

# Pilzzucht/ Druckversion

---

## Pilzzucht Wikibooks

### Inhalt

#### Grundlagen der Pilzzucht

- Lebenszyklus in der Natur
- Grobe Indoorzuchteinführung
- Schritte der Pilzzucht
- Kontaminationen

#### Zucht mit Petrischalen

- Herstellung von Nährböden / Arbeiten mit Agar
- Agar-Rezepte für die Praxis!
- Agar im Dampfdruckkochtopf sterilisieren
- Beimpfen der Petrischalen mit Sporen
- Petrischalen versiegeln
- Stamm selektieren
- Beimpfen der Petrischalen mit Myzel
- Klonen
- Petris im Kühlschrank einlagern

#### Herstellung von Impfspritzen

- Sporenspritze
- Myzelspritze

#### Substrat

- Verschiedene Substrate
  - Kulturgläser
  - Herstellen / Zubereiten des Substrats
  - Myzel übertragen
  - Durchwachsen des Substrats
-

## Outdoor-Kulturen

- Kultur auf Strohballen
- Anlegen eines Pilzbeetes
- Zucht auf Baumstämmen
  - Schnittflächenimpfmethode
  - Keilschnittmethode
  - Scheibenimpfmethode
  - Körnerbrut/Bohrlochmethode
  - Holzdübel/Bohrlochmethode

## Fruchtung

- PF-Tek
- Casing
- Deckschicht Rezepte
- Pasteurisieren oder Sterilisieren der Deckerde
- Abdecken im Glas
- Verwendung von Mini-Gewächshäusern
- Trüffel
- Kontaminationen

## Ernte

- Die Ernte
- Der richtige Zeitpunkt
- Sporenabdrücke
- Aufbewahrung / Trocknung

## Anhang

- Pilztabelle
- Werkzeuge und Hilfsmittel
- Steriles Arbeiten
- Bau einer Impfbox
- Weitere Agarrezepte
- Bezugsquellen
- Weblinks und Diskussionsforen zur Pilzzucht
- Literatur
- Glossar

Lizenz

## Vorwort

Von der Pilzzucht geht eine ganz eigene Faszination aus. In kurzer Zeit kann man das Mysterium des natürlichen Kreislaufs vom Werden und Vergehen im eigenen Heim erfahren. Fruchtkörper der Pilze erweitern die Vielfalt in der Küche und können eine gesunde und leckere Bereicherung sein. Neben Mineralien können sie auch manch andere heilsame Wirkstoffe enthalten, wie z.B. der Shiitake, welcher als Cholesterinsenker eingesetzt wird. Fuer pilzinteressierte Hobbyforscher bietet dieses Buch eine Einfuehrung in die Grundlagen des Pilzanbaus sowie

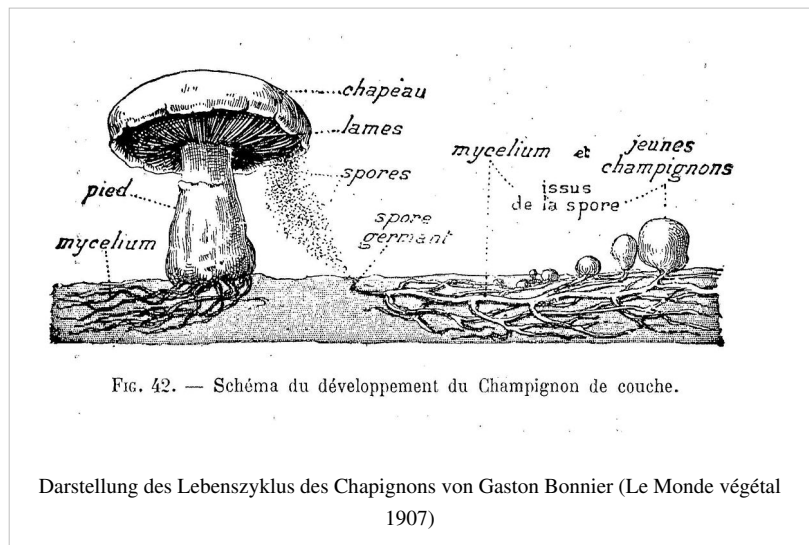
---

weiterführende Techniken fuer die semiprofessionelle Pilzzucht. Das Buch ist allgemein gehalten und gilt fuer die meisten populaeren Pilze. Da sich die Parameter der Kultivation verschiedener Pilze unterscheiden, gibt es im Anhang eine Tabelle mit individuellen Informationen zu jedem aufgelisteten Pilz. Auch die Methode der Kultur richtet sich ganz nach dem Charakter des zu kultivierenden Pilzes. In diesem Buch werden die verbreitetsten Methoden einzeln betrachtet. Dises Buch ist nicht das Werk eines einzelnen Autors, sondern vereiert die Beitrage von vielen, teilweise anonymen, Autoren.

## Grundlagen der Pilzzucht

### Der Lebenszyklus in der Natur

Die Sporen keimen auf nahrhaftem Boden und bilden erst einkerniges Monokaryotes Myzel. Treffen sich zwei monokaryote Myzelfaeden, so vereinigen sie sich und wachsen als zweikerniges (dikryotes) Myzel weiter. Mit der Zeit waechst das jetzt fruchtungsfaehige dikaryote Myzel durch das das Substrat (z.B. totes Holz) und zersetzt es. An den klimatischen Bedingungen erkennt ein Pilzart, wann der Richtige Zeitpunkt fuer die Fortpflanzung gekommen ist. Wenn es endlich so weit ist, bildet der Pilz (das Myzel im Subtrat) an der



Oberflaeche Primordien aus, die dann in kurzer Zeit zu Fruchtkoerpern (umgangssprachlich "Pilze") ausgebildet werden. Sobald die Fruchtkoerper ausgewachsen sind und der Hut sich geoeffnet hat, beginnen milliarden von Sporen zu rieseln. Sie sind so fein und leicht, das sie leicht von Wind und Thermik weit verstreut werden koennen.

### Grobe Indoorzuchteinführung

Um Pilze im Hause zu kultivieren, werden zunächst Sporen gekeimt. Diese wachsen zu (dikariotem) Pilzmyzel heran und bilden den eigentlichen Fruchtkörper des Pilzes. Myzelkulturen werden üblicherweise in Petrischalen mit einem auf Agar-Agar-basiertem Nährmedium angelegt.



Unkontaminiertes Myzel (d.h. ohne Fremdkeime) kann danach auf größere Mengen Nährsubstrat (Getreide) übertragen werden, in dem sich der Pilz in Form eines Myzelgeflechts ausbreitet. Ist das Substrat vollständig besiedelt, so spricht man von *Brut* beziehungsweise *Getreidebrut*. Diese Brut kann nun entweder zum Beimpfen von noch mehr Nährsubstrat verwendet werden (Strohballen / Pilzbeete mit Holz) oder zur Bildung von Fruchtkörpern (umgangssprachlich *Pilze*) angeregt werden. Dazu wird die Getreidebrut meist in einem geeigneten Gefäß mit Erde (Deckerde) abgedeckt. Man bezeichnet diesen Vorgang auch als *casing*. Wenn das Pilzmyzel die Deckerde durchwachsen hat, bildet es am Licht bei passender Wärme und Luftfeuchtigkeit Fruchtkörper aus, um zum Zwecke des Fortbestands ihrer Art Sporen abzugeben.

## Sauberes Arbeiten

Bei der Besiedelung eines neuen Substrats haben die wenigsten Edelpilze eine Chance gegen allgegenwaertige Bakterien, Hefen und Schimmelpilzsporen. Aus diesem Grund ist es bei der Pilzzucht notwendig, sauber, d.h. keimfrei, zu arbeiten. Um die Werkzeuge und Medien (Substrate) keimfrei zu machen, bieten sich dem Hobbymykologen verschiedene Moeglichkeiten an:

## Sterilisieren im Dampf Druck Kochtopf / Schnellkochtopf

Krankenhaeuser und Labore verfuegen ueber Autoklaven, spezielle Druckkessel, in denen der Inhalt mittels Hitze und Druck sterilisiert wird. Dieser industrielle Standard ist fuer Hobbyzuechter oft nicht verfuegbar, jedoch kann ein Dampf-Druck-Kochtopf oder Schnellkochtopf genauso zum Sterilisieren verwendet werden. Ein DDKT kann fuer weit unter 100 Euro erstanden werden, oft werden gebrauchte Schnellkochtöpfe fuer um die 20 Euro angeboten. Ein DDKT aus einer billigen Legierung funktioniert dabei genauso wie einer aus glaenzendem Edelstahl. Ein Einsatz aus Blech, um das zu sterilisierende Gut vom extrem heissen Topfboden zu isolieren, ist von Vorteil (besonders mit Substrat gefuellte Schraubglaeser gehen gerne zu Bruch wenn sie direkten Kontakt zum Boden haben und deswegen staerkeren Temperaturschwankungen ausgesetzt sind). Ein alter Baumwoll-Lappen kann die Isolierung auch bewerkstelligen.

### Verwendung eines DDKTs:

- Immer die Gebrauchsanweisungen des benutzten DDKTs beachten!
- DDKT auf die Herdplatte setzen.
- Einen halben bis einen Liter Wasser in den DDKT fuellen. Das Wasser kann vorher mit einem Wasserkocher auf Temperatur gebracht werden (Energieeffizienz).
- Boden mittels Blecheinsatz oder Lappen vom zu sterilisierenden Inhalt Isolieren.
- Topf befuellen mit dem, was man sterilisieren will (Substratglaeser (nicht luftdicht verschlossen!), Petrischalen, Spritzen, Werkzeuge).
- Deckel (Gummi, Ventile) ueberpruefen und bei problemloser Funktion mit dem Deckel den Topf verschliessen.
- Herdplatte einschalten (Maximal)
- Nachdem der Druck aufgebaut ist, und das Ueberdruckventil den Ueberdruck ablaesst, kann die Energiezufuhr auf 5/6 gedrosselt werden. Die Wasserkochstufe (4/6) reicht nicht aus um den Druck aufrecht zu erhalten.
- Jetzt wird die Zeit genommen. Substratglaeser brauchen etwa 45 Minuten, Petrischalen nur 10-20 Minuten.
- Nachdem die entsprechende Zeit abgelaufen ist, wird die Energiezufuhr eingestellt (Herdplatte abstellen). Der Topf bleibt unangetastet auf der Herdplatte, bis er nicht mehr warm ist.

## Schritte der Pilzzucht

- Sporen keimen (*Agar*)
  - Stamm selektieren (*Agar* → *Agar*)
  - Myzel vermehren (*Agar* → *Agar*)
    - bzw. Impfspritze herstellen (*Agar* → *Flüssigmedium*)
  - Substrat beimpfen (*Agar* → *Substrat* oder *Flüssigmedium* → *Substrat*)
  - eventuell Bulken (*Substrat* → *Bulkmedium*)
  - Fruchtung und Ernte
  - Sporen sammeln
-

## Kontaminationen

Unter Kontamination versteht man in der Pilzzucht die Besiedlung des Substrats mit unerwünschten Organismen. Darunter fallen neben Bakterien vor allem niedere Pilze wie Schimmelpilze und Hefen. Kontaminationen sind der ewige Gegenspieler eines Hobby-Pilzzüchters, da sie den Nährboden meist schneller besiedeln als höhere Kulturpilze. Kontaminierte Pilzkulturen werden sofort entsorgt, da sie mit ihren unzähligen farbigen Sporen (Schimmelpilze) andere Kulturen sowie die Raumluft kontaminieren können.

## Zucht mit Petrischalen

### Arbeitsmethoden

#### Warum Sterilisation?

Um gezielt mit definierten Mikroorganismen wie Pilzen arbeiten zu können muss sichergestellt werden, dass keine unerwünschten Keime wie Hefen oder Schimmelsporen im Substrat enthalten sind. Andernfalls wird das bereitgestellte Nährmedium von den schneller wachsenden Kontaminanten besiedelt, bevor es der Pilz kann. Manche Mikroorganismen produzieren gesundheitsschädliche Aflatoxine, die in die Umgebung abgesondert werden. Neben pathogenen Mikroorganismen bilden auch Speisepilze wie das Stockschwämmchen Sporen aus, die nach intensivem Einatmen zu einer allergischen Reaktion führen können.

