

Ueber die durch *Cercospora macrospora* Osterw. verursachte Blattkrankheit bei den Pensées.

Von Dr. A. Osterwalder,

Adjunkt an der Schweiz. Versuchsanstalt für Obst-,
Wein- und Gartenbau in Wädenswil.

Mit 8 Figuren und 1 Kurventafel.

Bei einem Gang durch die phytopathologische Literatur erhält man schnell genug den Eindruck, daß die systematische Pflanzenpathologie stets sich einer besonderen Aufmerksamkeit seitens der Forscher erfreut hat. Die Abhandlungen mit den Schilderungen von Krankheiten, meist von Kultur- und Nutzpflanzen, worin in mannigfachen Variationen jeweils das Krankheitsbild, der Erreger der Krankheit, vielleicht auch Reinkulturen desselben und Infektionsversuche, Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßregeln beschrieben werden, nehmen einen breiten Raum ein. Um so spärlicher sind dafür jene Mitteilungen, die Fragen von mehr allgemeiner Bedeutung betreffen, die z. B. die Disposition der Pflanzen für Krankheiten und ihre Beeinflussung durch verschiedene Faktoren, die tiefgreifenden anatomischen und physiologischen Veränderungen im Innern kranker Pflanzen, eingehendere Untersuchungen über die physiologischen Eigenschaften der Krankheitspilze oder solche über Vererbung von Krankheiten usw. zum Gegenstand haben. Es ist kein Zweifel, die allgemeine Pflanzenpathologie ist gegenüber der speziellen bisher zu kurz gekommen. Man mag die ungleiche Entwicklung dieser beiden Zweige der Pflanzenpathologie bedauern, namentlich vom Standpunkt des Praktikers aus, für den umfassende Untersuchungen besonders über die Abhängigkeit der Disposition von Witterungseinflüssen, Boden, Düngung usw. oder solche über Vererbung von Krankheiten ebenso wertvoll wären wie jene über einzelne spezielle

10741
125802



Krankheiten. Zufällig ist sie keineswegs. Wenn wir daran erinnern, daß die Pflanzenpathologie eine verhältnismäßig junge, erst eigentlich seit der Zeit der Pilzreinkulturen blühende Wissenschaft ist, die Kenntnis der einzelnen Krankheiten, die spezielle Pflanzenpathologie, aber die notwendige Voraussetzung für das Studium der Fragen auf dem Gebiete der allgemeinen Pathologie bildet, daß das Studium der Pflanzenkrankheiten in der Regel an staatlichen Instituten, besonders landwirtschaftlichen Versuchsanstalten betrieben wird, von Forschern, die in erster Linie der Praxis zu dienen haben und dem Gebot der Stunde gehorchen, d. h. den Praktikern bei Wachstumsstörungen ihrer Kulturen mit Rat zur Seite stehen müssen, so wird man auch das Vorwiegen der speziellen Wissenschaft gegenüber der allgemeinen Pathologie verstehen. So ist denn auch der Gegenstand vorliegender Abhandlung keineswegs aus freier Wahl hervorgegangen; die Untersuchung ist durch einen Praktiker veranlaßt worden.

Das Krankheitsbild.

Es war im Herbst 1921, als ein Gärtner aus der Nachbarschaft uns auf eine stark auftretende Fleckenbildung an

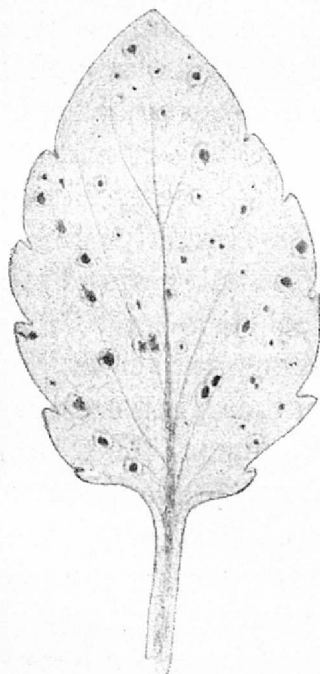


Fig. 1. (Vergr. $\frac{1}{4}$)

den Blättern seiner jungen Pensées, die im August ausgesät worden, aufmerksam machte. Es waren kleine, runde, zirka $\frac{1}{2}$ —2 Millimeter breite Flecken, in der Mitte braun bis braunschwarz, außen von einer hellgrünen, durchschimmernden, an die bekannten auf dem Papier durchschimmernden Oel- oder Fettflecken erinnernden Zone umgeben (Fig. 1). Der betreffende Gärtner glaubte, die Flecken auf Vergiftung durch vorher ausgestreuten Chilesalpeter zurückführen zu müssen, während wir, durch die „Fettflecken“ verleitet, die Erscheinung für eine Bakterienkrankheit hielten; denn für eine Reihe durch Bakterien erzeugter Blattfleckenkrankheiten sind diese

„Oel“- oder „Fettflecken“ charakteristisch. Wir erinnern nur an derartige Blattflecken bei Bohnen, Epheu, Viburnum, Levisticum officinale usw. Die mikroskopische Prüfung fiel aber negativ aus, d. h. bei den Querschnitten durch die Blattflecken der Pensées quollen weder Massen von Bakterien aus dem Blattgewebe, wie dies sonst bei Bakterienkrankheiten der Fall ist, noch ergaben sich sonst Anhaltspunkte für eine derartige Krankheit. Die Zellmembranen in der Mitte der Flecken waren braunschwarz verfärbt und ebenso erschienen die Zwischenzellräume, d. h. ihr Inhalt, braunrot. Im „Oelgürtel“ waren die Chlorophyllkörner aufgelöst und nur ein homogener grüner Brei erfüllte das Innere der Zellen. Aber auch irgend ein anderer Pilz drängte sich in den mikroskopischen Blattsnitten keineswegs dermaßen auf, daß der Verdacht einer Erzeugung der Flecken auf ihn hätte fallen dürfen. Nur hie und da stießen wir, besonders in Flächenschnitten, d. h. den parallel zur Blattepidermis geführten Schnitten, auf ganz vereinsamte Fadenpilzstücke. Wir stellten dann der vorgerückten Jahreszeit wegen die Untersuchung vorläufig ein, unter dem Eindruck, es kaun mit einer pilzlichen Krankheit, sondern wohl eher mit einer tierischen Schädigung, vielleicht durch Insektenstiche verursacht, zu tun zu haben. Im Herbst des folgenden Jahres stellte sich die Erscheinung an den Pensée-Blättern wieder ein, ohne daß vorher Chilesalpeter ausgestreut worden wäre, was deutlich gegen eine Vergiftung durch solchen sprach. Wir nahmen die Untersuchung nochmals auf, zuerst mit dem gleichen Erfolg wie im Vorjahre. Da führte gleichsam der Zufall auf die Spur des Erregers.

Reinkultur des Blattflecken-Pilzes und Infektionsversuche.

An gefleckten Pensée-Blättern, die wir gewohnheitsmäßig in mit benetztem Filtrierpapier ausgeschlagenen und feucht gehaltenen Doppel-Glasschalen aufbewahrten, um das weitere Schicksal der Flecken zu verfolgen, fielen uns nach einiger Zeit an den abgestorbenen braunen, scheinbar fast halb verfaulten Stellen zahlreiche eigenartige große, durch eine Reihe von Septen oder Zellwänden gekammerte Sporen auf. Sie waren keulen- oder spindelförmig, am einen Ende

faden- oder peitschenförmig ausgezogen, von mausschwanzartiger Gestalt, wie solche für die Pilzgattung *Cercospora*, die davon auch ihren Namen hat (Kerkos = Schwanz, Spora = Spore) charakteristisch sind (Fig. 2).¹ Da eine Reihe von Vertretern der Gattung *Cercospora* als Parasiten auf Blättern und Stengeln bekannt sind, so erschien es nicht ausgeschlossen, daß wir den rechten erwisch hatten. Den endgültigen Be-

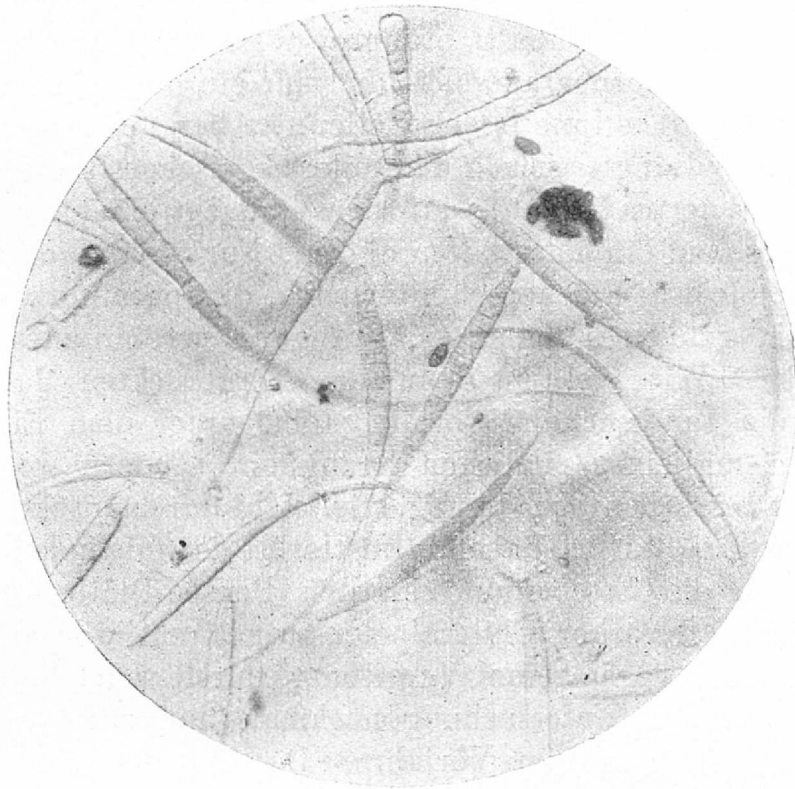


Fig. 2. (Vergr. 185/1)

weis hierfür konnten aber nur Infektionsversuche mit Reinkulturen dieser auf Pensée-Blättern aufgetretenen *Cercospora* liefern.

Zu diesem Behufe stellten wir uns einen Nährboden heraus aus Gelatine (150 g im l) mit 7 % Pensée-Blattauszug, den wir uns durch mehrstündiges Erwärmen von Blättern auf dem Wasserbad in Leitungswasser zubereiteten. Zur Aussaat in

¹ Die photographischen Aufnahmen verdanke ich Hrn. H. Haller, techn. Gehülfen an der Versuchsanstalt.

diese Nährgelatine in Petri-Schalen fanden einzelne der eben erwähnten *Cercospora*-Sporen Verwendung, deren Lage in der Gelatine mit dem Mikroskop deutlich zu erkennen war und es ermöglichte, ihren Standort besonders zu markieren, um ihr weiteres Verhalten zu studieren. Schon über Nacht keimten die Sporen, d. h. es wuchsen aus einzelnen Zellen Schläuche, die bis zum folgenden Morgen die sechsfache Sporenlänge erreichten. Gleichzeitig wuchsen aber auch die Gelatine stark verflüssigende Bakterien heran, die, mit den *Cercospora*-Sporen eingeschleppt, die Sporenvegetationen zu verunreinigen drohten. Doch gelang es trotzdem, von den ausgewachsenen Sporenmycelien außerhalb des Bereichs dieser Bakterienvegetationen gelegene Fadenpartien herauszustechen und sie in frische Nährgelatine überzutragen. Gleichzeitig mit den Sporen brachten wir in eine Anzahl Schalen mit Nährgelatine Flächenschnitte durch junge Blattflecken. Auch von diesen aus wuchsen Pilzfäden und ebenfalls zahlreiche, die Gelatine verflüssigende Bakterienkolonien, was uns aber nicht verhindern konnte, reine Fadenstücke herauszupräparieren, um sie ebenfalls in sterile Gelatine zu verbringen. Von den Fadenfragmenten der Sporen wie jenen des aus den Blattflecken gewachsenen Pilzes entwickelten sich in der Folge kleine Pilzräschen, die, sich gleichartig weiter ausdehnend, zu ansehnlichen runden bis 5 und 6 cm breiten Rasen heranwuchsen. Bei beiden färbten sich schon nach mehreren Tagen von der Infektionsstelle aus einzelne Fäden schwarz und dehnte sich das Schwarzwerden randwärts weiter aus, wie dies auch bei den Reinkulturen auf Agar der Fall war (Fig. 3). Beide Pilzmycelien glichen ferner einander darin, daß sie im vorgerückteren Stadium die Gelatine verflüssigten. Aber auch die mikroskopische Prüfung der Mycelien hinterließ den Eindruck völliger Uebereinstimmung zwischen den Pilzen beider Kulturen. Hinsichtlich ihrer pathogenen Eigenschaften vermochte eine Reihe von Infektionsversuchen mit in Töpfen verpflanzten Pensées Klarheit zu schaffen.

Die Impfungen wurden auf der Blattoberseite und Unterseite, an verletzten, d. h. mit der Nadel leicht geritzten Stellen, wie auch an unverwundeten Blättern vorgenommen, stets mittels kleiner zirka $\frac{1}{2}$ mm breiter Gelatine-Würfelchen

mit Mycel einer der beiden Kulturen. Die 1—2tägige Aufbewahrung der geimpften Pflanzen unter inwendig mit nassem Filtrierpapier ausgeschlagenen Glasglocken sollte die für das Angehen der Kulturen auf den Impfstellen zunächst notwendigen Feuchtigkeitsverhältnisse ermöglichen. Schon wenige Tage nach der Infektion traten bei Zimmertemperatur an den mit Tuschkreisen bezeichneten Impfstellen Flecken auf, die sich in der Folge immer weiter ausdehnten und zwar da, wo der Blattfleckenpilz geimpft, wie auch dort, wo die *Cercospora* hingebraucht worden, an den verletzten Blättern sowohl als auch an den unverletzten. Um nur ein Beispiel anzuführen, erwähnen wir eine Pflanze, bei der am 2. Dezember mittags verschiedene Blätter auf der Oberseite an 10, auf der Unterseite an 9 Stellen mit Gelatine-Mycel der *Cercospora* geimpft wurden. Schon am 6. Dezember waren auf der Oberseite 5 deutliche runde, von einigen mm bis

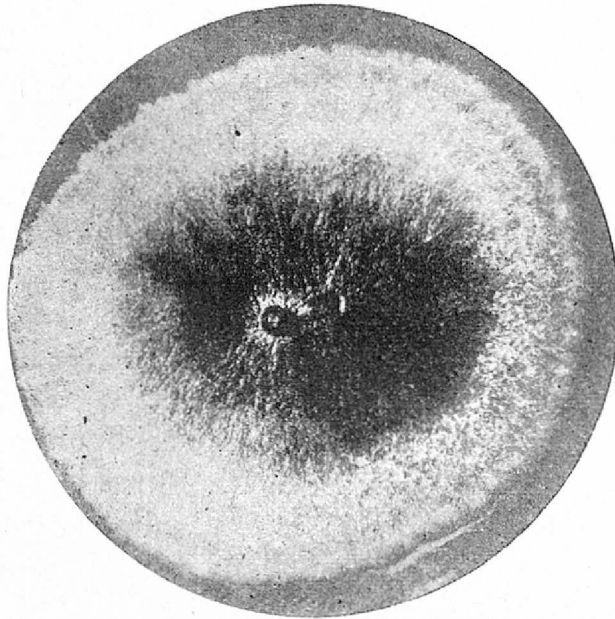


Fig. 3. (Vergr. $\frac{1}{4}$)

