

## Baustoff der Zukunft - Pilzmyzelien

Lisa Potthast

### Einleitung

Klimawandel und die daraus resultierende Erderwärmung ist heutzutage ein wichtiges, omnipräsentes Thema. Die übermäßige Nutzung fossiler Brennstoffe und das stetige Abholzen der Wälder ist ein riesiges Problem für die gesamte Erde. Eine der Folgen, die aus diesem Verhalten resultieren, ist durch den CO<sub>2</sub>, sich immer weiter erhöhende Menge der natürlich vorkommenden Treibhausgase in der Erdatmosphäre. Diese verstärken unmittelbar den sogenannten Treibhauseffekt. Der Kohlenstoffdioxid bildet eine Schicht um die Erdatmosphäre. Kurzwellige Sonnenstrahlung dringt von außen durch die Erdatmosphäre ein und wandelt sich in langwelligere Wärmestrahlung um, welche nicht mehr vollständig nach draußen gelangen. Die Erde erwärmt sich mit gravierenden Folgen, die die gesamte Menschheit betreffen, denn als Folge dessen schmelzen die polaren Eiskappen, wodurch der Meeresspiegel steigt. Außerdem herrschen durch die Verschiebung der Niederschlagsmuster immer extremere Wetterverhältnisse [1].

Das Konsumverhalten der Menschen, weswegen Ressourcen der Erde ausgeschöpft werden, beeinflusst also das Klima und die Temperatur auf der Erde immens. Aus den genannten Gründen ist es für die Menschen wichtig, den Umgang mit der Erde zu überdenken. Statt die Erde ihrer fossilen Rohstoffe zu berauben,

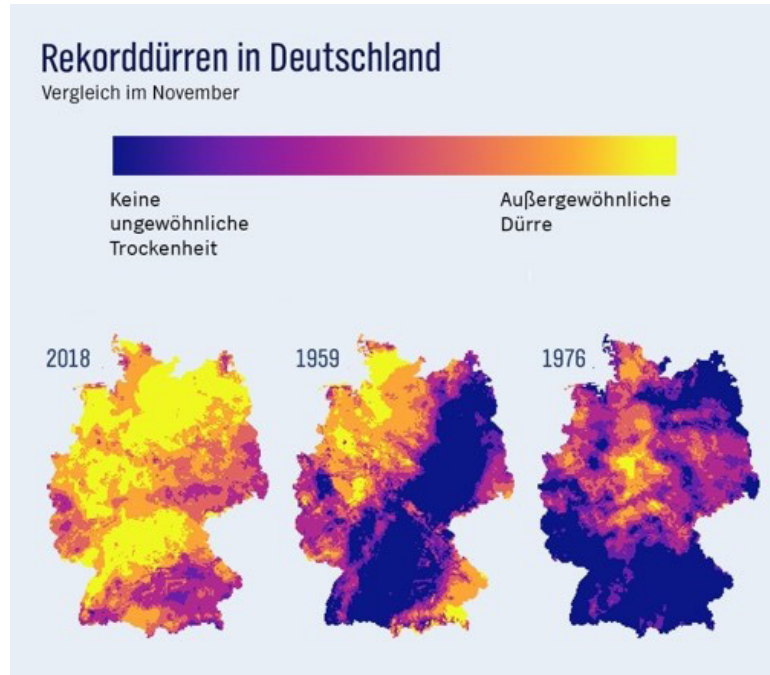


Abb. 1: Folgen der Erderwärmung: Dürren in Deutschland (Quelle: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Bildquelle 1)

werden nachhaltige Alternativen notwendig, um die Erde und ihre Bewohner zu schützen. In der Bauindustrie wird es auf lange Sicht unabdingbar, Materialien zu verwenden, die schnell nachwachsen, sich lange halten und leicht und nachhaltig zu entsorgen sind.

### Rohstoff Sand

„Sand ist die Grundlage unserer modernen Gesellschaft“, erläutert die Wissenschaftlerin am Deutschen Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung Aurora Torres, denn die meistgebrauchte Ressource nach Wasser ist Sand. 50 Milliarden Tonnen Sand werden schätzungsweise weltweit jährlich verbraucht, das sind 18 Kilogramm täglich für jeden Bewohner der Erde und neunmal mehr als der Verbrauch von Roh-

öl. Unser massiver Sandabbau übersteigt die Reproduktionsfähigkeit der Erde und der Sand wird somit knapper und sein Abbau immer aufwendiger und umweltschädlicher. Die Nachfrage nach Sand ist aber in den letzten 30 Jahren um 360% gestiegen. Viele Länder haben den Export von Sand verboten. Jedoch wird illegal weiterhin mit dem Rohstoff gehandelt.

Sand steckt so ziemlich in allem: In Glas, Asphalt, Kosmetika, Mikrochips, Smartphone-Bildschirmen, Autos und Flugzeugen. In der Weinindustrie sowie in vielen weiteren Lebensmitteln wird aus Sand gewonnenes Siliciumdioxid (SiO<sub>2</sub>) verwendet.

