

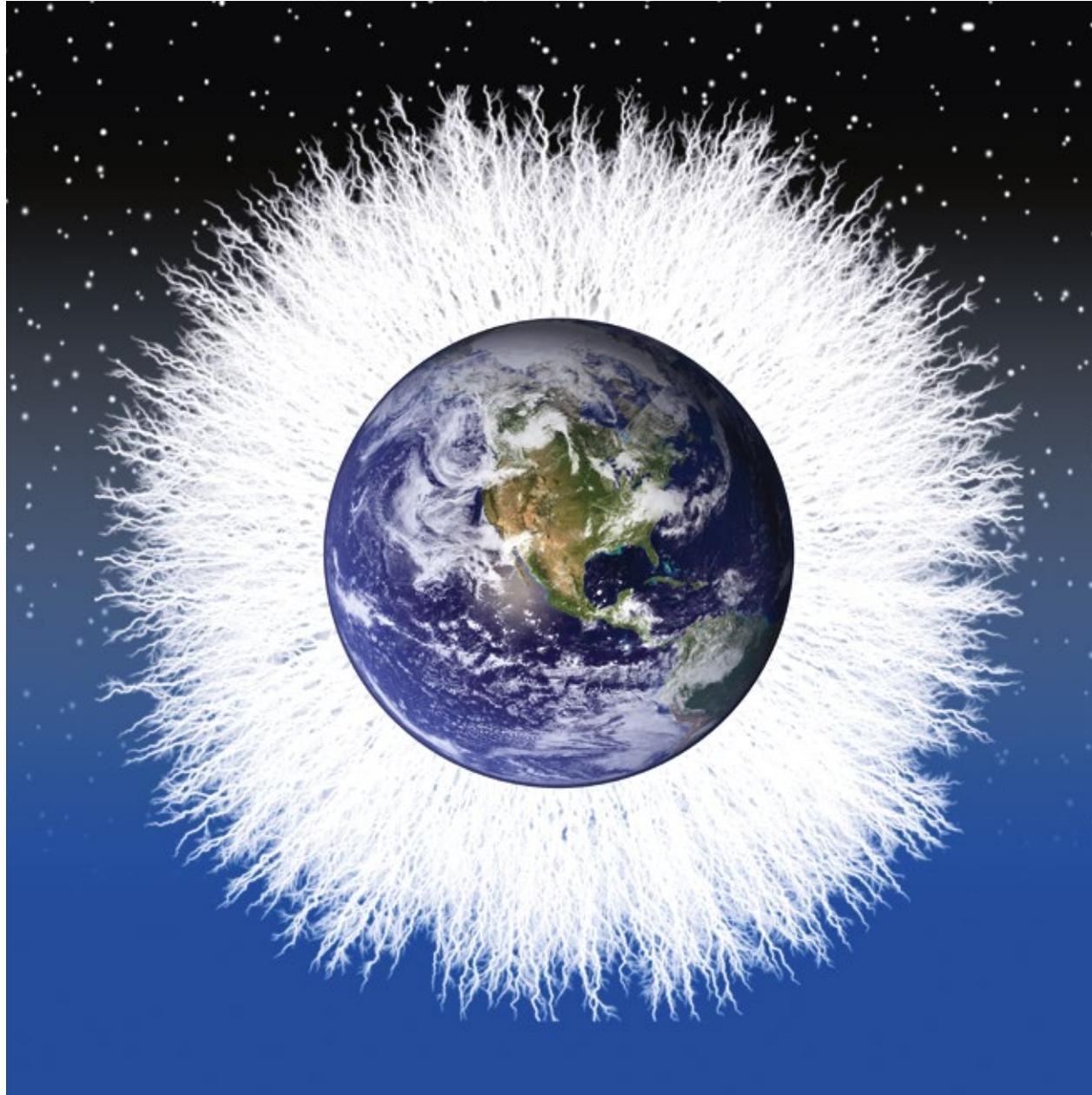


Paul
Stamets

DAS GROSSE NETZ

Wie Pilze die Welt
retten können

atVERLAG

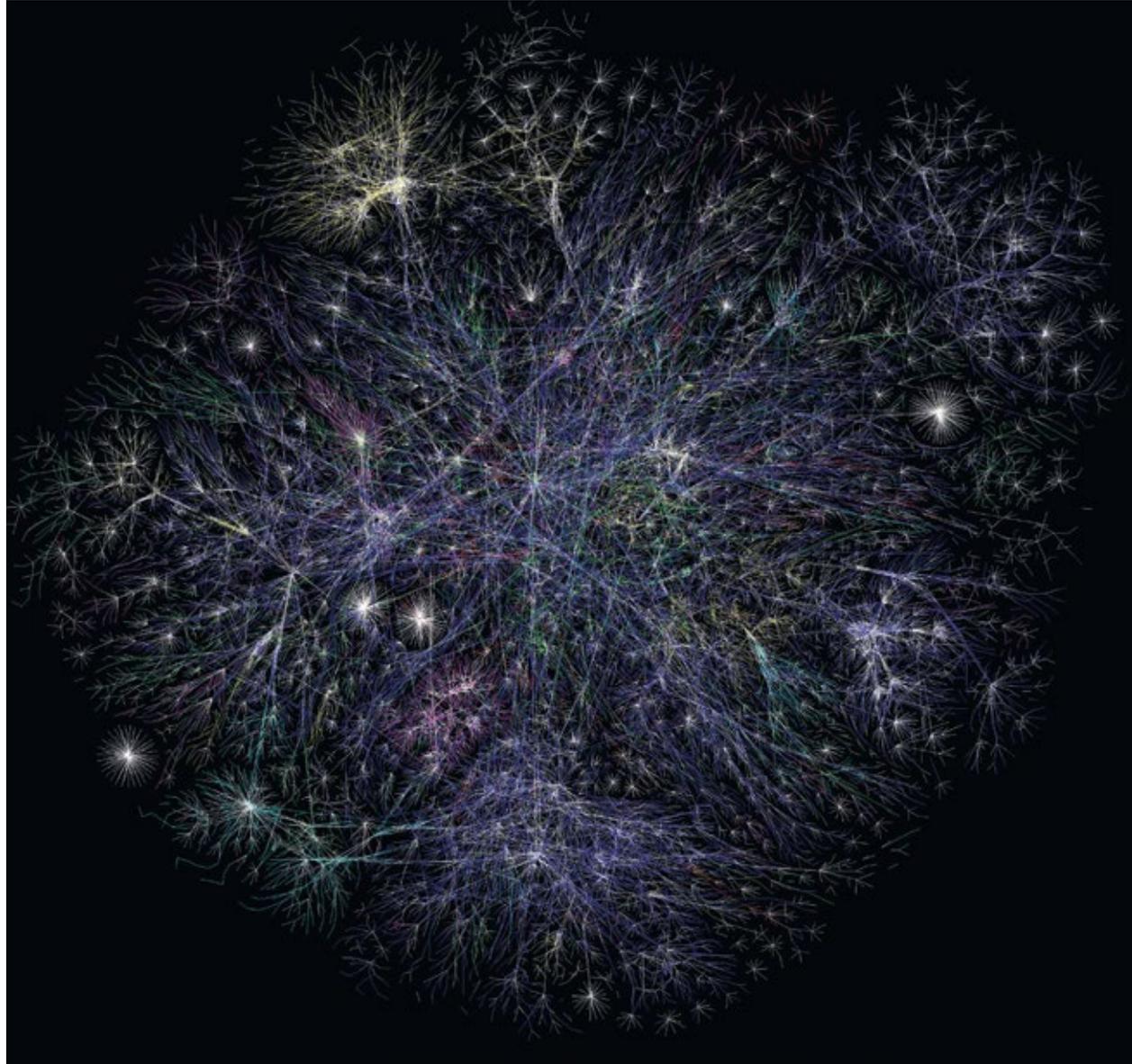


Paul
Stamets

DAS GROSSE NETZ

Wie Pilze die Welt
retten können

atVERLAG



INHALT

Vorwort viii
Einleitung x
Danksagung xi

TEIL I **DER GEIST DES MYZELS** 1

1. Myzel als Internet der Natur 2
2. Der Lebenszyklus der Pilze 12
3. Pilze im natürlichen Lebensraum 19
4. Heilpilze des Waldes 35

TEIL II **MYKORESTAURATION** 55

5. Mykofiltration 58
6. Mykowiedwirtschaft 69
7. Mykosanierung 86
8. Mykopestizide 114

TEIL III **MYZEL UND PILZE ANBAUEN** 125

9. Beimpfungsmethoden: Sporen, Pilzbrut und Pilzstümpfe 126
10. Pilze auf Stroh und entwässertem Kuhmist kultivieren 161
11. Pilze auf Baumstämmen und -stümpfen kultivieren 172
12. Gärtnern mit Speise- und Heilpilzen 187
13. Nährwerte von Pilzen 201
14. Prachtvolle Pilze: Arten im Einzelnen 210

Glossar 305
Quellen 309
Bibliografie 311
Foto- und Grafiknachweise 329
Register 330

VORWORT

Pilze – von vielen missachtet, von manchen verschmäht – könnten zu einem wichtigen Schlüssel sowohl für die Gesundheit des Menschen als auch für unseren Planeten werden. Schon lange ist ihre unverzichtbare Rolle bei der Wiederverwertung von organischem Material, insbesondere in Wäldern, bekannt. Aber wie viele Menschen sind sich dessen bewusst, dass Bäume und andere Grünpflanzen ohne die symbiotische Verbindung mit Pilzen oder zumindest mit Myzel, dem wie eine Schnittstelle zwischen den Wurzeln der Pflanzen und den Nährstoffen fungierenden Netzwerk aus pilzartigen Fäden im Boden, nicht wachsen und zur Reife gelangen können?

Ein Pilz ist das Fortpflanzungsorgan oder der Fruchtkörper des Myzels. Myzel verläuft durch unsere Welt und erfüllt viele weitere Meisterleistungen. Es ist eine außergewöhnliche versteckte und unscheinbare Lebensform, die nicht dieselbe wissenschaftliche Aufmerksamkeit wie Mikroorganismen, Pflanzen oder Tiere erhält. Selbst konventionelle Pilzexperten und -expertinnen erkennen kaum ihre weitreichendere Bedeutung und ihre Möglichkeiten.

