

HolzF³

3D-Elemente aus HolzF³ - fest, formbar, feuerbeständig

Programm / Ausschreibung	THINK.WOOD, THINK.WOOD Innovation, THINK.WOOD Innovation - Holz als Werkstoff/Holzbaustoff	Status	laufend
Projektstart	01.12.2022	Projektende	30.11.2025
Zeitraum	2022 - 2025	Projektlaufzeit	36 Monate
Projektförderung	€ 649.997		
Keywords	Delignifizierung; 3D-Strukturbauteile; Feuerbeständig; Formgebung; Vibrationsdämpfung; Hoch-fest; Laubholz; Mobilitätssektor; Verdichtetes Holz		

Projektbeschreibung

HolzF³ setzt sich zum Ziel, geringwertige Holzsortimente für hochwertige Anwendungen im Mobilitätssektor zu veredeln. Zum einen unterliegt die Ressource Holz durch gegenwärtige Transformationsprozesse einem Wandel hin zu einer veränderten Holzartenzusammensetzung, insbesondere einem zunehmenden Laubholzanteil, der mit bestehenden Technologien nur teilweise einer zufriedenstellenden Wertschöpfung zugeführt werden kann. Zum anderen strebt der Mobilitätssektor nach mehr Nachhaltigkeit, und ist deshalb auf der Suche nach leistungsfähigen biobasierten Materialalternativen. HolzF³ entwickelt einen Prozess zur Herstellung von dreidimensionalen Strukturbauteilen auf der Basis der teilweisen Delignifizierung von OSB-ähnlichen Strands aus nicht-sägefähigen Laubholz. Durch die Delignifizierung wird Holz formbar und durch die nachfolgende Verdichtung hochfest und feuerbeständig. Insbesondere die im Vergleich zum Ausgangsmaterial um einen Faktor 3 gesteigerte mechanische Leistungsfähigkeit ermöglicht die Substitution nicht nachhaltiger Glasfaser-Polymerverbundwerkstoffe. HolzF³ ermöglicht somit deutlich verbesserte Wertschöpfung aus Laubholzsortimenten und erweitert das mögliche Anwendungsspektrum von holzbasierten Materialien, wodurch insgesamt die Holzverwendung deutlich gesteigert wird. Die im Rahmen von HolzF³ zur Anwendung kommenden Prinzipien sind auch über den Mobilitätssektor hinaus von Relevanz und können im Möbel- und Bausektor zur Anwendung kommen.

Abstract

HolzF³ aims to refine low-value wood assortments for high-value applications in the mobility sector. On the one hand, the resource wood is undergoing a transformation due to current transformation processes towards a changed wood species composition, in particular an increasing share of hardwood, which can only be partially processed with a satisfactory added value with existing technologies. On the other hand, the mobility sector is striving for more sustainability, and is therefore in search of high-performance bio-based material alternatives. HolzF³ is developing a process to produce three-dimensional structural components based on the partial delignification of OSB-like strands of non-sawn hardwood. Delignification makes wood malleable and subsequent densification makes it high-strength and fire-resistant. In particular, the mechanical performance, which is increased by a factor of 3 compared to the starting material, enables the substitution of non-

sustainable glass fiber polymer composites. HolzF3 thus enables significantly improved value creation from hardwood assortments and expands the potential range of applications for wood-based materials, thereby significantly increasing wood use overall. The principles applied in HolzF3 are also relevant beyond the mobility sector and can be applied in the furniture and construction sectors.

Endberichtkurzfassung

Holz ist ein nachwachsender und umweltfreundlicher Rohstoff, der in der Bau-, Möbel- und Zellstoffindustrie intensiv genutzt wird. Aufgrund seiner mechanischen Festigkeit bei vergleichbar geringem Gewicht war Holz auch in den Anfängen des Automobil- und Flugzeugbaus das Material der Wahl, wurde jedoch bald von neu entwickelten Leichtmetalllegierungen und faserverstärkten Polymerverbundwerkstoffen abgelöst. HolzF³ setzte sich zum Ziel, durch die Veredelung von Holz in einem innovativen chemisch-mechanischen Verfahren erneut den Einsatz von Holz in anspruchsvollen, hochentwickelten tragenden Strukturen im Automobil- und Luftfahrtbereich zu ermöglichen. Laubhölzer, deren Anteil in österreichischen Wäldern im Zunehmen begriffen ist, sind für diesen Zweck von besonderem Interesse. Finales Projektziel war es, aktuell verwendete Metall- oder Verbundbauteile durch nachhaltigere holzbasierte Alternativen mit vergleichbarer mechanischer Leistungsfähigkeit zu ersetzen.

In den österreichischen Wäldern nimmt aktuell der Anteil von Laubhölzern auf Kosten etablierter Nadelhölzer wie der Fichte zu. Der vermehrte Einsatz von Laubhölzern im Holzbau gestaltet sich schwierig, jedoch eignen sich Laubhölzer aufgrund ihrer besonderen Struktur und Chemie sehr gut für neuartige Ansätze zu nachhaltigen Hochleistungswerkstoffen. Mit dem Ziel, Wege zu einer erhöhten Wertschöpfung aus wenig genutztem Laubholz aufzutun, konzentrierte sich HolzF³ auf Birken- und Buchenholz als Rohstoff.

Holz ist ein poriger Werkstoff, der aus mechanisch fester und steifer Zellulose besteht, die in eine Matrix aus Hemizellulose und Lignin eingebettet ist. Mit Blick auf die besondere chemische Zusammensetzung und Struktur von Holz entwickelte HolzF³ ein zweistufiges Verfahren, das die natürliche Festigkeit von Holz erheblich steigert. Zunächst wurde ein mildes chemisches Extraktionsverfahren optimiert, um Hemizellulose und Lignin teilweise aus der Zellwand zu entfernen, wodurch der relative Anteil der festigkeitsgebenden Zellulose erhöht und das Holz leichter formbar wurde. Anschließend wurde das vorbehandelte Holz mit einem Polymerharz imprägniert und unter hohem Druck verdichtet. Das resultierende HolzF³-Holz ist nahezu porenfrei, reich an Zellulose und etwa dreimal so fest wie natürliches Holz, dabei aber immer noch deutlich leichter als Aluminium oder glasfaserverstärktes Epoxidharz. Selbst Sortimente mit geringem Durchmesser, die sägetechnisch schwierig zu verarbeiten sind und meist als Brennholz Verwendung finden, erwiesen sich dafür als geeigneter Rohstoff.

In Bezug auf mögliche Anwendungen in der Automobil- und Luftfahrtindustrie wurden kritische Eigenschaften wie Dimensionsstabilität bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen, Flammhemmung und das mechanische Verhalten bei crashrelevanten hohen Verformungsraten bewertet. Ausgehend vom Labormaßstab wurde das HolzF³-Verfahren für die Herstellung von Demonstratoren ohne nennenswerte Einbußen bei der Leistungsfähigkeit erfolgreich auf 1 m² große Holzlagen hochskaliert. Es wurden mehrere potenziell substituierbare Bauteile identifiziert und unter Verwendung fortschrittlicher numerischer Simulationsmethoden unter Einbeziehung von HolzF³-Teilen neu ausgelegt. Auf dem Weg vom theoretischen Konzept bis zur Validierung im realen Maßstab wurden Lösungen für verschiedenste Herausforderungen im Fertigungsprozess entwickelt.

Zusammenfassend ist es im Rahmen des Projekts HolzF³ gelungen, ein chemisch-mechanisches Veredelungsverfahren für die Verarbeitung von Laubholz zu einem hochentwickelten Werkstoff mit deutlich verbesserter Festigkeit umzusetzen. Der Prozess wurde erfolgreich von der Laborebene auf die Demonstratorebene skaliert. Die Validierung der gefertigten Demonstratoren bestätigte Leistungsprofile, die mit derzeit verwendeten Metall- und Verbundstrukturen vergleichbar sind. Somit wurde durch HolzF³ ein Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit in der Automobil- und Luftfahrtbranche geleistet. HolzF³ eröffnet ein hohes Potential zur Aufwertung wenig genutzter Laubhölzer und trägt somit zur Sicherung einer nachhaltigen Zukunft für die österreichische Forst- und Holzwirtschaft bei.

Projektkoordinator

- Universität für Bodenkultur Wien

Projektpartner

- LUXNER Engineering ZT GmbH
- Weitzer Woodsolutions GmbH
- VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT
- Technische Universität Graz
- FACC Operations GmbH