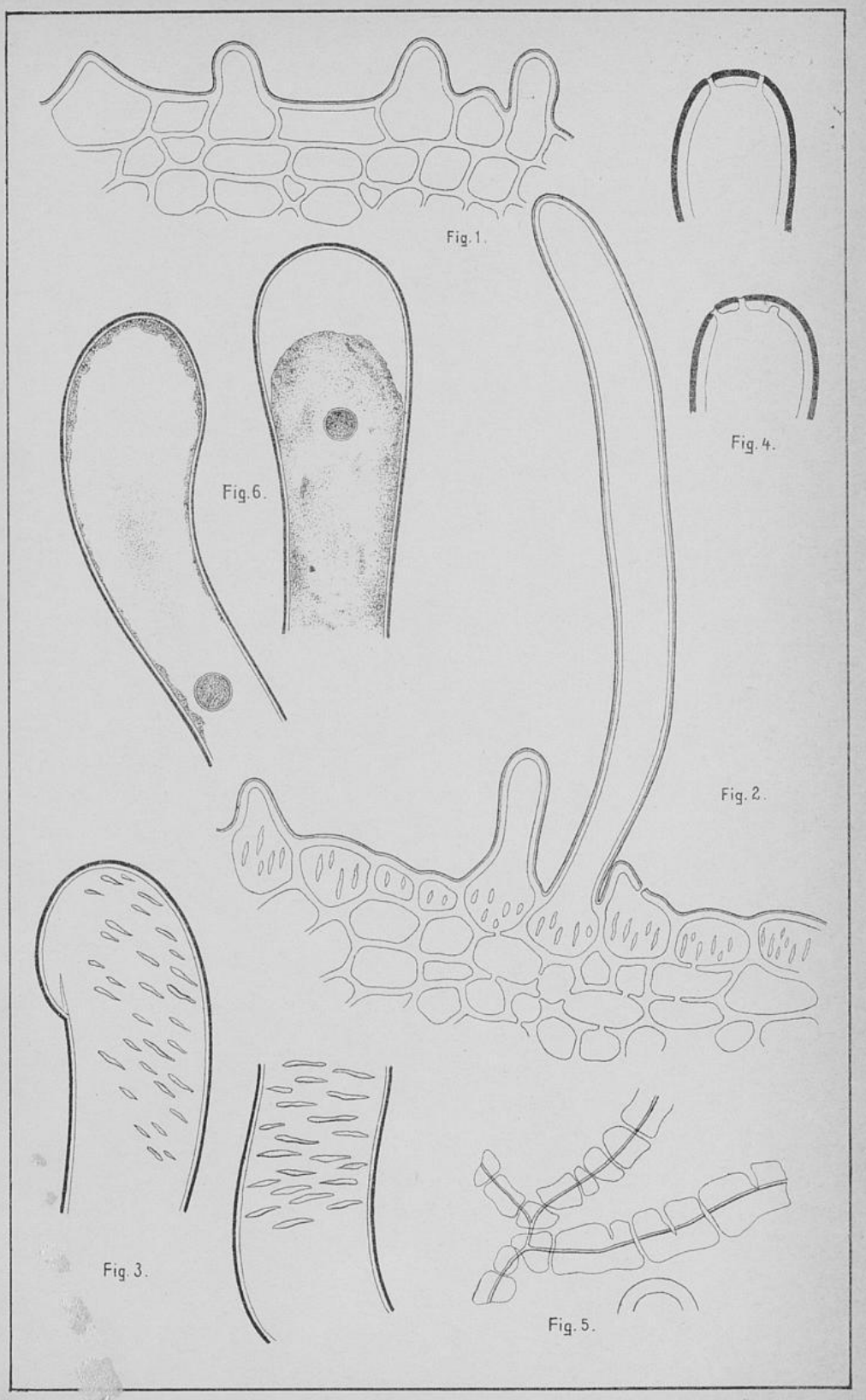

LITH. v. F. V. GÜNZEL, SAAZ

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

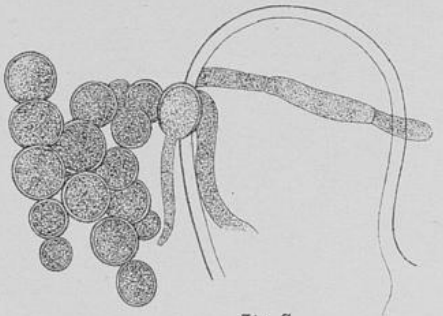

Fig. 7.

