

Die Wirtelpilz=Welkekrankheit (Verticilliose) von Ulme, Ahorn und Linde usw.

Von Regierungsrat Dr. H. W. Wollenweber.

Leiter des mykologischen Laboratoriums der Biologischen Reichsanstalt
für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.

Mit 4 Textabbildungen.

Inhaltsübersicht.

	Seite
I. Die ökonomische Bedeutung der Verticilliosen	273
II. Untersuchungen über Verticilliosen an einzelnen Wirtspflanzen	275
1. Die Ahorn-Verticilliose	275
2. Die Ulmen-Verticilliose	280
3. Die Linden-Verticilliose	281
4. Andere Verticilliosen von ökonomischer Bedeutung	283
a) Die Aesculus-Verticilliose	283
b) Die Ribes- und Rubus-Verticilliose	285
c) Beispiele weiterer Isolierungen von Verticilliosen von verschiedenen Pflanzengattungen	286
III. Vergleichende Systematik der Wirtelpilze des Formenkreises von <i>Verticillium albo-</i> <i>atrum</i> Reinke et Berthold und anderer Arten	287
IV. Zusammenfassung der Ergebnisse	296
V. Verzeichnis der zitierten Schriften	297

I. Die ökonomische Bedeutung der Verticilliosen.

Das Auftreten spontaner Verticilliosen an Bäumen unserer Versuchspflanzung in Dahlem und anderwärts lenkte die Aufmerksamkeit in Verbindung mit dem Studium des Ulmensterbens erneut auf diese in Deutschland noch wenig untersuchte Baumkrankheit. Obwohl es sich bei *Acer*, *Ulmus* und *Tilia* bis jetzt nur um Einzelfälle, nicht um ein Massensterben wie bei der Ulmen-Graphiose handelt, so verdienen diese Tracheomykosen doch Beachtung, da sie früher oder später die befallenen Bäume zugrunderichten. Ihre ökonomische Bedeutung geht aus der Tatsache hervor, daß die verschiedensten Pflanzen durch Wirtelpilze geschädigt werden, nämlich Obstbäume und Obststräucher (Steinobst und Beerenobst), Waldbäume, Zierpflanzen, Hackfrüchte, Gemüsepflanzen, Unkräuter usw. Der Befall von 60 Pflanzengattungen kann bereits als erwiesen gelten und zwar sind dies:

Abelmoschus (= *Hibiscus*) (51 a)¹⁾, *Abutilon* (55), *Acer* (37; 51 c; 53; 59; 60; 63; 78), *Aconitum* (37), *Aesculus*, *Ampelopsis* (58), *Amygdalus* (64 a; 68), *Antirrhinum* (54; 37), *Apium*, *Aralia* (67), *Aster* (48; 72), *Berberis* (60), *Beta* (56), *Callistephus* (48), *Campanula* (37), *Capsicum* (51 d; 76), *Chenopodium* (37), *Chrysanthemum* (37; 74), *Citrullus* (51 d), *Cochlearia* (66), *Coffea* (62 b), *Cucumis* (57; 58), *Dahlia* (52), *Daphne* (37), *Dianthus* (75), *Erigeron* (37), *Eschscholtzia* (37), *Fagus*, *Gnaphalium* (37), *Gossypium* (55), *Heliotropium* (79), *Humulus* (73), *Juglans* (75), *Lathyrus* (14), *Lupinus* (51 d; 37), *Lycopersicum* (58; 60; 37; 14), *Malva* (37), *Mentha* (71), *Monardia* (37), *Musa* (67), *Nicotiana* (62 a), *Paeonia*, *Panax* (47), *Papaver* (37), *Phlox* (37), *Physalis* (51 d), *Prunus* (58; 69; 37; 75), *Ribes* (49; 37; 75), *Rhus* (72), *Rosa*²⁾, *Rubus* (50; 70; 77), *Sambucus* (37), *Senecio* (37), *Solanum* (46 u. a.), *Syringa* (37), *Tilia*, *Tragopogon* (60), *Ulmus* (14; 37), *Urtica* (37), *Xanthium* (55) usw.

Die ersten grundlegenden Untersuchungen über die verbreitete Kartoffel-Verticilliose verdanken wir Reinke und Berthold (46), welche 1879 als Erreger dieser Krankheit *Verticillium albo-atrum* erkannten und genau beschrieben. Sie bildeten außer den typischen Wirtelträgern und Konidien auch schwarze Zellhaufen verschiedener Größe und Gruppierung ab und erwähnten ausdrücklich (Seite 75): „Man kann diese Dauermycelien Sklerotien nennen, wenn auch ihre Zellen keinen größeren Gewebekörper bilden, wie es bei den gewöhnlichen als Sklerotien bezeichneten Bildungen der Fall ist.“ Bei einem als *Periola* bestimmten, wahrscheinlich aber *Colletotrichum herbarum* entsprechenden Pilze fanden sie schwarzbraune, halbkugelige Polster, die sie auf Seite 95 ebenfalls als „Stromata oder gar Sklerotien“ deuteten. Von den Anfangsstufen, perlschnurartigen, Chlamydosporen ähnelnden Ketten oder Zellhaufen, die Reinke und Berthold in Tafel IX, 1, 2 abbilden, bis zu sklerotialen Knäueln bzw. Mikrosklerotien gibt es bei demselben Pilzstamme unter Umständen alle Uebergänge (vgl. meine Abbildung 4, A, D); und wenn Reinke und Berthold sagen, daß sich diese Sklerotien nur durch Aneinanderlagerung von Hyphen bilden, so zeigen doch ihre Abbildungen, daß einzelne Hyphen sich gabeln und dadurch Doppelketten entstehen. Von letzteren zu größeren sklerotialen Gebilden ist aber nur ein Schritt. Man kann also *V. albo-atrum* getrost als sklerotialen Wirtelpilz auffassen. Mit dieser Ansicht stehen die meisten früheren Beschreibungen dieses Pilzes im Einklang. Allmählich gingen jedoch die Meinungen über den Artbegriff desselben auseinander, indem einige Autoren ihm Sklerotien zubilligten, andere nicht. Klebahn (52) stellte 1913 diesen Unterschied in den Vordergrund bei der Aufstellung seines *Verticillium dahliae*, des Erregers einer Welkekrankheit der Dahlie, der nach ihm als sklerotialer Vertreter dieser Wirtelpilzgruppe von *V. albo-atrum* erheblich abzuweichen schien. Edson und Shapovalov (Journ. Agr. Research 18. 1920: 511—524) stützten diese Auffassung, indem sie ein Kartoffel-Verticillium dieses Formenkreises fast ohne Sklerotien beobachteten, während ein Eierfrucht- (*Solanum melongena*) *Verticillium* zahlreiche Sklerotien aufwies. Andererseits isolierte Bewley (14) 1922 von Tomate sechs Gruppen von Pilzstämmen des *V. albo-atrum* und zwar solche mit 100, 70, 50, 10 und 0% Mikrosklerotien, von denen die erstere Gruppe die typischen Welkesymptome schneller hervorbringen konnte als letztere. Obgleich dieser Befund zur Vorsicht mahnte, den Sklerotien allzuviel Gewicht bei der Artunterscheidung beizumessen, trennte van der Meer (37) 1925 *V. dahliae* als sklerotiales

¹⁾ Die in Klammern hinter den Namen der Genera und Autoren stehenden Zahlen beziehen sich auf das Schriftenverzeichnis am Schluß dieser Arbeit.

²⁾ Nach Buisman in Holland.

Verticillium noch scharf von *V. albo-atrum* ab. Folgt man dieser Auffassung, so käme *V. albo-atrum* nur hier und da vor, *V. dahliae*, dagegen fast überall. Um dieses Verhältnis, das *V. albo-atrum* zu einer Rarität stempeln würde, etwas genauer zu erläutern, käme dieser Kartoffelpilz außer auf Kartoffel und Tomate noch auf Kirsche und Gurke vor, auf welchen Pflanzengattungen jedoch *V. dahliae* ebenfalls auftritt, mit Ausnahme von Gurke (*Cucumis*), auf der Lindfors (51) 1917 nur *V. albo-atrum* in Schweden als Erreger einer Welke nachgewiesen hatte. Van der Meer konnte beide Pilze auf Kartoffel und Tomate feststellen, künstlich aber auch auf *Aconitum napellus*, *Lupinus polyphyllus*, *Phlox decussata* und *Prunus spec.* (Kirsche) erfolgreich übertragen, auf Gurke jedoch nur *V. albo-atrum*, nicht *V. dahliae*. Den letzteren Pilz wies van der Meer auf etwa 16 Pflanzengattungen nach, auf denen diese Welkekrankheit bisher nicht bekannt war, und bestätigte außerdem die bisherigen Angaben seines Vorkommens auf anderen Pflanzen.

Die Beteiligung mehrerer *Verticillium*-Arten bei ein- und derselben Welkekrankheit, z. B. der von Kartoffel, gewann also an Wahrscheinlichkeit, doch blieben die Beziehungen dieser Pilze untereinander und zu den übrigen Wirtelpilzwelkekrankheiten noch aufzuklären. Dies war um so schwieriger, als diese Pilzgruppe auch unter anderen Gattungsnamen geführt wurde, z. B. unter *Acrostalagmus* (47; 48), welche Gattung wohl mit *Verticillium* völlig zusammenfällt. Gewisse Berührungspunkte bestehen außerdem zwischen *Verticillium* und *Cephalosporium*. Letzterem Pilz fehlt zwar die Wirtelverzweigung der Konidienträger, die für ersteren charakteristisch ist. Beide entwickeln aber ihre Konidien in falschen Köpfchen auch an einfachen oder regellos verzweigten Trägern, können also dann leicht miteinander verwechselt werden. Auch *Trichoderma* ist gelegentlich mit *Verticillium* verwechselt worden.

Einige Tracheomykosen müssen also bei Vergleichsstudien noch mit berücksichtigt werden: Aderhold (49) hatte 1907 eine Thrombose an *Ribes*-Arten (Stachel- und Johannisbeersträuchern) auf ein unbenanntes *Verticillium* zurückgeführt; van Hook (47) 1904 eine Welke des Ginseng, *Panax quinquefolius*, auf *Acrostalagmus albus*, Lawrence (50) 1912 die blaue Rutenwelke der Brombeere („blue stem wilt of black raspberry“, *Rubus occidentalis*) in Nordamerika auf *Acrostalagmus cauliphagus*, Berkeley und Jackson (70 b) 1926 eine ähnliche Krankheit der Himbeere, *Rubus idaeus*, auf *Verticillium ovatum* Berk. et Jacks., Curzi (76) 1925 eine Welke des Schotenpfeffers, *Capsicum annuum*, auf *Verticillium tracheiphilum* Curzi, Dowson (65) 1922 eine solche der Astern auf *Cephalosporium asteris* Dows. usw. Wieweit diese Pilze miteinander übereinstimmen oder voneinander abweichen, wissen wir nicht. Berkeley (77) versucht in Güssow's Jahresberichten für 1926 und 1927 (veröffentlicht 1927 und 1928), in Canada eine Grundlage für die weitere *Verticilliosen*forschung dadurch zu schaffen, daß er die gefäßparasitären Wirtelpilze nach Vorhandensein oder Fehlen von Mikrosklerotien und Myzelverfärbungen in 3 Gruppen zusammenfaßt, auf die wir bei der folgenden Beschreibung der Acer-*Verticilliose* zurückkommen werden.

II. Untersuchungen über *Verticilliosen* an einzelnen Wirtspflanzen.

1. Die Ahorn-*Verticilliose* (Textabb. 1).

Diese Welkekrankheit wurde zum ersten Male im April 1911 an einem zur Untersuchung eingesandten Ahornbäumchen aus einer Oldenburger Baumschule festgestellt,

aber erst 1913, S. 221 (51 c) erwähnt. Der unterirdisch wachsende Teil (Wurzelhals) der Haupttaxe wies dunkle Streifen im Holz auf. Mikroskopisch wurden Pilzfäden in den größeren Tracheen und Tracheiden wahrgenommen, aus denen nach ihrer Uebertragung auf künstliche Nährböden ein Wirtelpilz hervorwuchs. Ein Vergleich mit Wirtelpilzen aus welkekranken Kartoffeln zeigte keinen wesentlichen Unterschied gegenüber *Verticillium albo-atrum* Rke. et Berth. (46).