Der Hauptkonsument dabei ist aber die Bauindustrie, denn Sand

wird neben Wasser, Zement und Kies als wesentlicher Bestandteil für die Betonherstellung verwendet. Bauwerke basieren zu 2/3 auf Beton, welcher wiederum aus 2/3 Sand besteht. Für ein normales Einfamilienhaus sind Schätzungen zufolge 200 Tonnen Sand nötig. Jedes Jahr wächst der Sand- und Kiesbedarf für Häuser, Straßen und andere Bauten weltweit ca. um 5,5 Prozent und wird durch den Zuwachs der Weltbevölkerung immer weiter ansteigen. Für die Herstellung von Beton eignet sich nur Meeressand, da Wüstensandkörner vom Wind so rund geschliffen sind, dass der Zement nicht anhaften kann. Sand wird durch die Abtragungen von Steinen in Gebirgen erzeugt. Bis die kleinen Körnchen das Meer erreichen, kann es 100 bis 1.000 Jahre dauern und dabei kommt auch nur ein Bruchteil dort tatsächlich an. [2], [3]

Die Folgen des Sandabbaus sind bereits jetzt schon fatal. Flussufer können instabil werden und das kann langfristig zu mehr Überschwemmungen führen. Zudem verändert der Sandabbau die Ökosysteme. Meerestiere finden keine geeigneten Lebensräume mehr. In Flüssen und Mangrovenwäldern dezimiert der Sandabbau die dort lebenden Krabben. Durch die großen Maschinen, die zum Einsatz kommen, wird Sandstaub aufgewirbelt. Das führt zu einer Trübung des Wassers welche Tier- und Pflanzenarten, die auf Licht angewiesen sind, beeinträchtigt. Der Lärm von Baggern stört unter anderem das Echolot einiger Tierarten, wie beispielsweise beim Finnwal. Die Folge ist Dauer-

stress. Manche Tiere meiden ihren üblichen Lebensraum sogar ganz. In Binnengewässern verändert sich mit den Ausgrabungen der Wasserfluss, der pH-Wert des Wassers sowie die Gewässerstruktur.

Eine weitere schwerwiegende Folge ist das Absinken des Wasserspiegels ganzer Flüsse und Seengebiete was besonders in der Trockenzeit dramatisch ist. An Küsten führt der Sandabbau dazu, dass Landflächen immer kleiner werden, oder sogar komplett verschwinden. In Indonesien sind bereits mehr als 24 Inseln des Archipels komplett verschwunden. [4]



Abb. 2: Sandabbau (Bildquelle 2)

Die Auswirkungen von Tsunamis werden ebenfalls verschlimmert, denn Strände bilden eine natürliche Barriere und schützen Siedlungen, die weiter landeinwärts liegen. Sandabbau kann auch Folgen für die Landwirtschaft haben. Salzwasser kann aufgrund eines künstlich geschaffenen Gefälles in das Landesinnere seinen Weg in fruchtbare Böden fernab der Küsten finden. Durch den Sandabbau im Mekong-Delta beispielsweise, drang in der Trockenzeit in manchen Gebieten bereits Salzwasser in landschaftlich genutzte Böden [5]. Es ist also von großer Notwendigkeit, andere Materialien für den Bau von Häusern zu entwickeln, die möglichst

kostengünstig, nachhaltig, optisch ansprechend und ökologisch abbaubar sind.

### *Holz statt Beton?*

Ein Vorteil, der Bauen mit Holz mit sich bringt ist der, dass der Energieaufwand für die Herstellung von Holzbaustoffen wesentlich geringer ist als für Baustoffe wie zum Beispiel Ziegel, Beton und Glas. Bei der Entsorgung gibt es auch weniger Hindernisse als bei der Entsorgung von Beton, der als Sondermüll entsorgt werden muss. Die Natur kann Holz von allein wieder vollständig abbauen oder es kann als Brennstoff genutzt werden.

Außerdem hat Holz vorteilhafte technische Eigenschaften. Es ist stabil mit wärmedämmenden Eigenschaften. Dazu hat es noch ein sehr geringes Gewicht im Vergleich zu anderen tragfähigen Baustoffen, und Trocknungszeiten wie es bei Beton notwendig wäre entfallen. Dadurch ist eine sehr kurze Bauzeit möglich.

Auch für das Raumklima ist Holz eine gute Wahl. Unversiegelte Holzoberflächen wirken feuchtigkeitsregulierend. Sie können überschüssige Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben, was eine Durchfeuchtung der Bauteile verhindert und so das Risiko eines Pilzbefalls senkt. Durch seine offenporige Struktur ist Holz auch in der Lage, Schadstoffe zu binden. So kann es zur Verbesserung der Raumluft beitragen, was das Haus somit Allergiker-freundlicher macht [6].

Bei dem Bau von Holzhäusern muss besonders auf die richtige Planung und die richtige Materialverarbeitung geachtet werden, da es sonst durch mangelnde Luftdichtheit zu Luftzug oder Feuchtigkeit führen kann.



