

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Ulbrich, E.: Die höheren Pilze als Nützlingen und Schädlinge des Waldes

[urn:nbn:de:bsz:31-221426](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-221426)

Die höheren Pilze als Nützlingle und Schädlinge des Waldes,

Von E. Ulbrich-Berlin-Dahlem.

Wenn im Frühling oder Herbst die Losung gilt: „Wir gehen in die Pilze“, so ist meist der Wald das Ziel unserer Wanderung. Warum gerade der Wald? Weil wir nirgends auf größere und artenreichere Ausbeute rechnen dürfen, als gerade in unseren Wäldern. Pilz und Wald sind Begriffe, die untrennbar sind. Zwar finden wir auf Feld und Flur, auf fruchtbaren Wiesen und an ähnlichen lichten Standorten auch höhere Pilze, aber es sind nur wenige Arten, wie die Egerlinge, Schwindlinge u. a., denen auch lichte Plätze die zu ihrem Gedeihen nötigen Bedingungen bieten. Der stärkere Wechsel zwischen Feuchtigkeit und Trockenheit, das helle Licht, die stärkeren Schwankungen der Temperatur und die festere Beschaffenheit und meist auch geringere Menge an geeignetem Humus auf den Wiesen, Feldern, in lichten Gebüsch und an ähnlichen Standorten sagen den allermeisten Pilzen nicht zu.

Dagegen sind die Lebensbedingungen des Waldes dem Gedeihen der Pilze viel förderlicher: Luft und Boden sind gleichmäßiger feucht, das Licht ist durch die schattigen Kronen der Bäume gedämpft, die Temperatur schwankt in viel geringerem Grade als außerhalb des Waldes. Im heißen Sommer flüchten wir in den Wald, der uns Kühle und Schutz vor den glühenden Strahlen der Sonne bietet. Der Regen fällt gewissermaßen gesiebt durch die Kronen der Bäume und selbst ein starker Platzregen kommt als feiner Staubregen auf den Waldboden. Der Boden wird daher im Walde weit weniger durch selbst schweren Regen festgeschlagen als außerhalb des Waldes und die Feuchtigkeit wird länger im Boden festgehalten; die Verdunstung aus den oberen Bodenschichten ist geringer. Alle diese Momente bewirken, daß der Humus des Waldes lockerer und meist viel reicher ist als in Feld und Flur, und da der Humus für die allermeisten Pilze der wichtigste Nährboden ist, erklärt es sich, daß gerade der Wald die größte Artenzahl an höheren Pilzen birgt.

Wenn wir hier von höheren Pilzen

reden, so denken wir in erster Linie an die Basidiomyceten, Basidien- oder Ständerpilze, die uns das Hauptheer unserer Gift- und Speisepilze liefern und an einige größere Askomyceten oder Schlauchpilze, zu denen die Trüffel, Morcheln, Lorcheln u. a. gehören. Sie sind auch dem Laien auffällig, stellen aber nur einen kleinen Bruchteil der eigentlichen Pilzflora unserer Wälder dar.

Das Reich der Pilze gliedert sich bekanntlich in die drei großen Hauptgruppen 1. Algenpilze (*Phycomycetes*) 2. Schlauchpilze (*Ascomycetes*) 3. Ständer- oder Basidienpilze (*Basidiomycetes*).

Die Algenpilze treten als Bodenpilze, als Schimmel auf allen möglichen weichen organischen Substanzen, wie Exkrementen, faulenden Pilzen und anderen Pflanzenteilen, Früchten, oder als Schmarotzer auf Pflanzen und Tieren im Walde auf. Sie entziehen sich dem Laien meist durch ihre Kleinheit und werden auffälliger nur dort, wo sie in größerer Menge vorkommen. Auch die Hauptmasse der Schlauchpilze, der größten Klasse des Pilzreiches, fällt dem Laien weniger auf, wenn auch unter ihnen wichtige Schädlinge und Nützlingle des Waldes auftreten; wir werden im Folgenden nur die uns hier besonders interessierenden, größeren und auffälligeren, oder als Speisepilze wichtigeren Formen berücksichtigen. Dagegen sollen uns die Ständerpilze etwas eingehender beschäftigen, wenn auch unter diesen ganze Verwandtschaftskreise, wie die Brandpilze und Rostpilze weniger auffallen und besonders den Biologen interessieren.

Nutzen und Schaden gehen bei den Pilzen vielfach ohne scharfe Grenze ineinander über: Nutzen stiftet der Pilz, wenn er die toten organischen Substanzen, wie Blätter, Zweige, Stämme der Bäume zersetzen und in Humus verwandeln hilft, Schaden aber, wenn er auf die lebenden Pflanzen übergeht und an ihnen sein Zerstörungswerk anrichtet. Wenn durch Frost, Windbruch, Insektenfraß, Blitzschäden oder durch irgend-

welche anderen Einflüsse Zweige oder selbst stärkere Äste eines Waldbaumes gebrochen oder gar getötet werden, so stirbt deshalb der ganze Baum noch nicht ab. Wir finden deshalb meist an unseren Waldbäumen totes Material neben der lebenden Substanz des Baumes. Die toten Blätter, Zweige, Äste sind dem Befall durch Pilze in erster Linie ausgesetzt und manche Pilzart geht von solcher Stelle aus auch auf das noch lebende Holz über, wie z. B. die *Nectria*-Arten, die jedem Gärtner als Erreger der sogenannten „Rotpustelkrankheit“ bekannt sind. Sie können dann unter Umständen kränkelnde oder infolge ungünstiger Standortbedingungen schwer um ihr Leben kämpfende Bäume schließlich zum Absterben bringen und werden so zu Schädlingen.

Umgekehrt gibt es sehr viele Pilze, die lebende Blätter und Zweige und lebendes Holz des Stammes oder der Wurzeln unserer Waldbäume befallen, indem sie zumeist von irgendwelchen Wundstellen aus eindringen und ihr Zerstörungswerk beginnen. Biologisch gehören diese Pilze zu den Schmarotzern oder Parasiten und spielen als Schädlinge im Walde, namentlich im Kulturwalde eine große Rolle. Unter ihnen gibt es nun eine ganze Reihe von Arten, die zunächst den lebenden Baum befallen, ihn durch ihre Tätigkeit töten, dann aber auf der Baumleiche weiterwachsen, nunmehr als Bewohner toter organischer Substanz, als Moderpflanzen oder Saprophyten. Bei ihnen verwischt sich also gleichfalls die Grenze zwischen Parasitismus und Saprophytismus vollkommen. Als bekanntestes Beispiel gehört hierher der Hallimasch; *Clitocybe* (*Armillaria*) *mellea*.

Daher ist es nicht empfehlenswert, bei unseren Betrachtungen die Gruppierung der Pilze nach Nützlingen und Schädlingen vorzunehmen, da sich sonst vielfache Wiederholungen ergeben würden. Wir wollen vielmehr vom Standort der Pilze ausgehen und zunächst die Blattbewohner, sodann die auf Holz, Zweigen, Stämmen und Stümpfen und schließlich die Bodenpilze betrachten und innerhalb dieser biologischen Gruppen die systematische Reihenfolge der Verwandtschaftskreise einhalten.

Aus dem großen Heere der blattbewohnenden Ascomyceten unserer Wälder sei hier nur hingewiesen auf den so auffälligen Ahorn-Runzelschorf, *Rhytisma acerinum*, dessen anfangs mißfarbigen, später tintenschwarzen Flecke die Blätter unserer Ahornarten, besonders des Spitzahorns, *Acer platanoides*, stark entstellen. Er ist ein Parasit, schädigt aber trotz der so auffälligen Entstellung der Blätter die Bäume nur wenig.

Wichtiger ist für uns ein als anfangs schneeweiß, später goldgelber Überzug auf weichen Hutpilzen, namentlich *Boletus*-Arten auftretender Ascomycet *Hypomyces chrysospermus*, dem man bei Regenperioden im Hochsommer und Frühherbst auf den Ziegenlippen (*Boletus subtomentosus*, *B. chrysenteron*, *B. radicans*) sehr häufig begegnet. Er macht diese als Speisepilze geschätzten Arten faulig und ungenießbar. Eine verwandte Art *Hypomyces viridis* tritt besonders auf dem Birkenreizker, *Lactarius torminosus*, nicht selten auf. Er überzieht die Unterseite der Hüte dieser Blätterpilze und verhindert die Ausbildung der Lamellen. Von *Hypomyces viridis* befallene Birkenreizker sind infolgedessen dem Laien ein Rätsel: er vermutet der Gestalt und Färbung nach in dem Pilz wohl *Lactarius torminosus*, sucht aber vergeblich nach den Lamellen. Im Gegensatz zu den *Boletus*-Arten, bleibt *Lactarius torminosus* trotz des Befalls mit *Hypomyces* lange Zeit fest und kernig und verfault erst ziemlich spät.

Wenn wir von den Brand- und Rostpilzen hier absehen, ist die Zahl der Blätter, Blüten und krautige Stengel bewohnenden Basidienpilze in unseren Wäldern sehr klein. Als einzige häufigere Art des norddeutschen Flachlandes gehört hierher *Exobasidium vaccinii*, der Vertreter einer kleinen, sehr eigenartigen Familie, der an den Blättern und Triebspitzen der Preiselbeeren eigentümliche, leuchtend fleischrote Verdickungen und Verkrümmungen hervorruft, die sich bald mit einem weißen, stäubenden Überzug bedecken, der aus den Basidien des Pilzes besteht. Diese Art geht,

wenn auch seltener, auf Blaubeeren und Moosbeeren über. In unseren süddeutschen Wäldern, in den Alpen, ist eine verwandte Art, *Exobasidium rhododendri*, nicht selten, die an den Blättern der Alpenrosen bis kirschgroße Gallen erzeugt, die vielfach gesammelt und wie Preiselbeeren zubereitet gegessen werden.

Viel wichtiger sind die Holzbewohner, die zumeist als harmlose Besiedler toter Zweige, Äste und Stämme, wichtigen Anteil nehmen an der Verwandlung des Holzes in Humusbestandteile des Bodens. Als erste Ansiedler auf frischen Stümpfen von Laubhölzern, die im Herbst, Winter oder Frühling gefällt wurden, finden sich in dem zur Zeit des Saftstromes aus der Schnittfläche hervorgehenden, zuckerhaltigen Saft Hefepilze (*Saccharomycetes*) ein, in Gemeinschaft mit Bakterien und einigen anderen mikroskopisch kleinen Pilzen. Ihre Gegenwart und Lebenstätigkeit verrät sich bald dadurch, daß der Saft eine gelblich-rötliche Farbe und gallertige Beschaffenheit annimmt und einen wein- oder bierähnlichen Geruch verbreitet. Der in dem Saftfluß enthaltene Zucker wird von den Pilzen zu Alkohol und Kohlensäure vergoren. Die Kohlensäure verrät sich oft durch Blasenbildung in dem gärenden Schleimflusse. Durch die Hefepilze wird das Holz an sich noch nicht angegriffen; sie verschwinden, sobald der Saftfluß aufhört und der Stammschnitt trocken wird. Auch an anderen Stellen finden sich die Hefepilze im Walde, so besonders an blutenden Frostrissen oder anderen Wunden der lebenden Stämme. Der zuckerhaltige Saft ist nicht nur für die Hefepilze ein geeigneter Nährboden, auch die Sporen anderer Pilze, insbesondere der höheren Askomyzeten und Basidiomyzeten keimen hier leicht und können ihr Zerstörungswerk an dem Holze beginnen. Bereits wenn das Holz, abgesehen von Verfärbung in dunkleres Graubraun noch keine stärkeren Veränderungen zeigt, erscheinen oft schon kleine Fruchtkörper von Rindenpilzen wie *Corticium*-Arten, *Stereum hirsutum* u. a. Die Vermorschung schreitet nun schneller fort und an dem gleichen Baumstumpf können wir eine ganze Reihe von Pilzen auf-

einander folgen sehen, die alle in dem gleichen Sinne, an der weiteren Vermorschung des Holzes Anteil nehmen. Je nach der Laubholzart und nach den örtlichen Verhältnissen ist die Zusammensetzung und Folge der Pilzflora der vermorschenden Stümpfe verschieden. An Buchen und Eichen sehen wir oft in großen Mengen den Hallimasch *Clitocybe mellea* erscheinen, der aber auch auf allen möglichen anderen Holzarten, auch auf Nadelholzstümpfen auftritt. Von ihm befallene Stümpfe werden meist sehr schnell vollkommen vermorscht. Sehr häufig sind die Schwefelköpfe, insbesondere *Hypholoma fasciculare*, der bekannte, so oft als giftig bezeichnete, aber nur wegen seiner Bitterkeit und seines sehr schlechten Geschmackes ungenießbare büschelige Schwefelkopf und sein rötlichbrauner Verwandter *Hypholoma sublateritium*. An anderen Laubholzstümpfen sehen wir das als Speisepilz geschätzte Stockschwämmchen, *Pholiota mutabilis*, in Menge erscheinen, in unseren norddeutschen Wäldern allerdings viel seltener als die bisher genannten Arten. Von Polyporeen sehen wir besonders häufig den hübschen Schmetterlings-Porling *Polystictus versicolor*, dessen buntgezonte, sammetartig glänzende Fruchtkörper die Stümpfe zieren. Seltener findet man an den Laubholzstümpfen die großen *Polyporus*- und *Fomes*-Arten, die größere Stämme und zumeist noch lebendes Holz bevorzugen, nicht selten *Trametes gibbosa*, *Daedalea unicolor* und andere Wirrschwämme. Aus anderen Verwandtschaftskreisen treffen wir häufig die Hörnlinge, *Calocera*-Arten, besonders *C. palmata*, *C. cornea* u. a., deren meist lebhaft orangegelbe Fruchtkörper an Korallenpilze erinnern. Sehr häufig sind schließlich die Geweihpilze, *Xylaria*-Arten, besonders *X. polymorpha* und *X. hypoxylon*, deren schwarze keulenförmige oder geweihartige, harte Fruchtkörper aus stark verrottetem Holz hervorbrechen. Namentlich die Formen von *X. hypoxylon* fallen im Walde sehr auf, da ihre von Conidien (Sporen) bildenden Hyphen-gewebe überzogenen, leuchtend weißen

Spitzen sich von dem schwarzkohligen Fruchtkörper auffällig abheben. In welchen Mengen die der schnellen Vermehrung dienenden Conidien gebildet werden, davon kann man sich bei diesem Pilze leicht überzeugen: berührt man einen der mit weißen Spitzen versehenen Fruchtkörper, so fliegt eine kleine Wolke der weißen Sporen davon, die auf andere Stümpfe gelangt, sofort keimen und somit zur schnellen Verbreitung des Pilzes im Walde beitragen. Späterhin hört die Conidienbildung auf, die Spitzen werden dunkler und in den Fruchtkörpern bilden sich in kleinen Gehäusen, den sogenannten Perithezien, die Wintersporen (Askosporen) aus, die den Winter überdauern und erst später keimen.

Sind die Holzstümpfe soweit verrottet, daß ihr Inneres nur noch von einem weichen Mulm erfüllt ist, dann siedeln sich auf ihnen nicht selten die Rüblinge an. Blätterpilze mit mehr oder weniger rübenartig nach unten verlängertem Stiele, wie *Collybia platyphylla*, der genießbare Wurzelrübling, *C. radicata* u. a.; Moose, Farne und Blütenpflanzen, besonders der zierliche Sauerklee *Oxalis acetosella* folgen bald und tragen ihrerseits zur Verarbeitung des mulmigen Holzes bei und nach einigen Jahren zeugt nur noch eine kleine Erhebung oder Grube im Walde davon, daß hier einmal ein Baumstumpf gestanden hat.

In ähnlicher Weise verläuft die Verrottung der Stümpfe der Nadelhölzer, nur daß es meist andere Arten von Pilzen sind, die auf ihnen auftreten. Der Harzgehalt verlangsamt anfangs den Verrottungsprozeß und gibt vielen Pilzen Gelegenheit zur Ansiedelung, die wir auf Laubholzstümpfen nicht antreffen. Da aus den frischen Stümpfen ein zuckerhaltiger Saft nicht heraustritt, sondern höchstens Harz, so fehlen die bei den Laubholzstümpfen den Reigen eröffnenden Hefepilze. Dafür treten andere mikroskopisch kleine Schlauchpilze auf und sehr häufig allerlei Schleimpilze, *Myxomycetes*, besonders häufig *Amaurochaete atra*, *Stemonitis*-Arten, *Lycogala epidendron*, deren leuchtend rote, schleimige Plasmodien schon aus weiter Ferne auffallen, *Fuligo septica*, dessen oft

über faustgroße Fruchtkörper (*Aethalium*) nicht selten in unseren Kiefernwäldern anzutreffen sind. Die Schleimpilze greifen das Holz nicht oder nur ganz unwesentlich an; auch auf Laubholzstümpfen treten viele Arten auf, doch treten sie nicht so auffällig hervor. Auch die Gallertpilze, besonders *Exidia saccharina* und auf stärker vermorschten Kiefernstümpfen der Zitterzahn, *Tremellodon gelatinosus* sind auf den Nadelholzstümpfen häufiger anzutreffen. Sind die Nadelholzstümpfe von Fomes-Arten befallen, besonders von dem als schweren Forstschädling bekannten Wurzel-Schichtporling *Fomes annosus* (*Trametes radiciperda*) oder dem Kiefernporling *Polyporus Schweinitzii*, *P. alutaceus*, *P. stipticus* u. a., so macht die Vermoderung meist rasche Fortschritte. Besonders häufig sieht man auf Nadelholzstümpfen *Polystictus abietinus*, eine dem auf Laubholzstümpfen vorkommenden Schmetterlingsporling ähnliche Art, den farbenprächtigen rötlichen Ritterling *Tricholoma rutilans*, der wegen seines oft dumpfigen Geschmackes schon manches Pilzgericht verdorben hat und die Schwefelköpfe *Hypholoma fasciculare*, *H. capnoides* und *H. epixanthum*. Nicht selten sieht man den Sturmdachpilz *Pluteus cervinus*, den Schwarzfußkrempling *Paxillus atrotomentosus*, den Muschelkrempling *Pax. acheruntius* (= *P. panuoides*) und die Sägeblättlinge, besonders *Lentinus lepideus*.

Schon diese kleine Übersicht zeigt, daß die höheren Pilze bei der Beseitigung des alten Holzes der Stümpfe eine wichtige Rolle spielen. Als Verarbeiter des alten Holzes zu Humus sind sie demnach wichtige Nützlinge des Waldes, auch in den Kulturwäldern unserer Heimat. In den Urwäldern kommt ihnen noch die Aufgabe zu, das Holz der durch Sturm oder aus anderen Ursachen gefallenen oder niedergebrochenen Stämme in gleicher Weise zu verarbeiten. Welch wichtige Rolle sie hier spielen, das lehrt uns ein Blick in jene unberührten Wälder, z. B. des Böhmerwaldes, die als Naturschutzgebiet erhalten sind oder die fast unberührten

Wälder Litauens und Rußlands. Wären hier die Pilze nicht tätig an der Zersetzung des gestürzten Holzes, so würden sich die Stämme zu riesigen Barrikaden aufbauen und eine natürliche Verjüngung des Waldes unmöglich machen. Allein schon nach wenigen Jahrzehnten ist selbst der stärkste Baumriese nach seinem Sturze mit Hilfe der massenhaft auftretenden Pilze zermorscht und vermulmt und neues Leben sprießt aus den Ruinen. In unseren Kulturwäldern wird das gefallene Holz beseitigt, sodaß wir diese für die Ökologie des Waldes so überaus wichtige Tätigkeit der höheren Pilze nur ausnahmsweise verfolgen können. Nur die oft stehenbleibenden Baumstümpfe geben uns nur ein schwaches Bild von ihrer Arbeit.

Dafür haben wir oft genug Gelegenheit die höheren Pilze als Schädlinge des Waldes kennen zu lernen. Unsere seit einigen Jahrhunderten betriebene Forstkultur ist einseitig. Sie sucht dem Walde möglichst hohe Erträge abzurufen durch Bevorzugung nur einer Baumart. So sind unsere eintönigen Kiefern-, Fichten-, Tannen-, Buchenwälder ein Kunstprodukt des Menschen. Der natürliche Wald unserer Heimat ist auf allen Bodenarten ein Mischwald gewesen, in dem je nach klimatischen und Bodenverhältnissen die eine oder andere Baumart vorherrschte, ohne daß der Charakter eines Mischwaldes dadurch verloren ging. Die Wälder Litauens und Rußlands zeigen uns wie unsere heimischen Wälder vor Beginn des einseitigen Forstbetriebs ausgesehen haben. Die Züchtung nur einer Baumart in unseren Forsten leistet der Massenentwicklung forstschädlicher Pilze und Tiere geradezu Vorschub. Es kommt noch hinzu, daß durch den bei uns meist üblichen Kahlschlagbetrieb alle Bäume unserer Wälder etwa gleichalt sind, während sich im Urwald Bäume der verschiedensten Altersstufen und zahlreiche Arten finden. Daher bedarf ein Kulturwald aufmerksamster Pflege, wenn man epidemische Erkrankungen verhindern will. Die Holzschädlinge unter den Pilzen in Schach zu halten, ist pfleglichster Behandlung des Waldes durch den Forstmann möglich. Er entfernt alles

krankes Holz, fällt die von Pilzen stark befallenen Stämme und verarbeitet sie zu Brennholz. Den niederen Pilzen gegenüber ist der Forstmann aber oft genug machtlos. Beispiele hierfür sind die Mehltau-Epidemie unserer Eichen, die seit etwa 10 Jahren unsere Wälder heimsucht und stellenweise schweren Schaden anrichtet, verursacht durch einen Schlauchpilz aus der Familie der *Erysibaceae*, der echten Mehltaupilze, der aus Amerika eingeschleppt, sich mit Windeseile über fast alle Eichenwälder und Eichenbestände Europas verbreitet hat. Er befällt die jungen Blätter und Triebe der Eichen, überzieht sie mit einem weißen Pilzgeflecht, das sie zum Absterben bringt. Ein anderer verheerender Forstschädling unter den niederen Pilzen ist der Erreger der als „Schütte“ unserer Kiefern und Fichten bekannte Schlauchpilz *Lophodermium pinastri*, der die Nadeln vergilbt, abtötet und zum schnellen Abfallen bringt, sodaß der Baum „schüttet“.

Völlig machtlos steht der Forstmann vielen Epidemien durch tierische Schädlinge gegenüber, wie der Nonne, der Kieferneule, dem Schwammspinner, dem Eichen-Prozessionsspinner, den Holzkäfern u. a. m. Ganze Waldschläge können dem Kahlfraß anheimfallen, ohne daß der Forstmann etwas Erhebliches dagegen tun kann. Die Massenentwicklung der Raupen bedingt gelegentlich auch eine Massenentwicklung gewisser niederer Pilze aus der Klasse der Algenpilze, der *Entomophthoraceae* und der Schlauchpilze (*Stilbaceae*) Arten der Gattungen *Empusa* und *Isaria*, die parasitisch auf Raupen leben, können bei feuchter Witterung unter Umständen die Raupenplage durch Massenerkrankung und Massensterben der Raupen zum Erlöschen bringen und so zu größten Nützlingen des Waldes werden. So ist beispielsweise die verheerende Kieferneulenplage dieses Jahres in den norddeutschen Wäldern an vielen Stellen durch *Empusa*- und *Isaria*-Arten zum schnellen Erlöschen gebracht worden. Fußhoch bedeckten die durch diese Pilze getöteten Raupen den Waldboden.

Die einseitige Forstkultur bringt es mit sich, daß der Forstmann alle krank

und hohl werdenden Bäume entfernt. Dadurch werden aber den Höhlenbrütern unter den Vögeln geeignete Niststätten entzogen und gerade die Vögel spielen als Vernichter vieler dem Kulturwald schädlicher Insekten in der Ökologie des Waldes eine sehr wichtige Rolle.

Diese und noch viele andere Gründe haben dahin gewirkt, daß man in der neuesten Zeit vom Kahlschlagbetrieb und der Heranzüchtung aus nur einer Baumart zusammengesetzter Wälder abgeht und den natürlichen Verhältnissen entsprechend Mischwälder, die im sogenannten Plänterbetrieb bewirtschaftet werden, wieder aufkommen läßt. Wählt man die den örtlichen Boden- und Klimaverhältnissen entsprechenden Baumarten aus, so beugt man dadurch am sichersten epidemischen Erkrankungen des Waldes durch Schädlinge aus dem Tier- und Pflanzenreiche vor.

Als Forstschädlinge unter den höheren Pilzen sind diejenigen Arten zu bezeichnen, die lebendes Holz der Bäume befallen und große Teile oder den ganzen Baum zum Absterben bringen. Weitaus am gefährlichsten sind diejenigen Pilze, welche von der Wurzel aus in den Stamm eindringen und schließlich zum Absterben bringen. Hier steht wohl an erster Stelle der Hallimasch, *Clitocybe (Armillaria) mellea*, der Erreger des sogenannten „Erdkrebsses“ unserer Waldbäume. Besonders gefährlich wird er dadurch, daß er wohl alle unsere Waldbäume gefährdet, wenn er auch Laubhölzer, besonders Buchen und Eichen bevorzugt. Er bildet nicht unähnlich dem unseren Häusern so gefährlichen Hauschwamm, wurzelähnliche, berindete Myzelstränge, die unter der Rinde befallener Bäume leicht aufzufinden sind und im Waldboden von Baum zu Baum wachsen können und die Stämme von der Wurzel aus infizieren; das Myzel des Hallimasch wächst dann am Stamm aufwärts und tötet nach einiger Zeit den Baum. Die Myzelstränge des Hallimasch sind bekannt unter dem Namen *Rhizomorpha subcorticalis*. Am Grunde des Stammes brechen dann nach einiger Zeit im Herbst, am reichlichsten im September, die Fruchtkörper des Hallimasch oft in

solchen Mengen büschelig hervor, daß man von einem Baum einen ganzen Korb voll sammeln kann. Als Speisepilz ist der Hallimasch bekannt und wegen seines Wohlgeschmackes beliebt, doch sind nur die Hüte jüngerer Fruchtkörper wohl-schmeckend, ältere Hüte schmecken meist dumpfig; die Stiele sind zäh und unverdaulich. In wenig durchforsteten, besonders etwas sumpfigen Wäldern und in unberührten Wäldern (Urwäldern), kann man mitunter Laub- und Nadelhölzer (besonders Fichten) finden, aus deren Rinde bis zu mehreren Metern am Stamm hinauf die Scharen der Fruchtkörper des Hallimasch hervorbrechen. Die Lebensbedingungen unserer Kulturwälder leisten der Verbreitung des Hallimasch oft außerordentlich Vorschub, sodaß in gut durchforsteten Wäldern besondere Maßnahmen getroffen werden, um der Verbreitung des Hallimasch durch seine *Rhizomorpha* entgegenzutreten. Man umzieht befallene Bäume oder Baumgruppen mit einem Stichgraben, den die *Rhizomorpha* nicht überschreiten kann; alle sich zeigenden Fruchtkörper werden möglichst vor ihrer Sporenreife gesammelt und vernichtet. Die erkrankten Bäume werden dann mit Wurzelwerk entfernt.

Aber nicht nur unsere Kulturwälder haben unter diesem Waldverwüster zu leiden; unter besonderen Verhältnissen kann der Hallimasch ganze Teile eines Urwaldes vernichten. Tritt z. B. infolge Verstopfung eines durch den Wald fließenden Wasserlaufes durch Versandung oder aus tektonischen Veränderungen des Grundwasserspiegels eine Versumpfung eines Waldes ein, dann gehen die Bäume infolge der Veränderung der Lebensbedingungen im Wachstum zurück, kränkeln und nun kann der Hallimasch sein Zerstörungswerk beginnen und unter Umständen den ganzen Waldteil vernichten. Die kränkelnden Wurzeln und Stämme werden ihm ein leichtes Opfer, er durchspinnt sie, kriecht im Boden von Stamm zu Stamm und ein stärkerer Sturm mäht den kranken Wald dahin, da die Wurzeln ihre Zug- und Druckfestigkeit eingebüßt haben und den Zug und Druck der sturmtostenden Stämme nicht mehr auszuhalten vermögen. Die versumpften Wälder

Litauens und Rußlands geben hierfür genug Beispiele.

Ein ähnlich gefährlicher Schädling unserer Kulturwälder ist *Fomes annosus* (*Trametes radiciperda*), der Wurzel-Schichtporling; er befällt, gleichfalls von den Wurzeln aus, die Kiefern, Fichten und Tannen, steigt mit seinem Myzel im Stamm aufwärts und macht Wurzel und Stamm faul, sodaß die Bäume, ihres Haltes beraubt, vom Winde geworfen oder gebrochen werden. Die forstliche Bekämpfung dieses Waldverwüsters erfolgt in ähnlicher Weise wie die des Hallimasch.

Die übrigen Waldschädlinge unter den höheren Pilzen erreichen die beiden genannten Arten nicht oder nur ausnahmsweise an Gefährlichkeit. Weit aus die meisten gehören den Löcherschwämmen, insbesondere den Polyporeen an. Unsere Laubhölzer sind im Allgemeinen stärker gefährdet als die Nadelhölzer, deren Harzgehalt einen guten Schutz gegen die Angriffe der Pilze gewährt, da das aus entstandenen Wunden ausfließende Harz zu einem schnellen Wundverschluß führt. Weit aus die meisten Schädigungen unserer Waldbäume durch parasitäre Pilze erfolgen nämlich von irgendwelchen Verwundungen des Stammes oder der Äste und Zweige aus. Am gefährlichsten sind splitterige Bruch- und Rißwunden, wie sie durch Windschäden, Schneebruch, Glatteis entstehen, da solche Wunden nur sehr schwer durch Überwallung geschlossen und geheilt werden können. Auch durch Frost entstandene Stammwunden, Frostrisse, Frostspalten sind sehr gefährlich und stellen vielfach die Eingangspforten für die parasitären Holzschädlinge dar. Auch Blitzschäden können der Pilzerkrankung unserer Waldbäume Vorschub leisten. Schließlich können aber auch mechanische Verletzungen der Stämme und Zweige durch die Tiere des Waldes (Spechte, Nagetiere, Rotwild) oder durch den Menschen (Abbrechen größerer Zweige und Äste, Stammesverletzungen durch anfahrende Wagen u. a.) den Angriffen der Pilze Tür und Tor öffnen.

Ein häufiger Schädling an Eichen, seltener auch an Buchen, ist der als Speise-

pilz bekannte Leberpilz *Fistulina hepatica*, der innerhalb der Polyporaceae eine eigene Gruppe bildet (*Fistulinae*), da die Röhren der Fruchtschicht der Hüte nicht miteinander verwachsen sind. Namentlich an einzeln stehenden alten Eichen und in Eichenhorsten Mitteldeutschlands ist er häufig am Grunde der Stämme zu finden, die faulen und bisweilen stark geschädigt werden.

Aus der übergroßen Zahl der Polyporeae seien nur einige wenige Arten hervorgehoben. Recht schädlich tritt nicht selten der Schwefelporling (*Polyporus sulphureus* = *P. caudicinus*) an allerlei Laubhölzern, besonders den weichholzigen Weiden, Erlen, Pappeln, Obstgehölzen auf. Von ihm befallene Bäume können oft in wenigen Jahren zum völligen Absterben gebracht werden. An Buchen und Birken findet sich nicht allzuseiten der echte Zunderschwamm, *Fomes fomentarius*, dessen hufförmige Fruchtkörper oft eine sehr bedeutende Größe und Länge erreichen. Das flockige, weiße, braune Mark der Fruchtkörper liefert noch heute chirurgisch und technisch verwendeten Zunder. Ähnlich, aber härter ist der Feuerschwamm *Fomes ignarius*, der Erreger der als Weißfäule bekannten Krankheit vieler Laubhölzer, besonders der Weiden, Pflaumen, Äpfel. Verheerend tritt häufig der Birkenporling (*Polyporus betulinus*) an unseren Hänge- und Moorbirken auf, deren Stämme durch den Pilz oft völlig vermorscht, zusammenbrechen.

Unter den Blätterpilzen (*Agaricaceae*) finden sich nur wenige Arten, die lebendes Holz unserer Waldbäume befallen und als schwere Schädiger auftreten. Der Hallimasch wurde bereits als gefährlichster Forstschädling besonders erwähnt. In unseren Buchenwäldern tritt der Buchen-Ringröbbling, *Collybia mucida*, ein schneeweißer Pilz mit bei Regen schmierig-schlüpfrigem Hute als Schädling an lebenden Buchen auf. Seine leuchtendweißen Fruchtkörper sieht man oft hoch über dem Erdboden aus dem Stamme hervorbrechen. Lebendes Holz befallen auch die Seitlinge (*Pleurotus*-Arten), einige Knäulinge (*Panus*-Arten) und Sägeblättlinge (*Lentinus*-Arten)

u. a., jedoch meist ohne erheblichen Schaden anzurichten.

Zusammenfassend können wir sagen, daß die holzbewohnenden höheren Pilze trotz größeren Artenreichtums im Urwalde meist so auftreten, daß der von ihnen am lebenden Holze angerichtete Schaden nur in besonderen Ausnahmefällen überwiegt (s. o.), daß sie dagegen als Nützlinge bei der Verarbeitung des Holzes zu nährenden Humusbestandteilen des Bodens von größter Wichtigkeit für die Ökologie des Waldes sind. Im Kulturwalde dagegen sind sie Nützlinge bei der Verrottung der im Boden verbliebenen Baumstümpfe, Schädlinge an den Forstbäumen, wenn pflegliche Fürsorge für den Wald durch den Forstmann unterbleibt oder nicht in ausreichendem Maße ausgeübt wird. Daher muß unsere Forstkultur sich wieder dem natürlichen Mischwalde zuwenden, in dem die Gefahr forstschädlicher Epidemien geringer ist als in den nur aus einer Baumart zusammengesetzten Kulturwäldern.

Anders liegen die ökologischen Verhältnisse bei dem großen Heer der Bodenpilze des Waldes, die jeden Pilzsammler in erster Linie interessieren, weil sie ihm das „Fleisch des Waldes“, eine oft recht schmackhafte, wenn auch nicht übermäßig nährstoffreiche Speise bieten. Für den Ur-, wie besonders für den Kulturwald sind sie fast ausschließlich wichtigste Nützlinge: sie verarbeiten die alljährlich fallende Blatt- und Nadelstreu, kleinere Zweig- und Rindenstückchen und tragen zu ihrer Umwandlung in Humusbestandteile und sonstige Nährstoffe für den Waldwuchs wesentlich bei, dann aber leben viele Arten in enger Gemeinschaft mit den Wurzeln der Waldbäume. Sie bilden mit ihnen eine innige Lebensgemeinschaft, die als Mykorrhiza bezeichnet wird und deren große Bedeutung für das Leben und Gedeihen unserer Waldbäume erst neuerdings erkannt worden ist.

Ihrer systematischen Stellung und Verwandtschaft nach verteilen sich die Bodenpilze vorwiegend auf einige wenige höhere Askomyzetengruppen und die Familien der Ordnungen: *Hymenomycetinae*, *Sclerodermatineae*, *Hy-*

menogastrineae, *Lycoperdineae*, *Nidulariineae* und *Phallineae*, d. h. die Hauptmenge der höheren Basidienpilze.

Ihrer Lebensweise und Erscheinungsform entsprechend gliedern sich die Bodenpilze des Waldes in solche deren Fruchtkörper über der Erde erscheinen, die Bodenpilze im engeren Sinne und solche, deren Fruchtkörper im Erdboden verborgen bleiben, die wir kurz als Erdpilze bezeichnen wollen. Aus beiden, sehr ungleich großen Gruppen kommen viele Arten als Mykorrhizapilze in Frage; bei einigen ist die Mykorrhizanatur sicher erwiesen.

Wir wollen mit der kleinsten Gruppe, den Erdpilzen, beginnen. Da sie sich der Beobachtung entziehen, sind sie nicht leicht aufzufinden und daher weniger bekannt. Die Hauptmenge stellen die Schlauchpilze und zwar die Ordnungen der *Plectascineae* und *Tuberineae*. Zur erstgenannten gehören die in unseren Wäldern verbreiteten Hirschtrüffeln, *Elaphomycetaceae*, von denen *Elaphomyces cervinus* (= *granulatus*) namentlich in Kiefernwäldern, aber auch unter Fichten, *E. variegatus* unter Eichen und Buchen vorkommt. Ihre Anwesenheit verraten sie öfter durch einen Schlauchpilz aus der Familie *Hypocreaceae*, einen Keulenkopf *Cordyceps ophioglossoides*, der auf ihnen schmarotzt und dessen länglich-keulenförmige, rötliche Fruchtkörper über dem Erdboden erscheinen. Die Familie der *Terfeziaceae* ist unseren Wäldern nur durch die als Speisepilz sehr geschätzte „weiße Trüffel“ *Choiromyces maeandriiformis* besonders in den Nadel- und Laubwäldern Mitteldeutschlands vertreten. Das Wild, namentlich Schwarzwild stellt diesen seltenen, stark aromatisch riechenden Trüffeln gern nach, verrät dem Menschen die Standorte und läßt ihm eine meist recht kümmerliche Nachlese. Zur Ordnung der Trüffeln gehören die in unseren Wäldern nur spärlich vertretenen und seltenen echten Trüffeln, *Eutuberaceae*, von denen die Gattungen *Genea* (Blasentrüffeln), *Tuber* (echte Trüffeln), *Hydnotria* (Morcheltrüffeln) in unseren Wäl-

dern, namentlich unter Eichen und Buchen in Mittel- und Süddeutschland vorkommen. Alle Arten sind selten und schwer zu finden. Das gleiche gilt von der an ähnlichen Standorten vorkommenden Balsamtrüffel *Balsamia vulgaris*, dem Vertreter einer eigenen, kleinen Familie (Balsamiaceae).

Unter den Basidienpilzen findet sich nur eine Familie von Erdpilzen, die *Hymenogastreae*, die eine sehr isolierte Stellung einnehmen. Zu ihnen gehören als bekannteste Formen die sogenannten Wurzeltrüffeln *Rhizopogon*-Arten, ungenießbare Pilze unserer trockenen Heiden und sandigen Kiefernwälder, deren fleischige, knollige 2—6 cm Länge erreichende Fruchtkörper gelegentlich als „Trüffeln“ sogar auf den Markt gebracht werden. Für viele Arten ist erwiesen, daß sie Mykorrhizabildner sind, bei anderen ist dies sehr wahrscheinlich.

Die eigentlichen Bodenpilze leben mit ihrem Myzel im humösen Waldboden und senden ihre Fruchtkörper als sogen. Hüte über die Oberfläche. Die Ansprüche, die sie an den Boden stellen, sind sehr verschieden und dementsprechend sind die meisten Bodenpilze an ganz bestimmte Bodenarten gebunden. Bestimmend für die Lebensbedingungen der Arten sind ferner Belichtungs- und Feuchtigkeitsverhältnisse. Daher sind die Bodenpilze in viel stärkerem Maße von den Witterungsverhältnissen abhängig, als die Holzbewohner, denen der Baum in jedem Jahre Saft und Nahrung spendet. Damit erklärt sich, daß trockene Jahre schlechte Pilzjahre sind, in denen man vergeblich nach Bodenpilzen sucht und feuchte Jahre eine meist reiche Pilzernte bringen. Schon das Myzel verlangt eine ziemlich hohe Feuchtigkeit des Bodens, der Wasserbedarf wird aber außerordentlich erhöht, wenn die Bodenpilze zur Fruchtkörperbildung kommen sollen. Bestehen doch die meisten Fruchtkörper bis zu 90% aus Wasser und bei besonders wässerigen Arten steigt der Wassergehalt noch höher. Fehlt dem Myzel daher genügend Wasser zum Aufbau der Fruchtkörper, so bleibt es steril, d. h. Fruchtkörper werden nicht ausgebildet. Die ökologischen Beziehungen der Bodenpilze

zum Wasser sind ganz ähnliche wie bei den höheren Pflanzen, den Moosen, Farne und Blütenpflanzen. Die wasserreichsten Fruchtkörper finden wir bei den Pilzen der nassen Formationen (Hoch- und Wiesenmoore) z. B. *Galera stagnina*, *Hygrocybe*-Arten; sehr wasserreich und zart sind viele Charakterpilze des Laubwaldes z. B. die Totentrompete *Craterellus cornucopioides*, das Hasenohr *Otidea leporina*, das Eselsohr *O. onotica*, viele *Collybia*, *Inoloma*-, *Inocybe*-, *Mycena*-Arten, *Itypallus impudicus* die Stinkmorchel u. a. Dagegen sind die Charakterpilze des Kiefernwaldes meist wasserärmer und derber und vertragen unter Umständen ein Eintrocknen ohne abzusterben, wie die Schwindlinge (*Marasmius*-Arten). Sie sind, wie wir bei den höheren Pflanzen sagen, mehr xerophil gebaut, d. h. an Trockenheit angepaßt, z. B. *Thelephora terrestris*, *Th. fimbriata*, *Th. palmata* u. a., *Clavaria abietina*, *Hydnum imbricatum*, *Phaeodon ferrugineus*, *Polyporus ovinus*, *P. leucomelas* u. a., *Cantharellus cibarius*, *Tricholoma colossus* u. a. m. Am meisten xerophil sind diejenigen Bodenpilze, die selbst in die dünnen Kiefernheiden vorzudringen vermögen, wo sie zusammen mit Flechten auf dem sonnendurchglühten Boden auszuhalten vermögen, wie manche *Hydnum*-Arten, *Polyporus perennis*, der Dauerporling, *Dermocybe cinnamomea*, der Zimmpilz, manche *Marasmius*-Arten, *Scleroderma*-Arten (Hartboviste), *Pisolithus arenarius*, *Tulostoma mammosum*, *Lycoperdon*-Arten, *Geaster* (Erdsterne) u. a. Nur die allerdürsten, humusärmsten Sandböden, strengsten trockenen Lehm- und Tonböden und den Felsboden meiden sie, da sich in ihnen das Myzel nicht entwickeln kann.

Daher sind die Bodenpilze in allen Humusböden anzutreffen und um so reichlicher, je reicher die Humusbildung ist, d. i. gerade in unseren Wäldern. Ihnen kommt ein wichtiger Anteil bei der Zersetzung der alljährlich auf den Boden des Waldes fallenden Laub- und Nadelstreu zu. Je reicher die Waldstreu, umso reicher die Vegetation an Bodenpilzen.

Daher sind die Bodenpilze für die Ökologie eines gesunden Waldbodens unentbehrlich und ein übermäßiges Sammeln von Pilzen, bei dem die Pilze fast restlos dem Wald geraubt werden, ist dem Walde schädlich, namentlich, wenn es sich um Pilze handelt, deren Myzel einjährig ist, d. h. sich alljährlich aus der keimenden Spore neu bildet. Solche Arten treten im Walde unregelmäßig und unstet, d. h. nicht immer an gleicher Stelle und nur in kleinen Kreisen, den sogenannten Hexenringen auf, die im folgenden Jahre verschwunden sind, z. B. *Cantharellus cibarius*, *Gomphidius*- und *Myxarium*-Arten, viele Milchlinge (*Lactarius*-Arten) und Täublinge (*Russula*), Mistpilze (*Coprinus*-Arten), viele *Collybia*-Arten, *Lepiota*- und *Amanita*-Arten. Pilze mit ausdauerndem Myzel erscheinen, wenn sie sich ungestört im Waldboden entwickeln können, oft in großen, alljährlich sich erweiternden Kreisen, den sogenannten Hexenringen, z. B. *Craterellus cornucopioides*, die Totentrompete, *Clavaria cristata*, *Boletus scaber* der Birkenpilz, *Boletopsis luteus* der Butterpilz, *Paxillus involutus* der Krempling, *Hebeloma crustuliniforme* und *H. elatum*, *Rozites caperata* der Zigeuner, *Clitocybe flaccida* und *C. nebularis* die Graukappe, *Tricholoma portentosum* der graue Ritterling, *Phaeodon ferrugineus* u. a. m.

Andere ausdauernde Arten bleiben dagegen alljährlich an gleicher Stelle, wie die Glucken *Sparassis ramosa* an den gleichen Kiefern, *Sp. laminosa* an den gleichen Eichen, *Polyporus tuberaster* in Süddeutschlands Wäldern. Sie bilden ein derbes, mehr oder weniger knolliges Myzel, aus welchem die Fruchtkörper alljährlich hervortreiben. Auch viele Schwindlinge bilden Sklerotien aus den Blättern, Nadeln, Zweigstückchen, die sie mit ihrem Myzel durchspinnen, und aus denen sie alljährlich ihre Hüte entwickeln.

Derartige ausdauernde Pilze werden auch beim reichlichen Sammeln der Gefahr der Ausrottung weniger ausgesetzt sein, vorausgesetzt, daß beim Sammeln

das Myzel bzw. Sklerotium nicht zerstört wird.

Eine kleine, aber biologisch interessante und für die Ökologie gerade in unseren Kulturwäldern wichtige Gruppe von Schlauchpilzen mag hier im Anschluß an die Bodenpilze erwähnt werden: die *Cordyceps*-Arten aus der Familie der *Hypocreaceae*. Oben wurden bereits die auf den Hirschtrüffeln (*Elaphomyces cervinus* und *variegatus*) parasitisch lebenden *C. ophioglossoides* und *C. capitatus* erwähnt. Die meisten anderen Arten leben parasitisch auf Insekten, besonders Schmetterlingsraupen und Käferlarven, die sich zur Überwinterung oder Verpuppung in den Waldboden verkrochen haben. Sie können zur Vernichtung dieser, oft forstschädlichen Insekten beitragen und somit dem Walde nützen. Die bekannteste und häufigste Art ist *Cordyceps militaris*, deren orangegelbe bis rötliche Keulen man nicht selten aus dem Waldboden emporsprießen sieht.

Eine letzte und für die Ökologie des Waldes besonders wichtige Gruppe von Bodenpilzen sind die Mykorrhizapilze unserer Wälder. Ihr Myzel umspinnt die Wurzeln unserer Waldbäume und dringt durch die Oberhaut bis tief in das Innere der Wurzeln ein; Pilz und Wurzel ziehen aus dieser eigenartigen, innigen Lebensgemeinschaft ihre Vorteile. Jeder Pilzsammler weiß aus Erfahrung, daß er manche Pilze immer nur unter gleichen Baumarten findet, so die Marone (*Boletus badius*) stets unter Kiefern oder Fichten, den Birkenpilz (*Boletus scaber*) und Birkenreizker (*Lactarius torminosus*) stets unter Birken, den Butterpilz (*Boletopsis luteus*) stets unter Kiefern, den Honigritterling (*Tricholoma russula*) stets unter Buchen oder Eichen, ebenso den grünen Knollenblätterpilz (*Amanita phalloides*), während der weißliche Knollenblätterpilz (*Amanita mappa*) stets unter Kiefern oder Fichten anzutreffen ist.

Es liegt sehr nahe, dieses auffällige Zusammenwachsen von Baum- und Pilzart nicht allein den Boden-, Belichtungs- und Feuchtigkeitsverhältnissen zuzuschreiben, sondern einen engeren, innige-

ren Zusammenhang zu vermuten. Die Annahme, daß Hymenomyzeten Mykorrhizabildner bei Waldbäumen seien, wurde schon vor fast 40 Jahren von Woronin ausgesprochen und viele Autoren nach ihm (Noack 1889, Frank 1892 u. a.) kamen auf Grund ihrer Untersuchungen zu gleicher Ansicht. Für unsere Hirschtrüffeln (*Elaphomyces cervinus*) wies Reeß schon 1880 und in den folgenden Jahren durch verschiedene Veröffentlichungen über seine Studien nach, daß sie als Mykorrhizapilz der Kiefer anzusehen seien, und für die Trüffeln sind die Beziehungen zu Eichen durch Arbeiten von Mattiolo, Frank, Reeß, Pirotta u. a. allgemein bekannt geworden. Man weiß, daß die in Südfrankreich blühende Trüffelzucht nur mit Hilfe von Eichenarten möglich ist, an deren Wurzeln das Myzel der *Tuber*-Arten Mykorrhiza bildet. Die zahlreichen Untersuchungen über diese genannten Ascomyceten lassen daher wohl keinen Zweifel zu, daß hier tatsächlich echte Mykorrhizapilze vorliegen. Für die Hymenomyzeten war die Frage jedoch noch ungeklärt bis die in den allerletzten Jahren veröffentlichten Untersuchungen schwedischer Botaniker, besonders Elias Melins und C. Hammerlunds zur Klärung der Mykorrhizafrage wesentlich beitrugen.

Die Mykorrhiza an unseren Waldbäumen besteht in verdickten und verkürzten, verpilzten Wurzeln mit abweichender Verzweigung und zeigt bei den einzelnen Baumarten Verschiedenheiten. Bei unserer Kiefer, *Pinus silvestris*, tritt eine sogenannte Gabelmykorrhiza mit kurzen, dicken, gabelig verzweigten Pilzwurzeln, eine Knollenmykorrhiza aus dicken, sehr kurzen, knolligen, im Grundtypus gleichfalls gabeligen Pilzwurzeln und schließlich eine einfache Mykorrhiza mit nicht gabeliger Verzweigung auf. Die Fichtenmykorrhiza ist sehr ähnlich, doch fehlt augenscheinlich die Knollenmykorrhiza und bei der Birke und Zitterpappel ist die Mykorrhiza einfach monopodial verzweigt.

In den Grundzügen weist die echte Mykorrhiza folgenden Bau auf: eine

Hülle von Pilzhypphen umgibt äußerlich als „Mantel“ die Wurzeln; von ihr ausgehen bei vielen Formen Hypphenstränge in das umgebende Erdreich nach außen und bei allen Formen dringen Hypphen nach innen, oft unter Verdrängung der Oberhaut (Epidermis) zwischen die Zellen der Wurzeln vor und bilden hier ein Scheingewebe (Pseudoparenchym), das schon von Hartig beobachtete „Hartig'sche Netz“. Von diesem aus dringen Pilzhypphen in das Innere der Zellen der Wurzel vor, denen sie Nährstoffe durch „Saughypphen“ entnehmen (Saugschicht der Mykorrhiza) oder wo sie von den Wurzelzellen verdaut werden (Verdauungsschicht). In der Saugschicht degenerieren die Kerne und sonstigen Inhaltsbestandteile der Wurzelzellen, in der Verdauungsschicht dagegen bleiben die Kerne der Wirtszellen (Wurzelzellen) erhalten, aber die Pilzhypphen werden fragmentiert und verdaut. Es besteht also tatsächlich bei der echten Mykorrhiza ein Verhältnis, das beiden Teilen, Wurzel und Pilz, Vorteile gewährt.

Die echten Mykorrhizen bilden sich ganz entsprechend den Perioden des Wachstums der Wurzeln sowohl im Frühling, wie im Herbst neu und dauern ein bis zwei Jahre aus, um dann zu vergehen. Reinkulturen der aus den Mykorrhizen isolierten Myzelien und Reinkulturen der Kiefern, Fichten, Lärchen, Espen, Birken ohne Pilzinfektion haben gezeigt, daß sowohl Baum, wie Pilz im Wachstum zurückbleiben. Eine sofortige Förderung des Wachstums und Gedeihens beider Teile tritt aber ein, wenn synthetisch Pilz und Baum in der Kultur zusammengebracht werden. Damit ist der Beweis erbracht, daß die Mykorrhiza tatsächlich zur Förderung des Wachstums unserer Waldbäume notwendig ist. Aus den sehr schwierigen Untersuchungen hat sich ergeben, daß folgende Hymenomyzeten als Mykorrhizapilze erwiesen sind: für die Kiefer (*Pinus silvestris*) der Schmerling *Boletus granulatus*, der Sandpilz *Boletus variegatus*, die Marone *Boletus badius*, der Butterpilz *Boletopsis luteus*, außerdem *Tricholoma*-Arten, *Cortinarius*-Arten, besonders *C. (Mycatium) muscosus*, wahr-

scheinlich der Fliegenpilz *Amanita muscaria*, Milchlinge und Täublinge, besonders *Lactarius deliciosus*, *Russula fragilis*.

Für die Fichte etwa die gleichen Arten, aber in anderer Aktivität und Virulenz. So bildet z. B. *Boletopsis luteus*, der Butterpilz, keine echte Mykorrhiza mit der Fichte.

Für die Lärche: *Boletopsis elegans*, *Cortinarius camphoratus* und andere.

Für die Birke: Der Birkenpilz *Boletus scaber*, das Rotkappchen *Boletus rufus*, der gelbbraune Ritterling *Tricholoma flavobrunneum*, der Fliegenpilz *Amanita muscaria*, der Steinpilz *Boletus edulis*, verschiedene Milchlinge, z. B. *Lactarius torminosus*, *L. subdulcis*, *L. flexuosus* u. a., verschiedene *Russula*-Arten, z. B. *R. integra*, *Cortinarius* und andere.

Für die Zitterpappel oder Espe etwa die gleichen Arten, aber in anderer Häufigkeit und Wertung; so tritt *Boletus scaber* mehr zurück zu Gunsten von *Boletus rufus*.

Aus den Versuchen und Untersuchungen geht hervor, daß an der gleichen Baumart verschiedene Pilzarten als Mykorrhizabildner auftreten können. Die Art wechselt je nach den Standortverhältnissen so, daß eine oder einige Arten als dominierende Mykorrhizabildner anzusprechen, die übrigen mehr sekundäre Formen sind.

Die Untersuchungen machen es höchst wahrscheinlich, daß die allermeisten Hymenomyceten unserer Wälder als Mykorrhizapilze in Frage kommen. Hierfür spricht u. a. auch der Umstand, daß sich sehr viele Hymenomyceten nicht aus Sporen in Kultur züchten lassen.

Neben der echten Mykorrhiza treten an unseren Waldbäumen zahlreiche Formen, sogenannte „Pseudomykorrhiza“ auf, bei der das Verhältnis von Pilz zu Wurzel ein rein parasitäres ist und den Baum schädigt. Es handelt sich hier einmal um Pilze aus ganz anderen Verwandtschaftskreisen als Basidiomyceten, besonders Algenpilze, Schlauchpilze und Fadenpilze, dann aber auch um die glei-

chen Hymenomyceten, die als echte Mykorrhizapilze bei unseren Waldbäumen bekannt sind. So bildet *Boletopsis luteus* an der Kiefer echte Mykorrhiza mit gegenseitiger Wachstumsförderung, an der Fichte unter Umständen aber eine Pseudomykorrhiza, die parasitisch auf und in den Wurzeln lebt und diese schädigt.

Die Bedeutung der Boden-Hymenomyceten für unsere Wälder erscheint nach unseren jetzigen Kenntnissen in ganz anderem Lichte als früher. Sie sind nicht nur als Verarbeiter der Waldstreu zu Humus, sondern vor allem als Förderer des Wachstums der Waldbäume von größter Bedeutung für den Wald. Sieht man sich in unseren Wäldern um, so kann man die Beobachtung machen, daß in normalen Pilzjahren die reichste Ausbeute zu finden ist in humusreichen Wäldern mit gutwüchsigem Baumbestande, daß dagegen Wälder mit schlechtwüchsigem Baumbestande nur in besonders nassen Jahren reichere Ausbeute liefern. Daraus folgt, daß eine übermäßige Entfernung von Bodenpilzen dem Walde unbedingt nachteilig sein muß, da sich die Mykorrhizen alljährlich neu bilden müssen, demnach die neue Sporen in den Waldboden bringenden Fruchtkörper der Pilze nicht restlos entfernt werden dürfen. In der näheren Umgebung der Großstädte besteht daher in der Tat die Gefahr, daß durch Massensammlung von Pilzen der Wald geschädigt werden kann. Ein gewisser Schutz ist daher auch für die Bodenpilze des Waldes unbedingt erforderlich. Nicht nur unsere als geschätzte Speisepilze bekannten *Boletus*-Arten, Milchlinge, Täublinge sind Mykorrhizabildner an unseren Waldbäumen, auch die ungenießbaren und giftigen Arten spielen die gleiche Rolle. Daher ist auch die mutwillige Vernichtung der ungenießbaren und giftigen Pilze, die, wie der Fliegenpilz u. a. eine herrliche Zierde unserer Wälder bilden, ein Frevel gegen den Wald.

Zusammenfassend können wir sagen: in allen Wäldern überwiegt der Nutzen der höheren Pilze den Schaden weit. Im Urwalde fällt der an verletzten oder kranken Waldbäumen etwa angerichtete

Schaden durch die höheren Pilze nicht ins Gewicht. Im Kulturwalde mit seinen unnatürlichen Bedingungen muß der

Forstmann ein Umsichgreifen etwaiger Schädlinge aus dem Pilzreiche zu verhindern suchen.

Die Anwendung des Mikroskops in der wissenschaftlichen Pilzkunde.

Von Dr. Erich Pieschel, Dresden.

Für jeden, der sich mit dem eingehenderen Studium nicht nur der niederen „mikroskopischen“ Pilze, sondern auch der Hutpilze beschäftigen will, ist heute die Benutzung des Mikroskopes nicht zu umgehen. Denn gerade die Gestalt und Größe der Sporen und das Vorhandensein und die Gestalt der Cystiden bilden vielfach so bezeichnende Merkmale bestimmter Arten oder Gruppen, daß durch eine mikroskopische Untersuchung die sichere Bestimmung eines Pilzes bedeutend erleichtert und beschleunigt wird. Ja bei manchen Pilzgruppen sind viele Arten ohne Mikroskop überhaupt nicht exakt bestimmbar, so namentlich bei der Gattung *Inocybe* und der Familie der Corticieen, deren Unterscheidung wesentlich auf Vorkommen und Gestalt von Cystiden gegründet ist. Während die Größe, die Farben und äußere Gestalt der Fruchtkörper, ihr Geruch und Geschmack, wie jedermann weiß, oft sehr veränderlich sind, sich zum Teil auch schwer eindeutig beschreiben lassen, hat sich gezeigt, daß die Sporen sowohl in Farbe als in Größe und Form sich für ein und dieselbe Art durch eine auffallende Konstanz auszeichnen und daher oft (nicht immer) ein vorzügliches Merkmal für die Unterscheidung einander äußerlich sehr ähnlicher oder die Erkennung sehr veränderlicher Arten abgibt. Das gleiche gilt bei vielen Gattungen auch für die Cystiden.

Während man aber frühzeitig die Konstanz der Sporenfarbe erkannt hat und sie zur Einteilung und Bestimmung der Pilze, namentlich der Blätterpilze, in entscheidendem Maße herangezogen hat — sie bildet ja die Grundlage der Fries'schen Systematik der Blätterpilze —, ist man sehr viel später dazu übergegangen, auch die Gestalt und Größe der Sporen in die Pilzdiagnosen aufzunehmen.

Daß sich bei den älteren Pilzforschern, wie Schaeffer und Bulliard und in den damals grundlegenden Werken Persoons (*Synopsis methodica* 1801. *Mycologia europaea* 1822—28) keine mikroskopischen Angaben finden, ist nicht zu verwundern, da erst etwa seit 1830 das Mikroskop in der Botanik allgemeinere Anwendung erfuhr. Besonders bemerkenswert aber ist, daß auch der bedeutendste aller Mykologen, Elias Magnus Fries, uns keine Sporenmaße oder sonstigen mikroskopischen Merkmale mitgeteilt hat, weder in seinen früheren Arbeiten, wie *Systema mycologicum* 1821 bis 32, *Epicrisis systematis mycologici* 1836—38, noch in seinem letzten und wertvollsten, kurz vor seinem Tode erschienenen Werke *Hymenomyces Europaei* (Upsala 1874). Vielmehr schreibt er im Vorworte des letzteren: „Weder ist mir noch jemand anderem, als ich die *Synopsis Hymenomycetum* herausgab, in den Sinn gekommen, die Sporen zu messen . . ., weshalb ich dies andern zu überlassen gezwungen bin. Meine Aufgabe war es, die Farbe der Sporen zu beachten. Der Leser möge in mir den Überlebenden einer früheren Generation erblicken.“ Um so mehr aber verdient der Scharfblick und die ungeheure Formenkenntnis dieses Forschers unsere Bewunderung, dessen System der Hymenomyzeten noch heute, nachdem die mikroskopische Untersuchung schon längst in die Pilzbestimmung eingeführt ist, fast allgemein im wesentlichen anerkannt worden ist, wie z. B. von Ricken. Es wäre natürlich irrtümlich anzunehmen, daß Fries die mikroskopische Untersuchung nicht gekannt hätte. Denn es setzt doch schon die Unterscheidung in Schlauchpilze (*Ascomyceten*) und Basidienpilze (*Basidiomyzeten*) die Kenntnis mikroskopischer Ver-