

# Nachhaltige Pultrusions-Sandwich-Profile mit Myzel-Kern

Autor: Andreas Senz, Maximilian Rieger, Dr. Steffen Sydow (Fraunhofer WKI)

Selbst für Leichtbauanwendungen ist ein starker Trend hin zum Einsatz biobasierter Werkstoffe zu verzeichnen, wenngleich die bisher erzielbaren Eigenschaften zumeist einer Verwendung im Sinne der Hochleistungswerkstoffe entgegenstehen. Zusätzliche Hürden sind durch lückenhaft automatisierte Produktionsprozesse und -infrastrukturen für biobasierte Werkstoffe gegeben. Die Fraunhofer-Institute für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik (IGCV), für Holzforschung (WKI) und für Bauphysik (IBP) untersuchen deshalb den Einsatz von Myzel als Sandwichwerkstoff für Faserverbundprofile, die mittels dem kontinuierlichen Fertigungsverfahren Pultrusion hergestellt werden. Im Vordergrund steht die Fragestellung, ob ein Myzel-Material eine konkurrenzfähige und nachhaltige Alternative gegenüber holz- und erdölbasierten Sandwichkernen darstellt, um einen Beitrag zu einer nachhaltigen Wertschöpfung mit hoher Relevanz für multiple Industriezweige leisten zu können.

Pilze sind natürliche Vorbilder für das Recyceln und Verwerten von organischen Abfallstoffen. Mit ihrem Geflecht aus Hyphen, dem sog. „Myzel“, durchwachsen und verdauen sie in der Natur Substrate und verbinden diese zu einem festen Konglomerat. Verschiedenste organische Reststoffe aus Industrie, Land- und Holzwirtschaft können verwendet werden, um mithilfe von Myzel zu neuartigen Materialien verarbeitet zu werden. Insbesondere holzersetzen Pilzspezies, wie z. B. der Glänzende Lackporling *Ganoderma lucidum*, werden bereits in Ansätzen im größeren Maßstab zur Herstellung von Dämm- und Verpackungsmaterialien genutzt. Dabei wird das Pilzmyzel ohne weitere Formaldehydbelastung als natürliches Bindemittel genutzt, um biologisch abbaubare Verbundmaterialien herzustellen. Die Eigenschaften von Myzel-Materialien werden durch eine Reihe von Parametern bestimmt und können durch weitere Bearbeitungsschritte angepasst werden. So lassen sich die mechanischen Kennwerte bspw. durch eine Heißverpressung des gewachsenen Verbunds weiter verbessern. Gleichzeitig findet bei diesem Verfahren eine Trocknung und ein Abtöten der kultivierten Pilzart statt, wodurch der Werkstoff weiter an Stabilität gewinnt und gegenüber mikrobiellem Abbau resistenter wird. Formgebung sowie Bearbeitbarkeit sind äußerst flexibel und es können sowohl gute Dämmeigen-



Abb. 1: Hergestellte Sandwich-Flachprofile mit Kernen aus Myzel (Oben), Spanplatte (Mitte) und PU-Schaum (Unten)

schaften und eine brandmindernde Wirkung, als auch eine geringere Wasseraufnahme im Vergleich zu Holz beobachtet werden. Neben der Nachbildung in Formwerkzeugen ist eine Plattenverpressung mit variabel einstellbaren Dichten im Bereich von 250–500 kg/m<sup>3</sup> möglich. Die mechanischen Festigkeiten sind abhängig von der Dichte der Platte und variieren je nach Pressbedingungen. Myzelwerkstoffe können potenziell zu einer Gewichtseinsparung in späteren Bauteilen beitragen und sind daher von Bedeutung für Leichtbauanwendungen in unterschiedlichen Bereichen. Besonders als regenerative Alternative zu erdölbasierten Sandwichkernmaterialien, wie beispielsweise Hartschaum aus Polyurethan (PU), ist ein Einsatz im Composite-Bereich denkbar. Ein Ansatz ist die Kombination mit dem kontinuierlichen und großserienfähigen Pultrusionsverfahren zur Herstellung von faserverstärkten Kunststoffen, um eine Materialkombination zu schaffen, die branchenübergreifend im Automobilbau, Schienenverkehr, Bauwesen und Maschinenbau eingesetzt werden kann.

Zur Untersuchung wurden am Fraunhofer IGCV Pultrusionsversuche durchgeführt mit dem Ziel, Flachprofile mit einem Sandwichkern aus vorbereiteten Myzelplatten herzustellen. Neben den Myzel-Kernen wurden ebenfalls Spanplatten und Polyurethan-Hartschaum verarbeitet, um Unterschiede hinsichtlich Verarbeitbarkeit und mechanischen Eigenschaften zu evaluieren. Als Decklagen kamen Glasfaser-Rovings sowie -Textilien zum Einsatz, zusammen mit einem in der Pultrusion üblichen ungesättigten Polyesterharzsystem als Matrix-

material. Nach einigen Prozessmodifikationen konnten erfolgreich Flachprofile hergestellt werden, wie beispielhaft in Abbildung 1 dargestellt.