Abb. 3: Holzbau (Bildquelle 3)

Holz als Material scheint erstmal sowohl bautechnisch wie auch ökologisch sinnvoll, da es vielseitig und effizient einsetzbar ist und zudem noch ein nachwachsender Rohstoff ist. Doch Holz braucht sehr lange um nachzuwachsen und es werden weltweit nicht so viele Bäume gepflanzt, wie abgeholzt wird. Der Großteil der Waldflächen wird zwar nicht für die Herstellung von Bauwerken gerodet (In Deutschland werden nur knapp 20 % aller neu genehmigten Wohngebäude in Holzbauweise errichtet), doch wenn man eine Umstellung von Bauen mit Beton auf Holzbauweise vorsieht, würde der Bedarf nach Holz so sehr ansteigen, dass die Holzresource schnell ausgeschöpft wäre.

Insgesamt wird die gesamte Waldfläche jährlich weltweit kleiner. Während es im Jahr 1990 noch 41,28 Millionen Quadratkilometer Wald gab, sind es im Jahr 2016 nur noch 39,96. Das entspricht ungefähr der vierfachen Fläche Europas. Laut Greenpeace sind weltweit nur 20 % der ursprünglichen Urwaldflächen erhalten.

Wälder haben aber eine wichtige Funktion für Menschen, Tiere und andere Lebewesen und diese gehen mit der Waldrodung verloren. Bäume sind nicht nur Lebewesen, sondern auch Lebensraum. Auf ihnen und von ihnen leben zahlreiche Tiere und manche Pflanzen. Durch die Abholzung von Wäldern wird also auch der Lebensraum und die Nahrungsquelle vieler Arten zerstört womit die Artenvielfalt immer mehr sinkt.



Abb. 4: Waldrodung im Amazonas (Bildquelle 4)

Zudem ist der Wald ein wichtiges Instrument im Kampf gegen den Klimawandel, denn Bäume filtern das klimaschädliche CO<sub>2</sub> aus der Luft und speichern es als Kohlenstoff im Baum und Boden. Auf diese Weise verringern sie kurzzeitig den Treibhauseffekt. Außerdem sind sie Wasserspeicher und wirken vor Ort ausgleichend auf das Klima. Bei Brandrodungen, die veranlasst werden, um beispielsweise Flächen für das Anbauen von Ölpalmen für die Palmölproduktion zu schaffen, wird das in den Bäumen gespeicherte CO<sub>2</sub> direkt wieder freigesetzt, was wiederum den Treibhauseffekt antreibt [7].

Holzbau ist also eine sehr viel bessere Bauweise als die mit Beton, doch die Frage ist, wie man es schafft noch effizienter und nachhaltiger zu bauen als die übliche „ökologische“ Methode.

### Holz im Möbelbau?

Auch im Bereich der Möbelherstellung sind neue Lösungswege gefragt. Es werden massenhaft Billigmöbel produziert, die weder umweltfreundlich, menschenfreundlich noch nachhaltig sind. Oft handelt es sich bei Materialien für Möbel um Holzwerkstoffplatten, wobei das zerkleinerte Holz, die Holzspäne, oftmals mit einem Bindemittel zusammengeklebt werden. Als typisches Bindemittel für Spanplatten werden Formaldehydharze eingesetzt. Sie treten permanent als Gas aus dem Baustoff aus und belasten die Raumluft. In hohen Mengen kann das austretende Gas Schleimhautreizungen, Hustenreiz, Kopfschmerzen und Übelkeit, sowie allergische Reaktionen hervorrufen.

Es gibt aber auch Platten, die kein Formaldehydharz enthalten, dafür enthalten sie aber Polyurethanharz. Polyurethanharzkleber enthalten Isocyanate, die bei der Herstellung und Verarbeitung der Bindemittel umweltbelastend und gesundheitsgefährdend sind [8].

Die Sichtoberflächen von Spanplatten sind manchmal mit Echtholz-Furnieren beschichtet, also dünne Holzblätter, die auf den Holzwerkstoff geklebt werden. Heutzutage jedoch wird das Echtholz-Furnier von preiswerteren Folien oder Laminat-artigen Beschichtungen vom Markt verdrängt. Laminat ist ein mehrlagiger, duroplastischer Kunststoff (Kunststoff, welcher nach der Aushärtung nicht mehr verformt werden kann), der durch Verpressen und Verkleben mindestens

zweier Lagen gleicher oder verschiedener Materialien entsteht.

Doch die Herstellung von Kunststoff ist aufwendig und verursacht eine Menge CO<sub>2</sub> Ausstoß. Plastik ist nicht abbaubar und verschmutzt somit dauerhaft die Umwelt. Es kann zwar verbrannt werden, dadurch entstehen aber andere giftige Stoffe und recyceln ist nicht in dem nötigen Umfang möglich.

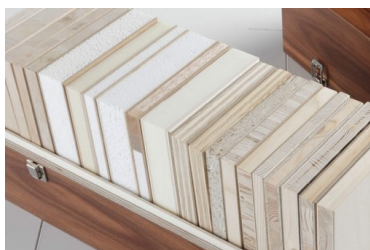


Abb. 5: Holzwerkstoffplatten (Bildquelle 5)

Plastik vergiftet die Nahrungskette, indem es immer weiter zerkleinert wird. Diese Kleinstteilchen können zum Teil sehr gefährliche Chemikalien wie Quecksilber oder diverse Pestizide anziehen, die dann wiederum von Tieren zusammen mit der Nahrung aufgenommen und abschließend dann durch den Verzehr dieser Tiere in den Organismus des Menschen gelangen [9].

