

Das Reich der Pilze - eine Einführung

Die Pilze sind, neben Tieren und Pflanzen, das dritte große Organismenreich unter den Eukaryonten. Die meisten Menschen halten sie für Pflanzen, weil sie typischerweise erdverbunden sind wie Pflanzen und sich nicht wie die Tiere fortbewegen und nach Nahrung suchen; in den Lebensmittelgeschäften findet man die essbaren Pilze wie Champignons und Shiitake in der Gemüseabteilung. Kein Pilz aber ist selbst zur Fotosynthese fähig, sein Energiestoffwechsel wird stets durch organische Moleküle von toten und manchmal auch lebenden Organismen angetrieben. Tatsächlich sind Pilze nach DNA-Vergleichen näher mit Tieren als mit Pflanzen verwandt. Danach hat sich die Entwicklungslinie, die zu uns (und allen anderen Tieren) führte, von derjenigen, die zu den Trüffeln (und allen anderen Pilzen) führte, später getrennt als die, die zu den grünen Pflanzen führte. Allerdings geschah dies, wie Abschätzungen der Mutationsraten (die „molekulare Uhr“) nahelegen, vor vielleicht 800 Millionen Jahren - tief im Präkambrium. Die frühesten Fossilfunde von Pilzen gibt es erst viel später, vor etwa 400 Millionen Jahren zusammen mit den Fossilien der ersten Landpflanzen.

Zwar gibt es Pilze auch im Meer und im Süßwasser, aber die meisten leben auf dem Land, wo sie buchstäblich allgegenwärtig sind und sich eine unüberschaubare Vielfalt von Nahrungsquellen erschlossen haben. Man schätzt ihre Artenzahl auf vielleicht 1,5 Mio., aber weniger als ein Zehntel davon sind bis heute wissenschaftlich beschrieben.

Ein nach außen gekehrtes Verdauungsorgan

Pilze zerlegen ihre Nahrung durch ausgeschiedene Enzyme außerhalb ihres Körpers und absorbieren die Nährstoffe in gelöster Form durch ihre Zellmembranen. Das entspricht der Art der Nahrungsaufnahme, wie wir sie in unserem Dünndarm durchführen. Entscheidend für eine wirksame Verdauung und Aufnahme der Nahrung ist eine möglichst große Absorptionsoberfläche. Im Darm wird das durch die Villi (Darmzotten) und den Bürstensaum der Mikrovilli der Epithelzellen erreicht. Ein gewöhnlicher Feldchampignon erzielt eine vergleichbare Absorptionsfläche durch ein kilometerlanges Netz von Fäden (Hyphen), mit denen er den Boden durchzieht. Die Gesamtheit des Hyphengeflechts eines Pilzes wird als Myzel bezeichnet. Was gemeinhin als Pilz wahrgenommen wird, ist nur ein kleiner Teil des Organismus, nämlich der Fruchtkörper, in dem die Sporen gebildet werden. Anders als Tiere und Pflanzen bilden Pilze keine Embryonen. Sie wachsen vielmehr aus einzelligen winzigen Sporen heran, die geschlechtlich oder ungeschlechtlich, oft in ungeheuren Mengen, gebildet werden können. Mit jedem Atemzug nehmen wir Pilzsporen auf, die durch die Luft verbreitet werden.

Im Bewusstsein der meisten Menschen spielen Pilze im Vergleich zu Pflanzen und Tieren nur eine untergeordnete Rolle. Tatsächlich spielen sie dank ihrer Fähigkeit, organische Reste in mineralische



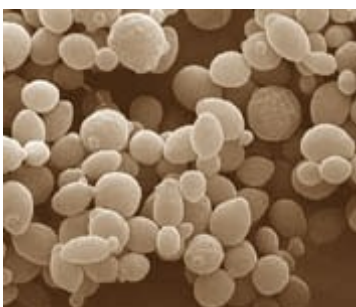
Waldpilze (*Lactarius spec.*)
© privat

Ressourcen umzuwandeln, für die globalen Stoffkreisläufe eine entscheidende Rolle. Auch an Masse, vermutlich etwa ein Viertel der gesamten Biomasse unseres Planeten, übertreffen sie die Gesamtmasse aller Tiere bei Weitem. In einem Kiefernwald in Michigan, USA, beispielsweise wurde an den Baumwurzeln ein Hallimasch (*Armillaria bulbosa*) gefunden, dessen offensichtlich aus einer einzigen Spore hervorgegangenes Myzel sich über 37 Hektar ausbreitet und ein Gewicht von schätzungsweise 11 Tonnen hat. Dass es sich tatsächlich um einen einzelnen Organismus handelt, konnte durch genetische Analysen zahlreicher Proben an verschiedenen Entnahmestellen nachgewiesen werden.