Die mechanischen Untersuchungen sowie die daraus abgeleiteten Simulationen der vorliegenden Profile zeigen, dass für einen steifigkeitsgetriebenen Leichtbau der eingesetzte PU-Schaum weiterhin am besten geeignet ist. Jedoch bietet bereits im aktuellen Stadium das Myzel im Vergleich zur Spanplatte eine höhere gewichtsspezifische Steifigkeit des Sandwichverbunds. Die Herstellung des Myzel-Kerns bietet noch zahlreiche Optimierungsmöglichkeiten, die zusätzliche Potenziale zu einer weiteren Erhöhung der mechanischen Eigenschaften darstellen und die Konkurrenzfähigkeit des Materials weiter verbessern können.

Im Rahmen einer Lebenszyklusanalyse fand eine Bewertung der hergestellten Pultrusionsprofile mit den drei verwendeten Kernmaterialien Myzel, PU-Schaum und Spanplatte hinsichtlich des Global Warming Potential (GWP) statt. Für das Myzel wurden sowohl die Kultivierung als auch die anschließenden Verarbeitungsschritte (Sterilisation und Verpressung) mit einbezogen. Aufgrund der für den Laborprozess eingesetzten öl-beheizten Presse und des damit verbundenen zeit- und energieintensiven Pressprozesses erscheinen die vergleichsweise hohen Emissionen – Steigerung um Faktor 2,8 im Vergleich zu PU Schaum und Faktor 7,3 im Vergleich zur Spanplatte – nicht verwunderlich.

Bei der Herstellung der Myzelkerne finden sich allerdings diverse Optimierungspotenziale zur Verringerung der Emissionen. Bereits durch die Verwendung einer strombeheizten statt einer öl-beheizten Presse sinkt das GWP deutlich ab. Dadurch fallen für die Produktion des Profils mit Myzel-Kern bereits 23 % weniger Emissionen als für das Referenzprofil mit PU-Schaumkern an. Im Vergleich zum entsprechenden Spanplatten-Referenzprofil sind die Emissionen noch immer 1,4-mal höher. Legt man ein Szenario zugrunde, in welchem neben der Erhitzung ebenfalls die Komprimierung in die Pultrusion integriert werden und sich somit die gesamte Myzelvorbehandlung erübrigt, fallen für die Produktion der Profile mit Myzel-Kern 41 % weniger Emissionen im Vergleich zum PU-Schaum an und 5 % weniger Emissionen im Vergleich zur Spanplatte. Im Hinblick darauf, dass

die Produktion von PU-Schäumen und Spanplatten hoch-industrialisierte und optimierte Prozesse im Vergleich zur Produktion von Myzel darstellen ist die Prognose äußerst vielversprechend.

Somit steht grundsätzlich ein regenerativer Werkstoff zur Verfügung, der für eine Kombination mit Faserverbundwerkstoffen geeignet ist und in bestimmten Bereichen potenziell zu einer Erhöhung der Nachhaltigkeit beitragen kann. Je nach Anwendungsfall könnte sich perspektivisch das Treibhauspotenzial um bis zu 40 % im Vergleich zu konventionellen Materialien reduzieren. Jedoch sind dazu weitere Forschungsaktivitäten zur Optimierung der Fertigungsprozesse notwendig. Im Speziellen könnte die nötige Sterilisation des Myzels in den Pultrusionsprozess integriert und damit einhergehend Prozesszeiten gesenkt sowie die Energieeffizienz gesteigert werden. Des Weiteren sind verschiedene Materialkombinationen des Myzelkerns zu untersuchen und gegenüber klassischen Werkstoffkernen wie Hartschaum oder Holz zu vergleichen.

Für bestimmte Anwendungsbereiche ist es ebenso möglich, Naturfasern als Verstärkungsfasern einzusetzen sowie ein biobasiertes Harzsystem zu wählen, um somit ein vollständig biobasiertes Produkt zu generieren. Die Sinnhaftigkeit ist zuvor jedoch anhand des Anwendungsfalls im Rahmen einer Lebenszyklusanalyse abzuwägen.

#### ANSPRECHPARTNER

M.Sc. Andreas Senz  
andreas.senz@igcv.fraunhofer.de

M.Sc. Maximilian Rieger  
maximilian.rieger@igcv.fraunhofer.de

Dr. Steffen Sydow (Fraunhofer WKI)  
steffen.sydow@wki.fraunhofer.de

Fraunhofer Institute for Casting, Composite  
and Processing Technology IGCV  
Am Technologiezentrum 2 | 86159 Augsburg

## Individuelle GFK-Behälter

für moderne Transport- und Lagerbehältertechnik



### Innovation made in Germany

Wir finden die passende Lösung – auch bei individuellen Wünschen und Ansprüchen.

Mehr Informationen  
finden Sie hier →



CEMO GmbH | [www.cemo.de](http://www.cemo.de)