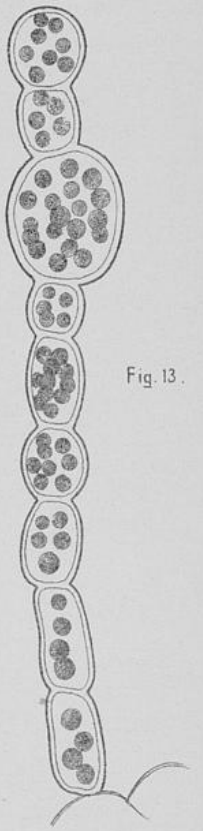

Fig. 13.

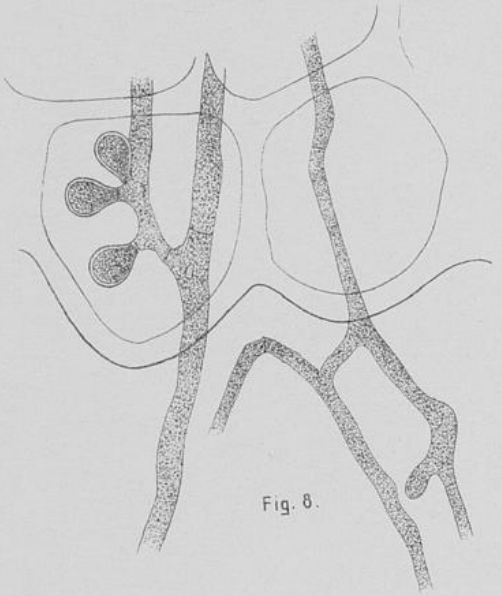

Fig. 8.

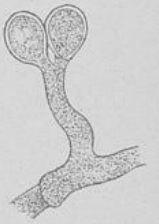

Fig. 9.

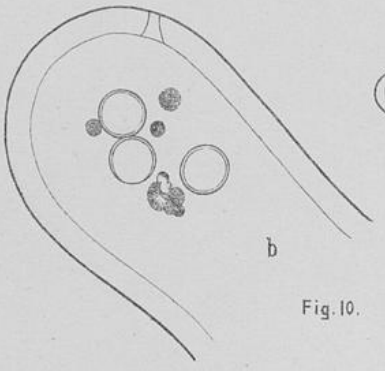

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

LITH. v. F. V. GÜNZEL 1942

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Über Erineum tiliaceum

mit 2 Tafeln

von FRANZ ZACH.

Trotzdem Dr. Ernst Küster in seiner pathologischen Pflanzenanatomie unter dem Kapitel „Hypertrophie" ziemlich eingehend die Erineumbildungen behandelt, so habe ich mich doch noch damit beschäftigt, einerseits der histologischen Details wegen, die ich in Zeichnungen wiedergebe, andererseits eines Pilzes wegen, der ziemlich konstant auftritt und an der Ausbildung dieser Details nicht unerheblich beteiligt sein mag.

Auf den Blättern und auch auf dem Flügelblatte von Tilia ulmifolia Sc. und T. platyphyllos Sc. treten meist auf der Unterseite, seltener auf der Oberseite oder auf beiden Seiten, dann in Bezirken, die einander entsprechen, unregelmäßig begrenzte, weiße, gelblichweiße, violette oder braune Filzflecke auf verschiedenen Stellen der Spreite auf. Diesen Flecken entsprechend ist die Oberseite des Blattes lichter verfärbt oder intensiv violett und etwas emporgewölbt, so daß die Flecke in die konkave Höhlung zu liegen kommen. Oft weisen die Blätter derartige Filze in solchem Grade auf, daß sie sich am Rande einrollen und so stark verändert werden. In einem solchen Falle war auch die jugendliche Achse einer benachbarten Inflorescenz von Erineumbildungen deformiert, (eingebogen.)

Die Krankheit beginnt mit Verfärbung und Emporwölbung der befallenen Stelle; erst später treten dann die Filze auf. Die Verfärbung folgt vielfach bei ihrer Ausbreitung den kleinsten Blattnerven. Die Krankheit tritt merkwürdigerweise nach meinen Beobachtungen meist nur an Linden auf feuchtem, schattigem Standorte auf. Linden auf sonnigen, dem Winde ausgesetzten Plätzen zeigten höchst selten die Filze.

