gesund herangewachsen war und dann unter plötzlichem Welkwerden des Laubes sich als erkrankt erwiesen hatte. An solchen Stellen der Blätter, die noch nicht welk und geschrumpft waren, ergab sich an Mikrotomschnitten, daß nur in den Gefäßen der Blattadern Mycel vorhanden war; das Mesophyll zeigte sich unverändert und gab gute, klare Bilder. An den welken Stellen ist dagegen das ganze Blattgewebe von Hyphen durchzogen. Zarte, dünne, einfache Pilzfäden verbreiten sich in den Interzellularräumen des Mesophylls, nicht besonders reichlich und dicht und ohne auffällige Verzweigungen und Verknäuelungen.

aber doch überall vorhanden. Die Zellen des Schwamm- und Palisadenparenchyms sind dabei derartig verschrumpft, daß es nicht möglich war, zum Zeichnen geeignete Stellen in den Präparaten aufzufinden. Etwas weniger verändert ist die Epidermis; hier dringen die Hyphen auch in das Lumen der Zellen ein und bilden mitunter Bündel in denselben (vgl. Fig. 11).

Es wäre von Interesse gewesen, genau verfolgen zu können, auf welche Weise und auf welchem Wege das Mycel aus den Gefäßen in die übrigen Gewebe hineindringt. Die Lösung dieser Aufgabe bereitete aber mehr Schwierigkeiten, als erwartet war. Man hätte an der lebenden, erkrankenden Pflanze solche Blätter oder Blattstücke aussuchen und fixieren müssen, an denen sich die Anfänge des Welkwerdens zeigten. Da das nicht geschehen und später aus Mangel an Material nicht nachzuholen war, wurden aus dem vorhandenen Spiritusmaterial geeignet scheinende Stücke ausgewählt und nach Paraffineinbettung geschnitten. Längsschnitte durch die Gefäßbündel gelangen nur teilweise, da die Gefäßwandungen beim

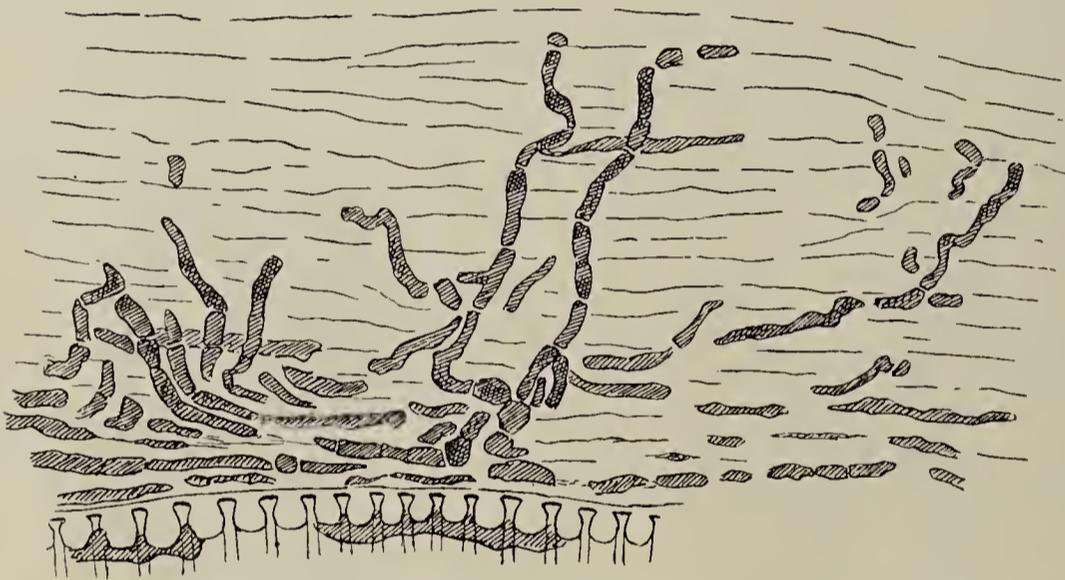


Fig. 3. Hyphen des *Verticillium*, in dem an das Xylem einer Blattrippe angrenzenden, nicht deutlich zu erkennenden Gewebe sich massenhaft ausbreitend. Unten ein Gefäß. Vergr. $\frac{771}{1}$.

erwünscht gewesen wäre. Ein wenig bessere Präparate wurden aus Material erhalten, das vor der Einbettung in Paraffin durch Kochen in Lactophenol und 24stündiges Verweilen in dieser Flüssigkeit etwas zum Aufquellen gebracht worden war.

Während in den Gefäßen die Menge der Hyphen nicht besonders vermehrt erscheint, sind die an dieselben angrenzenden nicht verholzten Elemente von ungeheuren Mengen von Pilzfäden durchsetzt. Die Doppelfärbung mit Bleu coton und Orange hebt die Pilzhypen deutlich von den Membranen ab und gibt im allgemeinen sehr instruktive Bilder. In den zunächst an die Gefäße angrenzenden engeren Elementen finden sich die Hyphen meist im Lumen der Zellen, sie verlaufen also im wesentlichen in der Längsrichtung, und da auch die plasmatischen Bestandteile sich blau färben, sind sie hier von diesen nicht immer scharf zu unterscheiden. In den etwas entfernten Elementen der Blattrippen jedoch, die weiteres Lumen und weniger Protoplasmahalt haben, insbesondere in den collenchymatisch entwickelten Bestandteilen, strahlen sie massenhaft senkrecht zur Faserrichtung aus, indem sie quer von Zelle zu Zelle durchdringen

Schneiden vielfach zersplitterten. Die Elemente des Phloems und die parenchymatischen Begleiter der Gefäßbündel waren beim Welken stark geschrumpft und gaben daher schwer entwirrbare Bilder. So gelang es nicht, soviel zu sehen, wie

und die Membranen durchboren (Fig. 3). Schwieriger ist es, den Zusammenhang der nach außen vordringenden Hyphen mit denen in den Gefäßen festzustellen. Meist folgen die Hyphen, wie schon wiederholt bemerkt wurde, sowohl in den Gefäßen wie in deren Nachbarzellen der Längsrichtung, und von einem Auswandern durch die Wandungen ist nicht viel zu sehen. Nur an wenigen Stellen gelang es, zweifellose Bilder des

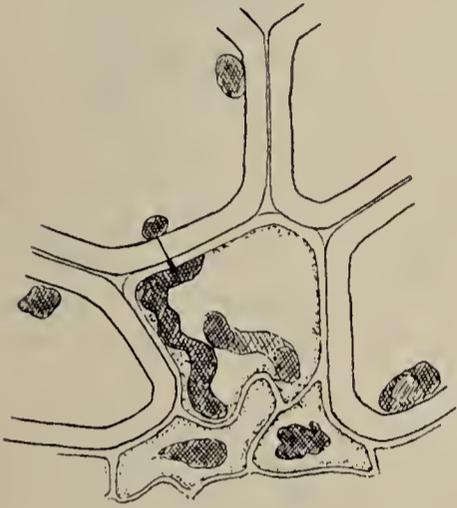


Fig. 4.

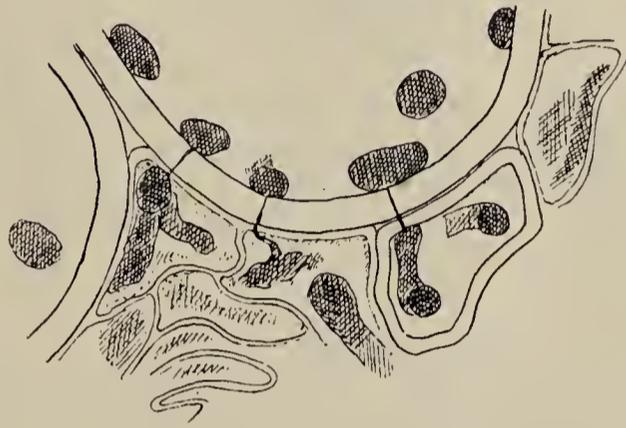


Fig. 5.

Hinüberwachsen der Hyphen durch die Gefäßwand einer Blattrippe in die angrenzenden parenchymatischen Gewebe. Vergr. $1190/1$.

