

Neue Baumaterialien für die Bioökonomie

Das Potenzial von Pilzen

Towards an imminent transformation of the construction industry, the circular economy is looking for solutions to lower emissions, CO₂ footprint of buildings, and life cycles. In this context, the investigation of fungal mycelium composites has gained ground among researchers in recent years. The research conducted by the Chair of Structures and Structural Design (Trako) at the Faculty of Architecture is aligned with circular economy principles. It proposes replacing conventional construction materials with novel mycelium-based materials. Although most of the published research of fungal materials for construction focuses mainly on their favorable isolation properties, the researchers at Trako further explore the load-bearing capacity of these materials. The virtual growth of fungal

mycelium, combined with a lignocellulosic material such as wood, yields a promising scenario for a material that allows being shaped into any given form. Moreover, the fungal hyphae develop a network among the chipped-wood substrate connecting it into a matrix. This process also highlights mycelium's binding capacity. Both properties, rapid virtual growth and binding, served as a basis for Trako's research. We focused not only on determining the basics for defining the load-bearing capacity of the material but also on two possible case studies. The overall aim of the researchers at Trako is to develop fungal-based building materials that can contribute to the transformation of the oil-based economy into a sustainable, bio-(circular) -economy.

Die in einem Gebäude zum Einsatz kommenden Bauteile unterscheiden sich in ihrer Langlebigkeit. So ist die Haut eines Gebäudes anfälliger für Veränderungen, während tragende Elemente vor allem aufgrund ihrer langen Lebensdauer immanent bleiben. Laut einem Bericht der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) ist der Gebäudesektor für rund 30 Prozent der weltweiten CO₂-Emissionen, 40 Prozent des Energieverbrauchs in Europa und 30 Prozent des Ressourcenverbrauchs weltweit verantwortlich, wobei 80 bis 90 Prozent davon auf die tragenden Strukturen von Gebäuden entfallen. Der Entwicklung neuer tragfähiger Materialien kommt damit eine wichtige Rolle zu. Am Lehrstuhl für Tragkonstruktionen wird zu Verbundwerkstoffe auf Basis von Pilzmyzel geforscht. Das Myzel von Pilzen sind die fadenförmigen Zellen, die zumeist unter der Erde liegen. Sie bieten eine große Chance öl-basierte Baumaterialien zu ersetzen und ermöglichen eine Kreislaufwirtschaft: Pilzmyzelle können organische Abfälle in Verbundwerkstoffe umzuwandeln.

Das Baumaterial ist dabei stets ein Komposit aus Pilzmyzel und einem Substrat. Das Substrat dient dem Myzel als Nahrung und wird im Zuge des Myzelwachstumes von diesem komplett durchsetzt, das Myzel agiert also als Bindemittel. Aufgrund des geringen Energieverbrauchs und ihrer Abbaubarkeit können solche Materialien eine entscheidende Rolle für das kreislaufgerechte Bauen spielen. Die Biotechnologie von Myzelwerkstoffen hat aufgrund der natürlichen Stoffwechseleigenschaften der Pilze eine große Bandbreite. Derzeit gibt es etwa 60.000 Pilze in Kultur, die alle ihre ökologischen Nischen haben



Bild 1: Substrat-Pilz-Myzel-Wachstumsverhältnistest mit Buchenholzspänen (grob und fein) und Ganoderma Lucidum in einer Petrischale.

und auf bestimmte Leistungen spezialisiert sind. Neben der verbreiteten Anwendung zur Speisepilzproduktion, bietet der Bereich interessante Forschungsobjekte für Medizin (Stoffwechselwege), Pigmente oder Wirkstoffe. Die technische Verwendung geht kaum über die Herstellung von Verpackungsmaterial hinaus. In der Bauindustrie liegt der Anwendungsschwerpunkt noch auf einer experimentellen Ebene. Auch die technische Anwendung myzelbasierter Verbundwerkstoffe ist weltweit Gegenstand aktueller Forschungsarbeiten. Durchgeführte Studien beinhalten elementare Untersuchungen dieser Werkstoffe im Hinblick auf die physikalischen Eigenschaften wie Wärmeleitfähigkeit, Wasseraufnahmekapazität, aber auch mechanische Eigenschaften wie Festigkeit und Elastizität. Als Substratwerkstoffe kommen Naturfasern wie Gras, Hanf und Stroh sowie Holzspäne zum Einsatz. Einige grundlegende Eigenschaften, etwa die hohe Wärmedämmfähigkeit, und die begrenzte Feuchtigkeitsaufnahme, konnten bereits herausgearbeitet werden.

Erforschung myzelbasierter Materialien

Neben den Forschungsaktivitäten im Bereich des klassischen Holzbaus beschäftigt sich der Lehrstuhl für Tragkonstruktionen mit bio-basierten Werkstoffen. Dabei stehen ihre technischen und mechanischen Eigenschaften und somit die Verwendbarkeit als tragende, also statisch funktionale Werkstoffe in Architektur und Bauwesen, im Vordergrund. Das Projekt „LimyBrick“ widmete sich der Untersuchung von Pilzmyzel-Verbundmaterialien und den Möglichkeiten zur Herstellung von modularen Bauelementen wie beispielsweise Ziegel, siehe Bild 3. Hier konnten wertvolle Erkenntnisse zu Herstellung und Umgang mit dem Material gesammelt werden: Die Besiedlung und Biomasseproduktion des Pilzmyzels wird von der Substratauswahl, den Kultivierungsbedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit und pH-Wert) und der spezifischen genetischen Zusammensetzung beeinflusst. Daher wurden Untersuchungen zur Herstellung von festen, technisch und statisch verwertbaren Myzelverbundmaterialien durchgeführt. Dazu wurden verschiedene Kombinationen von Pilzen und Holzsubstrat analysiert, um den Einfluss des Substrats auf die Festigkeit, die idealen Klima- und Nährstoffbedingungen für das Wachstum und die Herstellungsschritte für die Materialherstellung zu ermitteln. Trotz des Autoklavierens der Substratmischung sind die Umgebungsbedingungen für die Kultivierung auch für das Wachs-



Bild 2 : Prototyp eines Sandwichpaneels mit einem Kern auf Myzelbasis in einem frühen Entwicklungsstadium.



Bild 3 : Prototyp der Verbundwand. Das Pilzmyzel ermöglicht die Verbindung der einzelnen Elemente in einem zweistufigen Wachstumsprozess.



Bild 4 : Probekörper Z1 für Druckuntersuchung; Draufsicht



Bild 5 : Probekörper Z1 für Druckuntersuchung; Seitenansicht



Bild 6: Das Team des Myco-Matrix-Projekts diskutiert Materialoptimierungsstrategien.
Foto: Peter Winandy



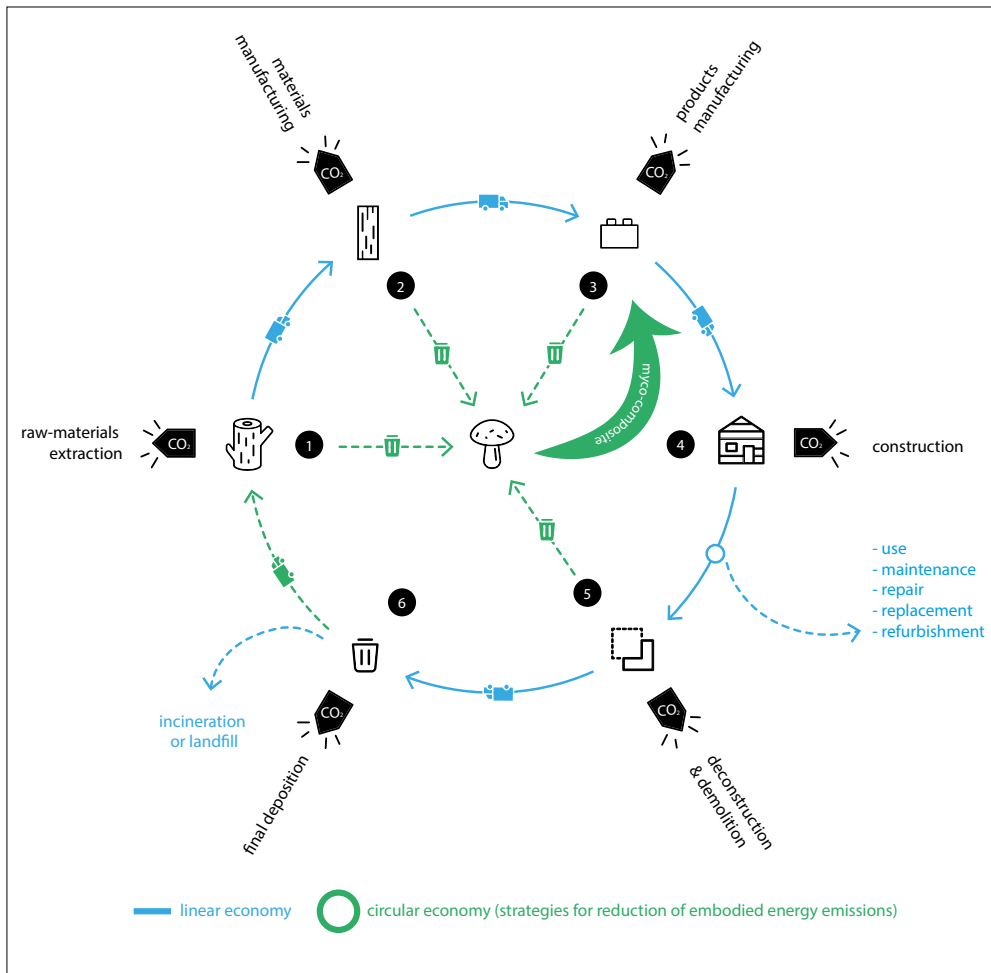


Bild 7: Integration von Pilzmyzel und Holzwerkstoffen in die Kreislaufwirtschaft der Bauindustrie.