Diese werden als Erineum oder Phyllerium bezeichnet; Erineum tiliaceum Persoon und Erineum nervale Kunze (den Blattnerven folgend). Persoon (1798) hielt (siehe Dr. E. Küster Path. Pflanzenanatomie 1903 p. 110, 111) diese Filze für parasitische Pilze, ebenso Link und Fries. Unger 1833 wies dann die eigentliche Natur des Erineums nach und zeigte, daß man es mit hypertrophierten Epidermiszellen zu tun habe. Fée entdeckte dann zwischen den Erineumhaaren Gallmilben, die er als die Verursacher dieser Zoocecidien deutete. Diese Parasiten scheiden offenbar ein specifisches Gift aus, das allerdings seiner Zusammensetzung

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

nach unbekannt ist und das von einer Epidermiszelle zur anderen diosmiert, bei Tilia oft durch die ganze Dicke des Blattes durch, um auch jene Zellen zu gesteigertem Wachstum zu bringen, die nicht direkt von Milben afficiert sind (Küster p. 115). Nach Dr. A. Nalepa leben Eriophyes tiliae (typicus) (Pgst.) Nal. auf Tilia platyphyllos und T. ulmifolia unter anderem auch im Erineum tiliaceum Pers. und Er. nervale Kunze und Eriophyes liosoma Nal. auf T. ulmifolia auch im Er. tiliaceum und Er. nervale.

Vorliegende Untersuchungen wurden mit einem Reichertschen Mikroskope Obj. 8a, Ok. III. und hom. Immersion $^1/_{12}$ mit ausgezogenem Tubus durchgeführt. Zur Herstellung der Bilder wurde der Abbesche Zeichenapparat benützt.

Querschnitte durch das Blatt zeigen den Filz bestehend aus stark hypertrophierten Epidermiszellen, deren Außenwände enormes Wachstum aufweisen, so daß lange, cylindrische Trichome zustande kommen, deren Enden meist eingerollt oder schwach eingebogen sind. (Taf. 1, Fig. 1. u. 2. in Fig. 1 noch papillenförmig). Einige waren deutlich septiert. Meist entstehen, indem alle, oder doch die meisten Epidermiszellen hypertrophieren, dichte Rasen derartiger Trichome.

Das darunterliegende Mesophyll zeigt, wie Küster (p. 115.) angibt, „Hemmung in den Differenzierungsvorgängen". Doch macht sich auch hier ein gesteigertes Wachstum geltend, das sich schon in der Emporwölbung der befallenen Stelle erkennen läßt.

Dieses vermehrte Wachstum drückt sich noch weiter aus in einer auffallenden Verdickung der Zellwände, die 3—4 mal dicker sind als bei normalen Zellen. Dies ist dort gut zu studieren, wo gesunde Zellen an erkrankte anstoßen, indem dann nur die angrenzenden Membranteile diese charakteristischen Verdickungen aufweisen, während die übrigen Teile normal, unverdickt sind. (Taf. 1, Fig. 5 der Schnitt durch die Epidermis, der Unterseite parallel der Blattfläche.)

Die Membranen der erkrankten Zellen zeigen ferner tüpfelähnliche Bildungen. An den Erineumhaaren sind es bei Seitenansicht zahlreiche, mehr weniger parallel laufende, längliche Membranverdünnungen, die immer gegen die Haarachse geneigt sind. (Taf. 1, Fig. 3 u. 4.) Doch treten sie meist nur an den ältesten Haaren auf. Frank spricht von Tüpfelbildungen, die sich correspondierend an den verwachsenden Kontaktstellen der Erineumhaare ausbilden. Meine zahlreichen Querschnitte haben mir aber in keinem Falle derartige Kontakt- und Verwachsungsstellen gezeigt. Dagegen beobachtete ich an vielen Tüpfelbildungen in deren Mitte eine Durchbrechung der Membran. (Taf. 1, Fig. 4.)

An den im Gewebeverbande befindlichen Seitenwänden der Epidermiszellen sind die Tüpfel senkrecht gegen die Blattfläche orientiert. (Taf. 1, Fig. 2 u. 5.) Auch hier treten vielfach die angeführten Membrandurchbrechungen auf; ebenso, wenn auch seltener waren die freien, nach außen grenzenden und die Innenwände der E. Zellen perforiert. Auch an den Mesophyllzellen konnte ich, allerdings spärlich, dasselbe beobachten. Küster bespricht auch die Tüpfel, erwähnt jedoch nichts von Membrandurchbrechungen.

Die eben angeführten Differenzierungen lassen nur voll entwickelte Stadien an ausgewachsenen Blättern erkennen. Waren letztere noch jung, in Entwickelung begriffen, so zeigten die erkrankten Zellen nichts von den Membranbildungen. Das Dickenwachstum und die Tüpfelung der Zellwände tritt also erst ein, wenn das Wachstum der Trichome in die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Länge abgeschlossen erscheint. Diese Schlußvergänge können auch unterbleiben, indem man des öfteren Haare antrifft, deren Membranen hinsichtlich Dickenwachstum hinter den normalen eher noch zurückbleiben.

Das Chlorophyll der Mesophyllzellen ist schwächer gefärbt. Der Zellinhalt der Haare besteht aus contrahiertem Protoplasma und Zellsaft. Letzterer ist in manchen Haaren, wie es scheint den ältesten oft nur bis auf einen schwachen protoplasmatischen Wandbelag allein vorhanden und vielfach, besonders in den letzten Fällen intensiv violett gefärbt. An noch in Entwicklung begriffenen Haaren jugendlicher Blätter konnte ich ab und zu nach Färbung mit Methylgrünessigsäure einen Kern beobachten, der dann ungefähr in die Mitte des Haares zu liegen kam. Sein Durchmesser war etwa halb so groß wie der Querdurchmesser des Haares. Er hatte eine kugelige Gestalt.

In den Epidermis- und Mesophyllzellen finden sich Fettröpfen in großer Menge. Die nun besprochenen Membrandurchbrechungen, und vielleicht gilt dies teilweise auch für die Tüpfelbildungen, führe ich zurück auf die Tätigkeit von Pilzen. An den Stellen (völlig entwickelter Blätter) die eben erkrankt waren, d. h. die bereits Verfärbung zeigten, aber makroskopisch Filze noch nicht wahrnehmen ließen, fand ich die Epidermiszellen sowohl der Ober- wie der Unterseite des Blattes — oft dicht — mit Conidien eines Pilzes erfüllt. Ab und zu lagen diese auch in den Mesophyllzellen.

Als dazugehöriges Mycel fand ich in einigen Fällen, nachdem ich die Zellen durch Erhitzen getötet und mit Jodtinktur oder Hämatoxylin gefärbt hatte, Bruchstücke von intracellular lebenden Hyphen, die septiert waren. Sie scheinen sehr vergänglicher Natur zu sein. Häufiger waren die Hyphen außerhalb des Blattes, auf der Epidermis zu finden. Sie bilden seitwärts oder terminal an Seitenästen Conidien in Ketten (auf der Epidermis) oder einzeln (in den Epidermiszellen). (Taf. 2, Fig. 7, 8, 9.)

Die Conidien sind rundlich und besitzen eine deutliche, glatte, braune Membran und 3·3—6·6 μ im Durchmesser. In einigen Fällen beobachtete ich eine Keimung derselben unter Bildung eines Keimschlauches sowohl innerhalb des Blattes, als auch außerhalb desselben auf der Epidermis (Taf. 2, Fig. 7.) In den weitaus meisten Fällen fungieren jedoch die in den Epidermiszellen befindlichen Conidien als Sporangien. Ihr Inhalt schlüpft aus der Membran heraus (Taf. 2, Fig. 10a) schnürt sich dann langsam in kugelige homogen aussehende Protoplasmakörper ab, die dann aus dem Verbande gelöst sofort als „Schwärmsporen“ mit einer lebhaften Bewegung einsetzen. (Taf. 2, Fig. 10b.) Die entleerten Sporangien liegen dann vielfach in den Epidermiszellen und den Haaren herum. Nach einiger Zeit stellen sie ihre Bewegung ein und ruhen. Von ihrem weiteren Schicksal kann ich noch mitteilen, daß sie keimen können, indem dabei der Keimschlauch in die Zellmembran eindringt, die er hiezu natürlich auflösen muß. (Tafel 2, Fig. 12.)

Der Pilz erinnert also durch seine Conidien, welche direkt keimen oder erst als Sporangien Schwärmsporen allerdings unbewimperte entlassen können, an die Oomycetes. Ueber seine sexuelle Fortpflanzung, die, wenn sich meine Beobachtungen bestätigen sollten, den Oomycetes fremd wäre und ihn den Chlorophyceen nahe rücken würde, wage ich mich nur mit Vorsicht auszusprechen.

In fünf Fällen (drei in demselben Haare) beobachtete ich nämlich eine Gametencopulation. Es handelte sich dabei immer um zwei, an Größe etwas verschiedene Individuen. Ein kleineres bewegte sich lebhaft

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

an ein größeres, ruhendes heran, um mit ihm nach einigem Umschwärmen zu einem anfänglich ovalen, später rundlichen, membranlosen Ganzen zu verschmelzen, das ruhig liegen blieb. Die weitere Differenzierung und das weitere Schicksal dieser Zygosporen blieben mir unbekannt. (Taf. 2, Fig. 11.)