Im Jahre 1914 machte Rankin (53) auf eine Thrombose des Hartahorns bei Claverack in New York aufmerksam, die er auf *Acrostalagmus* zurückführte. Die Blätter befallener Bäume welkten, zunächst ohne sich zu verfärben. Während der heißen Jahreszeit verdorrten sie jedoch ziemlich rasch, und die Bäume gingen, jüngere wie auch ältere, unter Umständen binnen Monatsfrist zugrunde. Dunkelgrüne Streifen in Richtung der Faserstränge des Holzes ließen sich im Innern der befallenen Pflanzen nachweisen, Pilzfäden und Sklerotien namentlich im Trachealsystem, aber keine auffällige Auflösung dieser Gefäßgruppen. Zimm (59) berichtete 1918 über anscheinend dieselbe Tracheomykose an *Acer saccharum* Marsh., *A. rubrum* L. und *A. platanoides* L. In den Impfversuchen, die Zimm mit drei Isolierungen des Pilzes ausführte, drang derselbe bei dem besonders anfälligen *A. platanoides* sogar bis in die Blattstiele vor, aus denen er wieder herausgezüchtet werden konnte. Den Erreger hielt Zimm für ein wahrscheinlich mit dem Rankin'schen *Acrostalagmus* übereinstimmendes, von dem Kartoffel-*Verticillium albo-atrum* aber gänzlich verschiedenes *Verticillium*, das andererseits dem Erreger der Welke von *Solanum melongena*, der Eierfrucht, und *Berberis Thunbergi*, der Berberitze, nahestehe. Nach Jagger und Stewart's (60) Impfversuchen 1918 in New York ging nun zwar das *Verticillium* von *Acer* nicht auf *Solanum melongena* und *Berberis Thunbergi*, wohl aber das von letzteren beiden Pflanzen stammende *Verticillium* auf *Acer*, das Kartoffel-*Verticillium* dagegen nicht auf *Acer*, wohl aber in einem Falle auf *Solanum melongena* über. Colley (63) wies im Sommer 1922 sehr ernstliche Schädigungen durch *Verticillium* an 4 Ahornarten in Wisconsin nach, nämlich an *Acer platanoides*, Spitzahorn (Norway maple), *A. saccharinum*, Silberahorn (silver maple), *A. saccharum*, Zuckerahorn (sugar maple), und *A. pseudoplatanus*, Bergahorn (sycamore maple). Da nach Gravatt (78) 1926 die Ahorn-Verticilliose von Nord-Carolina und Tennessee bis Canada und westlich bis Wisconsin bereits beobachtet worden ist, so umfaßt sie schon ein sehr ausgedehntes Gebiet in Nordamerika. Außer auf den genannten Ahornarten ist sie nach Gravatt auf *Acer palmatum*, dem japanischen Ahorn (Japan maple), und *A. negundo*, dem Eschenahorn (box-elder), festgestellt. Ueber die *A. negundo*-Welke in Canada liegen schon mehrere Berichte vor, der erste aus dem Jahre 1923 (70 c) und ein neuerer von Berkeley (77) 1927 in Güssow's Jahresbericht für 1926. Berkeley vergleicht 32 *Verticillium*-Stämme europäischer und amerikanischer Herkunft von *Aralia*, *Acer*, *Aster*, *Berberis*, *Dahlia*, *Prunus*, *Rhus*, *Rubus* und *Solanum* miteinander und stellt drei Gruppen fest: 1. Die *Verticillium-dahliae*-Gruppe mit schwarzen Sklerotien. 2. Die *V. albo-atrum*-Gruppe mit dunkelfarbigem Myzel. 3. Eine Gruppe ohne schwarze Färbung. Vertreter der letzteren Gruppe sind von Kartoffel, Tomate und Himbeere, solche der zweiten Gruppe nur von Kartoffel und Tomate isoliert worden. Die 1. Gruppe umfaßt *Verticillium dahliae* Kleb. und *V. ovatum* Berk. et Jacks. (70), die nach den Konidiengrößen einander ziemlich nahezustehen scheinen, beide Sklerotien bilden, aber angeblich durch Verschiedenheiten ihres Wachstums in Reinkulturen gekennzeichnet sind. *V. ovatum* soll auf *Acer*, *Aster*, *Rubus*, *Rhus*, *Amygdalus* u. a. vorkommen und Konidien von $4,17 \times 2,25 \mu$ Durchschnittsgröße haben,

V. dahliae $4,63 \times 2,07 \mu$ und *V. albo-atrum* $4,42 \times 2,08$ bzw. $4,61 \times 2,35$ bzw. $5 \times 2,2 - 2,5 \mu$ große Konidien. Noch genauer äußert sich Berkeley im folgenden Jahresbericht (77) für 1927 über die Gruppierung dieser Verticillien, die er, wie folgt, einteilt: „1. *Dahliae* group, producing microsclerotia in culture; section *Niger*, — microsclerotia black and produced very abundantly, forming a black crust over surface of culture; aerial mycelium scanty or absent; section *Bicolor*, — microsclerotia black, produced more or less abundantly; aerial mycelium well-developed, white, cottony, covering the surface of culture and obscuring the black microsclerotia from above. 2. *Albo-atrum* group, producing black mycelium in culture but no microsclerotia. 3. *Album* group, — producing no black in culture.“



Abb. 1.

Ahorn- (*Acer negundo*-) Verticilliose, künstlich durch Infektion (Sept. 1927) mit *Verticillium albo-atrum* Rke. et Berth. von *Tilia euchlora* (?) erzielt. Anfang Juni 1928 photographiert; Berlin-Dahlem.

Aus Europa liegen nur sehr wenige Mitteilungen über Ahornwelke vor. W. F. Bewley (14) berichtete 1922 über seine Infektionsversuche in England mit einem *Verticillium* von Tomate, angeblich *V. albo-atrum*, das, auf Ahorn übertragen, die mit ihm beimpften Pflanzen zum Absterben brachte, ohne daß die Blätter vorher welkten.

Van der Meer stellte bei der Fortsetzung ihrer umfangreichen Studien (37) 1925 in Holland bei Ahorn und Ulme ebenfalls eine Verticilliose fest, über die sie (37) 1926 kurz berichtete. Im März 1925 isolierte sie einen Wirtelpilz, den sie als *V. dahliae* bestimmte, aus Ahornsämlingen und im folgenden Jahre anscheinend denselben Pilz von zwei weiteren Welkefällen. Ein 9 Jahre alter *Acer platanoides* var. *Schwedleri* enthielt den Pilz im Holz des Jahresringes von 1925, der bei gleichzeitigem Vorkommen von *Nectria cinnabarina* nur wenig entwickelt war.

Danach würden also an der Ahorn-Verticilliose drei Verticillien, nämlich *V. alboatrum* nach Wollenweber (51 c) und Bewley (14), *V. dahliae* nach van der Meer (37) und *V. ovatum* nach Berkeley (77) beteiligt sein.

Gelegenheit zu weiteren Untersuchungen bot sich, nachdem im August 1925 einzeln welkekrankte Ahornsämlinge in den Beständen deutscher Baumschulen aufgetreten waren. Die Krankheitsmerkmale bei diesen etwa fünfjährigen Bäumchen waren typisch: Die Blätter an jüngeren wie auch älteren Trieben welkten und verdorrten zu einer Zeit, als die gesunden Bäume noch in vollem Wachstum standen. Unter der noch lebenden Rinde, die bei jungen Sprossen sogar noch frischgrüne Färbung zeigte, war der Holzkörper gebräunt. Die Bräunung konnte sich auf die ganze Oberfläche erstrecken und tief ins Innere des Holzzylinders vordringen oder nur auf einzelne meist in Richtung der Axe verlaufende Streifen beschränkt sein. Alle Abstufungen der Verfärbung von Hellbraun nach Schwarz- oder Olivgrün wurden beobachtet und zwar mehr in zusammenhängenden, verschwommenen Flächen oder Flecken als ringartig-stippfleckig. In Tracheen und Tracheiden des verfärbten Holzes fanden sich reichlich Hyphen und vereinzelt Konidien sowie Sklerotien. Der aus dem *Acer-negundo*-Holz isolierte Pilz hatte die *Verticillium* kennzeichnenden Wirtelträger mit normalen ellipsoidischen Konidien von $5,4 \times 2,3 \mu$ mittlerer Größe sowie ovalen, meist etwas größeren ($6,1 \times 3,6 \mu$) Konidien, die in jüngeren Kulturen unter feuchten Bedingungen sowie bei der Keimung durch ihre abweichende Gestalt auffielen. Befall zeigten außer *Acer negundo* und ihrer weißbunten beliebten Gartenvarietät „*foliis variegatis*“ noch *A. platanoides* und *A. pseudoplatanus*. Infolge des Einzelauftretens dieser Krankheitsfälle war ein Unterschied im Befallsgrade der Arten bislang nicht zu erkennen. Infektionsversuche wurden damals nicht ausgeführt, die Pilzstämme aber weiter beobachtet und mit Isolierungen von anderen Wirtspflanzen verglichen. Sie unterschieden sich wenig oder gar nicht von den meisten Pilzstämmen der Kartoffel-Verticilliose, deren Pathogenität für „*Up to Date*“ und andere Kartoffelsorten bereits früher ermittelt worden war (Mitteil. d. Biol. Reichsanstalt 1921: 247—249).

Im Jahre 1927 fielen auch in unserer Versuchspflanzung in Dahlem einige Ahornsämlinge einer spontanen Verticilliose zum Opfer. Hier trat ein Unterschied im Befall insofern hervor, als etwa ein Dutzend *Acer negundo*-Sämlinge (6%) gegenüber nur 2 oder 3 Pflanzen bei *A. platanoides* und *A. pseudoplatanus* erkrankten. Einige dieser $1\frac{1}{2}$ - bis $3\frac{1}{2}$ -jährigen Bäumchen gingen schon im Herbst 1927 ein. Andere trieben zwar im Frühjahr 1928 unterhalb der Befallszone schwach wieder aus, blieben aber in der Folge gegenüber gesunden Pflanzen zurück.

Das *Verticillium* von *Acer platanoides* war erst 1928, die von *A. negundo* und *A. pseudoplatanus* bereits 1925 und 1927 in Kultur genommen. Mit den von den beiden letzteren Ahornarten isolierten Pilzstämmen wurden im Herbst 1927 je 6 *Acer negundo*, *A. platanoides* und *A. pseudoplatanus* sowie Sämlinge anderer Gattungen, *Ulmus*, *Tilia*, *Populus*, *Crataegus* und *Pinus*, infiziert. Die Impfung wurde in der-

selben Weise wie bei Ulme mit *Graphium ulmi* (vgl. diese Arbeiten, 16 [1928], 313) vorgenommen. Im Februar wurden, nachdem die Versuche im Winter unberührt geblieben waren, einige Pflanzen angeschnitten, ohne daß Holzverfärbungen wahrzunehmen waren. Nach dem Austrieb gemachte Einkerbungen in die Hauptaxe ließen jedoch schon im April die ersten Verfärbungen deutlich erkennen, in einigen Fällen in ziemlicher Entfernung oberhalb der Impfstelle. Welkekrank erschienen solche Pflanzen aber noch nicht. Aus dem Holz eines mit dem *Acer negundo-Verticillium* beimpften *A. pseudoplatanus* wurde der Parasit reisoliert. Im Mai änderte sich das Bild, und die ersten typischen Welkeerscheinungen traten hervor. So ließ z. B. ein mit dem Linden-*Verticillium* Nürnberger Herkunft beimpfter *Acer negundo* um die Wende Mai/Juni (Abb. 1) plötzlich die jungen, grünen Blätter schlaff herabhängen. Das Laub verdorrte in der Folge ziemlich schnell, ohne vorher zu vergilben. Das Holz war bereits 1 m oberhalb der Impfstelle unter der grünen Rinde gebräunt. Pilzmyzel ließ sich mikroskopisch nachweisen und der eingepfzte Pilz reisolieren. Dieses frühe Auftreten der Welke überraschte um so mehr, als das Wetter im Mai verhältnismäßig kühl gewesen war und auch Niederschläge nicht gefehlt hatten. Durch den starken Wind trocknete allerdings der Boden auch schnell wieder aus, so daß der Wassermangel sich bei sehr kranken Pflanzen schon in wenigen Tagen erneut geltend machen konnte. Im April war dieses Mißverhältnis noch nicht so groß, da die Laubmasse noch gering und die Temperatur um einige Grade tiefer war. Zwar fiel schon am 21. April ein mit dem Linden-*Verticillium* Dahlemer Herkunft beimpfter *Acer negundo* dadurch auf, daß der obere Teil der Hauptaxe nicht mehr ausgetrieben war. Von unten her wuchsen aber neue, frischgrüne Sprosse ohne Welkemerkmale hervor. Den oberen Teil hätte man für erfroren halten können. Mikroskopisch wurde jedoch hier wie auch in dem noch lebenden unteren Teile der Axe Myzel nachgewiesen. Der in Reinkultur aus dem Holz gewonnene Pilz war identisch mit dem eingepfzten Wirtelpilze.

Der Verlauf der Wirtelpilzwelke ist im allgemeinen in unserem Klima schleichend. Infektionen im Herbst lassen dem Pilze, der bei abnehmender Temperatur allmählich sein Wachstum einstellt, keine Zeit mehr zu einer starken Durchwucherung des Gefäßsystems der Pflanze. Im Winter geht er in den Dauerzustand über. Myzel und Konidien sind dann nur wenig zu sehen, häufiger dagegen Sklerotien bzw. Chlamydosporen. Mit dem Wiederbeginn der Vegetation im Frühjahr, wenn die Temperatur durchschnittlich 8—10 Grad C. oder mehr beträgt, nimmt auch der Pilz sein Wachstum wieder auf und strebt zunächst den Vegetationspunkten zu. Aber erst nach der Entfaltung des Laubwerkes der Wirtspflanze und unter dem Einfluß weiterer Erwärmung macht sich seine Schadwirkung äußerlich als Welkeerscheinung geltend, nachdem je nach Stärke des Befalls das Wachstum der Pflanzen schon einige Zeit vorher ins Stocken geraten ist. Gelegentlich kommen bei dieser Krankheit alle Uebergänge schleichender bis akuter Fälle vor, die z. T. durch den Grad des Befalls, aber auch durch die Wärmeansprüche des Wirtelpilzes bedingt sind. Wir wissen, daß *Verticillium* zwar bei geringeren Temperaturen zu schädigen beginnt als *Fusarium*, jedoch bei höheren Wärme-graden viel schneller ein Welken der Pflanze herbeiführen kann. Im Einklang damit steht die Angabe Bewley's, nach der das Tomate-*Fusarium lycopersici* bei 28 bis 29 Grad C. Welke erregte, *Verticillium albo-atrum* dagegen bei 15,6—24 Grad, wobei eine Wärmewirkung von 21—23 Grad als Optimum bezeichnet wird. Zu wachsen beginnt allerdings dieser Wirtelpilz, wie wir gesehen haben und auch leicht in Thermostaten (vgl. Tabelle auf Seite 290) beobachten können, schon bei Temperaturen über 8 Grad, bei denen er aber nur sehr langsam vorwärtsschreitet.