Zur Keimreduzierung existieren verschiedene Sterilisationsverfahren. Hitzestabile Substrate werden gewöhnlich unter Dampf mit Überdruck von 2 bar bei 121° C autoklaviert. Dazu kann ein Autoklav oder Schnellkochtopf genutzt werden. Feuchte- und druckempfindliche Stoffe und Geräte können bei höheren Temperaturen und längerer Sterilisationsdauer in Öfen trocken sterilisiert werden (z.B. 4 Stunden bei 160° C). Sterilfilter mit Porengrößen von 0,2 µm Durchmesser kommen zum Einsatz, wenn Lösungen mit hitzelabilen Bestandteilen steril filtriert werden müssen. Hitzeempfindliche Gegenstände können chemisch zum Beispiel unter Einsatz starker Säuren und Laugen oder durch ionisierende Gammastrahlung sterilisiert werden.

Neben vegetativen Zellen unerwünschter Mikroorganismen werden bei der thermischen Sterilisation auch deren Dauerformen abgetötet. Dabei dauert die Reduktion lebensfähiger Sporen jeweils eine Zehnerpotenz bei 121 °C etwa eine Minute. Bei thermischen Sterilisationsverfahren muss eingeplant werden, dass ein größeres Volumen an Substrat eine längere Sterilisationsdauer benötigt, um die erforderliche Kerntemperatur zu erreichen.

## Herstellung von Nährböden / Arbeiten mit Agar

### Kultivierung

Zur Zucht von Mikroorganismen werden im Labor flüssige oder durch Agar verfestigte Kulturmedien genutzt, welche die vom jeweiligen Organismus zum Wachstum benötigten Substanzen bereitstellen. Je nach Ziel der Kultivierung werden verschiedene Reaktionsgefäße genutzt; Aus Kosten- und Nutzengründen sind Petrischalen gut zur Pilzzucht geeignet. Für den privaten Gebrauch werden Petrischalen aus

Glas (wiederverwendbar, ca. 8 € / Stk.), steril verpackte Petrischalen aus PE-Kunststoff (ca. 0,20 € / Stk.) und mit fertig sterilisiertem Nährmedium befüllte Kunststoff-Petrischalen (ca. 1,70 € / Stk.) angeboten.



Agarplatte als Nährboden für Pilze.

## Was ist Agar?

Agar ist ein Polysaccharid, das in den Zellwänden einiger roter Algen vorkommt. Dieses wird durch Kochen aus den Zellen extrahiert und anschließend gereinigt. Wenn Agar in kochendem Wasser aufgelöst wird und abkühlt, bildet es ein Gel (ähnlich wie Gelatine). Agar wird in vielen Bereichen der Lebensmittelindustrie eingesetzt, z.B. als veganes Gelmittel. Hauptverwendungszweck ist aber als Nährboden in der Mikrobiologie. Kaufen kann man es z.B. in asiatischen Lebensmittelläden und Reformhäusern.

## Warum ist Agar so wichtig?

Wir benutzen Agar als Trägermaterial für Nährstoffe. Die Nährstoffe (Agar selbst enthält keine verwertbaren Nährstoffe) bilden zusammen mit dem Agar eine flache, zweidimensionale Kultivierungsebene worauf das Pilzmyzelium wächst. Agar kann nicht durch Gelatine ersetzt werden, da Gelatine verdaulich ist und nicht geliert nachdem es sterilisiert wurde.

## Agar-Rezepte für die Praxis!

So wie es verschiedene Pilzarten gibt, gibt es auch verschiedene Rezepte für Nährböden. Hier einige Rezepte (100 ml reichen für bis zu zehn Petrischalen):



Petrischale mit Auster-Myzel (weiß),  
kontaminiert mit Schimmel (grau) und Bakterien  
(verteilt)

- **Hundefutter-Agar**

*Guter Nährboden für viele Pilzarten dessen Zutaten leicht zu besorgen sind:*  
30 g Hundetrockenfutter und 25 g Agar-Agar mit 1,1 l Wasser vermengen und pürieren. Anschließend einige Minuten kochen.



Hundefutter-Agar

- **Malzextrakt-Agar (MEA)**

*Bewährter Nährboden, der Kontaminationen schnell erkennen lässt:*  
20 Gramm helles Malz Extrakt (das dunkle aus dem Reformhaus karamellisiert zwar schneller, zum Keimen aus Sporen lässt es sich jedoch sehr gut verwenden) und 25 Gramm Agar werden in 1,1 l warmen Wasser aufgelöst und einige Minuten gekocht.



Malzextrakt-Agar

- **Kartoffel-Agar**

*Wurde früher oft verwendet:*  
1 bis 5 Kartoffeln werden weich gekocht und noch im Wasser nach dem Abkühlen zerstampft, diesen Sud durch ein dünnes Sieb oder Handtuch pressen, auf 100 ml einen Teelöffel Agar lösen und einige Minuten kochen.



Kartoffelagar

## Befüllen der Petrischalen mit Nährboden und Sterilisation

Der Nährboden kann vor oder nach einer Dampf-Sterilisation in die Petrischalen überführt werden. Letztere Arbeitsmethode wird in mikrobiologischen Labors genutzt, in denen eine keimfreie Umgebung durch den Einsatz von Luftfiltern oder sterilen Werkbanken garantiert werden kann.

### Befüllen der Petrischalen mit Agar

Dazu werden die Petrischalen mit etwa zwei bis sechs mm Agar-Medium gefüllt. Man sollte darauf achten, dabei nicht zu kleckern oder zu spritzen, da am Rand der Schale herunterlaufender Agar später zu einer idealen Brücke für Kontaminationen wird. Lässt man den Agar nach dem Befüllen der Petrischalen abkühlen und fest werden, wird die Wahrscheinlichkeit, etwas beim Transport in den Dampfdruckkochtopf zu verschütten, verringert.

Werden Petrischalen erst nach der Sterilisation gegossen, kann das noch warme Nährmedium nach Entnahme aus dem Autoklaven / Dampfdruckkochtopf im Wasserbad bei 55 °C zwischengelagert werden. In keimfreier Umgebung (etwa vor einem HEPA-Filter) wird das Sterilisationsgefäß geöffnet und der Glasrand kurz abgeflammt. Beim Turmguss-Verfahren werden sterile Petrischalen übereinander zu einem Turm gestapelt und beginnend mit der untersten Petrischale gegossen. Dabei wird der gesamte Turm an Petrischalen zusammen mit dem Deckel der untersten Schale wenige Zentimeter angehoben, befüllt und auf gleiche Weise mit der nächsten Schale fortgeföhren. Aufgrund des noch warmen Nährmediums in der darüberliegenden Petrischale wird Kondenswasserbildung stark reduziert.

### Kondenswasser in Petrischalen

Gelegentlich sammelt sich nach der Sterilisation Kondenswasser auf dem Nährboden. Um das Besiedeln des Nährbodens zu erleichtern, sollten die Petrischalen auf dem Kopf lagert werden, damit sich angefallenes Kondenswasser im Deckel sammelt. Kondensation kann vermieden werden, indem man nach dem Gießen des Agars die Petrischalen erst vollständig abkühlen lässt, bevor man den Deckel auf die Schalen legt. Mit längerer Expositionszeit steigt jedoch die Kontaminationsgefahr.



## Sterilisation der Petrischalen

Das Nährmedium sollte für mindestens 20 Minuten im Dampfdruckkochtopf / Autoklaven sterilisiert werden. Die Zeit zählt dabei ab dem Erreichen der Sterilisationstemperatur im Innern des Kulturmediums, und frühestens erst dann, wenn das Überdruckventil zu pfeifen beginnt.

Beim Abkühlen ist zu beachten, dass der Topf langsam abgekühlt wird und der Druck nicht abgelassen wird. Andernfalls kann es zum Siedeverzug kommen; Bereits in Petrischalen gegossenes Medium kocht über und verunreinigt die Kulturgefäße äußerlich, sodass ein keimfreies Arbeiten nicht mehr möglich ist.

## Beimpfen der Petrischalen mit Sporen

Im Normalfall werden zum Beimpfen der Petrischalen Sporen von einem Sporenabdruck genommen. Es ist aber auch möglich, die Sporen direkt aus dem Hut eines getrockneten Pilzes zu verwenden. In beiden Fällen werden dabei die Sporen mit einer Präpariernadel vom Sporenlager in die vorbereiteten Petrischalen übertragen. Hierzu wird die Präpariernadel in einer Flamme erhitzt und somit sterilisiert. Zum Erhitzen kann ein Spiritusbrenner oder einfach ein Feuerzeug verwendet werden; der Vorteil des Spiritus ist, dass die Präpariernadel nicht verrostet. Wird in einer Impfbox gearbeitet, so muss das Werkzeug außerhalb der Box ausgeglüht werden, um etwaig angesammelte brennbare, eventuell auch explosive Dämpfe des Desinfektionsmittels in der Impfbox nicht zu entzünden.



## Übertragen der Sporen

Ist die Nadel erhitzt, wird sie im Agar der zu beimpfenden Petrischale abgekühlt. Somit werden Sporen bei der Berührung nicht abgetötet und haften durch den feuchten Agar gut an der Nadel. Die Sporen werden nun im Agar abgestreift. Wichtig ist, dass schnell gearbeitet wird, um die Expositionszeit des Kulturmediums mit etwaig kontaminierter Umgebungsluft gering zu halten. Um Luftverwirbelungen mit Kontaminationen zu verhindern, sollten keine hektischen Bewegungen ausgeführt werden. Durch Tropfeninfektion beim Sprechen können Keime aus der Mundhöhle in einem Bereich von 2 Metern verteilt werden, weshalb ein Mundschutz vorteilhaft sein kann.

## Sauberkeit

Beim Arbeiten mit Petrischalen ist eine saubere Arbeitsweise oberstes Gebot. Zu Beginn sollte der Arbeitsplatz gründlich mit Flächendesinfektionsmittel (Meliseptol, Sagrotan) gereinigt werden und die Umgebungsluft sollte keine Fremdsporen oder Keime enthalten. Zur Keimreduzierung der Umgebungsluft empfiehlt sich die Anschaffung eines HEPA-Filters oder der Bau einer Impfbox.

## Petrischalen versiegeln

Nach der Arbeit mit Petrischalen (impfen/klonen) müssen diese gegen Kontaminanten (Sporen/Bakterien) aus der umgebenden Luft geschützt werden. Dies geschieht am einfachsten mit Polyethylen-Frischhaltefolie (PE-Folie). PE-Folienrollen aus der Haushaltsabteilung können mit einem Scharfen Messer in fünf cm breite Stücke geschnitten werden und eignen sich bestens zum Umwickeln der Petrischalen. Etwa fünf Lagen (lieber eine Lage zuviel als eine zuwenig) stramm um die geschlossene Petrischale wickeln, sodass der Spalt zwischen Schale und Deckel komplett bedeckt und geschützt ist. So versiegelt kann die Petrischale ohne Sorgen transportiert oder eingelagert werden. Die Profis benutzen zur Versiegelung Parafilm, da dieser einen optimalen Luftaustausch ermöglicht und gleichzeitig vor



Kontaminationen schützt.

## Stamm selektieren

Für homogene Ergebnisse sollte man nun einen reinen Stamm selektieren, der sich durch starken rhizomorphen Wuchs auszeichnet. Mit nur einem Stamm zu arbeiten hat den Vorteil, dass später das komplette Substrat durchwachsen und genutzt wird: Bei mehreren Stämmen könnten Stellen im Substrat von Myzel durchwachsen worden sein das nie die Gelegenheit bekommt zu fruchten.

Somit kann auch erreicht werden, das die Stämme sich später nicht gegenseitig in der Körnerbrut oder dem Substrat bekämpfen. Spätere Durchwachszeiten werden durch das nutzen des gleichen Stammes beschleunigt.



