© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Pilzparasitäre Pflanzenkrankheiten.

Vortrag

von

Dr. Hans Schnegg

Assistent an der Realschule in Neuburg a/D.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Wenn ich es heute unternehme, das Gebiet der Pflanzenkrankheiten zu betreten, so geschieht dies einerseits wegen der grossen Bedeutung, welche die Erkrankung der Pflanzen bei der Beantwortung landwirtschaftlicher Fragen hat, andererseits aber auch, weil das Auftreten und die Lebensweise der Krankheitserreger und die an den befallenen Pflanzen hervorgerufenen Veränderungen nicht nur die Aufmerksamkeit des Forschers, sondern auch die des Laien in hohem Grade auf sich zu ziehen verdienen. Von diesen Gesichtspunkten ausgehend möchte ich daher bitten, mich heute zu begleiten in das grosse Krankenhaus, in das ungeheure Spital der Natur. Wo immer wir uns bewegen, wohin uns auch unser Fuss führen mag, in Wiese und Feld, in Wald und Garten, überall befinden wir uns unbewusst zwischen einer grossen Menge Kranker und Verwundeter, Leicht- und Schwerverletzter, Genesender und Sterbender, einer Zahl, die je nach Örtlichkeit und Witterungsverhältnissen eine sehr wechselnde sein kann.

Ich brauche ja nur zu erinnern an die vielen verschiedenen krankhaften Erscheinungen, die auf Spaziergängen, Ausflügen und Exkursionen zuweilen in hohem Grade unsere Aufmerksamkeit erregt haben! Wie oft sind uns Pflanzen und Pflanzenteile aufgefallen, die von den normalen durch gelbe und braune, rote und schwarze Flecken, durch Auftreibungen und Verkrümmungen, oder auch durch weisse und schwarze Überzüge, wohl auch durch Verfärbung und Welksein sich unterschieden! Ohne uns weiter auf die Ergründung dieser Erscheinungen einzulassen, oder deren Ausbreitung und Verminderung zu beachten, sagten wir wohl einfach: Die Pflanze ist krank.

Nun ist aber der Begriff Krankheit ein sehr weiter. Es ist ja bekannt, dass die Krankheitserreger im Tierreiche und in

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

erster Linie beim Menschen ungemein mannigfaltige und dementsprechend auch deren Symptome sehr verschiedenartige sein können. Wieviel mehr muss das im Pflanzenreich der Fall sein! Schon rascher Temperaturwechsel und andauernde widrige Witterungsverhältnisse, wie Hitze und Kälte, Trockenheit und Nässe können Veranlassung zu Krankheiten werden, ebenso Verletzungen durch Menschen und Tiere, um nur hinzuweisen auf die Verheerungen, die durch Insekten und deren Larven verursacht werden, sei es, dass sie durch Entlauben den Pflanzen ihre Ernährer rauben, oder sie durch Laufgräben und Bohrlöcher in ihrem Innern schädigen, — alle diese Faktoren können zum Ausgangspunkte lokaler und weitergehender Erkrankungen werden.

Es soll jedoch heute nicht unsere Aufgabe sein, uns in der Betrachtung dieser Schädlinge zu verlieren, vielmehr sollen uns diejenigen Krankheiten ausschliesslich beschäftigen, die durch kleine, selbst pflanzliche Organismen hervorgerufen werden, deren Wahrnehmung mit unbewaffnetem Auge nur dann möglich ist, wenn sie in ungeheurer Menge auftreten, die Pilze.

* * *

Bevor wir jedoch auf die eingehende Besprechung der einzelnen Gruppen uns einlassen, wird es nötig sein, einige einleitende Bemerkungen über Schmarotzer im allgemeinen vorauszuschicken. Man versteht darunter Organismen, welche teils infolge ihres Baues, teils aus inneren Ursachen nicht imstande sind sich selbständig zu ernähren, sondern auf Kosten eines anderen Organismus, ihres Wirtes, zu leben genötigt sind. Dieser Wirt kann nun selbst wieder aus lebendem oder totem Material bestehen und man unterscheidet daher zwischen echten Schmarotzern oder Parasiten, die auf lebenden Organismen leben, und unechten Schmarotzern oder Saprophyten, denen totes Material als Nährboden dient. Zu den ersteren gehören naturgemäss alle jene Pilze, welche als Krankheitserreger an lebenden Pflanzen auftreten, während die grosse Anzahl der letzteren von den teils als giftig gefürchteten, teils wegen ihrer Schmackhaftigkeit beliebten Hutpilzen und nicht zum geringsten Teile von den ebenfalls nicht sehr beliebten Schimmelpilzen, gebildet wird. Wenn auch eine grössere Anzahl höherer Pflanzen als Schmarotzer auftritt, um nur zu erinnern an die Orobancheen und zahlreiche

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Rhinanthaceen, sowie die Loranthaceen mit ihrem bekanntesten Vertreter. der zuweilen massenhaft auftretenden Mistel, so ist doch auf den ersten Blick klar, dass die Pilze das Hauptkontingent derselben stellen müssen. Denn da dieselben infolge des Chlorophyllmangels nicht wie die höheren Pflanzen imstande sind, die ihnen von der Natur gebotenen unorganischen Baustoffe für ihre Zwecke zu verarbeiten, und zum Aufbau ihrer Fruchtkörper zu verwenden, müssen sie auf Organismen angewiesen sein, aus denen ihnen die nötigen Baustoffe schon in verarbeitetem Zustande zu Gebote stehen, — sie müssen schmarotzen.

Die Art und Weise nun, wie die Pilze ihren Wirt ausnützen, um seine Nährstoffe an sich zu ziehen, kann selbst wieder eine doppelte sein, je nachdem der Parasit nur auf der Oberfläche des Wirtes sich ausbreitet, oder tief in dessen Inneres eindringt.

Die Epiphyten oder oberflächlich lebenden Pilze überziehen mit ihrem Vegetationskörper, dem Mycel, nur die Oberfläche der befallenen Organismen und benützen nur eigentümlich ausgebildete Teile desselben, die Haustorien, um sich einerseits auf ihrem Wirte zu befestigen, andererseits durch dieselben ihre Nahrungsaufnahme zu besorgen. Die Endophyten dagegen dringen mit ihrem reich verzweigten Mycel tief in das Innere ihres Wirtes ein, durchwuchern ihn ganz und gar, und senden nur ihre Fruchtkörper über die Oberfläche hervor. Dass dadurch eine raschere Vernichtung des Wirtes, zugleich aber ein unverhältnismässig günstigerer Vegetationszustand des Pilzes bedingt ist, liegt klar auf der Hand.

Es wäre nun vielleicht zweckmässig, die krankheitserregenden Pilze vom systematischen und verwandtschaftlichen Standpunkte aus zu betrachten, allein die Besprechung nach der Grösse ihrer Verbreitung und dem durch sie verursachten Schaden dürfte die Übersichtlichkeit mehr fördern und ich möchte daher zunächst das Augenmerk lenken auf jene beiden Pilzgruppen, die man unter dem Namen Rost- und Brandpilze zusammenfasst.

Die Rostpilze — Uredineen — zeichnen sich, wie ihr trefflich gewählter Name schon sagt, dadurch aus, dass die von ihnen hervorgebrachten Krankheitserscheinungen sich in den meisten Fällen durch gelbe bis braune Rostfarbe auszeichnen, wobei ich gleich bemerken möchte, dass hier, wie in den meisten anderen Fällen von Erkrankungen durch Pilze, der Charakter

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

der Krankheit, d. h. ihr äusseres Auftreten, nicht durch das meist farblose Mycel, sondern von den Fruchtkörpern und Fortpflanzungszellen gebildet wird, welche, wie schon kurz erwähnt, bei epiphytischen wie endophytischen Parasiten im Allgemeinen auf der Oberfläche der befallenen Pflanzenteile zur Ausbildung gelangen. Häufig jedoch werden dieselben im Innern erzeugt und gelangen erst dadurch, dass durch die kolossale Menge der Fortpflanzungszellen, der Sporen, die Oberhaut der Pflanze gesprengt wird, nach aussen, wo sie dann durch ihre auffallende Färbung zur Wahrnehmung kommen. Dieser letztere Modus charakterisirt die Rostpilze, die bezüglich der Bildung ihrer Fruchtkörper zwei Extreme zeigen.

Im einfachsten Fall, den wir nur bei einer auf Crassalaceen (Fettkraut) schmarotzenden Art, Endophyllum verwirklicht sehen, bildet das Mycel einen becherförmigen Fruchtkörper, ein sog. Aecidium, welches im unreifen Zustande eine geschlossene Blase darstellt, die sich im Innern des befallenen Pflanzenteiles bildet und von einer dickwandigen Zellschicht, der Peridie umschlossen ist. Im reifen Zustande bricht dasselbe über die Epidermis der Pflanze hervor, und erscheint nun, durch Zerreissen der Peridie als ein runder, schüsselförmiger Körper, der an seinem Grunde ein Bildungsgewebe aufweist, welches nach oben reihenweise die Fortpflanzungszellen oder Sporen abschnürt, welch anfangs durch den gegenseitigen Druck eine polygonale Gestalt besitzen, nach dem Freiwerden sich aber allmählig abrunden. Diese als Aecidiosporen oder Bechersporen bezeichneten Fortpflanzungszellen sind nun imstande, direkt wieder auszukeimen, indem sie einen Keimschlauch ein sog. Promycel bilden, welches ein begrenztes Wachstum besitzt und an seinen Enden, den Sterigmen, kleine kugelige Körper, die Sporidien abschnürt. Diese sind ebenfalls sofort wieder keimfähig und durchbohren mit ihren Keimschläuchen, auf eine ihnen zusagende Pflanze gelangt, deren Epidermis und erzeugen nun im Innern der Pflanze wuchernd ein sehr ausgedehntes Hyphengeflecht, welches an geeigneter Stelle wieder ein Aecidium, die Ausgangsform, erzeugt, und damit die Entwickelung abschliesst.

Gewöhnlich jedoch ist der Entwickelungsgang viel komplizierter, indem im Laufe einer Vegetationsperiode verschiedene Generationen mit verschiedenen Fortpflanzungsformen mit einander

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

abwechseln. Der Übersichtlichkeit wegen wird es daher auch hier angezeigt sein, mit der Frühjahrsgeneration, dem Aecidium zu beginnen.

Dasselbe stimmt in Bau und Funktion vollständig mit der oben unter diesem Namen kennen gelernten Fruchtform überein, weicht dagegen in der Weiterentwickelung seiner Sporen wesentlich von derselben ab. Dieselben sind hier, ohne Vermittelung eines Promycels, sofort imstande zu keimen und direkt ein Mycel zu erzeugen, welches, im Inneren des befallenen Pflanzenteiles wuchernd, auf polsterförmig angeordneten Mycelfäden oder Hyphen, frei, ohne Bildung eines Aecidiums mit Peridie, kleine Sporen abgliedert, die sich von den Aecidiosporen wesentlich nicht viel unterscheiden. Diese als Uredosporen oder Sommersporen bezeichneten Fortpflanzungszellen sind ziemlich dünnwandig und besitzen meist eine stachelige oder höckerige Membran, die nur an einigen Stellen, an welchen später die Keimschläuche austreten sollen, sehr dünn geblieben ist.

Auch diese Uredosporen sind direkt keimfähig und dienen dazu, die Weiterverbreitung des Pilzes während des Sommers zu besorgen, indem sich aus dem durch ihre Keimung gebildeten Mycel immer wieder Uredosporen bilden. Es können auf diese Weise eine grosse Anzahl von Uredo-Generationen im Laufe eines Sommers aufeinanderfolgen, deren Sporenhaufen, wie die der Aecidien durch ihre meist hellgelbe bis braungelbe Farbe deutlich hervortreten.

Erst gegen den Herbst zu kann man schon mit freiem Auge bemerken, wie die Stellen, an denen wir im Sommer die Uredosporenhaufen wahrnahmen, immer dunkler werden und schliesslich ganz gleichgestalteten, jedoch dunkelbraunen bis schwarzen Sporenlagern gewichen sind. Es rührt dies davon her, dass allmählig die Produktion der Uredosporen aufhört, dafür aber, anfangs in den Uredolagern selbst, andere, dunkler gefärbte Sporen abgeschnürt werden, die Teleutosporen d. h. Wintersporen, die schliesslich die Uredosporen vollständig verdrängen, da sie dazu bestimmt sind, die Erhaltung des Pilzes während des Winters zu übernehmen. Ihrer Bedeutung als Dauersporen entsprechend, sind dieselben daher mit einer dunkelgefärbten, derben Membran versehen. Wegen ihrer ungeheuren Menge und ihrer starken Befestigung an der Unterlage, sind sie daher ausser-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ordentlich geeignet, selbst für den Fall, dass eine grosse Anzahl derselben zugrunde geht, den Pilz zu erhalten und im nächsten Frühjahre seine Weiterverbreitung zu besorgen.

In günstige Lebensbedingungen versetzt, zu denen namentlich Feuchtigkeit und Wärme gehören, vermögen die Teleutosporen ebenfalls zu keimen, jedoch nicht direkt ein neues Mycel zu erzeugen. Der Keimschlauch wächst vielmehr, wie wir es bei den Aecidiosporen der ersten Gruppe kennen gelernt haben, zu einem Promycel aus, das bei den einzelnen Gattungen verschiedene Gestalt und Entwickelung annimmt, und schliesslich an dünnen Seitenästen, den Sterigmen, rundliche Fortpflanzungskörper, die Sporidien abschnürt. Erst diese keimen, auf die Epidermis einer geeigneten Wirtspflanze gebracht, zu einem kurzen Keimschlauche aus, der die Epidermis durchbohrt und im Innern ein reiches Mycel entwickelt, das den Ausgangspunkt für die Bildung eines Aecidiums, der Fruchtform, aus der wir die Erzeugung der übrigen kennen gelernt haben, veranlasst.

Bemerkt muss ferner noch werden, dass vor, oder doch gleichzeitig mit der Bildung des Aecidiums in dessen Umkreis oder auf der ihm abgekehrten Blattfläche, eine weitere Fruchtform auftritt, welche man mit dem Namen Spermogonium oder Pycnide bezeichnet. Dieselbe entsteht aus dem gleichen Mycel wie das Aecidium und stellt ein in die Blattfläche eingesenktes, flaschenförmiges Gebilde dar, das an den in seinem Inneren hervortretenden Hyphenenden kleine, rundliche oder längliche Sporen abschnürt, für welche man den Namen Spermatien gebraucht, da man annimmt, dass dieselben die männlichen Fortpflanzungszellen einer geschlechtlichen Generation seien, als deren Produkt das Aecidium, die komplizierteste aller Fortpflanzungsformen erscheinen würde. Da es jedoch bisher nicht gelang, einen Befruchtungsvorgang zu beobachten, so neigt man gegenwärtig auch der Ansicht zu, dass wir in den Spermogonien eine alte Fruchtform vor uns haben, die nur ihre ursprüngliche Funktion verloren hat.