Quelle: Myco-Matrix

Die Zukunft des Bauens überdenken

Jedes Gebäude, das wir in Zukunft bauen, sollte so nachhaltig und umweltfreundlich wie möglich sein. Dabei müssen Materialien verwendet werden, die in den Kreislauf der Natur zurückgeführt werden können. Wie in Bild 7 dargestellt, würde die Einführung von kreislaufgerechten Baumaterialien, wie das beschriebene Myzelmaterial, nicht nur die Ökobilanz von Gebäuden stark verbessern, sondern auch ein zweites Leben für Neben- oder Abfallprodukte der Holzverarbeitenden Industrie ermöglichen. Auch ergibt sich die Möglichkeit, bereits verwendete Baumaterialien aus Holz nach Ihrer Erstnutzung in einem Gebäude zu Substrat zu verarbeiten und somit in den Kreislauf zurückzuführen.

Die vorgestellten Projekte liefern eine Basis zur weiteren Entwicklung myzelbasierter Werkstoffe für den Einsatz als statisch wirksame Baumaterialien. Aufgrund der großen Varianz an Pilzarten besteht die Möglichkeit, in einem groß angelegten Screening die bestmögliche Kombination von Pilz und Holzsubstrat zu ermitteln. Darüber hinaus können die Kultivierungsparameter für die jeweiligen Kombinationen weiter optimiert und so die mechanischen und physikalischen Eigenschaften gesteigert werden. Gemeinsam mit der Entwicklung neuer, angepasster Anwendungsszenarien durch den Bau von Prototypen wird die Erforschung eines vielversprechenden Materials für das Bauwesen vorangetrieben.

tum anderer, unerwünschter Pilze, etwa Schimmelpilze, günstig. Aus diesem Grund wurde der Feuchtigkeitsgehalt der lebenden Matrix unter Beibehaltung einer praktikablen Wachstumsrate reduziert. Hinsichtlich des Festigkeitsverhaltens wurden Experimente zur Füll- beziehungsweise Packungsdichte und deren Auswirkung auf die Druckfestigkeit des Materials durchgeführt. Außerdem wurde der Einfluss der Substratkorngröße, basierend auf drei verschiedenen Korngrößen und deren Kombination, untersucht. Durch eine systematische Kombination und Abstimmung der Komponenten konnten so die Festigkeitseigenschaften deutlich verbessert werden. Die Erfahrungen dienten als Grundlage für die Entwicklung des Folgeprojekts „Myco-Matrix“, welches ebenfalls durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung finanziert wurde. Projektpartner war das Institut für Naturstofftechnik der TU Dresden, gemeinsam wurde die strukturelle Leistungsfähigkeit von Myzelwerkstoffen in konkreten Einsatz-

szenarien beleuchtet. Dazu wurden die im Erstprojekt durchgeführten Untersuchungen erweitert. Neben der Optimierung der Materialeigenschaften stand die Entwicklung von auf das Material zugeschnittenen Konstruktionsmethoden im Vordergrund. Durch eine Kombination des Myzelmaterials mit Holzwerkstoffplatten konnten Leichtbauplatten in Sandwichbauweise hergestellt werden, die sowohl für Wand- als auch Deckenplatten eingesetzt als auch planmäßig als statisch aktive Elemente für aussteifende Wände oder tragende Deckenkonstruktionen verbaut werden können. Die durchgeführten Fallstudien zeigen Prototypen im Maßstab 1:1. Die Prototypen, siehe Bild 3, ermöglichten es, maßstabsbezogene Konstruktionsprobleme zu beobachten und Designlösungen zu implementieren.

Autoren

Denis Grizmann, M.Sc., und Dana Saez, M.Sc., sind wissenschaftliche Mitarbeitende am Lehrstuhl für Tragkonstruktionen.

Univ. Prof. Dr.-Ing. Martin Trautz ist Inhaber des Lehrstuhls für Tragkonstruktionen.

Dr.-Ing. Anett Werner ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Naturstofftechnik der TU Dresden.



Bild 8: Die Teammitglieder Denis Grizmann und Dana Saez präsentieren eine Reihe von Materialproben auf Myzelbasis.
Foto: Peter Winandy