Falsche und echte Pilze

Nicht alle Pilze bilden Myzelien. Manche, wie die Hefepilze, sind Einzeller, die sich im Ganzen oder durch Knospung und Abschnürung von Sporen teilen und als diffuse Masse wachsen. Der Übergang von der Ein- zur Vielzelligkeit (und wohl auch der umgekehrte Prozess) ist im Reich der Pilze mehrfach erfolgt.

Man hat früher viele unterschiedliche pilzartig wachsende und sich ernährende, chlorophyllfreie Organismen unter die Pilze eingeordnet. Inzwischen haben molekulare Marker und vor allem genetische Analysen zu einer Systematik geführt, die den natürlichen Verwandtschaftsverhältnissen besser gerecht werden dürfte. Kein Zweifel besteht, dass die so genannten Strahlenpilze (*Actinomyceten*), obwohl sie Myzelien aus Zellfäden und Actinosporen bilden, nichts mit den Pilzen zu tun haben. Es sind Prokaryonten (daher heute in *Actinobacteria* umbenannt). Ihr bekanntester Vertreter, *Streptomyces*, ist jedoch neben dem zu den echten Pilzen gehörigen *Penicillium* und Verwandten der wichtigste Produzent von Antibiotika. Was früher als Schleimpilze klassifiziert wurde (darunter *Dictyostelium* und *Physarum*, beliebte Modellorganismen für die Entstehung der Vielzelligkeit), ist ebenfalls von den Pilzen abgegrenzt und als eine heterogene Gruppe weiter aufgespalten worden.



Umstritten ist die Position der Oomyceten, zu denen wichtige Pflanzenschädlinge wie *Phytophthora infestans*, der die Kartoffelfäule hervorruft, oder *Plasmopara viticola*, der falsche Mehltau der Weinrebe gehören. Im Unterschied zu den echten Pilzen enthält ihre Zellwand Zellulose wie die grünen Pflanzen und sie bilden Sporen, die sich mit einer Geißel im Wasser fortbewegen können. Eine Zwischenstellung nehmen die wenig bekannten Chytridien ein, die begeißelte Fortpflanzungszellen (asexuelle Zoosporen und sexuell entstandene Gameten) bilden und neben Chitin manchmal auch noch Zellulose enthalten. Echte Pilze dagegen haben keine Zellulose, sondern als Hauptbestandteil ihrer Zellwand Chitin. Sie haben niemals begeißelte Stadien und ihre sexuelle Fortpflanzung erfolgt nicht durch die Verschmelzung von Einzelzellen (Gameten), sondern durch Konjugation unterschiedlicher Hyphen, die man in Ermangelung morphologischer Unterscheidungsmerkmale nicht als weiblich und männlich, sondern als plus und minus bezeichnet. Aus diesem Sexualakt gehen die Pilzfruchtkörper hervor, in denen durch Meiose Sporen gebildet werden.

Zu den echten Pilzen gehören die Zygomyceten oder Jochpilze, darunter der Gemeine Brotschimmel (*Rhizopus stolonifer*). Auch die Wattefäule auf Erdbeeren wird durch diesen Pilz verursacht. Die riesige Gruppe der „Höheren Pilze“ wird in zwei große Gruppen unterteilt, die sich vor allem durch ihre Fruchtkörper, in denen die Sporen gebildet werden, unterscheiden:

I. die Ascomyceten oder Schlauchpilze. Zu ihnen gehören neben begehrten Speisepilzen wie Trüffel und Morchel zahlreiche weitere dem Menschen nützliche und schädliche Arten, darunter der Mutterkornpilz *Claviceps* (Alkaloide), die Schimmelpilze *Aspergillus* (Aflatoxine, Statine), *Penicillium* (Antibiotika) und *Tolypocladium* (Cyclosporin) sowie die Bier-, Wein- und Bäckerhefe *Saccharomyces*). Unter den Ascomyceten befinden sich viele Spezialisten, die auch die widerstandsfähigsten Substanzen des Tier- und Pflanzenreichs abbauen können, wie Cellulose und das Lignin des Holzes, das Keratin der Haare und Nägel und das Kollagen der Knochen und Bindegewebe. Von großer Bedeutung sind sie auch für die industrielle biotechnologische Produktion von Enzymen und organischen Verbindungen wie Zitronensäure oder Aminosäuren, nicht zu vergessen für die Reifung von Brie, Camembert, Gorgonzola oder Vendôme.

II. die Basidiomyceten, die Ständer- oder Hutpilze. Zu ihnen gehören die meisten bekannten essbaren und giftigen Pilze, auch die je nach Standpunkt begehrten oder gefürchteten halluzinogenen Pilze wie *Psilocybe* oder *Amanita*. Manche dienen als Quelle potenter Wirkstoffe für die Pharma- und Agroindustrie. Die im Pflanzenschutz eingesetzte Stoffklasse der Strobilurine wurde zuerst in kleinen auf Kiefernzapfen wachsenden Rüblingen entdeckt. Auch gefürchtete Pflanzenschädlinge wie Rost- und Brandpilze gehören zu den Basidiomyceten. Zahlreiche Arten bilden stabile Symbiosen mit den Wurzeln von Gehölzen (Mykorrhiza), ohne die eine ausreichende Nährstoffversorgung der Pflanzen aus dem Boden gar nicht möglich wäre.

Bei einer Besprechung der Pilze müssen die Flechten, Zwitterwesen aus Pilzen und Algen, mindestens erwähnt werden. Sie stellen die vielleicht höchst entwickelte Form einer Symbiose dar und sind als Erstbesiedler an den unwirtlichsten Orten der Erde ökologisch besonders wichtig.

Bei vielen Pilzen findet keine sexuelle Fortpflanzung statt (oder ist zumindest nicht beobachtet worden). Da man sie wegen fehlender Fruchtkörper nicht als Ascomyceten oder Basidiomyceten klassifizieren kann, werden sie als Deuteromyceten oder *Fungi imperfecti* (unvollkommene Pilze) zusammengefasst.



Mykorrhiza an Getreidepflanzen
© Universität Gießen

Medizinische Bedeutung von Pilzen

Unter den etwa 150 bekannten für den Menschen pathogenen Pilzen gehören viele zu diesen Fungi imperfecti, darunter die vor allem den Genitalbereich befallende *Candida albicans* und die als Dermatophyten zusammengefassten Verursacher der Haut-, Haar- und Nagelmykosen. Während diese humanpathogenen Pilze in der Regel eher als unangenehm statt als gefährlich anzusehen sind, können sie beim abwehrgeschwächten Individuum eine große Gefahr darstellen.

Aber nicht nur Pilzinfektionen, sondern schon tote Pilzzellen oder ihre Komponenten können als Fremdantigene Allergien auslösen und eine gesundheitliche Gefährdung darstellen. Pilzantigene sind für den Menschen die häufigsten Allergene überhaupt. Vergiftungen durch Pilze gibt es nicht nur in der akuten Form wie nach dem Verzehr von Knollenblätterpilzen. Man kennt etwa 2.500 Mykotoxin produzierende Pilze, also weit mehr als infektiöse Arten. Man kennt Mykotoxine mit organotoxischen, mutagenen und teratogenen Eigenschaften, und ihre Bedeutung etwa für die Entstehung einer Leberzirrhose ist noch wenig erforscht. Hier liegt noch ein weites Feld für die Wissenschaft.

EJ - 22.10.09

© BIOPRO Baden-Württemberg

Dossier

22.10.2009

EJ

© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

Weitere Artikel in diesem Dossier



28.02.2011

"Sebacinales Everywhere" - Pilze leben in spezieller Symbiose



23.08.2010

Erste Signale für eine Symbiose



13.08.2010

Der entschlüsselte Holzveredler



29.03.2010