

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	3
2	Grundlagen der Pilzzucht	5
3	Zucht mit Petrischalen	9
4	Herstellung von Impfspritzen	19
5	Substrat	23
6	Outdoor-Kulturen	33
7	Fruchtung	39
8	Ernte	45
9	Anhang	49
10	Autoren	57
11	Bildnachweis	59
12	GNU Free Documentation License	61

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; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

Kapitel 1

Vorwort

Warum [Pilze](#) selber kultivieren?

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.

Für die wissenschaftliche Erforschung der Pilze sind sichere Kulturmethoden von großer Wichtigkeit, da sich nur durch diese der ganze Lebensgang eines Pilzes von der Spore bis zum ausgebildeten Fruchtkörper ermitteln läßt. Die Methode der Kultur richtet sich ganz nach dem Charakter des zu kultivierenden Pilzes.

Pilze erweitern die Vielfalt in der Küche und können eine gesunde und leckere Bereicherung sei. Neben Mineralien können sie auch manch andere heilsame Wirkstoffe enthalten, wie z.B. der Shiitake-Pilz, welcher als Cholesterinsenker eingesetzt wird.

Das Kultivieren bestimmter Pilze ist in manchen Ländern gesetzlich verboten.

Kapitel 2

Grundlagen der Pilzzucht

Der Lebenszyklus in der Natur

– von den [Sporen](#) zum Fruchtkörper

Die Sporen keimen auf nahrhaftem Boden und bilden Myzel. Dieses durchwächst Substrat und bildet Fruchtkörper (umgangssprachlich *Pilze*), welche die Sporen zur Verfügung stellen.

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 *casin*g. 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.

Achtung: Das Sammeln und Züchten psilocybinhaltiger Pilze ist in Deutschland und manchen anderen Ländern illegal. [Rechtliche Aspekte bei Zauberpilzen](#).

PF-Tek

Wer möglichst einfach und sauber ein paar Pilze anbauen möchte, für den ist vielleicht die PF-Tek-Methode unter Verwendung von Sporenspritzen geeignet. Hier werden die Sporen direkt in das Substrat gespritzt, in dem die Pilze später fruchten. Doch kein ernsthafter Mykologe wird wohl diese Methode wählen.

stay tuned...

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

KAPITEL 2. GRUNDLAGEN DER PILZZUCHT

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.

Kapitel 3

Zucht mit Petrischalen

Herstellung von Nährböden / Arbeiten mit Agar

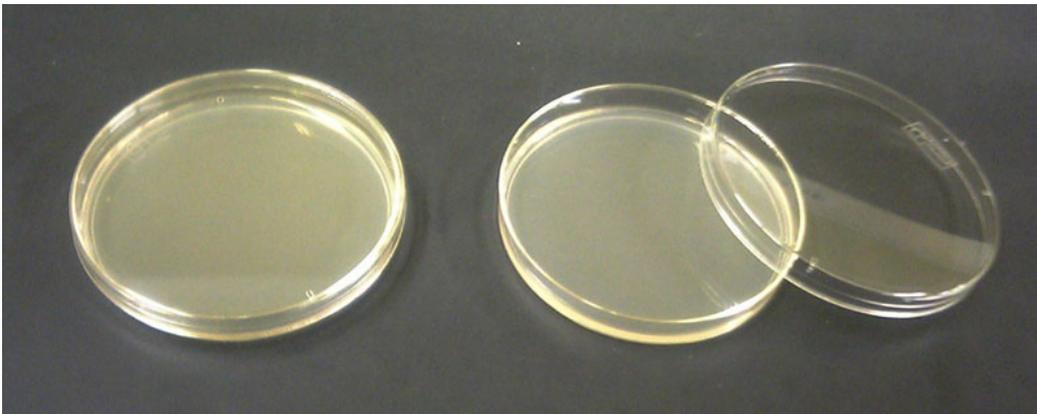


Abbildung 1: [Agarplatte](#) als Nährboden für Pilze.