Dieser verwickelte Bildungsgang tritt jedoch nicht bei allen Arten auf, sondern wir kennen zahlreiche Fälle, in welchen nur die eine oder andere der kennengelernten Fortpflanzungsformen auftritt, die übrigen fehlen, und schon der oben kennengelernte Fall von *Endophyllum*, welches nur Aecidien erzeugt, bietet uns

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ein Beispiel dafür. In ähnlicher Weise können auch nur Uredosporen oder nur Teleutosporen die Erhaltung und Weiterverbreitung einer Art besorgen.

So mannigfaltig also die einzelnen Fortpflanzungsformen und ihr gegenseitiges Verhältnis zu einander sind, so auffallend und merkwürdig sind auch ihre Beziehungen zur Wirtspflanze, indem nur wenige Arten alle ihre Fruchtformen auf der Pflanze bilden, auf der sie das Aecidium gebildet haben. Es liegt vielmehr in den meisten Fällen ein sehr auffallender aber charakteristischer Wirtswechsel vor, der sich dadurch kundgibt, dass die einzelnen Sporenformen, oder doch wenigstens ein Teil derselben auf anderen Pflanzen vorkommen, als das Aecidium. Die wichtigsten Beispiele sollen uns daher in der Folge kurz beschäftigen.

Schon im ersten Frühjahre wenige Wochen nach dem Erscheinen der Blätter, zeigen sich an denjenigen der Berberitze kleine rote Flecken, welche sich in kurzer Zeit vergrössern und dann Spermogonien erzeugen, die als dunklere kleine Pünktchen auf denselben deutlich hervortreten. Gleichzeitig tritt an der infizierten Stelle eine beträchtliche Verdickung des Blattes ein und bald erscheinen auf dem dadurch zustandegekommenen, gallenförmigen Blatthöcker, eine grössere Anzahl kleiner kreisrunder Schüsselchen von hellgelber Farbe, die Aecidien eines Rostpilzes, welche schliesslich durch Ausstäuben ihre Sporen entleeren und schliesslich zugrundegehen.

Merkwürdig nun ist die Thatsache, dass diese Aecidiosporen unter günstigen Bedingungen zwar überall und auf jeder Pflanze zu keimen vermögen, jedoch nur dann zur Weiterentwickelung gelangen, und ein Mycel zu erzeugen imstande sind, wenn sie auf der Oberfläche eines Grasblattes, z. B. des Getreides zu liegen kommen, während die auf anderen Pflanzen, auch auf der Berberitze selbst, erzeugten Keimschläuche schon nach kurzer Zeit zugrundegehen. Aus dem neuen Mycel werden nun auf dem Grasblatte zuerst Uredosporen in unbegrenzter Menge und schliesslich Teleutosporen erzeugt, welch' letztere den Winter überdauern und im Frühjahre mittels Promycel und Sporidien eine Weiterverbreitung besorgen.

Auch die Keimschläuche der Sporidien teilen dieselbe Eigentümlichkeit wie die der Aecidiosporen, jedoch in umgekehrter Weise. Auch diese entstehen immer, können aber nur auf ein

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Berberitzenblatt gelangt die Bildung eines Mycels veranlassen, aus dem wieder in der schon kennengelernten Weise neue Aecidien entstehen.

Da dieser Pilz der eigentliche Getreiderost, *Puccinia graminis*, hauptsächlich den Roggen, jedoch auch andere Getreidearten, und zahlreiche Wiesengräser befällt, so gehört er zu den gefürchtetsten Krankheiten dieser Nutzpflanzen, an denen er zuweilen einen nicht unerheblichen Ausfall der Ernte zur Folge hat.

Ein anderer, in seinen Uredo- und Teleutosporenlagern mehr den Weizen bevorzugender Parasit, der Streifenrost, *Puccinia straminis*. hat als Zwischenwirt für seine Aecidien eine grosse Anzahl von Boragineen, wie Echium, Symphytum, Pulmonaria, Myosotis u. a.

Wegen der zierlichen Form seiner Teleutosporen, die durch zahlreiche am oberen Ende befindliche vielgestaltete Vorsprünge ein krönchenartiges Aussehen erhalten, verdient noch der für den Hafer charakteristische Rostpilz, der Kronenrost, *Puccinia coronata*, erwähnt zu werden. Derselbe richtet an Haferfeldern zuweilen bedeutenden Schaden an und lebt im Wirtswechsel mit einem Aecidium, das auf den bei uns ziemlich verbreiteten Arten des Faulbaums, Rhamnus Frangula und cathartica zur Entwickelung gelangt, deren Blätter, manchmal sogar auch Blüten und Früchte oft dicht mit den gelbroten Aecidien bedeckt sind.

Auf alle bekannten Fälle von Wirtswechsel einzugehen würde natürlich zuweit führen, auch wenn wir uns nur aufzählungsweise darauf einlassen würden und ich möchte daher nur noch des auf dem Schilf in ungeheurer Ausdehnung verbreiteten Rostpilzes, des Schilfrostes, *Puccinia Phragmitis*, Erwähnung thun, der sein Aecidium auf mehreren unserer Rumex-Arten, auch auf dem Sauerampfer, ausbildet.

Wenden wir uns nun im Anschlusse an die eben kennengelernten interessanten biologischen Verhältnisse den Veränderungen zu, die durch die Einwirkung der Rostpilze an den befallenen Pflanzen hervorgerufen werden, so sehen wir, dass auch hier die Aecidienform von tiefgreifender Wirkung ist, während die durch die übrigen Sporenformen hervorgebrachten Veränderungen meist nur untergeordnete Bedeutung haben. Zu-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

gleich muss bemerkt werden, dass gewöhnlich bei mässig starkem Auftreten des Schmarotzers dessen Wirkung auf den Wirt nur eine lokale ist und sich nur in einem Fleckigwerden und Verfärben der betreffenden Pflanzenteile, und erst bei stärkerem Auftreten in einer vollständigen Vernichtung derselben kundgibt. Immerhin verursacht er ein langsames Absterben und frühzeitigen Tod seines Wirtes.

Einige der weitgehendsten Veränderungen jedoch verdienen, da sie sich auf die ganze Pflanze erstrecken und diese bis zur Unkenntlichkeit, gesunden gegenüber, entstellen, näher betrachtet zu werden und zwar wollen wir auch hier mit dem Aecidium beginnen.

Wohl die auffallendste und auch bekannteste Hypertrophie oder Missbildung ist die, welche durch die Einwirkung eines Aecidiums an den ganzen Pflanzen von Euphorbia Cyparissias, der Cypressenwolfsmilch, verursacht wird und dessen zugehörige Uredo- und Teleutosporen den auf zahlreichen Leguminosen, wie Bohnen, Erbsen, Wicken u. a. zuweilen in kolossalen Mengen auftretenden Erbsenrost, *Uromyces Pisi* erzeugen. Der Pilz befällt schon die jungen Wolfsmilchpflanzen und zwar werden sämtliche Blätter bis an den Gipfel hinauf infiziert. Die Folge ist ein Zurückbleiben der Blätter an Grösse, und zugleich eine starke Streckung des ganzen Sprosses, der dann in kurzen Abständen mit den kleinen, rundlichen und fleischig aussehenden Blättern besetzt ist. Zur Reifezeit des Aecidiums fallen schliesslich die Blätter von untenher allmählig ab, bis zuletzt auch der ganze Spross seinem Untergange verfällt. Eine Blütenbildung kommt unter diesen Umständen ebenfalls nicht zustande. Die Pilzwirkung kann, wie ich in zahlreichen Fällen zu beobachten Gelegenheit hatte soweit gehen, dass, bei gleichem Alter kranker und gesunder Pflanzen, die ersteren bei einer 10—20mal geringeren Blattzahl zuweilen die doppelte bis dreifache Grösse der letzteren erreichen. Auch kommt es, wegen der ungeheuren Masse, in der die Aecidien gewöhnlich auftreten selten zu einer Chlorophyllbildung, weshalb die erkrankten Pflanzen auch stets ein bleichgelbes Aussehen zeigen und nur manchmal, wenn die Infektion nicht so tiefgreifend war, an der Spitze noch einen kleinen grünen Schopf von normalen Blättern entwickeln.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Ähnliche, wenngleich nicht so tiefgreifende Veränderungen ruft das Aecidium von *Puccinia fusca* an den Blättern von Anemone nemorosa hervor. Auch hier unterscheiden sich die kranken Pflanzen von den gesunden in auffallender Weise durch die starke Streckung des Blattstieles und die zuweilen beträchtliche Reduktion der Blattfläche, die hier nur auf der Unterseite die Aecidien trägt, die wir bei Euphorbia auf beiden Blattflächen zerstreut finden.

Ein auf der Brennnessel im Frühjahr erscheinendes Aecidium, das im Wirtswechsel steht mit den auf Carex-Arten vorkommenden Uredo- und Teleutosporen von *Puccinia Caricis* ist durch seine Wirkung an den Stengeln, Blattstielen und Blattnerven auffallend. Dieselben zeigen, dicht besetzt mit den orangeroten Aecidien, dicke, beulen- bis gallenförmige Auftreibungen, die eine Verkrümmung und Missgestaltung nicht nur der befallenen Teile, sondern schliesslich sogar der ganzen Pflanzen zur Folge haben.

Auf die zahlreichen anderen Fälle kann unmöglich noch weiter eingegangen werden, und wir wollen daher, nachdem wir bisher die Veränderungen durch Aecidien an krautigen Pflanzen betrachtet haben, unser Augenmerk noch richten auf einen ganz extremen Fall, in welchem ganze Zweige von Bäumen durch eine Aecidienwirkung zu eigentümlichen Gebilden umgewandelt werden, ich meine die Bildung sog. Hexenbesen. Zwar kommen derartige Gebilde auf zahlreichen Bäumen vor, sind aber in den meisten Fällen von anderen Pilzen verursacht und werden uns daher erst später beschäftigen. Die hier in Frage kommenden sind nur die der Weisstanne. Man versteht unter Hexenbesen im allgemeinen büschelförmige, vom normalen Typus der Verzweigung abweichende, auf anderen Zweigen, oder deren Enden aufsitzende Zweiggruppen, die sich von normalen Zweigen ausserdem dadurch unterscheiden, dass sie negativ geotropisch sind, d. h. senkrecht zur gewöhnlichen Wachstumsrichtung der Äste in die Höhe wachsen. Dieselben entstehen durch Infektion einer Seiten- oder Endknospe des betreffenden Zweiges durch den Pilz, der dann eine so eigenartige Weiterentwicklung bedingt. Bis zu welch' ungeheurer Grösse die hier in Frage kommenden Hexenbesen der Weisstanne, veranlasst durch das in seiner Entwickelung noch unvollständig bekannte *Aecidium elatinum*, heranwachsen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

können, zeigt ein solcher, den ich einer Weisstanne im Bergheimer Forst verdanke, der bei einer Höhe von 1 m und einem ebensolchen Durchmesser, einem Tragast von nur 5 cm Durchmesser aufsass.

Abgesehen von der abnormen Bildung dieser eigentümlichen Sprosssysteme unterscheiden sich diese Hexenbesen auch in anderen Beziehungen von den normalen Zweigen der Weisstanne. Ausser der auffallend hellgrünen Farbe der bei ihnen einspitzigen Nadeln, die bei gesunden Zweigen zweispitzig sind, welche auf der Unterseite in Reihen die Aecidien tragen, sind sie noch durch deren Stellung verschieden, da sie wie bei Fichten oder Gipfeltrieben rings um den Spross und die einzelnen Zweige verteilt sind, bei den gesunden dagegen bekanntlich nur in zwei Reihen; auch werden sie wie die Blätter der Laubbäume im Winter abgeworfen, sodass die Hexenbesen im Sommer leicht durch ihre hellgrüne Farbe, im Winter durch ihren Mangel an Nadeln, auf den dunkelgrün belaubten Ästen wahrgenommen werden.

Da die Infektion nicht jedes Jahr von neuem erfolgt, so dauert das Mycel im Winter in den Hexenbesen aus und erzeugt im Frühjahre, indem es in die jungen Nadeln hineinwächst, auf diesen wieder von neuem die Aecidien.

Die Lebensdauer eines Hexenbesens ist natürlich eine verschiedene und hängt bis zu einem gewissen Grade auch von der Stärke des Tragastes ab, denn es leuchtet ein, dass bei der raschen Entwickelung des Hexenbesens der Tragast nicht mehr gleichen Schritt halten kann und schliesslich bei übermässiger Belastung brechen muss. Im allgemeinen ist sie jedoch stets eine beschränkte, sodass meist der Hexenbesen abstirbt, lange bevor er eine Grösse erreicht hat, die der Tragast nicht mehr aushalten könnte, weshalb man die dürren schwarzen Büsche noch viele Jahre den Ästen aufsitzen sieht, bis sie schliesslich einmal dem Ansturm des Windes zum Opfer fallen.

Dass unter Umständen auch die anderen Sporenformen auf die abnormale Entwickelung von Pflanzen und Pflanzenteilen von Einfluss sein können wurde schon kurz erwähnt und ich möchte daher mit der Besprechung nur auf die häufigsten derselben kurz eingehen.

Wie wir schon die Wirkung der Aecidien von *Puccinia fusca* an Anemone nemorosa kennen gelernt haben, so erzeugen auch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

die Uredo- und Teleutosporen des gleichen Pilzes auf derselben Pflanze ähnliche Erscheinungen, die sich wie im ersten Falle durch Streckung der Blattstiele und Reduktion der Blattfläche kundgeben.

Sogar Spermogonien und erst später Uredo- und Teleutosporen können zu Hypertrophieen Veranlassung geben. Als Beispiel möge die Verkrümmung der Sprosse von Cirsium vulgare, der gemeinen Ackerdistel, angeführt werden. Im Frühjahr fallen vereinzelte Pflanzen, mitunter sogar sämtliche eines Feldes einer Rostkrankheit zum Opfer, der *Puccinia suaveolens*. Die kranken Pflanzen stechen von den gesunden, ausser ihrer bedeutend helleren, zuweilen gelbgrünen Farbe, namentlich durch die abnorm gestreckten Sprosse und Blätter ab. Bei genauerer Betrachtung gewahrt man dieselben vollständig bedeckt von kleinen roten Pünktchen, den Spermogonien des Rostpilzes, die ausserdem durch ihren angenehmen, süsslichen Geruch besonders auffallen, der dadurch zustande kommt, dass sie ein flüchtiges, ätherisches Öl erzeugen, wegen dessen sie auch von Insekten besucht werden. Bei dieser Gelegenheit möchte ich auch noch bemerken, dass auch die Uredosporen sehr häufig von zahlreichen Insektenlarven aufgesucht und jedenfalls mit grossem Appetit verspeist werden, da man dieselben, ganz angefüllt mit den gefressenen Uredosporen und dadurch selbst gelb gefärbt, sich mitunter zwischen den gelben Sporenhaufen tummeln sieht. Sollte das nicht vielleicht eine Anpassungserscheinung, eine Schutzfärbung sein?

