



NEUERSCHEINUNG

# Pilze und ihre Bedeutung für das Ökosystem

DER NEUE BERICHTSBAND DER KOMMISSION FÜR ÖKOLOGIE ZUM RUNDGESPRÄCH „ÖKOLOGISCHE ROLLE VON PILZEN“ AM 23. MÄRZ 2009 IST ERSCHIENEN.



Abb. 1: Oben: Beim Eismann („Ötzi“) gefundene Stücke von Birkenporling (*Piptoporus betulinus*); an einem Lederband und Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*) zum Entfachen des Feuers. Rechts: Aquarelle der beiden Pilze aus der Sammlung Fritz Wohlfarth, die sich im Besitz der Botanischen Staatssammlung München befindet.



SÜDTIROLER ARCHÄOLOGIEMUSEUM/SAMADELLI, MARCOBESN (ABB. OBEN)

VON CLAUDIA DEIGELE

**P**ilze – vom Menschen seit langer Zeit genutzt (Abb. 1), aber auch als Schaderreger gefürchtet – bilden in der Biologie das eigene Organismenreich der Mycobionta. Pilze sind wie Tiere heterotroph, d. h. sie beziehen ihre Energie nicht aus der Photosynthese, sondern aus dem Abbau organischer Moleküle, sei es von totem oder von lebendem Substrat. Im Wesentlichen unterscheidet man bei Pilzen drei Ernährungsweisen, die im Folgenden vorgestellt werden.

## Zersetzung toter Biomasse

Saprotrophe Pilze bauen totes organisches Material ab. Ohne diese

Abbauleistungen würde das von Pflanzen bedeckte Land in „Biomüll“ ersticken. Global werden jährlich ca. 200 Mrd. Tonnen Lignozellulose gebildet, d. h. verholzte Pflanzenzellwände, die nach dem Absterben der Pflanzen als totes organisches Material wieder abgebaut werden müssen. Dabei kommt dem Abbau von Lignin, der hochpolymeren, aromatischen „Kittsubstanz“ in der Lignozellulose, eine besondere Rolle zu. Während Pflanzen und Tiere nicht und Bakterien nur sehr begrenzt in der Lage sind, Lignin zu zerlegen und zu mineralisieren, haben Pilze eine Reihe von biochemischen Mechanismen dafür entwickelt. Zu den Enzymen, die hierfür ausgeschieden werden, gehören u. a. Peroxidasen, Peroxy-

genasen und Polyphenol-Oxidasen/Laccasen. Eine Schlüsselrolle spielt die Mangan-Peroxidase, die den Ligninabbau durch Weißfäulepilze einleitet.

## Symbiosen mit Pflanzen

Symbiotische Arten finden wir in Form von Flechtenpilzen (mit der Symbiose aus Pilz und Alge bzw. Cyanobakterium beschäftigt sich der Berichtsband 36 „Ökologische Rolle der Flechten“, vgl. „Akademie Aktuell“ 1/09, S. 46–49) und im Wurzelbereich in Form von Mykorrhizapilzen. Fast alle Gefäßpflanzen bilden eine Mykorrhiza und gelangen so an Wasser und Nährstoffe, die vom Pilzpartner wesentlich besser erschlossen werden können als von den Pflanzen selbst. Im Gegenzug holen sich die Mykorrhizapilze bis über 20 % des in der Photosynthese fixierten CO<sub>2</sub> in Form von Zucker von den Pflanzen.

Die arbuskuläre Mykorrhiza (Abb. 2) ist in der Evolution zusammen mit den Gefäßpflanzen entstanden; wahrscheinlich lebten bereits vor 460 Millionen Jahren Moospflanzen (Bryophyten) mit arbuskulären Mykorrhizapilzen in einer Symbiose. Heute sind 70 bis 90 % der Höheren Landpflanzen in Form einer arbuskulären Mykorrhiza mit Pilzen vergesellschaftet, darun-



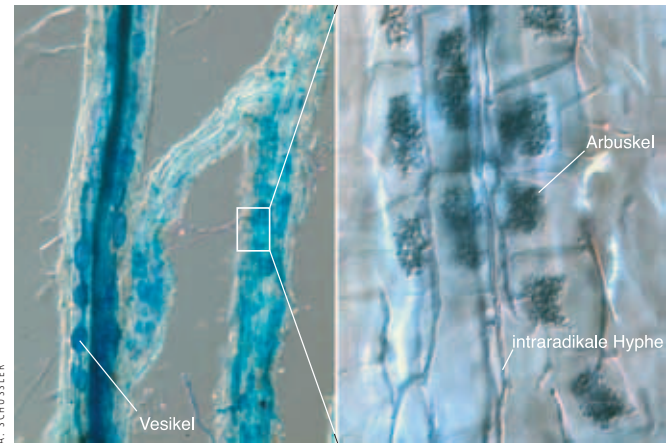
ter auch die für die menschliche Ernährung wichtigsten Kulturpflanzen wie Mais, Reis, Weizen, Kartoffel und Sojabohne. Allein für die Entwicklung nachhaltiger, wasser- und nährstoffeffizienter zukünftiger Agrarsysteme ist es daher zwingend nötig, die arbuskuläre Mykorrhiza intensiv zu erforschen. Die Fruchtkörper von Ektomykorrhizapilzen an Waldbäumen sind vielen als Speisepilze gut bekannt. Doch nur wenigen ist bewusst, dass sich unter diesen Fruchtkörpern ein dichtes Netzwerk von Pilzhypen, das Myzel, verbirgt: Etwa 40 bis 100 m Hypen durchziehen 1 g Erde, und 1 m<sup>2</sup> Boden enthält etwa 100 m<sup>2</sup> Hyphenoberfläche; in 2,5 m<sup>2</sup> Boden sind etwa 40.000 km Hypen vorhanden. Über dieses Netzwerk verbinden die Pilze Pflanzen miteinander, stehen in Kontakt mit anderen Bodenorganismen und stellen so einen wichtigen Faktor im Ökosystem dar.

**Parasitisch lebende Pilze**

Die dritte Ernährungsweise ist die parasitische an Pflanzen, anderen Pilzen oder an Tieren. Im Durchschnitt gehen jährlich mehr als 30 % der Weltermte durch biotische Schadfaktoren verloren (Abb. 3), wobei mikrobielle Krankheitserreger und insbesondere Pilze die größten Ertragsverluste verursachen bzw. über

den Verzehr befallenen Ernteguts die Gesundheit von Mensch und Tier gefährden. Auf Grund möglicher unerwünschter Nebenwirkungen von Fungiziden (z. B. bei Rückständen in Nahrungsmitteln) und aufgrund z. B. der geringen Wirksamkeit bei bodenbürtigen, wurzelinfizierenden Pilzen, wo ein Kontakt zwischen Fungizid und Erreger kaum zu erreichen ist, ist es wünschenswert, Alternativen zu Fungiziden zu finden. Hier werden in dem Berichtsband unter anderem die Biokontrolle, also die Bekämpfung eines Krankheitserregers mit Hilfe lebender Bodenorganismen (Bakterien oder Pilze), und die biotechnologische Erzeugung von Krankheitsresistenzen vorgestellt. Zu Letzteren gehören die Verhinderung der pflanzlichen Anfälligkeit und die pflanzenvermittelte Inaktivierung der Genexpression im pilzlichen Erreger.

Weitere Kapitel behandeln von *Phytophthora*-Arten verursachte Epidemien an Bäumen und die Verursacher der Esca-Krankheit an Weinreben (Abb. 3 rechts). Es darf jedoch nicht übersehen werden, dass parasitische Pilze im natürlichen Ökosystem eine wichtige Rolle spielen, indem sie für ein Gleichgewicht zwischen verschiedenen Arten sorgen und der Tendenz zur Ausbildung domi-



nanter Bestände von Einzelarten entgegenwirken.

**Rost- und Brandpilze**

Die Rostpilz-Verwandtschaft, eine ursprüngliche Gruppe innerhalb der Ständerpilze (Basidiomyceten), setzt sich überwiegend aus Pflanzenparasiten zusammen. Ein Großteil dieser vollständig parasitären Pilze (d. h., es gibt bei ihnen keine Phase unabhängig vom lebenden Substrat) benötigt zwei verschiedene Wirte zu ihrem Lebenszyklus. Der Schwarzrost (*Puccinia graminis*) befällt z. B. die Berberitze und wechselt dann auf Süßgräser einschließlich Getreide. In der Evolution sind die Rostpilze zusammen mit Farnen und Samenpflanzen in Abhängigkeit von deren Entwicklung und Ausbreitung entstanden. Eine Gruppe von Rostpilzverwandten lebt jedoch ausschließlich mit Schildläusen zusammen; ihre Hypen dringen in die Chitinpanzer der Insekten ein, die wiederum Parasiten auf Höheren Pflanzen sind.

Der Lebenszyklus der Brandpilze hat dagegen neben der parasitären Phase an Pflanzen (in der Hypen ausgebildet werden) auch eine saprobe Phase, in der sie als Einzeller (Hefen) von totem organischen Material leben. Unterschieden werden zwei unabhängig voneinander entstandene Gruppen („Brandpilz-Diversität“): die Rostigen Brände,

**Abb. 2: Pflanzenwurzeln, kolonisiert mit blau angefärbten arbuskulären Mykorrhizapilzen.**



**Abb. 3: Der Maisbeulenbrand (*Ustilago maydis*), der sich meist in Körnern des Kolbens von *Zea mays* entwickelt (links); rechts: Fruchtkörper des Mittelmeer-Feuerschwamms (*Fomitiporia mediterranea*), dem Erreger der Esca-Krankheit an Weinreben (*Vitis*).**

A. BRESINSKY/M. FISCHER



**Abb. 4:** Kiefernzapfenrüb-  
ling (*Strobilurus tenacellus*)  
und Strukturformel von  
Strobilurin A (oben); Rosa  
Rettichhelmling (*Mycena ro-  
sea*) und Strukturformel von  
Mycenarubin A (unten).

die näher zu der Rostpilzverwandtschaft stehen, und die Echten Brände (z. B. *Ustilago maydis*, Abb. 3 links).

**Pilzliche Inhaltsstoffe**

Pilze produzieren eine Vielzahl von Inhaltsstoffen, die für den Menschen von großer Bedeutung sind. Dazu gehören Wirkstoffe gegen Bakterien, die in Form von Antibiotika in der Medizin eingesetzt werden, und gegen Pilze, die als natürliche Fungizide im Pflanzenschutz von großem Interesse sind. Ausgehend von den Strobilurinen aus dem Kiefernzapfenrüb- ling (*Strobilurus tenacellus*; Abb. 4 oben) wurden bisher neun kommerzielle Strobilurine entwickelt und zugelassen, die über ein Drittel des Weltmarktes an Fungiziden einnehmen. Das Pyraclostrobin (F500®) besitzt dabei nicht nur eine hohe Wirksamkeit gegen Schadpilze, sondern bewirkt

zusätzlich eine Ertragssteigerung bei Getreide um ca. 10 % und erhöht die Stresstoleranz gegenüber Trockenheit, Kälte und anderen abiotischen Faktoren. Durch seinen Einsatz konnte 2002 fast die komplette Sojaernte in Brasilien vor ihrer Vernichtung durch den Sojabohnenrost gerettet werden. Während Strobilurine speziell die Atmungskette von Pilzen hemmen, dient z. B. Mycenarubin A aus dem Rosa Rettichhelmling (*Mycena rosea*; Abb. 4 unten) der Abwehr von Fraßfeinden.

**Berichtsband**

Diese und weitere Themen, z. B. die neuen Aufgaben von Pilzherbarien im Bereich Biodiversitätsinformatik und Datenmanagement, aber auch die unbefriedigende institutionelle Verankerung der Mykologie in der Forschung (lediglich an der Universität München gibt es ein eigenes Institut, das sich ausschließlich und langfristig diesem Organismenreich widmet!), sind in dem neuen Berichtsband nachzulesen. Als Autoren wirkten mit: Reinhard Agerer (Univ. München), Andreas Bresinsky (Organisator des Rundgesprächs; Univ. Regensburg), Michael Fischer (Staatliches Weinbauinstitut, Freiburg), Michael Hofrichter (Internat. Hochschulins- titut Zittau), Ralph Hückelhoven

(TU München), Franz Oberwinkler (Univ. Tübingen), Wolfgang Oßwald (TU München), Karin Pritsch (Helmholtz-Zentrum München), Arthur Schüßler (Univ. München), Peter Spiteller (TU München), Wolfgang Steglich (Univ. Mün- chen) und Dagmar Triebel (Bota- nische Staatssammlung München).



Die Autorin ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Kommission für Ökologie.

**Literaturhinweise**

**Ökologische Rolle von Pilzen. Rundgespräche der Kom- mission für Ökologie, Band 37.**  
Hrsg.: Bayerische Akademie der Wissenschaften, 2009. 160 S., 29 Farb- und 54 s/w-Abb., 6 Tab.; Verlag Dr. Friedrich Pfeil ([www.pfeil-verlag.de](http://www.pfeil-verlag.de)), ISBN 978-3-89937-099-7, 25 Euro.

**Ebenfalls 2009 erschienen: Ökologische Rolle der Flechten. Rundgespräche der Kom- mission für Ökologie, Band 36.**  
Hrsg.: Bayerische Akademie der Wissenschaften, 2009. 192 S., 60 Farb- und 48 s/w-Abb., 11 Tab.; Verlag Dr. Friedrich Pfeil ([www.pfeil-verlag.de](http://www.pfeil-verlag.de)), ISBN 978-3-89937-096-6, 30 Euro.