Hindurchdringens der Hyphen aus dem Gefäß in angrenzende nicht verholzte Zellen zu erhalten (Fig. 4 u. 5). Man sieht einen dünnen Faden die Membran durchboren, der sich außen wieder zu einer dickeren Hyphe erweitert. Die ersten Stadien des Hervorwachsens der Hyphen aus den Gefäßen waren leider nicht aufzufinden.

Als Organe der Erhaltung und Vermehrung des Pilzes wurden Sclerotien und Conidien gefunden.

Stellenweise in den Epidermiszellen über dem Mesophyll, häufiger in der Umgebung der Blattrippen, hier oft massenhaft und auch tiefer im Gewebe, finden sich kleine knäuelige oder etwas traubige Ansammlungen von Pilzgewebe von $15-40 \mu$ Durchmesser (Fig. 6). Man sieht sie an Schnitten

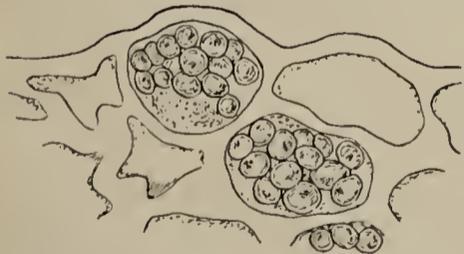


Fig. 6. Sclerotien des *Verticillium* in Epidermis- und Collenchymzellen einer Blattrippe. Vergr. $400/1$.

oder auch, wenn man ganze Blätter durch Erhitzen mit Lactophenol durchsichtig macht. Sie entwickeln sich unter Dunkelfärbung ihrer Membranen zu winzigen Sclerotien, denen durchaus ähnlich, die in den unten zu beschreibenden Reinculturen auftraten. Auch in den überwinterten Resten von Stengelstücken wurden

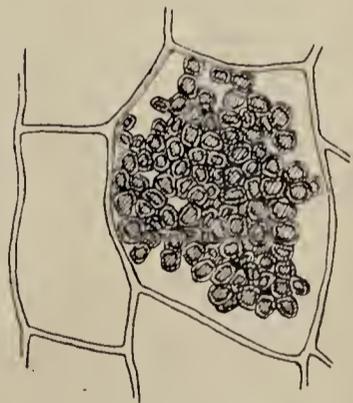


Fig. 7. Sclerotium in einer Zelle des Xylems aus einem überwinterten *Dahlia*-Stengel. Vergrößerung $347/1$.

diese Sclerotien gefunden (Fig. 7), und zwar in den Gefäßen oder in anderen Elementen des Holzkörpers, sowie im Marke, hier oft zu mehreren in einer Zelle. Sie erreichen auch hier eine Größe von bis gegen 50μ . Im reifen Zustande der Sclerotien sind ihre Zellen mehr oder weniger rundlich und $5-6 \mu$ groß; die Membranen sind intensiv braun gefärbt.

Conidien bilden sich auf den welkenden Blättern an spärlich über die Blattfläche verteilten Trägern. Sie sind sehr unscheinbar und entziehen sich der Beobachtung mit dem unbewaffneten Auge oder selbst mit der

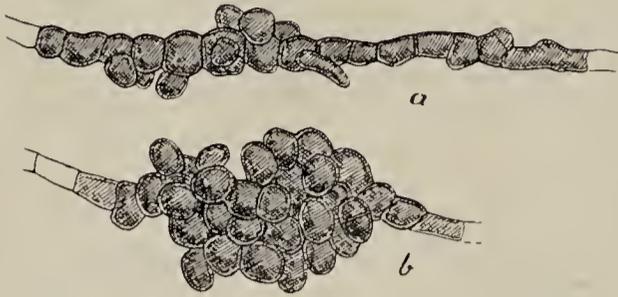


Fig. 8. Junge Sclerotien aus einer Reincultur des *Verticillium*, aus einer Hyphe hervorgegangen. *a* Anfangsstadium, *b*. fortgeschnittener Zustand.
Vergr. $516/1$.

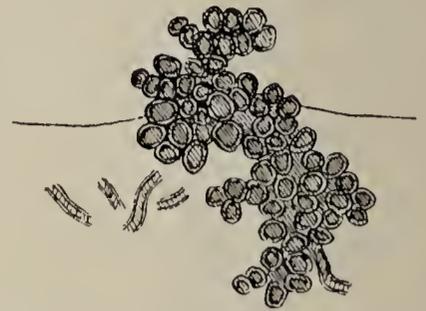


Fig. 9. Ausgebildetes Sclerotium an der Agaroberfläche einer Reincultur.
Vergr. $347/1$.

Lupe, so daß demnach an der erkrankten Pflanze von der Fructification des Pilzes nichts zu erkennen ist. Es gelingt aber, sie zu sehen, wenn man ganze Blattstücke durch kurzes Eintauchen in eine erwärmte starke Lösung von Bleu coton GBBBB in Lactophenol oberflächlich färbt und sie dann mit reinem Lactophenol abwäscht und aufhellt. Bei vorsichtigem Arbeiten färben sich die außerhalb des Blattes befindlichen Hyphen, ohne daß der Farbstoff zu sehr eindringt und die Gewebe undurchsichtig macht. Es zeigt sich auf diese Weise, daß die Conidienträger überall auf der erkrankten Blattfläche vorhanden sind, aber zerstreut und einzeln, nicht in dichteren Ansammlungen. Man kann auch Dauerpräparate herstellen, indem man die aufgehellten Blattstücke ohne stärkeres Erwärmen in Glyceringelatine einschließt, der man etwas Lactophenol und ein wenig Bleu coton zugesetzt hat.

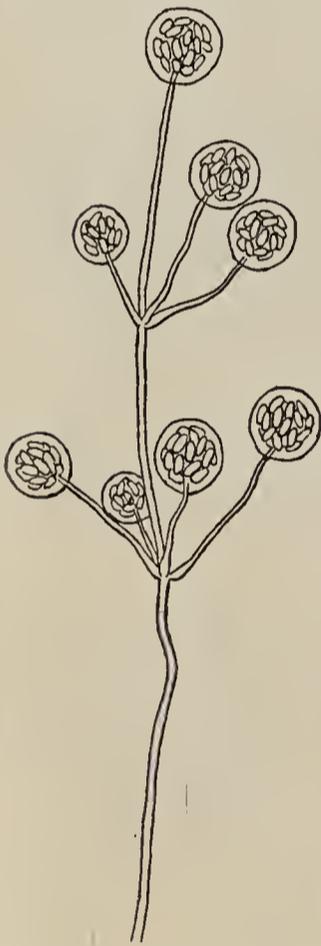


Fig. 10. Spitze eines Conidienträgers des *Verticillium*, in feuchter Luft erwachsen. Die Conidien in Flüssigkeitströpfchen vereinigt geblieben.
Vergr. $378/1$.

Durch vorsichtiges Waschen befallener Blätter mit Wasser kann man die Conidienträger sowie natürlich zahlreiche Conidien ablösen und sie dann einzeln untersuchen. An Blattquerschnitten trifft man sie infolge ihrer zerstreuten Entstehung nur sehr vereinzelt an, und nur ausnahmsweise erhält man sie in einem Schnitte einigermaßen vollständig.