Weil nicht einzusehen ist, woher die Hölzer überhaupt kommen, geschweige denn wie die Holzwerkstoffe zusammengesetzt sind, ist es für den Endverbraucher nicht möglich eine fundierte Entscheidung bei der Wahl eines Billigmöbels zu treffen. Selbst die FSC-Siegel, die für nachhaltige Forstwirtschaft verliehen werden,

täuschen den Verbraucher, denn nur 70 % des Holzes müssen dafür nachhaltig abgeholzt und aufgeforstet werden. Woher die übrigen 30 % stammen, wird nicht berücksichtigt [10].

Die Möbelindustrie lässt durch die bereits viel zu niedrigen Preise auf dem Markt aber auch kaum fair und nachhaltig produzierte Produkte zu. Die Menschen kaufen viel und billig anstatt weniger und qualitativ. Die Einstellung der Menschen dahingehend zu ändern ist schwierig und wird sicherlich nur bei einer gewissen Anzahl Anklang finden. Auch die Familien in finanziell schwieriger Lage sollten die Möglichkeit haben, Möbel zu kaufen die ihnen und der Umwelt nicht schaden. Nachhaltigkeit sollte für jeden bezahlbar sein.

#### Ein neuer Ansatz



Abb. 6: Richard Buckminster Fuller (Bildquelle 6)

Bereits der US-amerikanische Architekt, Konstrukteur, Visionär, Designer, Philosoph und Schriftsteller des 20. Jahrhunderts Buckminster Fuller traf die Aussage:

“You never change things by fighting the existing reality. To change something, build a new model that makes the existing model obsolete.”

Etwas Unvorstellbares wird fassbar gemacht und neue innovative Ideen entstehen, indem man über den Tellerrand hinausblickt.

Die Wissenschaftler sind angeregt, ein komplett neues und vor allem nachhaltiges Material zu entwickeln, oder eher gesagt zu „finden“, denn die Inspirationen stammen eigentlich immer aus der Natur. Das Fliegen zum Beispiel wäre heute nicht möglich, wenn die Natur uns nicht gezeigt hätte, dass die Schwerkraft auf solche Art überwunden werden kann.

Bei der Suche eines sehr viel Nachhaltigeren und CO<sub>2</sub> einsparenderen Materials zu den bereits existierenden, die für die Welt der Architektur und Innenarchitektur relevant sind, sind Forscher auf den Pilz gestoßen. Der Baustoff aus Pilzen ist allerdings nicht nur inspiriert von der Natur, es ist die Natur in ihrer reinsten Form, ohne chemische Bindemittel oder Zusatzstoffe, denn hier wird das Myzel (Wurzelwerk) des Pilzes als natürlicher Klebstoff verwendet. Erstmal scheint es unmöglich, mit Hilfe des Wurzelwerks eines Pilzes ein tragfähiges Konstrukt herzustellen aber bereits bestehende Projekte und Firmen zeigen uns, dass es möglich ist! Und nicht nur das. Das Material ist auch noch belastbarer als die meisten, die wir bereits für den Bau verwenden.

Mittlerweile hat sich herausgestellt, wie vielfältig und innovativ die Einsatzmöglichkeiten des Pilzes sind. Die Produktion ist an keine besonderen Standorte gebunden, womit lange Trans-

portwege der Vergangenheit angehören. Der Pilz vermehrt sich sehr schnell und es bedarf keine besonders aufwendige Verarbeitung. Es ist bereits jetzt schon möglich Bau- und Verpackungsmaterialien sowie Möbel aus Pilzen herzustellen. In Zukunft könnte es also durchaus sein, dass die Menschen in Häusern leben, die aus Pilzen bestehen [11].

### Was sind Pilze?

Pilze (lat. *fungus*) sind sogenannte Eukaryoten. Sie sind also Lebewesen mit Zellkern und Zellmembran und bilden ein eigenes Organismenreich, so wie Pflanzen, Tiere oder Bakterien. Einige Pilze zählen zu den Mikroorganismen. Anders als Pflanzen können Pilze keine Photosynthese betreiben. Sie müssen sich heterotroph ernähren, das heißt, sie können keine eigene Nahrung produzieren, sondern müssen sich aus anderen Quellen organischen Kohlenstoffs ernähren, hauptsächlich aus pflanzlichen oder tierischen Stoffen. Deswegen werden sie auch als Destruenten bezeichnet. Sie verarbeiten organischen „Abfall“ zu Humus weiter, wodurch sie die Grundlage für jedes Pflanzenwachstum bilden. Die Ausbreitung der Pilze geschieht meist durch Sporen, die entweder asexuell (ungeschlechtlich) oder sexuell (geschlechtlich) gebildet werden. Pilze gibt es im Meer und im Süßwasser, aber die meisten leben auf dem Land. Man schätzt ihre Artenzahl auf ca. 1,5 Millionen, dabei sind weniger als ein Zehntel davon bis heute wissenschaftlich beschrieben [12].

Pilze lassen sich grob in zwei unterschiedliche Wachstumsformen unterteilen: In Einzeller - zum Beispiel Hefen, und in Myzel-Pilze. Da Myzel-Pilze für dieses Thema von Bedeutung sind wird im Weiteren auf diese Art näher eingegangen.

Sie besiedeln ein festes Substrat, wie Erdboden, Holz oder anderes lebendes oder abgestorbenes organisches Gewebe. Darin bilden sie dann die Hyphen. Das sind mikroskopisch kleine dünne Fäden, die je nach Art einen Durchmesser von 2 bis 100 µm haben. Sie bilden unterirdische Netze, die zu einer Größe von über einem Quadratkilometer wachsen können. Das gesamte Geflecht wird Myzel genannt, welches ähnlich aussieht wie die Wurzeln einer Pflanze. Der sichtbare Teil des Pilzes über der Erde nennt sich Fruchtkörper, der aus einem Hut und einem Stiel besteht und sich zu Zeiten der Fortpflanzung bildet [13, 14].

Pilze sind mindestens schon 715 bis 810 Millionen Jahre alt. Diese Entdeckung machte Steeve Bonneville und sein Paläontologenteam von der Freien Universität Brüssel, die aufgrund eines Fundes in einem Gestein aus der Demokratischen Republik Kongo, zu dieser These kommen konnten. Das bedeutet, dass Pilze eine wichtige Rolle bei der ersten Kolonisierung der Landflächen gespielt haben müssen, denn der Wissenschaft zur Folge entwickelten sich die ersten echten Landpflanzen erst vor rund 500 Millionen Jahren, also lange nachdem die Pilze die Küstenlandschaft besiedelten. Pilze haben

also für das Leben auf der Erde eine derart große Bedeutung, dass diese ohne sie so nicht existieren würde [15].



Abb. 7: Fruchtkörper (Bildquelle 7)

Bestimmte Pilze werden für die Heilung von Beschwerden des Menschen verwendet. In China sind zahlreiche Großpilze seit Jahrhunderten Bestandteil der traditionellen chinesischen Medizin. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts nutzt man Pilze auch für medizinische Zwecke auf der ganzen Welt. Mittlerweile unverzichtbare Medikamente wie das Antibiotikum Penicillin werden aus Pilzen gewonnen. Doch die Überlebenskünstler lassen sich in noch sehr viel mehr Bereichen einsetzen [16].

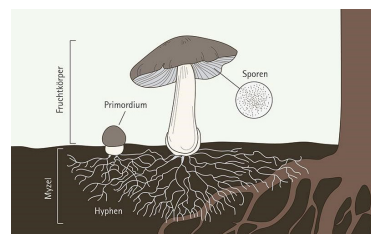


Abb. 8: Pilz-Aufbau (Bildquelle 8)

### Ecovative Design

Die Firma Ecovative Design steht unter dem Motto „We Grow Materials“, denn sie zeichnet sich durch den Einsatz von Pilztechnologie aus. Sie ist ein Biotech-Unternehmen welche 2007 in Green Island, New York gegründet wurde. Das Unternehmen stellt durch Myzel-Biofabrikation Materialien der nächsten Generation

her, die nachhaltige Alternativen zu Kunststoffen und Polystyrolschäumen für Verpackungen, Baumaterialien und weitere Materialien bietet.

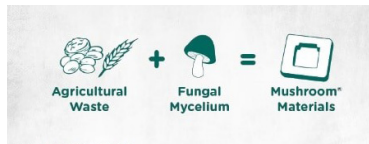


Abb. 9: Der Weg zum Material aus Pilzen (Bildquelle 9)

Ihre Mission ist es, alltägliche Materialien anzubauen, die die Erde nicht belastet. Mit ihrer Myzel-Gießerei und durch Partnerschaften und Kooperationen stellen sie Fleisch auf pflanzlicher Basis, biologisch abbaubare Verpackungen und lederähnliche Textilien her.

Ziel der Firma ist die Reduzierung von Plastik und Fleischkonsum. Der Großteil der Umweltverschmutzung durch Kunststoffe sind auf Einwegmaterialien wie Styropor zurückzuführen. Tierzucht ist der größte Verursacher der globalen Erwärmung und der weltweit größte Nutzer von Ackerland.



Abb. 10: Bacon aus Pilz (Bildquelle 10)

Die Atlast™-Plattform ermöglicht das Herstellen von Fleisch auf Pflanzenbasis. Die Myzelfasern wachsen in einem Gewebe zusammen, das dem faserartigen

Netzwerk von Muskelgewebe bei Tieren ähnelt und somit auch seine Textur nachahmt.

Die MycoFlex™-Plattform ermöglicht die Entwicklung von hochleistungsfähigem, reinem Myzelschaum, der auf viele Branchen und Anwendungen zugeschnitten werden kann, wie zum Beispiel auf die Beautyindustrie. Es können beispielsweise Gesichtsmasken, Make-up Schwämme und Badelatschen daraus hergestellt werden. MycoFlex™ ist eine ungiftige, vegane Schaumalternative, die sich, im Gegensatz zu herkömmlichen Schäumen, am Ende der Nutzung biologisch abbaut. Und zwar innerhalb von Monaten, nicht Jahren. Es ist flexibel, nicht reizend, nicht allergen und enthält keine zusätzlichen giftigen Inhaltsstoffe, nur 100 % reines Myzel.



Abb. 11: Schaum aus Pilzmyzel (Bildquelle 11)

Auch im Bereich der Kleidung findet der Schaum Anwendung, denn er ist atmungsaktiv, wasserabweisend, elastisch und sogar hitzebeständiger als Plastik.

MycoComposite™ ist die patentierte Biomaterialplattform, die das Myzel des Pilzes als biologisches Bindemittel für landwirtschaftliche Nebenprodukte, wie Holzspäne nutzen, um dauerhafte, biobasierte und zu 100 % kompostierbare Materialien herzustellen.

Das Unternehmen stellt damit bereits Verpackungen für einige Firmen her. [17]



Abb. 12: Verpackung aus Myzel (Bildquelle 12)

#### Herstellung von Baumaterialien mit Pilzmyzelien

Die „Seoul Biennale of Architecture and Urbanism 2017“ unter dem Titel „Imminent Commons“ widmete sich den architektonischen, technischen, sozialen und ökologischen Herausforderungen, vor denen die Städte der Welt heute und morgen stehen und stellte mögliche Lösungen für die nähere und fernere Zukunft vor. Bereits dort wurde über den Einsatz von Myzelstrukturen gesprochen. Wissenschaftler des Fachgebiets Nachhaltiges Bauen an der Fakultät für Architektur des KIT suchen nach Alternativen zu den konventionellen Materialien. Sie erforschen den Einsatz von Pilzmyzel in der Architektur. „Unsere Vision ist, Häuser künftig sozusagen wachsen zu lassen und nach Ende ihrer Nutzung die Baustoffe wiederzuverwerten“, erklärt der Leiter des Fachgebiets, Professor Dirk E. Hebel [18].

Bei der Herstellung des organischen Baumaterials wird nicht der Fruchtkörper des Pilzes genutzt, sondern das Myzelium. Aus den Myzel-Strukturen lassen sich

Bauelemente herstellen und somit auch ganze Gebäude, denn es hat die unglaubliche Fähigkeit, jegliche Art von organischem Substrat zu transformieren und aufzuwerten. Es lässt sich quasi als eine Art biologischer 3D-Drucker verstehen. Dieser Ansatz nennt sich Myko-Architektur.



Abb.13: Pilzmyzel in einer Petrischale (Bildquelle 13)

Die Produktion des Baumaterials stützt sich also nicht auf der Ausbeutung begrenzter Ressourcen, sondern auf einen kontinuierlichen Kreislauf der Regeneration von Biomasse.

Das funktioniert indem organische Rückstände aus der Landwirtschaft, zum Beispiel Getreideabfälle, mit mehreren kleinen Myzelien-Stückchen, die vorher in einer Petrischale gezüchtet wurden, vermischt werden. Pilzkulturen ernähren sich von der Zellulose im Innern. Um dorthin zu gelangen, zersetzen sie die Schutzschicht aus Lignin (Lignin ist ein fester, farbloser Stoff, der in die pflanzliche Zellwand eingelagert wird und dadurch die Verholzung der Zelle bewirkt) und wandeln sie in Chitin (neben Cellulose das am weitesten verbreiteten Polysaccharid, dient der Strukturbildung) um [19].



Abb. 14: Myzelgeflecht (Bildquelle 14)

Zur gleichen Zeit hüllen sie die einzelnen Teilchen der Biomasse in ein dichtes Netz von Zellfasern und „kleben“ sie zu einem kompakten neuen Material zusammen. So können sie Epoxidharze ersetzen, die gesundheitsschädlich und in der Regel nicht recycelbar sind. Nach drei Wochen ist das Gemisch noch weich und erinnert an einen Waldboden. Dies wird aufgeschnitten und in die gewünschte Form zerbröseln, damit es dort optimal wachsen kann und sich weiter verdichtet. Dann wird es getrocknet, in dem durch die Hitze die Feuchtigkeit entzogen wird. Dadurch wird der Pilz abgetötet und das Wachstum gestoppt. Abschließend wird das Material gepresst. Das Ergebnis sind leichte Bausteine, die gut isolieren. Da es sich aber um ein Naturprodukt handelt, muss man allerdings eine Barriere schaffen, die das Material konserviert, sonst könnte es Insekten einen perfekten Lebensraum bieten. An einer nachhaltigen Schutzschicht wird noch gearbeitet, denn Ziel der Forschung ist es, ein Material zu entwickeln, das zu 100 Prozent den Anforderungen einer zukünftigen Kreislaufwirtschaft entspricht. [20, 21]

Das fertige Produkt hält im Vergleich zu Ziegelsteinen und Betonsteinen beispielsweise mehr Stoßbelastungen aus. Während

Ziegel- und Betonsteine zerbröseln und auseinanderbrechen, bleibt der Pilzziegel stabil, da der Druck aufgenommen und verteilt werden kann [22].

Von der Haptik fühlt sich das Material ähnlich an wie Pappe. Der Grund dafür ist der Flaum des Pilzmyzels auf der sichtbaren Oberfläche, ähnlich wie bei Camembert. Der Kern des Bauteils dagegen ist aber sehr hart und dementsprechend auch tragfähig. Myzelien könnten somit künftig konventionelle Materialien wie Stahl und Beton ersetzen.

Der Entwurf „Hy-Fi.“ von David Benjamin vom Architekturbüro „The Living“, besteht zu hundert Prozent aus Kompost und Pilzen. Der Turm wurde der Gewinnerentwurf des Wettbewerbs, welcher von dem „Museum of Modern Art“ in New York veranlasst wurde. Bei diesem Wettbewerb geht es darum, dass junge Architekten Designentwürfe für die Gestaltung des Innenhofs des MoMA PS1 einreichen. Es wird neben der Ästhetik, auch Nachhaltigkeit und Innovation bewertet.



Abb. 15: temporäre Installation aus Myzelziegel (Bildquelle 15)

In Zukunft wird es also möglich sein in vielerlei Bereichen gesünderes und sichereres Material zu

nutzen als üblicherweise, welches zugleich funktional, kosteneinsparend, optisch ansprechend und vielseitig ist. Je nach Pilzart, Grundbaustoff, Zersetzungsdauer Feuchtigkeit, Temperatur und pH-Wert lässt sich die Optik und Haptik des Materials beeinflussen.



Abb. 16: unterschiedliche Oberflächenoptiken (Bildquelle 16)

Es wird an Wandverkleidungen die nicht nur besonders aussehen, sondern auch den Schall dämpfen geforscht. Des weiteren auch an Bodenbelägen, Möbeln und an einer Art nachwachsendem Beton oder lederähnliche Materialien.



Abb. 17: Lampenschirme und Hocker-Bezug aus Myzel, Sebastian Cox und Ninela Ivanova (Bildquelle oben 17a, Bildquelle unten 17b)

Zusammen mit der Forscherin Ninela Ivanova will der britische Möbeldesigner Sebastian

Cox das Pilz-Myzel Material für die kommerzielle Nutzung von Möbeln weiterentwickeln, um mehr Alltagsprodukte zu erschaffen. Das Material, wurde bereits in verschiedenen Architektur- und Design-Experimenten getestet, darunter selbsttragende Struktursäulen und Kleider. Ihre Kollektion namens Mycelium + Timber, besteht aus einer Reihe von Hockern und Lampen mit einer Wildleder-ähnlichen Textur, die für das häusliche Interieur entworfen wurden [23].

Sogar die NASA untersucht seit 2018 den Pilz als Baumaterial. Der Grund dafür ist die Planung an einer Mondbasis. Die Frage ist, ob Bauen mit Pilzen eine Option für die Besiedelung anderer Planeten sein könnte. Mit nachwachsenden Baumaterialien wie diesem könnten Astronauten ihre Unterkünfte direkt auf dem Mond oder Mars wachsen lassen, da es nicht möglich oder sehr aufwendig ist schwere Baumaterialien in das Weltall zu transportieren [24].

Es kann also davon ausgegangen werden, dass sich der Stil des Häuserbaus in Zukunft stark in das positive verändern wird. Bis jetzt ist die Forschung in dem Bereich sehr jung, aber es kommt zu immer mehr Erkenntnissen und wir können gespannt sein ob wir sogar irgendwann selber ein funktionales Gebäude aus Pilzmyzel betreten werden.

Verfasserin: Lisa Potthast

E-Mail: [lisa.pothast2512@gmail.com](mailto:lisa.pothast2512@gmail.com)

#### Literaturquellen:

[1] [https://ec.europa.eu/clima/change/causes\\_de](https://ec.europa.eu/clima/change/causes_de)

[2] <https://www.vaillant.de/21-grad/bewusst-und-sein/sand-eine-unterschaetzte-ressource-in-fografie/>

[3] <https://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/warnung-der-uno-der-sand-wird-knappa-1266104.html>

[4] <https://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/sandabbau-wenn-inseln-und-straende-verschwinden-a-1221226.html>

[5] <https://themenspezial.eskp.de/metropolen-unter-druck/natuerliche-ressourcen-unter-druck/folgen-des-sandabbaus-93767/>

[6] <https://bau-einfach.net/holzhaus-bauen/>

[7] <https://utopia.de/ratgeber/waldrodung-ursachen-folgen-und-was-du-tun-kannst/>

[8] [https://www.baustoffwissen.de/baustoffe/baustoff-knowhow/forschung\\_technik\\_trends/spanholzplatten-wohngesundheit-bindemittel-formaldehyd-voc-formaldehydfrei-f0-emissionsklassen-polyurethanharz-magnesit/](https://www.baustoffwissen.de/baustoffe/baustoff-knowhow/forschung_technik_trends/spanholzplatten-wohngesundheit-bindemittel-formaldehyd-voc-formaldehydfrei-f0-emissionsklassen-polyurethanharz-magnesit/)

[9] <https://nachhaltigkeit-und-umwelt.de/plastik-problematik-gefahren-und-vermeidung/>

[10] <https://www.stern.de/wirtschaft/news/wie-billig-moebel-die-umwelt-zerstoeren-und-menschen-ausbeuten-6198534.html>



- [11] <https://www.youtube.com/watch?v=Ochp2I5SG1g> will-die-Mondbasis-aus-Pilzen-bauen.html files/2021/06/Atlas-Food.jpeg
- [12] <https://www.biooekonomie-bw.de/fachbeitrag/dossier/das-reich-der-pilze-eine-einfuehrung> Bildquellen  
(1) [https://www.ndr.de/ratgeber/duerre236\\_v-quadrat1.jpg](https://www.ndr.de/ratgeber/duerre236_v-quadrat1.jpg)  
(11) [https://images.fastcompany.net/image/upload/w\\_1280,f\\_auto,q\\_auto,fl\\_lossy/wp-cms/uploads/2018/10/p-1-90246740-ecovative.jpg](https://images.fastcompany.net/image/upload/w_1280,f_auto,q_auto,fl_lossy/wp-cms/uploads/2018/10/p-1-90246740-ecovative.jpg)
- [13] <https://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/lexikon-a-z/pilze-10128>,  
(2) [https://www.br.de/wissen/sand-abbau-umwelt-106~\\_v-img\\_\\_16\\_\\_9\\_\\_1\\_-1dc0e8f74459dd04c91a-0d45af4972b9069f1135.jpg?version=4f411](https://www.br.de/wissen/sand-abbau-umwelt-106~_v-img__16__9__1_-1dc0e8f74459dd04c91a-0d45af4972b9069f1135.jpg?version=4f411)  
(12) <https://i.pinimg.com/564x/6b/ae/b8/6bae87e97c06f0889214cd7b6c39217.jpg>
- [14] <https://www.tcm-mtc.com/pages/was-ist-ein-pilz>  
(3) <https://www.holzbau-steinbauer.at/upload/shutterstock-122713807.jpg>  
(13) <https://img.futurezone.de/img/science/origs228169341/3527066915-w1280-h960-q85/Myzellen-Pilz-NASA.jpg>
- [15] <https://www.wissenschaft.de/erde-klima/pilze-sind-aelter-als-gedacht/>  
(3) <https://www.holzbau-steinbauer.at/upload/shutterstock-122713807.jpg>  
(14) <https://wildlife-media.at/bild/18096/pilzmycel.jpg>
- [16] <https://www.biologie-seite.de/Biologie/Pilze>  
(4) <https://www.scinexx.de/wp-content/uploads/a/m/amazonas-rodg.jpg>  
(15) <https://www.greenality.de/blog/wp-content/uploads/2014/08/organsich.jpg>
- [17] <https://ecovatedesign.com>  
(5) [https://schreinerei-siefert.de/wp-content/uploads/2020/11/swl\\_musterkaesten\\_05\\_kx\\_detail-1030x686-1.jpg](https://schreinerei-siefert.de/wp-content/uploads/2020/11/swl_musterkaesten_05_kx_detail-1030x686-1.jpg)  
(16) [https://res.cloudinary.com/cond-nast-germany/iu/s--7mmaJ9rg--/c\\_limit,f\\_auto,q\\_auto:good,w\\_800/v1/0/\\_2png.jpg](https://res.cloudinary.com/cond-nast-germany/iu/s--7mmaJ9rg--/c_limit,f_auto,q_auto:good,w_800/v1/0/_2png.jpg)
- [18] <https://www.bauen-aktuell.eu/baustoffe-selbsttragende-struktur-aus-pilzmyzel/>  
(6) <https://media.newyorker.com/>  
(17a) <https://pbs.twimg.com/media/DKU-jUBW0AEVDQE?format=jpg&name=900x900>
- [19] <https://www.chemie.de/lexikon/Lignin.html>  
(7) <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0409/7949/7121/files/tcm-food-pleurotus-baum-1200x400.jpg?v=1591951430>  
(17b) [http://livinghomelifestyle.de/wp-content/uploads/2017/09/mycelium-timber-london-design-festival002\\_livinghomelifestyle-e1505926959466.jpg](http://livinghomelifestyle.de/wp-content/uploads/2017/09/mycelium-timber-london-design-festival002_livinghomelifestyle-e1505926959466.jpg)
- [20] <https://www.myhomebook.de/news/pilze-baustoff>  
(8) <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0409/7949/7121/files/tcmfood-pilz-aufbau-grafik.jpg?v=1591951569>
- [21] <https://www.ad-magazin.de/article/pilzkulturen-als-baustoff>  
(9) <https://image.slidesharecdn.com/ecovativemushroommaterial-141113030147-conversion-gate01/95/ecofriendly-mushroom-materials-5-638.jpg?cb=1453427460>
- [22] <https://www.youtube.com/watch?v=18Ylzi0MTR8>  
(10) <https://cleantechnica.com/>
- [23] <http://livinghomelifestyle.de/sebastian-cox-und-ninela-ivanova-verwenden-pilz-myzel-um-wildleder-aehnliche-moebel-zu-entwerfen/>
- [24] <https://www.futurezone.de/science/article228167515/Klingt-irgendwie-absurd-Die-NASA->