Bis zum Mai 1929 wurden die Beobachtungen unterbrochen, dann aber weitere Reisolierungen vorgenommen, die erneut bewiesen, daß das Acer- und Linden-*Verticillium* auf Acer die Merkmale der Welkekrankheit hervorzubringen vermögen. Für weitere Versuche mußte ein neues Feldstück bepflanzt werden, da der dichtgewordene Bestand der ursprünglichen Baumschule dem Auftreten spontaner Verticilliosen, die sich besonders bei *Acer pseudoplatanus* einstellten, Vorschub leistete.

2. Die *Ulmen-Verticilliose* (Textabb. 2 und 4, A—F).

Ueber ein Vorkommen von *Verticillium* auf Ulmen in der Natur liegt eine kurze Bemerkung aus Holland vor. Van der Meer (37) gibt in der bereits erwähnten Veröffentlichung aus dem Jahre 1926 *Ulmus campestris* als Wirtspflanze des *V. Dahliae* Kleb. an. Bewley's Impfungen (14) des Tomate-*Verticillium albo-atrum* auf Ulme und Ahorn sind hier ebenfalls von Interesse. Sie ergaben nämlich eine schwächere Einwirkung des Tomatepilzes auf Ulme als auf Ahorn. Selbst nach 4 Monaten bewirkten sie weder Vergilbung noch Welken der Blätter. Die Triebe blieben jedoch kürzer als bei ungeimpften Ulmen und zeigten bis 5 cm oberhalb der Impfstelle eine Verpilzung der Gefäße des Holzes, aus denen der geimpfte Wirtspilz wieder herausgezüchtet werden konnte.

In unserer Versuchspflanzung in Dahlem fielen im September 1927 die Blätter eines Ulmensämlings vorzeitig ab (Abb. 2). Nach dem Herausnehmen der Pflanze zeigte sich der Holzkörper der Hauptwurzel hellbraun verfärbt. Die Uebertragung kleiner Teile aus dem Innern auf künstliche Nährböden ergab in allen Fällen ein *Verticillium*, das sich als identisch mit dem Ahorn-Wirtspilze erwies. Die Unterschiede in den mittleren Ausmaßen der Konidien zwischen den Pilzstämmen von beiden Wirtspflanzen erwiesen sich jedenfalls als zu gering, um eine Verschiedenheit annehmen zu können. Der Ulmenpilz hatte ellipsoidische Konidien von $4,7 \times 2,3 \mu$ und ovale, größere Konidien von $5,8 \times 3,4 \mu$ Durchschnittsgröße. Ein von einer anderen Ulme derselben Pflanzung im Oktober aus dem Holz der Hauptaxe isolierter Pilzstamm stimmte ebenfalls mit dem Ahornpilze überein, der selbst in verschiedenen Isolierungen innerhalb der genannten Grenzwerte nur unbedeutende Schwankungen der Konidiengröße erkennen ließ.

Gleichzeitig mit Ahorn im Herbst 1927 infizierte Bergulmen zeigten bis jetzt weder Krankheitsmerkmale noch Myzelwachstum in den Gefäßen, obgleich leichte Verfärbungen des Holzes beim Einkerbten der Hauptaxe einige Zentimeter oberhalb der Impfstelle wahrzunehmen waren. Bevor jedoch daraus der Schluß gezogen werden kann, daß die Verticilliose der Ulme nur eine geringe Rolle spielt, sind weitere Versuche abzuwarten, die eingeleitet sind, um die Empfänglichkeit verschiedener Arten und Abarten der Ulme gegen *Verticillium* und *Graphium* zu prüfen, und die Angriffskraft der letzteren bei jungen und alten Pflanzen festzustellen.

Diese Vorsicht in der Beurteilung der Krankheit ist geboten, nachdem im Jahre 1928 Christine J. Buisman (81) ebenfalls auf Grund ihrer Versuche in Holland zur Ulmen-Verticilliose Stellung genommen hat in ihrer Arbeit über „De oorzaak van de iepenziekte“. Mit dem echten Ulmensterben (*Graphiose*) sollten nach ihr nicht verwechselt werden die durch *Verticillium Dahliae*, *Nectria cinnabarina*, *Phomopsis* sp. und ein noch unbeschriebenes *Bacterium* hervorgerufenen Krankheitsformen. Die letzteren drei führen nämlich kein akutes Absterben der ganzen Pflanze herbei.

Die Ulmen-Verticilliose fand sie hauptsächlich an jüngeren, auf altem, durch den Wirtelpilz verseuchten Kartoffelboden ausgepflanzten Ulmen, nicht dagegen an großen Bäumen wie die Graphiose. Die Verfärbungen durch *Verticillium* bei Ulme seien auch nicht so ausgesprochen wie die durch *Graphium* verursachten, vielleicht infolge geringerer Zahl der Thyllen im Hadrom, und auch der Verlauf der Krankheit sei ein langsamerer. Trotzdem sei das spontane Auftreten der Ulmen-Verticilliose in ihren Versuchsreihen mit *Graphium* mißlich gewesen und habe sie genötigt, eine Anzahl ihrer Versuche einfach auszuschalten.

Während bei den bisher aufgenannten Fällen stets das verbreitete *Verticillium* mit Sklerotien (vgl. Abb. 4, A—D) aus dem Formenkreise des *V. albo-atrum* (= *V. Dahliae autorum*) isoliert worden war, ließ sich ein abweichender Wirtelpilz einmal im verfärbten Holz der Aeste einer wegen Absterbens gefällten, von Dr. von Gescher aus Rom im Sept. 1928 eingesandten Feldulme feststellen. Der Einsender hatte bei diesem Funde in Italien offenbar gleich an das echte Ulmensterben gedacht und wegen der noch unbekanntem Ausbreitung der Graphiose nach dem Süden Europas zu um Untersuchung des Materials gebeten. *Graphium* wurde jedoch nicht isoliert, sondern nur das in Abb. 4, E, F dargestellte *Verticillium*, das ich weiter unten als *V. albo-atrum* Rke et Berth. var. *chlamydosporale* Wr. n. v. beschrieben habe. Ihm fehlen Sklerotien bzw. sklerotiale Verbände im Stroma, doch erinnert der Pilz mikroskopisch an *V. albo-atrum*. An Stelle der Sklerotien treten bei ihm echte Chlamydosporen auf, die in großer Zahl in schwarzen Haufen beieinander liegen, ohne sich in Verbänden anzuordnen. Sie werden terminal und interkalar ausgebildet, seltener zu zweien und mehreren nebeneinander als einzellig. Die Wirtelverzweigung ist im übrigen typisch, und auch aus der Durchschnittsgröße der Konidien, $5,5 \times 2,2 \mu$, kann man nicht auf einen Unterschied gegenüber der Grundart schließen. Anscheinend denselben Pilz erhielt ich aus verfärbten Flecken kranker Sellerieknollen (*Apium graveolens*), die im Dez. 1928 zur Untersuchung aus Gießen von der Hauptstelle für Pflanzenschutz (Leiter Dr. O. Appel jun.) eingesandt worden waren. Das Blattwerk der Selleriepflanzen war angeblich gesund geblieben. Infektionsversuche konnten mit beiden Pilzstämmen noch nicht ausgeführt werden.

Zum Vergleich mag hier der Wirtelpilz *Verticillium dendrochoides* D. Saccardo (Malpighia XII [1898] et in Supplem. alla Fl. Ven. Crittogam. p. 90 [1899]; icones cf. Sacc. l. c. tab. VIII, fig. 16) kurz gestreift werden, dessen Diagnose jedoch längere Konidien angibt und Chlamydosporen nicht erwähnt: „Caespitulis gregariis superficialibus, pulvinatis, 1 mm diam., compactiusculis dein radiatim fissis, candidis; conidiophoris ascendentibus, fasciculatis, parce septatis, 5μ diam. superne acutis, monosporis; conidiis ellipticis, $6-7 \times 3 \mu$, hyalinis. Habitat in cortice putrescente Ulmi: Vittorio Veneto (D. Sacc.).“ Es ist kaum anzunehmen, daß dieser von faulender Rinde einer Ulme festgestellte Pilz aus Venetien mit dem obigen, durch Chlamydosporen ausgezeichneten *Verticillium* identisch ist, doch läßt sich erst nach genauerer Untersuchung an authentischem Material dazu sichere Stellung nehmen.

3. Die Linden-Verticilliose (Textabb. 3).

Im Nürnberger Stadtgebiete wurde bei der Besichtigung der Parkanlagen und Straßenbäume im Sommer 1927 eine mittelgroße, hochstämmige, etwa 12—15 jährige Linde (*Tilia euchlora?*) beobachtet, deren Laub an einzelnen Aesten vorzeitig vergilbt

war. Das Holz zeigte im Innern nur schwache Verfärbungen der Gefäßzone, in der aber, wie Uebertragungen auf künstliche Nährböden bewiesen, ein Wirtelpilz vorhanden war. In Reinkultur entwickelten sich sehr bald Konidien, deren Durchschnittsgröße auf mehreren Substraten, wie folgt, gemessen wurde: Auf Lupinestengel $4,6 \times 2,2 \mu$, Hafermehlagar $5 \times 2,2 \mu$, Stärkeagar $5,1 \times 2,4 \mu$, Kartoffelsaftagar $5,1 \times 2,3 \mu$, Kartoffelstengel $5,2 \times 2,3 \mu$ und Kartoffelscheiben $4,1 \times 2,1 \mu$. Die Zahlen schwankten also um den Mittelwert von $4,85 \times 2,25 \mu$ herum. Ovale, größere Konidien maßen $5,6 \times 3,6 \mu$. Die Konidien ballten sich an den Enden der Träger in falschen Köpfchen von etwa $9,7$ ($6-15$) μ Durchm. zusammen. Schwarze Sklerotien erschienen binnen einer Woche zahlreich auf fast allen Substraten. Der Pilz unterschied sich durch nichts von dem sklerotialen Acer- und Ulmen-*Verticillium*.



Abb. 2.

Ulmen- (*Ulmus scabra* = *Ulmus montana*-) Verticilliose. Erreger: *Verticillium albo-atrum* Rke. et Berth. $2\frac{1}{2}$ jähriger Sämling, Berlin-Dahlem; im Spätherbst 1927 herausgenommen.



Abb. 3.

Linden- (*Tilia*-) Verticilliose. Erreger: *Verticillium albo-atrum* Rke. et Berth. $2\frac{1}{2}$ jähriger Sämling, Berlin-Dahlem; im Spätherbst 1927 herausgenommen.

Im September begann ein 1½ jähriger Sämling von *Tilia parvifolia* unserer Versuchspflanzung vorzeitig die Blätter abzuwerfen. Er wurde aber erst später herausgenommen und photographiert (Textabb. 3). Im Wuchs stand er gegenüber gesunden Nachbarpflanzen kaum zurück. Aus dem gebräunten Holz wurde ein Wirtelpilz isoliert, der in allen Wuchsformen mit dem vorerwähnten übereinstimmte.