Die Conidienträger entspringen aus Hyphen, die sich im Innern der Epidermiszellen befinden und die Außenwand derselben durchbohren (Fig. 11). Über der Durchbohrung bildet sich ein etwas verbreiteter Fuß, mit dem der Conidienträger der Epidermis fest aufgesetzt ist. Der Träger selbst bildet einen schlanken Stamm, etwa 120—170 μ hoch, unten dicker (ca. 4 μ), nach oben verjüngt und durch Querwände gegliedert, die unten dichter, nach oben ziemlich entfernt stehen. Eine Strecke weit unter der Spitze finden sich drei oder vier zu einem Quirl angeordnete, schrägaufwärts gerichtete Zweige, die am oberen Ende einer Zelle des Stammes unter der Querwand entspringen; weiter abwärts ist

in der Regel noch ein zweiter, seltener noch ein dritter ebensolcher Quirl vorhanden (Fig. 12). Die Zweige sind 16—27 μ lang und 1,5—2 μ dick, die Abstände der Quirle von der Spitze und voneinander betragen 25 bis 50 μ . An den Enden des Stammes und der Zweige entstehen Conidien. Man sieht in der Regel nur eine Conidie am Ende jedes Fadens; es werden aber nacheinander mehrere gebildet, und sie können unter Umständen beisammen bleiben, wie die unten zu besprechenden Reinculturen lehren (Fig. 10). Die Conidien sind länglich ellipsoidisch oder fast cylindrisch, farblos, einzellig, 4—7 μ lang, 1,5—2 μ dick (Fig. 13). Abweichungen von der typischen Form der Conidienträger, die in der Ausbildung nur eines Zweiges an Stelle der Quirle bestehen, kommen gelegentlich vor.

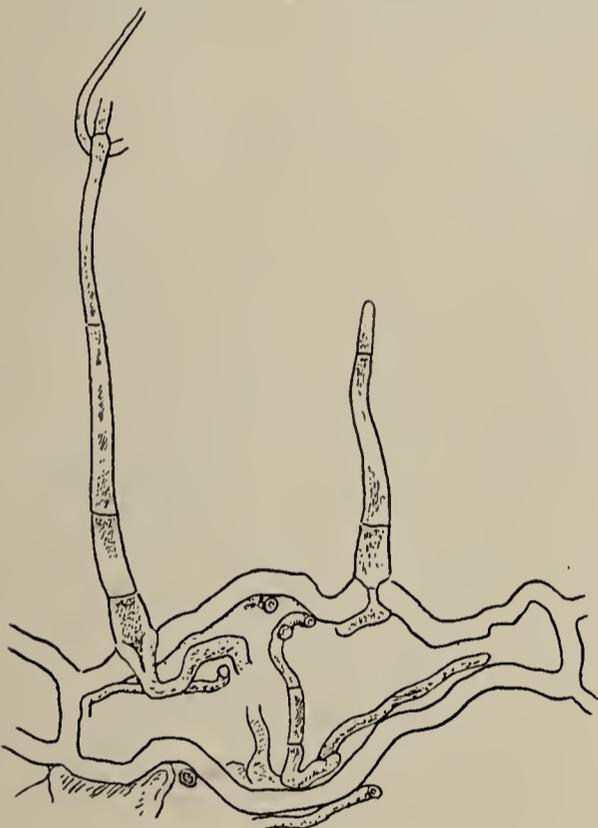


Fig. 11. Epidermiszelle eines *Dahlia*-Blattes mit darin enthaltenen Hyphen und hervorwachsenden Conidienträgern des *Verticillium*. Vergr. $771/1$.

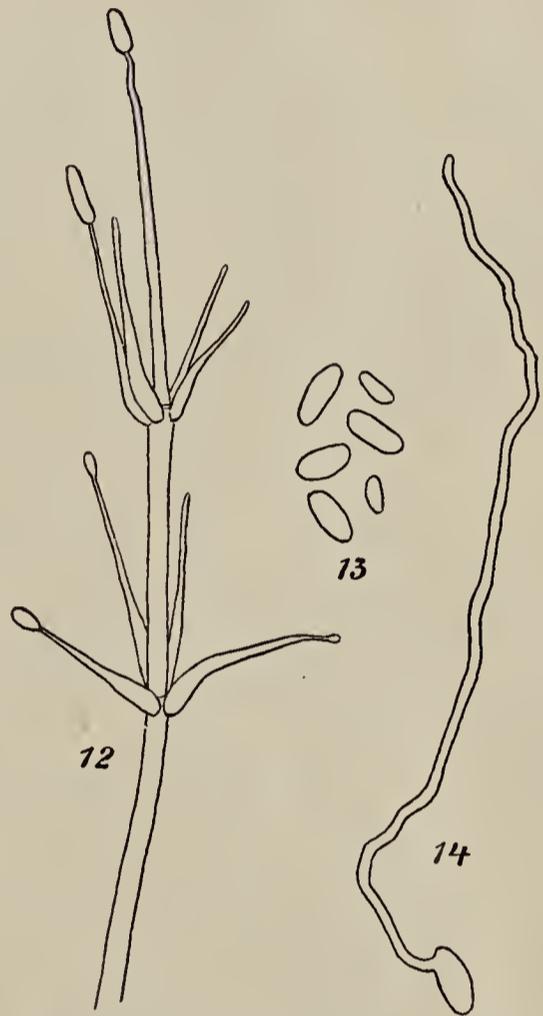


Fig. 12. Spitze eines Conidienträgers des *Verticillium* mit einzelnen Conidien. Vergr. $688/1$. —
Fig. 13. Conidien. Vergr. $688/1$. —
Fig. 14. Keimende Conidie. Vergr. $688/1$.

Nach der Beschaffenheit der Conidienträger gehört der Pilz der Gattung *Verticillium* NEES¹⁾ an (*Hyphomycetes*, *Mucedinaceae*, *Hyalosporae*, *Macronemeae*, *Verticillieae* nach SACCARDO), und zwar der Section *Ewerticillium* mit festen geraden, nicht herabhängenden Ästen. Auf die Speciesfrage wird unten noch zurückzukommen sein.

Reincultur des Pilzes.

Die Herstellung von Reinculturen gelang ohne Schwierigkeiten. Es wurden Knollen oder Stengel äußerlich sterilisiert und mit sterilen Messern durchgeschnitten; aus den Gefäßbündeln wurden Gewebestückchen entnommen

1) Syst. 57 (1817); s. auch CORDA, Anleit. 54; SACCARDO, Sylloge 4, 150.

und auf Salep-Agar in feuchte Kammern¹⁾ oder in Röhren ausgelegt. Es erwuchs ein weißes Mycel, das an der Luft charakteristische Conidienträger bildete, die den oben beschriebenen entsprachen (Fig. 10 u. 12). Dadurch wurde die Zugehörigkeit der Reincultur zu dem in der Pflanze enthaltenen Pilze sicher gestellt. Ich sah übrigens die Conidienträger zuerst in der Reincultur, später erst auf der lebenden Pflanze.

In den feuchten Kammern wurden einige weitere Einzelheiten über die Entwicklung der Conidien beobachtet. Zuerst entsteht nur eine einzelne endständige Conidie, dann folgt eine zweite, welche die erste zur Seite drängt. Indem dieser Vorgang sich wiederholt, bilden sich kleine Häufchen von Conidien an den Spitzen der Trägerzweige. Wenn die umgebende Luft genügend feucht ist, bleiben die Conidien durch einen kleinen Tropfen ausgeschiedener Flüssigkeit zusammengehalten, so daß es aussieht, als ob kugelige Sporangien an den Enden der Trägerzweige säßen (Fig. 10). Die Größe der Conidien innerhalb desselben Häufchens kann ziemlich verschieden sein; sie schwankt zwischen 4 und 7 μ Länge und 1,5—3 μ Dicke.

Auf neuen Nährboden übertragen keimen die Conidien mit einem einfachen dünnen Keimschlauch aus (Fig. 14).

Die Entwicklung des Pilzes auf Salep-Agar in Probierröhren zeigt einige charakteristische Erscheinungen. An der Impfstelle entsteht spärliches Luftmycel. Im übrigen verlaufen die Hyphen wesentlich in der oberflächlichen Agarschicht, wo sie sich ziemlich rasch ausbreiten, so daß nach einiger Zeit die ganze Oberfläche von dem Pilze ergriffen ist. Anfangs werden ziemlich reichlich Conidienträger gebildet. Später wird die Conidienbildung spärlich und beschränkt sich auf die Randteile. Im ganzen ist das Mycel farblos und daher wenig auffällig; die äußeren Teile der Ausbreitung werden aber nach einiger Zeit schwärzlich, etwa in einer Breite von $\frac{1}{2}$ bis höchstens 1 cm. Man erkennt mit der Lupe, daß diese Färbung auf dem Vorhandensein zahlreicher schwarzer Pünktchen beruht, die in den Verzweigungen der Hyphen liegen, während das Mycel im übrigen mehr oder weniger farblos bleibt. Microscopische Untersuchung, insbesondere auch an Microtomschnitten, lehrt, daß es sich um winzige Sclerotien handelt (Fig. 9), denjenigen völlig gleich, die im Gewebe abgestorbener und überwinteter *Dahlia*-Stengel und auch in den Blättern gefunden wurden, und auch von ziemlich derselben Größe (bis 54 μ). Aus dem Auftreten derselben Bildungen in den Reinculturen folgt, daß die Sclerotien in den überwinterten Stengeln dem vorliegenden Pilze angehören. Es kann nicht zweifelhaft sein, daß sie der Erhaltung desselben während des Winters oder überhaupt während ungünstiger Perioden dienen.