Noch einen Pilz, der ebenfalls durch seine Teleutosporen an Sträuchern und zwar an den verschiedenen Arten des Wacholders Hypertrophieen erzeugt, und ihre Existenz gefährdet, dürfen wir wegen seiner ungeheuren Schädlichkeit in der Aecidienform keineswegs übergehen, das durch seine eigenartigen Teleutosporenlager ausgezeichnete Genus *Gymnosporangium*. Dieser Pilz steht schon insoferne einzig da, da seine Teleutosporenlager nicht, wie gewöhnlich an Blättern oder Stengeln hervorbrechen, sondern direkt dem Holze aufsitzen, dessen Rinde sie durchbrechen. Andererseits sind sie durch die Beschaffenheit der einzelnen Teleutosporen wie der ganzen Lager von den bisher kennen gelernten wesentlich verschieden. Schon bei oberflächlicher Betrachtung gewahrt man, dass die ganzen Lager eine auffallend

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

gallertartige oder schleimige Beschaffenheit zeigen, die namentlich nach längerer Feuchtigkeit besonders in die Augen fällt, da namentlich die eine Art, *Gymnosporangium tremellioides* dann zuweilen Teleutosporenlager zeigt, deren Dimensionen denen einer mässig grossen Hand gleichkommen. Diese Erscheinung hängt einerseits mit der in hohem Masse ausgeprägten Fähigkeit der Teleutosporen selbst und ihrer Stiele zusammen, bei Benetzung mit grosser Begierde Feuchtigkeit aufzunehmen und zu quellen, andererseits ist sie bedingt durch die ungeheuer langen Stiele der Teleutosporen, die die Länge der Sporen um das 100 fache übersteigen können. Lässt jedoch die Feuchtigkeit nach, so schrumpfen sie wieder stark zusammen und man darf sich daher nicht wundern, zur Zeit der Trockenheit ausser den Wundstellen kaum etwas an den befallenen Zweigen wahrzunehmen. An den Infektionsstellen tritt nämlich durch die Einwirkung des Pilzes eine Art Kropfbildung ein, die sich von Jahr zu Jahr vergrössert, und wenn die Wundstelle sich zur Zeit, wenn die Teleutosporen abgefallen sind, nicht durch Wundkorkbildung verschliesst, eine Austrocknung des ganzen darüberliegenden Teiles und damit ein langsames Absterben desselben zur Folge hat.

Wichtiger noch als das Auftreten und der Schaden dieser Teleutosporenlager an den Wachholderbüschen ist die Einwirkung der dazu gehörigen Aecidien auf die Obstbäume, die ihnen als Zwischenwirt dienen, namentlich die der berüchtigten *Roestelia cancellata*, des Gitterrostes, auf Birnbäumen. Die Zugehörigkeit derselben zu den Teleutosporen die auf Juniperus Sabina, dem Sevenstrauch, leben, und ihre Gefährlichkeit wurde schon frühzeitig erkannt, trotzdem aber findet man den giftigen Sevenstrauch noch ziemlich häufig, namentlich auf dem Lande angepflanzt. In welch erschreckender Menge dieser Pilz auf den Birnbäumen auftreten kann, und welch ungeheurer Schaden dadurch den Landwirten erwächst, möge ein Fall illustrieren, den ich vor drei Jahren in dem nahe gelegenen Stätzling zu beobachten Gelegenheit hatte. Dort, wo ja bekanntlich in zahlreichen Gärten der verdächtige Juniperus Sabina steht, waren schon von weiter Ferne, die Birnbäume, zu einer Zeit, in der die Früchte allmählig reifen, daher unter gewöhnlichen Verhältnissen der Baum noch seinen grünen Blätterschmuck trägt, durch ihre dunkelrote Färbung auffallend. Bei näherer Be-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

sichtigung zeigte sich denn auch, dass kaum ein Blatt von den dunkelroten Polstern des Aecidiums frei war, manche sogar an dem grössten Teil der Blattfläche von denselben besetzt waren. Die Folge davon war, dass nicht nur die Bäume schon sehr frühzeitig ihr Laub verloren, sondern dass auch der Ausfall der Ernte ein ganz erheblicher, in einigen Fällen sogar ein vollständiger war.

So interessant es wäre, noch eine Reihe anderer wichtiger Fälle besprechen zu können, so nötigen uns doch eine Reihe anderer Thatsachen, davon Abstand zu nehmen. Es sei daher unsere weitere Betrachtung zunächst den Unterschieden der einzelnen Rostpilze unter sich, dann aber vor allem den Beziehungen der einzelnen Pilzfamilien zu gewissen Pflanzen und Pflanzenfamilien gewidmet.

Es dürfte wohl aufgefallen sein, dass ich bei allen Verschiedenheiten, die die einzelnen Rostpilze aufweisen, noch keine Rücksicht genommen habe auf die Gestalt der einzelnen Sporenformen, namentlich der Teleutosporen, denn es ist ja bekannt, dass die Gestalt der Sporen von wesentlicher Bedeutung für die Auseinanderhaltung der einzelnen Arten ist. Allein so wichtig diese Merkmale für die Systematik sind, biologisch sind sie direkt nicht von Bedeutung, auffallend ist nur das Verhältnis, in welchem die verschiedenen Rostpilzgattungen, indirekt also auch die Gestalt der Sporen, zu gewissen Pflanzen und Pflanzenfamilien stehen.

Die Papilionaceen z. B. finden wir ausschliesslich von der Gattung *Uromyces* mit einzelligen Teleutosporen heimgesucht, die Gräser und allgemein sogar die grasartigen Pflanzen nahezu alle von *Puccinia*, deren Teleutosporen aus zwei Zellen bestehen, wie die der Gattung *Gymnosporangium*, während die Gattung *Phragmidium*, die durch 4 bis vielzellige Teleutosporen ausgezeichnet ist, nur auf Rosaceen und zwar mit Vorliebe Rosa- und Rubus, sowohl Brombeer- wie Himbeer-Arten schmarotzt, Pflanzen, die von allen übrigen Rostpilzen gemieden werden. Für eine andere Gattung werde ich bei anderer Gelegenheit auf ihr Wirtsverhältnis hinweisen.

Von den zahlreichen übrigen Rostpilzen dürfen noch drei wichtige Gattungen nicht unberücksichtigt gelassen werden, *Chrysomyxa*, *Melampsora* und *Coleosporium*.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die erstere, von der am häufigsten zwei Arten auftreten, ist dadurch von Interesse, dass sie an Fichten zuweilen nicht unerheblichen Schaden anrichtet. Es sind dies der Tannennadelrost, *Chrysomyxa abictis*, deren Teleutosporenlager junge einjährige Nadeln befallen und sie zum Abfallen bringen und der Alpenrosenrost, *Chrysomyxa Rhododendri*, der allerdings auf die Gebirgsgegenden beschränkt ist, da ihr Aecidium auf der Alpenrose schmarotzt, während sich im Herbste die Teleutosporen ebenfalls auf Fichtennadeln bilden. Der Pilz nimmt jedoch keine so weite Verbreitung an wie der erstere, der namentlich voriges Jahr in den Wäldern von Wöllenburg und besonders Bergheim, auch im Siebentischwalde, in beängstigender Weise auftrat und junge, etwas über mannshohe Fichten vollständig überzog, sodass dieselben schon von weitem ein auffallend rostrotes Aussehen zeigten.

Während diese Gattung, die sich auch durch vielzellige Teleutosporen auszeichnet, bezüglich ihrer Bildung und Verbreitung sich an die bisher kennengelernten anschliesst, zeigen die Teleutosporen von *Coleosporium* und *Melampsora* eine bemerkenswerte biologische Verschiedenheit, indem sie zeitlebens von der Epidermis ihrer Wirtspflanze bedeckt bleiben und erst bei deren Verwesung wenigstens soweit gelockert werden, dass sie ihre Keimschläuche durch die sie bedeckende Epidermis schicken können.

Infolge dieser subepidermalen Lage stellen daher diese dichtgedrängten Teleutosporenlager von oben gesehen mehr oder weniger ausgedehnte Zellflächen dar, deren einzelne Glieder, die Teleutosporen, bei *Coleosporium* mehrzellig, bei *Melampsora* einzellig sind. Eine Thatsache jedoch lässt *Melampsora*, die ja einerseits wegen ihrer einzelligen Teleutosporen *Uromyces* angeschlossen, andererseits wegen ihrer subepidermalen Lage in die Nähe von *Coleosporium* gestellt werden könnte, eine Separatstellung einnehmen, nämlich die Art der Teleutosporenbildung.

Die Teleutosporen dieser Art, von der nebenbei bemerkt ausschliesslich die Weiden- und Pappelarten heimgesucht werden, stellen nicht, wie die der übrigen Rostpilze einzelne, lose nebeneinanderliegende Zellen dar, sondern sind mit ihren Wänden untereinander verwachsen und stellen demnach eine Zellplatte dar, deren einzelne Zellen, hier Teleutosporen, mit einander durch gemeinsame Membranen verbunden sind, sodass

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

das Ganze mit einem regelmässigen Palissadenparenchym grosse Ähnlichkeit besitzt. Erst im reifen Zustand sind sie durch die Einlagerung eines braunen Farbstoffes leicht von letzterem zu unterscheiden.

Ein Aecidium und somit ein Wirtswechsel ist nur für wenige Arten bekannt, von denen nur das zu *Melampsora populina* dem Pappelrost gehörige dadurch von Interesse ist, dass es eine unter dem Namen Kiefernadrehrost von den Forstleuten gefürchtete Erkrankung junger Kiefernkulturen verursacht.

Die zweite grosse, wenn auch weniger umfangreiche, so doch ungleich gefährlichere Gruppe, die uns zunächst noch beschäftigen soll, die Familie der Brandpilze oder *Ustilagineen*, ist ebenfalls sehr deutlich charakterisiert und ihr Name deutet schon auf die Erscheinung hin, die eine von diesen Pilzen befallene Pflanze darbietet.

Die durch diese Pilze hervorgebrachten Veränderungen an den befallenen Pflanzen sind nämlich viel durchgreifender, wie die durch Rostpilze verursachten, indem sie entweder die Bildung gewisser Teile und Organe vollständig hindern, oder dieselben doch in ihrer Entwickelung stark hemmen, weshalb sich brandkranke Pflanzen von den gesunden wesentlich dadurch unterscheiden, dass sie statt wohlausgebildeter nur verkümmerte Organe aufweisen, die meist dadurch noch besonders auffallend werden, dass sie mit einer schwarzbraunen oder tief schwarzen Masse erfüllt sind. Diese, welche die in ungeheurer Menge erzeugten Sporen des Pilzes darstellt, charakterisiert diese Pilze in unzweideutiger Weise und leistet auch bei der leichten Entführbarkeit durch den Wind für eine ausgiebige Verbreitung des Pilzes sichere Bürgschaft.

Auch in anderen Beziehungen unterscheiden sich die Brandpilze, welche wie die Rostpilze echte Endophyten sind, von diesen, namentlich dadurch, dass ihr Mycel nicht auf bestimmte Stellen und Strecken eines Pflanzenteiles beschränkt ist, was wir mit wenigen Ausnahmen als Regel bei den Rostpilzen kennen lernten, sondern sich in der ganzen Pflanze ausbreitet. Dieses Verhalten erklärt sich dadurch, dass die Brandpilze nur ganz junge Pflanzen, meist Keimpflanzen zu infizieren imstande sind, sodass solche Pflanzen schon von ihrer frühesten Jugend an ihren Todeskeim in sich tragen, der erst zur Zeit, wenn die Pflanze

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

unter normalen Verhältnissen zur Reife gelangt, recht zum Ausbruche kommt und nun unter gleichzeitiger Bildung seiner zahllosen Fortpflanzungskörper den Tod der Pflanze herbeiführt.

Man könnte nun glauben, dass, wenn das Mycel des Pilzes die ganze Pflanze durchwuchert, auch die Bildung der Sporen an jeder beliebigen Stelle der erkrankten Pflanze vor sich gehen könne. Dem ist jedoch nicht so, sondern es sind immer ganz bestimmte, für die einzelnen Brandpilze charakteristische Teile, welche zur Sporenerzeugung ihre Stoffe opfern müssen. Meist ist es die Blütenregion, die dazu auserlesen ist, indem bald ganze Blütenstände, wie z. B. bei den Compositen, bald nur einzelne Blüten, in anderen Fällen auch nur Teile derselben, wie Staubbeutel oder Fruchtknoten, Früchte und Samen, und nur in vereinzelten Fällen auch Blätter und Stengel, bei der Sporenbildung in Mitleidenschaft gezogen werden. Ein Fall ist auch bekannt, in welchem selbst die Wurzel als Bildungsstelle der Sporen eine Rolle spielt. Es ist daher auch je nach den Teilen der Pflanze, in denen die Sporenbildung erfolgt, das Aussehen und der Charakter der Erkrankung ein sehr mannigfaltiger.

Da die Sporen der Brandpilze zwar auch wie die der Rostpilze im Inneren der Pflanzenteile zur Ausbildung gelangen, aber nicht wie diese durch ihren Wachstumsprozess schon frühzeitig die über ihnen liegenden Gewebeteile durchbrechen, so bleiben sie sehr lange Zeit, einige sogar zeitlebens von den äussersten Gewebeteilen des befallenen Pflanzenteiles umhüllt und können erst durch ihre gewaltige Masse oder durch äussere, mechanische Eingriffe befreit und ihrer Verbreitung anheimgegeben werden. Da jedoch, wie eingehends schon erwähnt, eine Neuinfektion in demselben Jahre nicht, oder nur dann eintritt, wenn junge Pflanzen derselben Art zur Infektion zur Verfügung stehen, so müssen die Sporen eine Ruheperiode, einen Dauerzustand durchmachen, weshalb wir sie den Teleutosporen der Brandpilze analog als Dauer- oder Wintersporen aufzufassen haben. Wie weit aber bei diesen ihre Dauerfähigkeit geht, erhellt am besten aus der Thatsache, dass dieselben oft nach mehreren Jahren sich noch als keimungsfähig erweisen, während bei den Teleutosporen der Rostpilze die Keimfähigkeit schon nach sehr kurzer Zeit erlischt. Den Samen und Früchten anhaftend gelangen sie daher im Frühjahre unter das Saatgut und finden nun in dem Boden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

durch die dort herrschende Wärme und Feuchtigkeit die günstigsten Keimungsbedingungen, zugleich aber auch in dem keimenden Samen den Angriffspunkt für ihr verderbliches Treiben.

Die Keimung der Brandsporen ist wie die der Teleutosporen ebenfalls keine direkte, indem auch hier der anfangs sich bildende Keimschlauch zu einem mehrzelligen Vorkeim oder Promycel auswächst, welches in ähnlicher Weise wie bei den *Uredineen* rundliche oder längliche Zellen oder Sporidien jedoch ohne Vermittelung von Sterigmen, abschnürt. Diese auf die Wirtspflanze ihrer Mutterspore gelangt, treiben einen kurzen Keimschlauch, der in das Gewebe der Wirtspflanze eindringt und dort ein Mycel erzeugt, das die ganze Pflanze durchwuchert und am Schlusse der Vegetationsperiode durch Abschnürung der Sporen den Entwickelungsgang und Kreislauf des Parasiten abschliesst.

Wegen ihrer weiten Verbreitung und ihrer enormen Schädlichkeit, dürfte es doch vielleicht auch von Interesse sein, auf einige der wichtigsten mit wenigen Worten einzugehen.

Der verbreitetste und namentlich unseren Getreidearten stark zusetzende und daher wohl auch gefürchtetste Brandpilz ist *Ustilago Carbo,* kurzweg „Brand" genannt, der in verschiedenen Varietäten auf Hafer, Weizen und Gerste dem Landmanne schwere Sorgen macht. Er entwickelt schon frühzeitig, oft schon, wenn die Ähre noch vollständig in der Scheide steckt, an sämtlichen Blüten des Halmes seine schwarzen Sporenhaufen, die in so grosser Menge gebildet werden, dass sie schon sehr bald die dünne Gewebeschicht des Fruchtknotens sprengen und ausstäuben. Von den gesunden Ähren unterscheiden sich die befallenen, namentlich schon zu der Zeit, in der die Sporenmasse noch nicht sichtbar ist durch ihre geringe Grösse und nach der Sporenbildung durch ihr frühzeitiges Gelbwerden und die dadurch bedingte Vernichtung, weshalb man auf einem reifen Getreidefelde nur selten mehr brandige Ähren sondern nur mehr deren Reste wahrnimmt.

Ein anderer auf dem in manchen Gegenden unser Getreide vertretenden Mais schmarotzender Brandpilz, der Maisbrand, *Ustilago Majidis* nimmt von allen bekannten Brandpilzen die grössten Dimensionen an. Auch er wählt als Ort seiner Sporenbildung die weiblichen Blüten, die er vom Blütenstiel her befällt, und meist vollständig, unter gleichzeitiger Auftreibung des ganzen Kolbens und der einzelnen Früchte, in sein schwarzbraunes Sporen-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

pulver verwandelt. So kommt es, dass derartige Pilzbeulen, denen die Krankheit auch den Namen Beulenbrand verdankt, bis zur Grösse eines Kinderkopfes anschwellen und so die Dicke eines normalen Kolbens um das 5—6 fache übertreffen können. Da die Blütenstandsscheide mit dem Wachstume des Kolbens gewöhnlich gleichen Schritt hält, so gelangt die schmierige, schwarze Sporenmasse erst durch das Zerreissen der Scheide nach aussen, um mit ihren Sporen gesunde Körner zu besudeln, die im folgenden Jahre in desto verheerenderem Umfange die Weiterverbreitung des Pilzes besorgen, wenn nicht energische Verhinderungsmassregeln getroffen werden.

Wegen der befallenen Pflanzen im allgemeinen weniger gefährlich, jedoch auch ziemlich verbreitet ist der auf kultivierten und wildwachsenden Scorzonera- und Tragopogon-Arten schmarotzende und die ganzen Blütenköpfe in kugelförmige, von der dunklen Sporenmasse erfüllte Blasen umwandelnde Brandpilz, *Ustilago Tragopogonis*, der Schwarzwurzelbrand.

Weniger wegen ihrer Schädlichkeit und Verbreitung, als vielmehr durch die Art ihrer Sporenbildung interessant sind noch zwei, ebenfalls unsere Getreidearten befallenden Pilze, die unter dem Namen Stein- Schmier- oder Stinkbrand bekannte Erkrankung des Weizens, *Tilletia Caries* und der Stengelbrand des Roggens, *Urocystis occulta*.

Der erstere ist einer derjenigen Brandpilze, der seine Sporen in den Früchten bezw. Samen ausbildet. Dabei weicht er auch insofern von den bisher bekannten ab, als selten die ganze Ähre der Vernichtung anheimfällt, vielmehr nur einzelne Körner als Sporenträger auftreten. Diese sind jedoch in ihrem Innern vollständig von der schmierigen, übelriechenden Sporenmasse erfüllt, die aber immer von der Samenschale umschlossen bleibt und daher unter normalen Verhältnissen nicht zum Ausstäuben kommt. Aus diesem Verhalten des Pilzes erklärt es sich auch, dass die kranken Körner nur sehr schwer wahrzunehmen sind, da sie nur ein wenig gedrungener und runder, als die gesunden sind und erst, wenn viele in einer Ähre auftreten, auch dieser ein gedrungeneres Aussehen verleihen. Die weitere Folge davon ist, dass die kranken Körner und Ähren mit eingeerntet und beim Dreschen erst zerdrückt werden, wodurch die schmierigen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Sporen auf die gesunden Körner übertragen werden und auf diese Weise die Weiterinfektion bewirken.

Der widrige Geruch nach Häringslacke rührt davon her, dass das Pilzmycel die Fähigkeit besitzt durch seine Lebensthätigkeit einen flüchtigen, unangenehm riechendenden Stoff, Trimethylamin, zu erzeugen, dem der Pilz auch den Namen Stinkbrand verdankt. Die Sporen dieses Pilzes besitzen ausserdem die unangenehme Eigenschaft der Giftigkeit, sodass sie, sowohl dem Mehl beigemengt, das dann auch den widerlichen Geruch und eine etwas dunklere Färbung zeigt, dem Menschen gefährlich, vor allem aber, unter das Futter gebracht, dem Vieh sehr nachteilig, ja sogar tötlich werden können.

Der letzte Brandpilz, den ich noch mit einigen Worten erwähnen möchte, der Stengelbrand des Roggens benützt, wie aus seinem Namen schon hervorgeht, als Ort der Sporenerzeugung die Halme selbst, an denen er lange, streifenförmige Sporenlager erzeugt, welche den Halm zerstören und daher einerseits gewöhnlich eine Ährenbildung verhindern, andererseits eine erhöhte Gebrechlichkeit des Halmes bedingen. Derselbe bricht daher frühzeitig an der infizierten Stelle ab und lässt auf diese Weise seine Sporen zur Weiterverbreitung nach aussen gelangen. Durch sein massenhaftes Auftreten ist er schon oft zu einem bösartigen Schädling von Roggenpflanzungen geworden.

Nachdem wir bisher, soweit es die Beschränkung bei der Behandlung des Themas zuliess, das heimtückische Treiben, nichts desto weniger aber äusserst interessante Leben der Rost- und Brandpilze an uns haben vorüberziehen lassen, wollen wir uns auch noch mit den Verhältnissen der übrigen Pilzgruppen, soweit sie als verbreitete und gefährliche Planzenparasiten auftreten, etwas eingehender beschäftigen.

An Verbreitung und Artenzahl den Rost- und Brandpilzen zusammen weitaus überlegen, jedoch minder gefährlich in ihrem Auftreten ist die grosse Gruppe der *Ascomyceten* oder Schlauchpilze, auf die ich zuerst eingehen möchte. Dieselben zeichnen sich vor allem durch die Bildung ihrer Fortpflanzungszellen, der Sporen, von den bisher kennengelernten Pilzgruppen aus. Während wir gesehen haben, dass bei Rost- und Brandpilzen die Sporenbildung an einem beliebigen Teile des Mycels durch freie Abgliederung kleiner Endzellen, und gewöhnlich, mit Ausnahme der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Aecidienform, nicht in besonderen Behältern vor sich geht, finden wir hier mit wenigen Ausnahmen, dass die Bildung der Sporen in besonderen Fruchtkörpern oder Gehäusen, Perithecien oder Apothecien erfolgt.

Was jedoch diese Pilze, wie ihr Name Schlauchpilze schon andeutet, in unzweideutiger Weise von allen übrigen unterscheidet ist die Bildung der Sporen, in zahlreichen, innerhalb der Perithecien gelegenen Schläuchen oder Asci, die analog der Bildungsweise der Aecidiosporen innerhalb des Aecidiums, aus einem Bildungsgewebe am Grunde des Peritheciums hervorgehen und mit ihren oberen, keulenförmigen Enden frei in den Hohlraum des Peritheciums hineinragen, aus welchem sie entweder durch eine am Scheitel des Peritheciums angebrachte Öffnung nach aussen gelangen oder erst durch Verwitterung und Verfaulen der geschlossenen Perithecienwand frei werden. Als weitere Eigentümlichkeit verdient noch die Thatsache erwähnt zu werden, dass mit wenigen Ausnahmen die Sporenbildung innerhalb der Schläuche in Achtzahl erfolgt, mögen die Sporen beschaffen sein, wie sie immer wollen.

Es gibt jedoch eine kleine Abteilung der Schlauchpilze, deren Schlauchbildung nicht im Inneren besonderer Fruchtkörper erfolgt. Diese findet vielmehr auf der Oberfläche der befallenen Pflanzenteile, meist der Blätter statt. Was aber diese Pilze — Gymnoasci — besonders biologisch interessant macht ist die, schon bei den Rostpilzen von einem Beispiel kennen gelernte Bildung von Hexenbesen. Schon bei jener Gelegenheit hatte ich bemerkt, dass auch an Laubbäumen, da ja das *Aecidium elatinum* nur die wunderbaren Bildungen der Weisstanne verursacht, ähnliche Hexenbesen auftreten, deren Bildung aber durch andere Pilze, eben die jetzt zu besprechenden Schlauchpilze bedingt wird. Das schon damals über den Begriff des Hexenbesens gesagte gilt in gleicher Weise auch hier. Auch sie zeichnen sich namentlich durch die Art und Weise der Verzweigung gegenüber den übrigen Verzweigungssystemen des Baumes aus und stellen buschige, hier jedoch meist am Ende der Zweige sitzende, nicht so ausgesprochen negativ geotropische Bildungen dar, die namentlich im Winter auffallen, im Sommer dagegen wegen der nur wenig abweichenden Farbe des Laubes auf einem dichtbelaubten Baume nur wenig oder gar nicht wahrgenommen werden können. Die-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

selben kommen auf zahlreichen Bäumen, besonders Birken, Kirschbäumen, Buchen, Ulmen, Eichen und anderen vor und zeichnen sich namentlich im Frühjahr, wenn die Blätter spriessen dadurch aus, das sie sich zuerst belauben, eine Erscheinung, die namentlich dann besonders merkwürdig wird, wenn ein Baum, der vor den Blättern seine Blüten entfaltet, wie z. B. die Kirsche mit Hexenbesen befallen ist. Die grünen Büsche derselben, die nebenbei bemerkt niemals zur Blütenbildung kommen, nehmen sich daher auf dem in seinem feinen rötlich weissen Blütenschmucke stehenden Baume sehr eigentümlich aus.

Dass auch hier in gleicher Weise wie beim Hexenbesen der Weisstanne ein perennierendes Mycel jedes Jahr von neuem die Weiterentwickelung besorgt, brauche ich wohl kaum zu erwähnen. Dasselbe wächst in die im Frühjahre gebildeten jungen Blätter ein und erzeugt bald auf deren Oberseite, oder meist auch der ganzen Oberfläche die sich zwischen die Epidermiszellen durchschiebenden Schläuche, in deren Innerem die Bildung der 8 Sporen erfolgt, die jedoch häufig nicht gleich nach ihrer Reife ausgeschleudert werden, um durch Neuinfektion an einer Wundstelle einen neuen Hexenbesen zu erzeugen, sondern in vielen Fällen noch im Innern der Schläuche zur Keimung gelangen und durch Abschnürung einer ungeheuren Anzahl kleiner Sporen, — durch Conidienbildung — den ganzen Schlauch, der erst durch ihre grosse Menge gesprengt wird, anfüllen. Die Lebensdauer dieser Hexenbesen ist gleichfalls eine beschränkte und erlischt gewöhnlich schon nach wenigen Jahren, sodass dann die schwarzen, kahlen Büsche, als dürre Massen noch lange Zeit dem Baume aufsitzen, um erst durch Menschenhand oder Witterungseinflüsse ganz dem Untergange zu verfallen. In unserer nächsten Umgebung sei namentlich auf das Vorhandensein zahlreicher mitunter ziemlich grosser Hexenbesen auf vielen Birken in den Siebentischanlagen in der Nähe des Sees aufmerksam gemacht.

Jedoch nicht alle Vertreter der Gymnoasci sind die Veranlassung zur Bildung von Hexenbesen, wenn auch von mehr oder weniger weitgehenden Verkümmerungen befallener Pflanzenteile. Ich möchte als Beispiel nur anführen die durch einige Arten der Gattung *Taphrina* hervorgerufenen krüppelhaften Bildungen an den Enden der Zweige der Erle. Dieselben werden durch die Einwirkung des Pilzes mit allen ihren Organen, wie Blättern und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Blüten, zu einem unförmlichen Klumpen umgewandelt, an welchem die verkümmerten, die Schläuche tragenden jungen Organe bei genauer Beobachtung noch deutlich erkannt werden können.

Weniger weitgehend, und die Ausbildung der Blätter gewöhnlich nur in einigen Teilen ihrer Gesamtfläche störend, ist die Einwirkung eines, wegen seiner goldgelben Schlauchlager als *Taphrina aurea* bezeichneten Schlauchpilzes, der blasenförmige Auftreibungen an den Blättern der Schwarzpappel verursacht, welche in ihrem, auf der Unterseite der Blätter liegenden, konkaven Teile, die Schläuche mit blossem Auge schon als eine gelbe, pulverige Masse erscheinen lassen.

Da bei den letztgenannten beiden Arten die Schlauchbildung an Blättern erfolgt, ohne dass die Teile des die Blätter hervorbringenden Zweiges von dem Mycel dabei in Mitleidenschaft gezogen werden, so tritt hier eine jährliche Neuinfektion ein, die durch die überwinternden Ascosporen, meist jedoch durch die oben schon kennen gelernten Conidiensporen bewerkstelligt wird. Da jedoch durch diese Pilze, vielleicht abgesehen von den wenigen auf Kultur- bezw. Obstbäumen vorkommenden Arten, kein nennenswerter Schaden verursacht wird, so haben sie nur mehr ein wissenschaftliches Interesse durch ihr eigentümliches biologisches Verhalten.

Dagegen verdient die jetzt zu besprechende grosse Gruppe der Mehlthaupilze oder *Erysipheen*, auch von Seite des Landwirts, wegen ihrer weiten Verbreitung und massenhaften Sporenentwickelung und der dadurch natürlich in hohem Masse gesteigerten Gefährlichkeit, nicht zum mindesten aber auch ihrer an Schönheit von keiner anderen Pilzgattung übertroffenen Formen, eine eingehendere Besprechung.

In diesen Pilzen treten uns zum erstenmale typische Epiphyten entgegen, aus deren Verhalten wohl auch grösstenteils sich die dem Volke entstammende Namengebung Mehlthaupilze erklärt. Wenn wir eine von diesen Pilzen befallene Pflanze, oder auch nur einen Teil derselben, ein Blatt, einen Stengel oder dergl. zu Gesicht bekommen, so fällt sie uns vor allen Dingen dadurch auf, dass ihre ganze Oberfläche ein weisses, mehliges Aussehen zeigt, das namentlich an staubigen Strassen häufig zu Verwechslungen mit bestaubten Blättern oder umgekehrt, Veranlassung geben kann. Dieses Aussehen rührt einerseits von dem, den ganzen Pflanzenteil dicht überziehenden, weissen Mycel des

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Pilzes her, andererseits aber auch nicht zum geringsten Teile von Fortpflanzungskörpern, Sporen, die, ebenfalls durch weisse Farbe ausgezeichnet, an einzelnen Enden des Mycels reihenweise abgeschnürt werden. Diese als Conidien bezeichneten Sporen spielen die Rolle der Uredosporen der Rostpilze, indem sie wie diese eine Sommergeneration darstellen, durch deren Keimung neues Mycel gebildet und somit die Verbreitung des Pilzes während der Vegetationsperiode besorgt wird.