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 Geliemittel. Hauptverwendungszweck ist aber als Nährboden in der Mikrobiologie. Kaufen kann man

es z.B. in asiatischen Lebensmittelläden.

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 verdauulich ist und nicht geliert nachdem es sterilisiert wurde.

Agar-Rezepte für die Praxis!



Abbildung 2: Petrischale mit Auster-Myzel (weiß), kontaminiert mit Schimmel (grau) und Bakterien (verteilt)

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

* **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.



Abbildung 3: 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.



Abbildung 4: 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.



Abbildung 5: Kartoffelagar

Nährboden sterilisieren

Hat man sich nun für einen Agar-Nährboden entschieden und diesen vorbereitet, kann er in die Petrischalen verfüllt und anschließend im Dampfdruckkochtopf oder Autoklaven sterilisiert werden. 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 herunterlau-

KAPITEL 3. ZUCHT MIT PETRISCHALEN

fender 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.

Die Petrischalen sollten nun für etwa 35 Minuten im Dampfdruckkochtopf / Autoklaven sterilisiert werden. Die Zeit zählt dabei ab dem Zeitpunkt an dem der Topf die Temperatur erreicht hat, also erst dann wenn das Überdruckventil zu pfeifen beginnt.



Abbildung 6: Sporenkeimung auf Kartoffel-Agar, etwa sieben Tage alt

Beimpfen der Petrischalen mit Sporen

Im Normalfall werden zum Beimpfen der Petrischalen Sporen von einem Sporenabdruck genommen. Es ist aber auch möglich die Sporen aus dem Hut eines getrockneten Pilzes zu verwenden. In beiden Fällen werden dabei die Sporen mit einer Präpariernadel vom Sporenträger 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 verrußt. Wird mit einer Impfbox gearbeitet so muss das Werkzeug außerhalb der Box ausgeglüht werden, um allfällig 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 die Sporen bei der Berührung nicht abgetötet und haften durch den feuchten Agar gleich gut an der Nadel. Die Sporen werden nun im Agar abgestreift. Wichtig dabei ist, dass die Zeit, in der die Schale geöffnet wird immer möglichst kurz gehalten wird.

Sauberkeit

Beim Arbeiten mit Petrischalen ist absolute Sauberkeit oberstes Gebot, d.h. der Arbeitsplatz sollte zu Beginn gut desinfiziert werden und die Umgebungsluft sollte auch möglichst wenig Fremdsporen oder Keime enthalten. Zur Desinfektion eignen sich Sprühdesinfektionsmittel wie z.B. Sagrotan oder Meliseptol. Um die Umgebungsluft keimfrei zu machen empfiehlt sich die Anschaffung eines HEPA-Filters beziehungsweise Luftreiniger oder der Bau einer Impfbox.

Beim unsauberen Arbeiten entwickeln sich schnell unerwünschte Organismen.

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



Abbildung 7: Verschiedene Pilzstämme in Petrischalen

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 durchwach-

sen und genutzt wird: Bei mehreren Stämmen könnten Stellen im Substrat von Myzel durchwachsen worden sein das nie die Gelegenheit bekommt zu fruchten.

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.



Abbildung 8: Beimpfen mit Myzel



Abbildung 9: Geclonter Shiitake nach drei Tagen



Abbildung 10: Geclonter Shiitake nach zehn Tagen

Klonen



Abbildung 11: Klonen eines Champignon

Das Klonen von Pilzen ist eine gute Methode um Myzel zu gewinnen.

Wenn man im Besitz eines guten gesunden Pilzes ist, ist es leichter ihn zu klonen als über einen Sporenabdruck aufwändig Myzel zu isolieren. Mit dem Klonen kann man billig an schnellwüchsige und kräftige Stämme kommen in dem man einfach die gewünschten Pilze im Supermarkt erwirbt oder sie beim Sammeln erntet.

Zum Klonen selbst werden Petrischalen vorbereitet und mit einem kleinen Stück aus dem Inneren des Pilzes beimpft. Früher sagte man, dass der Pilz dazu mit einem sterilen Messer oder Skalpell zerschnitten werden soll, es hat sich aber erwiesen dass es einfacher ist den Pilz in der Mitte zu zerreißen. Hat man ihn geteilt, schneidet oder kratzt man mit einem sterilisierten Skalpell oder Präpariernadel ein kleines Stück Pilz aus dem Inneren heraus und gibt es auf den Agar. Man sollte darauf achten, dass man nicht mit dem Äußeren des Pilzes in Berührung kommt, da an der Oberfläche Fremdsporen oder

Keime anhaften können.

Petris im Kühlschrank einlagern

Pilzgenetik 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. Falls Außenstehende Bedenken haben sollten, so seien sie beruhigt: Der Pilz kann die Petrischale nicht verlassen und auch keine Sporen abgeben.

Kapitel 4

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 Becherglas 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 verpackt hält sich eine gesunde Sporenspritze mindestens 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 kontaminationsunanfällig, da man hier mit stark verdünntem Wasserstoffperoxid (0,03 %) 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 von der Petrischale

In einer bewachsenen Petrischale solange mit der dicken Kanüle der Spritze im Nährboden stochern, bis eine Art Brei entsteht, der durch die Kanüle passt. Diesen Brei aufziehen und mit 0,03 prozentigem H_2O_2 (Wasserstoffperoxid) auffüllen. Eventuell ein wenig sterile Abluft einer Flamme einsaugen und die Spritze stark schütteln, sodass der mit Myzel durchwachsene Nährboden und die Myzelstücke auseinanderbrechen. Eventuell ersten Schritt wiederholen. Kanüle ausglühen!



Abbildung 12: Honigmyzel

Herstellung von Myzelspritzen mit Honigmyzel

Diese Methode erfordert einen Arbeitsschritt mehr als das Aufziehen von Myzel aus einer Petrischale, ist aber effektiver da weitaus mehr Spritzen hergestellt werden können. Honigmyzel nennt man Myzel das in einer flüssigen Nährlösung wächst. Wie der Name schon sagt, besteht die Nährlösung aus Wasser und Honig. Zum Herstellen der Nährlösung wird ein Teelöffel Bienenhonig mit etwa 100 ml Wasser vermischt und in einem Glas sterilisiert. Das Glas kann mit Alufolie abgedeckt oder mit einem Polyfillstopfen verschlossen werden. 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 des

Honigs ab. Bei der Zugabe von kleinen Glasscherben kann durch Schütteln das Myzel schnell verteilt werden, es durchwächst somit schneller. 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.

Lagerung einer Myzelspritze

Die 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.

Kapitel 5

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 Azure-scens/Cyanescens/Subaeruginosa*) nimmt man am besten Hartholzschnipsel (*Chipsi Exotenstreu*, Hackschnitzel, Räuchergold). Mit *Psilocybe Azure-scens* lässt sich, solange er mit Holz vermehrt wird, relativ unsteril arbeiten. Die Holzschnipsel werden für einen Tag in Wasser eingelegt, danach abtropfen lassen. Wichtig ist, dass keine Nässe zurück bleibt. Die Holzschnipsel 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.



Abbildung 13: Shiitake auf Holzschnipsel/Gipssubstrat

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.

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 durchgewachsen.

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.



Abbildung 14: Austernpilz auf Strohpellets vier Wochen nach dem Beimpfen.



Abbildung 15: Austernpilz auf Strohpellets fünf Wochen alt. Der Erntezeitpunkt wurde etwas überschritten, deshalb die Sporen am Topfrand.



Abbildung 16: 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.

Kaffee

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. Es gibt Berichte von mutierten Fruchtkörpern.)

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

Füllmengenverhältnis für Roggen

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.

Pasteurisieren

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 45 Minuten gekocht. Dabei muss ein Druckausgleich (in das Kulturglas) möglich sein, also den 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.