Paul Stamets war nie ein konventioneller Denker. Ich kenne ihn jetzt seit 25 Jahren, und während dieser Zeit bin ich immer wieder von seinem Einblick in die Wechselbeziehung zwischen menschlichen Wesen und der Natur beeindruckt, von seinem Enthusiasmus, biologische Energie für höhere Ziele einzuspannen und zu lenken, und von seinem Talent, in neue und originelle Richtungen zu denken. Er hat Pilze immer aus einzigartigen Perspektiven betrachtet und daher bemerkenswerte Entdeckungen über sie gemacht.

Als wir uns zum ersten Mal trafen, fragte ich, warum die westliche Medizin Pilze nie als Quelle neuer Therapeutika betrachtet hatte, wenn man bedenkt, welche Bedeutung sie in den traditionellen Arzneibüchern Chinas, Japans und Koreas besitzen. Paul nahm diese Frage auf und beschäftigte sich mit ihr, wobei er sich auf den natürlichen Wettbewerb zwischen Myzel und Bakterien im Boden konzentrierte. Aus Pilzen sind ungewöhnliche Arten der chemischen Verteidigung hervorgegangen, z. B. eine Reihe von Antibiotika, die oft nicht nur gegen Bakterien, sondern auch gegen Viren und andere Infektionserreger beim Menschen aktiv sind. Eine der großartigen Ideen dieses Buchs ist, dass besonders Pilze aus Primärwäldern als Quelle neuartiger Medikamente dienen könnten, die gegen eine Reihe von Krankheitserregern wie HIV/AIDS sowie gegen potenzielle bioterroristische Bedrohungen wie die Erreger von Pocken und Milzbrand wirken.

Eine weitere von Pauls großartigen Ideen besteht darin, Myzel zu selektieren und so zu trainieren, dass es Giftmüll zu harmlosen Metaboliten (Stoffwechselprodukten) abbaut. Dieses Verfahren, das sich zur Reinigung von Öllachen als praktikabel erwiesen hat, nennt er *mycoremediation*, Mykosanierung. Er behauptet, dass unsere Verbündeten, die Pilze, sogar in der Lage sein könnten, chemische Kampfmittel zu neutralisieren.

Dies ist eine Facette der übergreifenden Strategie, die Paul *mycorestation*, Mykorestaurierung, nennt, also den Einsatz von Pilzen zur Förderung einer gesunden Umwelt: Durch Filtern von Wasser, die Unterstützung des Wachstums von Bäumen in Wäldern und von Gartenpflanzen sowie durch die Kontrolle von Schadinsekten.

Der letzte Einsatzbereich ist besonders beachtenswert, denn er hat das Potenzial, Schädlinge wie Termiten und Feuerameisen mit für den Menschen vollständig ungiftigen Mitteln auszuschalten. Paul Stamets hält eine Reihe von Patenten in diesen Bereichen. Ich freue mich darauf, seine Erfindungen umgesetzt zu sehen.

Als Mediziner und praktizierender Arzt für integrative Medizin finde ich dieses Buch spannend und optimistisch, denn es schlägt neue, unschädliche Möglichkeiten für die Lösung ernsthafter Probleme in Bezug auf unsere Gesundheit und unsere Umwelt vor. Paul Stamets hat diese Möglichkeiten entwickelt, indem er einen Bereich der Natur beobachtet hat, den die meisten von uns nicht im Blick haben. Er hat seine Aufmerksamkeit auf Pilze und Myzel gelegt und seinen einzigartigen Forschergeist und seine Intuition genutzt, sodass er Entdeckungen von großer praktischer Bedeutung gemacht hat. Ich bin überzeugt, dass es Ihnen leichtfallen wird, den Enthusiasmus und die Leidenschaft, die er in dieses Buch gesteckt hat, zu teilen.

Cortes Island, British Columbia im Juni 2005

Andrew Weil, MD

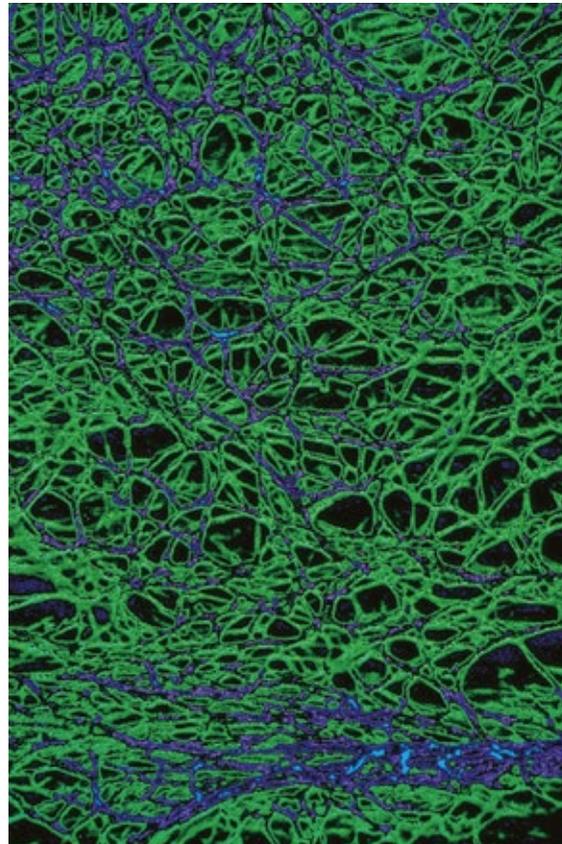
KAPITEL 1

Myzel als Internet der Natur

Ich glaube, dass Myzel das neurologische Netzwerk der Natur ist. Ineinander verflochtene Mosaike aus Myzel durchziehen Lebensräume wie Membranen, die Informationen leiten. Diese Membranen sind aufmerksam, reagieren auf Veränderungen und haben gemeinsam die langfristige Gesundheit der Wirtsumgebung im Sinn. Myzel steht in ständiger molekularer Kommunikation mit seiner Umgebung, indem es verschiedene enzymatische und chemische Antworten auf komplexe Herausforderungen entwickelt. Diese Netzwerke überleben nicht nur, sondern erstrecken sich manchmal über Hunderte von Hektar und erreichen die größte Masse eines einzelnen Organismus auf unserem Planeten. Dass Myzel sich als enorme Zellmatten über Hunderte von Hektar ausbreiten kann, ist der Beweis für eine erfolgreiche und vielseitige Evolutionsstrategie.

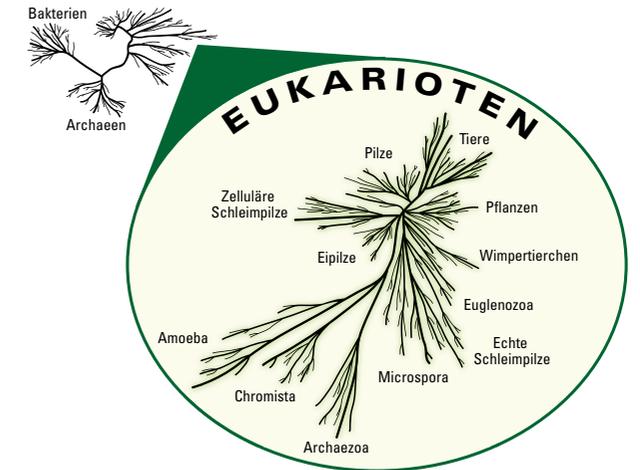
Die Geschichte der Pilznetzwerke

Tiere sind mit Pilzen enger verwandt als mit jedem anderen Reich. Vor mehr als 600 Millionen Jahren hatten wir einen gemeinsamen Vorfahren. Pilze entwickelten die Fähigkeit, Nahrungsmittel extern mithilfe von Säuren und Enzymen zu verdauen, die sie in die Umgebung ausscheiden, und dann die Nährstoffe über netzähnliche Zellketten aufzunehmen. Pilze eroberten das Land vor einer Milliarde Jahren. Viele Pilze schlossen sich mit Pflanzen zusammen, denen diese Verdauungssäfte fehlten. Mykologen glauben, dass diese Verbindung den Pflanzen vor 700 Millionen Jahren ermöglichte, das Land zu bewohnen. Viele Millionen Jahre später führte



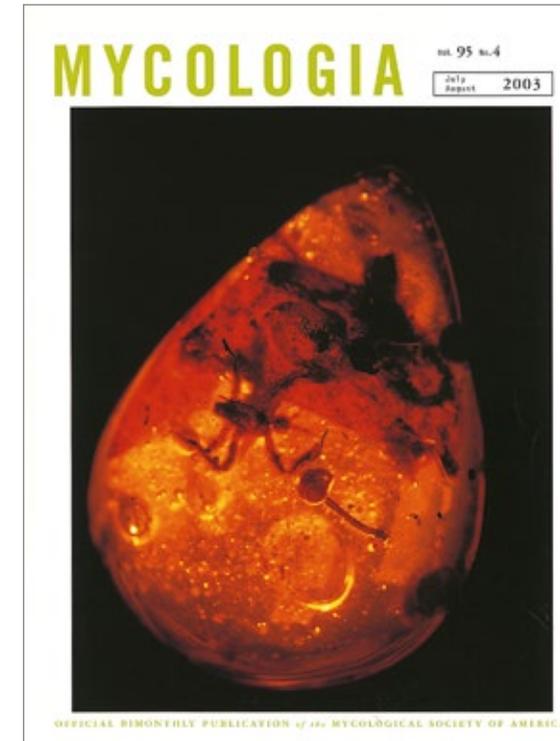
▲ **ABBILDUNG 1**

Das Myzelnetzwerk besteht aus einer Membran aus ineinander verwobenen, sich ständig verzweigenden Zellketten, die nur eine Zellwand dick sind.