Ende September 1927 wurden je 6 *Tilia parvifolia*, *Acer negundo*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Ulmus scabra*, *Crataegus*, *Populus* und *Pinus*, im ganzen also 48 Bäumchen mit Reinkulturen der beiden Pilzstämmen beimpft. Im Februar 1928 vorgenommene Stichproben ergaben bei einer Linde etwa 3—4 cm oberhalb der Infektionsstelle zwar leichte Verfärbungen im Holz, doch konnte der Pilz weder in seiner Myzelform mikroskopisch im Hadrom nachgewiesen, noch aus ihm durch Uebertragungen auf künstliche Nährböden reisoliert werden. Die Septemterimpfungen schlugen fehl, mit Ausnahme der mit dem Linden-*Verticillium* auf Ahorn vorgenommenen Infektionen. Ein Versuch im Sommer 1928, den Herr S. Donant im Rahmen umfangreicher Kreuzimpfungen an zahlreichen Wirtspflanzen durchführte, gelang besser:

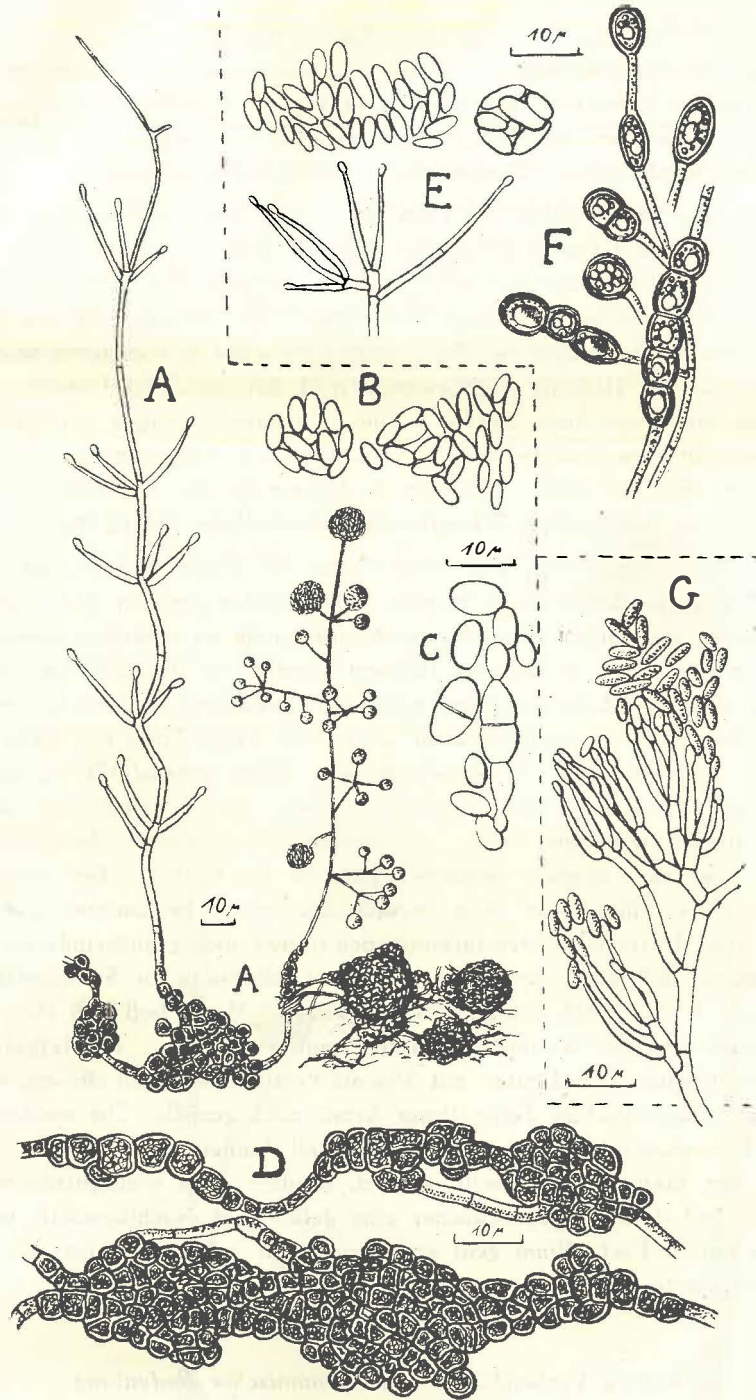
Mit einer Reihe von Wirtelpilzen letztjähriger und älterer Isolierungen wurden im Sommer 1928 einige Lindensämlinge beimpft. Sie konnten erst im Mai 1929 genauer untersucht werden, da vorher keine Krankheitsmerkmale zu erkennen gewesen waren. Es waren immer nur je 2—4 Sämlinge infiziert worden, da die Zahl der verfügbaren Pflanzen eine umfangreichere Infektion noch nicht gestattete, sondern nur zu Tastversuchen ausreichte. Die Versuchspflanzen waren mit *Verticillium* von *Tilia parvifolia*, *Acer negundo*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Ribes grossularia*, *R. rubrum* und *Prunus cerasus* infiziert worden. Erfolgreich war der Versuch mit dem *Tilia*-, *Acer*- und *Ribes-Verticillium*. Die mit diesen Pilzstämmen beimpften Linden waren z. T. merklich kleiner geblieben als die Kontrollen. Bei einigen Pflanzen war die obere Hälfte der Axe bereits abgestorben, bei anderen nicht. In allen Pflanzen war aber deutliche Holzverfärbung auch in den noch grünberindeten Teilen der Axe zu erkennen, und diese Bräunung erstreckte sich bis in die Seitenästchen, deren Knospen gerade Anfang Mai aufzubrechen begannen. Myzel ließ sich stets mikroskopisch nachweisen, und der Wirtelpilz konnte reisoliert werden. Zweifelhaft dagegen blieben die Infektionen von Linden mit *Prunus-Verticillium*. Auf die einzelnen Pilze komme ich im systematischen Teile dieser Arbeit noch zurück. Die vorliegenden Ergebnisse der Tastversuche sprechen also dafür, daß Linden nicht nur von kranken Exemplaren ihrer Gattung angesteckt werden, sondern auch wirtelpilzkranken Ahornarten, Stachel- und Johannisbeersträucher eine gefährliche Nachbarschaft für sie sein können. Das Linden-*Verticillium* geht andererseits auch auf Ahorn über, worüber oben schon berichtet wurde.

4. Andere *Verticilliosen* von ökonomischer Bedeutung.

a) Die *Aesculus-Verticilliose*.

In den Anlagen des Humboldthaines im Norden Berlins machte sich seit Jahren ein Absterben schöner großer Roßkastanien (*Aesculus Hippocastanum*) bemerkbar. In jedem Jahre wurden einzelne Bäume neu befallen, andere gingen ein und mußten gefällt werden. Die Ursache wurde bislang nicht mit Sicherheit ermittelt. Die Vermutung, daß es sich um Rauchschäden handele, konnte nicht ernst genommen werden, da z. B. ein Baum kerngesund dastand, ein oder zwei Nachbarbäume dagegen krank

Abb. 4.



- A—D *Verticillium albo-atrum* Rke. et Berth. A Wirtelträger, aus schwarzen, sklerotialen Zellverbänden bzw. Sklerotien des Stromas hervorsprossend. Die Träger rechts haben an der Spitze ein Tröpfchen (falsches Köpfchen) mit den Konidien des Pilzes. B Normale Konidien, stärker vergrößert. C Größere, ovale Konidien, durch hefeartige Sprossung auf feuchtem Substrat entwickelt. D Sklerotiale Zellverbände, stärker vergrößert.
- E—F *Verticillium albo-atrum* Rke. et Berth. var. *chlamydosporale* Wr. n. v., aus verfärbten Flecken des Stammholzes einer wegen Erkrankung in Rom gefällten Ulme, *Ulmus campestris* (Dr. v. Gescher, Sept. 1928). E Konidienträger mit wirteliger Verästelung; oben Konidien. F Terminale und interkalare Chlamydo-sporen des Pilzes.
- G *Verticillium cinerescens* Wr. n. sp., aus welkekranken Nelken, *Dianthus caryophyllus*, isolierter, das Holz namentlich unter der Rinde des Stengels braun verfärbender Pilz. Konidienträger mit an Pinselschimmel (*Penicillium*) erinnernder, gedrungener Wirtelverzweigung. Konidien anfangs hyalin, später rußfarbig werdend.

waren, während Rauchschäden sich im allgemeinen über ganze Bestände anfälliger Baumgattungen erstrecken. Im Winter 1928/29 wurde eine genauere Untersuchung an Ort und Stelle vorgenommen, an der sich Frl. Prof. Dr. Joh. Westerdijk, Frl. Dr. Christine Buisman aus Holland, Dr. H. Richter und Ref. beteiligten. Von Seiten des Gartenamtes wurden zunächst Proben einer bereits gekappten Roßkastanie vorgewiesen, die an den Querschnitten des Stammes und der Aeste deutliche Verfärbungen im Splintholz erkennen ließen. Danach wurden die Kastanienalleen des Humboldtthaines besichtigt, die an einigen Stellen schon Lücken hatten. Die Bäume wiesen im entlaubten Zustande auffällige äußere Merkmale der Krankheit nicht auf, außer gelegentlichen, von *Nectria cinnabarina* bzw. *Tubercularia vulgaris* befallenen und abgestorbenen Aesten. Abwechselnd zwischen *Aesculus* stehende *Juglans regia*-Hochstämme waren anscheinend gesund und hatten nach Angaben des Gartenamtes bisher auch noch keine Absterberscheinungen gezeigt. Diese Wahrnehmung ist deswegen von Interesse, weil aus braunen Streifen des Splintholzes der kranken Kastanien nach Uebertragung auf künstliche Nährböden stets *Verticillium albo-atrum* hervorwuchs, und Dufrenoy (75) bereits eine *Juglans-Verticilliose* beschrieben hat, die in Frankreich schädigend aufgetreten ist. Ob es sich dort um eine besonders an Walnuß angepaßte biologische Rasse dieses Wirtelpilzes handelt oder der Nichtbefall der Walnußbäume im Humboldtthain auf Zufall beruht, bleibt zu ermitteln. Ebenso fehlt noch der Nachweis, daß das aus *Aesculus* isolierte *Verticillium* das Absterben der Bäume tatsächlich bewirkt, da Infektionsversuche erst in diesem Jahre gemacht werden können.

b) Die *Ribes*- und *Rubus*-*Verticilliose*.

Die von Aderhold (49) 1907 festgestellte *Verticillium*-Thrombose an *Ribes*-Arten und zwar Stachelbeer- (*Ribes grossularia*-) und Johannisbeer- (*R. rubrum*-) Sträuchern ist lange unaufgeklärt geblieben. Die Art des genannten Wirtelpilzes wurde von dem Entdecker der Krankheit nicht bestimmt. Seither sind von Zeit zu Zeit immer wieder Klagen über das Umsichgreifen des Absterbens dieser wertvollen Beerenobststräucher laut geworden, ohne daß die Ursache restlos aufgeklärt werden konnte. Namentlich sächsische Plantagen wurden heimgesucht, seit einigen Jahren auch solche bei Lübeck und anderwärts. Die von erkrankten Pflanzen früher von anderer Seite isolierte Pilzflora war anscheinend nicht einheitlich. Infektionsversuche, die vereinzelt ausgeführt wurden, fielen negativ aus, z. B. solche mit *Plowrightia ribesia* an Johannisbeersträuchern, *Botrytis spec.* usw. Der Befall schien anfangs hauptsächlich auf die „Weiße holländische Johannisbeere“ beschränkt, ging jedoch bald auch auf „Rote holländische Kirsch“ und vereinzelt sogar auf „Schwarze Johannisbeeren“ über. Von Himbeere (*Rubus idaeus*) erkrankten besonders die vier Sorten „Marlborough, Fastolf, Superlativ und Immertragende von Feldbrunnen“. Frühere Tastversuche mit aus kranken Ruten der Himbeere isolierten Pilzen, z. B. *Coniothyrium Fuckelii*, *Didymella applanata*, *Gloeosporium venetum*, *Fusarium aurantiacum* usw. führten zu keinem eindeutigen Ergebnisse insofern, als ein bestandsweises Absterben durch sie bisher nicht hervorzurufen war. Zur Abwehr empfohlene Spritzungen mit Kupferkalkbrühe versagten, und auch die Beseitigung erkrankter Sträucher verhinderte nicht das Auftreten neuer Erkrankungen in ihrer Nachbarschaft. Man hätte vielleicht durch Aufschulung gesunder Steckholzreiser auf unverseuchtem Boden zu gesunden Beständen gelangen können, aber Neuland stand nicht immer in gewünschtem Umfange zur Verfügung. Durch Kalkung, besondere Düngung, Bodendesinfektion usw. ließ sich die Dezimierung der wertvollen Bestände ebenfalls nicht aufhalten, obgleich beim Ausbleiben ausgesproche-

ner Dürreperioden eine vorübergehende Erholung der Pflanzen manchmal eine günstige Wirkung der einen oder anderen Abwehrmaßnahme vortäuschte. In den letzten Jahren wurde die Krankheit von neuem untersucht, dabei hauptsächlich auf das Vorhandensein von Mikroorganismen im Holz geachtet und nahezu in allen Fällen im gebräunten Gewebe (Hadrom) der Ruten erkrankter Stachel-, Johannis- und Himbeerpflanzen ein Wirtelpilz nachgewiesen, der in Reinkultur Uebereinstimmung mit dem sklerotialen Vertreter des Formenkreises von *Verticillium albo-atrum* erkennen ließ. In diesem Pilze kann man wohl mit Recht den eigentlichen Erreger des Stachel-, Johannis- und Himbeersterbens vermuten, da die eingeleiteten kreuzweise vorgenommenen Infektionsversuche mit *Verticillium* von *Ribes*, *Rubus*, *Acer*, *Ulmus*, *Tilia*, *Prunus*, usw. schon einige Klarheit gebracht haben. Da erst im letzten Herbst Steckholz für Infektionskrankheiten beschafft worden ist, so stehen die Ergebnisse der Versuche mit *Verticillium* an *Ribes* noch aus. Andererseits ließ sich das *Ribes-Verticillium* bereits erfolgreich auf *Tilia* übertragen (vgl. Die Linden-Verticilliose) und dadurch nachweisen, daß der Wirtelpilz von Stachel- und Johannisbeersträuchern ohne weiteres auf Linde übergehen kann.

Berkeley und Jackson haben, wie schon erwähnt (70 b), 1926 als Erreger einer *Rubus-Verticilliose* in Nordamerika einen Pilz festgestellt, den sie für neu hielten und als *V. ovatum* Berk. et Jacks. beschrieben. Eine Abimpfung des letzteren erhielt ich durch Vermittlung des „Centraalbureau for Schimmelcultures“ aus Baarn (Holland). Sie zeigte gute Uebereinstimmung mit hiesigen Pilzisolierungen von *Ribes* und *Rubus*. Auch dieser Pilz ist daher in die Reihe der laufenden Infektionsversuche eingeschaltet worden, um seine Identität mit *V. albo-atrum* zu prüfen.

c) *Beispiele weiterer Isolierungen von Verticillien von verschiedenen Pflanzengattungen.*

Zu *V. albo-atrum* rechnen, um noch einige weitere Beispiele hiesiger Pilzisolierungen zu nennen: Das *Verticillium* von Sauerkirsche (*Prunus cerasus*) aus einem Garten in Dahlem, 1927 isoliert; von Pflaume (*Prunus domestica*), dessen Holz schwarzbraune Ringverfärbung mit Stippflecken, stellenweise wie bei *Graphium ulmi*, zeigte (ded. Höstermann, Berlin, Dez. 1928); von *Chrysanthemum indicum* aus einer Gärtnerei in Darmstadt (ded. Kramppe, 1925); und weitere von *Physalis Alkekengi*, Zehendorf, 1920; von *Capsicum frutescens*, Dahlem, 1920; *Solanum melongena*, St. Paul, Minnesota, 1926; *Solanum lycopersicum*, Görzdorf, 1925; zahlreiche von *Solanum tuberosum* in den letzten zehn Jahren isolierte Pilzstämmen; sowie von *Callistephus sinensis*, Dahlem, 1928, und *Papaver bracteatum* aus dem Botanischen Garten, Berlin-Dahlem, 1928. Auf dürren Blättern aus Westindien eingeführter Bananen (*Musa sapientium*) wurde dann noch ein Wirtelpilz gefunden, der durch sein thermophiles Verhalten von den verbreiteten hiesigen Vertretern dieses Formenkreises abweicht (vgl. systemat. Teil). Abweichend verhielt sich ferner ein von welkekranken Nelken (*Dianthus caryophyllus*) aus Geisenheim isolierter Pilz, (Abb. 4, G), dessen vorläufige Bestimmung als *V. cinerescens* (vgl. Diagnose am Schlusse dieser Arbeit) zweifelhaft bleibt, da die Konidien, welche zuerst hyalin sind, später graue Färbung annehmen, die Verzweigung der Träger büscheliger ist als bei typischen Arten und bereits Uebergänge zu echten Sporodochien wahrzunehmen sind. Solche sind jedoch nicht mehr vereinzelt in der Gattung *Verticillium*, sondern kommen auch *V. tubercularioides* Speg. zu, einem von Saccardo als *Tubercularia bulbicola* (P. Henn.) Sacc. aufgefaßten Pilze, der als Nebenfruchtform zu *Nectria bulbicola* P. Henn. gehört.

III. Vergleichende Systematik der Wirtelpilze des Formenkreises des *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold und anderer Arten.

Kulturen von Wirtelpilzstämmen der verbreitetsten Vertreter dieses Formenkreises nehmen immer ungefähr denselben Verlauf: Myzelübertragungen auf Nähragar führen in wenigen Tagen zur Entwicklung eines hellfarbigen Jungmyzels, das bald Konidien an wirtelig verzweigten Trägern hervorbringt und nach einigen weiteren Tagen dunkelfarbig wird. Diese Färbung vertieft sich sehr schnell unter Bildung zahlreicher schwarzer Sklerotien (bzw. Mikrosklerotien), deren jüngere Stadien Ketten- bzw. Knäuel-Chlamydosporen ähneln. Bei Konidienaussaat dagegen entstehen zunächst kleine, schleimige Lager mit heller Schicht von Konidien, die hefeartige Sprossung und Vermehrung zeigen. Sehr bald setzt auch hier die Sklerotienentwicklung ein. Auf Stengelabschnitten (Lupine, Kartoffel) sproßt hernach ein zarter, die Sklerotien teilweise verdeckender Hyphenflaum hervor, der einige Zeit hindurch Konidienfruktifikation aufweist, später aber unter Eintrocknung des Substrates unscheinbar wird.

Um ein Urteil über Unterschiede im Auftreten von Sklerotien bei einigen dieser Wirtelpilze auf verschiedenen Substraten zu gewinnen, wurden Konidien und Myzel gesondert auf Brown's Stärkeagar (100 ccm Wasser, 10 g Kartoffelstärke, 15 Agar, 2 g Traubenzucker, 0,2 g Asparagin, 1,25 g K_2HPO_4 und 0,75 g $MgSO_4$), Kartoffelsaftagar (1000 ccm Kartoffelsaft, 10 g Traubenzucker, 25 g Agar und Milchsäure bis PH 4,8) und Hafermehlagar (1000 ccm Wasser, 30 g Hafermehl, 20 g Agar, 5 ccm Glycerin und 0,5 ccm Milchsäure, nach dem Kochen zugesetzt) übertragen. Da das letztere Substrat sich mit Bezug auf die Entstehung von Sklerotien wie der erstgenannte Stärkeagar verhielt, so sind in der folgenden Liste nur die beiden ersten Nährböden berücksichtigt worden. „S“ bedeutet Stärkeagar, „K“ Kartoffelsaftagar, „C“ Konidien-, „M“ Myzelübertragung, „+“ Sklerotien, „—“ Fehlen von Sklerotien. Die Kulturen wurden bei Zimmertemperatur gehalten (18—20 ° C.).

Während bei den zwei letzten *Verticillien* die Sklerotien überhaupt fehlten, traten sie bei den ersten 12 Pilzstämmen nach 10 Tagen und bei dem *Musa*-Pilze nach 3—4 Wochen schließlich auf beiden Substraten hervor, ob Konidien oder Myzel übertragen waren. Auf Stärkeagar wurden die ersten Skleroten meist schon am 4. Tage nach der Uebertragung von Konidien beobachtet; nur bei dem Eierfrucht-*Verticillium* erst am 6. Tage und bei dem einen Linden-*Verticillium* erst am 7. Tage. Myzelübertragung verzögerte in einigen Fällen die Entwicklung dieser Dauerform um mehrere Tage, so bei einem Kartoffel-*Verticillium* um 6 Tage, bei einem der Linden-*Verticillien* um drei Tage gegenüber Konidienkulturen. Obgleich diese Pilze ziemlich säuretolerant sind und auf dem an und für sich sauren Kartoffelsaftagar gut wachsen, so neigen sie auf sauren Medien doch mehr zur Luftmyzelbildung, während die Sklerotien an Menge zurücktreten und bisweilen auch erst später erscheinen als auf neutralem Substrat. So waren die ersten Sklerotien auf Kartoffelsaftagar bei den meisten dieser Versuchspilze erst am 6. Tage festzustellen, bei dem *Prunus-Verticillium* nach Myzelübertragung sogar erst am 10. Tage, und ebensopät bei dem Eierfrucht- und dem einen Kartoffel-*Verticillium*. Ob es sich hier aber wirklich um konstante Unterschiede der Säuretoleranz handelt, ob auch thermale Faktoren des Wachstums mitspielen, oder ob bei längerer Weiterkultur ein Ausgleich stattfindet, blieb für die jüngeren Isolierungen noch zu ermitteln.

Durch Uebertragung von Sklerotien gelingt nun bei einigen dieser Pilzstämmen eine quantitative Vermehrung dieser Dauerform und die Zurückdrängung der Konidien auf gewissen Nährböden. Andererseits läßt sich jede Wuchsform einige Zeit konstant erhalten oder auch in die anderen überführen. Durch Isolierung aus Naturmaterial erhält

Nr.	Verticillium-Stämme Wirt	Herkunft	Sklerotien entstanden am																									
			4. Tage				5. Tage				6. Tage				7. Tage				10. Tage				14. Tage				25. Tage	
			S. C.	S. M.	K. C.	K. M.	S. C.	S. M.	K. C.	K. M.	S. C.	S. M.	K. C.	K. M.	S. C.	S. M.	K. C.	K. M.	S. C.	S. M.	K. C.	K. M.	S. C.	S. M.	S. C.	S. M.		
1	<i>Tilia parvifolia</i>	Dahlem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
2	<i>Tilia euchlora</i> (?)	Nürnberg	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
3	<i>Ulmus sp.</i>	Dahlem	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
4	<i>Acer negundo</i>	Dahlem	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
5	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Dahlem	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
6	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Ketzin	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
7	<i>Prunus cerasus</i>	Dahlem	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+			
8	<i>Solanum tuberosum</i>	Dahlem	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
9	<i>Solanum tuberosum</i>	Dahlem	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+			
10	<i>Solanum lycopersicum</i>	Görsdorf	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
11	<i>Solanum melongena</i> , Min.	Minnesota	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+			
12	<i>Chrysanthemum indicum</i>	Darmstadt	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
13	<i>Musa sapientium</i> -Blätter	Westindien	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
14	<i>Solanum tuberosum</i>	Dahlem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
15	<i>Solanum lycopersicum</i>	Dahlem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

man bald die eine, bald die andere Wuchsform desselben Pilzes. Einzelsporkulturen führen zu einer gewissen Gleichmäßigkeit. Mehrere Jahre lang fortgesetzte Kulturen bringen hierin kaum eine wesentliche Aenderung hervor. Entartungen sind seltener als bei manchen *Nectrien*, *Gibberellen* und deren Konidienformen, *Fusarien* und *Cylindrocarpon*, beobachtet. Höchstens wird man die Erfahrung machen, daß einzelne Stämme, die anfangs wenig oder gar keine Sklerotien entwickelten, allmählich diese Dauerform häufiger zeigen, während andere sofort pechschwarze sklerotiale Pilzrassen hervorbringen, in späteren Uebertragungen aber das Luftmyzel in den Vordergrund treten lassen. Daher ist es unmöglich, den quantitativen Unterschieden im Vorkommen dieser Dauerform eine systematische Bedeutung zuzuerkennen. Auch nach der Größe der Sklerotien, die sehr wechselnd ist (30—80 μ), lassen sich diese Pilzstämme nicht unterscheiden. Wie schon *Reinke* und *Berthold* hervorhoben, handelt es sich ja auch nicht um fest begrenzte, von einer derben Außenschicht umschlossene Gebilde, die wir bei *Claviceps* und bei der Gattung *Sclerotium* kennen, sondern um durch Anastomose verbundene Zellkettenbündel und Zellknäuel, deren Anfänge Chlamydosporenketten ähneln.

Allerdings läßt sich das Fehlen von Sklerotien, das bei den Pilzstämmen Nr. 14—15 hervortritt, gegenüber dem Vorkommen dieser Dauerform als morphologisches Merkmal verwerten, worauf wir noch zurückkommen werden.

Das zögernde Auftreten von Sklerotien bei dem von Bananeblättern stammenden *Verticillium*, für das der Name *V. albo-atrum* var. *medium* vorgeschlagen wird, regte zu dem Versuch an, den Einfluß erhöhter Temperatur auf den Wachstumsverlauf dieses Pilzes im Vergleich zu hiesigen Isolierungen des *V. albo-atrum* und seiner weiter unten als „*caespitosum*“ beschriebenen Varietät zu prüfen.

Einfluß bestimmter Temperaturen auf die Entwicklung des von verschiedenen Wirtspflanzen isolierten *Verticillium albo-atrum* im Vergleich zu seinen beiden Varietäten, „*var. caespitosum*“ und „*var. medium*“.

Alle Pilze wuchsen gut auf den beiden zu diesem Versuche gewählten Nährsubstraten, *Brown's Stärkeagar*²⁾ und *Kartoffelsaftagar*.³⁾ Auf ersterem traten die Sklerotien zuerst auf, später aber auch auf dem letzteren, der der Entwicklung schleimartiger (*Pionnotes*) Konidienbeläge besonders günstig war. In der nachfolgenden Tabelle bedeuten die Zeichen ((+)) Wachstumsspuren, ++ Ausbreitung des Pilzes über die ganze Substratoberfläche, (-+), +, (+++) die dazwischen liegenden Stufen der Ausbreitung des Pilzes, — kein Wachstum, s Sklerotienentwicklung, p Auftreten ausbreiteter Schleimlager (*Pionnotes*) der Konidien.

Pilzname Wirtspflanze	Herkunft	Wachstumsverlauf der Pilze bei Aufbewahrung in Thermostaten							
		Tage	36° C	31° C	26° C	21° C	16° C	8° C	5° C
a) <i>Verticillium albo-atrum</i> von 1. <i>Chrysanthemum</i>	Darmstadt	3	—	—	+ps	(+)	—	—	—
		10	—	+s	++s	++s	++s	—	—
		21	—	++s	++s	++s	++s	+	—

²⁾ *Brown*: *Annals of Botany* 39 (1925), 373—408.

³⁾ 1000 ccm Kartoffelsaft, 10 g Traubenzucker, 25 g Agar + Milchsäure bis pH 4,8.