Einweichmethode / Aufquellen des Substrats

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.

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.

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). Kontainer, 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).

Kapitel 6

Outdoor-Kulturen

Kultur auf Strohhallen

Man sollte darauf achten, dass der Strohhallen aus gesundem Stroh besteht und nicht mit Chemikalien, die Pilze abtöten, behandelt wurde. Zuerst muss der Strohhallen 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 Strohhallen nicht austrocknet. Sobald sich das Stroh in vier bis fünf cm Tiefe trocken anfühlt sollte mit einer Gieskanne 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. Die erste Fruchtung sollte nach etwa zwei bis drei Monaten erfolgen. Nach etwa sechs Monaten ist die Kultur erschöpft, der Strohhallen 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 das 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, das 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, das 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, das der Keil wieder eingesetzt werden kann. Der Keil wird mit einem Nagel auf der Impfstelle festgenagelt. Danach wird die Impfstelle mit einem Stück Plastikfolie abdeckt 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 Holzstammstärke, 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 Pappknübbelchen verschlossen.

Holzdübel/Bohrlochmethode



Abbildung 17: Sommerausternpilz erste Fruchtung auf Buchenholz

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, das 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

Kapitel 7

Fruchtung

Über verschiedene Wege kann man zu den geliebten Fruchtkörper (die umgangssprachlichen Pilze) 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, auch Blumenkästen) und gibt darauf die Deckschicht.

Vorteile eines Casing sind:

- nährstoffarme Deckschicht → Schutz gegen Kontamination,

- Speichern und Bereitstellen von Wasser,
- größere Oberfläche,
- unterstützt das Wachstum 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 GesamtpH-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, das 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, das 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 ausgeleitetes 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-/CO₂-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 größeren Fruchträumen erfolgsversprechender:

Luftfeuchtigkeit und Temperatur durch Aquariumheizung

Man kann den Boden des Aquariums mit Wasser füllen, dort eine Aquariumheizung 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: Hoher 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.

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 Temperaturanhebung durch die Heizung unerwünscht ist.
- Hiermit lassen sich ganze Räume mit ausreichend Luftfeuchtigkeit versorgen.

Contra:

- Hoher Konstruktionsaufwand. 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

Beliebiges Substrat wird in (schulterlosen) Sturzgläsern vollständig besiedelt. Der 'Substratkuchen' wird gestürzt und in eine Fruchtungsumgebung (Luftfeuchte, Temperatur, Luft und Licht) gebracht. Dort bilden sich dann Fruchtkörper.

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 niedere Pilzarten (z.B.: Aspergillus, Trichoderma) Toxine produzieren, die ein normalerweise nichtgiftiger Pilz aufnehmen kann und dadurch ebenfalls giftig wird.(Quelle?)

Kapitel 8

Ernte



Abbildung 18: Fruchtkörper des Champignons (lat. *Agaricus bisporus*)



Abbildung 19: Fruchtkörper des Shiitake (lat. *Lentinula edodes*)

Die Ernte

Beim Ernten werden die Pilze am Stiel möglichst nah am Boden (Myzelbewachsenes Substrat / Deckschicht) angefasst und mit viel Gefühl (im Uhrzeigersinn) 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. Normalerweise bilden sich solche „Stümpfe“ wieder zurück und bilden keine Kontaminationsgefahr (Nährboden für Schimmel), jedoch sollte man auf diese Methode verzichten, da sich in den meisten Fällen eine Kontamination ausbreitet.

Der richtige Zeitpunkt

Speisepilze 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. Will man Sporenabdrücke herstellen, sollte man noch warten, bis sich der Pilzhut vollständig geöffnet hat.

Sporenabdrücke

Sporenabdrücke sollten möglichst keimfrei hergestellt werden. Beliebte Materialien für Sporenabdrücke sind: Visitenkartonkarton, 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 saftigen Sporenabdruck zu erhalten) und ihre Sporen rieseln lassen. Wenn die Pilzkappen ausgedient haben und entfernt wurden, die Sporenabdrücke trocknen lassen und in beschriftete Ziplock-Beutel stecken, aus denen die Luft möglichst herausgedrückt wurde.

Aufbewahrung / Trocknung

Pilze trocknen innerhalb weniger Tage, wenn man sie offen auf einem Blatt Papier aufbewahrt.

Pilze sollten möglichst trocken, luftdicht und dunkel gelagert werden. Um dies zu erreichen, trocknet man sie 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 Pilze 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. Danach kann man sie einfach in Ziplock-Beutel tun und so für längere Zeit

(bis 1,5 Jahre und vielleicht sogar noch länger) kühl, trocken und luftdicht lagern.

Etwas einfacher funktioniert es mit einem elektrischen Trockner aus dem Fachhandel. Die Pilze 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. Bei zu hohen Temperaturen werden wertvolle Inhaltsstoffe zerstört. Problematisch ist hierbei (bei älteren Öfen) jedoch das verdunstende Wasser (allerdings auch nur dann, wenn zu zuviele Pilze zum Trocknen hineingepackt werden). Es sammelt sich unter Umständen am Boden des Heißluftbackofens und kann bei großen Pilzmengen 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). Wenn die Pilze durchgetrocknet sind, ist die Temperatur für einige Minuten auf über 100 °C zu erhöhen, um absolute Keimfreiheit zu gewähren. Gegebenenfalls unvollständig getrocknete Pilze könnten nämlich bei der Lagerung der getrockneten Pilze beginnen zu schimmeln und somit die Lagermenge unbrauchbar machen.

Achtung: Manche eventuell erwünschten hitzeempfindlichen Inhaltsstoffe (Psilocybin, Psilocin) werden bei dieser Methode zerstört.

Eine alte und auch gute Methode besteht darin, die Pilze 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 Pilze sich trocken anfühlen und beim reiben mit den Fingern zerbröseln sind sie fertig. Man kann sie nun am besten in Gläsern mit Schraubverschluss lagern.

Kapitel 9

Anhang

Pilztabelle

Name	Agar-Rezept	Substrat
Agaricus bisporus (Champignon)	Hundefutter-Agar	Pferdemist-Kompost
Hericium 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 (Kubanischer Träuschling)	Hundefutter-Agar, Malzextrakt-Agar, Kartoffel-Agar	Getreide (Roggen, Hirse)
Pleurotus ostreatus (Austernseitling)	Hundefutter-Agar	Stroh / Holz
Psilocybe tampanensis (Philosopher Stones)	Malzextraktagar	Getreide = Sklerotien Grassamen = Fruchtkörper
Psilocybe azurescens (Stattlicher Kahlkopf)	Malzextraktagar / Sägespäne-Agar	Vogelfutter / Hart- holzschnipsel

Panaeolus cyane-scens (Blauender Düngerling)	Malzextraktagar, Kartoffel-Dextrose-Agar	Stroh / Dung
-------------------------------------------------	---------------------------------------------	--------------

Name	Fruchtung	Temperatur (Wuchs/Fruchtung)
Agaricus bisporus (Champignon)	Casing (Torfdeck-schicht)	13–18
Hericium erinaceus (Igelstachelbart)	Kein Abdecken	Primordien: 10–15, Fruchtung: 18–24
Ganoderma lucidum (Reishi, Glänzender Lackporling)	direkt, Abdecken mit Erde möglich	10–25/18–24
Lentinula edodes (Shiitake)	direkt	20–25/10–25
Psilocybe cubensis (Kubanischer Träuschling)	Casing / PF-Tek	20–27/19–23
Pleurotus ostreatus (Austernseitling)	direkt	10–28
Psilocybe tampanensis (Philosopher Stones)	Trüffelbildner	Durchwachsen: etwa 25 Grad Fruchtung: etwa 22 bis 23 Grad
Psilocybe azurescens (Stattlicher Kahlkopf)	Draußen: im Herbst	Temperatur
Panaeolus cyane-scens (Blauender Düngerling)	Fruchtung	Temperatur

Werkzeuge und Hilfsmittel

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.

- Dampfdruckkochtopf
- Petrischalen
- Gläser (Einmachgläser Sturzform)
- Impfnadel
- Impföse
- Pinzette
- Skalpell
- Präpariernadel (lanzettförmig)
- Brenner
- Mundschutz
- Impfbox (günstig) oder Arbeitsbank mit HEPA-Filter (teuer)

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 er nicht so

schnell verfliegt und so länger einwirken kann.

H₂O₂ – 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. H₂O₂ tötet Sporen, schadet verdünnt dem Myzel jedoch nicht so sehr.

Um die Brut mit H₂O₂ zu reinigen, reicht eine Mischung von 6 ml 3 % H₂O₂ auf einen Liter Wasser (ergibt 0,018 %).

Substrat wie Stroh oder Holzschnipsel kann man durch Einweichen mit 0,15 %-H₂O₂-Lösung für ein bis zwei Tage ausreichend sauber bekommen.

Bau einer Impfbox

Eine Impfbox lässt sich leicht selbst bauen. Man benötigt eine Holzplatte z.B. 60x90 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-Agar

Zutaten:

- 500 ml Bier (Alkoholfrei geht auch (oder sogar besser?))
- 2 gehäufte Teelöffel Agar

Zubereitung:

1. Bier in einem Topf langsam zum Kochen bringen, damit der Alkohol verdampft.
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.

Es gibt auch noch die Möglichkeit einen Nährboden aus Rindfleischnud 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
- Agar Agar: Reformhaus (50 g)
- Buchenholzhackschnitzel: Kleine Mengen (5 kg) in der Zoohandlung, größere Mengen (25 kg) beim Fleischereibedarfshandel. Produkte von JRS oder Goldspan
- Malzextrakt: Reformhaus
- Petrischalen, Präpariernadel: Biologiebedarf Thorns (Versand)
- Weizenkleie: In größeren Mengen beim Pferdezulieferer oder bei Raiffeisen

Weblinks und Diskussionsforen zur Pilzzucht

Foren

- <http://www.pilzforum.eu>¹ Pilzzucht-Forum bei pilzforum.eu
- <http://www.kulturpilz.de>² Das Pilzzucht-Forum

Informative Seiten

- [Thread auf Kulturpilz.de](#)³
- [Pilzolli Homepage](#)⁴
- [Meyers Konversationslexikon 1889](#)⁵ Seite 67: Pilze (Kulturmethoden, chemische Zusammensetzung, Verbreitung) Band 13
- [Gamu](#)⁶ Gesellschaft für angewandte Mykologie und Umweltstudien.(Seminare und Pilzbrut)

¹<http://www.pilzforum.eu/board/forumdisplay.php?fid=8>

²<http://www.kulturpilz.de>

³<http://kulturpilz.de/viewtopic.php?t=879>

⁴<http://www.pilzolli.de/>

⁵http://susi.e-technik.uni-ulm.de:8080/Meyers2/seite/werk/meyers/band/13/seite/0067/meyers_b13_s0067.html

⁶<http://www.gamu.de/>

- orchideenvermehrung.at⁷ Bau einer sterilen Werkbank (HEPA) bei Orchideen-Thomas
- fungifun.org⁸ Weitere Bauanleitung einer HEPA-Werkbank
- ono.sendai.de:8180⁹ Homepage von Oliver Schlüter zum Pilzanbau

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)

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)

⁷<http://www.orchideenvermehrung.at/lfh/index.htm>

⁸<http://fungifun.org/English/Flowhood>

⁹<http://ono.sendai.de:8180/lintaxhome/staff/os/aboutme/pilze/index.html>

- Mykorrhiza (Symbiose von Pilz und Pflanzenwurzeln)
- overlay (Vollständig bewachsene Abdeckschicht reduziert Fruchtungsneigung)
- Saprophyt, Saprotroph (Fäulnisbewohner, Gegensatz: Parasit)

Kapitel 10

Autoren

Edits	User
8	Nick
4	MichaelFrey
1	Sundance Raphael
3	Heuler06
93	Speck-Made
3	Klaus Eifert
1	Dirk Huenniger

Kapitel 11

Bildnachweis

In der nachfolgenden Tabelle sind alle Bilder mit ihren Autoren und Lizenzen aufgelistet.

Für die Namen der Lizenzen wurden folgende Abkürzungen verwendet:

- GFDL: Gnu Free Documentation License. Der Text dieser Lizenz ist in einem Kapitel diese Buches vollständig angegeben.
- cc-by-sa-2.5: Creative Commons Attribution ShareAlike 2.5 License. Der Text dieser Lizenz kann auf der Webseite <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/> nachgelesen werden.
- cc-by-sa-2.0: Creative Commons Attribution ShareAlike 2.0 License. Der Text der englischen Version dieser Lizenz kann auf der Webseite <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/> nachgelesen werden. Mit dieser Abkürzung sind jedoch auch die Versionen dieser Lizenz für andere Sprachen bezeichnet. Den an diesen Details interessierten Leser verweisen wir auf die Onlineversion dieses Buches.
- PD: This image is in the public domian. Dieses Bild ist gemeinfrei.
- ATTR: The copyright holder of this file allows anyone to use it for any purpose, provided that the copyright holder is properly attributed. Redistribution, derivative work, commercial use, and all other use is permitted.

Bild	Autor	Lizenz
1	Y tambe	GFDL
2	Ziprich Permission	GFDL

3	Ziprich	Permission	GFDL
4	Rummelsdorf	Permission	GFDL
5	Rummelsdorf	Permission	GFDL
6	Rummelsdorf	Permission	GFDL
7	shanti	Permission	GFDL
8	Ziprich	Permission	GFDL
9	Rummelsdorf	Permission	GFDL
10	Rummelsdorf	Permission	GFDL
11	Ziprich	Permission	GFDL
12	Ziprich	Permission	GFDL
13	Nick	Permission	GFDL
14	Nick	Permission	GFDL
15	Nick	Permission	GFDL
16	Nick	Permission	GFDL
17	Nick	Permission	GFDL
18	chris_73	Permission	GFDL
19		Permission	GFDL

Kapitel 12

GNU Free Documenta- tion License

0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document “free” in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of “copyleft”, which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a prin-

ted book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The “Document”, below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as “you”. You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A “Modified Version” of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A “Secondary Section” is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document’s overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The “Invariant Sections” are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The “Cover Texts” are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A “Transparent” copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwi-

se Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not “Transparent” is called “Opaque”.

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The “Title Page” means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, “Title Page” means the text near the most prominent appearance of the work’s title, preceding the beginning of the body of the text.

A section “Entitled XYZ” means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as “Acknowledgements”, “Dedications”, “Endorsements”, or “History”.) To “Preserve the Title” of such a section when you modify the Document means that it remains a section “Entitled XYZ” according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you

KAPITEL 12. GNU FREE DOCUMENTATION LICENSE

must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
- C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
- D. Preserve all the copyright notices of the Document.
- E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
- F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
- H. Include an unaltered copy of this License.
- I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
- J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
- K. For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
- L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
- M. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.
- N. Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.
- O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties—for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give

KAPITEL 12. GNU FREE DOCUMENTATION LICENSE

permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled “History” in the various original documents, forming one section Entitled “History”; likewise combine any sections Entitled “Acknowledgements”, and any sections Entitled “Dedications”. You must delete all sections Entitled “Endorsements.”

6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an “aggregate” if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation’s users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document’s Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the

original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled “Acknowledgements”, “Dedications”, or “History”, the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided for under this License. Any other attempt to copy, modify, sublicense or distribute the Document is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License “or any later version” applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation.