

## 20. Ausblick in die Zukunft

Wie wird unser Leben im Jahr 2050 aussehen? Werden wir in einer Welt leben, in der die Natur und Technologie im Einklang stehen? Haben wir Lösungen für die drängenden Umweltprobleme unserer Zeit gefunden? Und welche Rolle wird eine jahrtausendealte Kulturpflanze in dieser Zukunft spielen?

Die Antwort wird weniger spektakulär ausfallen, als manche hoffen, und weitreichender, als viele erwarten. Hanf wird 2050 vermutlich keine Smartphones antreiben. Aber er könnte ein selbstverständlicher Bestandteil der Baustoffpalette sein, mit eigenen Normen, Ausbildungsberufen und regionalen Wertschöpfungsketten. Nicht als Ersatz für alles andere, sondern dort, wo seine Eigenschaften am meisten zählen: Monolithische Bauweise, Wohngesundheit, Kreislauf-führung, kurze Transportwege.

Die vorangegangenen Kapitel zeigen, dass Hanfbaustoffe in der Praxis funktionieren, von der Fachwerksanierung bis zum KfW40-Neubau. Was fehlt, ist nicht das Material, sondern die Infrastruktur: Aufschlussanlagen, die ganzjährig laufen, Regelwerke, die Planungssicherheit schaffen, und Lieferketten, die Qualität garantieren. Drei Entwicklungslinien werden dabei entscheidend sein: Neue Bindemittel jenseits von Kalk (Kap. 20.1 und 20.2), die Überwindung struktureller Hindernisse (Kap. 20.3) und die politischen Weichenstellungen im Handlungskatalog (Kap. 21).

Es ist EIN Schlüssel zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft. Von der Bekleidung über das Bauwesen bis hin zur Energiegewinnung – Hanf ist überall, und junge Generationen wissen, dass Hanf nur in den allerwenigsten Fällen geraucht wird.

Kann eine einzelne Pflanze das Bauwesen verändern? Nein. Aber sie kann zeigen, dass es anders geht. Die folgenden Abschnitte skizzieren, wie es funktionieren könnte.

### 20.1 Hanf-Pilz-Bau

Beitrag von Melissa Acker (*studio sustainable matter & Hochschule für Technik (HFT) Stuttgart*)

Durch den Einsatz von Pilzmyzel als Bindemittel für Hanfchäben und somit Alternative zu Kalk, könnte zukünftig das Bauen mit Hanf noch nachhaltiger werden.

#### Herstellung von Myzel-Verbundwerkstoffen

Pilzmyzel – das vegetative System und **Wurzelgeflecht von Pilzen** – wird als nachhaltiges Bindemittel in der Baustoffentwicklung erforscht. Es besteht aus einem Netzwerk fadenförmiger Hyphen, die lignozellulosehaltige Substrate durchdringen und zu einer stabilen Masse verbinden (Elsacker, 2021). Bei sogenannten Mycelium-Based Composites (MBC) fungiert Myzel als „natürlicher Klebstoff“, der z. B. Hanfchäben zu festen Strukturen verbindet (Elsacker, 2021).

Die **Kultivierung** erfolgt unter kontrollierten, feuchtwarmen Bedingungen: sterilisierte Hanfchäben werden mit Myzel beimpft und in Formen gefüllt. Binnen weniger Tage durchwächst es das Material und bildet eine feste Matrix, deren Wachstum durch Erhitzen gestoppt wird (Elsacker, 2021; Meyer & Rapp, 2020). Es entsteht ein **formstabiles, leichtes, biologisch abbaubares Material** mit kunststoffähnlichen Eigenschaften – von weich bis hart, isolierend, flammhemmend und kork- oder schaumstoffähnlich (Bitting et al., 2022; Appels et al., 2019; Jones, 2020; Ross, 2017). Diese Qualitäten lassen erahnen, welches außergewöhnliche und vielseitige Baustoffpotenzial pilzbasierte Materialien bieten. Damit könnte Myzel langfristig als nachhaltige Alternative in der Baubranche etabliert werden.

#### Ökologische Vorteile und Materialeigenschaften

Die mechanischen Eigenschaften myzelbasierter Komposite lassen sich durch die **Wahl des Substrats** gezielt beeinflussen. Dessen Ausgangsgewicht, Porosität und Nährstoffprofil bestimmen maßgeblich das thermodynamische, physikalische und mechanische Verhalten des Myzelwerkstoffs (Bitting et al., 2022). Auch **Faserzustand, -größe und Verarbeitung** (z. B. lose, gehäckselt oder vorkomprimiert) spielen eine Rolle: Gehäckselter Hanf erhöht die Drucksteifigkeit (0,77 MPa) gegenüber losen Fasern (0,51 MPa) und bildet eine gleichmäßigere Außenhaut (Elsacker et al., 2019).

**Hanfchäben** haben sich als besonders geeignetes Substrat erwiesen: schnelles Wachstum, gute Schadstoffadsorption und hervorragende Eigenschaften als **Dämmstoff** (Lee & Choi, 2021; Thurner, 2023; Elsacker et al., 2019). Sie erreichen eine Wärmeleitfähigkeit von 0,0404 W/(m·K) – vergleichbar mit konventionellen Dämmstoffen wie Steinwolle, Glasfaser, Schafwolle oder Kork (Elsacker et al., 2019). Zudem erzielt Hanf einen sehr geringen Wasseraufnahmekoeffizienten (0,0073 mm/s<sup>1/2</sup>) und eine geringe Wasseraufnahme innerhalb von 24 Stunden (Elsacker et al., 2019).

Während Pilzarten wie *Ganoderma lucidum*, *Pleurotus ostreatus* oder *Trametes versicolor* weltweit verfügbar sind, hängt die Wahl des Substrats von regionalen landwirtschaftlichen Abfallströmen ab (Bitting et al.,

2022). Hanf lässt sich in **verschiedenen Formen** (Fasern, Schäben, Matten) verarbeiten und kann alleine oder als „hybrides“ Substrat mit anderen Pflanzenresten wie Stroh, Sägemehl oder Baumwollresten verwendet werden (Palanisamy et al., 2023; Elsacker et al., 2019). Diese Vielfalt ermöglicht eine gezielte Anpassung des Substrats an die spezifischen Anforderungen verschiedener Pilzarten. Hanf bietet eine besonders flexible und lokal verfügbare Grundlage für die Entwicklung nachhaltiger Myzelwerkstoffe.

Pilzbasierte Baustoffe punkten auch durch ihre **positive Klimabilanz**: Pilzorganismen binden jährlich rund 13 Gigatonnen CO<sub>2</sub> – etwa 36 % der weltweiten jährlichen Emissionen fossiler Brennstoffe (Hawkins et al., 2023). **Im Verbund mit Hanf, einer der CO<sub>2</sub>-effizientesten Nutzpflanzen** überhaupt, entsteht ein Baustoff mit besonders positivem Klimaprofil. Hanf-Myzel ist in etwa zwölf Wochen biologisch abbaubar (Palanisamy et al., 2023). Die verwendeten Pilzspezies **sind weder toxisch, noch pathogen oder allogen** (Meyer & Rapp, 2020) – ein Pluspunkt für wohngesunde Architektur.

#### Anwendung

Die **Materialentwicklung** begann um 2010, vor allem durch Designer:innen und Künstler:innen in den USA, den Niederlanden und Italien. **Start-ups wie Ecovative, MycoWorks, Grown Bio, Biohm oder Mogu entwickelten marktfähige Produkte** wie Verpackungen, Lederalternativen und Akus-



Abb. 376: Myzeloberfläche, Nahaufnahme. [Annika Ramge/HFT Stuttgart]

Abb. 375: Kultivierung auf Sägespänen: zum Bauen mit Pilzen wird das Myzel denaturiert bevor daraus Fruchtkörper wachsen. [Afra Gölzer & Amira Klimpel / HFT Stuttgart]





**Abb. 377:** Substratversuche in einem Workshop mit Innenarchitektur-Studierenden der HFT Stuttgart (Leichtschäumplatte, Hanfschäben, Holzwolle, feine und grobe Sägespäne). [Melissa Acker]

tikelemente – und ebneten so den Weg für Anwendungen im Bauwesen (Meyer & Rapp, 2020).

Pilzbasierte Materialien sind vielversprechend für **Wärme- und Schalldämmung, Akustikelemente, Innenausbau, Temporäre Bauteile, sowie Modellbau und Prototyping.**

Zu den ersten industriell verfügbaren Produkten zählen die **Akustikpaneele** von Mogu S.r.l. In **experimentellen Mikroarchitekturen** wie dem *Growing Pavilion* (Biobased Creations, n.d.) oder dem *MY-CO SPACE* (Meyer et al., 2022) kam Myzel als Beplan-

kung einer Holzkonstruktion zum Einsatz. Auf der Architekturbiennale 2023 demonstrierte die Rauminstallation *In Vivo* die ästhetisch-haptische Qualität (Divisare, 2023).

In **permanenter Architektur** gibt es erste Pilotprojekte wie das *MycoHAB* in Namibia, bei dem invasive Buscharten zu tragfähigen Myzelsteinen verarbeitet wurden (MycoHAB, n.d.). Die „MycoBlocks“ überzeugen mit 10 kg Masse, 670 kg/m<sup>3</sup> Dichte, 26 MPa Druckfestigkeit, 207 MPa Biegefestigkeit und Dämmwert R15 (Maurer, 2022). **Komprimierte Myzelplatten**, kalt- oder heiß gepresst, könnten künftig OSB- oder MDF-Platten ersetzen (Bitting et al., 2022). Zahlreiche **Hochschulen und Universitäten** forschen mittlerweile intensiv und interdisziplinär an Myzel.

**Fazit & Ausblick**

Myzel-Hanf-Verbundstoffe bieten langfristig eine **kreislauffähige, CO<sub>2</sub>-senkende Alternative zu Hanfkalk**. Sie verbinden technische, ökologische und ästhetische Qualitäten und eröffnen neue Perspektiven für das Bauen mit biologisch aktiven Materialien. Geringe Wärmeleitfähigkeit, biologische Abbaubarkeit und geringe Herstellungskosten machen sie attraktiv für die Bauwirtschaft (Bitting et al., 2022).



**Abb. 378:** „Hanf + Myzel“ beim HFT Hanfbausymposium 2024, WS24/25, Melissa Acker mit Studierenden der Innenarchitektur [Lenard Augustin, HFT Stuttgart]



**Abb. 379:** The Growing Pavilion by Biobased Creations. [Eric Melander]

**Abb. 380:** MycoHABN, Namibia: Ein MycoBlock wiegt 13 kg und speichert 43% (5,6 kg) organischen Kohlenstoff den der Busch (Myzel-Substrat) aus der Atmosphäre aufgenommen hat. Das entspricht 20,5 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>e). Nach Abzug der Herstellung bleibt eine Netto-Speicherung von 13 kg CO<sub>2</sub>e pro Block. [MycoHAB]

Dennoch bestehen **Herausforderungen:** Die Kultivierung erfordert sterile Bedingungen und ist anfällig für Kontamination. Es mangelt an standardisierten und skalierbaren Herstellungsverfahren, belastbaren Daten zur Langzeitbeständigkeit sowie baurechtlichen Regelungen (Bitting et al, 2022). Im Außenbereich ist Myzel ohne Beschichtung nur begrenzt einsetzbar. Hohe Zertifizierungskosten und die Monopolisierung wichtiger Patente durch wenige Unternehmen hemmen die industrielle Skalierung (Jones et al., 2017; Attias et al., 2020). Auch zur strukturellen Tragfähigkeit fehlen verlässliche Daten (Dessi-Olive, 2022).

Für den breiten Einsatz braucht es **weitere Forschung, technische Optimierung, Automatisierung und offene Schnittstellen zwischen Wissenschaft und Industrie** (Bitting et al., 2022). Langfristig könnten Myzel-Hanf-Verbundstoffe nicht nur durch ihre funktionalen Eigenschaften überzeugen, sondern auch eine neue Materialkultur etablieren – zwischen Ökologie, Technologie und Gestaltung.

