

## MUSH - ROOM Platz 5

### Entwicklung und Entwurf eines Pavillons aus Pilzwerkstoff

Henriette Fischer / Technische Universität Wien

Myzel stellt biologisch gesehen das Fadengeflecht von Pilzen in der Erde dar. Wird es unter geeigneten Bedingungen mit einem Substrat und Wasser zusammengebracht, entsteht ein natürliches Material mit einer großen Spanne unterschiedlicher Charakteristika. Biologen, Industrial Designer und Materialwissenschaftler haben sich bereits mit dem Materialverhalten des myzel-basierten Kompositmaterials, kurz Pilzwerkstoff, auseinandergesetzt. In der Verpackungsindustrie, als Lederimitat oder in Form von Wärmedämmung hat dieses Material bereits Anwendungsbereiche gefunden. In der Architektur fanden erste Experimente in modularer Form statt. Das gewachsene Material ähnelt in Dämmeigenschaften und Konsistenz Kunststoffen wie Polystyrol, ist jedoch im Gegensatz dazu zu 100% biologisch abbaubar.

Vor diesem Hintergrund widmet sich diese Arbeit zunächst der Grundlagenforschung des Pilzwerkstoffs. Dabei werden primäre Einflussgrößen wie Pilzart und Substrat sowie sekundäre Einflussgrößen wie Luftfeuchtigkeit, Temperatur, CO2 Gehalt, Dichte, Porosität, das Risiko zur Kontaminierung, etc. untersucht. Basierend auf den Erkenntnissen wird ein Verfahren entwickelt, das den Entwurf eines biologisch abbaubaren, sprich temporären Pavillons zulässt. Das beinhaltet die Konstruktion, die empirische Untersuchung und die anschließende Rückführung der Ergebnisse in einen Entwurf.

Kernstück der Arbeit ist die Realisierung eines Prototyps im Maßstab 1:2. Anhand des Prototyps wird Theorie und Entwurf kontrolliert und bewertet. Die digitale Simulation des Pilzwerkstoffs dient sowohl der Vorhersage, der Untersuchung als auch der Visualisierung des Wachstums. Ziel der Arbeit ist es, einen architektonischen Entwurf zu generieren, der Materialherstellung, Verfahren und architektonische Ausgestaltung im Hinblick auf einen geschlossenen Lebenszyklus in einem Projekt vereint.