Die Entstehung dieser Sclerotien ist auf Teilungen und Aussprossungen der Zellen einer einzigen Hyphe zurückzuführen, nicht auf Verflechtung verschiedener Hyphen. Es geht dies aus den Bildern hervor, die die der Reincultur entnommenen, nicht geschnittenen Objekte ergeben. Neben ausgebildeten Sclerotien (Fig. 8 b) findet man solche, die auf einer niedrigen Entwicklungsstufe stehen geblieben sind und aus einer einzigen Hyphe mit kurzen geschwollenen und gebräunten, seitlich mit einzelnen

1) S. Jahrb. f. wiss. Bot. 1905, 41, 489.

kurzen Aussprossungen versehenen Zellen bestehen (Fig. 8 a). Zwischen diesen und ausgebildeten rundlichen Sclerotien findet man alle Übergänge.

Schöner und noch charakteristischer als in Probierröhren entwickeln sich die Culturen in Petrischalen. Es wird unten noch darauf zurückzukommen sein.

Es gelang, die Reinculturen längere Zeit hindurch weiter zu cultivieren und auch später, nachdem sie eine Zeitlang vernachlässigt worden und eingetrocknet waren, sie aus den Sclerotien wieder heranzuzüchten (Mai 1912). Die Bildung der charakteristischen Conidienträger diente dabei wieder als Erkennungsmittel. Andere Arten von Fruchtkörpern als die beschriebenen wurden in diesen Culturen nicht gebildet.

Infolge der Entwicklung des *Verticillium* im Innern der Nährpflanze, insbesondere in den normalerweise Wasser führenden Gefäßen kann man die Frage nach dem Luftbedürfnis dieses Pilzes stellen. Es wurden Reinculturen auf die Oberfläche des Agars in nicht schräg gelegten Reagenzröhren übertragen. Dabei zeigte sich, daß zwar das Mycel in die tieferen Schichten des Agars eindrang, daß aber die Sclerotien sich wesentlich in einer Schicht bildeten, die 400—600 μ unter der Oberfläche lag, darüber und darunter nur sehr vereinzelt und überhaupt nicht tiefer als 1000 μ .

Infectionsversuche.

Bis vor kurzem waren meine Infectionsversuche sämtlich ohne Erfolg geblieben. Von einer größeren Sendung Knollen der Sorte Geiselher, die ich im Herbst 1907 von der Firma Petersen erhalten hatte, und die zu Versuchen dienen sollten, ging nur eine auf; die erhaltene Pflanze wurde im Sommer von der Krankheit befallen und lieferte das Material zu den vorliegenden Untersuchungen. Es wurden dann mehrere Male mit anderen *Dahlia*-Sorten, da „Geiselher“ nicht zu haben war, Infectionen versucht, so zuletzt im Jahre 1912 mit etwa 12 verschiedenen Sorten, aber sämtlich ohne Erfolg. Die Versuche wurden so ausgeführt, daß kleine Teile von Reinculturen, die Sclerotien enthielten, in Wunden eingeführt wurden, welche vor dem Auspflanzen an den Knollen oder in anderen Fällen an wachsenden Stengeln angebracht wurden. Woran die Ursache dieses Mißerfolgs liegen kann, ob daran, daß vielleicht nur die Sorte Geiselher gegen den Pilz empfänglich ist, oder daran, daß vielleicht die Reincultur nicht mehr virulent war, oder endlich daran, daß das Versuchsverfahren ungeeignet war, ließ sich nicht sagen.

Inzwischen habe ich erfahren, daß die Sorte „Geiselher“ von der Firma GOOS & KOENEMANN in Niederwalluf gezüchtet worden ist, und auch von dort Knollen erhalten. Davon wurden Mitte November 1912 fünf geimpft, und zwar zwei in der eben geschilderten Weise durch Einbringen kleiner Mengen von Reinculturen in Wunden und drei so, daß ich größere Mengen des mit Sclerotien erfüllten Agars aus Reinculturen äußerlich auf die verschiedensten Teile der Knollen auftrug und auch in die Erde mischte, in welche die Knollen eingepflanzt wurden. Die Pflanzen standen darauf im Versuchshause. Sie begannen nach einiger Zeit zu treiben, entwickelten sich anscheinend völlig normal, und mehrere gelangten Anfang Juni 1913 zur Blüte. Die Blüten sind verhältnismäßig klein; sie haben eine kleine Scheibe von Röhrenblüten mit gelblicher, wenig ent-

wickelter Krone und einem mehrreihigen roten Strahl von Zungenblüten, deren Krone wie bei den Kaktus-*Dahlien* beschaffen ist.

Von den drei ohne Wunden infizierten Pflanzen zeigte eine plötzlich am 7. Juni Welkeerscheinungen. Es ist möglich, daß das Welken schon einen oder zwei Tage früher aufgetreten ist, da der beaufsichtigende



Fig. 15. *Dahlia* „Geiselher“, am 7. Juni 1913 von Welkeerscheinungen befallen. Die Knolle war im November mit *Verticillium*-Culturen geimpft und ausgepflanzt worden.

Gärtner während dieser Tage außerhalb beschäftigt gewesen war und daher nicht so genau wie sonst kontrolliert hatte. Vorher ist aber sicher noch nichts vorhanden gewesen. Querschnitte durch ein paar Blattstiele ergaben die Anwesenheit von Pilzmycel in den Gefäßen. Die Pflanze wurde photographiert (Fig. 15) und dann unter eine Glasglocke gestellt, um womöglich Conidienträger zur Entwicklung zu bringen. Dies gelang auch, und zwar wurden am 11. Juni am Grunde der Blattstiele in kleinen weißlichen Rasen, die sich dort bildeten, die charakteristischen *Verticillium* - Conidienträger gefunden. Damit ist nachgewiesen, daß das *Verticillium* die Ursache der Erkrankung war. Daß der Pilz durch die Infection der Knolle und ihrer Umgebung in die Pflanze gelangt war, ist wahrscheinlich, läßt sich aber nicht mit unbedingter Sicherheit behaupten, weil der Beweis nicht erbracht werden kann, daß die Knolle vor dem Einpflanzen völlig pilzfrei war. Es ist bemerkenswert und spricht im Sinne der oben erwähnten Vermutung über das Zustandekommen des Welkens, daß das Absterben der Blätter durch den Aufenthalt der Pflanze

unter der Glasglocke mehrere Tage hintangehalten wurde; es kamen sogar während dieser Zeit an der Spitze und aus den Blattachsen einige kleine grüne Blätter zur Entfaltung.

Am 19. Juni wurde die Pflanze aus dem Topfe genommen und in ihren unterirdischen Teilen besichtigt. Es waren drei äußerlich noch ganz gesund erscheinende Knollen vorhanden. Der kranke Trieb hatte unten eine kleine Faulstelle, vielleicht die Eingangspforte des Pilzes. Außer demselben, teilweise in seiner Nachbarschaft entspringend, hatten sich inzwischen vier junge, einstweilen völlig gesunde Triebe entwickelt. Der kranke Trieb wurde entfernt. Untersuchung ergab, daß das Mycel bis in die Spitze vorgedrungen war. Die Knollen mit den grünen Trieben wurden zu weiterer Untersuchung wieder eingepflanzt.

Verwandte Krankheitserscheinungen, Parasitismus des Pilzes.

Da eine Krankheit der Dahlien von ähnlichen Symptomen bisher nicht beschrieben war, gab das Auftreten derselben zunächst keine Veranlassung, die weitere Literatur heranzuziehen, und so ist die vorliegende Untersuchung und Darstellung im wesentlichen unabhängig entstanden. Nachdem aber der systematische Platz des Pilzes und seine merkwürdige Localisierung erkannt waren, mußte nach verwandten Erscheinungen Umschau gehalten werden.

Fast dieselben Beobachtungen, wie sie im vorausgehenden über die Dahlien-Krankheit mitgeteilt wurden, sind schon vor mehr als 30 Jahren von REINKE und BERTHOLD hinsichtlich einer Kartoffelkrankheit niedergelegt worden, und zwar in dem die Kräuselkrankheit behandelnden Abschnitte der Arbeit über die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze¹⁾. Die Abweichungen sind im wesentlichen folgende. REINKE und BERTHOLD unterscheiden drei Formen der Krankheit. Von diesen habe ich bisher nur die Erscheinungen, die der Form A entsprechen, bei der *Dahlien*-Krankheit wiedergefunden. Diese Form soll dadurch entstehen, daß der Pilz, etwa vom Boden her, in die absterbende Mutterknolle eindringt und von dieser aus die junge Pflanze befällt. Knollen, die an den auf diese Weise erkrankten Pflanzen entstehen und von vornherein inficiert sind, liefern dagegen die Krankheitsform C, die rasch zum Tode der ganzen Pflanze führt, und bei der sich das Mycel zwar in der Rinde der unterirdischen Stengel und in der Korkschicht der Knolle, aber nicht in den Gefäßen der rasch absterbenden oberirdischen Triebe findet (S. 79—81)²⁾. Mir schien es nun, daß die kranke *Dahlia* aus einer inficierten Knolle entstanden war, so daß also im vorliegenden Falle die inficierten Knollen nicht die Krankheitsform C, sondern vielmehr A liefern würden. Ferner äußern sich REINKE und BERTHOLD nicht so bestimmt wie ich hinsichtlich der Beschränkung des Pilzmycels auf die Gefäße; sie schreiben: „sehr spärlich hin und wieder auch in den zunächst liegenden Zellen des Gefäßbündels (S. 72). Endlich treten die Conidienträger bei der Kartoffelkrankheit auffälliger hervor (S. 72 u. 73); es wird darauf noch zurückzukommen sein.

REINKE und BERTHOLD haben auch erfolgreiche Infectionsversuche ausgeführt, indem sie Conidien in Längsspaltwunden brachten, die Gefäße getroffen hatten. Es entstand die Krankheitsform A. Andere Arten der Infectionsversuche hatten keinen Erfolg (S. 86).

Nachdem die *Verticillium*-Krankheit der Kartoffeln in älterer Zeit wenig Beachtung gefunden hatte, so daß z. B. FRANK und SORAUER-LINDAU sie in ihren bekannten Handbüchern gar nicht erwähnen, ist sie in neuerer Zeit bei Gelegenheit der Arbeiten über die Blattrollkrankheit der Kartoffeln häufiger Gegenstand der Aufmerksamkeit der Beobachter geworden. Viel Neues über die Lebensgeschichte des Pilzes hat sich allerdings nicht ergeben. WOLLENWEBER und SCHLUMBERGER³⁾ versuchten vergeblich, Kartoffelpflanzen, und zwar Knollen und wachsende

1) Untersuchungen aus dem Botan. Laboratorium der Universität Göttingen. 1. Heft, 1879.

2) Daß dieses Mycel von abweichender Localisierung zu demselben Pilze gehört, begründen REINKE und BERTHOLD damit, daß in Feuchtkammerkulturen aus dem pilzdurchwucherten Rindengewebe *Verticillium*-Conidienträger hervorzuschossen.

3) Mitteil. K. Biol. Anstalt Dahlem 1911, 11, 15.

Pflanzen, durch Einspritzen von Conidien mittels der Pravazspritze zu infizieren. Dagegen hat A. SPIEKERMANN¹⁾ Erfolg gehabt und das primäre Krankheitsbild erhalten, indem er Stengelwunden gesunder Kartoffelpflanzen mit Mycel aus Reinculturen impfte. Auch WOLLENWEBER²⁾ spricht neuerdings von erfolgreichen Versuchen und nennt außer der Kartoffel noch *Solanum melongena* L. und *Hibiscus esculentus* L. als Wirte des *Verticillium albo-atrum*.

Ein ähnlicher Pilz mit gleicher Localisierung des Mycels und ganz ähnliche Krankheitssymptome finden sich auch bei einer von J. M. VAN HOOK³⁾ beschriebenen und später von H. H. WHETZEL und J. ROSENBAUM⁴⁾ erwähnten Krankheit des Ginseng (*Panax quinquefolium* L.). Hier ist der erregende Pilz als eine *Acrostalagmus*-Species bezeichnet. Dieser Umstand macht es nötig, kurz auf das gegenseitige Verhältnis der Gattungen *Verticillium* NEES und *Acrostalagmus* CORDA⁵⁾ einzugehen. Nach den Diagnosen⁶⁾ ist der einzige Unterschied zwischen den beiden Gattungen der, daß bei *Acrostalagmus* die an der Spitze der Conidienträger gebildeten Conidien eine Zeit lang in kleinen Köpfchen beisammenbleiben, weil sie durch etwas Schleim verklebt werden, während bei *Verticillium* der Sterigmenspitze meist nur eine einzige Conidie anhaftet, weil die älteren, die nicht durch Schleim festgehalten werden, in der Regel rasch abfallen. Dabei findet sich aber zu *Acrostalagmus* die widersprechende Angabe, daß die vereinigten Conidien sich bald wieder trennen, und unter *Verticillium* heißt es, daß die Conidien sich mitunter, z. B. in sehr feuchter Luft, doch zu Köpfchen ansammeln; ferner wird in der Gattung *Verticillium*, die durch das Fehlen des Schleims characterisiert sein soll, eine Section *Gliocladium* SACC. unterschieden, bei der die Conidien von Schleim zusammengehalten werden.

Hier liegt also ein Fall sehr mangelhafter und widersprechender Characterisierung und Abgrenzung der Gattungen vor. Nach meinem Urteil müßte *Acrostalagmus* mit der älteren Gattung *Verticillium* vereinigt werden. Genau in demselben Sinne haben sich bereits REINKE und BERTHOLD geäußert, und zwar speciell hinsichtlich der Art, auf welche CORDA die Gattung *Acrostalagmus* gegründet hatte, *A. cinnabarinus* = *Verticillium cinnabarinum* REINKE u. BERTH⁷⁾. Es ist bedauerlich, daß die Verfasser der neueren Kompendien trotz solcher Vorarbeiten die Gattungen nicht kritischer bearbeitet haben und dadurch die Bestimmung der Formen verwirren und erschweren.

Ascosporenformen, zu denen *Verticillium*-Arten als Conidienformen gehören, sind bis jetzt nicht bekannt geworden. Die von älteren Beobachtern angenommenen Beziehungen zu *Hypomyces* und *Hypocrea* haben sich nicht bestätigt oder sind höchst unsicher. Ebenso erscheint es sehr

1) Jahresber. d. Vereinig. f. Angew. Bot. 1910, 8, 8.

2) Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1913, 31, 21.

3) Bull. 219, New York (Cornell) Agr. Exp. Station 1904, 168—174.

4) Bull. 250, U. S. Departm. of Agr. 1912, 14.

5) Icon. 2, 15 (1838); s. auch CORDA, Anleit. 55; SACCARDO, Syll., 4, 163.

6) SACCARDO, l. c.; LINDAU, Pilze, 8, 313 u. 338 in RABENHORST, Cryptogamen-Flora; LINDAU, Hyphomycetes, 440 u. 444 in ENGLER-PRANTL, Natürl. Pflanzenfam. I, 1**.

7) Untersuchung a. d. Bot. Lab. d. Universität Göttingen 1879, 1, 63.

zweifelhaft, ob noch andere Conidienformen im Entwicklungskreis von *Verticillium* auftreten können¹⁾.

Hinsichtlich der zeitweiligen Lokalisierung des Mycels in den Gefäßen und der Verbreitung desselben in der Pflanze auf dem Wege durch die Gefäße stimmt insbesondere eine Reihe von Vertretern der Gattung *Fusarium* mit dem *Dahlia*-Pilze überein. Einen Teil dieser Pilze hat man mit der Hypocreaceengattung *Neocosmospora* E. F. SMITH in Verbindung gebracht und sie als *N. vasinfecta*²⁾ bezeichnet. Sie finden sich als Begleiter von Krankheiten der Baumwolle, ferner auf *Citrullus vulgaris* SCHRAD. (Wassermelone), *Vigna sinensis* ENDL. (*V. Catjang* WALP., cowpea), *Hibiscus esculentus* L., *Sesamum orientale* L. und anderen Pflanzen³⁾.

Es scheint aber nach neueren Untersuchungen, daß die Beziehung auf die Gattung *Neocosmospora* irrtümlich und dieser Pilz nur ein saprophytischer Begleiter der *Fusarium*-Krankheiten ist⁴⁾. Die mit *Neocosmospora* in Verbindung gebrachten Krankheiten sind daher von den übrigen *Fusarium*-Krankheiten, von denen die der Kartoffel besonders wichtig ist und eine umfangreiche Literatur hervorgerufen hat, nicht zu trennen.

Daß es noch weitere Pilze gibt, deren Mycel mehr oder weniger auf die Gefäße beschränkt ist, z. B. die kürzlich von LEWIS⁵⁾ beschriebene Dothideacee *Bagnisiella Diantherae*, sowie vielleicht gewisse Hypocreaceen⁶⁾, mag hier nur angedeutet sein. Eine Reihe von Freilandpflanzen, in deren Gefäßen Pilze vorkommen, zählt SCHANDER⁷⁾ auf, ohne nähere Angaben über die Pilze zu machen. Eine Liste der *Phanero-gamen*-Gattungen, die von „Welkekrankheiten“ befallen werden, gibt WOLLENWEBER in der mehrfach erwähnten Arbeit⁸⁾.

Von Interesse für die vorliegende Arbeit war vor allem die Frage nach der parasitischen Natur dieser Pilze. Hinsichtlich der *Fusarien* scheinen die Acten darüber noch nicht geschlossen zu sein. Wenigstens hat K. STÖRMER⁹⁾ vor nicht allzulanger Zeit die sehr bemerkenswerte, obgleich darum keineswegs wahrscheinliche Ansicht geäußert, daß diese Pilze nur Folgeparasiten nach voraufgehender Bacterieninvasion der Gefäße seien. Dagegen hält WOLLENWEBER¹⁰⁾ in seiner neuesten Publication an dem Parasitismus der *Fusarien* fest. Was *Verticillium albo-*

1) S. TULASNE, *Selecta fung. carp.*, 3, 33 ff., 41 ff.; Taf. IV, Fig. 8, Taf. VI, Fig. 20; STAPF, *Abh. Zool.-Bot. Gesellsch.* 1889, 39 (4. Dec.).

2) ERWIN F. SMITH, *Wilt disease of cotton, water melon and cowpea.* U. S. Departm. of Agric. Bull. 17, 1899. — W. A. ORTON, *The wilt disease of cotton and its control.*, l. c. Bull. 27, 1900.

3) A. v. JACZEWSKI, *Über das Vorkommen von Neocosmospora vasinfecta* E. SMITH auf *Sesamum orientale*. *Ann. Mycol.* 1903, 1, 31—32. — ATKINSON, *Some diseases of Cotton.* *Exp. Stat. of Alabama Agr. College* 1892. — DELACROIX, *La maladie des oeilletts d'Antibes.* Nancy 1901. — Derselbe, *La maladie du cotonnier en Egypte.* *Journal d'Agricult. tropicale* 1902.

4) E. J. BUTLER, *Memoirs Dep. Agric. India* 1910, 2, 9 und B. B. HIGGINS, *North Carolina Exp. Station*, 32. annual report 1911, beide nach WOLLENWEBER.

5) *Mycologia* 1912, 4, 66.

6) BRICK, *Jahrb. Hamburger Wiss. Anst.* 1892, 10. — MANGIN, *Compt. Rend.* 1894, 119, No. 16 u. 18. — Dagegen WEHMER, *Zeitschr. f. Pflanzenkr.* 1894, 4, 74; 1895, 5, 268.

7) *Jahresber. d. Verein. f. Angewandte Bot.* 1909, 7, 240, Fußnote.

8) *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 1913, 31, 19.

9) *Jahrb. der Verein. f. Angewandte Bot.* 1909, 7, 119—170.

10) *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 1913, 31, 17—34.

atrum betrifft, so wurden die erfolgreichen Infectionsversuche von REINKE und BERTHOLD, von SPIEKERMANN und von WOLLENWEBER oben bereits erwähnt. Dieser Pilz scheint daher tatsächlich ein Parasit zu sein. Daß die Kartoffel äußerlich aufgebrachtene Sporen des Pilzes gegenüber unempfindlich ist, ist kein Gegenbeweis. Ein derartiges Verhalten kommt bei zweifellosen Parasiten mehrfach vor, ich verweise nur auf das Verhalten von *Sclerotinia bulborum* WAKKER¹⁾, sowie auf Versuche, die ich selbst mit *Ovularia necans* (PASS.) SACC. ausgeführt habe²⁾. Was von dem *Verticillium* der Kartoffel gilt, dürfte aber mutatis mutandis auch für das *Verticillium* der Dahlien zutreffen, und somit mußte ich, auch solange erfolgreiche Infectionsversuche noch fehlten, diesen Pilz für einen Parasiten ansehen, wobei ich unter Parasiten solche Organismen verstehe, denen es unter gewissen Umständen gelingt, in lebende Pflanzen einzudringen und die von diesen producierte oder angesammelte Substanz für ihre Ernährung nutzbar zu machen. Daß die Parasiten in diesem weitesten Sinne sehr verschiedene Abstufungsformen zeigen, ist bekannt³⁾.

Der vorliegende Pilz nimmt in der Hinsicht eine besonders eigenartige Stellung ein. In seinem auf die Gefäße beschränkten Stadium hat er nicht die Eigenschaften eines aggressiven Parasiten; denn er vermag zwar die Zellwand durchbohrend in die benachbarten Gefäße einzudringen, aber nicht in die angrenzenden plasmahaltigen Zellen. Offenbar handelt es sich dabei um eine Wechselwirkung der Protoplasmen, bei der der Pilz der schwächere Teil ist. Was die Ernährung des Pilzes in diesem Zustande betrifft, so findet er in dem Wasser der Gefäße sicher Mineral-salze in genügender Menge vor. Weniger leicht verständlich ist der Ursprung der erforderlichen organischen Substanz. Es haben aber FISCHER⁴⁾ und STRASBURGER⁵⁾ gezeigt, daß im Wasser der Gefäße organische Stoffe, z. B. Glycose, gelöst vorkommen können, und somit muß man wohl annehmen, daß das auch in den Gefäßen von *Dahlia* in einer für die Ernährung des Pilzes ausreichenden Weise der Fall ist⁵⁾. Der Pilz würde also als Saprophyt innerhalb der lebenden Pflanze leben.

Später tritt jener bemerkenswerte Wechsel im Verhalten des Mycels ein, der sich in dem Vordringen der Hyphen in die umgebenden Gewebe kundgibt. Dabei wird weniger eine „Kräftigung“ des Pilzmycels als vielmehr eine „Schwächung“ der Zellen der Nährpflanze der entscheidende Factor sein. Ob das „Altern“ des Gewebes die Ursache größerer Empfänglichkeit ist, mag dahingestellt bleiben. Wahrscheinlicher ist es, daß die Anwesenheit des Pilzes den Zustand der Anfälligkeit allmählich selbst herbeiführt. Daß giftige Sekrete des Pilzes, mit dem Leitungswasser den Blattzellen zugeführt, diese töten oder schwächen, wäre möglich, aber eine

1) WAKKER, Bot. Centralbl. 1887, **29**, 309 u. 342; Archives Néerland. 1889, **23**, 25—45; KLEBAHN, Jahrb. Hamburger Wiss. Anstalten 1906, **24**, 3. Beiheft, 39.

2) Die Conidien dieses zur Blütezeit von *Cydonia* und *Mespilus* auf diesen Pflanzen auftretenden Pilzes brachten weder auf jungen oder älteren Blättern noch in den Blüten (Narben usw.) eine nachweisbare Infection hervor.

3) Vgl. u. a. KLEBAHN, Grundzüge der allgem. Phytopathologie, 61 ff. u. 85 ff.

4) A. FISCHER, Jahrb. f. Wiss. Bot. 1890, **22**, 73; STRASBURGER, Histol. Beiträge (1891), **3**, 883; s. auch STRASBURGER, Lehrbuch (1911), 11. Aufl., 135.

5) Der Versuch, mittels Fehlingscher Lösung Glycose in den Gefäßen nachzuweisen, fiel allerdings negativ aus. Man könnte bei *Dahlia* aber auch an Inulin denken. Ohne Zweifel sind diese Stoffe in den Gefäßen in weit geringerer Concentration vorhanden als in den umgebenden Geweben.

solche Wirkung müßte sich wohl schon in früheren Stadien durch Störungen des Wachstums bemerkbar machen, und Beobachtungen dieser Art liegen einstweilen nicht vor. Somit bleibt als die verständlichste Erklärung nur die übrig, daß die Hemmung der Wasserzufuhr durch den die Gefäße verstopfenden Pilz zu einer Verminderung der Lebensenergie der Zellen führt und es dadurch dem Pilz ermöglicht, sie zu überwinden. Zwar ist die Menge der Hyphen in den Gefäßen nicht überall so groß, daß eine wesentliche Störung der Wasserleitung ohne weiteres einleuchtet; nur gelegentlich trifft man Ansammlungen, die einer Verstopfung nahe kommen. Aber die Erfahrung, daß das Welken besonders bei sonnigem Wetter beobachtet wurde, spricht doch wesentlich für den Einfluß gehemmter Wasserzufuhr.

Für die weitere Klärung der Frage nach dem Parasitismus des *Verticillium* bedarf es aber vor allem der Feststellung des Weges, auf dem der Pilz in die Gefäße hineingelangt. Daß Mycel oder Sporenkeimschläuche direkt in die gesunden Gewebe eindringen und sich ihren Weg nach den Gefäßen bahnen, ist nach dem Verhalten des auf die Gefäße beschränkten Mycels kaum denkbar. Einstweilen ist es am wahrscheinlichsten, daß der Pilz vom Boden ausgehend Wundflächen oder abgestorbene Teile der Knollen als Eintrittspforte benutzt. Die bisher angestellten Versuche haben eine Entscheidung noch nicht gebracht.

Bestimmung des Pilzes.

Es erübrigt noch die Frage zu untersuchen, ob das vorliegende *Verticillium* mit einer der bereits beschriebenen Arten identifiziert werden muß, oder ob es als neu anzusehen ist. Die einzige Art, die zur Vergleichung herangezogen werden kann, ist das schon erwähnte *Verticillium alboatrum*. Die meisten übrigen Arten sind wenig genau beschrieben, zum Teil sind sie durch die lebhafte, gelbe oder rote Farbe der Rasen, durch mehrfache Verzweigung der Conidienträger oder durch die kugelige Form der Conidien verschieden, und fast alle wachsen auf so abweichenden Substraten, daß selbst bei größerer Ähnlichkeit die Identifizierung kaum gewagt werden könnte.

LINDAU (in RABENHORST Cryptogamenflora, 8, 327) stellt *V. alboatrum* zu den Formen mit grünem oder braunem Rasen; er bezeichnet auch die Conidien als bräunlich und die Conidienträger als dunkel gefärbt, an der Spitze blasser. Danach wäre dieser Pilz von dem vorliegenden allerdings merklich verschieden. Aber nach den Angaben von REINKE und BERTHOLD (S. 71, 72, 73, 75) scheint die dunkle Färbung kein ständig vorhandener oder ein nur gelegentlich oder erst später auftretender Zustand zu sein. Ich habe dann die Beschreibung bei REINKE und BERTHOLD genau verglichen und finde wohl einige Unterschiede. Die Conidienträger bei *V. alboatrum* bilden anscheinend üppigere Rasen, haben mehr Quirle, und die Äste können abermals verzweigt sein. Dagegen sind die Sclerotien weniger ausgebildet. Es schien mir aber doch zu unsicher, darauf eine Unterscheidung der Pilze zu gründen. Auf meine Bitte war Herr Geh. Regierungsrat Prof. Dr. BEHRENS so lebenswürdig, mir Reinculturen des *V. alboatrum* zuzusenden, das bei den in der Biologischen Reichsanstalt vorgenommenen Untersuchungen über die Kartoffelkrankheiten wiederholt aufgetreten war. Es wurden dann Parallel-

culturen des *V. alboatrum* und des *Dahlia*-Pilzes angesetzt und genau verglichen. Dabei ergab sich das folgende.

Verticillium alboatrum.

In den von Dahlem erhaltenen Culturen auf sterilisierten Kartoffelstengeln bildeten sich nach einiger Zeit auf bestimmten Stellen, wo das Mycel weniger üppig entwickelt war, auffällige Conidienrasen, in denen mit der Lupe die einzelnen Träger als kleine Köpfchen zu unterscheiden waren. Die Conidienträger erreichen eine Länge von 300—700 μ und in ihren unteren Teilen, wo sie tief dunkelbraun gefärbt sind, eine Dicke von 6,5—7 μ . Oben sind sie völlig farblos und dünn. Hier tragen sie meist drei Zweigquirle übereinander, und zwar nur im obersten Teile, bis 100 oder 140 μ abwärts, und in Abständen von 20—50 μ . Die Zweige sind 12—45 μ lang, bis 2 μ dick und vielfach abermals quirlig verzweigt. Die Conidien messen 4—6:1,5—2,5 μ und sind von cylindrisch-ellipsoidischer Gestalt. Die meist kriechenden, mitunter etwas verflochtenen Hyphen, von denen die Conidienträger entspringen, sind oft auf eine gewisse Strecke gleichfalls dunkel gefärbt. In ihren oberen, verzweigten Teilen zeigen die Conidienträger also, abgesehen von der oft vorkommenden abermaligen Verzweigung der Quirläste, keine wesentlichen Unterschiede gegenüber denen des *Dahlia*-Pilzes. Dagegen ist die erheblich größere Länge, sowie die dunkle Färbung der unteren Teile und deren größere Dicke sehr charakteristisch.

Im hängenden Agartropfen in feuchten Kammern (Salepagar) entstehen nur kleine Conidienträger und nicht immer ausgebildete Quirle, aber oft zahlreiche Seitenzweige mit Conidienköpfchen. Beim Abtöten mit Alcohol oder Lactophenol bleiben die Conidien in unregelmäßigen Gruppen vereinigt, so daß doch wohl gewisse Mengen eines Bindemittels (Gallerte oder Schleim) vorhanden sind. Sclerotien werden nicht gebildet.

Auf Salepagar in PETRISchalen breitet sich das Mycel von der Impfstelle aus ziemlich rasch strahlenförmig nach allen Richtungen aus. In 3 Wochen (8.—29. März) hatten die kreisförmigen Culturen bei Zimmertemperatur einen Durchmesser von 9—10 cm erreicht. Zahlreiche Conidienträger erheben sich über die Fläche, aber zerstreut und nicht dichte Rasen bildend. Auch bleiben sie zunächst zart und farblos. Man sieht sie auf die einfachste Weise, wenn man die ganze Kultur unter eine schwache Microscopvergrößerung bringt. Die Farbe des Mycels ist weiß mit einem Stich ins Gelbliche. Luftmycel wird nur wenig gebildet. Es ordnet sich zu strahligen Streifen von der Impfstelle aus. Sclerotien waren nach Ablauf von 3 Wochen noch nicht vorhanden. Nach längerer Zeit (8—9 Wochen) sind in geringer Menge schwärzliche Stellen in den Culturen sichtbar, die etwas an die Schwärzung der Culturen des *Dahlia*-Pilzes durch die Sclerotien erinnern. Microscopische Untersuchung zeigt aber einen wesentlichen Unterschied. Es sind teils die schwarz gefärbten unteren Teile von Conidienträgern, teils geschwärzte und wenig verzweigte kriechende Hyphenstrecken, von denen vielfach Conidienträger entspringen. Sie entsprechen den sclerotienartigen Gebilden, die REINKE und BERTHOLD beschrieben und auch abgebildet haben (Taf. IX, Fig. 1), und sie erfüllen ohne Zweifel auch die Function von Sclerotien. Von den Sclerotien des *Dahlia*-Pilzes sind sie aber auf den ersten Blick zu unterscheiden.

Auf sterilisierten Tomatenstengeln, Möhren- und Kartoffelstücken bildet sich reichliches, watteähnliches, schneeweißes Luftmycel. Das Mycel auf Möhren wurde an einzelnen winzigen Stellen an der Glaswand schwarz, das Mycel auf Kartoffeln in einem langen Streifen, da, wo das Kartoffelstück dem Glase anlag. Es handelte sich um ganz ähnliche geschwärzte Hyphen, wie sie soeben für die Agarculturen beschrieben wurden. In dem Mycel auf Möhren wurden große Conidienträger mit geschwärztem Basalteil gefunden, ebenso bündelförmig zusammengelegte Hyphen, die oben Conidien trugen. Auf sterilisierten Stengeln von Tomaten und *Dahlien* wurden gleichfalls Conidienträger mit dunkel gefärbtem Basalteil erhalten, aber in weit weniger üppiger Entwicklung als auf Kartoffelstengeln.

Verticillium auf *Dahlia*.

Vergleichende Culturen auf sterilen Kartoffelstengeln habe ich nicht ausgeführt, weil zu der Jahreszeit, wo ich die Culturen erhielt, keine Kartoffelstengel zu haben waren.

Im hängenden Agartropfen in feuchten Kammern bilden sich die Conidienköpfchen weniger zahlreich als bei *Verticillium albo-atrum*; sie sind anscheinend ein wenig kleiner. In der Regel werden nach einiger Zeit vereinzelte Sclerotien gebildet.

Auf Salepagar in PETRISchalen breitet sich das Mycel in derselben Weise strahlenförmig aus wie das von *V. albo-atrum*, aber etwas langsamer, so daß gleichzeitig und unter gleichen Bedingungen gewachsene Culturen (3 Wochen, Zimmertemperatur, 8.—29. März) nur einen Durchmesser von 7—8 cm hatten. An der Oberfläche findet man bei Besichtigung mit schwacher Microscopvergrößerung zahlreiche zerstreute Conidienträger, aber spärlicher als bei *V. albo-atrum*. Mitunter entwickelt sich etwas reichlicheres Luftmycel. Stränge paralleler Hyphen erheben sich als kleine Stämmchen über den Agar und verbreiten sich oben büschelig; in diesem Luftmycel werden Conidien und in der Regel auch Sclerotien gebildet. Bei der microscopischen Untersuchung findet man einzelne Zellen blasenförmig erweitert. Die Farbe des Mycels ist anfangs ein reines Weiß, aber sehr bald breitet sich ein schwärzlicher Hauch darüber aus, der durch die Entstehung zahlreicher winziger Sclerotien der bereits näher beschriebenen Art hervorgebracht wird. In der Regel macht sich durch dichteres und weniger dichtes Auftreten der Sclerotien eine Zonenbildung bemerkbar, die auch hier wie in anderen Fällen vom Wechsel der äußeren Bedingungen abhängig sein dürfte. Die nicht völlig gleichmäßigen Bedingungen auch nebeneinander wachsender Culturen bringen gewisse Verschiedenheiten besonders in der Ausbildung des Luftmycels hervor. Von zwei gleich alten (8.—29. März) übereinander unter derselben Glasglocke erwachsenen Culturen zeigte die eine nur an der Impfstelle büscheliges Luftmycel mit Sclerotien, die andere hatte außerdem in ca. 1½ cm Abstand vom Mittelpunkt eine Zone desselben von ½—1 cm Breite; der äußere Teil der Cultur war wieder frei von Luftmycel. Auch die Ausbildung der Sclerotien war etwas verschieden. Die erste Cultur zeigte im Zentrum und in zwei Teilen einer 2½ cm entfernten Zone reichlichere, in den übrigen Teilen spärlichere Sclerotien, die zweite war im ganzen reichlicher mit Sclerotien durchsetzt und enthielt dieselben besonders reichlich im Zentrum und in einer Zone,

die der Zone stärkerer Luftmycelentwicklung entsprach. Dabei war innerhalb dieser Zone eine nochmalige, weniger deutliche Zonenbildung in Abständen von ca. 1 mm bemerkbar. Das Mycel außerhalb der Sclerotien bleibt farblos. Geschwärzte Conidienträger wurden nicht gefunden.

Auf sterilisierten Möhren entsteht weißes watteartiges Luftmycel; im Gewebe bilden sich zahlreiche Sclerotien. Conidien entstehen spärlich, ausgebildete Conidienträger wurden nicht bemerkt. Auf Kartoffeln war der Pilz mangelhaft gewachsen. An der Impfstelle entstand Luftmycel, in welchem Sclerotien vorhanden waren. Conidien wurden in geringer Menge gebildet, an anscheinend veränderten Trägern. Auf *Dahlia*-Stengeln entstand nur wenig Luftmycel. Conidienträger wurden nicht bemerkt. Dagegen war der Stengel ganz mit Sclerotien durchsetzt. Auf Tomatenstengeln wurden etwas reichlichere Conidienträger gebildet. Auch hier war der Stengel mit Sclerotien durchsetzt.

Die vorstehende unmittelbare Vergleichung ergibt, daß der *Dahlia*-Pilz mit *Verticillium alboatrum* nicht identisch ist. Als wesentlichste Unterschiede kommen in Betracht 1. die größeren Ausmessungen der Conidienträger bei *Verticillium alboatrum* und deren Neigung zur Dunkelfärbung in ihren unteren Teilen; 2. die leichte und reichliche Sclerotienbildung in den Culturen des *Dahlia*-Pilzes gegenüber dem fast völligen Fehlen der Sclerotienbildung und der unvollkommenen Ausbildung der sclerotienartigen Gebilde in Culturen des *V. alboatrum* auf demselben Medium. Es ist daher nötig, den Pilz der *Dahlia* als neue Species aufzufassen; er mag als *Verticillium Dahliae* bezeichnet werden.

Über einige wichtigere, pilzparasitäre Pflanzenkrankheiten behandelnde Arbeiten der Jahre 1912/13.

Von Dr. E. RIEHM.

(Schluß.)

Durch zahlreiche Infectionsversuche konnte MÜLLER (53) zeigen, daß *Rhytisma acerinum* nicht plurivor ist, sondern in mehrere biologische Rassen zerfällt. *Rhytisma acerinum* f. *platanoides* befällt besonders Spitzahorn, weniger Berg- oder Feldahorn. *Rhytisma Pseudoplatani* n. sp. parasitiert auf Bergahorn, *R. acerinum* f. *campestre* n. f. lebt besonders auf Feldahorn, bisweilen auch auf Spitzahorn, aber nie auf Bergahorn. Die Infection der Ahornblätter erfolgt im allgemeinen auf der Unterseite durch die Spaltöffnungen; auf der Oberseite dringen die Pilze nur ein, wenn Verletzungen der Epidermis vorhanden sind. Die mit einer Gallerthülle versehenen, einzelligen Ascosporen werden etwa 1 mm hoch emporgeschleudert und durch Luftströmungen an die Blätter getragen.

RANKIN (60) beschreibt eine neue *Sclerotinia*, *S. Panacis*, die auf den Wurzeln von *Panax quinquefolium* parasitiert. Der Pilz breitet sich

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mycologisches Centralblatt. Zeitschrift für Allgemeine und Angewandte Mycologie](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Klebahn Heinrich

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis der Fungi imperfect 49-66](#)