Pilzname Wirtspflanze	Herkunft	Wachstumsverlauf der Pilze bei Aufbewahrung in Thermostaten							
		Tage	36° C	31° C	26° C	21° C	16° C	8° C	5° C
2. <i>Prunus cerasus</i>	Berlin	3	—	—	++ps	(+)p	—	—	—
		10	—	++ps	++s	++s	++s	—	—
		21	—	++s	++s	++s	++s	+	—
3. <i>Tilia parvifolia</i>	Berlin	3	—	+p	+	(+)	—	—	—
		10	—	++s	++s	++s	++s	—	—
		21	—	++s	++s	++s	++s	+	—
4. <i>Tilia euchlora</i> (?)	Nürnberg	3	—	+p	+	+	(+)	—	—
		10	—	++s	++s	++s	++s	(+)	—
		21	—	++s	++s	++s	++s	+	—
5. <i>Solanum melongena</i>	St. Paul, Minnesota	3	—	((+))	(+)	(+)	+s	—	—
		10	—	+s	++s	++s	++	((+))	—
		21	—	++s	++s	++s	++s	+	—
6. <i>Solanum lycopersicum</i>	Görsdorf	3	—	((+)s)	(+)	--	—	—	—
		10	—	++s	++s	++s	++s	—	—
		21	—	++s	++s	++s	++s	((+))	—
7. <i>Solanum tuberosum</i>	Berlin	3	—	—	+ps	(+)	—	—	--
		10	—	+s	++s	++s	++s	—	—
		21	—	+s	++s	++s	++s	+s	—
b) <i>Verticillium albo-atrum</i> v. <i>caespitosum</i> von	Berlin	3	—	((+))	(+)	(+)	((+))	—	—
		10	—	((+))	++	++	++	+	—
		21	—	((+))	++	++	++	((++))	—
9. <i>Solanum lycopersicum</i>	Görsdorf	3	—	—	+p	+	—	—	—
		10	—	(+)	++	++	++	(+)	—
		21	—	(+)	++	++	++	+	—
c) <i>Verticillium albo-atrum</i> v. <i>medium</i> von	Westindien	3	(+)	+	+	(+)	—	—	—
		10	+	++s	++s	++	++	—	—
		21	++	++s	++s	++s	++	((+))	—

Als wesentliches Ergebnis dieses Versuches tritt das thermophile Verhalten des Banane-*Verticillium* hervor, das noch bei 36 bis 37 Grad lebhaftes Wachstum zeigte. Es entwickelte bei 26—31 Grad schon am 7. Tage, bei 21 Grad allerdings erst am 21. Tage und bei 18 Grad etwa nach einem Monat Sklerotien. Bei 8 Grad wuchs es dagegen fast nicht mehr im ersten Monat und nachher nur spärlich, während die anderen Pilze, die aus der gemäßigten Zone stammen, bei 8 Grad schon in der zweiten Woche sichtbares Wachstum zeigten und binnen Monatsfrist die ganze Substratoberfläche besiedelt hatten. Ohne diese Prüfung hätte man anfänglich das Vorkommen von Sklerotien bei dem Bananepilze fast übersehen und seine systematische Stellung bei der Varietät „*caespitosum*“ vermuten können.

Ferner erhob sich die Frage, ob wenigstens die Konidien Verschiedenheiten aufweisen, nach denen man einzelne dieser Pilzstämmen von einander unterscheiden könnte. Die Bemühungen nach dieser Richtung hin führten bei der verbreiteteren Form zu keinem greifbaren Ergebnisse, und auch die durch Fehlen von Sklerotien, aber durch

Vorhandensein von Chlamydo-sporen ausgezeichnete Varietät (*V. albo-atrum* var. *chlamydo-
sporale* n. v.) stimmt in der Durchschnittsgröße der Konidien gut mit der Haupt-
art überein. Nur ein ebenfalls zum Vergleich herangezogener, von Lupine stammender
Wirtelpilz (*V. albo-atrum* var. *chlamydo-
sporale* f. *angustum* n. f.) zeigt etwas geringere
Konidiendicke, worauf jedoch nicht allzuviel Gewicht zu legen ist.

Verticillium-Pilzstämme vom sklerotialen, asklerotialen und chlamy-
do-
sporale Typus mit Vergleichen der Durchschnittsgröße (Länge×Dicke)
normaler ellipsoidischer Luftmyzelkonidien und ovaler, größerer Konidien
aus schleimigen (Pionnotes-, Hefe-, Cephalosporium-) Lagern nach
Isolierungen der Pilze von verschiedenen Wirtspflanzengattungen.

Wirtspflanze	Herkunft	Jahr der Pilz- isolierung	Durchschnittsausmaße	
			ellipsoidischer Konidien micron	ovaler Konidien micron
a) <i>Verticillium albo-atrum</i> Rke. et Berth. (cum <i>sclerotiis</i>) (Abb. 4, A—G)				
1. <i>Callistephus sinensis</i>	Dahlem	1928	4,9×2,1	5,9×3,7
2. <i>Ribes grossularia</i>	Sachsen	1928	4,7×2,1	6,3×3,4
3. <i>Ribes rubrum</i>	„	1928	4,6×2,2	6,5×3,5
4. <i>Rubus idaeus</i>	„	1928	4,8×2,3	6,5×3,6
5. <i>Rubus spec. (V. ovatum)</i> . . .	Canada (Berkeley)		4,7×2,2	6,4×3,5
6. <i>Aesculus Hippocastanum</i> . . .	Berlin	1929	4,9×2,2	6,0×3,5
7. <i>Tilia parvifolia</i>	Dahlem	1927	4,9×2,3	5,6×3,6
8. <i>Ulmus scabra (= montana)</i>	„	1927	4,7×2,3	5,8×3,4
9. <i>Acer negundo</i>	„	1927	5,4×2,3	6,1×3,6
10. <i>Acer platanoides</i>	„	1928	5,3×2,3	6,1×3,5
11. <i>Acer pseudoplatanus</i>	Ketzin	1925	5,3×2,2	6,2×3,5
12. <i>Prunus cerasus</i>	Dahlem	1927	4,9×2,2	6,0×3,4
13. <i>Prunus domestica</i>	Berlin (Höstermann)	1928	4,7×2,1	6,9×3,7
14. <i>Papaver bracteatum</i>	Bot. Garten, Dahlem	1928	5,2×2,1	7,2×3,6
15. <i>Capsicum frutescens</i>	Dahlem	1920	4,8×2,2	6,1×3,6
16. <i>Solanum tuberosum</i>	„	1921	5,1×2,3	5,8×3,4
17. <i>Solanum lycopersicum</i>	Görsdorf	1925	5,3×2,3	6,0×3,6
18. <i>Solanum melongena</i>	St. Paul, Minnesota	1926	5,3×2,3	6,2×3,5
19. <i>Physalis Alkekengi</i>	Berlin-Zehlendorf	1920	5,3×2,4	5,8×3,3
20. <i>Chrysanthemum indicum</i> . . .	Darmstadt	1925	5,1×2,4	6,0×3,5
b) <i>Verticillium albo-atrum</i> Rke et Berth. var. <i>medium</i> Wr. n. v. (<i>thermophilum</i> ; cum <i>sclerotiis</i>)				
21. <i>Musa sapientium</i> -Blätter . . .	Westindien	1926	5,1×1,9	5,0×2,4
c) <i>Verticillium albo-atrum</i> Rke et Berth. var. <i>caespitosum</i> Wr. n. v. (<i>sine sclerotiis</i>)				
22. <i>Solanum tuberosum</i>	Görsdorf	1926	5,2×2,3	5,8×3,2
23. <i>Solanum lycopersicum</i> *) . . .	Dahlem	1927	4,8×2,2	6,0×3,3

*) Dieses ist eine Reisolierung des vorhergehenden Kartoffel-*Verticillium* von Tomate,
die durch Einimpfung desselben welkekrank geworden war.

Wirtspflanze	Herkunft	Jahr der Pilz-isolierung	Durchschnittsausmaße	
			ellipsoidischer Konidien micron	ovale Konidien micron
d) <i>Verticillium albo-atrum</i> Rke et Berth. var. <i>chlamydosporale</i> Wr. n. v. (<i>cum chlamydosporis</i>) (Abb. 4, E, F) **)				
24. <i>Ulmus campestris</i>	Rom, Italien	1928	5,5×2,2	7,2×3,5
25. <i>Apium graveolens</i>	Gießen	1928	5,6×2,4	6,9×3,6
e) <i>Verticillium albo-atrum</i> Rke et Berth. var. <i>chlamydosporale</i> f. <i>angustum</i> Wr. n. f. (syn. <i>Verticillium angustum</i> Wr. in Angew. Botanik IV, 12, 1922) ***).				
26. <i>Lupinus angustifolius</i>	Dahlem	1916	4,9×1,7	

Bei den Pilzstämmen Nr. 1—20 des sklerotialen Typus schwanken die ellipsoidischen Konidien um den Mittelwert von $5.1 \times 2.2 \mu$ in mittleren Grenzen von $3.9 - 6.1 \times 1.8 - 2.9 \mu$ und in absoluten Grenzen von $2.5 - 12 \times 1.5 - 5 \mu$ Größe.

Die ovalen Konidien dagegen haben die Vergleichsgrößen: $6.1 \times 3.5 \mu$, mittlere Grenzen $5.6 - 6.8 \times 3.3 - 4.2 \mu$, absolute Grenzen $3 - 12 \times 2.5 - 6 \mu$.

Aehnliche Mittelwerte erhält man bei den Pilzstämmen Nr. 22—23 des asklerotialen und Nr. 24—25 des chlamydosporalen Typus von Kartoffel und Tomate, während das *Musa-Verticillium* (Nr. 21) eine besondere Stellung einnimmt, indem es schmalere Konidien als der Typus hat.

Obgleich zwischen ellipsoidischen und ovalen Konidien alle Uebergänge vorkommen, ist die zwischen beiden liegende Mittelgröße $5.6 \times 2.9 \mu$ nur von theoretischer Bedeutung. Die ellipsoidischen Konidien dürften der Norm entsprechen, da sie an den Wirtelträgern im Luftmyzel vorherrschen. Die ovale Form herrscht bisweilen in jungen Zuständen, unter feuchten Bedingungen sowie bei der Keimung vor. Da letzterer häufig eine Quellung und Streckung vorangeht und mit ihr eine Neigung zur Septierung der Mutterkonidien sich geltend macht, so ist das mikroskopische Bild einer 3—6 tägigen Kultur sehr mannigfaltig und unübersichtlich. Erst nach 14 Tagen tritt eine genügende Gleichmäßigkeit zutage. Es empfiehlt sich also, mit den Messungen der normalen ellipsoidischen Konidien solange zu warten, bis Reife und Ausgeglichenheit erreicht sind.

**) A typo differt *chlamydosporis* terminalibus aut intercalariis, raro catenulatis, nunquam plectenchymice vel sclerotice conjunctis, numerosis, nigris, globosis vel piriformibus, $5-7 \mu$ diam. Conidia hyalina, ellipsoidea, minora 5.5×2.2 plerumque $4.5-6.4 \times 1.8-2.5$ ($3-9 \times 1.5-3$) μ , majora ovoidea 7.2×3.5 plerumque $7-9 \times 3.4-3.6$ ($5-12 \times 3-4.5$) μ . Habitat in fasciculis fibrovascularibus ligni Ulmi campestris aegrotae, Romae Italiae (Dr. v. Gescher, 1928); hadroma radice bulbosae Apii graveolentis quoque invadit et nigrescit, Gießen Germaniae (Dr. O. Appel jun., 1928).

***) Dieser Pilz wurde ursprünglich als *V. angustum* Wr. (51d) ohne Diagnose aufgeführt, läßt sich indes als Form der Varietät „*chlamydosporale*“ genügend kennzeichnen: A typo differt conidiis angustioribus, 4.9×1.7 plerumque $4.5-6 \times 1.5-1.8$ ($3-8 \times 1.2-2$) μ . Habitat in caulibus Lupini angustifolii cui morbum „tracheomycosim“ dictum affert, Dahlem-Berolini in Germania.

Versuchen wir nun, den verbreitetsten der hier vorliegenden Pilze zu bestimmen, so stehen uns zur Beurteilung einer Identität mit *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae* und *V. ovatum*, die hier in erster Linie zu vergleichen wären, folgende Angaben aus der Literatur zur Verfügung: Die Größe der Konidien der asklerotialen Form des *V. albo-atrum* beträgt, in „micron“ gemessen, nach

Klebahn	4—6	× 1.5 — 2.5
van der Meer	5.6	× 2.8
Berkeley	4.61	× 2.35 (Kartoffel)
	5	× 2.2 — 2.5 (Tomate, Kartoffel)
	4.42	× 2.08 (Kartoffel)
nach meinen Messungen: . Norm	5.0	× 2.25 (Kartoffel, Tomate)
	ovale Konidien	5.9 × 3.25 (Kartoffel, Tomate)

Reinke und Berthold geben ihr *V. albo-atrum* mit $5-12 \times \text{ca. } 3 \mu$ großen Konidien an, die übrigens nach ihren Abbildungen etwa $5.9 \times 2.8 \mu$ messen, jedoch meist oval und etwas gequollen erscheinen. Die Größen liegen also zwischen den Mittelwerten für ellipsoidische normale und ovale Konidien aus feuchteren Wachstumsbedingungen unserer Pilzstämme.

Die Größe der sklerotialen Form (*V. dahliae* Klebahn, van der Meer u. a.) beträgt nach

Klebahn	4—7	× 1.5 — 2 (Dahlia)
van der Meer	4.2	× 2.1 (verschiedene Pflanzen)
Berkeley	4.63	× 2.07 (aus Holland)
nach meinen Messungen: . Norm	5.1	× 2.2 (verschiedene Pflanzen)
	ovale Konidien	6.1 × 3.5 (verschiedene Pflanzen)

Nach Berkeley für den Formenkreis des *Verticillium ovatum* von *Acer*, *Aster*, *Rubus*, *Rhus*, *Amygdalus* 4.17×2.25 ($4.25-4.5 \times 2.25-2.5$).

Die Ausmaße schwanken zwar ein wenig, wahrscheinlich aber erklärt sich der Unterschied aus der Wahl der gemessenen Konidien, die bald ellipsoidisch, bald rundoval oder länglichoval auftreten. *Unter Zugrundelegung dieser Tatsache tritt ein entscheidender Gegensatz in den Größenangaben dieser drei Formenkreise überhaupt nicht zutage.*

Würden wir nun noch den Versuch machen, einen Unterschied in der Pathogenität festzustellen, so begeben wir uns auf ein sehr unsicheres Gebiet, das in vieler Hinsicht noch zu erforschen ist und auch den morphologischen Ergebnissen gegenüber nicht ausschlaggebend sein kann. Allerdings könnten durch solche Forschungen biologisch verschiedene Rassen oder Formen dieser Pilze ermittelt werden. Von diesem Ziel sind wir zur Zeit noch weit entfernt. Ein Beispiel mag hier angeführt werden. Bewley stellt in seiner bereits erwähnten Arbeit die Tatsache fest, daß die durch reichliche Sklerotien ausgezeichneten Pilzstämme seines *Verticillium albo-atrum* von Tomate sich pathogener für Tomate zeigten als asklerotiale Vertreter desselben. In einem Versuche in Dahlem war das Verhältnis eher umgekehrt. Ein Kartoffel-*Verticillium* ohne Sklerotien brachte nach Impfung auf Tomate die Welkekrankheit schneller hervor als ein von welkekranken Tomaten isoliertes, reichlich Sklerotien tragendes *Verticillium*, das offenbar höhere Wärmeansprüche hat, als in dem Versuchsjahr zu Gebote standen. Beide Wirtelpilze aber, ob mit oder ohne Sklerotien, sind pathogen für Kartoffel, wie aus früheren Versuchen hervorgegangen war. In der Konidiengröße unterschieden sie sich nicht. Dieselbe war 5.2×2.3 bzw. $5.3 \times 2.3 \mu$.

Dem Mangel einer Diagnose des *Verticillium albo-atrum* in der Arbeit Reinke und Berthold's hat Saccardo in Sylloge Fungorum X, 1892 S. 547 nachgeholfen, jedoch das Vorkommen sklerotialer Mycelien unerwähnt gelassen:

Mycelio endogeno effuso, fusciscente; hyphis fertilibus emergentibus, erectis, simplicibus, fuscis, sursum pallidioribus, ramoso-verticillatis, parce septatis; ramis ternis-quinis basi incrassatis ad apicem tenuatis ascendentibus; conidiis ovato-oblongis continuis, ex hyalino fuscis, $6-12 \times 3 \mu$. Hab. in caulibus *Solani tuberosi* subvivi in Germania.

Trägt man aber der ursprünglichen Beschreibung dieses Wirtelpilzes Rechnung sowie der Tatsache, daß sklerotiale Dauermycelien bei den meisten dieser Gefäßparasiten vorkommen, ob sie von Solanaceen oder anderen Pflanzen isoliert worden sind, so kann man die Diagnose dieser Grundart, wie folgt, vervollständigen:

Verticillium albo-atrum Reinke et Berthold.

Reinke, J. und Berthold, G. Die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze. Berlin 1879: 67—96. Taf. VIII u. IX, 1—11. Saccardo, Syll. Fung. X. 1892: 547.

Mycelium endogenum effusum primo sparsum, album, dein densum, fusciscentis, interdum catenas, cellularum tumidarum vel acervulos plus minusve sclerotiales nigrescentes ($30-80 \mu$ diam.), format, hyphis fertilibus emergentibus, erectis, ex albo atris, ramoso-verticillatis, septatis, ramis ternis-quinis basi incrassatis, ad apicem tenuatis ascendentibus; conidiis sparsis vel in capitulis falsis dispositis, continuis, hyalinis, ellipsoideis, $5,1 \times 2,2 \mu$ plerumque $3,9-6,1 \times 1,8-2,9$ ($2,5-12 \times 1,5-5$) μ vel ovato-oblongis, $5,8 \times 3,4 \mu$ plerumque $5,6-6,8 \times 2,8-4,2$ ($3-12 \times 2,5-6$) μ , rarissime (statu germinante) septatis. Fungus qui plantas varias infestat et necat morbo „tracheomycosi“ dicto, habitat in caulibus, tuberibus, ligno praesertim in tracheis e gr. *Solani tuberosi*, *S. lycopersici*, *S. melongenae*, *Physalis Alkekengi*, *Capsici*, *Abelmoschi* (*Hibisci*) *esculenti*, *Aceris*, *Aesculi*, *Chrysanthemi*, *Papaveris*, *Pruni cerasi*, *Ribis*, *Rubi. Tiliae*, *Ulmi* etc. in Europa et America boreali.

Diesem Pilze würden dann die meisten Stämme, welche van der Meer unter *Verticillium dahliae* aufgeführt hat, entsprechen, wahrscheinlich auch *V. dahliae* Klebahn und *V. ovatum* Berk. et Jacks.

Die Pilzform, welche hie und da von *Solanaceen* und einzelnen anderen Pflanzen, *Cucumis*, *Prunus*, *Rhus* usw. isoliert worden ist, unterscheidet sich morphologisch nicht genügend von der Grundart, um sie spezifisch von ihr zu trennen. Sie scheint außerdem viel seltener zu sein als letztere. Auch bei *Solanum* bildet sie in Deutschland viel mehr die Ausnahme als die Regel. Ob die sklerotiale Grundart nicht auch auf Gurke vorkommt, wissen wir nicht.

Die seltenere Pilzform, welche durch das Fehlen sklerotialer Mycelgruppen (Mikrosklerotien) usw. vom Typus abweicht, mag von letzterem, wie folgt, als Varietät unterschieden werden:

Verticillium albo-atrum Rke. et Berth. var. *caespitosum* n. v. Syn. *Verticillium albo-atrum* cf. van der Meer, Klebahn, aut. var. A typo differt mycelio asclerotiali.

Habitat in Solanaceis nec non in Cucurbitaceis (*Cucumere sativo*, *C. melonis*), ligno *Pruni*, *Rhois* (?), in *Beta* (?) etc. quibus eundem morbum affert atque typus.

Zu dieser Varietät dürfte die farblose Pilzform, die Berkeley auf Kartoffel, Tomate und Himbeere in Canada nachwies, als „*forma pallens*“ hinzutreten, die sich dann durch Fehlen dunkler Myzelfärbungen von ihr unterscheiden ließe. In Dahlem ist diese Form nur ein einziges Mal auf welkekranken Kartoffeln nachgewiesen worden.

Die anscheinend sehr große Variabilität der Wirtelpilze des vorliegenden Formenkreises legt den Gedanken nahe, daß eine Anordnung der Arten im System nach der Konidiengröße und den wenigen übrigen Merkmalen schwierig, wenn nicht gar unmöglich sei. Um diese Frage völlig zu klären, sind noch viele Einzelstudien nötig. Um jedoch einen kurzen Einblick zu geben und eine Erörterung über diese Pilzgruppe auf Grund weiterer Studien vorzubereiten, stelle ich die hier behandelten Formen in einer Liste mit anderen mehr oder minder bekannten Verticillien auf. Als Merkmale kämen außer den Durchschnittsgrößen der Konidien noch die Farbe der Konidien und Myzelien sowie das Vorkommen von Chlamydo-sporen und Sklerotien in Betracht. Nur bei 2 Pilzen ist bisher die höhere Fruchtförm nachgewiesen, nämlich *Nectria*.

<i>Verticillium</i> -Name und Wirtspflanze	Konidien- Größe micron	Konidien- Farbe	Myzel- Farbe (Stroma)	Skle- rotien	Chla- mydo- sporen
1. <i>V. nubilum</i> Peth. (61) tub. <i>Solani tuberosi</i>	9,0×3,0	weiß	schwarz	—	+
2. <i>V. nigrescens</i> Peth. (61) tub. <i>Solani tuberosi</i>	7,0×2,0	„	„	—	+
3. <i>V. albo-atrum</i> Rke. et Berth. ¹⁾ var. <i>medium</i> Wr. n. var. fol. <i>Musae sapientium</i>	5,1×1,9	„	„	+	—
4. <i>V. albo-atrum</i> Rke. et Berth. var. <i>chlamydosporale</i> Wr. <i>Ulmus campestris</i> . <i>Apium grav.</i>	5,5×2,2	„	„	—	+
5. <i>V. albo-atrum</i> Rke. et Berth. <i>Acer</i> , <i>Prunus</i> , <i>Solanum</i> , <i>Tilia</i> , <i>Ulmus</i> usw.	5,1×2,3	„	„	+	—
6. <i>V. albo-atrum</i> Rke. et Berth. var. <i>caespitosum</i> Wr. n. v. <i>Prunus</i> , <i>Solanum</i> , <i>Cucumis</i>	5,0×2,3	„	„	—	—
7. <i>V. (Acrostalagmus) Vilmorinii</i> (Guég.) Westdk. et Luijk caul. <i>Asteris</i> (72) (nach Dowson)	4,0×1,5	rosig-weiß	bräunlich	—	—
8. <i>V. pulverulentum</i> Gouventak ²⁾ fruct. <i>Solani lycopersici</i>	4,15×3,21	weiß-rosig	hell	—	?
9. <i>Nectria bulbicola</i> P. Henn. = <i>V. tubercularioides</i> Speg. bulb. <i>Orchydeacearum</i>	6,2×2,5	weiß-rosig	goldgelb	+	+
10. <i>Nectria inventa</i> Pethybridge ³⁾ = <i>V. cinnabarinum</i> (Cda.) Rke. et Berth., tub. <i>Solani</i>	3,8×2,2	zimmt-braun	braun	—	—

¹⁾ Conidia ellipsoidea, 5,1×1,9 plerumque 4—7×1,5—2,3 (3—9×1,2—3). Chlamydosporae absunt. Sclerotia cfr. diagn. *V. albo-atri*. Fungus thermophilus habitat in foliis *Musae sapientium*, cum fructibus ex India occid. importatis. Ob dieser Pilz mit dem von Hansford (67) 1924 aus Jamaica angeführten *Verticillium* von herzfaulen Bananenblättern übereinstimmt, bleibt zu ermitteln.

²⁾ Gouventak, Cornelia. Eine neue *Verticillium*art. Meded. Phytopath. Lab. „Willie Commelin Scholten“, Baarn (Holland), 8 (1924) 55—56.

³⁾ cf. Pethybridge (61).

Aus dieser Liste geht klar hervor, daß wir eine ganze Reihe von Merkmalen zur Unterscheidung der Arten zur Verfügung haben. Der Wert der Angaben über die Konidiengröße hängt natürlich davon ab, ob normale oder abnorme Konidien gemessen worden sind bzw. alle Formen zusammen. Mit großer Wahrscheinlichkeit kann aber bei den meisten Formen das erstere angenommen werden. Die Farbe der Konidien und Myzelien bietet bei manchen Arten gute Anhaltspunkte der Bestimmung. Daneben finden sich Merkmale von geringerer Bedeutung in den Verschiedenheiten der Lebensweise, auf die hier aber verzichtet werden konnte.

Ein durch dunkelfarbig werdende Konidien abweichender, von welkekranken Nelken isolierter Pilz wird hier zum Vergleich aufgeführt und mit folgender Diagnose vorläufig zur Gattung *Verticillium* gestellt:

Verticillium cinerescens Wr. n. sp. (Abb. 4, G).

Caespitibus pulveraceis v. byssoideis, ex albo-cinerescentibus; conidiis ad conidiophoros, iterum binos v. ternos ramos gerentes, dispositis, primo hyalinis dein in massa pulveracea vel in guttulis gelatinosis, cinerescentibus, et cylindrico-ellipsoideis et ovoideis, $4,4 \times 1,75$ plerumque $3,8-4,9 \times 1,7-2$ ($3-7 \times 1,5-3$) n. A typo generis differt colore conidorum; interdum simile quoque *Dendrodochio* et *Spicariae* (conidiis catenulatis exceptis), *Periolae*, *Gliocladio*, *Acrocylindrio*.

Hab. in ligno fusco-fibrato caulis basalis *Dianthi caryophylli*, morbo fibrovasculari infestantis, Geisenheim Rhenaniae (G a n t e leg. Jan. 1929).

IV. Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Die Verticilliosen an *Ulmus*, *Acer*, *Tilia* und neuerdings auch an *Aesculus*, an letzteren beiden Gattungen bisher anscheinend noch unbekannt, wurden vereinzelt in Deutschland beobachtet und in allen Fällen auf dasselbe *Verticillium* zurückgeführt.
2. Zur Bestimmung wurden vergleichsweise herangezogen eigene Isolierungen aus früheren Jahren und der letzten Zeit aus welkekranken Pflanzen folgender Arten von 20 Gattungen, Proben meist deutscher Herkunft (bis auf die von *Abelmoschus*, *Citrullus*, *Musa* und *Solanum melongena*, von welchen Pflanzen Verf. die Krankheit in Amerika festgestellt hatte, sowie eine Isolierung von *Ulmus campestris*, von der einmal aus Rom Holzproben eingesandt worden waren):

Abelmoschus (Hibiscus) esculentus (Gombo, eßbarer Eibisch), *Acer negundo* (Eschenahorn), *A. platanoides* (Spitzahorn), *A. pseudoplatanus* (Bergahorn), *Apium graveolens* (Sellerie), *Aesculus Hippocastanum* (Roßkastanie), *Callistephus sinensis* (Sommeraster), *Chrysanthemum indicum* (Herbstaster), *Citrullus vulgaris* (Wassermelone), *Dianthus caryophyllus* (Nelke), *Fagus silvatica* (Rotbuche), *Lupinus angustifolius* (blaue Lupine), *Lycopersicum esculentum* bzw. *Solanum lycopersicum* (Tomate), *Musa sapientium* (Banane), *Papaver bracteatum* (Mohn), *Physalis Alkekengi* (Judenkirsche), *Prunus cerasus* (Kirsche), *P. domestica* (Hauszwetschge, -Pflaume), *Ribes grossularia* (Stachelbeere), *R. rubrum* (Johannisbeere), *Rubus idaeus* (Himbeere), *Solanum melongena* (Eierfrucht), *S. tuberosum* (Kartoffel), *Tilia euchlora* C K. = *T. corinthica* Bosc. (Korinthische Linde), *T. parvifolia* Ehrh. = *T. cordata* Mill. (Kleinblättrige Linde), *Ulmus scabra* = *U. montana* (Bergulme) und *U. campestris* (Feldulme).

3. Die meisten *Verticillium*-Isolierungen stimmten morphologisch mit dem sklerotialen Vertreter des Formenkreises des Erregers der Kartoffelwelke, *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold, überein. Dieser Wirtelpilz wurde nach Reinke und Berthold's Beschreibung und Abbildungen als sklerotiales *Verticillium* gedeutet im Gegensatz zu neueren Auffassungen dieser Art als asklerotialen Vertreter (Klebahn, van der Meer u. a.).
4. Die Saccardo'sche Diagnose des *V. albo-atrum* wurde in diesem Sinne vervollständigt, der seltenere asklerotiale Wirtelpilz als „*var. caespitosum*“, der hellfarbige ohne schwarze Sklerotien als „*forma pallens*“ dieser Varietät, der von Bananenblättern aus Westindien stammende thermophile Wirtelpilz als „*var. medium*“, ein im Holz einer Feldulme aus Rom sowie in kranken Sellerieknollen aus Gießen festgestelltes *Verticillium* ohne Sklerotien aber mit echten Chlamydosporen als „*var. chlamydosporale*“ und ein von welkekranken, blauen Lupinen stammender ähnlicher Pilz mit schmälere Konidien als „*forma angustum*“ (syn. *V. angustum* Wr. nom. nudum in Angew. Botanik IV, 12. 1922)“ dieser Varietät der Grundart angeschlossen. Ein von welkekranken Nelken isolierter Wirtelpilz, dessen Konidien grau werden, ist vorläufig als *V. cinerescens* aufgestellt, obgleich seine Stellung bei *Verticillium* Zweifeln begegnen kann.
5. Durch Infektionsversuche ließ sich nachweisen, daß *Verticillium albo-atrum* von Linde auf Linde und Ahorn und umgekehrt von Ahorn auf Linde, das von Stachel- und Johannisbeersträuchern auf Linde überzugehen vermag. Das negative Ergebnis von Infektionsversuchen mit diesen und anderen Pilzstämmen desselben Formenkreises an verschiedenen Pflanzengattungen ist noch durch Wiederholung zu überprüfen.

V. Verzeichnis der zitierten Schriften¹⁾, namentlich über Wirtelpilz-Welkekrankheiten (*Verticilliosen*).

14. Bewley, W. F. Sleepy Diseases of the Tomato. *Annals Applied Biology* IX, 2 (1922) 116—134.
37. Van der Meer, Jikke, H. H. *Verticillium*-wilt of herbaceous and woody plants. Mededeel. van de Landbouwhoogeschool. Deel 28 (1924) 82 pp, Wageningen (Niederland). *Verticillium*-wilt of maple- and elm-seedlings in Holland. *Phytopathology* 16 (1926) 611—614; ic.
46. Reinke, J. und Berthold, G. Die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze. Untersuchungen aus d. bot. Lab. d. Univ. Göttingen. Berlin. 1879, 67—96.
47. Van Hook, James, M. Diseases of ginseng. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Bull.* 219 (1904) 168—174 (*Acrostalagmus albus* an *Panax quinquefolius*).
48. Guéguen, M. F. *Acrostalagmus Vilmorinii* n. sp., Mucépinée produisant une maladie à sclérotés du collet des Reines-Marguerites. *Bull. trimestriel de la Soc. mycol. de France* 22 (1906) 254—264.
49. Aderhold, R. Ueber eine Thrombose der Johannis- und Stachelbeere. *Mitteil. Kais. Biol. Anst. f. Land- u. Forstw.* 4 (1907) 26—27.
50. Lawrence, W. H. Blue stem of the black raspberry. *Washington Agr. Exp. Sta. Bull.* 108, 1912 (*Acrostalagmus cauliphagus* Lawr.).

¹⁾ Die beiden ersten Nummern, 14 und 37, stammen aus dem Schriftenverzeichnis der Arbeit „Wollenweber und Stapp: Untersuchungen über die als Ulmensterben bekannte Baumkrankheit“ in Bd. 16, 2 (1928) 283—324 dieser Arbeiten, vgl. daselbst Seite 322—324, Nr. 1—45, an das sich die folgenden Nummern 46—81 anschließen.

Die vorliegende Schrift über *Verticilliosen*, auf die bereits in der erwähnten Arbeit von Wollenweber und Stapp (S. 321, Anmerkung 12) Bezug genommen war, konnte aus äußeren Gründen nicht mehr im Bande 16 erscheinen, sondern erst jetzt in den Band 17 aufgenommen werden.

- 51a) Wollenweber, H. W. Pilzparasitäre Welkekrankheiten der Kulturpflanzen. Ber. d. Deutsch. bot. Gesellschaft, 31 (1913) 29—34.
- b) — Studies on the Fusarium problem. Phytopathology 3 (1913) 33.
- c) — in Phytopathology 3 (1913) 221 (*Verticillium albo-atrum* auf Acer).
- d) — Tracheomykosen und andere Welkekrankheiten nebst Aussichten ihrer Abwehr. Angew. Botanik 4 (1922) 1—14.
52. Klebahn, H. Eine *Verticillium*-Krankheit auf Dahlien. Mycol. Centralblatt 3 (1913) 49—66.
- 53a) Rankin, W. H. Thrombotic disease of maple. Phytopathology 4 (1914) 395.
- b) — Raspberry diseases. Proc. New York State Hort. Soc. 59 (1924) 139—145.
54. Brown, Nellie, A. A snapdragon wilt due to *Verticillium*. Phytopathology 4 (1914) 217.
- 55a) Carpenter, C. W. The *Verticillium* wilt problem. Phytopathology 4 (1914) 393.
- b) — Wilt diseases of okra and the *Verticillium* wilt problem. Journ. Agr. Research 12 (1918) 529—546, 12 pl.
56. Westerdijk, Joh. Een *Verticillium*ziekte der suikerbieten. Phytopathol. Lab. „Willie Commelin Scholten“, Baarn (Holland). Jaarverslag 1917. 1918 p. 8.
57. Lindfors, Thore. Om vissnesjuka hos gurkor förorsakad av *Verticillium albo-atrum* Rke et Berth. Meddelande Nr. 159 fran Centralanstalten f. försöksväsendet på jordbrukssområdet. Bot. avdeln. 13 (1917) 3—12.
58. Lek, H. A. A. van der. Over de z. g. „Verwelkningsziekten“ in het bijzonder die, welke door *Verticillium albo-atrum* veroorzaakt worden. Tijdschr. over Plantenziekten 24 en 25 (1918) 17—52.
59. Zimm, L. A. A wilt disease of maples. Phytopathology 8 (1918) 80—81.
60. Jagger, I. C. and Stewart, V. B. Some *Verticillium* diseases. Phytopathology 8 (1918) 15—19.
61. Pethybridge, Geo, H. Notes on some saprophytic species of fungi associated with diseased potato plants and tubers. Transact. Brit. Mycol. Soc. 6 (1919) 104—120.
- 62a) Avena-Sacca, R. Algumas molestias cryptogamicas do Tobacco (*N. tabacum*). Bol. de Agric. Sao Paulo, Ser. 23, 7—8 (1922) 201—269.
- b) — Comm. Estud. e Debellação da Praga Caffeira (Secret. da Agric. Comm. e Obras Publ., Sao Paulo), Publ. Nr. 15 (1926) 87 pp, 11 pl., 29 fig. (6 col.).
63. Colley, R. H. The maple wilt. Wisconsin Dept. Agr. Bull. 52 (1922) 76—78.
- 64a) Haenseler, C. M. A new peach wilt disease. Phytopathology 12 (1922) 56.
- b) — Studies on eggplant wilt. New Jersey Sta. Rept. 1921 p. 469—472. Abstract. in Exp. Sta. Record 48 (1923) 347.
- 65a) Dowson, W. J. On the symptoms of wilting of Michaelmas Daisies produced by a toxin secreted by a *Cephalosporium*. Transact. Brit. Mycol. Soc. 7 (1922) 283—286 (C. asteris Dowson).
- b) — Contributions from the Wisley Laboratory. The wilt disease of Michaelmas Daisies. Journ. Roy. Hort. Soc. 48 (1923) 33—57.
66. Pötschke, A. Ueber das Schwarzwerden des Meerrettichs. Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. 11 (1923) 337—338.
67. Hansford, C. G. Rept. of Government Microbiologist. Ann. Rpt. Dpt. Agric. Jamaica for 1923. 1924 p. 23—25 (*Verticillium* an Bananenblättern).
68. Weimer, J. L. Two diseases of udo (*Aralia cordata* Thunb.). Journ. Agr. Research 26 (1923) 276—278 (*V. albo-atrum*).
69. Czarnecki, Helen. Studies on the so-called black heart disease of the apricot. Phytopathology 13 (1923) 216—224.
- 70a) Berkeley, G. H. & Jackson, A. B. Blue stem of red and black raspberry. Phytopathology 14 (1924) 347—348 (*Acrostalagmus cauliphagus* Lawr.).
- b) — — *Verticillium* wilt of the red raspberry. Scient. Agric. 6 (1926) 261—270 (*Verticillium ovatum* Berk. et Jacks).

- c) Anonymus. Survey of the prevalence of plant diseases in the Dominions of Canada 1923. Fourth. Ann. Rpt. Canada Dept. Agr. Exp. Farms Branch 1924. 125 pp. Ref. in Rev. Applied Mycol. 1924 p. 441—443.
- d) Zeller, S. M. *Verticillium* wilt (blue stem) of black raspberry in Oregon. Phytopathology 15 (1925) 125—126.
- e) Harris, R. V. The blue stripe wilt of the raspberry. Journ. Pomology & Hort. Sc. 4 (1925) 221—229.
- f) Archer, W. A. Diseases of fruit and nut crops in the United States in 1926. Plant disease reporter, Supplement 52. 1927, 109 pp. Ref. in Rev. Applied Mycol. 7 (1928) 175—176.
71. Nelson cf. Dufrenoy 75 (1927). Verticilliose auf *Mentha*.
72. Westerdijk, Joh. & van Luijk, A. Ueber einige Gefäßkrankheiten. Mededeel. Phytopath. Lab. „Willie Commelin Scholten“, Baarn (Holland) 8 (1924) 48—50.
- 73a) Wormald, H. Notes on plant diseases in 1924. East Malling Res. Stat. 1925 p. 110—119. (Verticilliose an *Humulus lupulus*).
- b) Harris, R. V. A wilt disease of hops. Ann. Rept. (II. Suppl.) East Malling (Kent) Res. Sta. 13 (1927) 92—93 (*Humulus*-Verticilliose).
74. Rutherford. *Verticillium* wilt of *Chrysanthemum*. Rpt. Dpt. Plant Pathol. Michigan, 1926.
75. Dufrenoy, J. Etude expérimentale des relations des *Verticillium* et de leur hôte. Revue path. vég. et entom. agric. 14 (1927) 207—214.
— Hadromycoses. Annales des Epiphyties 13 (1927) 195—212.
— Dépérissement des arbres fruitiers dans le Massif Central. Clermont-Ferrand 13 (1927) 13 pp. Bul. Office Agr. Régional, Massif-Central, 1926.
76. Curzi, M. Intorno alla causa dell'avizzimento del peperone (*Capsicum annuum* L.). Congres delle Sci. di Pavia, 1925 p. 24—29. Ref. in Riv. Pat. veget. 15 (1925) 88.
— Il parasitismo del *Verticillium tracheiphilum* e la diffusione della tracheovorticilliosi del peperone (*Capsicum annuum* L.) in Italia. Riv. Pat. veget. 15 (1925) 145—160. 3 fig.
77. Berkeley, G. H. Rept. of the Dominion Field Laboratory of Plant Pathology, St. Catharines, Ontario. In Güssow, H. T. Rept. of the Dominion Botanist for 1926, Canada Dept. Agric. Ottawa, 1927 p. 91—100. Ferner: Rept. for 1927, Canada, 1928 p. 132—133. Mit *Verticillium ovatum* Berk. et Jacks. auf *Acer*, *Aster*, *Rhus*, *Rubus*, *Amygdalus*, *V. dahliae*, *V. album* etc.
78. Gravatt, G. F. Maple wilt. U. S. Dept. Agric. Circular 382. 1926, 13 pp, 9 fig.
79. Bryan, Mary, K. *Verticillium* wilt of Heliotrope. Phytopathology 18 (1928) 246.
80. Biourge, Ph. La maladie des Ormes. Extrait du Bulletin de la Société centrale forestière de Belgique. Bruxelles, 1927. 32 pp, 24 pl.
81. Buisman, Christine J. De oorzaak van de iepenziekte. Tijdschr. der Nederlandsche Heidemaatschappij 1928 Afl. 10.