#### Campus Masters Wettbewerb

 Januar / Februar 2018

#### Facts

**Hochschule:**  
Technische Universität Wien

**Lehrstuhl:**  
Prof. Arch. Dr. Manfred Berthold /  
Mitbetreuung: Univ. Lektor DI Dr. Christoph Müller

**Präsentation:**  
18.10.2017

**Abschluss:**  
Master

**Rubrik:**  
Experimentelle Entwürfe

**Software:**  
Blender

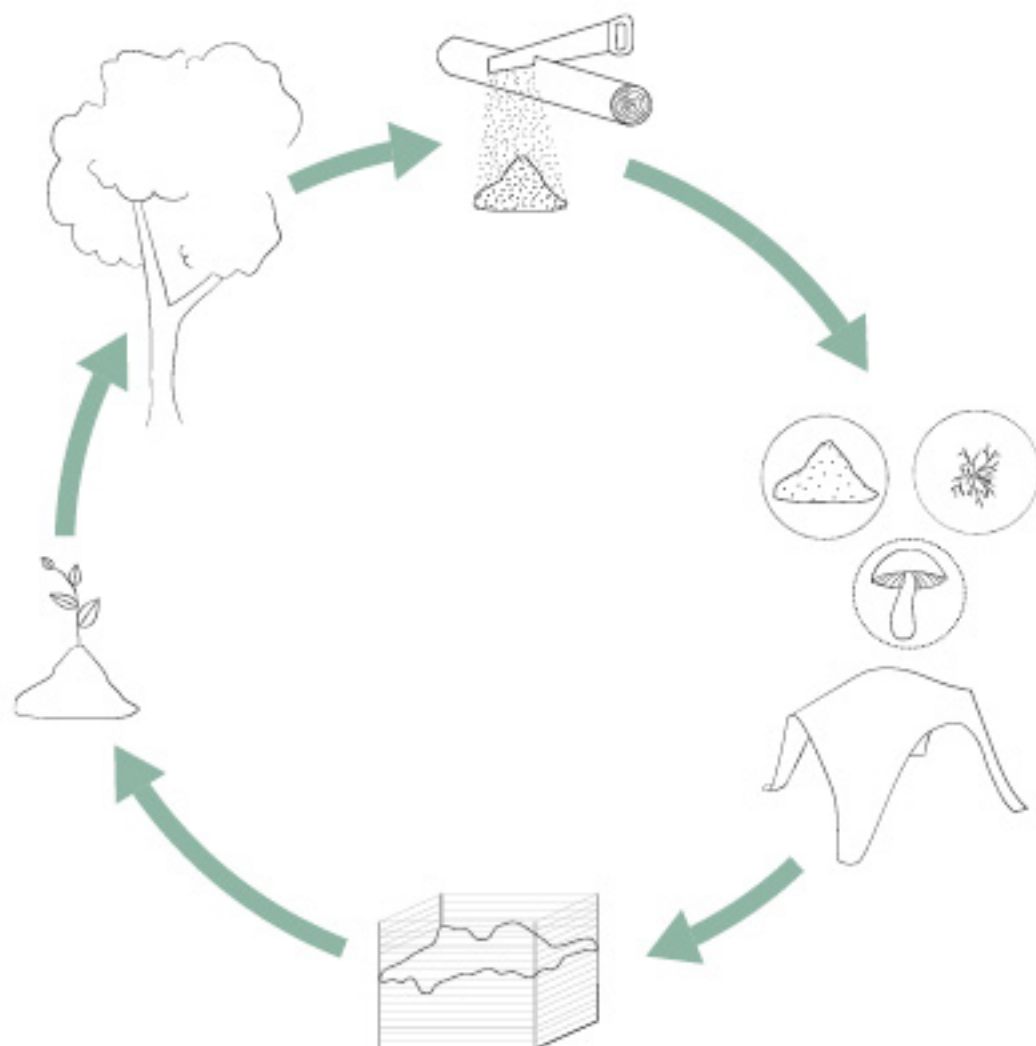
Weitersagen 

Ergebnis erfahren 









## Ein Pavillon im Kreislauf

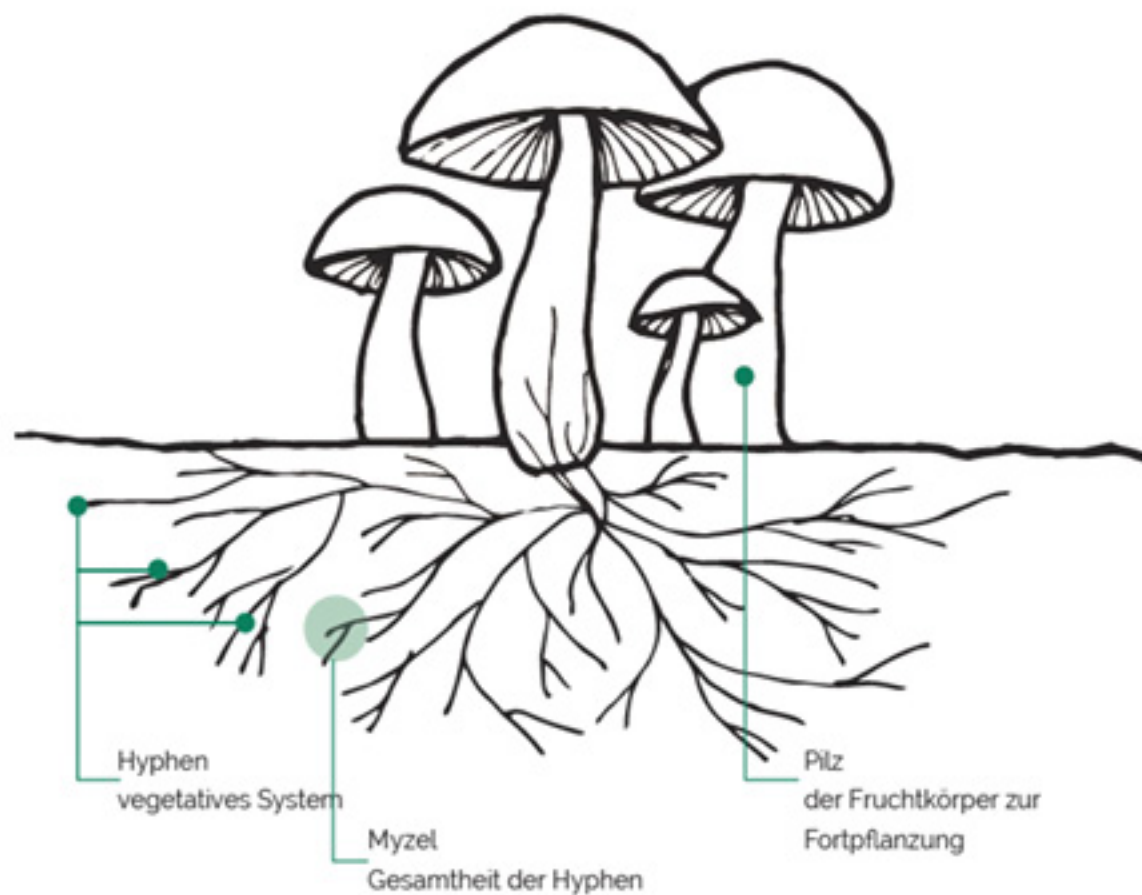
Der Pavillon Mush - Room, bestehend aus Pilzwerkstoff, nimmt den Lebenszyklus als Konzept auf und ermöglicht ein umfassendes Verwerten des Baustoffs nach seiner Nutzungsdauer.

Die Grundsubstanzen, aus dem das Material besteht, sind Sägespäne und Myzel. Die Sägespäne entstehen als Abfallprodukt in der Holzproduktion. Der Pilz wächst von selbst, solange zellulosehaltiges Material und Wasser vorhanden sind. Nach der Entstehung von Fruchtkörpern findet die Ernte statt. Normalerweise wird in der Pilzzucht das Substrat nach der Ernte entsorgt. Hier entsteht die Möglichkeit, die Pilzzucht und die Herstellung eines Pavillons zu vereinen. Nach der Ernte ist

das Material bereit zur Trocknung, durch die der Pilzwerkstoff einen stabilen Zustand erreicht. Wenn der Pavillon nicht mehr benötigt wird, kann er zerkleinert und kompostiert werden.

Nach einiger Zeit entsteht daraus Humus, der als Basis für das Wachstum neuer Pflanzen als letzter Schritt im Kreislauf gesehen werden kann. Anschließend können die Pflanzen wiederum als Ausgangspunkt für die Holzproduktion gesehen werden, aus deren Abfällen abermals die Grundlage für den Pilzwerkstoff gegeben ist.

Herzstück der Arbeit sind empirische Untersuchungen und die Entwicklung eines Materials, das anschließend die Herstellung eines Prototyps für einen Pavillon aus Pilzwerkstoff ermöglicht.



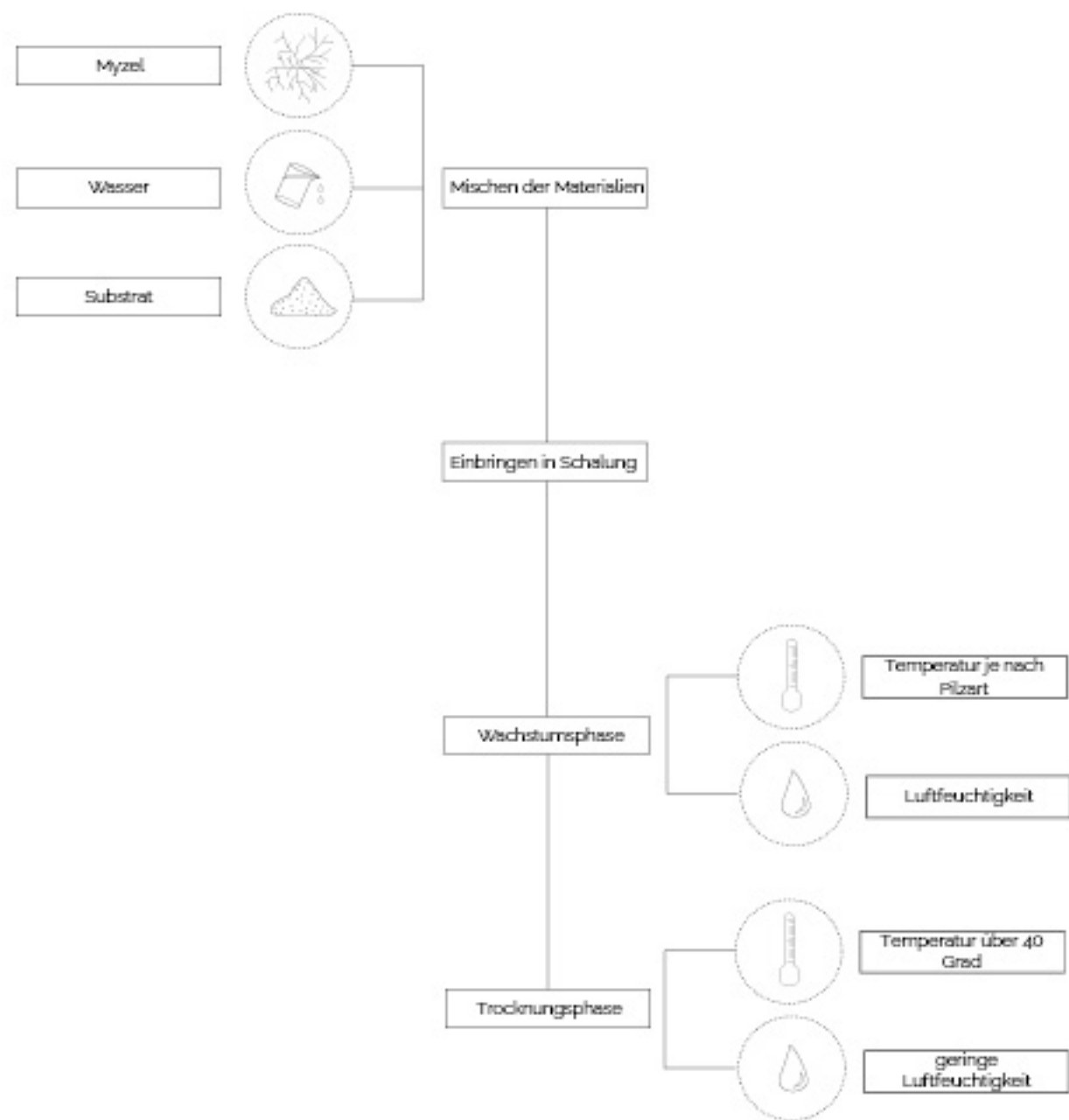
## Pilze

Kommt das Fadengeflecht der Pilze, das Myzel, mit einem zellulosehaltigem Material (Substrat) und Wasser zusammen, bildet sich ein Kompositmaterial, das nach einer Trocknung je nach Substrat relativ leicht und fest ist.

Im biologischen Kreislauf der Natur wird zwischen Produzenten, Konsumenten und Destruenten unterschieden. Während die Produzenten meistens durch Photosynthese die Lebensgrundlage für die Konsumenten herstellen, zerkleinern und mineralisieren die Destruenten organisches Material und stellen es den Produzenten wieder zur Verfügung. Die Konsumenten stellen die Tiere und Menschen dar, die die von den Produzenten hergestellten Nahrungsgrundlagen konsumieren. Pilze können durch ihr Fadengeflecht, dem Myzel, abgestorbene Pflanzen und Tiere zersetzen. Aus

diesem Grund nehmen sie als Destruenten eine überragende Rolle im biologischen Kreislauf ein. Durch den Abbau werden mineralische Nährstoffe freigesetzt, die danach erneut für das Wachstum der Pflanzen zur Verfügung stehen.

Myzel stellt biologisch gesehen das Fadengeflecht von Pilzen in der Erde dar. Speisepilze können sich optisch sehr stark unterscheiden. Betrachtet man allerdings den grundlegenden Aufbau, kann man immer drei Unterteilungen erkennen: Hyphen, Myzel, Fruchtkörper. Die fädigen Vegetationsorgane der meisten Pilze werden Hyphen genannt, die wiederum in ihrer Gesamtheit als Myzel oder Pilzgeflecht bezeichnet werden können. Wenn das Myzel fertig ausgebildet ist und bestimmte Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnisse herrschen, die bei jeder Pilzart unterschiedlich sind, können schließlich Fruchtkörper ausgebildet werden.





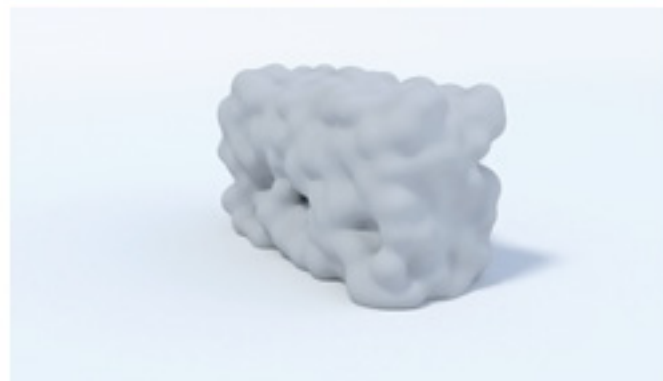


## **Einflussgrößen Substrat und Pilzart**

Das Kompositmaterial aus Myzel und Substrat, wird von vielen Einflussgrößen wie pH-Wert, Luftfeuchtigkeit, Dichte, Lichteinfall, CO<sub>2</sub> Gehalt, etc. gestaltet. Die wesentlichen Einflussgrößen sind allerdings das Substrat und das Myzel. Um heraus zu finden, welche Zusammensetzung sich am Besten als Baumaterial eignet, wurden unterschiedliche

Substrate und Pilzarten erprobt. In empirischen Studien wurden verschiedene zellulosehaltige Stoffe wie Baumwolle, Hanfasern, Sägespäne unterschiedlicher Größe, Heu, Stroh, Weizenkleie, Papier, Karton, etc. untersucht. Nachdem die Resultate mit den adäquatesten Eigenschaften für ein Baumaterial aus einer Mischung aus unterschiedlich großen Buchenspänen entstanden, wurde schließlich damit weiter gearbeitet.

Die Pilzart hat ebenfalls einen grundlegenden Einfluss auf das resultierende Material. Hauptsächlich wurden unterschiedliche Seitlinge untersucht, schließlich wurde mit dem Speisepilz Sommerseitling weiter gearbeitet, da er schnell und aggressiv wächst sowie das Risiko zur Kontaminierung gering ist.

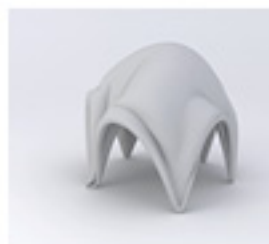
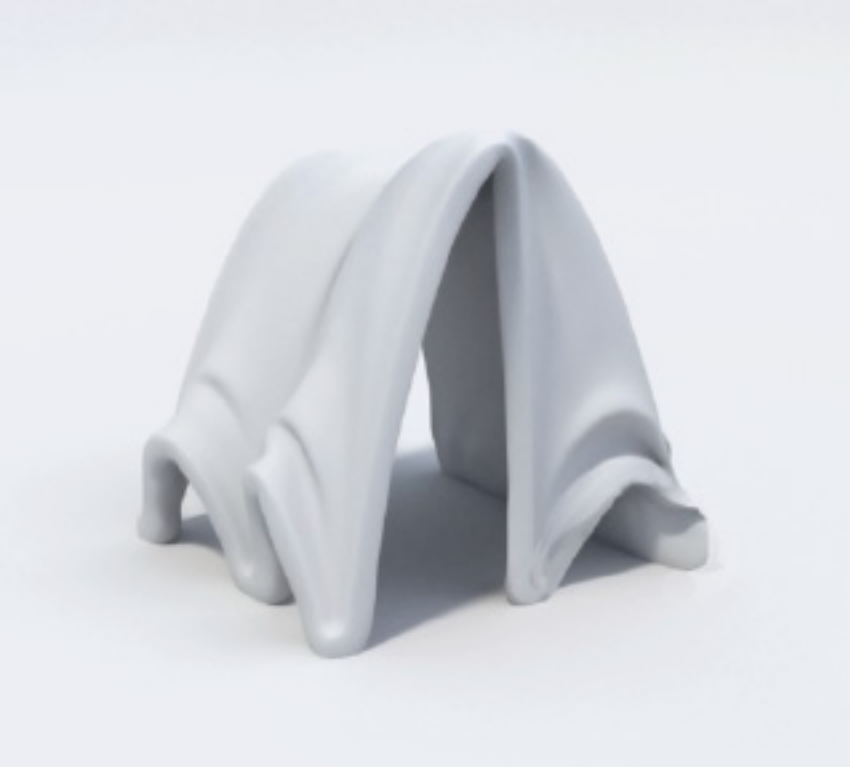


## Wachstum

Grundsätzlich kann zwischen Luft- und Substratmyzel differenziert werden. Luftmyzel breitet sich an der Oberfläche gleichmäßig aus, Substratmyzel wächst in das Material hinein und verzweigt sich. Die langsame Verdichtung des oberflächlichen Luftmyzels endet in einem Teppich, das sich über das Substrat zieht. Dabei wächst das Myzel gleichmäßig kugelförmig. Die Ausbreitung geht dabei von einem variabel großen Myzelstück aus. Die Abbildungen links zeigen den Vorgang bis zum Myzelteppich.

In einem größeren Maßstab wächst nicht nur das oberflächliche Myzel, sondern auch das Substratmyzel gleichmäßig in alle Richtungen. Das bedeutet, dass zusammenhängende Kugeln aus Sägespänen dort entstehen, wo Myzel im Material auftritt. Die Abbildungen rechts zeigen die Entwicklung eines Quaders, wo zunächst kleine kugelförmige Verbindungen entstehen, die schließlich größer werden und sich verbinden. Erst in der letzten Abbildung unten rechts haben sich die einzelnen durchwachsenen Bereiche zu einem einheitlichen Objekt zusammen geschlossen. Der Quader ist komplett durchwachsen und nimmt somit eine stabile Form an. Das Material ist also erst nach Abschluss der Wachstumsphase stabil.





## Pavillon: Hängemodell

Nach der Wachstumsanalyse und verschiedenen Materialtests wird ein Textil aus Baumwolle verwendet, das mit Buchenspäne und Myzel gefüllt wird. Dazu wird das Textil aufgehängt und als Hängemodell befüllt. Je nach Anzahl und Ort der Aufhängepunkte sowie Zuschnitt des Textils, entstehen unterschiedliche Entwürfe.

Nachdem Baumwolle ebenfalls aus Zellulose besteht, wird das Textil durchgewachsen. Um die Dicke des Materials zu bestimmen, wird der Stoff punktuell in unterschiedlichen Abständen abgenäht. Dadurch kann das Material je nach Notwendigkeit weiter unten dicker und weiter oben dünner ausgeführt werden. Der Entwurf für den Prototyp zeigt links oben einen rechteckigen Zuschnitt, der punkt- und linienförmig aufgehängt und schließlich umgedreht wird.

Nachdem das Material besser auf Druck als auf Zug belastbar ist, ist ein Hängemodell, das in seiner Umkehrform nur auf Druck belastet wird, eine ideale Form.





## Prototyp 1:2

Nach Materialstudien und der Entwicklung eines Verfahrens wird zur Erprobung ein Prototyp im Maßstab 1:2 hergestellt.

Links oben ist das Grundgerüst zu sehen, rechts oben ist das noch nicht befüllte Textil sichtbar, das in unterschiedlichen Abständen abgenäht wurde. Links unten ist das Hängemodell bereits mit Pilzwerkstoff befüllt und wird vom Myzel durchwachsen. Um das Risiko auf Kontaminierung gering zu halten, wird es während der Wachstumsphase mit einer wiederverwendbaren Folie abgedeckt. Nach der Ernte rechts unten ist der Pavillon während der Trocknung abgebildet. Anschließend ist der Werkstoff stabil und kann rotiert werden.