$\frac{1}{2}$ cm breite, blaßgrüne, eingesunkene Flecken sichtbar und ebenso auf der Unterseite 9. Am 13. Dezember zählten wir oben 9 Flecken, so daß also von den 19 Impfungen nur eine einzige fehlschlug. Die Flecken glichen, mit Ausnahme von 3, die in der Mitte schwärzlich und drum herum fettfleckenartig erschienen, im allgemeinen nicht jenen, wie sie im Freien, übrigens auch bei anderen Temperaturen, auftreten. Es waren in der Regel blaßgrüne, in der Mitte schwärzliche Flecken im dunkelgrünen Blatt; einzelne davon vermochten infolge ihrer starken Ausdehnung sogar größere Blattpartien zum Absterben zu bringen. In den künstlich erzeugten Blattflecken ließ sich der Pilz im Blattgewebe leicht nachweisen, beson-

der, an den verletzten Blättern sowohl als auch an den unverletzten. Um nur ein Beispiel anzuführen, erwähnen wir eine Pflanze, bei der am 2. Dezember mittags verschiedene Blätter auf der Oberseite an 10, auf der Unterseite an 9 Stellen mit Gelatine-Mycel der *Cercospora* geimpft wurden. Schon am 6. Dezember waren auf der Oberseite 5 deutliche runde, von einigen mm bis

ders in den Zellen der Epidermis; dagegen suchten wir umsonst nach Sporen. Sie stellen sich eben erst in einem vorge-
rückteren Stadium ein, zu einer Zeit, da das Blatt braun
verfärbt und schleimig, in Fäulnis begriffen erscheint. Die
beiden nach ihrer Herkunft verschiedenen Kulturen unter-
schieden sich nicht von einander in der Pathogeni-
tät; beide waren gleich infektionstüchtig und erwiesen sich
nicht etwa nur als Wundparasiten sondern als Vollpara-
siten, die sich auf Pensée-Blättern leicht den Weg ins Innere
bahnen und im Blattinnern sich rasch ausbreiten.

Das Wachstum in der Gelatine, die übereinstimmende
morphologische Beschaffenheit der Mycelien, dann die Fähig-
keit der Blattfleckenbildung auf den Pensée-Blättern sprechen
wohl deutlich dafür, daß der aus den Blattflecken
stammende Pilz und der aus der Cercospora-Spore
gezüchtete identisch sind und der Erreger der eingangs
erwähnten Fleckenkrankheit an Pensées eine Cercospora-Art
sein muß. In Rabenhorsts Kryptogamen-Flora sind vier auf
verschiedenen Viola-Spezies parasitierende Cercospora-Arten
aufgeführt. Um einen genauen Vergleich mit diesen durch-
zuführen, müssen wir uns nochmals unserer Cercospora-Art
auf den Pensée-Blättern zuwenden und die hervorstechendsten
Merkmale derselben feststellen.

Eigenschaften des Pilzes.

Das Mycel ist in jungem Zustande hyalin; später färben
sich, wie wir bereits bei den Reinkulturen bemerkt haben,
manche Pilzfäden schwärzlich. In den scheinbar halb ver-
faulten, von der Cercospora spec. befallenen Blättern treten
diese schwarzen Mycelpartien oft deutlich hervor und fallen
auch noch dadurch auf, daß die einzelnen Zellen oft blasen-
förmig aufgetrieben erscheinen und, dicht aneinandergereiht,
an die Sporenketten einer Oidium-Art erinnern (Fig. 4). Wie
die jungen hyalinen Fäden in ihren Zellen ein schaumartiges
Plasma bergen, ganz nach Art einer Sclerotinia, so können
auch diese schwarzen blasenförmigen Zellen inwendig von
einem schaumartigen Protoplasma erfüllt sein. Sie können
aber auch statt dessen eine Anzahl mehr oder weniger großer
körnerartiger Gebilde, wohl Reservestoffe in Form von Fett,

enthalten. Dunkel gefärbte Mycelstränge hatte seinerzeit R. Hartig auch bei *Cercospora acerina* beobachtet, einem Pilz, der an Keimlingen des Bergahorns großen Schaden anrichten kann, indem er auf ihren Samenlappen oder Laubblättern schwarze Flecken erzeugt. Wie der genannte Forscher mitteilt, sah er sich auch geradezu ihretwegen veranlaßt, die Ergebnisse seiner Untersuchungen über den Ahornkeimlingspilz zu veröffentlichen. Hartig schreibt:¹ „Nachdem die Konidienbildung beendet ist, sieht man das Mycel hier und da anschwellen und eine zunächst bräunliche Färbung annehmen. Die Umwandlung des Mycels zu einem fädigen Dauermycel, zu der einfachsten Form der Sklerotien, schreitet fort, bis die ganze Blattsubstanz von zahlreichen Ketten und Gruppen desselben durchzogen ist. Die Zellen des Mycels schwellen bei dieser Umwandlung zunächst an. Es finden weitere Zellteilungen teils parallel zu den ursprünglichen Scheidewänden, teils rechtwinklig zu diesen statt. Im allgemeinen bleiben diese Dauerzustände einreihig und es sind immer nur kleinere oder größere Gruppen von Zellen, welche diese Umwandlung erleiden, während die sie verbindenden an der Umwandlung nicht teilnehmen, später absterben. Ich habe dieses Dauermycel im trockenen Zustande ein ganzes Jahr lang aufbewahrt und im Jahre 1877 von deren Keimfähigkeit mich überzeugt. Auf jungen Ahornkeimlingen sprossen die Sklerotien an mehreren Stellen aus, entwickeln Keimschläuche, welche die Infektion zur Folge haben. Es liegt nahe, anzunehmen, daß diese Ruhezustände dazu dienen, die Krankheit von einem Jahr auf das andere zu übertragen.“

Auch bei unserer *Cercospora spec.* stehen ohne Zweifel die schwarzen Zellfadenstücke im Dienste der Fortpflanzung und übernehmen gleichsam die Rolle von Sporen. So schürften wir aus einer am 30. November 1922 geimpften Agar-Reinkultur, die, bei Zimmertemperatur aufbewahrt, im Laufe des Sommers 1923 eintrocknete, Partien mit solchen schwarzen Zellen heraus und impften damit Ende Oktober 1923 sterile Nährgelatine, wo der Pilz bald wieder zu wachsen begann. Daß Hartig diese braunschwarzen Mycelfäden zu

¹ Der Ahornkeimlingspilz, *Cercospora acerina* m. Untersuchungen aus dem forstbotanischen Institut zu München, herausgegeben von Dr. Robert Hartig. Berlin 1880. S. 58.



Unrecht Sklerotien nannte, hat schon Frank in seinem Buch: „Die pilzparasitären Krankheiten der Pflanzen“, Breslau 1896, S. 319, bemerkt. Eher könnte man von Dauermycelien oder Gemmen im Sinne De Barys sprechen. In seiner „Vergleichenden Morphologie und Biologie der Pilze“ usw., Leipzig 1884, S. 249, schreibt De Bary nämlich: „Gleich den Perithezien-Pyknidenwänden und Gonidien zeigen auch die sämtlichen vegetativen Zellen der Ascomyceten (und verwandter) Pilze die Neigung, derbe, braune Membranen anzunehmen. Mit solchen versehen können sie eventuell in einen länger dauernden Ruhezustand und aus diesem bei geeigneten Bedingungen wieder in Vegetation und Sporenbildung übergehen. Solche Dauermycelien, auch von ihren Hyphen abgetrennte Einzelheiten oder Stücke, Gemmen, können am Ende der Kulturen reichlich auftreten und hierdurch die Formenmannigfaltigkeit vermehren.“

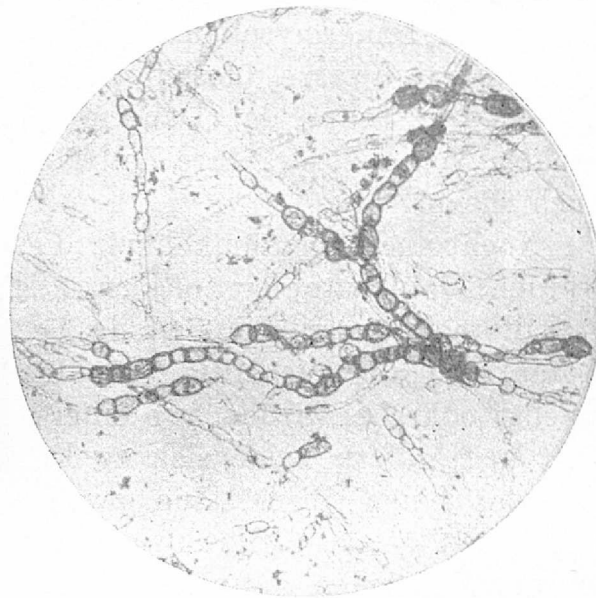


Fig. 4. (Vergr. $80/1$)

Von den Dauermycelien der *Cercospora acerina* erwähnt Hartig, daß sie, in Sand mit Nährlösung ausgesät, sich in demselben sehr üppig zu verbreiten und als Saprophyt zu leben vermögen. Wiederholt haben wir in den mit Filtrierpapier ausgeschlagenen feucht gehaltenen Doppelschalen mit erkrankten Pensée-Blättern die bekannten unserer *Cercospora* angehörigen Dauermycelien auch im Filtrierpapier, wo der Pilz sich ausgebreitet, feststellen können. Vermutlich werden diese Dauermycelien in den von den *Cercospora spec.* befallenen und abgetöteten Blättern nach tiefgreifenden Zersetzungen des Blattgewebes ins Erdreich übergehen und dort, wenn auch nicht weiter wachsen, so doch wenigstens den Sommer hindurch am Leben bleiben, um dann im Herbst an den jungen

Pensée-Pflanzen, von Regen und Wind aufgewirbelt und dorthin verweht, Primärinfektionen zu erzeugen.

Während in den halbfaulen Blättern nur die Dauermycelien mit den Gemmen schwarz verfärbt sind und daneben noch reichlich hyaline Fäden vorkommen, werden mit zunehmendem Alter in den Reinkulturen auf Agar alle Fäden, auch die dünnen, schwarz. In den Plattenkulturen auf Agar (Fig. 3) war sodann die Bildung von Luftmycel ziemlich ausgiebig, in den Strichkulturen dagegen nicht und erschien ihre Oberfläche oft fast glatt. Die Mycelfäden auf Agar waren zirka $8\ \mu$ breit, dünne zirka $3\ \mu$, dickere $12\ \mu$; die schwarz gefärbten Zellen der Dauermycelien waren in der Regel dicker als die hyalinen; schwarze blasenförmige erreichten eine Dicke bis $24\ \mu$. Die Zellen der Dauermycelien waren aber nicht nur breiter, voluminöser; ihre Zellwände erschienen in der Regel auch dicker.

Noch eine Eigentümlichkeit dieser Gemmen mag erwähnt werden: Die Durchwachsungen. Durchwachsungen können bei Blütenpflanzen hie und da beobachtet werden, z. B. bei Rosen, wo aus der Mitte derselben eine neue Rose herauswächst oder bei Birnen, wo einer Blüte oben eine neue aufsitzt und, sofern beide sich zu Früchten entwickeln, hernach aus der einen Birne eine zweite herauszuwachsen scheint. Bei Pilzen gehören Durchwachsungen zu den größeren Seltenheiten. Schleiden hatte solche zuerst bei der Gattung *Saprolegnia*, Zopf an den Mycelien von *Chaetomium Kunzeanum*, einem *Pyrenomyceten*, beobachtet, Lindner sodann bei *Epicoecum purpurascens*, einer *Alternaria spec.* und *Botrytis cinerea*. Ein neues Beispiel für Durchwachsungen von Pilzmycelien liefert unsere *Cercospora spec.*, wie ein Blick auf Fig. 5 lehrt, wo eine Zelle die Zellwand durchstoßen hat und in die Nachbarzelle hinein einen schlauchartigen Faden schiebt. Nicht selten kommt es vor, daß eine Zelle von beiden oder bei einer Gabelung oder Abzweigung sogar von drei Seiten durchwachsen wird, indem die benachbarten Zellen keimschlauchartig in den dazwischenliegenden Zellraum sich vorstülpen (Fig. 6.) Gelegentlich kann auch ein in eine Zelle ausgewachsener Faden die Wand der durchwachsenen Zelle durchbrechen, austreten und sich zu einem gewöhnlichen Faden entwickeln. In den Reinkulturen traten Durchwach-

sungen in den Gemmen sehr häufig auf und fast scheint es nach den Mitteilungen von Zopf und Lindner und unseren Feststellungen, als ob die Pilze mit Gemmenbildung besonders leicht zu diesen Anomalien hinneigen. So schreibt Lindner:¹ „Bei *Chaetomium Kunzeanum* erscheinen die Durchwachsungen im Zusammenhang mit der Gemmenbildung, indem es durchweg Gemmen sind, welche, noch im Mycelverband befindlich, in die fast inhaltsleeren Nachbarzellen auskeimen“ und weiter: „Bei *Epicoccum* werden die Durchwachsungen mit zunehmendem Alter und mit dem Eintreten der Gemmenbildung häufiger.“

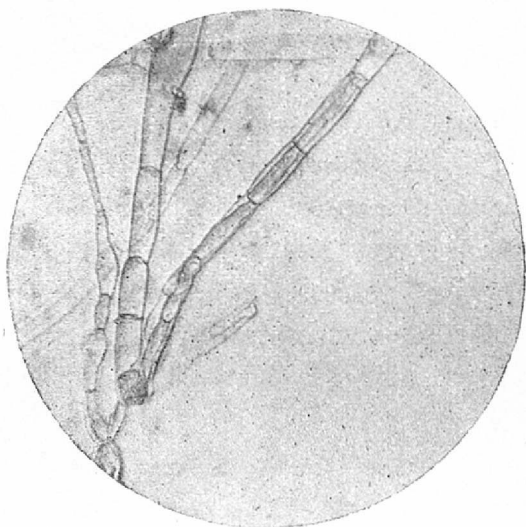


Fig. 5. (Vergr. 250/1)

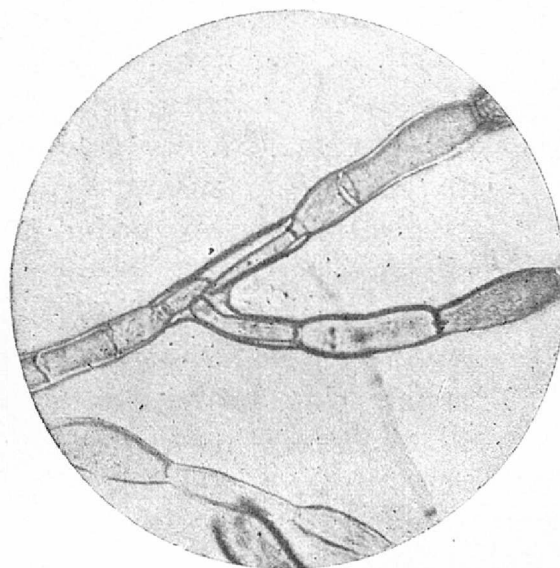


Fig. 6. (Vergr. 450/1)

Wie bereits erwähnt, tritt Sporenbildung erst im vorgerückteren Stadium der Krankheit ein, in der Regel auf dem abgestorbenen gebräunten Gewebe. In regelloser Verteilung durchbrechen die Konidienträger die Epidermis und nur in ganz vereinzelt Fällen wachsen sie auch aus Spaltöffnungen. Sie sind hyalin, walzenförmig, gerade oder oben knieförmig gebogen. Bei den geraden walzenförmigen Konidienträgern sitzt meist nur eine Spore auf, bei den knieförmig gebogenen, in der Form an *Venturia* (Schorfpilz) erinnernden und oft etwas knorriger gestalteten, gewöhnlich am Ende

¹ Paul Lindner: Ueber Durchwachsungen an Pilzmycelien: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Bd. V, 1887, S. 153.

eine und an der Biegungsstelle auf einem stummelartigen Ansatz eine zweite. Solche mit 3 Sporen kommen ebenfalls vor. Meist sind die Sporenträger an der Stelle, wo sie die Epidermis verlassen, was besonders deutlich an den vom Blattrand austretenden zu erkennen ist, ampullenartig erweitert und endigen nicht selten an der Ansatzstelle der Spore in einen leicht wulstartigen Ring (Fig. 7). In der Dicke ziemlich gleichmäßig, meist zirka $4,6 \mu$ breit, schwanken die Konidienträger schon etwas mehr in den Längenverhältnissen;

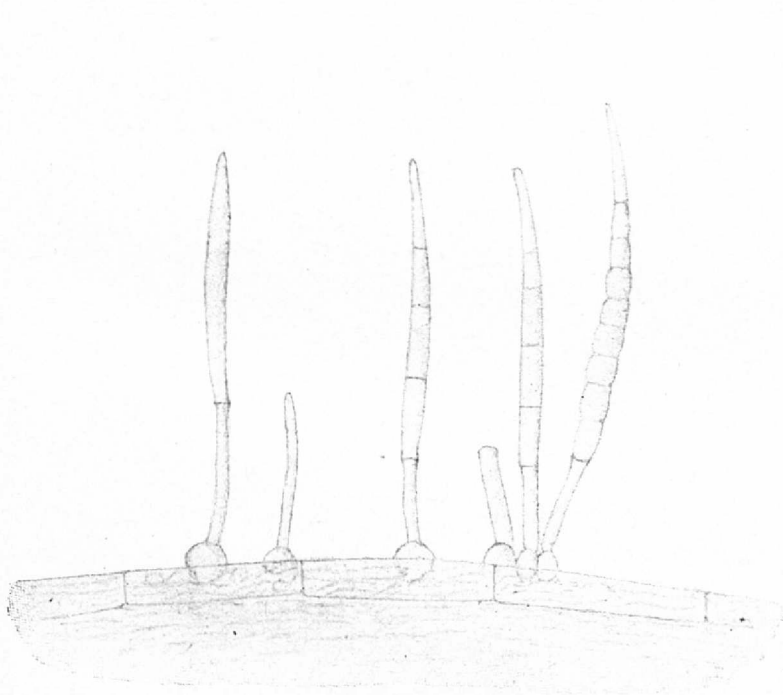


Fig. 7. (Vergr. $250/1$)

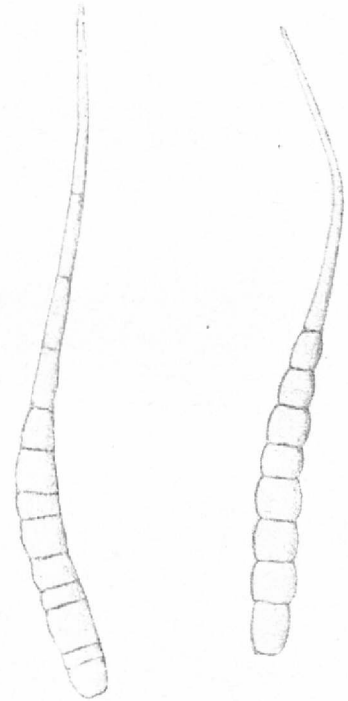


Fig. 8. (Vergr. $300/1$)

viele erreichen zirka 46μ und sind nicht septiert; wir haben aber auch nicht septierte von 60μ Länge und zweizellige von 74μ und gar 93μ Länge gemessen.

Die Sporen sind zunächst keulen- oder mehr spindelförmig, hyalin, mit schaumartigem Protoplasma erfüllt und nicht septiert (Fig. 7). In der Folge strecken und biegen sie sich mehr oder weniger und wachsen in ein haar- oder schnurförmiges, zirka $1\frac{1}{2} \mu$ dickes Ende aus, werden mausschwanzähnlich oder peitschenförmig und zerfallen im Innern durch Auftreten von Querwänden in eine größere Anzahl Zellen, wobei auch das schwanzartige Ende, das oft die Hälfte und

mehr der ganzen Sporenlänge einnimmt, in die Zellbildung einbezogen wird (Fig. 2 und Fig. 8). In den Breitenverhältnissen ziemlich gleichmäßig, an der dicksten Stelle meist zirka 10—11 μ breit, variieren die Sporen stark in der Länge, was eben mit dem Grad der Ausbildung und ihrem Alter zusammenhängt. Sporen mit 6 Septen waren z. B. 82 μ lang, solche mit 7 Septen 168 μ lang und an der dicksten Stelle 10 μ breit, Sporen mit 8 Septen 181 μ , bzw. 10,6 μ oder 149 μ , bzw. 10,6 μ ; solche mit 10 Septen 194 μ , bzw. 10,6 μ . Sporen mit 11 Septen maßen in der Länge z. B. 200 oder 214 μ , an der breitesten Stelle 9, bzw. 10,5 μ . Im März 1924 beobachteten wir an frisch gesammelten Pensée-Blättern aus dem Freien sogar Sporen mit 14 Septen von einer Länge von 210 μ und einer größten Breite von 11,6 μ , dann auch solche mit 9 Septen, die 256 μ lang und an der dicksten Stelle 11,6 μ breit waren. Weitaus die meisten Sporen waren hyalin; doch haben wir gerade im März dieses Jahres auf den bereits erwähnten frisch gesammelten Blättern ziemlich viel Sporen mit schwärzlich durchschimmernden Zellwänden beobachtet. Es sind wohl Sporen gewesen, die gleich dem Mycel erst im späteren Alter sich dunkel färbten. In der Gelatine keimen die Sporen, wie schon erwähnt, sehr leicht und rasch, z. B. schon innert 12 Stunden, wobei aus den verschiedenen Zellen der dickeren keulenförmigen Partie Keimschläuche wachsen. Auch im Leitungswasser geht die Sporenkeimung rasch vor sich, meist schon in wenig Stunden. In Abweichung von den in der Gelatine keimenden Sporen wuchs aber im Wasser meist nur die unterste Zelle aus, weniger häufig auch eine mittlere Kammer oder eine Zelle im haarförmigen Teil. Gleichzeitiges Keimen aus der untersten Zelle und aus der mittleren Region oder dem haarförmigen Teil war nicht selten. Wo mehrere Sporen im Wasser beisammen liegen, bilden sich leicht Anastomosen, d. h. zwischen einander gegenüberliegenden Zellen zweier Sporen Verbindungsschläuche, 2—3, ja sogar bis 4. Eine ähnliche Erscheinung haben wir seinerzeit auch bei keimenden *Fusarium putrefaciens*-Sporen beobachtet. Befinden sich zahlreiche Sporen im Wassertröpfchen, so werden schließlich durch die verschiedenen gegenseitigen Anastomosen alle untereinander verbunden und miteinander verflochten. Ver-



einzelte Anastomosen haben wir auch in den Reinkulturen auf Agar zwischen benachbarten Mycelfäden angetroffen. — Ein Austrocknen scheinen die Sporen leicht zu ertragen; wenigstens deutet die Tatsache, daß eine größere Zahl auf dem Objektträger eingetrockneter Sporen am folgenden Tag im Wassertropfen wieder ihre normale Gestalt annahmen, darauf hin.

Die bisher bekannten auf *Viola* vorkommenden *Cercospora*-Arten.

Suchen wir nun an Hand der mitgeteilten Merkmale unsere *Cercospora spec.* mit den in Rabenhorsts Kryptogamen-Flora Bd. 9 aufgeführten, auf Pflanzen der Gattung *Viola* parasitierenden *Cercosporeen* zu vergleichen und eventuell zu identifizieren.

Von *Cercospora violae* Sacc. wird erwähnt, daß die Blattflecken rundlich, beiderseitig, trocken und blaß seien. Konidienträger unverzweigt, rauchfarben, 30—35 μ lang, 4 μ breit. Konidien stäbchenförmig, fast gerade, mit vielen Scheidewänden, hyalin, 150—200 μ lang, 3,5 μ dick. Die genannte Spezies soll auf den Blättern von *Viola hirta* und *odorata* vorkommen und in Norddeutschland nicht selten sein. Wenn auch in der Länge der Sporen und den vielen Septen einige Aehnlichkeiten zu erkennen wären, so sprechen hinwiederum die stäbchenförmige Gestalt der Sporen, ihre geringe Breite von 3,5 μ , sowie die Rauchfarbe der Konidienträger entschieden gegen eine Zusammenfassung von *Cercospora violae* Sacc. und unserer *Cercospora spec.* in eine und dieselbe Art.

Aber auch *Cercospora lilacina* Bresad., die auf den Blättern von *Viola palustris* vorkommt, kann nicht in Betracht fallen, wenn wir vernehmen, daß die Konidienträger sehr lang, verbogen und knorrig, sehr verzweigt, septiert und gelbbraunlich sind und die zylindrischen, sichelförmigen, flach gekrümmten oder fast geraden Konidien mit 1—8 Scheidewänden die Länge von nur 40—75 μ und in der Breite nur 5—6,5 μ erreichen.

Von der *Cercospora violae silvaticae* Oudem. auf Blättern von *Viola silvatica* wird sodann hervorgehoben, daß die Konidien zylindrisch und an ihrem Ende ganz stumpf erscheinen, 45



bis 70 μ lang und 4,5 μ breit sind, Merkmale, die stark von jenen unserer *Cercospora* abweichen.

Bei *Cercospora violae tricoloris* Briosi et Cav. sind die Konidienträger, aus einem subepidermalen paraplektenchymatischen Polster entspringend, zylindrisch, verbogen, gezähgelt, septiert, oliven-grün, 60—100 μ lang. Konidien etwas keulig mit mehreren Scheidewänden, schmutzig gelb-grün, 100 bis 200 μ lang, 3—4 μ dick. Auf den Blättern von kultivierter *Viola tricolor* im botanischen Garten zu Pavia. Abgesehen von den in dieser Diagnose mitgeteilten abweichenden Merkmalen genügt schon ein Blick auf die Abbildungen des Pilzes auf Blatt 185 in Faszikel VII und VIII in Briosi und Cavaras „I Funghi Parassiti“, um einzusehen, daß auch diese *Cercospora* in keinerlei näheren verwandtschaftlichen Beziehungen zu der in dieser Abhandlung geschilderten stehen kann.

Unsere *Cercospora* ist also von den bisher beschriebenen auf *Viola*-Arten vorkommenden *Cercospor*een verschieden. Unter den anderweitig vorkommenden *Cercospora*-Arten ist es besonders die von R. Hartig erwähnte und abgebildete *Cercospora acerina*, die wegen der an unsere *Cercospora* erinnernden Sporenform und Dauermycelien noch zu einem Vergleich einladen könnte. Hartig selbst charakterisiert den Pilz mit Ausnahme der von ihm mit gewohnter Genauigkeit gezeichneten Mycelien und Sporen im Text nicht näher und führt auch keine Maße an. Dagegen begegnen wir einer genaueren Beschreibung dieser Art in Rabenhorsts Kryptogamen-Flora: Konidienträger etwas büschelig, 35—40 μ lang, 6—8 μ dick. Konidien nadelförmig oder umgekehrt keulig, nach oben sehr spitz, mit 8—10 Scheidewänden, schmutzig olivengrün; 120—150 μ lang, 7—8 μ dick. Nach Briosi und Cavaras „I Funghi Parassiti“ sind die Sporen sogar nur 50—120 μ lang. Also auch die von *Cercospora acerina* angegebenen Größenverhältnisse, wie die schmutzig-olivengrüne Farbe ihrer Sporen schließen eine Identität der beiden Arten aus. Es erscheint also wohl gerechtfertigt, den Erreger der in dieser Abhandlung geschilderten Fleckenkrankheit an Pensées als besondere Spezies aufzuführen, die wir in Anbetracht ihrer großen Sporen als *Cercospora macrospora* bezeichnen.

Einwirkung der Temperatur auf das Wachstum der *Cercospora macrospora*.

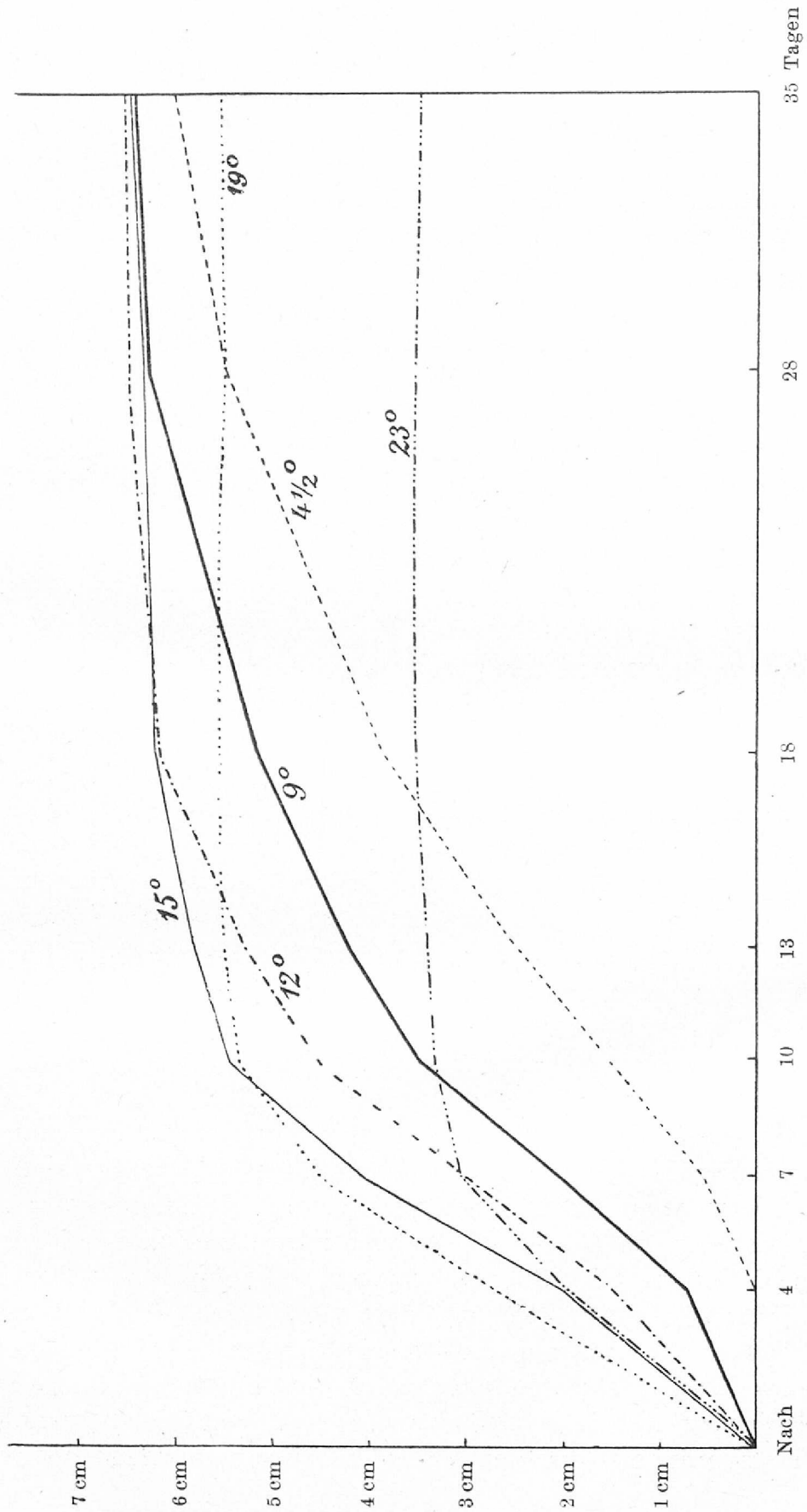
Bei der erwähnten Krankheit der Pensées fällt auf, daß sie sich auch in der kalten Jahreszeit ausbreitet. Wir haben z. B. dieses Jahr in der ersten Hälfte März, da die Temperatur-Minima in Wädenswil täglich unter 0 sanken, auf -3 bis -8° , an Pensées den Pilz sozusagen in flagranti erwischt und abgestorbene braune Blattpartien mit zahlreichen charakteristischen lebenden Sporen beobachtet, was darauf hinweist, daß *Cercospora macrospora* wohl an niedere Temperaturen gewöhnt ist und solche gut ertragen kann. Um uns hierüber Klarheit zu verschaffen, führten wir einen Versuch mit Reinkulturen im Panumschen Thermostaten durch, einem langen liegenden Kasten mit einer Reihe aneinander anschließender, jedoch für sich abgeschlossener Fächer, von denen das äußerste auf der einen Seite der Reihe von einem Eiskasten, auf der andern dagegen von einem heizbaren Wasserbehälter flankiert ist, so daß beim Erwärmen des Wassers auf zirka 50° die dem Wasser benachbarten Fächer höhere Temperaturen aufweisen, z. B. 34° , 28° usw., die dem Eis zuliegenden dagegen tiefere, z. B. 5° , 9° usw., während in den mittleren Fächern die mittleren Temperaturen z. B. 15° , 19° vorherrschen. In diese Fächer des Panums verbrachten wir je 3 Kulturröhrchen mit sterilem schräg erstarrtem Agar nebst Blattauszug. Sämtliche in den Panum gestellte Agar-Röhrchen wurden gleichmäßig geimpft, in der Weise, daß wir aus derselben *Cercospora*-Reinkultur ungefähr 1 Kubikmillimeter große Agarstückchen mit Pilzmycel in die Mitte der schrägen Agar-Oberfläche verbrachten, von wo aus der Pilzkultur ein ungehemmtes Wachstum ermöglicht war. Die Temperaturen 34° , 28° , 23° , 19° , 15° , 12° , 9° und $4\frac{1}{2}^{\circ}$ waren während der ganzen Versuchsdauer (35 Tage) ziemlich konstant und schwankten nur um wenige Zehntelgrade. Die Kulturen in den 3 Röhrchen verhielten sich in ihrem Wachstum ziemlich übereinstimmend, so daß die Versuchsergebnisse unzweideutig ausfielen.

Bei 34° und 28° vermochte *Cercospora macrospora* nicht mehr zu wachsen; diese Wärmegrade erwiesen sich schon als zu hoch. Auch die Temperatur von 23° behagt dem



Pilz noch nicht und liegt schon über dem Optimum. Wohl wuchsen von der Impfstelle aus runde Rasen, nach 4 Tagen bis zu einem Durchmesser von 2 cm, nach 7 Tagen bis zu 25—30 mm. Doch machte sich von da an eine starke Verzögerung im Wachstum bemerkbar, die in kurzer Zeit zum Stillstand führte. Am 10. Tage nach der Impfung maßen die mittlerweile, mit Ausnahme eines zirka $\frac{1}{2}$ cm breiten weißen Randes, schwarz gewordenen Pilzrasen 30—33 mm und änderten sich dann kaum mehr. Das rascheste Wachstum, wenigstens in den ersten 10 Versuchstagen, äußerte *Cercospora macrospora* bei 19° , wo schon nach 4 Tagen weiße, von der Mitte aus sich schwarz färbende Pilzrasen bis zu einem Durchmesser von 25—27 mm herangewachsen waren; nach 7 Tagen waren es 40—45 mm, nach 10 Tagen 50—53 mm; am Ende der Versuchsdauer, also nach 35 Tagen, waren es immer noch 51—56 mm. Nach der ursprünglich kräftigen Entwicklung in den ersten 10 Tagen stellte der Pilz sein Wachstum sozusagen ein. Etwas weniger rasch, dafür anhaltender, entwickelte sich die Pilzvegetation bei 15° , wo sie nach zirka 18 Tagen am Ende ihrer Ausbreitung anlangte. Durchmesser der Pilzrasen am 4. Tage 15—20 mm, am 7. Tage 30—40 mm, nach 10 Tagen 46—54 mm, nach 13 Tagen 50—58 mm, nach 18 Tagen 54—62 mm, nach 28 und 35 Tagen 55—63 mm. Anfangs noch langsamer, dafür in der Folge bis zum 28. Tage stetiger, verlief das Wachstum bei 12° , wo die Kulturen bis zum 4. Tage 10—15 mm Durchmesser, bis zum 7. Tage 30 mm, am 10. Tage 42—45 mm, am 13. Tage 48—53 mm, am 18. Tage 55—62 mm erreichten, um dann um den 28. Tag herum bei einem Durchmesser von 59—65 mm das Wachstum einzustellen. In ähnlicher Weise, d. h. in der Entwicklung ursprünglich stark zurückgehalten, welche Hemmung später aber ein länger andauerndes stetigeres Wachstum wieder ausglich, wurde *Cercospora macrospora* durch die Temperatur von 9° beeinflusst. Nach 4 Tagen betrug der Durchmesser 5—7 mm, nach 7 Tagen 15—20 mm, nach 10 Tagen 30—35 mm, nach 13 Tagen 40—42 mm, nach 18 Tagen 51 mm, nach 28 Tagen 60—63 mm und nach 35 Tagen 61—64 mm. Anfangs noch mehr gehemmt durch die tiefe Temperatur war das Wachstum bei $4\frac{1}{2}^{\circ}$, wo nach 4 Tagen die Impfstelle noch unverändert erschien; doch schon am 7. Tage waren





Durchmesser der Reinkultur.



Räschen mit spärlichem Mycel bis zirka $\frac{1}{2}$ cm Durchmesser sichtbar, die dann bis zum Schluß des Versuchs stets umfangreicher und dichter wurden, am 10. Tage 15 mm, am 13. Tage 22—25 mm, am 18. Tage 36—38 mm, am 28. Tage 50—55 mm erreichten und bis zum 35. Tage zu Rasen bis zu 56—60 mm Durchmesser heranwachsen und hinter den Kulturen der übrigen Temperaturen nicht wesentlich zurückstanden.

Eine raschere Orientierung über die Wachstumsverhältnisse von *Cercospora macrospora* bei den oben mitgeteilten Temperaturen ermöglicht die beigegebene Kurventabelle, wo auf der Abszisse die Tage eingetragen sind, während auf der Ordinatenachse die Durchmesser der Kulturen, in Zentimeter ausgedrückt, bis zu dem betreffenden Tag erscheinen. Als Optimaltemperatur dürfen wir wohl zirka 15° betrachten. Daß sich selbst bei der niedern Temperatur von $4\frac{1}{2}^{\circ}$ ein deutliches anhaltendes Wachstum zeigte, stimmt mit der bereits erwähnten Beobachtung, wonach auch zur Winterszeit die Krankheit, obgleich im Aussehen verschieden von der Fleckenbildung im Herbst, sich ausbreitet und ihr Erreger zahlreiche Sporen bildet.

Die *Ramularia*-Blattflecken bei Pensées.

Am Schluß unserer Ausführungen möchten wir nicht unterlassen, noch darauf aufmerksam zu machen, daß die kleinen braunschwarzen, außen von einer hellgrünen durchscheinenden Zone umgebenen Flecken keineswegs nur für *Cercospora macrospora* charakteristisch sind. Eine andere ebenfalls an Pensée-Blättern auftretende Pilzkrankheit tritt mit ähnlichen Flecken in Erscheinung; nur daß dann hier in späteren Stadien meist auf der Blattunterseite weiße Pilzrasen herauswachsen, ähnlich den bekannten weißen Sporenbildungen beim falschen Meltau, um den es sich hier aber keineswegs handelt, wenn auch wie bei der *Peronospora* büschelweise Sporenträger zu den Spaltöffnungen herauswachsen. Der Pilz, der diese Krankheit verursacht, gehört zur Gattung *Ramularia*. In der Fachliteratur über die Krankheiten an Gemüsepflanzen, z. B. in Dr. A. Naumanns „Pilzkrankheiten gärtnerischer Kulturgewächse und ihre Bekämpfung“, Dresden, C. Heinrich, wird *Ramularia lactea* Desm.

als Ursache der Blattflecken bei Pensées genannt. Doch kann es sich bei den von uns häufig beobachteten weißen Rasen nicht um diese Spezies handeln. Die Sporenträger sind septiert und nicht selten verzweigt, die Konidien zylindrisch, an den Enden abgerundet, zwei-, drei- und ziemlich häufig sogar vierzellig, zweizellig z. B. 13,3 oder 16 μ lang und 4 μ breit, vierzellig z. B. 21 μ lang und 5,3 μ breit. Von der *Ramularia lactea* Desm. aber wird in Rabenhorsts Kryptogamen-Flora erwähnt, daß die Konidien meist unseptiert, seltener zweizellig, 7—20 μ lang und 2—3 μ dick seien. Mit *Ramularia agrestis*, die ebenfalls auf *Viola*-Arten vorkommen soll, stimmt wiederum unsere Feststellung, daß die Sporenträger septiert und nicht selten verzweigt sind, nicht überein, da sie bei dieser Art unverzweigt und unseptiert sein sollen. Aber auch die Beschreibungen der übrigen auf *Viola* parasitierenden *Ramularia*-Arten, *Ramularia deflectens* Bresad., *Ramularia violae* Trail und *Ramularia biflorae* Magnus weichen in den von uns genannten wenigen Merkmalen ab.

Da die beiden Pilze *Cercospora macrospora* und *Ramularia* in der Regel nicht auf der gleichen Pflanze vorkommen, können die weißen Räschen neben den kleinen „Fettflecken“ unbestimmter Herkunft wegleitend sein und auf die *Ramularia* hinweisen. Wo sich noch keine weißen Rasen finden neben kleinen „Fettflecken“, gelingt es nicht selten, durch günstige Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse, z. B. durch Aufbewahrung gefleckter Blätter in einer feuchtgehaltenen Doppelschale in einem warmen Raum, die Räschen auf den Flecken hervorzulocken, sofern es sich um *Ramularia* handelt. Daß die beiden Parasiten verschiedene Anforderungen an Boden, Wirtspflanzen etc. zu stellen scheinen, könnte aus dem verschiedenen örtlichen Auftreten der beiden geschlossen werden. So kam in den letzten Jahren in den Pensée-Kulturen der hiesigen Versuchsanstalt sozusagen fast ausschließlich nur die *Ramularia* vor, während es in zirka 100—200 Meter entfernten Beeten hauptsächlich *Cercospora macrospora* war, die Schaden anrichtete.

Bekämpfung.

Was die Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßregeln zur Unterdrückung der *Cercospora macrospora*-Krankheit anbetrifft,



so wird man sich von irgend einem Spritzmittel kaum einen Erfolg versprechen dürfen, da es ja unmöglich ist, bei den Pensées die untern, der Erde oft anliegenden Blätter auf der Unterseite zu bespritzen, diese letztere aber, wie wir auf Grund unserer Infektionsversuche nun wissen, von dem Pilz leicht angesteckt wird. Zweckmäßiger wäre wohl eine vor der Aussaat der Pensées vorgenommene Desinfektion des Bodens, etwa mit Kalkhydratpulver, um die ohne Zweifel in der Erde sich aufhaltenden Dauermycelien, eventuell auch Sporen, abzutöten.

Diagnose der *Cercospora macrospora* Osterw.

Kommt auf Blättern von Pensées vor, bildet mehr oder weniger zahlreiche kleine, wenige Millimeter breite, in der Mitte braunschwarz gefärbte, außen hellgrün durchscheinende, an Fettflecken erinnernde Blattflecken, zunächst mit spärlichem Mycel. Auf den toten halbfaulen Blattflecken brechen in regelloser Verteilung an der Basis meist ampullenartig erweiterte Konidienträger durch die Epidermis, gelegentlich auch durch Spaltöffnungen. Konidienträger hyalin, zylindrisch oder oben knieförmig gebogen, im erstern Fall mit 1 Spore, im letzteren in der Regel mit 2 oder 3; zirka $4,6 \mu$ breit, $40-93 \mu$ lang, meist nicht septiert; längere Konidienträger septiert. Sporen zuerst keulen- oder spindelförmig, dann in eine haar- oder schnurartige Spitze auswachsend, im ausgewachsenen Zustand mausschwanz- oder peitschenförmig, in der Regel hyalin, selten (wohl ältere Sporen) schwärzlich durchschimmernd, mit einer größeren Zahl (z. B. bis 14) Septen. Stark schwankend in der Länge, dagegen ziemlich gleichmäßig breit an der dicksten Stelle (meist zirka $10,6 \mu$). Sporen mit 6 Septen z. B. $82,4 \mu$ lang, mit 7 Septen $167,8 \mu$ lang und $10,1 \mu$ breit, mit 8 Septen 170μ lang und $10,6 \mu$ breit, 181μ lang, bzw. $10,6 \mu$ breit, oder $149,1 \mu$ lang und $10,6 \mu$ breit, mit 9 Septen $256,3 \mu$ lang und $11,6 \mu$ breit, mit 10 Septen $194,1 \mu$, bzw. $10,6 \mu$, mit 14 Septen $209,7 \mu$ lang und $11,6 \mu$ breit. Die Sporen keimen leicht im Wasser, meist aus der untersten Zelle einen Keimschlauch bildend, oder aus einer Zelle des haarförmigen Teils, nicht selten auch aus beiden zugleich. Unter den Sporen im Wasser



bilden sich leicht Anastomosen. In ältern Krankheitsstadien bildet der Pilz Dauermycelien oder Gemmen, d. h. schwarzgefärbte, oft blasenförmig aufgetriebene, oidienartige Zellen, die auch nach längerem Austrocknen, z. B. in Reinkulturen, noch lebensfähig bleiben. *Cercospora macrospora* wächst leicht auf Gelatine oder Agar mit Blattauszug von Pensées als Nährlösung, verflüssigt die Gelatine. In den Reinkulturen auf Gelatine und Agar färben sich die ursprünglich hyalinen Pilzfäden später schwarz, was mit dem Altern zusammenhängt; indem die Schwarzfärbung von der Mitte der Reinkultur, der ältesten Stelle aus sich ausdehnt. In den Gemmen der Reinkulturen treten Pilzdurchwachsungen häufig auf. Optimaltemperatur für das Wachstum zirka 15° ; bei 28° kein, bei $4\frac{1}{2}^{\circ}$ langsames aber anhaltendes Wachstum.

Cercospora macrospora wird als Reinkultur an die Zentralstelle für Pilzkulturen in Baarn (Holland) und an die mikrobiologische Sammlung von Prof. Dr. E. Przi Bram, vorm. Kral's bakteriologisches Museum in Wien IX, Zimmermannsgasse 3, abgegeben.

Wädenswil, den 10. April 1924.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1924

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Osterwalder A.

Artikel/Article: [Ueber die durch *Cercospora macrospora* Osterw. verursachte Blattkrankheit bei den Pensées. 59-80](#)