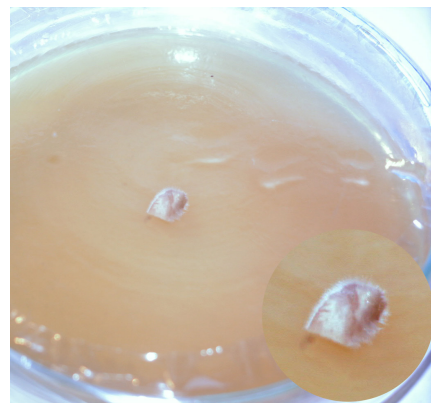
Verschiedene Pilzstämmen in Petrischalen

## Beimpfen der Petrischalen mit Myzel

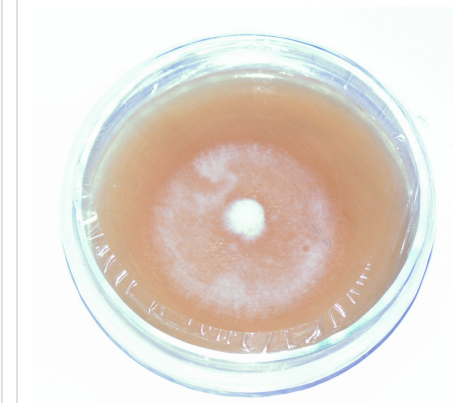
Hat man aus Sporen Myzel gewonnen und will dieses vermehren oder möchte man Myzel von einer kontaminierten Petrischale isolieren, wird Myzel von einer zur anderen Petrischale übertragen. Dazu wird mit einer Präpariernadel oder einem Skalpell ein Stück Myzel aus einer Petrischale herausgeschnitten und in der anderen Schale abgelegt. Das Myzelstück sollte möglichst mittig platziert werden, da das Wachstum kreisförmig (radial) verläuft. Auch hier ist sauberes Arbeiten wieder sehr wichtig. Optional kann hier mit Wasserstoffperoxid gearbeitet werden, um das Myzelstück von frischen Schimmelsporen und Bakterien aus der Luft zu reinigen. Dazu legt man das Myzel für z.B. 30 Sekunden in eine dreiprozentige Lösung. Wasserstoffperoxid greift Schimmelsporen und Bakterien an und zerstört sie durch Oxidation, Myzel kann sich jedoch zeitweise schützen.



Beimpfen mit Myzel



Geklonter Shiitake nach drei Tagen



Geklonter Shiitake nach zehn Tagen

## Klonen

Das Klonen von Pilzen ist eine gute Methode, um Myzel zu gewinnen. Myzel kann direkt aus einem gesunden Fruchtkörper entnommen werden, statt dass es aufwändig aus einem Sporenabdruck zu isolieren. Indem man die gewünschte Pilzart im Supermarkt erwirbt oder sie beim Sammeln erntet und anschließend klonet, kann man günstig schnellwüchsige und kräftige Stämme erwerben.

Zum Klonen wird ein Fruchtkörper unter keimfreien Bedingungen der Länge nach auseinander gerissen. Mit einem sterilisierten Skalpell oder einer Präpariernadel wird eine kleine Menge Myzel aus dem Inneren entnommen und auf bzw. in das Kulturmedium überführt. Da Fremdsporen und Keime an der Oberfläche des Fruchtkörpers anhaften können, sollte vorsichtig gearbeitet werden. Zusätzlich kann der Fruchtkörper des Pilzes mit Wasserstoffperoxid-Lösung behandelt werden.



Klonen eines Champignon

Alternativ lassen sich Pilze auch auf unbehandelter Wellpappe klonen. Hierzu wird ein Stück aus dem inneren des möglichst frischen Pilzes geschnitten und zwischen zwei Wellpappe Schichten gelegt. Dieses "Sandwich" gibt man dann in ein sterilisiertes/pasteurisiertes Glasgefäß. Nach zwei Tagen sollte das Myzel damit beginnen, die Pappe zu durchwachsen. Nach etwa einer Woche ist die Pappe komplett besiedelt. Diese Technik funktioniert mit fast allen Holz und Stroh besiedelnden Arten.

## Petrischalen im Kühlschrank einlagern

Pilzmyzel in einer Petrischale kann man gut über mehrere Monate aufbewahren, indem man die versiegelte Petrischale im Kühlschrank bei zwei bis vier °C einlagert. Da die meisten Pilze ihr Wachstum und ihren Stoffwechsel bei so geringen Temperaturen auf ein Minimum reduzieren, können sie so bis zu 18 Monaten unbeschadet überstehen. Der Pilz kann die Petrischale nicht verlassen und auch keine Sporen abgeben.

## Herstellung von Impfspritzen

### Sporenspritze

Eine Sporenspritze enthält Pilzsporen in sterilem Wasser. Sie wird verwendet, um vorbereitetes Substrat oder Substratkuchen zu beimpfen. Da eine Kanüle kein großes Loch reißt (Spawnbeutel/PF-Tek-Deckel) oder keine große Öffnung (Gläser / Petrischalen) braucht, ist die Spritzenmethode besonders kontaminationsvorbeugend.

### Herstellung von Sporenspritzen

Die Herstellung von Sporenspritzen findet optimaler Weise in einem sterilen Luftstrom statt, wie ihn etwa ein HEPA-Filter oder ähnliches produziert, oder in einer Impfbox herrscht. Ein steriler Sporenabdruck wird mit sterilem Werkzeug in ein steriles Glas gekratzt. Die Sporen im Glas mit sterilem destilliertem Wasser lösen. Nun unter ständigem Rühren alle Spritzen aufziehen.

### Verwendung der Sporenspritze

Vor der Verwendung einer Sporenspritze zuerst etwas sterile Abluft einer Flamme in die Spritze saugen und heftig durchschütteln, damit sich die abgelagerten Sporen gleichmäßig im Wasser verteilen. Vor jedem Einstich die Kanüle ausglühen (und geplante Einstichstelle auf dem Substratbeutel desinfizieren) um das Kontaminationsrisiko zu minimieren. Die Kanüle nicht unnötig tief hineinstecken. Die Einstichstelle schnell mit Heißkleber oder Klebeband

versiegeln.

## Lagerung der Sporenspritze

Die beste Lagerung für vorbereitete Spritzen ist im Kühlschrank. In einem Gefrierbeutel (Im Kühlschrank, nicht unter 5°C!) verpackt hält sich eine gesunde Sporenspritze zirka sechs Monate. Viele Hobbyzüchter, bestellen ganz legal, von Züchtern aus den umliegenden EU-Ländern, Sporenspritzen aller Sorten und Arten, die in steriler Umgebung hergestellt wurden. Das Preis/Leistungsverhältnis stimmt bei den Marktführern. Eine solche Spritze, in der bis zu 100 ml der Lösung enthalten sind, kostet um die zehn Euro.

## Myzelspritze

Eine Myzelspritze funktioniert ähnlich wie eine Sporenspritze, wobei die Sporen durch kleine Myzelstücke ersetzt werden. Jedes noch so kleine Stück Myzel kann auf geeignetem Nährboden weiterwachsen und diesen komplett durchwachsen. Myzelspritzen sind im Vergleich zu Sporenspritzen Kontaminationsunanfälliger, da man hier mit stark verdünntem Wasserstoffperoxid (0,3 %) arbeiten kann. Wasserstoffperoxid enthält radikalen Sauerstoff, der Kontaminantensporen oxidiert und dadurch abtötet. Das Myzel überlebt den Kontakt mit dem Wasserstoffperoxid und kann ungestört das Substrat durchwachsen.

## Herstellung einer Myzelspritze mit Myzel aus der Petrischale

Auf das Myzel in der Petrischale werden wenige ml sterilisierte Nährlösung gegeben. Nun wird mit der dicken Kanüle der Spritze Myzel vom Agar abgekratzt, so dass es auf der Nährlösung schwimmt. Dieses Gemisch aus Nährlösung und Myzel kann nun mit der Spritze aufgezogen werden. Evtl. mit 0,3 prozentigem  $H_2O_2$  (Wasserstoffperoxid) auffüllen. Anschließend etwas sterile Luft (sterile Abluft einer Flamme oder Luft aus dem HEPA-Filter) einsaugen und die Spritze schütteln.

Kanüle ausglühen!

## Kultivierung von Flüssigmyzel und Herstellung von Myzelspritzen

Diese Methode erfordert einen Arbeitsschritt mehr als das Aufziehen von Myzel aus einer Petrischale, ist aber effektiver da weitaus mehr Spritzen hergestellt werden können.

### Herstellung der Nährlösung

Flüssigmyzel nennt man Myzel das in einer flüssigen Nährlösung wächst. Die Nährlösung besteht aus Wasser und dem Nährstoff. Als Nährstoff kommen u.a. Honig oder Malzextrakt in Frage. Zum Herstellen der Nährlösung wird ein Teelöffel Nährstoff mit etwa 100 ml Wasser vermischt und in einem Glas sterilisiert. Das Glas kann mit Alufolie abgedeckt oder mit einem Polyfillstopfen verschlossen werden.



Honigmyzel

### **Impfen der Nährlösung**

Nach der Sterilisation wird das Glas mit einem Stück Myzel von einem Agar-Nährboden beimpft. Die Zeit die das Myzel zum Durchwachsen der Nährlösung braucht hängt von der Pilzart und von der Konzentration der Nährstoffe ab. Bei der Zugabe von kleinen Glasscherben kann durch Schütteln das Myzel schnell verteilt werden, es durchwächst somit schneller.

### **Aufziehen von Spritzen**

Nach einer Durchwachszeit von ein bis vier Wochen können dann aus diesem Glas mehrere Spritzen aufgezogen werden.

### **Verwendung der Myzelspritze**

Sie ist wie eine Sporenspritze zu benutzen: Kleine Mengen Flüssigkeit in oder auf das zu besiedelnde Substrat spritzen. Einstichloch nach Beimpfung versiegeln.

Flüssigmyzel ist sehr mächtig. Wird es beispielsweise in ein Roggenglas gespritzt, so wird das Glas von oben und unten gleichzeitig durchwachsen, so dass der Schritt der Roggenbrut sogar übersprungen werden kann.

### **Lagerung einer Myzelspritze**

Der beste Ort zur Lagerung für vorbereitete Spritzen ist der Kühlschrank, denn viele Pilzarten stellen bei niedrigeren Temperaturen das Wachstum ein. In einem Gefrierbeutel verpackt hält sich eine gesunde Myzelspritze mindestens acht Wochen.

## **Substrat**

### **Verschiedene Substrate**

#### **Sittichfutter oder Roggen**

Körnersubstrate eignen sich zum Vorziehen für Holzliebhaber. Für *Psilocybe Cubensis* eignet sich Roggen eventuell unter Zugabe von Gips.

#### **Holz**

Für die Holzliebhaber (*Lentinula Edodes*, *Psilocybe Azureus*/*Cyanescens*/*Subaeruginosa*) nimmt man am besten Hartholzchnipsel (Chipsi Exotenstreu, Hackschnitzel, Räuchergold). Mit *Psilocybe Azureus* lässt sich, solange er mit Holz vermehrt wird, relativ unsteril arbeiten. Die Holzchnipsel werden für einen Tag in Wasser eingelegt, danach abtropfen lassen. Wichtig ist, dass keine Nässe zurück bleibt. Die Holzchnipsel werden schneller durchwachsen, wenn sie mit durchwachsener Körnerbrut (z.B. Roggenbrut) anstatt mit bewachsenem Holzsubstrat geimpft werden. Hierbei ist zu beachten, dass der Roggen zu 100% durchwachsen sein muß. Unbewachsene Roggenkörner kontaminieren leicht, wenn sie unsteril verarbeitet werden. Es ist von Vorteil, die Roggenbrut zu zerteilen und dann ein paar Tage stehen zu lassen, um auch den letzten Rest bewachsen zu lassen.

## Holz/Stroh, Holz/Späne im Beutel

Für reines Holzsubstrat eignet sich eine Mischung aus 20 Teile Sägespäne, 10 Teile Holzhackschnitzel und ein Teil Gipspulver. Die Anteile werden im Plastikbeutel gemischt und anschließend gewässert. Überschüssiges Wasser läßt man wieder ablaufen, die Mischung sollte sich feucht anfühlen und keines falls Nass sein. Das Substrat kann dann sofort, am besten mit Körnerbrut, geimpft werden.

Holz-Substrat lässt sich mit Stroh und/oder Holzspänen bereichern. Bei manchen Pilzarten wird das Substrat schneller durchwachsen als bei reinem Holz. Oft entsteht so ein kompakte Menge an Substrat. Das Substrat lässt sich z.B. in Kunststoffbeuteln wässern und auch impfen. Oft reicht es sogar, das Stroh nicht zu pasteurisieren sondern mit dem Holz zusammen zu wässern. Zur Fruchtung wird das Substrat aus dem Beutel entfernt oder an den entsprechenden Stellen Löcher in den Beutel geschnitten.



Shiitake auf Holzschnipsel/Gipssubstrat

## Reismehl/Vermikulit

PF-Tek-Substrat. Für dieses Substrat benötigt man 2 Zutaten die auch recht einfach beschaffbar sind. Man benötigt zum einen Vermiculit und Reismehl. Beides ist günstig im Internet erhältlich. Dieses Substrat eignet sich ideal für die sogenannten Reismehlkuchen. Für die Herstellung des Substrats wird folgendes Mischverhältnis empfohlen:

4 Teile Vermiculit

1 Teil Reismehl

1 Teil Wasser

Alles gut durchmischen und sofort verwenden, weil dieses Substrat aufgrund der hohen Fruchtbarkeit unheimlich schimmelfähig ist! Dieses Substrat ist besonders für *Psilocybe-cubensis*-Stämme geeignet, um einen hohen Wirkstoffanteil zu erzielen. Allerdings auf Kosten des Ertrags. Dies kann durch die Zugabe von etwas in Wasser eingeweichten Weizen ausgeglichen werden. Um eine ideale Feuchtigkeitsspeicherung zu gewährleisten wird empfohlen noch etwas Perlite unterzumischen und den Boden der zu beimpfenden Box (falls keine Umtopfung bzw. Stürzung) geplant ist zu gewährleisten. in das Substrat selbst kann auch ein noch etwa 1/8 Perlite zugegeben werden.

## Grassamen oder Hirsemischungen

Sklerotienbildende *Psilocybe* bilden selbige gut auf diesen Substraten.

## Stroh (optional mit Dung)

Durchwachsene Roggenbrut kann mit Stroh vermischt ('gebulkt') werden. Das Stroh wird zuvor nur pasteurisiert, d.h. mit kochend heißem Wasser übergossen. In kurzer Zeit ist das Stroh durchwachsen.

Düngerlinge wachsen zuverlässig auf Stroh/Dung.

## Strohpellets

Diese eignen sich für alle Strohbewohner. Man muss lediglich die Pellets wässern und etwa 10 bis 14 Tage in einem Eimer oder ähnlichem mit Deckel bis zur Fermentation stehen lassen.

Sollte sich in dieser Zeit Schimmelpilz an der Oberfläche zeigen, wird dieser einfach untergegraben und dem Fermentationsprozess überlassen. Wenn die Pellets leicht jauchig riechen sind Schimmelpilze abgetötet und der richtige Moment ist gekommen sie zu beimpfen. Achtung: Die Strohpellets dehnen sich um das vier- bis fünffache aus, deshalb das Fermentationsgefäß nur zu einem Viertel mit Pellets füllen. Auf 3 kg Pellets zehn bis elf Liter Wasser geben. Die Pellets sollten obenauf nicht zu trocken sein. Am besten kontrolliert man alle zwei bis drei Tage



die Feuchtigkeit. Mit fermentierten Strohpellets kann man das ganze Jahr über Pilze in Kunststoffblumentöpfen, Plastikstapelboxen, Foliensäcken usw. züchten. Zum Impfen benutzt man hierbei am besten Körnerbrut. Man benötigt für 3 kg trockene unfermentierte Pellets etwa ein Liter Körnerbrut. Das Pelletssubstrat wird mit Körnerbrut vermischt in ein Gefäß s.o. gefüllt. Überschüssiges Wasser sollte dabei ablaufen können so das keine Staunässe entsteht. Man darf jetzt sogar, wenn es das Gefäß aushält, starken Pressdruck ausüben, so dass möglichst viel Substrat in das Behältnis passt und überschüssiges Wasser abgepresst wird. Achtung! Das überschüssige Wasser ist braun gefärbt, deshalb sollte man diese Arbeit draußen im Garten verrichten. Plastiktöpfe oder andere offene Kulturbehälter müssen mit einer Plastikfolie bedeckt werden. Die Folie darf das beimpfte Substrat nicht berühren. Am besten fixiert man die Folie am Topfrand mit einem Draht oder einer Kordel. Anschließend muss die Folie perforiert werden. Nun stellt man das ganze z.B. in einen Kellerraum. Es reicht wenn dämmriges Licht vorhanden ist. Nach dreieinhalb bis vier Wochen kann die Folie entfernt werden. Jetzt sollte das Substrat komplett vom Myzel durchwachsen sein meist sind schon die ersten Fruchtkörper sichtbar. Die Kultur kann nun im Garten oder im Zimmer in einer schattigen Ecke aufgestellt werden. Ab und zu (nur wenn sich die Kultur trocken anfühlt) sollte mit einer Blumenspritze dafür gesorgt werden, das die Kultur nicht austrocknet. Im Schnitt kann man nun alle vier bis sechs Wochen mit einer Ernte rechnen.



Austernpilz auf Strohpellets vier Wochen nach dem Beimpfen.



Austernpilz auf Strohpellets fünf Wochen alt. Der Erntezeitpunkt wurde etwas überschritten, deshalb die Sporen am Topfrand.



Austernpilz auf Strohpellets. Die sechste „Welle“ man sieht deutlich wie das Substrat aufgezehrt wurde. Diese Kultur brachte 15 Monate lang etwa alle vier bis sechs Wochen eine Ernte.

### Kaffeesatz als Zusatzstoff

Wer viel Kaffee trinkt sollte mal versuchen, das ausgekochte Kaffepulver aus den Filtern als Substrat zu nehmen. Es ist ein sehr guter Nährboden zumindest für Schimmelpilze denn diese wachsen schon nach sehr kurzer Zeit in großen Mengen darauf. In wie weit es sich als Substrat für Speisepilze eignet muss man im Einzelfall vorher ausprobieren. Wichtig ist jedoch auch hier eine gründliche Sterilisation des Pulvers damit keine Fremdsporen darauf wachsen.

Bei trüffelbildenden Pilzen soll sich Kaffee im Substrat auch positiv auf die Trüffelbildung auswirken.

(Ein positiver Effekt auf Myzelien ist nicht unbedingt gegeben. Der Einsatz von Kaffee ist umstritten: Es gibt Berichte von mutierten Fruchtkörpern. Andere Züchter schwören dahingegen auf Kaffee.)

## Mohn als Hilfsmittel zur Wachstumsbeschleunigung

Backmohn (Samen der Schlafmohnkapsel) eignet sich hervorragend als Zusatz zum Hauptsubstrat. Durch die kleine Korngröße werden diese rapide schnell bewachsen und verteilen sich nach Schütteln sehr effizient im ganzen Substrat. Von dort wächst aus jedem beimpften Korn in alle Richtungen Myzel. Aber Vorsicht: Durch den hohen Fettgehalt sind die Samen sehr anfällig gegenüber Kontaminationen.

## Kulturgläser

Gut geeignet sind alle Gläser mit Metalldeckel, die im Haushalt anfallen. Z.B. von Kirschen/Schattenmorellen im Glas, etwa 700 ml Inhalt, eignen sich bestens.

Für PF-Tek benötigt man schulterlose Sturz-Gläser.

## Herstellen / Zubereiten des Substrats

### Gefahren

Pilze sind dafür bekannt allerlei Schadstoffe aufzunehmen. Insbesondere Schwermetalle sind hier problematisch. Korn oder sonstige Substrate sollten nicht einfach der Natur entnommen werden, vor Allen nicht von Orten, dessen Boden ihr nicht vorher untersucht habt. Ratsam ist ein Kauf solcher Produkte, denn nicht nur in Deutschland herrschen strenge Richtlinien für Lebensmittel und natürlich auch Grenzwerte für Schadstoffe.

### Kulturgläser / Mycobags

Verwendet man Gläser zur Kultur, kann es nützlich sein schulterlose Gläser zu verwenden, um die durchwachsene Kultur als Ganzes hinauszustürzen.

Statt Gläsern können auch spezielle Kunststoffbeutel (Mycobags) verwendet werden, diese bestehen aus besonders hitzebeständigem Kunststoff und können Filter integriert haben.

### Vorbereitung von Roggen

#### Gemisch aus Wasser und Roggen sterilisieren (Füllmengenverhältnis)

Das Glas mit trockenem Roggen auf etwa ein Drittel der Füllhöhe auffüllen. Unter schwenken langsam Leitungswasser dazugeben, bis das Wasser etwa einen Zentimeter über dem Roggen steht. Bei alkalischem Leitungswasser empfiehlt sich die Absenkung des pH-Wertes mit ein paar Tropfen Zitronensäure.

Alternativ lässt sich ein Glas mit z.B. 100 Gramm und 130 ml Wasser füllen. Je nach Roggen kann das Mischungsverhältnis von 1:1,3 angepasst werden.

Diese Variante hat den Nachteil, dass die Körner nach dem sterilisieren leicht zu trocken oder zu nass bzw. matschig sind. Durch rumprobieren kann hier zwar optimiert werden, doch nachfolgendes **köcheln** ist eine bessere Möglichkeit den Roggen vorzubereiten.



### **Schütteln der Gläser**

Nach dem Sterilisieren wartet man, bis der Topf angenehm handwarm ist, entnimmt einzeln die Gläser und schüttelt sie (mit fest verschraubtem Deckel) so, dass sich zu feuchte und zu trockene Bereiche vermischen.

### **Roggen köcheln**

Eine zuverlässige Methode optimale Körnerbrut zu bekommen ist das Köcheln des Roggen. Dazu nimmt man einen großen Topf, füllt ihn mit Wasser und gibt den Roggen hinein, z.B. 500g Roggen auf 5l Wasser. Dies wird dann auf niedriger Stufe gut 45 Minuten gekocht, bis etliche Roggenkörner aufgeplatzt sind. Nun kann der Roggen in ein Sieb und das Wasser abgegossen werden.

Wichtig: Anschließend muss der gekochte Roggen unter fließendem Wasser gründlich gewaschen werden. Gründlich abtropfen lassen.

Die gewaschenen und gekochten Körner haben nun die optimale Feuchtigkeit und können in die zu sterilisierenden Gläser gegeben werden.

### **Einweichmethode / Aufquellen des Substrats (Roggen, Holz)**

Alternativ kann man den Roggen auch 24 Stunden lang wässern und dann sterilisieren. Beim Füllen des Glases füllt man das Wasser dann 0,5 cm unter die Roggen-Füllhöhe. Nach den 24 Stunden sollte der Wasserpegel nur 0,5 bis 1 cm über dem Boden stehen. Auch wenn diese Methode länger dauert und eventuell zu matschigem Substrat führt, bietet sie den Vorteil, dass viele Kontaminantensporen (vor allem auch Endosporen, welche zu kurze Sterilisation teilweise überleben können) während des Aufquellens zu keimen beginnen und durch den anschließenden Sterilisationsvorgang zuverlässiger abgetötet werden.

Holzchnipsel werden etwa 24 Stunden lang eingeweicht und dann gründlich abtropfen gelassen.

### **Pasteurisieren von Stroh**

Bei Stroh reicht es aus, mit kochend heißem Wasser zu übergießen und dann abtropfen zu lassen.

### **Sterilisieren im Dampfdruckkochtopf**

Damit das Substrat steril ist, wird es in Gläser mit Schraubverschluss aus Metall gefüllt und im Dampfdruckkochtopf für min. 90 Minuten gekocht. Dabei muss ein Druckausgleich (in das Kulturglas) möglich sein, also den Kulturglas-Deckel nicht fest zuschrauben, sondern locker auflegen. (Der Dampfdruckkochtopf muss natürlich bis auf das Überdruckventil dicht verschlossen sein.) Wenn sich beim Abkühlen ein Unterdruck im Glas bildet und das Glas zum beimpfen geöffnet wird, saugt es viel Luft ein und kontaminiert wahrscheinlich.

Eine beliebte Technik ist auch das Bedecken der Öffnung mit Aluminiumfolie bevor der Deckel locker aufgeschraubt wird.

Man kann in die Deckel der Gläser Löcher machen, in die man Polifillwatte als Filter einbringt. Durch diese Öffnung kann nun ein Druckausgleich erfolgen und die Deckel können fest zugeschraubt werden.

Tyvek ist auch sehr gut geeignet Luftaustausch zu ermöglichen und Kontamination zu verhindern. Tyvek verfügt über so feine Poren/Öffnungen, dass nur Gasmoleküle hindurchpassen. Einfach mit Tyvek die ganze Glasöffnung abdecken und den mit einem Loch versehenen Metalldeckel fest aufschrauben.

Wird der Deckel fest aufgeschraubt, kann beim Öffnen des Deckels mit Einströmen von Luft das Substrat kontaminiert werden.

## Myzel übertragen

### Sterile Arbeitsumgebung

Auch hier ist auf eine sterile Umgebung zu achten. Der gesamte Vorgang wird am besten in einer Impfbox oder im sterilen Luftstrom eines HEPA-Filters verrichtet.

### Wasserstoffperoxid / $H_2O_2$

Wenn man keine sterile Arbeitsumgebung zur Verfügung hat, oder die Myzelschale kontaminiert ist, wird empfohlen, die Myzelstücke auf dem Weg in das Substratglas in Wasserstoffperoxid zu baden (in 0,3 %  $H_2O_2$  für drei Minuten), damit alle möglichen Kontaminanten (Sporen, Bakterien, Hefen), die beim Transfer an das Myzel gelangen konnten, durch Oxidation unschädlich gemacht werden. Eine Kontamination würde sonst das Substratglas unbrauchbar machen. Wasserstoffperoxid tötet allerdings nur bedingt Fremdkeime. So sind alle Organismen die über das Enzym Katalase verfügen relativ immun gegen das Zellgift Wasserstoffperoxid. Vorallem anaeroben Organismen fehlt dieses Enzym.

### Impfen der Substratgläser

Mit einem sterilen Schneidewerkzeug (am besten eine lanzettförmige Präpariernadel oder Skalpell) wird ein kleines Stück Myzel auf Agarmedium aus einer sauber bewachsenen Petrischale herausgetrennt und in die vorbereiteten Substratgläser übertragen. Nach dem Übertragen die Substratgläser fest verschließen und für die Durchwachsphase (🕒 Inkubation) an einen warmen Ort stellen.

## Durchwachsen des Substrats

### Auf Fremdkeime prüfen

Während der Durchwachsphase müssen die Substratbehälter (Gläser) auf Kontamination geprüft werden. Bunte Wucherungen (Schimmelpilze) und Bakterien machen das Substrat (und den Kulturpilz der das Substrat durchwachsen sollte) unbrauchbar. Kontaminierte Substratbehälter müssen so früh wie möglich entfernt werden. Am besten wäre es, das kontaminierte Substrat vor der Entsorgung erneut zu Autoklavieren, um eine weitere Sporenverbreitung zu verhindern.

Durch die pilzfreundlichen Umweltbedingungen in der Indoor-Zucht verbreiten sich Schimmel schnell und sind bald in allen versteckten Ecken, die ein wenig Nahrung bieten (Fingerabdrücke reichen oft). Container, in denen hohe Luftfeuchtigkeit herrscht (Fruchtkammer) regelmäßig gründlich auswaschen und desinfizieren.

## Schütteln der Gläser

Nach ein paar Tagen Wachstum kann das Substrat geschüttelt werden, wodurch die Myzelfäden gleichmäßig verteilt werden. Dadurch wächst an vielen Stellen Myzel heran, welches sich später zu einem Pilzgewebe vereinigt (sofern man einen homogenen Stamm ausgewählt hat).

## Outdoor-Kulturen

### Kultur auf Strohballen

Man sollte darauf achten, dass der Strohballen aus gesundem Stroh besteht und nicht mit Chemikalien, die Pilze abtöten, behandelt wurde.

Zuerst muss der Strohballen etwa zwei Tage komplett unter Wasser getaucht werden, so dass er auch innen richtig nass ist. Danach etwa einen Tag das überschüssige Wasser ablaufen lassen, damit keine Staunässe entsteht. Anschließend drücken wir mit einem Impfholz (Besenstiel oder ähnliches) in die langen Seiten zehn bis zwölf Löcher (etwa 20 cm tief) ein. Pro Loch reicht die Menge Körnerbrut, die in ein Schnapsglas passt. Die Brut wird mit dem Impfstock in die Löcher eingeschoben. Die Löcher verschließen sich nach kurzer Zeit von selbst. Natürlich ist auch hier ein schattiger Standort notwendig. Es ist nun darauf zu achten, dass der Strohballen nicht austrocknet. Sobald sich das Stroh in vier bis fünf cm Tiefe trocken anfühlt, sollte mit einer Gießkanne nachgewässert werden. Beim Aufstellen der Kultur ist auch darauf zu achten, dass es Pilze wie z. B. die Braunkappe gibt, die unbedingt Erdbodenkontakt benötigen, also in diesen Fällen die Kultur nicht auf Steinboden oder Folien aufstellen.



Das Mycel hat einen Strohballen durchwachsen

Die erste Fruchtung sollte nach etwa zwei bis drei Monaten erfolgen. Nach etwa sechs Monaten ist die Kultur erschöpft, der Strohballen fällt in sich zusammen und kann nun hervorragend als Kompost verwendet werden.

Die erste Fruchtung sollte nach etwa zwei bis drei Monaten erfolgen. Nach etwa sechs Monaten ist die Kultur erschöpft, der Strohballen fällt in sich zusammen und kann nun hervorragend als Kompost verwendet werden.

### Anlegen eines Pilzbeetes

Für Champignons z. B. lässt sich ein Pilzbeet auf diese Art und Weise anlegen:

#### Grube mit Pferdemist

Man suche sich einen vollschattigen Platz im Garten. Dort gräbt man eine Grube, z. B. 60×60 cm und 40 cm tief. Bis 10 cm unter den Rand füllt man die Grube mit frischem Pferdemist, welcher Lage für Lage festgestampft wird. Die oberste Schicht wird mit etwas Erde abgedeckt. Darüber kommt eine Plane oder ein Brett, damit der Mist vom Regen nicht fortgespült wird.

Wenn der Mist frisch genug war, erwärmt er sich und benötigt einige Tage zum Abkühlen. Die im Mist enthaltenen Bakterien müssen absterben. Nach etwa drei Wochen (nicht zu lange warten, sonst schnappen sich Fremdkulturen unser Substrat) wird geimpft: Eine ordentliche Menge Brut auf die oberste Schicht legen und mit Torf, Erde und Kalk oder Rindenhumus und Kalk abdecken.

## **Grube mit Holz/Substrat**

Hat man durchwachsenes Holzsubstrat (oder auch Pappe etc.), so lässt sich dieses direkt oder unter Zugabe von unbewachsenem Substrat eingraben und mit etwa zwei cm Erde bedecken. Auch hier ist wichtig, dass es sich um einen schattigen Platz handelt. Gegebenenfalls muss das Beet im Sommer gewässert werden.

Nach einigen Wochen bis Monaten (je nach Jahreszeit) sollten sich die ersten Fruchtkörper zeigen.

## **Zucht auf Baumstämmen**

Die beste Jahreszeit für die Holzbeschaffung sind die Wintermonate, wenn die Bäume ihre Ruhephase haben. Ansonsten sollte das verwendete Holz immer ganz frisch sein. Frisch geschlagene Stämme sollte man wenigstens vier bis sechs Wochen trocken lagern, um sicherzustellen, dass Fremdmyzel ausgetrocknet wird. Danach ist die Holzfeuchtigkeit zu überprüfen. Wenn das Sägemehl von den Schnittstellen oder Bohrlöchern beim Zusammenpressen in der Hand leicht zusammenklebt, ist die Holzfeuchtigkeit genau richtig. Wenn das Sägemehl zu trocken ist, dann muss das Holz etwa 24 Stunden gewässert werden, wobei darauf geachtet werden muss, dass der Stamm ganz unter Wasser gedrückt wird. Die Stämme selber sollten nicht länger als 40 bis 50 cm sein und maximal 30 cm Durchmesser aufweisen, damit sie schnell vom Myzel durchwachsen werden können.

Beim Impfen von Baumstämmen sollte man beachten, dass bei Lagerung im Freien das Myzel nach dem Impfen die ersten sechs bis acht Wochen noch nicht so gut das Holz durchwachsen hat. In dieser Zeit ist das Myzel frostempfindlich.

Am besten gelingt es, wenn man die Stämme nach dem Beimpfen im Keller in eine Folie oder Plastiksäcke einpackt und sie mittels einer Pflanzenspritze feucht hält. Die Folie beziehungsweise die Säcke müssen perforiert werden, und es darf auf gar keinen Fall Staunässe entstehen.

## **Verwendbares Holz**

- Birke: hier wachsen fast alle Pilze gut ein.
- Rotbuche: auch hierauf wachsen fast alle Arten gut (außer dem Lackporling)
- Eichenholz nur für Shiitake.
- Pappel
- alle Obstbaumarten (besonders geeignet für Austernpilz)

## **Nicht geeignetes Holz**

- Wegen des hohen Harzanteils sind alle Nadelhölzer nicht geeignet.

## **Impfen des Baumstamms**

### **Schnittflächenimpfmethode**

Dies ist die simpelste Art, einen Holzstamm mit Körnerbrut zu impfen.

Der Stamm muss dabei während der gesamten Durchwachsphase hingestellt werden. Auf die obere Schnittfläche wird ein bis zwei cm dick die Körnerbrut gelegt. Darüber kommt dann eine Plastikfolie, die mit einem Draht rundherum festgebunden wird. Man kann die Plastikfolie natürlich auch festtackern. Von Klebebändern ist abzuraten, diese könnten beim Entfernen die Rinde beschädigen. Die Folie sollte so dicht abschließen, dass kleine Schnecken keine Möglichkeit finden, an die Körnerbrut heranzukommen.

### **Keilschnittmethode**

Typischerweise sägt man einen Keil aus dem Baumstamm und füllt diesen Einschnitt mit Körnerbrut soweit auf, dass der Keil wieder eingesetzt werden kann. Der Keil wird mit einem Nagel auf der Impfstelle festgenagelt. Danach wird die Impfstelle mit einem Stück Plastikfolie abgedeckt und diese mit Heftzwecken oder einem Tacker fixiert. Auch hier gilt es, den Schnecken keine Chance zu geben, an die Impfstellen zu gelangen.

### **Scheibenimpfmethode**

Für diese Methode eignen sich Stämme mit einem Durchmesser von 25 bis 35 cm am besten. Man sägt am Ende des Stammes eine vier bis fünf cm dicke Scheibe ab. Danach wird der Stamm hingestellt, wobei die Schnittfläche nach oben zeigen muss. Nun legt man etwa ein bis zwei cm hoch Körnerbrut auf die Schnittstelle, legt die zuvor abgeschnittene Holzscheibe wieder auf und nagelt oder schraubt diese an dem Stamm fest. Die Schnittstelle wird nun mit einem Plastikfolienstreifen abgedichtet, der Folienstreifen wird am besten festgetackert oder mit Heftzwecken fixiert. An die Schnecken denken!

### **Körnerbrut/Bohrlochmethode**

Bei dieser Methode werden nur über die Rindenfläche gleichmäßig verteilt Löcher gebohrt. Die Löcher sollten möglichst gleichmäßig verteilt sein. Die Bohrtiefe ist abhängig von der Holzstammdicke, sollte aber schon fünf bis sechs cm betragen. Die Bohrlöcher werden im Abstand von zehn bis zwölf cm horizontal und vertikal gebohrt. Die Löcher werden nun mit Körnerbrut aufgefüllt und mit einem sauberen Holzstäbchen (Holzdübel) angedrückt. Anschließend werden die Impflöcher mit Folie, Wachs (kalt) oder Pappeknübelchen verschlossen.

### **Holzdübel/Bohrlochmethode**

Alternativ können auch Myzeldurchwachsene Holzdübel zum Impfen der Stämme verwendet werden. Dazu bohrt man mit einem 9-mm-Bohrer in gleichem Abstand rundherum acht bis zehn Löcher in das Holz. Die Bohrtiefe sollte der Dübellänge entsprechen. Ab jetzt ist auf Sauberkeit zu achten! Nun sollten die Holzdübel ein bis zwei Minuten gewässert werden. Falls sich dabei Myzel ablöst, so ist das nicht schlimm, weil wir das Myzel benötigen, das den Dübel von innen durchwachsen hat. Nun schlägt man die Dübel mit einem Hammer soweit in das Holz hinein, dass sie glatt mit dem Stamm abschließen. Sollte das Bohrloch zu tief sein, kann man es natürlich auch mit Wachs verschließen.

Auch hier gilt: schattig lagern



Sommerausternpilz erste Fruchtung auf  
Buchenholz

## Die Fruchtung

Über verschiedene Wege kann man zu den geliebten Fruchtkörpern (den umgangssprachlichen Pilzen) kommen.

Die Fruchtung wird häufig in zwei Phasen unterteilt: In der ersten Phase werden die Primordien gebildet. In der zweiten Phasen wachsen die Primordien zu Fruchtkörpern heran. Beide Phasen benötigen häufig unterschiedliche Werte der Umgebungsbedingungen wie z.B. relative Luftfeuchtigkeit (RLF), Temperatur, Kohlendioxidkonzentration, Frischluft.

Im wesentlichen wird für die Fruchtung eine hohe (65 bis 85 %) bis sehr hohe (95 bis 100 %) Luftfeuchtigkeit benötigt.

Die verschiedenen Wege sind Möglichkeiten, die Luftfeuchtigkeit für die Fruchtung zu erhöhen.

## Casing / Abdecken

Je nach Vorliebe des Pilzes kann oder sollte die vollständig durchwachsene Brut, mit einer Deckschicht abgedeckt werden („casing“). Wartet man zu lange mit dem Abdecken, können sich bereits vorher Pilze bilden, die jedoch verkümmern. Zum Abdecken gibt man die Brut in einen festen (sterilisierten/desinfizierten) Behälter aus Plastik oder Aluminium (Tetrapacks haben sich auch bewährt, genauso Blumenkästen) und gibt darauf die Deckschicht.

Vorteile eines Casing sind:

- nährstoffarme Deckschicht → Schutz gegen Kontamination,
- Speichern und Bereitstellen von Wasser,
- größere Oberfläche,
- unterstützt das Wachstums vorteilhafter Mikroorganismen (auf die einige Pilze angewiesen sind).

Manche Pilze, wie z.B. der Shiitake benötigen kein Casing.

## Deckschicht-Rezepte

Die folgenden Rezepte haben sich über den Jahren als gute Allzweck-Deckschichtmischungen herausgestellt.

- 10 Teile Torf (sauer)
- 5 Teile vom groben Vermiculite
- 2 Teile Kalk (basisch)

oder

- 2 Teile Kokohum (pH-neutral)
- 1 Teil grobes Vermiculite

Wichtiger als das Mischungsverhältnis ist, dass der pH-Wert zwischen 7 und 8 liegt. Torf ist recht sauer und läßt den pH-Wert abfallen, was eine große Zugabe von Kalk nötig macht. Kokohum ist pH-neutral und sollte den Gesamt-pH-Wert nicht verändern. Diese Mischungen ergeben gute Ergebnisse bei unterschiedliche Arten, jedoch gibt es auch zahlreiche andere mögliche Mischungen. Reines Vermiculit lässt sich auch gut verwenden.

Nachdem die Bestandteile in einer Schüssel trocken zusammengemischt wurden, wird noch Wasser hinzugefügt. Die richtige Feuchtigkeit ist gegeben, wenn bei lose gehaltener Mischung kein Wasser ausläuft. Die Mischung sollte jedoch das Wasser freigeben, wenn sie zusammengedrückt wird.

## **Nährstoffe in der Deckschicht?**

Eine wichtige Sache ist, dass die Deckschicht keine Nährstoffe liefern soll. Alle organischen Zusätze (sterilisiert oder nicht) werden in der feucht warmen Deckschicht zu Kontaminationen führen.

Die Bedingungen für das Wachstum von Fruchtkörpern ist in der nährstoffarmen Deckschicht nahezu optimal.

## **Pasteurisieren oder Sterilisieren der Deckerde**

Auch bei der Deckerde gilt: Um Fremdkeime zu vermeiden sollte sie im Dampfdruckkochtopf sterilisiert werden. Das Myzel wird es danken. Als Zeit reicht die Hälfte, welche man zur Sterilisation von Roggen verwenden würde.

Eine Alternative zum Dampfdruckkochtopf kann die Behandlung in der Mikrowelle sein: Es reicht, wenn die Mischung eine halbe Stunde bei voller Leistung in der Mikrowelle erhitzt wird, auch wenn hier keine Sterilisation erreicht wird.

Manchen Pilzarten sind auf Bakterien in der Deckschicht angewiesen, bei ihnen darf die Deckschicht höchstens pasteurisiert werden.

Hier kann bei Bedarf von einer Wärmebehandlung abgesehen werden.

## **Abdecken im Glas**

Das bewachsene Substrat kann auch im Glas gelassen werden. Obwohl so nur eine recht geringe Oberfläche vorhanden ist, können auch damit gute Ergebnisse erreicht werden. Vorteilhaft ist, dass Fremdkeime eine geringere Chance haben.

Wichtig zu beachten ist, dass Glas rundherum mit Alufolie einzuwickeln, so dass von keiner Seite Licht auf die Brut gelangt. Einzig auf die Deckschicht sollte Licht fallen, damit nur dort Fruchtkörper wachsen.

## **Verwendung von Mini-Gewächshäusern / Kästen**

Aquarien lassen sich gut zur Fruchtung kleiner, durchwachsender Brut verwenden (z.B. aus Halbliter-Gläsern). Die abgedeckte Brut wird in ein ausgedientes Aquarium oder sonst eine wasserfest Kiste platziert.

Es gibt auch Foliengewächshäuser für den Balkon, oder klassische Gewächshäuser, welche sich zum Pilzanbau verwenden lassen.

Zum Fruchten müssen nur noch die Umweltbedingungen stimmen:

- Luftfeuchtigkeit (RLF)
- Temperatur (Aquarienheizstab)
- Licht (z.B. von einer schwachen Leuchtstofflampe)
- Luft-/CO<sub>2</sub>-Austausch (z.B. durch Aquarienluftpumpe)

## **Luftfeuchtigkeit durch Seramis**

Man kann versuchen am Boden des Minigewächshauses einige Zentimeter hoch Seramis (Perlite) einzufüllen und dazu wenige Zentimeter hoch Wasser zugeben. Mitunter erzielen Anbauer mit dieser Methode genügend Luftfeuchtigkeit, insbesondere wenn Minigewächshäuser oder Kästen verwendet werden. Die beiden nachfolgenden sind bei größere Fruchtungsräumen erfolgsversprechender:

## **Luftfeuchtigkeit und Temperatur durch Aquariumheizung**

Man kann den Boden des Aquariums mit Wasser füllen, dort eine Aquarienheizung anbringen. Damit lässt sich sowohl die RLF als auch die Temperatur erhöhen. Das Aquarium wird mit einer Glasscheibe abgedeckt, auf den Deckel legt man eine schwache Leuchtstoffröhre. Im inneren des Aquariums kann man eine kleinere Glasscheibe schräg über der ausgewachsenen Brut anbringen, um zu verhindern, dass Kondenswasser auf die Pilze tropft. Die



Brut selbst wird über dem Wasserstand gehalten, z.B. mit einem Drahtgitter oder sonst eine Konstruktion auf der sich die Brut befindet.

- Pro: einfacher Bau
- Contra: Hohe Stromverbrauch der Aquariumheizung, je nach Größe

## **Pilzanbau im Keller / ganzen Räumen**

Wer einen feuchten Keller besitzt hat optimale Voraussetzungen zur Fruchtung der Pilze. Sollte der Raum nicht genügend Luftfeuchtigkeit besitzen, lässt sie sich mit einem Ultraschallnebler erhöhen. Allerdings sollte man auf sehr gute Belüftung Wert legen sonst bilden sich sehr leicht unerwünschte Pilze (Schimmel).

### **Verwenden von Ultraschallneblern**

In einem separaten Gefäß lassen sich Nebelschwaden durch einen Ultraschallnebler erzeugen. Diese werden mit einem Schlauch in die Pilzbox geleitet. Zum Austausch wird mit einer Aquariums-Luftpumpe Luft in das Nebelgefäß geleitet.

Pro:

- Dies empfiehlt sich vor allem, wenn die geringe Temperaturerhöhung durch die Heizung unerwünscht ist.
- Hiermit lassen sich ganze Räume mit ausreichend Luftfeuchtigkeit versorgen.

Contra:

- Hoher Konstruktions- bzw. Wartungsaufwand. Auch muß das Wasser häufig nachgefüllt werden oder es muss für den Nebel ein Schwimmer verwendet (z.B. aus Styropor) werden. Für die meisten Zuchtboxen wird hier mehr als genug Luftfeuchtigkeit produziert.

## **PF-Tek**

Die Methode von Psilocybe Fanaticus ("PF-Tek") verwendet Reismehl und Vermiculite als Substrat in (schulterlosen) Sturzgläsern. Hier werden die Sporen direkt mit einer gekauften (sauberen) Sporenspritze in das Substrat gebracht, in dem die Pilze später fruchten. Nachdem die Gläser vollständig besiedelt sind wird der 'Substratkuchen' gestürzt und in eine Fruchtungsumgebung (Luftfeuchte, Temperatur, Luft und Licht) gebracht. Dort bilden sich dann Fruchtkörper. Sehr einfach im Gebrauch, jedoch wird wohl kein ernsthafter Mykologe diese Methode wählen.

## **Trüffel**

Trüffel anzubauen ist (mit trüffelbildenden Psilocybe) unkomplizierter, als den Pilz dazu zu bringen, Fruchtkörper auszubilden, dauert aber auch entsprechend länger. Während ein Fruchtkörper(-ernte)-Zyklus nur etliche Tage dauert, muss man für die Trüffelbildung mehrere Monate einplanen. Nachdem der Pilz das Substrat durchwachsen hat, fängt das Myzel stellenweise an zu verdicken, und bildet so mit der Zeit große zusammenhängende Strukturen. Die essbaren Trüffel-Tuber sind nicht leicht zu kultivieren, da sie nur in Symbiose mit Bäumen (Baumwurzeln) existieren können.

## Kontaminationen

Auch während der Fruchtung (sowie in *allen* Phasen der Pilzzucht) gilt: Kontaminierte Einheiten werden komplett entsorgt, auch wenn der Kulturpilz schon erntereife Fruchtkörper gebildet hat. Dies ist wichtig, da niedrigere Pilzarten (z.B.: *Aspergillus*, *Trichoderma*) Toxine produzieren, die ein normalerweise nichtgiftiger Pilz aufnehmen kann und dadurch ebenfalls giftig wird. (Quelle?)

## Die Ernte

Beim Ernten werden die Fruchtkörper am Stiel möglichst nah am Boden (Myzelbewachsenes Substrat / Deckschicht) angefasst und mit viel Gefühl gedreht, sodass der Fruchtkörper nicht bricht, sondern sich komplett vom Myzel trennt. Notfalls kann man auch ein sauberes Messer benutzen (über einer Flamme kurz erhitzen) und die Fruchtkörper möglichst dicht am Boden abtrennen. Solche "Pilzstümpfe" bilden sich normalerweise wieder zurück ohne zu kontaminieren, da dabei aber ein erhöhtes Kontaminationsrisiko besteht (Nährboden für Schimmel), sollte man auf diese Methode verzichten.



Fruchtkörper des Champignons (lat. *Agaricus bisporus*)

## Der richtige Zeitpunkt

Speisepilze die in den Handel gehen, werden geerntet bevor der Hut sich vom Stiel löst, also das Velum noch intakt ist. So bleiben sie am längsten frisch und haben keine Möglichkeit ihre Sporen abzugeben. Bei selbst angebauten Pilzen die rasch nach der Ernte verzehrt werden, sollte man warten bis sie leicht aufgeschirmt sind da sie dann ein besseres Aroma haben. Will man Sporenabdrücke herstellen, sollte man noch warten, bis sich der Pilzhut vollständig geöffnet hat.



Fruchtkörper des Shiitake (lat. *Lentinula edodes*)

## Sporenabdrücke

Sporenabdrücke, bzw. korrekter: "Sporenpulverabdrücke", sollten möglichst keimfrei hergestellt werden. Beliebte Materialien für Sporenabdrücke sind: Visitenkartenkarton, Butterbrotpapier/Weißes Backpapier oder Aluminiumfolie. Die vollständig geöffneten Pilzhüte werden dicht an den Lamellen abgeschnitten, ohne diese zu verletzen und auf bereits zurechtgeschnittene und sterilisierte Folien- oder Papierstücke gesetzt. Auf die Sterilität (Ausglühen) des Werkzeugs ist auch besonders Wert zu legen. Nun sollten die Hüte bei hoher Luftfeuchtigkeit (Glas, Glaskompottschale darüberstülpen) mindestens eine Stunde lang (wenn der Pilz frisch und saftig ist), am besten über Nacht stehen (12 bis 24 Stunden um einen wirklich deutlichen Sporenabdruck zu erhalten) und ihre Sporen rieseln lassen. Wenn die Pilzkappen ausgedient haben und entfernt wurden, muss man die Sporenabdrücke trocknen lassen. Anschliessend in frische Ziplock-Beutel stecken und beschriften.

## Trocknung / Aufbewahrung

Geerntete Fruchtkörper trocknen innerhalb weniger Tage, wenn man sie offen auf einem Blatt Papier ausbreitet. Statt mit Waerme sollte man den Trocknungsprozess durch regen Luftaustausch (Luftzug, Ventilator) beschleunigen.

Eine schonende Alternative ist das Trocknen mit Salz: Bei dieser Methode trocknet man die Fruchtkörper am Besten in einer großen Kiste, in der unten eine Schicht aus Calciumchlorid liegt (Luftentfeuchter aus dem Baumarkt). Nun gilt es eine Fläche zu schaffen, sodass die Fruchtkörper mit in die Kiste gelegt werden können ohne dass sie mit dem Calciumchlorid in Kontakt kommen. Dazu kann man einfach ein Drahtgeflecht wie ein umgedrehtes U formen und auf das Calciumchlorid stellen. Nun kann man die Pilze oben auf das Geflecht legen. Dort lässt man sie solange liegen, bis sie hart und knusprig sind.

Etwas einfacher funktioniert es mit einem elektrischen Trockner aus dem Fachhandel. Die Fruchtkörper werden einfach einmal (je nach Sorte und Größe mehrmals) durchgeschnitten und dann etwa zehn bis zwölf Stunden auf kleiner Stufe getrocknet.

Auch im Heißluftbackofen kann man durchaus gute Ergebnisse erzielen (es ist jedoch eine sehr zeit- und energieaufwändige Angelegenheit). Die Temperatur sollte dabei auf etwa 30 – maximal 50 °C eingestellt werden. Problematisch ist hierbei (bei älteren Öfen) jedoch das verdunstende Wasser (allerdings auch nur dann, wenn zu zuviele Fruchtkörper zum Trocknen hineingepackt werden). Es sammelt sich unter Umständen am Boden des Heißluftbackofens und kann bei großen Mengen auch aus dem Backofen herauslaufen. Daher sollte von Zeit zu Zeit die Tür des Ofens für eine Minute geöffnet werden, um einen Luftaustausch zu ermöglichen (am ehesten, wenn sich Wasserdampf im Ofen gebildet hat).

**Achtung:** Hohe Temperaturen bei dieser Methode zerstören wertvolle hitzeempfindliche Inhaltsstoffe.

Eine alte und auch gute Methode besteht darin, die Fruchtkörper in Streifen von etwa fünf bis acht mm Stärke zu schneiden. Diese werden dann mit einer Nadel und einem Faden aufgefädelt so das sie sich gegenseitig nicht berühren. Das ganze hängt man dann (in einem trockenen Raum) zum trocknen auf. Wenn die Fruchtkörper sich trocken anfühlen und beim reiben mit den Fingern zerbröseln sind sie fertig getrocknet.

**Achtung:** Gegebenenfalls unvollständig getrocknete Fruchtkörper können schimmeln und somit die gesamte Verpackungseinheit unbrauchbar machen.

Trockene Fruchtkörper sollten möglichst kühl, trocken, luftdicht und dunkel gelagert werden. Man kann sie am besten in Gläsern mit Schraubverschluss lagern. Alternativ werden auch Ziplock-Beutel verwendet.

## Anhang

### Pilztabelle

Name	Agar-Rezept	Substrat
Agaricus bisporus (🍄 Champignon)	Hundefutter-Agar	Pferdemist-Kompost
Heridium erinaceus (🍄 Igelstachelbart)	Agar => Flüssigkultur	Holz
Ganoderma lucidum (🍄 Reishi, 🍄 Glänzender Lackporling)	Agar	Eiche, Ahorn, Ulme, Birke, Erle, Esche
Lentinula edodes (🍄 Shiitake)	Hundefutter-Agar	Hartholz/Weichholz (kein Nadelholz)

Psilocybe cubensis, früher: Stropharia cubensis (🌐 Kubanischer Träuschling)	Hundefutter-Agar, Malzextrakt-Agar, Kartoffel-Agar	Getreide (Roggen, Hirse, Reis), Stroh-Dung-Mischungen, Stroh (mit minderem Erfolg)
Pleurotus ostreatus (🌐 Austernseitling)	Hundefutter-Agar	Stroh / Holz
Psilocybe tampanensis (Philosopher Stones)	Malzextraktagar	Getreide = Sklerotien Grassamen = Fruchtkörper
Psilocybe azurescens (🌐 Stattlicher Kahlkopf)	Malzextraktagar / Sägespäne-Agar	Vogelfutter / Hartholzschnipsel
Psilocybe cyanescens (🌐 Blauer Kahlkopf)	Malzextraktagar / Sägespäne-Agar	Vogelfutter / Hartholzschnipsel / Roggen / Pappe & Zeitungspapier
Panaeolus cyanescens (Blauer 🌐 Düngerling)	Malzextraktagar, Kartoffel-Dextrose-Agar	Stroh / Dung

Name	Fruchtungs-methode	Temperatur
Agaricus bisporus (🌐 Champignon)	Casing (Torfdeckschicht)	13° C – 18° C
Herichium erinaceus (🌐 Igelstachelbart)	Kein Abdecken	Primordien: 10° C – 15° C Fruchtung: 18° C – 24° C
Ganoderma lucidum (🌐 Reishi, 🌐 Glänzender Lackporling)	direkt, Abdecken mit Erde möglich	Wachstum: 10° C–25° C Fruchtung: 18° C–24° C
Lentinula edodes (🌐 Shiitake)	direkt	Wachstum: 20° C–25° C Fruchtung: 10° C–25° C
Pleurotus ostreatus (🌐 Austernseitling)	direkt	10° C – 28° C
Psilocybe cubensis (veraltet: Stropharia cubensis) (🌐 Kubanischer Träuschling)	Casing / PF-Tek	Wachstum: 20° C – 27° C (es werden Temperaturen bis 30° C empfohlen) Fruchtung: 19° C – 23° C
Psilocybe tampanensis (Philosopher Stones)	Trüffelbildner	Wachstum: etwa 25° C Fruchtung: etwa 22° C bis 23° C
Psilocybe azurescens (🌐 Stattlicher Kahlkopf)	Draußen: im Herbst	Wachstum: 18° C - 22° C Fruchtung: 10° C - 15° C
Psilocybe Cyanescens (🌐 Blauer Kahlkopf)	Draußen: im Herbst	Wachstum: 21° C - 25° C Fruchtung: 10° C - 15° C (tagsueber) und 5° C - 10°C (nachts)
Panaeolus cyanescens (Blauer 🌐 Düngerling)	Bitte ergaenzen!	Bitte ergaenzen!

## Werkzeuge und Hilfsmittel

- Dampfdruckkochtopf / Autoklav
- Petrischalen
- Gläser (Einmachgläser Sturzform)
- Impfnadel
- Impföse
- Pinzette
- Skalpell
- Präpariernadel (lanzettförmig)
- Brenner
- Mundschutz
- Impfbox (günstig) oder Arbeitsbank mit HEPA-Filter (teuer)
- Schutzhandschuhe beim Umgang mit Wasserstoffperoxid!!!
- dünne Gummihandschuhe (steriles Arbeiten)

Obwohl auch ohne diese Geräte erfolgreich Pilzzucht betrieben werden kann, lohnt sich selbst für den Heimzüchter die Anschaffung und Verwendung von Thermo- und Hygrometer zur Kontrolle der Wachstumsbedingungen, da eine optimale Temperatur dem Myzel besonders wichtig ist.

## Steriles Arbeiten

### Hepafilter

Ein **Hepafilter (High-Efficiency-Particulate-Air-Filter)** ist ein Luftfilter meist mit Gebläse, der einen sauberen Luftstrom produziert, in dem man ohne Sorgen beimpfen kann, da bis zu 99 % der in der Raumluft enthaltenen Schwebeteilchen (Milbenkot, Sporen usw.) rausgefiltert wurden. Für Hobbymykologen eventuell zu teuer (zur Zeit – 2006 – etwa 300 Euro) aber von enormen Wert für sauberes Arbeiten.

Ein **Ulpafilter (Ultra-Low-Penetration-Air-Filter)** ist ein Luftfilter, der im Gegensatz zu Hepa eine Mindesteffizienz von 99,999 % bei einer gewissen Durchlaufgeschwindigkeit besitzen muss. Es gibt ebenfalls noch Sulpa mit einer Mindesteffizienz von 99,9999 %. Diese Luftfilter werden besonders in S1 Labors und sonstigen wichtigen Reinräumen verwendet.

### Desinfektion

70-prozentiger Alkohol (Spiritus) oder auch Isopropyl-Alkohol desinfiziert unsere Werkzeuge besser als in 100-prozentiger Konzentration, da 100% Alkohol die Zellwände versiegelt und so das aufplatzen der Zellen und damit einhergehende Desinfektion verhindert. Wer mit Erfolg Pilze züchten will sollte sich auch eingehend mit Desinfektionsmethoden befassen, denn jede Oberfläche, jeder Arbeitsraum und jede Umgebung bedarf einer unterschiedlichen Sterilisation. Richtiges Sterilisieren will gelernt sein und ist fast schon eine Wissenschaft für sich. Beispielsweise ist es ratsam eine Arbeitsplatte steril abzuwischen anstatt wild drauf loszusprühen. Kleine Räume lassen sich leichter keimfrei halten und desinfizieren als große. Für Aktionen wie das Beimpfen, selektieren oder sonstige sterile Arbeiten sollte der Heimzüchter z.B. ein kleines Badezimmer in Betracht ziehen. Hier ist auch ratsam alle unnötigen Gegenstände (z.B. toilettenpapier, klobürste, zahnputzbecher etc.) vorher zu entfernen. Der Raum sollte mit "Sagrotan" oder ähnlichen Sprays "ausgebelt" werden um Bakterien und Sporen in der Luft zu minimieren. Alle Flächen sollten mit Desinfektionsmitteln gründlich abgewischt werden. Der so sterile Raum sollte nun für einige Zeit verlassen werden und die Arbeit kann beginnen.

## **H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> – Wasserstoffperoxid**

ist in verschiedenen Konzentrationen erhältlich. In Apotheken und billiger bei Friseuren erhält man eine dreiprozentige Lösung; 19-prozentig gibt es den als Oxydator-Lösung im Zoohandel. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tötet Sporen, schadet verdünnt dem Myzel jedoch nicht so sehr.

Um die Brut mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> zu reinigen, reicht eine Mischung von 6 ml 3 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> auf einen Liter Wasser (ergibt 0,018 %).

Substrat wie Stroh oder Holzschnipsel kann man durch Einweichen mit 0,15 %-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Lösung für ein bis zwei Tage ausreichend sauber bekommen.

Wasserstoffperoxidlösungen enthalten oft Stabilisatoren wie Phosphorsäure, dies ist allerdings unbedenklich und hat keinerlei bekannte Auswirkungen auf die Entwicklung von Pilzen.

**Achtung!!!** H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ist in höheren Konzentrationen stark ätzend! Schutzkleidung ist hier Pflicht.

- Schutzbrille
- Schutzhandschuhe
- lange Ärmel

## **Bau einer Impfbox**

Eine Impfbox lässt sich leicht selbst bauen. Man benötigt eine Holzplatte z.B. 60×90 cm und einige Meter einer Holzstange, welche in 8 Teile zersägt wird. Aus den Teilen wird mit Holzleim oder Heißkleber ein Quader-förmiges Gerüst auf die Platte gebaut. Darüber wird robuste, durchsichtige Folie (aus dem Baumarkt) gespannt. Zwei Löcher werden hineingemacht, schon lässt sich darin steril arbeiten, nachdem mit Desinfektionsmittel der Innenraum desinfiziert wurde.

Wichtig: Desinfektionsmittel sind meistens entflammbar, darum darf in der Box nie eine Flamme entzündet werden. Die Präperiernadel kann vor der Box über einer Flamme sterilisiert werden.

Wer bereit ist neben der Bastelarbeit auch noch einiges an Geld auszugeben, für den ist vielleicht eine Arbeitsbank mit HEPA-Filter das richtige. Unter den Links finden sich Bauanleitungen.

## **Weitere Agarrezepte**

### **Maismehl-Agar**

*Zutaten:*

- 30 g Maismehl
- 20 g Agar-Agar
- 1000 ml Wasser

*Zubereitung*

1. 1000 ml Wasser mit 30 Gramm Maismehl in einem Gefäß zum Sieden erhitzen
2. Eine Stunde kochen lassen (ab und zu umrühren)
3. Agar mit Wasser etwa fünf Minuten waschen, danach das Wasser abgießen
4. Maismehlbrei durch ein Tuch filtern
5. Danach das Agar dem Filtrat beimengen
6. Im Wasserbad erwärmen bis sich das Agar löst

## Bier- oder Malzbier-Agar

Zutaten:

- 500 ml Bier (Alkoholfrei geht auch (oder sogar besser?)) oder Malzbier
- 2 gehäufte Teelöffel Agar (oder 7,5 Gramm)

Zubereitung:

1. Bier in einem Topf langsam zum Kochen bringen, damit der Alkohol verdampft. (Auf den Alkohol brauch man bei Alkoholfreiem Bier und Malzbier natürlich nicht achten)
2. Topf von der Kochstelle nehmen, einen Teil des eingedampften Biers abnehmen und 2 gehäufte Teelöffel Agar unter ständigem Rühren lösen.
3. Agarlösung nun unter ständigem Rühren in den Topf geben und einige Minuten kochen lassen.

Malzbieragar kann gut bei Shiitake, Shimeji und Austernpilz angewendet werden.

## Fleischsud-Agar

Es gibt auch noch die Möglichkeit einen Nährboden aus Rindfleischsud herzustellen. Dazu einfach 100 g Rindfleisch mit 100 ml Wasser etwa eine Stunde lang auskochen, filtrieren und den Sud mit 1,5 Gramm Agar-Agar wie gewohnt gelieren und zu Platten weiterverarbeiten. (Das ausgekochte Fleisch lässt sich übrigens noch essen und mit etwas Salz, Ei und Zwiebel in der Pfanne angebraten schmeckt es auch recht lecker.) Diesen Nährboden kann man als Ersatz für den Hundefutter-Agar verwenden.

## Bezugsquellen

- autoklavierbare Beutel (aus PE-HD oder PP) Drogerie, Aldi (Bratschlauch z.B. mit Kabelbinder unten verschlossen)
- Agar Agar: Reformhaus (50 g) oder meist wesentlich billiger aus dem "Asia Markt", neigt u.U. zu Trübungen.
- Buchenholz hackschnitzel: Kleine Mengen (5 kg) in der Zoohandlung, größere Mengen (25 kg) beim Fleischereibedarfshandel. Produkte von JRS oder Goldspan
- Malzextrakt: Reformhaus
- Petrischalen, Präpariernadel, Impföse: Biologiebedarf Thorns (Versand), Laborbedarf Kohl (Versand)
- Weizenkleie: In größeren Mengen beim Pferdezulieferer oder bei Raiffeisen
- MRCA Mushroom Research Centre [1] - der erste Pilzzucht Versandhandel welcher mit dem **Euro-Label Gütezeichen** ausgezeichnet wurde.

## Weblinks und Diskussionsforen zur Pilzzucht

### Foren

- <http://www.pilzforum.eu> <sup>[2]</sup> Pilzzucht-Forum bei pilzforum.eu
- <http://www.kulturpilz.de> <sup>[3]</sup> Das Pilzzucht-Forum


### Informative Seiten

- Thread auf Kulturpilz.de <sup>[4]</sup>
- Pilzolli Homepage <sup>[5]</sup>
- Meyers Konversationslexikon 1889 <sup>[6]</sup> Seite 67: Pilze (Kulturmethoden, chemische Zusammensetzung, Verbreitung) Band 13
- Gamu <sup>[7]</sup> Gesellschaft für angewandte Mykologie und Umweltstudien.(Seminare und Pilzbrut)
- orchideenvermehrung.at <sup>[8]</sup> Bau einer sterilen Werkbank (HEPA) bei Orchideen-Thomas
- fungifun.org <sup>[9]</sup> Weitere Bauanleitung einer HEPA-Werkbank



- [ono.sendai.de](http://ono.sendai.de)<sup>[10]</sup> Homepage von Oliver Schlüter zum Pilzanbau
- Pilzzucht im Freien<sup>[11]</sup>

## Rechtliches

**Achtung:** Das Sammeln und Züchten psilocybinhaltiger Pilze ist in Deutschland und manchen anderen Ländern illegal.  Rechtliche Aspekte bei Zauberpilzen.

## Literatur

- Dagmar Stein: Pilze anbauen. Die besten Arten. Anziehen und Genießen (2005)
- Walter Luthardt: Holzbewohnende Pilze. Anzucht und Holzmykologie (2005)
- Jolanda Englbrecht: Pilzanbau in Haus und Garten (2004)
- Nicola Krämer Shiitake und Austernpilze. Anbau im eigenen Garten, vegetarische Gerichte (2002)
- Werner Dittmer: Frische Pilze (2002)
- Paul Stamets: Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms (2000)
- Bert M. Schuldes, Sam Lanceata: *Das Pilz-Zuchtbuch*, (1999), Edition RauschKunde, Löhrbach, ISBN 978-3-930442-38-6

## Glossar

- bulken (Brut mit weiterem Substrat vermischen)
- casen (Die Brut mit einer Deckschicht abdecken)
- Degeneration (rückläufige Wachstums- und Fruchtungsfreude, wenn die Brut über längerem Zeitraum mit dem selben Substrat weitervermehrt wurde.)
- inkubieren (Die Brut mithilfe von Wärme anzüchten bzw. durchwachsen lassen)
- Konifere (Nadelbaum)
- Mykorrhiza (Symbiose von Pilz und Pflanzenwurzeln)
- overlay (Vollständig bewachsene Abdeckschicht reduziert Fruchtungsneigung)
- Saprophyt, Saprotroph (Fäulnisbewohner, Gegensatz: Parasit)

## Lizenz

**Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2 or any later version published by the Free Software Foundation<sup>[12]</sup>; with no Invariant Sections, with no Front-Cover Texts, and with no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled “ GNU Free Documentation License<sup>[13]</sup>”.**

Kopieren, Verbreiten und/oder Verändern ist unter den Bedingungen der GNU Free Documentation License, Version 1.2 oder einer späteren Version, veröffentlicht von der Free Software Foundation, erlaubt. Es gibt keine unveränderlichen Abschnitte, keinen vorderen Umschlagtext und keinen hinteren Umschlagtext. Eine Kopie des Lizenztextes ist hier zu entnehmen: [http:// de. wikibooks. org/ wiki/ Wikibooks:GNU\\_Free\\_Documentation\\_License](http://de.wikibooks.org/wiki/Wikibooks:GNU_Free_Documentation_License).

Eine inoffizielle deutsche Übersetzung der GNU Free Documentation License findet sich hier: <http://giese-online.de/gnufdl-de.html>.

## Quellennachweise

- [1] <http://www.mrcashop.org>
  - [2] <http://www.pilzforum.eu/board/forumdisplay.php?fid=8>
  - [3] <http://www.kulturpilz.de>
  - [4] <http://kulturpilz.de/viewtopic.php?t=879>
  - [5] <http://www.pilzolli.de/>
  - [6] [http://susi.e-technik.uni-ulm.de:8080/Meyers2/seite/werk/meyers/band/13/seite/0067/meyers\\_b13\\_s0067.html](http://susi.e-technik.uni-ulm.de:8080/Meyers2/seite/werk/meyers/band/13/seite/0067/meyers_b13_s0067.html)
  - [7] <http://www.gamu.de/>
  - [8] <http://www.orchideenvermehrung.at/lfh/index.htm>
  - [9] <http://fungifun.org/English/Flowhood>
  - [10] <http://ono.sendai.de/lintaxhome/aboutme/pilze/index.html>
  - [11] <http://www.pilzgarten.info/>
  - [12] [http://de.wikipedia.org/wiki/Free\\_Software\\_Foundation](http://de.wikipedia.org/wiki/Free_Software_Foundation)
  - [13] [http://de.wikibooks.org/wiki/Wikibooks:GNU\\_Free\\_Documentation\\_License](http://de.wikibooks.org/wiki/Wikibooks:GNU_Free_Documentation_License)
-

# Quelle(n) und Bearbeiter des/der Artikel(s)

**Pilzzucht/ Druckversion** *Quelle:* <https://de.wikibooks.org/w/index.php?oldid=658947> *Bearbeiter:* Dirk Huenniger, Speck-Made

## Quelle(n), Lizenz(en) und Autor(en) des Bildes

**File:Agaric\_-\_schéma\_de\_développement.jpg** *Quelle:* [https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Agaric\\_-\\_schéma\\_de\\_développement.jpg](https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Agaric_-_schéma_de_développement.jpg) *Lizenz:* Public Domain *Bearbeiter:* Eleassar, François GOGLINS, Liné1, PereslavlFoto, Thiotrix

**File:Antrodia Strangmycel P7190021.jpg** *Quelle:* [https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Antrodia\\_Strangmycel\\_P7190021.jpg](https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Antrodia_Strangmycel_P7190021.jpg) *Lizenz:* Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported *Bearbeiter:* Mätés II.

**Bild:Agar Plate.jpg** *Quelle:* [https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Agar\\_Plate.jpg](https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Agar_Plate.jpg) *Lizenz:* Creative Commons Attribution-Sharelike 3.0,2.5,2.0,1.0 *Bearbeiter:* Y tambe

**Bild:Kontamination Schimmel und Bakterien.JPG** *Quelle:* [https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Kontamination\\_Schimmel\\_und\\_Bakterien.JPG](https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Kontamination_Schimmel_und_Bakterien.JPG) *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* Ziprich

**Bild:Hundefutter-Agar.JPG** *Quelle:* <https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Hundefutter-Agar.JPG> *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* Ziprich

**Bild:Kartoffel\_agar\_petrischale.jpg** *Quelle:* [https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Kartoffel\\_agar\\_petrischale.jpg](https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Kartoffel_agar_petrischale.jpg) *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* Rummelsdorf

**Bild:Sporeneimung auf Agar PC GT.jpg** *Quelle:* [https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Sporeneimung\\_auf\\_Agar\\_PC\\_GT.jpg](https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Sporeneimung_auf_Agar_PC_GT.jpg) *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* Rummelsdorf

**Bild:Verschiedene Staemme.jpg** *Quelle:* [https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Verschiedene\\_Staemme.jpg](https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Verschiedene_Staemme.jpg) *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* shanti

**Bild:Beimpfen mit Myzel 1.JPG** *Quelle:* [https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Beimpfen\\_mit\\_Myzel\\_1.JPG](https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Beimpfen_mit_Myzel_1.JPG) *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* Ziprich

**Bild:Klon\_auf\_Agar\_LE.jpg** *Quelle:* [https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Klon\\_auf\\_Agar\\_LE.jpg](https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Klon_auf_Agar_LE.jpg) *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* Rummelsdorf

**Bild:Shii-Take\_Mycelium\_on\_Agar.jpg** *Quelle:* [https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Shii-Take\\_Mycelium\\_on\\_Agar.jpg](https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Shii-Take_Mycelium_on_Agar.jpg) *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* Rummelsdorf

**Bild:Klonen-Agaricus.JPG** *Quelle:* <https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Klonen-Agaricus.JPG> *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* Ziprich

**Bild:Entwickeltes Myzel.JPG** *Quelle:* [https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Entwickeltes\\_Myzel.JPG](https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Entwickeltes_Myzel.JPG) *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* Ziprich

**Bild:ShiTake.jpg** *Quelle:* <https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:ShiTake.jpg> *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* Nick

**Bild:AusternpilzStohpellets1.jpg** *Quelle:* <https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:AusternpilzStohpellets1.jpg> *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* Nick

**Bild:AusternpilzStohpellets2.jpg** *Quelle:* <https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:AusternpilzStohpellets2.jpg> *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* Nick

**Bild:Austernpilz3.jpg** *Quelle:* <https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Austernpilz3.jpg> *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* Nick

**Bild:Wikipedia-logo-v2.svg** *Quelle:* <https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Wikipedia-logo-v2.svg> *Lizenz:* logo *Bearbeiter:* version 1 by Nohat (concept by Paullusmagnus); Wikimedia.

**File:Pleurotus\_ostreatus\_R.H.1.jpg** *Quelle:* [https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Pleurotus\\_ostreatus\\_R.H.1.jpg](https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Pleurotus_ostreatus_R.H.1.jpg) *Lizenz:* Creative Commons Attribution-Sharelike 3.0 *Bearbeiter:* User:Rob Hille

**Bild:Austernpilz.jpg** *Quelle:* <https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Austernpilz.jpg> *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* Nick

**Bild:ChampignonMushroom.jpg** *Quelle:* <https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:ChampignonMushroom.jpg> *Lizenz:* Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported *Bearbeiter:* chris\_73

**Bild:Lentinula edodes.jpg** *Quelle:* [https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Lentinula\\_edodes.jpg](https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Datei:Lentinula_edodes.jpg) *Lizenz:* GNU Free Documentation License *Bearbeiter:* Eric Steinert

## Lizenz

---

Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0  
[//creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)