Erst im Herbste hört allmählig die Conidienbildung auf und man gewahrt schon mit unbewaffnetem Auge, wenn man ein durch seinen weissen Mycelfilz gekennzeichnetes Blatt einer genaueren Betrachtung unterzieht, dass zuerst kleine, anfangs gelbe, später schwarz werdende Pünktchen auf demselben erscheinen, die Schlauchfrüchte oder Perithecien des Pilzes, welche einen vollständig geschlossenen, kugligen Körper darstellen, der in seinem Inneren die Schläuche trägt. Diese Perithecien fallen entweder ab, oder bleiben dem abgefallenen und verwelkten Laube fest anhaften, lassen jedoch stets erst im nächsten Frühjahre die bis dorthin gereiften Sporen nach aussen gelangen, um die Neuinfektion zu besorgen.

Was jedoch diese Perithecien in ganz auffallender Weise charakterisiert und interessant macht, sind eigentümliche, mit blossem Auge meist nicht wahrnehmbare Gebilde, die sog. Anhängsel, die durch die Schönheit ihrer Formen auch vom künstlerischen Standpunkte aus gewürdigt zu werden verdienen. Ich möchte, um mich nicht zu weit zu verlieren nur auf die Haupttypen aufmerksam machen. Die einfachste Form, welche wir antreffen ist die Fadenform, welche vor allem die Arten der Gattung *Erysiphe* und *Sphaerotheca* auszeichnet, deren Perithecien zahlreiche unter sich und mit dem Mycele verschlungene kürzere oder längere, an der Basis oder auf halber Höhe des Peritheciums sitzende, in einer Ebene sich ausbreitende, fadenförmige Anhängsel trägt. Gleichsam einen Übergang zu verzweigten Formen stellt *Erysiphe Astragali* dar, eine namentlich auf Astragalus Glycyphyllos bei uns sehr verbreitete Art, deren Anhängsel, nebenbei bemerkt die längsten aller bekannten, die sogar mit blossem Auge schon wahrgenommen werden können, manchmal kurz unterhalb der Spitze eine dichotome Verzweigung aufweisen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Weiter ausgebildet ist dieselbe schon bei *Uncinula*, deren ziemlich häufig auftretenden Arten *Uncinula aceris* auf Ahorn und *Uncinula salicis* auf Weiden ich als Haupttypen derselben erwähnen möchte und deren relativ kurze Anhängsel komplizierte, hackenförmig gekrümmte und gewundene Gebilde darstellen.

Den höchsten Grad von Verzweigung, zugleich aber auch gediegenster künstlerischer Vollendung bieten uns die Gattungen *Podosphaera* und *Microsphaera*, die auch deshalb bemerkenswert sind, weil sie die kleinsten Perithecien der Mehlthaupilze besitzen. Sie erinnern lebhaft an reichgegliederte gothische Ornamente.

Während nun bei den bisher besprochenen Erysipheen die Bedeutung der Anhängsel wohl zum grössten Teile darin zu suchen ist, durch gegenseitige Verkettung und Verankerung unter sich, oder auch mit dem das Perithecium umgebenden Mycel, eine grössere Angriffsfläche für den Wind, durch den fast ausschliesslich die Verbreitung dieser Pilze stattfindet, zu bieten, tritt uns in der Gattung *Phyllactinia* ein Pilz entgegen, dessen Anhängsel eine andere Bedeutung haben.

Schon bei flüchtiger Betrachtung gewahren wir, dass die Anhängsel von *Phyllactinia* vornehmlich durch ihren Bau und ihre Beschaffenheit, von denen der übrigen Erysipheen abweichen. Die kugelige Anschwellung an der Basis der langen, starren Gebilde, deren Festigkeit noch durch Einlagerung von Kieselsäure bedeutend erhöht wird, legt uns schon den Gedanken nahe, dass wir hier Anfangsgebilde vor uns haben, die den Anhängseln der übrigen Mehlthaupilze morphologisch nicht gleichwertig sind. Und in der That hat die Erfahrung und genaue Beobachtung diese Vermutung vollauf bestätigt.

Infolge einer als Scharnier funktionierenden Falte an der blasenförmigen Erweiterung der Anhängsel an der Basis, sind dieselben nämlich imstande, beim Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit, durch hygroskopische Wirkung, sich stelzenartig aufzustellen und, da dies mit ziemlicher Heftigkeit geschieht, zugleich auch das Perithecium von dem Mycel abzuheben, um auf diese Weise dessen Verbreitung zu begünstigen.

Damit jedoch sind die Eigentümlichkeiten der *Phyllactinia*-Perithecien noch keineswegs erschöpft, denn bei genauer Beobachtung gewahren wir am Scheitel derselben eine Gruppe kleiner,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

pinselförmig gestalteter Gebilde, welche von einer glänzenden, schleimigen Masse umgeben sind. Erst in diesen gewahren wir die den Anhängseln der übrigen Mehlthau-Perithecien morphologisch gleichwertigen Organe, die auch hier eine ganz unzweideutige Funktion auszuüben haben.

Es stellt sich nämlich heraus, dass die Perithecien, nachdem sie durch die Wirkung der stachelartigen Seitengebilde von der Unterlage abgehoben wurden, dem Gesetze der Schwere folgend, mit dem kugeligen Fruchtkörper nach abwärts, abfallen und nun ganz von selbst mit den an ihrem Scheitel befindlichen Pinselzellen auf eine neue Unterlage gelangen, auf der sie sich mittels derselben, jedenfalls durch Appressionswirkung befestigen, und zwar so fest, dass es nur unter ziemlicher Kraftanwendung möglich ist, sie wieder zu entfernen, während die unter normalen Verhältnissen der Wirtspflanze aufsitzenden Perithecien sehr leicht abzutrennen sind.

Es ist nicht schwer, sich von dieser Eigenart der Fruchtverbreitung zu überzeugen, indem man unter der Lupe alle unterhalb eines mit *Phyllactinia* befallenen Baumes befindlichen Pflanzen absucht. Ich erinnere mich eines sehr lehrreichen Falles im Allacher Forst in der Nähe von München. Ein grosser Haselnussstrauch war binnen weniger Wochen dermassen von den schwarzen Fruchtkörpern von *Phyllactinia* übersät, dass seine Blätter auf ihrer Unterseite wie bespritzt aussahen. Gegen den November zu nahm jedoch plötzlich die Masse der schwarzen Pünktchen ab, dafür fand man die unter ihm stehenden Gewächse, wie Rosen, Brennesseln, Gräser u. a. mit den Perithecien in reicher Menge behaftet, die bei der Betrachtung mit der Lupe durch die infolge des Auffallens nach oben stehenden stacheligen Anhängsel, als erst sekundär auf diese Pflanzen gekommen sich erwiesen. Auch die Oberseite der Blätter des Baumes zeigte mehr und mehr das Vorhandensein von Perithecien, die von den höher gelegenen Blättern auf sie gefallen waren.

Auf den Bau der Perithecien einzugehen, sowie den Mechanismus der Loslösung anderer Arten näher zu beschreiben möchte ich, um meine Ausführungen nicht allzusehr in Einzelheiten auszudehnen, unterlassen, und Sie nur noch auf eine andere biologische Eigentümlichkeit einiger Vertreter der Mehlthaupilze hinweisen. Ich habe gelegentlich der einleitenden Worte zu der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Gruppe der Mehlthaupilze erwähnt, dass erst gegen Ende des Sommers, im Herbste, die Conidien- oder Sommersporenbildung aufhört und die Perithecienbildung beginnt. Von dieser Regel machen nun einige Mehlthaupilze eine Ausnahme, indem es bei ihnen niemals zur Perithecienbildung kommt, also ihr ganzer Entwickelungsgang, ähnlich wie wir das auch schon bei einigen Rostpilzen kennen lernten, sich nur in einer einzigen Fortpflanzungsform, der Conidienform abspielt. Man hat diese zweckmässig mit eigenen Namen belegt, und bezeichnet sie als *Oidium*-Arten, von denen ich als die verbreitetste und gefährlichste den Mehlthau des Weinstocks, das *Oidium Tuckeri*, kurz erwähnen möchte, der in Weingegenden den Winzern nicht unbedeutende Sorgen schafft.

Sehr nahe verwandt mit den Mehlthaupilzen sind die auch schon durch ihren Namen sehr gut charakterisierten Russthaupilze, die im Gegensatz zu dem mehlartigen Aussehen der ersteren sich als schwarze, russige Überzüge an befallenen Pflanzen erweisen. Auch hier wird die Farbe sowohl durch das dunkelgefärbte Mycel, wie auch nicht zum geringsten Teile von den schwarzen bis schwarzbraunen Fortpflanzungszellen, den Conidien, bedingt, während Perithecienbildung nur selten eintritt, dann aber auch durch dunkle Farbe auffällt. Auch diese Pilze leben nur epiphytisch und sind verhältnismässig wenig schädlich, können daher höchstens dadurch, dass sie in grosser Menge die grünen Pflanzenteile bedecken, indirekt gefährlich wirken, indem sie mit ihrer Masse das chlorophyllhaltige Gewebe verdecken und daher die Assimilation mehr oder weniger verhindern. Auch in ihrer Verbreitung stehen sie den Mehlthaupilzen bedeutend nach, namentlich in unseren gemässigten Klimaten. Erst in den Tropen nehmen sie grössere Dimensionen an und stellen selbst die Mehlthaupilze an Häufigkeit und Artenmenge in Schatten, was uns nicht Wunder nehmen kann, da sie, wie ihre nächsten Verwandten, ja gerade in warmer Feuchtigkeit, die ihnen bei uns nur kurze Zeit in beschränktem Masse geboten wird, die Hauptbedingung für ein erspriessliches Wachstum finden. Von einheimischen Russthaupilzen möchte ich nur kurz das auf der Alpenrose schwarze Flecken, zuweilen ganze schwarze Überzüge auf der Unterseite der Blätter erzeugende *Apiosporium Rhododendri* und das ebenfalls in Gebirgsgegenden häufige *Apios-*

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

porium pinophilum erwähnen, welch' letzteres meist die ganzen Nadeln, aber auch die Äste und sogar den Stamm der Tannen mit einer dicken, schwarzen Kruste überzieht, ohne jedoch die Gesundheit seines Wirtes wesentlich zu beeinträchtigen.

Wir haben nun in den letzten Gruppen Pilze kennen gelernt, deren Schädlichkeit schon dadurch, dass sie epiphytisch leben, wesentlich vermindert wird. Dies kann leider von denen, die uns im Folgenden beschäftigen sollen, nicht behauptet werden, und zwar von dem als verbreitetsten Wundparasiten gefürchteten Schlauchpilz, der *Nectria cinnabarina* und dem wenigstens in seinem Aussehen, wenn auch weniger seiner Lebensweise bekannten Mutterkornpilz, *Claviceps purpurea*.

Im Frühjahre begegnet uns häufig an abgefallenen, oder auch wohl noch mit der Stammpflanze zusammenhängenden dürren Zweigen die auffallende Erscheinung, dass dieselben in ihrer ganzen Ausdehnung mit grösseren und kleineren hellroten Flecken und Erhöhungen bedeckt sind. Bei genauerer Betrachtung erkennen wir in denselben die Fruchtform eines Pilzes, der *Nectria cinnabarina*. Alle diese roten Punkte sind Conidienlager des Pilzes, welche in ungeheuren Mengen die Conidiensporen, die Sommersporen des gefährlichen und wohl gefährlichsten Wundparasiten erzeugen. Gelangen dieselben auf eine Wundstelle von Bäumen, wie sie häufig beim Abbrechen von Zweigen durch den Wind oder den Menschen, beim Verletzen durch Tiere, oder Zurückschneiden der Bäume entstehen, so tritt alsbald unter krebsartigen Erscheinungen von dieser Stelle aus eine Infektion ein, welche sich auf den ganzen über der Wundstelle befindlichen Teil der Pflanze erstreckt, indem das reichliche Mycel, welches sich namentlich in den Gefässen, also den wasserleitenden Elementen des Holzkörpers verbreitet, ihm die Wasserzufuhr, und damit einen Hauptfaktor für sein Leben, entzieht. Die Folge davon ist ein Vertrocknen und Absterben des befallenen Teiles, der, wenn er nicht frühzeitig entfernt wird, zur Bildung neuer Fruchtkörper einen günstigen Boden darstellt und eine grössere Ausbreitung der Krankheit nur begünstigt.

Neben diesen hellroten Conidienpolstern treten zuweilen, jedoch viel seltener kleine dunkelrote, in grossen Haufen beisammenstehende Schlauchfrüchte auf, deren Sporen ebenfalls in gleicher Weise, wie die Conidiensporen, die Verbreitung des

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Pilzes bethätigen können. Dadurch, dass der Pilz die meisten unserer Holzgewächse befällt, sehr gerne auch auf Obstbäumen sein verderbliches Treiben ausübt, ist sein Vorhandensein keineswegs zu vernachlässigen und für Beseitigung erkrankter Teile Sorge zu tragen.

Dass das Getreide, das wir schon von zahlreichen Rost- und Brandpilzen heimgesucht sahen, auch von einem Pilze aus der Familie der Schlauchpilze befallen wird, zeigt uns der bekannte Fall des Mutterkorns, eine abnorme Fruchtform, die gleichfalls das Produkt einer Pilzkrankheit darstellt. Allgemein bekannt sind ja die grossen, durch ihre schwarze Farbe in den sonst gesunden Ähren auftretenden bohnenförmigen Körper, das sog. Mutterkorn, und viele werden sich wohl schon die Frage vorgelegt haben, wie denn eigentlich dieses Gebilde entstanden sein mag.

Was uns hier vorliegt ist auch merkwürdigerweise keine Fruchtform eines Pilzes, sondern es stellt ein sog. Sclerotium, einen Dauerzustand des Pilzes dar. Nachdem nämlich der ursprünglich krankheitserregende Pilz durch Verbreitung seiner Sporen seine Schuldigkeit gethan hat, benützt er die ihm in dem befallenen Getreidekorne zur Verfügung stehenden Nährmittel, um sie in ausgiebigster Weise für seine Zwecke zu verwenden, erzeugt aber nicht, wie viele andere Pilze in ähnlichen Fällen, reichliche Fruchtkörper, sondern bildet ein ungemein reiches Mycel, dessen einzelne Hyphen sich dicht zu einem festen, als Reservestoffbehälter dienenden Gewebe, eben jenem Sclerotium verflechten, welches in ähnlicher Weise wie ein Reservestoffbehälter höherer Pflanzen einem sich aus ihm entwickelnden neuen Organismus, als Nahrungsquelle dient. Es stellt daher auch dieses Sclerotium einen Dauerzustand, ein Winterleben des betreffenden Pilzes dar.

Wird nun im Frühjahr durch Feuchtigkeit und Wärme dem Sclerotium Anregung zu neuer Entfaltung gegeben, so sehen wir bald aus demselben kleine dunkelrote gestielte Köpfchen hervorwachsen, welche die Lager für die später sich entwickelnden Perithecien darstellen. Wie uns ein Querschnitt durch ein derartiges Köpfchen überzeugt, trägt dasselbe auf seiner ganzen Oberfläche kleine, flaschenförmige Gebilde eingesenkt, die Perithecien, die ihrerseits wieder zahlreiche längliche Schläuche

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

und fadenförmige Gebilde, die Paraphysen enthalten, und oberseits mit einer durch haarähnliche Gebilde geschlossenen Öffnung nach aussen münden, durch welche die Ascosporen, die in 8 Zahl in den einzelnen Schläuchen entstehen und durch ihre lange, fadenförmige Gestalt ausgezeichnet sind, ihrer Verbreitung zugeführt werden.

Auf eine Grasblüte gelangt, fangen die Ascosporen an zu keimen und erzeugen alsbald in den Rindenschichten des Fruchtknotens ein Mycel, welches schliesslich denselben vollständig durchwuchert. Auf der Oberfläche des so gebildeten Stromas, der Sphaceli a, sowie in dessen Falten und Vertiefungen werden nun in fast unbegrenzter Folge an kurzen, zapfenförmigen Seitenzweigen büschelförmig kleine rundliche Fortpflanzungskörper, die Conidien als Sommersporen abgeschnürt, die im Laufe der Vegetationsperiode die Aufgabe haben, den Pilz weiter zu verbreiten und auf anderen Blüten die gleichen Veränderungen hervorbringen, die wir als Resultat der Infection durch die Schlauchsporen im Frühjahre kennen lernten. Erst nach Beendigung der Conidien-Entwickelung tritt die Bildung reichlichen Mycels ein, welche schliesslich zur Erzeugung des Sclerotiums führt, das wir zum Ausgangspunkt unserer Betrachtung genommen haben.

Diese Erscheinung des Dauermycels oder Sclerotiums finden wir übrigens bei einer grossen Anzahl von Schlauchpilzen, wenn auch die Art und Weise seiner Bildung im allgemeinen eine andere ist. Den Fall, dass Früchte bezw. Fruchtknoten zur Bildung der Sclerotien verwendet werden, treffen wir ausschliesslich bei der Gattung *Claviceps*, die in verschiedenen Formen auch auf einer ganzen Anzahl von Wiesengräsern auftritt. Gewöhnlich werden Teile der Blätter zu Sclerotien umgewandelt und diese Fälle machen einen grossen Teil der unter dem allgemeinen Namen Blattfleckenkrankheiten zusammengefassten Erkrankungen aus. Bei der ungeheuren Menge derselben kann es natürlich nicht meine Aufgabe sein, auf die zahlreichen Gattungen und Arten näher einzugehen, sondern ich beschränke mich darauf, an dem bekanntesten und auffallendsten, zugleich aber auch am allgemeinsten verbreiteten Beispiel, dem Ahorn- und Weidenschorf, *Rhytisma acerinum* bezw. *salicinum* die Entwickelungsweise eines solchen Pilzes klarzulegen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Wenn wir im Sommer, Juni oder Juli unsere Schritte hinauslenken in den Wald, in unsere naheliegenden Anlagen, in denen häufig Ahornbäume als Anpflanzung verwendet sind, so wird uns ohne besondere Aufmerksamkeit ein grosser Teil der Blätter auffallen durch mehr oder weniger ausgedehnte gelbe Flecke, welche in dem dunklen Laube deutlich hervortreten. Dieselben stellen die ersten Stadien einer Pilzerkrankung dar, des sog. Schorfes, *Rhytsima acerinum*. Dieselben bleiben jedoch nicht lange erhalten, sondern werden sehr bald durch ebensogrosse oder grössere schwarze Flecken ersetzt, die nun eine wirkliche Entwickelungsform des Pilzes darstellen, während die anfangs auftretenden gelben Flecke nur die Infektionsstelle und die von derselben ausgehende Vernichtung des Blattgewebes zeigten.

Die schwarzen Flecke nun werden gebildet von sog. Pycniden, Lagern sehr kleiner Fortpflanzungskörper, der auch bei anderen Pilzen schon kennengelernten Conidien oder Sommersporen, die jedoch hier selten über die schützende Epidermis des Blattes heraustreten, sondern meistens eine innere Infektion ausüben, indem sie im Innern des Blattes weiter keimen, und so den Vernichtungsherd des Pilzes mehr und mehr erweitern. Auch hier hört mit dem Herbst naturgemäss die Conidienbildung auf und die Stelle, an welcher ursprünglich die Pycnidien oder Conidienbehälter standen, wird nun durch Bildung zahlreicher Mycelfäden, die sich fest miteinander verschlingen, zu einem Dauermycelium oder Sclerotium umgewandelt, das in Funktion und Bedeutung dem für den Mutterkornpilz kennengelernten vollständig analog ist. Dieses fällt im Herbste, wo dann auf dem hellgelben Laube die dunklen Sclerotien sehr auffallen, mit diesem ab und überdauert den Winter, um dann im Frühjahre, wenn die Bedingungen für seine Weiterentwickelung wieder günstige sind, zur Bildung von Schläuchen zu schreiten.

Machen wir zu dieser Zeit einen Querschnitt durch ein solches Apothecium, wie man den dadurch entstehenden Behälter für die Schläuche nennt, so gewahren wir vom Boden desselben in den Hohlraum hinein dicht gedrängt die Schläuche und fadenförmige Schutzgebilde, die Paraphysen, deren erstere mit je 8 fadenförmigen Sporen erfüllt sind, die dadurch ins Freie gelangen, dass die Oberfläche des Blattes und mit ihr die des Apotheciums rissig aufspringt. Auf neue Blätter gelangt, was namentlich durch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

den Wind geschieht, erzeugen dieselben wieder die Symptome, die den Ausgangspunkt unserer Betrachtung bildeten.

Was die Schädlichkeit dieses ungemein verbreiteten Pilzes betrifft, so ist dieselbe vielleicht grösser, als man allgemein anzunehmen gewohnt ist, denn namentlich in Gegenden, in welchen er so häufig auftritt, wie bei uns, kann man ein merkliches Zurückbleiben der Bäume im Wachstum konstatieren, denn es wird doch durch das Vorhandensein der grossen schwarzen Flecken, die oft nur ganz geringe Partien der Blattfläche frei lassen, die assimilierende Oberfläche des Blattes bedeutend vermindert und dadurch ein Faktor geschädigt, der für die Ernährung des Baumes und für die Bildung seiner Baustoffe von höchster Bedeutung ist. Und es hat sich in der That gezeigt, dass von gleichalten Pflanzungen die erkrankten Bäume innerhalb mehrerer Jahre ganz bedeutend in der Grösse hinter den gesunden zurückblieben.

Eine Erkrankung unter vollständig gleichartigen Erscheinungen tritt häufig auch an der Weide auf. Auch sie wird durch einen Pilz derselben Gattung, durch *Rhytisma salicinum* erzeugt.

Ich kann jedoch hier unmöglich auf die zahlreichen, unter ähnlichen Symptomen und durch verwandte Pilze erzeugten Blattfleckenkrankheiten, zu welchen wir ja auch den eben ausführlich beschriebenen Fall rechnen müssen, näher eingehen, da dieselben allein an Zahl und Verbreitung alle übrigen Pilze übertreffen und möchte daher nur, bevor ich auf die niedersten, trotzdem aber nicht weniger interessanten und merkwürdigen Pilze eingehe, noch auf diejenige grosse Gruppe der Pilze mit wenigen Worten zurückkommen, zu der die ungeheure Zahl der giftigen und essbaren, als Hutpilze allgemein bekannten Pilze gehört, die *Basidiomyceten* oder *Hymenomyceten*.

Um das Verständnis des Folgenden zu erleichtern, wird es notwendig sein, einige allgemeine Bemerkungen über die Hutpilze überhaupt vorauszuschicken, wenn ich auch gleich bemerken möchte, dass nur eine geringe Anzahl derselben als wirkliche Krankheitserreger auftritt.

Das was uns gewöhnlich in der Form des Hutpilzes entgegentritt, ist hier nicht der Vegetationskörper, sondern der Fruchtträger des Pilzes. Die Differenzierung eines solchen Hutes ist ja allgemein bekannt. Sie besteht in der Ausbildung eines dicken, fleischigen Stieles und Hutes, und der unter letzterem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

befindlichen Lamellen, die ihrerseits bei einigen Arten, ich brauche nur zu erinnern an den Steinpilz, durch eine aus zahlreichen eng aneinanderschliessenden Röhren gebildete Schicht ersetzt sind. Diese Lamellen bezw. Röhren stellen für die Verbreitung des Pilzes den wichtigsten Teil dar, da gerade sie, und zwar diese ausschliesslich die Träger der Fortpflanzungszellen sind.

Ein Längsschnitt durch eine solche Lamelle kann uns davon überzeugen. Derselbe zeigt uns den fleischigen Teil der Lamelle, bestehend aus einer grossen Anzahl mit einander unregelmässig verwobener Pilzfäden, die jedoch nach aussenhin eine etwas regelmässigere Anordnung erkennen lassen, und sich hier zu einem für die Erzeugung der Fortpflanzungskörper bedeutungsvollen Bildungsgewebe, dem Hymenium vereinigen. Die äusserste Lage schliesslich wird gebildet von, senkrecht zur Oberfläche der Lamelle abstehenden, zapfenförmig erweiterten Hyphenenden, welche bei genauer Beobachtung vier kleine spitzige Zäpfchen, die Sterigmen erkennen lassen, die schliesslich je eine kleine runde Spore, die sog. Basidiospore, weil man den kolbenförmigen Körper mit den Sterigmen als Basidie bezeichnet, abschnüren. Diese Sporen sind direkt keimfähig und erzeugen ein reiches Mycel, welches schliesslich einem neuen, in der gleichen Weise organisierten Fruchtkörper den Ursprung gibt.

Wenn auch, wie schon in der Einleitung bemerkt, die Hutpilze grösstenteils zu den Saprophyten, den Schmarotzern auf totem Substrate, gehören, so treten doch einige wenige, namentlich als Holzverderber auch als recht schädliche Parasiten auf. Am bekanntesten unter ihnen dürften die unter dem Gesamtnamen Zunderschwämme geläufigen Vertreter der Gattung *Polyporus* sein, deren konsolartige Fruchtkörper an allen möglichen Bäumen auftreten können und deren Mycel oft tief in das Innere der Bäume eindringt, dort zuweilen bedeutenden Schaden verursachend.

Weniger bekannt jedoch dürfte es sein, dass auch einer unserer essbaren Pilze, der Hallimasch, *Agaricus melleus* zu den Holzverderbern und somit zu den schädlichen Pilzen gehört, da er namentlich als Wurzelparasit einen häufigen Schädling unserer Forstbestände darstellt. Dieser Pilz verdient aber auch in anderer und zwar biologischer Beziehung unsere Aufmerksamkeit, da er in Zeiten, in denen es ihm unmöglich ist, Fruchtkörper zu entwickeln,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

zu einem Hilfsmittel greift, das wir bei den Schlauchpilzen bereits eingehend kennen gelernt haben, zur Bildung eines Dauermycels oder Sclerotiums, das hier in Form von dicken, schwarzen Strängen unter der Rinde der Bäume weiterwächst, und unter dem wissenschaftlichen Namen der Rhizomorphen bekannt ist. Die Bildung dieser Rhizomorphen, die zuweilen ein ganz ansehnliches Geflecht von $^1/_2$ m in der Länge und ebensoviel in der Breite darstellen, dauert solange fort, bis dem Pilze wieder günstige Bedingungen für die Bildung von Fruchtkörpern erwachsen, die dann auch auf Kosten der in den Rhizomorphen aufgespeicherten Nährstoffe, wieder in reichlicher Menge zur Entwickelung gelangen.

Nun kennen wir aber auch bei den *Basidiomyceten* eine Fortpflanzungsweise, die ähnlich wie bei den *Ascomyceten* die *Gymnoasceen* oder *Exoasceen*, nicht auf die Bildung besonderer Fruchtkörper angewiesen ist. Auch hier tritt bei einer, allerdings nur von wenigen Vertretern gebildeten Untergruppe die Bildung der Basidien mit Sterigmen und Sporen direkt auf der Oberfläche der Pflanzenteile ein. Es ist bei der Gattung *Exobasidium*, die namentlich in zwei Arten, *Exobasidium Rhododendri* die Alpenrosen, und *Exobasidium Vaccinii* eine ganze Anzahl von Ericaceen, namentlich unsere Heidelbeeren und Preisselbeeren befällt. Die erkrankten Pflanzen fallen vor allem durch die aufgedunsene Beschaffenheit der befallenen Organe auf, die bei *Exobasidium Rhododendri* bis zu ausgeprägter oft nussgrosser Gallenbildung führt. An ihrer Oberseite sind die so umgebildeten Pflanzenteile mit einem feinen, samtartigen weissen oder rötlichen Reife überzogen, der eben von den über die Oberfläche der betreffenden Pflanzenteile hervortretenden Basidien gebildet wird, welche wie die Hutpilze ihre länglichen an beiden Enden zugespitzten Sporen in Vierzahl erzeugen.

Den Schluss unserer Betrachtungen sollen nun die niederen Pilze bilden, die in ihrer Lebensweise und Fortpflanzungsart manchen neuen und bemerkenswerten Gesichtspunkt eröffnen.

Es sollen uns jedoch von der grossen Anzahl derselben nur zwei der verbreitetsten Arten heute beschäftigen, der auch unter dem Namen „weisser Rost“ im Volke bekannte Pilz aus der Gattung *Cystopus* und die Gruppe der gefährlichen *Peronosporeen*, einer Pilzfamilie, für die merkwürdigerweise selbst das Volk keinen deutschen Namen gefunden hat, die vielmehr von den

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Leuten, die unter seinem Auftreten zu leiden haben, kurzweg mit dem lateinischen Namen bezeichnet wird.

Ich erinnere mich zur Erläuterung dieser Thatsache einer kleinen Episode, die mir vor 7 Jahren in Südtirol, das ja besonders viel von dieser Krankheit heimgesucht ist, passierte. Man kann dort schon von März an bis in den Oktober häufig Gelegenheit haben, die Landleute mit grossen Blechgefässen mit einer Hebelvorrichtung und Druckspritze, die sie auf dem Rücken tragen, ins Feld hinauswandern zu sehen. Nach Art einer kleinen Feuerspritze werden diese Apparate in Bewegung gesetzt und ergiessen nun in feinem Sprühregen eine hellblaue Flüssigkeit, auf die später noch zurückzukommen sein wird, auf alle möglichen Bäume und Sträucher, besonders Obstbäume und Weinstöcke.

Erstaunt über diese sonderbare Art und Weise, die Pflanzen zu bespritzen und ohne den Sinn dieser Handlungsweise zu ahnen, da ich nie vorher derartiges gesehen hatte, richtete ich an einen der Bauern die Frage, was denn das für ein Instrument sei und was durch diese Manipulation bezweckt werde. Über meine Unwissenheit scheinbar entsetzt, setzte er mir des Langen und Breiten auseinander, dies sei eine „Peronospora-Spritze“ und diene dazu die Peronospora mittels dieser Flüssigkeit zu töten und unschädlich zu machen. Nun wusste ich im Grunde genommen soviel wie vorher, denn da ich damals noch nicht die geringste Pilzkenntnis besass, und nicht wusste, dass der mir hier unerwartet aus dem Munde eines Bauern begegnende Name der einer Pilzkrankheit sei, so stellte ich mir anfänglich ein Tier vor, das ich mit der Reblaus in Beziehung brachte und erfuhr erst später, dass damit ein Pilz gemeint sei. Erst als mir die Geheimnisse der Pflanzenkrankheiten vertraut wurden, wurde ich auch wieder auf meine damalige Beobachtung aufmerksam und muss mich nur immer noch wundern, dass trotz des, namentlich für ungeübte Zungen, etwas langen und schwerfälligen lateinischen Wortes, das übrigens nebenbei bemerkt die unglaubigsten Verdrehungen und Missbildungen erfährt, sich noch kein Volksausdruck für diesen doch so allgemein verbreiteten und bekannten Pilz, herausentwickelt hat. Jedenfalls ein Beispiel, dass die Entstehung von Volksnamen für irgend eine Erscheinung, die nicht besonders auffallende Merkmale trägt, keineswegs, selbst nach vielen Jahren, leicht ist und dass trotz mancher sprachlichen und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

anderer Schwierigkeiten selbst ein durch die Männer der Wissenschaft aufgestellter lateinischer Name in Fleisch und Blut des Volkes übergehen kann, wenn dieses sich dessen auch keineswegs bewusst ist. Auch ist bei der von Generation zu Generation sich fortpflanzenden Ausdrucksweise und Bezeichnung der Pilzkrankheit kaum die Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit gegeben, dass sich überhaupt jemals ein Volksname herausbildet, wenn nicht, wie es ja in ähnlichen Fällen zuweilen eingetreten ist, durch allmählige Abschmelzung und Missdeutung des lateinischen Wortes ein deutsches Wort sich herauskonstruiert, in dem vielleicht nach zahlreichen Generationen der lateinische Ursprung kaum, oder überhaupt nicht mehr erkannt werden kann.

Nach dieser kleinen Abschweifung wollen wir nun wieder zu unserem Thema zurückkehren und uns zunächst die Fortpflanzungsverhältnisse und die Art und Weise des Auftretens in den vorgenommenen zwei Hauptarten vergegenwärtigen.

Cystopus candidus oder der weisse Rost führt mit Recht diesen Namen. Wenn wir uns eine Pflanze betrachten, die von ihm befallen ist, so fällt uns vor allem die für Pilzkrankheiten im allgemeinen wenig häufige weisse Farbe der dicken polsterförmigen Überzüge an Stengeln, Blättern und Blüten auf. In der Mehrzahl der Fälle sind es Cruciferen, die von der Krankheit befallen werden und die dann je nach der Intensität der Erkrankung mehr oder weniger darunter zu leiden haben und dementsprechend auch ein verschieden stark verändertes Aussehen zeigen. Am häufigsten findet man das bekannte Acker- und Wegunkraut Capsella bursa pastoris von dem Pilze heimgesucht. Die Veränderungen, die durch ihn an dieser Pflanze hervorgebracht werden, sind meist ziemlich tiefgreifender Natur und bestehen vor allem in einer dicken, mit einem festen, weissen Überzuge bedeckten Anschwellung der erkrankten Teile, mit der eine Verkümmerung der Blätter und Blüten eintritt. Letztere zeigen zuweilen recht interessante Missbildungen, wozu vor allem die sog. Vergrünung der Blüten zu rechnen ist, eine Erscheinung, die darin besteht, dass die Teile der Blüte, die sonst als Kronblätter, Staubgefässe und Fruchtknoten auftreten zu Rückschlagsbildungen veranlasst werden und teilweise nicht nur die grüne Farbe, sondern sogar die Form der gewöhnlichen Lanbblätter annehmen, eine Erscheinung, die auch durch einige andere

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Parasiten, sowie durch künstliche Eingriffe hervorgerufen werden kann.

Fragen wir uns nun: Was ist denn das Weisse, was die Pflanzenteile überzieht und uns als weisser Rost begegnet? Wie in den meisten kennen gelernten Fällen, so stellen die weissen Überzüge von *Cystopus* auch die Fortpflanzungskörper, allerdings solche ganz anderer Natur dar, als die uns bisher begegneten. Ihrer Entstehung und Funktion nach bezeichnet man sie als Conidien, die in analoger Weise wie die Conidien, die wir bei den Mehlthaupilzen kennen lernten, als eigentümliche Ausbildung besonderer Mycelenden entstehen, aber hier in grossen, unter der Epidermis liegenden Polstern ausgebildet werden. Erst wenn sie in grosser Menge auftreten, sprengen sie die Oberhaut der Pflanze und erscheinen nun als eine feinpulverige, leicht verstäubende Masse. In ihrer Form und auch in der Art und Weise der Sporenabschnürung bieten sie einige ganz merkwürdige und interessante Gesichtspunkte. Sie stellen bei allen Arten der Gattung *Cystopus* kurze, gedrungene, nach oben kolbig erweiterterte Körper dar, welche die meist runden oder etwas länglichen Sporen abschnüren, jedoch diese nicht direkt hintereinander, wie die Conidien der Mehlthaupilze uns gezeigt haben, sondern so, dass zwischen jeder Conidienspore noch eine kleine Zwischenzelle abgeschnürt wird, die der Spore gleichsam als kurzer Stiel dient, der aber sonst keine besondere Bedeutung zukommt, und die nach der Abschnürung der Spore verloren geht.

Anders dagegen verhalten sie sich bei den übrigen Arten der *Peronosporeen*, die schon dadurch von *Cystopus* verschieden erscheinen, dass ihre Conidienrasen nicht so dichte Überzüge über die befallenen Pflanzenteile bilden, sondern nur einen feinen weissen oder grauen Anflug auf denselben darstellen. Zwar entstehen dieselben auch im Inneren des Blattgewebes, lassen aber die Träger der Conidien nicht in grossen Polstern die Epidermis durchbrechen, sondern einzeln oder in kleinen Büscheln aus den Spaltöffnungen hervortreten. Dieselben stellen einzellige, aber sehr stark verzweigte baumartige Gebilde dar, die an ihren spitz zulaufenden Zweigenden die rundlichen oder ovalen Sporen, die Conidien abschnüren und zwar immer nur je eine einzige. Eine etwas abweichende Modifikation stellt die Gattung *Bremia* dar, bei welcher die Enden der Zweige angeschwollen sind und vier

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

kurze spitzige Zäpfchen, Basidien ähnliche Gebilde tragen, die erst ihrerseits je eine Spore abschnüren, so dass hier jedes Zweigende immer 4 Sporen den Ursprung gibt.

Von besonderem Interesse ist nun, dass die Conidiensporen der *Peronosporeen* sich ganz anders verhalten bei ihrer Weiterentwickelung, wie die Conidien, die wir schon bei anderen Pilzen kennen gelernt haben. Während wir dort gesehen haben, dass die Conidie einfach durch Bildung eines Keimschlauchs ein Mycel erzeugt, das die Weiterentwickelung des Pilzes besorgt, tritt uns hier ein ganz merkwürdiges Verhalten entgegen. Bei der Reife zerfällt ihr Inhalt in eine grosse Anzahl von Teilen, von denen sich jeder in eine sog. Schwärmspore verwandelt, indem er sich abrundet und zwei Geisselfäden oder Cilien erhält, mit denen ihm eine rasche, flimmernde Bewegung ermöglicht wird, und die auch Veranlassung zu dem Namen Schwärmsporen gegeben haben. Eine Weiterentwickelung dieser Schwärmsporen ist jedoch nur im Wasser möglich. Sie bleiben daher, bis sie durch Regen in günstige Existenzbedingungen versetzt werden, in der Sporenhaut noch eingeschlossen und gelangen erst dann, indem sie durch Quellung die umgebende Membran sprengen ins Freie, wo sie sich mit fabelhafter Geschwindigkeit mit ihren Cilien fortbewegen und nun leicht auf andere Pflanzenteile geschwemmt werden können. Nach einiger Zeit kommen sie zur Ruhe, setzen sich mit ihren Cilien, die ihnen auch als Haftorgane dienen, fest und schreiten jetzt erst zur Keimschlauchbildung; sehr selten treten direkt aus den Conidien Keimschläuche aus, was jedenfalls nur als eine Rückbildung zu betrachten ist, indem es einfach nicht zur Schwärmsporenbildung kommt, sondern diese zeitlebens in der ursprüngliehen Conidienmembran eingeschlossen bleiben.

Die Fortpflanzung durch Conidien- und Schwärmsporenbildung tritt den ganzen Sommer über ein und ist als die Sommergeneration zu bezeichnen, wie wir eine solche auch schon bei fast allen anderen Pilzen kennen lernten. Die durch Keimung der Schwärmsporen erzeugten Keimschläuche durchbohren die Epidermis der Pflanze und wachsen zu einem in den Intercellularräumen derselben sich ausbreitenden, reichverzweigten aber einzelligen Mycel aus, das später wieder seine Fortpflanzungsorgane durch die Spaltöffnungen nach aussen entsendet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Ausser dieser ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Conidienbildung tritt aber bei diesen Pilsen eine ganz typische geschlechtliche auf, die als die Erzeugerin der Wintergeneration oder der Dauersporen erscheint. Es ist das die sog. Oosporenbildung, eine Form, die ähnlich wie Teleutosporen oder Sclerotien einen Ruhe- und Dauerzustand des Pilzes darstellt und geeignet ist den Pilz zur Winterszeit zu erhalten und ihn im Frühjahr erst wieder weiter zu verbreiten.

Ihre Entwickelung und Ausbildung geschieht im Inneren der Pflanze, in der Weise, dass von einem gewissen Zeitpunkte an das Ende eines Mycelzweiges kugelig anzuschwellen beginnt. Zugleich wandert aus einem grossen Teile des hinter der Anschwellung liegenden Mycels dessen protoplasmatischer Inhalt in dieselbe hinein und erfüllt sie mit dichter körniger Masse. Dieses als Oogonium bezeichnete Gebilde grenzt sich hierauf durch eine Querwand gegen den übrigen Teil des Mycelschlauches ab und stellt nun das weibliche Organ dar. Zu gleicher Zeit erfährt auch ein benachbarter Zweig des Mycels oder ein Ast desselben Fadens, der das Oogonium gebildet hat, eine Veränderung, indem auch er an der Spitze sich kolbenförmig erweitert, gleichfalls grosse Protoplasmamassen ansammelt und schliesslich sich abschnürt. Er bildet das männliche Organ oder Antheridium.

Allmählig beginnen nun sowohl im Antheridium, wie im Oogonium weitere Veränderungen vor sich zu gehen, die im ersteren in einer schnabelförmigen Ausbiegung gegen das Oogonium zu, in letzterem in der Abgrenzung einer besonderen, zentral gelegenen, mit dichtem Protoplasma erfüllten Eizelle und einer protoplasmaärmeren, helleren Rindenschicht besteht. Die schnabelförmige Ausbiegung des Antheridiums wird nun gegen das Oogonium zu immer länger, bohrt sich in dieses ein und dringt bis zur Eizelle vor, mit welcher schliesslich sein ganzer Inhalt verschmilzt. Die Reste des Antheridiums, das nun seine Schuldigkeit gethan, sterben ab, während sich das befruchtete Oogonium nun weiter entwickelt. Nach kurzer Zeit umgibt es sich mit einer mehr oder weniger dicken Membran und wird nun zur Oospore, die den Winter im Inneren des Pflanzenteils, in dem sie gebildet wurde, überdauert und im Frühjahr zur Keimung gelangt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Der Keimungsprozess ist ein verschiedener. Entweder treibt die Oospore einen kurzen Keimschlauch, welcher anschwillt und zum Schwärmsporangium oder Zoosporangium wird, indem sein Inhalt zu zahlreichen Schwärmsporen sich umwandelt, oder er bildet mehrere solche Schwärmsporenbehälter oder Sporangien, oder schliesslich, wächst direkt zum Mycel aus. Die Weiterentwickelung der Schwärmsporen ist die gleiche, wie die der Sommergeneration.

Die Verbreitung der *Peronosporeen* ist eine sehr ausgedehnte. Mit Ausnahme von *Cystopus*, mit dem wir uns ja schon eingehender beschäftigt haben, stellen sie meist sehr gefährliche Blattkrankheiten dar, indem die Blätter zuerst in der Regel nur kleinere weisse oder gelbe Flecken zeigen, die aber sehr bald, wenn einmal die Conidienbildung auf der Unterseite begonnen hat, immer grössere Dimensionen annehmen und schliesslich das ganze Blatt zum Absterben bringen, um von hier aus später auf den Stengel überzugehen und schon nach ganz kurzer Zeit den Tod der ganzen Pflanze herbeizuführen. Wie weit die Vernichtungen durch diese Pilze gehen kann, zeigen uns nur allzudeutlich die ungeheuren Verheerungen, die z. B. die *Peronospora parasitica*, die Erzeugerin der sog. Kartoffelfäule in nassen Jahren schon angerichtet hat, und der in ausgedehnten Länderstrichen schon die ganze Kartoffelernte anheimgefallen ist und von ihr zugrunde gerichtet wurde, um noch gar nicht zu reden von dem Schaden, den eine andere Art in Weingegenden an den Weinstöcken verursacht. Nicht mit Unrecht sind daher gerade diese Pilze eine der gefürchtetsten Schädlinge und es darf uns daher nicht Wunder nehmen, dass die Mittel, ihnen zu begegnen, und ihre Ausbreitung zu verhindern, von Jahr zu Jahr sich mehren, wenn auch immer noch bedauert werden muss, dass trotzdem noch keine vollständig wirksame Gegenmassregel gefunden wurde.

Von diesem Gesichtspunkte aus sei es daher gestattet als Ergänzung nur noch mit wenigen Worten auf die Vorbeugungs- und Bekämpfungsmittel der als Krankheitserreger schmarotzenden Pilze im allgemeinen einzugehen, denn es kann doch nicht nur von Interesse sein, die Pilze, ihre Lebensweise und ihren Schaden zu kennen, vielmehr wird es namentlich für den, der unter den Schädigungen der Pflanzenschmarotzer zu leiden hat, von höherem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Werte sein, auch verhütend und vernichtend gegen dieselben vorgehen zu können.

Nun ist es ja ohne weiteres klar, dass es umso schwieriger ist, einem Pilze beizukommen, je inniger seine Entwickelung mit der seiner Wirtspflanze verknüpft ist Es werden demnach die Rostpilze mit ihren verschiedenen Generationen, deren einzelne noch dazu in den meisten Fällen auf anderen Pflanzen, vornehmlich Unkräutern leben, viel leichter zu bekämpfen sein, als die Brandpilze, deren intimen Zusammenhang mit der Wirtspflanze wir kennen gelernt haben. Ebenso wird oberflächlich lebenden Pilzen, den Epiphyten, leichter beizukommen sein, wie den im Inneren der Pflanze lebenden Endophyten, kurz, eine Vorsichtsmassregel wird immer vor allem darauf Rücksicht zu nehmen haben, mit welcher Art von Pilzen sie es in einem gegebenen Falle zu thun hat. Im allgemeinen kann man behaupten, dass die Bekämpfungsmittel fast ebenso zahlreich sind, wie die Pilze selbst, dass aber trotzdem in den meisten Fällen ein radikales Mittel, durch dessen Anwendung nicht auch die Wirtspflanze selbst in Mitleidenschaft gezogen wird, noch nicht bekannt ist.

Als allgemeinste Gegenmassregel, die in allen Fällen wenn auch nicht direkt eine Verhinderung, so doch gewiss eine Verminderung der Pilzkrankheit zur Folge hat, muss vor allem peinlichste Beseitigung aller jener Abfallstoffe betrachtet werden, welche mit einem Krankheit erzeugenden Pilze in irgend welchem Zusammenhange stehen. Es gilt daher besonders, Stroh, abgefallenes Laub, faules und dürres Holz, das von pilzkranken Bäumen stammt, zu vernichten und zwar gründlich zu vernichten durch einfaches Verbrennen, denn die Erfahrung hat gelehrt, dass derartige Stoffe, nur dem Komposthaufen einverleibt durchaus noch nicht zweckmässig gegen weitere Verbreitung der Krankheit geschützt sind, dass vielmehr gerade im Gegenteil durch die auf dem Komposthaufen herrschende Feuchtigkeit und sich entwickelnde Wärme der Entwickelung jener Pilzsporen nur günstige Bedingungen geschaffen werden, so dass dieselben durch den Wind oder namentlich durch den Dünger, der dem Komposthaufen entnommen wird, ebenso wieder auf empfängliche Pflanzen übertragen werden können. Mit dieser Massregel würde also unter Umständen gerade das Gegenteil von dem erreicht, was

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

man zu erreichen anstrebte. Vollständige Vernichtung ist daher das einzige sicher wirkende Mittel.

Dies kann jedoch nur in solchen Fällen mit Vorteil Anwendung finden, in denen jene Abfallstoffe als die Träger irgend einer Fortpflanzungsform, in den meisten Fällen einer Dauersporenform oder eines sonstigen Dauerzustandes des Pilzes auftreten. Wir können also auf diese Weise leicht einer grossen Menge von Rostkrankheiten begegnen, deren Teleutosporen im Herbste auf den vertrocknenden Pflanzenteilen sich entwickeln, allein auch alle Blattfleckenkrankheiten, wie der allgemein verbreitete Schorf und eine Menge anderer, sowie die Mehltaupilze sind auf diese Art angriffsfähig. Auch jene viel verbreiteten Wund- und Krebskrankheiten, die besonders unseren Obstbäumen zuweilen nicht unbedeutend zusetzen, können ein nicht zu unterschätzendes Gegenmittel erhalten, das in dem Verbrennen der dürren, die Fruchtformen des Pilzes tragenden Zweigen zu bestehen hat. Aber gerade der letzten Krankheit sowie dem Auftreten der Hexenbesen kann auch noch auf andere einfache Weise leicht vorgebeugt werden. Da diese Pilze nur an Wundstellen von Bäumen ihre verderbliche Thätigkeit beginnen können, so darf beim Beschneiden der Bäume und bei anderen unabsichtlichen Verletzungen durchaus nicht versäumt werden, die Wunden sofort zu verschliessen, denn nur dadurch kann man eine Neuinfektion durch den Pilz mit Sicherheit hintanhalten.

Wenn wir auch von diesen Vorsichtsmassregeln, wenn sie allgemein angewandt und durchgeführt werden, in vielen Fällen uns einen sicheren Erfolg versprechen können, so bedürfen doch zahlreiche einzelne Pilzgruppen noch speziellerer Bekämpfungsmittel. Vor allem gilt das von den gefürchteten Brandpilzen. Bei diesen liegen nun die Verhältnisse viel komplizierter. Wegen des die ganze Pflanze durchwuchernden Mycels, das erst am Schlusse der Vegetationsperiode nur einmal Sporen erzeugt, kann dem Pilze zu seinen Lebzeiten nicht gesteuert werden. Es müssen sich daher die Massregeln darauf beschränken, die Sporen, die ja den Samen anhaften, zu vernichten. Man hat zu diesem Zwecke verschiedene Methoden in Anwendung.

Am bekanntesten ist das sog. Beizen des Saatgetreides mit einer ½% Lösung von Kupfervitriol, welches sehr erfreuliche Resultate erzielt, wenn man die Samenkörner 12—16 Stunden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

in der Lösung belässt, sie dann mit Wasser wäscht und trocknet. Dadurch werden die Brandsporen alle getötet, während die Keimfähigkeit der Samen keinerlei Einbusse erleidet. In gleicher Weise wird auch die weiter unten noch zu besprechende Kupfervitriol-Kalkbrühe angewandt.

Auch ein Verfahren, das vor einiger Zeit vorgeschlagen wurde, und gute Resultate erzielen soll, möchte ich nicht unerwähnt lassen, das darin besteht, dass man die Körner 5—15 Minuten mit Wasser von 50—52° Temperatur stehen lässt. Es wird bei einigen Getreidearten dem Kupfervitriolverfahren vorgezogen, weil es die Keimfähigkeit gewisser Getreidearten weniger beeinträchtigen soll.

Ausser diesen sind eine grosse Anzahl anderer Mittel empfohlen worden, wie Schwefelsäure, schweflige Säure u. a., allein da dieselben noch nicht genügend erprobt sind, um allgemein in Anwendung zu kommen, so möge die Anführung dieser wenigen hier genügen.

Gleichfalls durch chemische Mittel, wie den Brandpilzen, kann auch dem äusserst verderblichen Treiben der letztbesprochenen Pilzgruppe, den Peronosporeen begegnet werden, wenn auch zugleich zugegeben werden muss, dass die bisher angewendeten Mittel noch keineswegs sichere Resultate verbürgen. Es ist vor allem die unter dem Namen Bordelaiser Brühe oder Kupfervitriol-Kalkbrühe bekannte Flüssigkeit zu erwähnen, welche durch Mischung einer 2—4% Kupfervitriollösung mit gelöschtem Kalk hergestellt wird. Dieselbe wird durch die schon besprochenen eigens zu diesem Zwecke konstruierten Spritzen den Blättern von noch nicht befallenen Pflanzen, besser noch auf die Pflanzen selbst im Frühjahr vor der Blattentwickelung aufgespritzt, um die etwa angeflogenen Pilzsporen zu zerstören und dadurch die Pflanze vor einer Infektion zu schützen.

Andere Mittel, so das Aufspritzen von Eisenvitriol oder Begiessen der Pflanzen mit verdünnten Kupferlösungen haben, obwohl sie meist auch günstige Resultate zur Folge haben, noch keine weitere Verbreitung gefunden, verdienen aber trotzdem als pilzfeindliche Mittel in Betracht gezogen zu werden.

Ist die Krankheit selbst schon einmal eingetreten, so sind im allgemeinen die angeführten Mittel, da sie nach den neuesten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Untersuchungen mehr nur als Vorbeugungsmittel aufzufassen sind, natürlich ohne grosse Bedeutung und es muss sich dann auch hier die Vernichtung des Pilzes auf die Vernichtung der die Oosporen enthaltenden Blätter und anderen Abfallstoffe beschränken. Trotzdem noch auftretende Pilzsporen können nur durch gründliche Anwendung der vorerwähnten Mittel an ihrem Aufkommen verhindert werden.

Da gerade in neuester Zeit die Frage vielfach diskutiert wurde, ob die Wirkung der Bordelaiser Brühe auf die direkte Tötung der Pilzsporen zurückzuführen sei oder nicht, so möchte ich diesen Punkt noch mit einigen Worten berühren. Versuche, die sich auf die Einwirkung dieser Kupfermischung auf Pilzsporen erstreckten, haben gezeigt, dass nur ein Teil derselben wirklich getötet und keimunfähig gemacht wird, während ein anderer seine Keimfähigkeit beibehält. Es würde dadurch also der Krankheit nur bis zu einem gewissen Grade gesteuert, dieselbe jedoch niemals ganz verhindert werden können. Die Wirkung jener Beize ist vielmehr nicht zum geringsten Teile eine andere, indirekte. Man hat durch ausgedehnte Versuche ermittelt, dass das mit der Brühe der Pflanze zugeführte Kupfer in geringer Menge nicht wie man vielfach annahm, einen ungünstigen Einfluss ausübe, sondern dass dasselbe im Gegenteil das Wachstum der Pflanzen fördere und gerade in der dadurch bedingten kräftigeren Entwickelung der Pflanzen ist mit Recht ein wesentlicher Faktor gegeben, der eine Pilzentwickelung sicher zu verhindern vermag. Die Erfahrung lehrt nämlich auch in dieser Beziehung, dass eine kräftig wachsende Pflanze der Entwickelung einer Pilzkrankeit viel leichter zu widerstehen in Stande ist, als eine weniger kräftige, weshalb häufig auch Pflanzen, welche im jungen Zustande viel von Pilzen heimgesucht werden, im ausgewachsenen von denselben frei bleiben.

In gleicher Weise sucht man auch den Mehlthaupilzen mit chemischen Mitteln beizukommen. Wenn dieselben auch dadurch, dass sie während des Sommers die Conidienbildung hintanhalten oder doch vermindern und daher die Pilze nicht zur Bildung ihrer Schlauchfrüchte kommen lassen, positive Resultate aufzuweisen haben, da selbst dann, wenn es nicht gelingen sollte die Conidienbildung vollständig zu unterdrücken durch Verhinderung der Schlauchfruchtbildung ein Aussterben des Pilzes sicher wäre

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

und die Conidien nur selten imstande sind, den Winter zu überdauern, so muss man doch ihrer Anwendung etwas zweifelnd gegenüberstehen. Als das geeignetste Mittel betrachtete man immer Schwefelblumen, die, besonders nach Regen mit einer Insektenpulverspritze aufgetragen, recht gute Erfolge erzielen liessen. Man erklärte sich deren Wirkung häufig so, dass man annahm, der Schwefel würde durch Einwirkung des Luftsauerstoffs oxydirt zu schwefliger Säure, möglicherweise zuletzt gar zu Schwefelsäure und deren ätzender Wirkung sei die Vernichtung des Pilzes zuzuschreiben. So einleuchtend diese Erklärung auch auf den ersten Blick sein mag, so wenig entspricht sie doch der Wirklichkeit, denn wie die Beobachtung in der Natur und zahlreiche Versuche zeigten, thut ein anderes, viel billigeres pulverförmiges Mittel dieselben Dienste, nämlich einfacher Strassenstaub.

Recht belehrend war die Thatsache, dass an staubigen Landstrassen, an denen zuweilen, wie z. B. an der Dachauerstrasse in München, aber auch an der Siebentischstrasse, nicht unbedeutende Mengen mehlthaubefallener Pflanzen stehen, auf dem reichlich entwickelten Mycel nur selten Conidien, niemals aber Perithecien gefunden wurden, während andere, weiter abstehende pilzkranke Pflanzen beide Entwickelungsformen in grosser Anzahl zeigten. Der Gedanke, hier eine Beeinflussung durch den Strassenstaub für möglich anzunehmen gewann durch Versuche, die in dieser Richtung angestellt wurden, an Wahrscheinlichkeit.

Was nun die Deutung dieser Thatsache betrifft, so scheint mir die Annahme, dass durch die ätzende Wirkung des Kalkes eine Vernichtung des Pilzes erzielt wurde, deshalb weniger wahrscheinlich als die andere, dass einfach durch den Staub ein Ersticken und Entkräftigen des Pilzmycels eintrete, weil in der That beobachtet werden kann, dass die Entwickelung des Mycels nur wenig Einbusse erleidet, jedenfalls aber die Kraft und Fähigkeit einbüsst, Fortpflanzungskörper zu bilden.

Der Mutterkornpilz, bezw. dessen Sclerotium, auf dessen äusserst giftige Wirkung auf Menschen und Vieh nicht oft genug hingewiesen werden kann, kann nur dann an seiner Weiterverbreitung gehindert werden, wenn bei der Ernte auf peinlichste Auslesung der schwarzen Körper geachtet, andererseits aber bereits ausgefallene Sclerotien möglichst tief eingeackert werden,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

da ihnen dann ihre Lebensbedingungen entzogen werden. Wenn auch der Schaden durch diesen Pilz bei uns gerade noch keine grösseren Dimensionen angenommen hat, so sei doch vor seiner Vernachlässigung gewarnt.

Zum Schlusse sei noch eines Mittels Erwähnung gethan, das in vielen Fällen, in welchen andere Massregeln wenig von Erfolg gekrönt waren, das gewünschte Resultat verbürgte, ein Mittel, das häufig der weiteren Ausbreitung einer Krankheit steuerte, unter Umständen sogar überhaupt die Entwickelung irgend einer bestimmten Krankheit vollständig verhinderte. Es ist eine alte Erfahrungsthatsache, dass gewisse Kulturvarietäten von Pflanzen von den Pilzen nur in geringem Grade befallen, andere sogar von denselben gemieden werden. Wenn es auch aus hier nicht näher zu erörternden Gründen gerade nicht zweckmässig ist, eine unter einer bestimmten Krankheit leidende Pflanzensorte, durch eine andere, die dem Pilze mehr Widerstand leistet, für immer zu ersetzen, so kann doch schon durch Anpflanzung derselben wenige Jahre nach einander die gewünschte Wirkung erzielt und mit dem Anbau der früheren Pflanzen wieder fortgefahren werden. Der Pilz wird einerseits in dieser Zeit den ihm zusagenden Nährboden nicht finden und daher ganz von selbst zu Grunde gehen, andererseits aber werden noch etwa vorhandene Pilzsporen auch unterdessen ihre Keimfähigkeit verlieren und unschädlich werden.

Wenn es auch in dem kleinen Rahmen eines Vortrags nicht möglich war, auf alle Erscheinungen der Pilzerkrankungen in wünschenswert ausführlicher Weise einzugehen, so möge doch diese kurzgedrängte Darstellung der interessanten biologischen Verhältnisse der Krankheitserreger und der von ihnen hervorgerufenen hauptsächlichsten Erkrankungen einen Einblick gewähren in das Treiben der Natur, das im Kleinen ebenso wunderbar ist, wie im Grossen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwiss. Vereins für Schwaben, Augsburg

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: 35

Autor(en)/Author(s): Schnegg Hans

Artikel/Article: Pilzparasitäre Pflanzenkrankheiten 107-154