► **ABBILDUNG A**

Zweige der Evolution des Lebens. Tiere stammen mehr von Pilzen als von jedem anderen Reich ab und haben sich vor etwa 650 Millionen Jahren abgespalten. Ein neues Superreich, Opisthokonta, wurde errichtet und umfasste die Reiche der Pilze und der Animalia unter diesem einen taxonomischen Konzept (Adl et al. 2005).



▲ **ABBILDUNG 2**

Die Zeitschrift *Mycologia* zeigte diesen 15–20 Mio. Jahre alten Bernstein mit einem eingeschlossenen Pilz, der heute als *Aureofungus yaniguensis* bezeichnet wird. Er stammt aus dem Miozän und wurde in der Dominikanischen Republik gefunden. Die ältesten Pilze in Bernstein werden auf ein Alter von 90–94 Mio. Jahren geschätzt.

ein Evolutionszweig der Pilze zur Entwicklung von Tieren. Die Pilze des Zweigs, der zu den Tieren führte, entwickelten im Grunde primitive Mägen, indem sie ihre Nährstoffe durch das Umfassen ihrer Nahrung mit Zellsäcken einfingen. In dem Maße, wie die Arten aus dem Wasser an Land gingen, passten sich die Organismen an, um Feuchtigkeitsverlust zu verhindern. Bei Landlebewesen entwickelte sich Haut aus vielen Zellschichten als Schutz vor Infektionen. Das Myzel schlug einen anderen Weg bei der Evolution ein. Es behielt seine netzartige Form verwobener Zellketten, ging in die Erde und bildete ein weitläufiges Nahrungsnetz, auf dem das Leben blühte.

Vor etwa 250 Mio. Jahren, an der Perm-Trias-Grenze, löschte einigen Wissenschaftlern zufolge der Einschlag eines Meteoriten 90% aller Arten auf der Erde aus. Flutwellen, Lava, heiße Gase und Winde mit einer Geschwindigkeit von mehr als 1000 km/h peitschten über den Planeten. Die Erde verdunkelte sich unter einer Staubwolke aus aufgewirbelten Trümmerteilen, was zu einem Massensterben von Pflanzen und Tieren führte. Pilze übernahmen die Erde, indem sie das postkataklysmische Trümmerfeld überfluteten. Die Ära der Dinosaurier begann und endete 185 Mio. Jahre später mit einem weiteren Meteoriteneinschlag und einem zweiten Massensterben. Erneut drängten die Pilze vor, und viele gingen eine Symbiose mit Pflanzen ein, um zu überleben. Die klassischen Pilze mit Hut und Stiel, die heute so verbreitet sind, sind Nachkommen von Sorten, die vor dieser zweiten Katastrophe die Erde bewohnten. (Der älteste bekannte Pilz – in Bernstein eingeschlossen und in New

Teil II

MYKORESTAURATION

Lebensräume, wie es z. B. für Pilze und Bakterien auch Menschen sind, besitzen Immunsysteme, die durch Stress, Krankheit oder Erschöpfung geschwächt werden. Unter Mykorestaurations versteht man den Einsatz von Pilzen zur Instandsetzung oder Wiederherstellung des geschwächten Immunsystems der Umwelt. Ob Lebensräume nun durch menschliche Eingriffe oder Naturkatastrophen geschädigt worden sind, saprobische, endophytische, Mykorrhiza- und manchmal auch parasitäre Pilze können bei der Wiederherstellung helfen. In dem Maße, wie Generationen von Myzel in einem Lebensraum aufeinander folgen, erhöht sich die Bodentiefe und die Feuchtigkeit darin. Dies verbessert die Tragfähigkeit der Umwelt sowie die Diversität ihrer Bewohner.

An Land entspringt alles Leben dem Boden. Boden ist die ökologische Währung. Wenn wir das Budget überschreiten oder erschöpfen, geht die Umwelt Bankrott. Mykologen können durch das Verhindern einer Umweltkatastrophe bzw. den anschließenden Wiederaufbau zu Umweltkünstlern werden, indem sie die Landschaften zum Vorteil von Mensch und Natur gestalten. Die frühe Einführung von primären Saprobionten, die nach einer Katastrophe zu den ersten Organismen gehören, welche die Nahrungskette regenerieren, kann die Nachfolge der biologischen Gesellschaften durch ein bedachtes Zusammenführen von Myzel mit kompatiblen Pflanzen, Insekten und weiteren Arten bestimmen. Die künftig weitverbreitete Praxis, Landschaften mit Pilzen bedarfsgerecht zu gestalten, könnte eines Tages die Mikroklimata durch erhöhte Feuchtigkeit und Niederschläge beeinflussen. Wir könnten in der Lage sein, Myzel zu nutzen, um Oasen zu schaffen, die sich in dem Maße weiter ausdehnen, in dem das Myzel Boden schafft und so den Kurs in der ökologischen Entwicklung steuert.

Methoden der Mykorestaurations können auf folgende Weise umgesetzt werden:

- Mykofiltration
- Mykowiedwirtschaft
- Mykoidierung
- Mykoidizide

Die Mykorestaurations umfasst den Einsatz von Pilzen zur Filtration von Wasser (Mykofiltration), zur Umsetzung von Grundsätzen der ökologischen Forstwirtschaft

(Mykowiedwirtschaft) oder der Mitkultivierung bei Nahrungspflanzen (Mykoiderei, siehe Teil III), zur Denaturierung von Giftmüll (Mykoidierung) und zur Kontrolle von Schadinsekten (Mykoidizide). Die Mykorestaurations erkennt die Hauptrolle von Pilzen bei der Herstellung der Balance von biologischen Populationen an.

Wir stehen auf molekularer Ebene in ständiger Kommunikation mit Pilzen, unsere Interaktionen finden jedoch auf einer so unterschwelligeren Ebene statt, dass die meisten Menschen die Fähigkeiten der Pilze nicht bemerken. Jede Pilzart zersetzt über sein Myzel organisches Material, indem es eine einzigartige Mischung an extrazellulären Enzymen und Säuren ausscheidet. Da von jeder Art eine einzigartige Abfolge von Enzymen abgegeben wird, kann eine Vielfalt von eingesetzten Arten beim weitergehenden Abbau von Giften Synergieeffekte hervorbringen, was mit einer einzigen Art nicht erreicht werden kann. Die Kunst bei dieser neu entstehenden Wissenschaft ist die Auswahl der Arten. Genauso wichtig ist der Zeitpunkt ihres Einsatzes. Wenn wir nun Pilze als Schlüsselart verwenden, können wir nachfolgende Populationen ermöglichen und einzigartige Lebensräume und Artenmischungen schaffen. Und obwohl es solche Kurse noch nicht gibt, können Beobachtungen von Mykoideweisen wie Roy Watling (1998), wie die Erholung von Lebensräumen im Ungleichgewicht verläuft, als natürliche Leitlinien für die Wiederherstellung dienen. Natur lehrt uns durch Beispiele. Wir müssen aus ihren Lehren lernen, wie der Weg der Mykoidie zu den besten Wiederherstellungsstrategien für Lebensräume aussieht.

Der Einsatz von Pilzmyzel als Werkzeug zur ökologischen Restauration ist ein neues Konzept, das von den uralten Methoden der Natur abgeschaut ist. Nach Waldbränden tauchen mit Beginn der Erholung des verbrannten Lebensraums Pilze inmitten von Asche und Schlacke auf, insbesondere Morcheln (*Morchella*) und Ohrlapppilze (*Auricularia*). Sie erscheinen innerhalb von Wochen. Diese schnell wachsenden und schnell verrotten Pilze tauchen dort auf, wo scheinbar kein Leben mehr herrscht. Während diese fleischigen Pilze reifen und Sporen entlassen, geben sie Duftstoffe ab, die Insekten und Säugetiere, einschließlich Pilzsücker, anziehen. So bildet sich um diesen Pilz eine biologische Oase mit neuen Arten. Fliegen legen Eier in Morcheln, und wenn

KAPITEL 5

Mykofiltration

Unter Mykofiltration versteht man die Verwendung von Myzel als Membran zur Filterung von Mikroorganismen, Schadstoffen und Schluff. Lebensräume, die von Myzel durchdrungen sind, reduzieren die Partikelmitnahme, schwächen die Erosion ab, filtern Bakterien und Protozoen heraus und regulieren den Weg des Wassers durch den Boden. Mehr als 1,5 km fadenähnliche Myzelzellen können ein Gramm Boden durchziehen. Diese feinen Filamente fungieren als Zellnetzwerk, das Partikel auf fängt und in manchen Fällen verdaut. Während die Substratreste verdaut werden, bilden sich winzige Hohlräume, die sich mit Luft oder Wasser füllen und so aufnahmefähige aerobe Infrastrukturen mit ausgedehnten Oberflächenbereichen liefern. Oberflächenwasser, das reich an organischem Abfall ist, sickert durch das Zellnetzwerk und wird gereinigt. Wenn kein Wasser fließt, schleust das Myzel Feuchtigkeit von weit her durch seine fortschreitenden fingerähnlichen Zellen.

Für die Mikrofiltration gibt es viele Anwendungsbereiche. Mykofiltrationsmembranen können Folgendes filtern:

- Krankheitserreger wie Protozoen, Bakterien und Viren
- Schluff
- chemische Gifte

Sie können um folgende Bereiche eingesetzt werden:

- Agrarbetriebe und Vororte und städtische Gegenden
- Wassereinzugsgebiete
- Fabriken

- Straßen
- gestresste, geschädigte oder unterversorgte Lebensräume

Für den Aufbau von Mykofiltrationsmembranen können folgende Abfallquellen verwendet werden, die dann mit entsprechenden Pilzen beimpft werden (einige von ihnen sind auf den Seiten 96 und 106 aufgeführt):

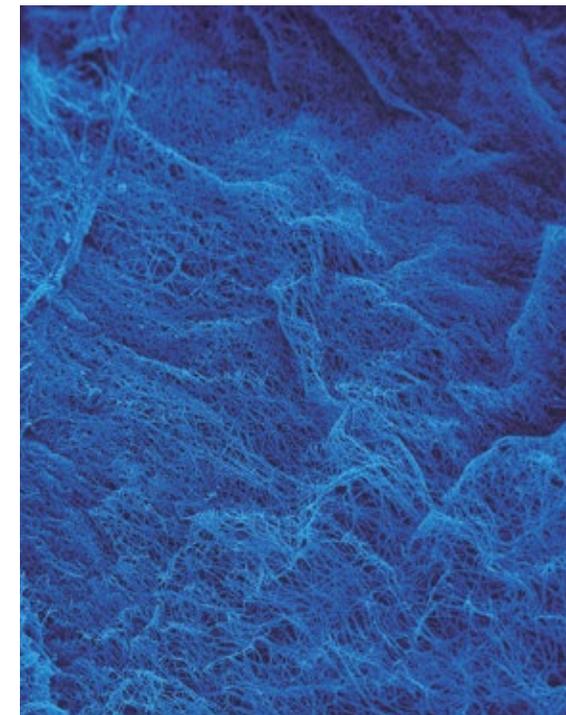
- Wälder (Unterholz, Baumschnitt, Holzschnitzel)
- Zellstofffabriken, Papierfabriken (Zellulose, Fasern, Karton oder Papierreste)
- städtische und ländliche Wertstoffhöfe (Gartenabfälle)
- Bauernhöfe (Stroh, Maiskolben, Baumwolle, Kaffeesatz usw.)
- Brauereien (Treber) und andere Industrien

Mykofiltration: Die Geburt einer Idee

In den 1970ern studierte ich am Evergreen State College in der Nähe von Olympia, Washington, startete durch ein Rasterelektronenmikroskop Pilze an und fand die Muster von Myzel faszinierend. Ich stellte mir vor, dass dieses Tuch aus feinen Zellen als biologischer Filter dienen könnte. Zu dieser Zeit beschrieben Mykologen Myzel typischerweise als *auf* Lebensräumen wachsend. Ich sah sie als *durch* die Umwelt wachsend und Wasser nach Regenfällen filternd. Ich baute Filter, indem ich Myzel aus Petrischalen ablöste und ihre Filtereigenschaften mit denen von Baumwolle verglich. Das Absorptionsvermögen von Tabakrauch, Tinte und Wasser war erstaunlich. Ebenso

war die Zähigkeit, mit der die Matte fest zusammenhielt, überraschend. Die Idee von Myzel als Filtersystem schlief jedoch ein, bis ich eine kleine Farm am Ufer von Kamilche Point in Skookum Inlet, Washington, kaufte.

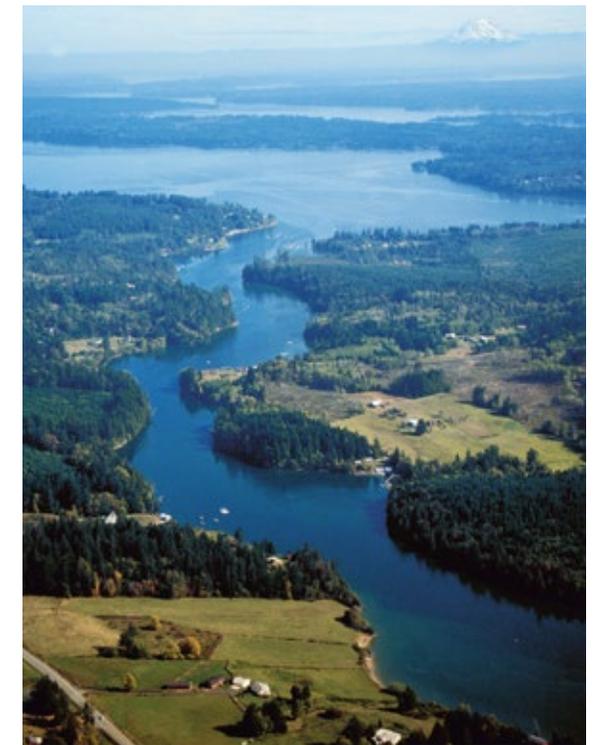
Nachdem ich jahrelang Pilze auf den Grundstücken anderer gesammelt hatte, besaß ich nun mein eigenes Stück Land, auf dem ich Feldstudien durchführen konnte. Auf meinem Land näherten sich zwei Bodensenken über etwa 245 m einander an, das Gelände fiel 36 m vom hochgelegenen Land zur Salzwasserbucht weiter unten ab. Ein Hohlweg führte zu einem kleinen Wasserfall direkt über der Bucht, wo mein Nachbar Muscheln und Austern für kommerzielle Zwecke züchtet. Mein Land erhielt ich mit einer kleinen Herde von sechs Black-Angus-Rindern; schon bald folgten Hühner und Schweine. Ich legte draußen Holzschnitzelbetten mit Riesen-



▲ **ABBILDUNG 68**

Auf einer Rasterelektronenaufnahme von Pilzmyzel sind die Zellen etwa 5 bis 2 Mikrometer dick. Ketten dieser Zellen können wenige Mikrometer bis zu ein paar Kilometer lang werden und ein verwobenes Netzwerk aus verbundenen Zellen bilden.

Träuschlingen (*Stropharia rugosoannulata*) und anderen Pilzen oben auf diesen parallel abfallenden Becken an. Zunächst schüttete ich mehrere Lastwagenladungen Holzschnitzel in die Senke. Das Versorgungsunternehmen, das die Bäume an der Stromleitung entlang der Landstraße zurückschnitt, hatte die Holzschnitzel geliefert. Oben auf jeder abgeschütteten Ladung verteilte ich mehrere Säcke Pilzbrut von *Stropharia rugosoannulata* und harkte den Berg zu einer etwa 30 cm dicken Schicht auseinander. Quellwasser durchtränkte das gehäckselte Holz – eine perfekte Umgebung zur Zucht von Myzel. Mehrere Monate später war ich Besitzer eines Riesen-Träuschlingsmyzelbetts von etwa 15 × 60 m. Im folgenden Sommer wuchsen riesige Pilze, die an vielen Grillfesten bei warmem Wetter als köstliche Speise dienten (siehe Abbildung 31).



▲ **ABBILDUNG 69**

Skookum Inlet, wo Verunreinigungen durch fäkalcoliforme Bakterien von meinem Land durch Mykofiltration in Form eines Riesen-Träuschlingsfelds gereinigt wurden.

KAPITEL 11

Pilze auf Baumstämmen und -stümpfen kultivieren

Traditionell wurde Dübelbrut zur Beimpfung von Baumstämmen und -stümpfen verwendet, obwohl Shiitake-Anbauer manchmal auch Sägemehl verwenden. Der Vorteil von Dübelbrut liegt in der Haltbarkeit – die Dübel halten länger als das Sägemehl, das schnell vom Myzel und von Fraßinsekten konsumiert wird. Die längere Haltbarkeit der Dübel ermöglicht dem Myzel, den Holzstamm besser zu besiedeln. Wesentlich schneller als die Beimpfungsmethoden mit Dübeln von Hand sind jedoch die automatischen Beimpfungsgeräte mit Sägemehlbrut. Sägemehlbrut ist nach Gewicht preiswerter als Dübelbrut, aber Sägemehlbrut ist weniger kompakt und fällt häufiger aus dem zu beimpfenden Material, wenn es nicht fest zusammengedrückt ist. Die richtige Wahl ist eine Frage der Erfahrung und der Größenordnung. Hausbesitzern, Gärtnern und allen, für die Laborkosten kein begrenzender Faktor sind, empfehle ich Dübelbrut für die Beimpfung von Baumstämmen und -stümpfen. In größeren kommerziellen Betrieben geben die Vorteile der Automatisierung normalerweise den Ausschlag für die Sägemehlbrut. Bei der Zucht von Pilzen auf Baumstümpfen kann Dübel- oder Sägemehlbrut einzeln oder in Kombination mit Kordelbrut und mit Sporen versetzten Ölen verwendet werden (siehe Seiten 183–185).

Pilzzüchter, die Sägemehlbrut für die Beimpfung von Stämmen und Stümpfen verwenden, drücken einen Deckel auf das eingefüllte Sägemehl, damit dieses nicht herausfällt. Einige Shiitake-Anbauer in Korea verkaufen zum Beispiel Ausrüstung, welche die Sägemehlbrut automatisch in das Beimpfungsloch gibt und diese manchmal sogar mit einem Stopfen aus Styropor verschließt.

Diese Methode scheint jedoch der Philosophie des Recyclings, der Nachhaltigkeit und der Reduzierung der Umweltverschmutzung entgegenzustehen, nach der Pilzzüchter, die auf natürliche Weise anbauen, in der Regel vorgehen. Die meisten Shiitake-Anbauer, ob sie nun die Stämme mit Sägemehl- oder Dübelbrut beimpfen, verschließen die Löcher mit einem Klecks geschmolzenen Waxes. Es wird Käsewachs, Bienenwachs und, weniger wünschenswert, Paraffin verwendet.

Eine weitere Beimpfungsmethode, die einige innovative japanische Pilzanbauer entwickelt haben, ist die »Scheibenbrut«, bei der dünne, mit Myzel durchwachsende Zellulosescheiben in Schnitte der Baumstämmen oder -stümpfe eingesteckt werden. Das Schnittwerkzeug und die Scheiben sind so bemessen, dass das Einfügen der Scheiben schnell vonstattengehen kann, manchmal in einem einzigen Durchgang. Obwohl diese Innovation erfolgreich sein mag, bevorzuge ich die Dübelbrut, da sie lebenskräftig und einfach zu handhaben ist, und die Sägemehlbrut aufgrund ihrer Wirtschaftlichkeit.



◀ **ABBILDUNG 184**

Dübelbrut für die Beimpfung von Holzstämmen. Das Myzel wächst in den Rillen der Dübelgewinde. Dies hilft ihm bei der Erholung vom Beimpfungsschock.

Welche Bäume eignen sich für die Kultivierung am besten?

Ideal für die Stamm- und Stumpf Kultivierung sind die Bäume, auf denen die Pilzarten in der Natur wachsen. Die einfachste Art herauszufinden, welche natürlichen Wirte ein Pilz hat, ist der Blick in eine Beschreibung des Lebensraums der ausgewählten Pilzart in einem angesehenen Feldführer. Viele Saprobionten sind jedoch opportunistisch. Wenn ihnen die Möglichkeit gegeben wird, können sie sich an Holz anpassen, auf dem sie natürlicherweise nicht vorkommen. Für die Veranschaulichung des Auswahl- und Zuchtprozesses eines Pilzes auf Bäumen habe ich nachfolgend den Shiitake als Beispiel ausgewählt. Shiitake wächst in Asien wild auf zahlreichen Laubbäumen, insbesondere auf Eichen. Pioniere der Shiitake-Kultivierung entdeckten vor langer Zeit, dass auch andere Hölzer diesen Pilz mit etwas Anregung unterstützen. Glücklicherweise haben wir nun mehrere Jahrzehnte Erfahrung beim Vergleich der Shiitake-Stämme und Erträge.

Eine gute Studie von Joe Deden und dem Minnesota Forest Resource Center erweiterte die Bäume, die das Wachstum von Shiitake unterstützen, um Ulme, Ahorn, Hopfenbuche und Gleditschie (Lederhülsenbaum). Einige Themenstellungen gingen aus dieser und nachfolgenden Studien hervor. Obwohl Eichen die natürlichen Wirte des Shiitake sind, werden andere schnell verrottende Laubhölzer wie Erle und Eukalyptus bereitwillig von dieser Art besiedelt. Im Allgemeinen werden auf diesen Hölzern früher Fruchtkörper hervorgebracht als auf den kompakteren Laubhölzern, die langsamer zersetzt werden. Shiitake bildet auf Erle (*Alnus rubra*) innerhalb von sechs bis zwölf Monaten das erste Mal Pilze, während es auf Eichen ein bis zwei Jahre und auf dem kompakteren Holz der Hopfenbuche zwei bis drei Jahre dauern kann. Ein signifikanter Vorteil von dichteren Hölzern wie der Hopfenbuche ist eine längere Fruktifizierungsdauer, die oft fünf bis zehn Jahre anhält. Für die Dauer des Fruktifizierens ist außerdem die Rindenschicht ein wesentlicher Faktor. Viele Pilze, die in schnell verrottenden Laubhölzern wie Erle, Birke und Espe eingebracht werden, hören auf zu fruktifizieren, sobald die Rinde abgeblättert ist. Andere Pilze wie *Hypholoma capnoides* und *Hypholoma sublateritium* produzieren trotzdem weiter-

hin viele Fruchtkörper. Tatsächlich habe ich gesehen, wie *Hypholoma sublateritium* nach der Beimpfung von umgestürzten Erlenstämmen acht Jahre lang fruktifiziert hat. Die Stämme waren erheblich in lockere, lange, breiige Fasern zersetzt.

Auf den Seiten 174 bis 176 finden Sie eine Liste der Baumarten, die sich für die Zucht von vielen saprobischen Pilzen eignen, die in diesem Buch beschrieben sind. Diese Liste ist nicht erschöpfend; viele weitere Baumarten könnten auch geeignet sein. (Sollten Sie Erfolg mit nicht gelisteten Baumarten haben, teilen Sie mir bitte Ihre Erfahrungen mit.) Wie immer ermutige ich Sie zu experimentieren, empfehle aber, Miniversuche durchzuführen, bevor Sie viel Zeit und Geld investieren.

Zu den nicht aufgelisteten Bäumen gehören Zedern und Redwoods. Der einzige Pilz, von dem ich weiß, dass seine Enzyme ausreichend stark sind, um dieses schwer zu zersetzende Holz abzubauen, ist erneut der heldenhafte Rauchblättrige Schwefelkopf (*Hypholoma capnoides*). Zedern- und Redwood-Stämme mit diesem Pilz, die ich gesehen habe, waren mindestens 20 Jahre alt. Ich vermute, dass das Myzel lange Zeit Schwierigkeiten bei der Zersetzung dieses Holzes hat, bevor sich Fruchtkörper bilden. Aus diesem Grund empfehle ich die Verwendung dieser Baum-Pilz-Paarung nur für den Einsatz in Experimenten oder dem Umweltschutz.

In vielen Fällen versorgen Stürme oder katastrophale Ereignisse Pilzzüchter mit einem »Holzsegen«, einem unerwarteten Gewinn, weil sie dabei helfen können, das Sturmholz zu beseitigen. In vielen Städten und Vorstädten bezahlen Hauseigentümer gewöhnlich dafür, dass ihre umgefallenen Bäume entfernt werden! Alternativ kenne ich mehrere Baumpfleger, die Myzel zu ihrem Service- und Produktpertoire hinzugefügt haben. So setzen sie sich von ihren Wettbewerbern ab und erweitern ihre Märkte. Diese auf dem Gebiet der Mykologie cleveren Kleinunternehmer bieten eine Vielzahl an Dübel- und Freilandpilzbrut an, sodass Hauseigentümer ihre bevorzugten Freunde aus der Pilzwelt zum Recyceln von Holzabfällen auswählen können. Sturmholz zu verbrennen, wird immer unpopulärer und ist in manchen Gemeinden illegal. Als Alternative zum Verbrennen, was zu Umweltverschmutzung, zu plötzlichen Kohlendioxidemissionen und zum Auslaugen der Böden führt, bietet sich die Zucht von Pilzen auf Holz an, damit

REGISTER

A

Aerotropismus 132
 Affenkopf. *Siehe Hericium erinaceus*
Agaricus (Gattung) 23, 108, 110–112, 201
Agaricus arvensis 106
Agaricus augustus 151, 211
Agaricus bernardii 88, 112, 189
Agaricus bisporus (Champignon, Portobello)
 kultivieren 21–22, 170
 medizinische Eigenschaften von 204
 Mykorestaurationspotenzial von 106, 108, 110–111
 Nährstoffprofil von 202–203
Agaricus bitorquis 106, 187
Agaricus blazei 210–211
Agaricus brasiliensis 210–213
 Beschreibung von 211
 Duftsignatur des Myzels von 212
 ernten 212
 gebräuchliche Namen für 214
 kochen 213
 kultivieren 169, 209, 212
 Lebensraum von 88, 212
 medizinische Eigenschaften von 40–41, 204–209, 213
 Mykorestaurationspotenzial von 62, 106, 108, 213
 Nachbarschaftsbepflanzung mit 193
 Nährstoffprofil von 202–203, 212–213
 Saison und Temperaturen für 187, 212
 Sporen von 130
 Stielstümpfe von 151
 Taxonomie von 210–211
 Verbreitung von 211
 Zersetzungsart 212
Agaricus brunnescens 106
Agaricus campestris (Wiesenchampignon) 42, 48, 106, 187, 189
Agaricus silvicola 112

Agaricus subrufescens 151, 187, 193, 211
 Agarikon. *Siehe Fomitopsis officinalis*
Agrocybe (Gattung) 23, 151, 162, 181
Agrocybe aegerita (Südlicher Ackerling), 214–216
 Beschreibung von 214
 Duftsignatur des Myzels von 214
 ernten 215
 gebräuchliche Namen für 214
 kochen 215
 kultivieren 214–215
 Lebensraum von 88, 214
 medizinische Eigenschaften von 45, 215
 Mykorestaurationspotenzial von 216
 Nachbarschaftsbepflanzung mit 193
 Nährstoffprofil von 215
 Saison und Temperaturen für 215
 Sporen von 133
 Stielstümpfe von 151
 Taxonomie von 214
 Verbreitung von 214
 Zersetzungsart 214
Agrocybe cylindracea. *Siehe Agrocybe aegerita*
Agrocybe molesta 214
Agrocybe praecox 214
 AIDS 46
 Amadou. *Siehe Fomes fomentarius*
Amanita muscaria (Fliegenpilz, Soma) 39, 48, 106
Amanita pantherina (Pantherpilz) 48
Amanita rubescens 106
 Ameisen 30–31, 115–122
 Angiogenese 204
 Anstoßen, Fruchtkörperwachstum 186
 Antibiotika 41–42
Antrodia radiculosa 90–91, 95
 Arbuskuläre Mykorrhiza-Pilze (AM-Pilze) 24

Armillaria (Gattung) 8, 23, 47–52, 62, 183, 248, 250–252, 260, 292–295, 301
Armillaria bulbosa 23
Armillaria gallica 47
Armillaria mellea 23, 42, 47, 52, 109, 182, 250
Armillaria ostoyae 22–23, 47, 49, 51, 95
 Arora, David 16, 21, 231
 Arsen 106–108
Aspergillus (Gattung) 122
Aspergillus niger 62, 64
 Astrobiologie 8–9
 Atkins, Robert 201
 Austerpilz. *Siehe Pleurotus ostreatus*
 Austern-Seitling. *Siehe Pleurotus ostreatus*
Aureofungus yaniguaensis, 3
Auricularia (Gattung) 55

B

Bärenkopf. *Siehe Hericium abietis*
 Basidien 14–15, 17
 Bassi, Agustino 116
 Bates, Albert 273
 Bauchspeicheldrüsenkrebs 41
 Bäume. *Siehe* Wälder; Baumstämme; Mykowaldwirtschaft, Mykorrhiza-Pilze; Baumstümpfe
 Baumfäulen 46–52
 Baumstämme
 auswählen 177
 Baumarten für 173–177
 beimpfen 140–141, 172–173, 177–181
 fällen 177
 Färbung von 179
 Größe von 177
 Pilzbildung fördern auf 185–186
 Pilze ernten von 186
 Baumstümpfe
 Baumarten für 173–177
 beimpfen 172–173, 181–185
 Pilzbildung fördern auf 185–186
 Pilze ernten von 186
Beauveria bassiana 116–117, 119, 122
 Beimpfung. *Siehe auch* Alternative Materialien
 in der Zucht 159–160
 mit Pilzbrut 138–150, 151–159
 mit Pilzstümpfen 144–151, 156
 mit Sporen 129–138
 von Baumstämmen 140–141, 172–173, 177–181
 von Baumstümpfen 172–173, 181–185
 von entwässertem Kuhmist 168–169
 von Stroh 165–166

Bioakkumulationsfaktor 107
 Biodiversität 10–11, 70–75, 116
 Biologischer Anbau 209
 Birkenschwamm. *Siehe Piptoporus betulinus*
 Birkenporling. *Siehe Piptoporus betulinus*
Bjerkandera adusta 95
 Black-footed morel (schwarzfüßige Morchel).
 Siehe Morchella atrotomentosa
 Blauer Kahlkopf. *Siehe Psilocybe cyanescens*
 Blaufärbender Kahlkopf. *Siehe Psilocybe cyanescens*
 Blei 106, 110
 Blue Chanterelle. *Siehe Polyozellus multiplex*
 Boden 65–68
Bolbitius (Gattung) 190
Boletus badius 106, 109
Boletus chrysenteron 109
Boletus edulis (Steinpilz)
 ernten 25, 36
 kochen 209
 Lebensraum von 75
 Mykorestaurationspotenzial von 106, 109–110
Boletus lucidus. *Siehe Ganoderma lucidum*
Boletus subtomentosus 109
 Brauner Kräuter-Seitling. *Siehe Pleurotus eryngii*
 Braunfäulepilze 86–88
 Braunkappe. *Siehe Stropharia rugosoannulata*
 Braunsamtiger Schichtpilz. *Siehe Stereum ostrea*
 Brazilian blazei. *Siehe Agaricus brasiliensis*
Bridgeoporus nobilissimus 14, 20, 36–37, 230
 Brigham, David 180, 282
 Brustkrebs 41, 204, 208
 Buchenschwamm. *Siehe Pleurotus ostreatus*
 Bunkerpilzbrut. *Siehe* Leinensackbrut

C

Cadmium 106, 108
Calvatia booniana 48
Calvatia gigantea (Riesenbovist) 42, 48, 112, 189
Cantharellus cibarius (Pfifferling) 36, 75, 106, 109
Cantharellus formosus (Pacific Golden Chanterelle) 36
Cantharellus subalbidus (White Chanterelle) 36
Cantharellus tubaeformis (Trompetenpfifferling) 106
 Cardoncello. *Siehe Pleurotus eryngii*
 Cäsium 106, 109
 Chaga. *Siehe Inonotus obliquus*
 Champignon. *Siehe Agaricus bisporus*
 Chen, Shiuan 203
 Chinesischer Champignon. *Siehe Lentinula edodes*
Chlorophyllum molybdites 216, 265–266