Ich suchte nun in einfacher Weise, wie es mir eben möglich war, Culturen von diesem Pilze zu ziehen. Ich gab erkrankte Blatteile in sterilisiertes Wasser. Nach ungefähr zwei Wochen zeigten dieselben einen schleimigen Ueberzug. Eine Untersuchung desselben zeigte, daß neben Penicillium und Torula und neben zahllosen Bakterien der in Frage stehende Pilz in üppiger Form aus den Epidermiszellen hervorwucherte und zahlreiche Kettenconidien bildete. Doch konnte ich nie freie Schwärmsporen finden. Dagegen beobachtete ich eine Art Dauerzustand. Die Glieder der Hyphen rundeten sich mehr weniger ab und bildeten eine dicke, braune, glatte und doppelte Membran aus. Im Innern dieser Glieder war das Protoplasma in zahlreiche kleine, membranlose Kugeln geteilt, die ich als „nicht freigewordene Schwärmsporen" deute. Bevor sich nämlich die Hyphen in diese runden „Dauersporangien" umwandeln, zeigen diese Protoplasmakörperchen im Innern derselben eine aktive Bewegung. (Taf. 2, Fig. 13.) Der Pilz lebt also auch saprophytisch.

Er zeigt demnach in feuchtem Substrate Algennatur, d. h. Bildung von Schwärmsporen in Sporangien, eventuell Gametencopulation. Im natürlichen Substrate, (Zellflüssigkeit) werden die Schwärmsporen frei, während sie im veränderten feuchten Substrate im Sporangium bleiben. In Trockenheit, auf der Oberfläche des Blattes dagegen tritt seine Pilznatur hervor (ausschließliche Bildung von Conidien, die direkt keimen).

Ich habe zwei künstliche Infektionsversuche gemacht; das Resultat war bei beiden negativ. Das erstemal suchte ich ausgewachsene Lindenblätter mit den erwähnten saprophytischen Formen zu infizieren, das zweitemal übertrug ich abgeschnittene Erineumhaare von Blättern, die den Winter über am Boden gelegen und im Frühjahr eingesammelt worden waren — mit Conidien angefüllt — auf junge zarte Blätter, die ich am Bäumchen in luftfeuchtem Raume hielt, um die Conidien dort ankeimen zu lassen. Beide Versuche verliefen aber, wie schon erwähnt, resultatlos.

Wenn ich nun am Schlusse meiner Untersuchungen nicht daran zweifle, daß die Gallmilben die Erreger des Erineums sind, so möchte ich doch dem Pilze eine gewisse Rolle einräumen und zwar in biologischer Hinsicht. Sein ziemlich konstantes Auftreten ließe ihn als einen Einmietler erscheinen, der in einer Art Symbiose mit der Milbe lebt. Dafür, daß ihm die Milbe das Substrat bereitet, würde er ihr den Weg zu den in den Haaren aufgespeicherten Nährstoffen frei machen, indem er die Zellmembranen durchbohrt, die die Milbe mit ihren doch relativ schwachen Mundwerkzeugen nicht bewältigen dürfte.

Litteratur:

Dr. H. Ross, die Gallenbildungen (Cecidien) der Pflanzen, deren Ursachen, Entwicklung, Bau und Gestalt. Stuttgart 1904.

Dr. Ernst Küster, Pathologische Pflanzenanatomie, Jena 1903.

Dr. A. Nalepa, die Naturgeschichte der Gallmilben. Wien 1894.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1 u. 2. Querschnitte durch Erineum; in Fig. 1 sind die Haare noch papillös; Fig. 2 zeigt Membrandurchbohrungen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Fig. 3. Membrandifferenzierung bei Seitenansicht der Haare. Imm.
Fig. 4. Membrandurchbrechungen der Haare. Imm.
Fig. 5. Verdickte Membranen mit Tüpfelbildungen und Durchbrechungen bei Flächendraufsicht. Imm.
Fig. 6. Inhalt der Haare mit Conidien. Imm.

Tafel II.

Fig. 7. Hyphen mit Conidien außerhalb des Blattes; eine Conidie keimend; die eine Hyphe im Haare, durchbricht dessen Membran. Imm.
Fig. 8. Hyphe mit Conidien innerhalb des Blattes. Imm.
Fig. 9. Conidien terminal an einem Seitenaste. Imm.
Fig. 10 a. Das Protoplasma schlüpft aus dem Sporangium aus. Imm.
Fig. 10 b. Teilung des Protoplasmas in Schwärmsporen. Imm.
Fig. 11. Gametencopulation. Imm.
Fig. 12. Keimende Schwärmspore. Imm.
Fig. 13. Saprophytische Form mit zurückgehaltenen Schwärmsporen. Imm.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf