

IGF-Forschungsvorhaben 21210 BR

Furnierlagenverbunde

**Entwicklung von Verfahren zum lastpfadgerechten Design textilver-
stärkter Furnierlagenverbundwerkstoffe**

Durchgeführt von:

**Technische Universität Chemnitz, Institut für Strukturleichtbau,
Professur Textile Technologien (TUC)**

Projektleitung: Dr. Jörg Kaufmann

**Fraunhofer-Gesellschaft e. V., Fraunhofer-Institut für Keramische
Technologien und Systeme IKTS, Institutsteil Materialdiagnostik IKTS-MD (IKTS)**

Projektleitung: Dr. Kilian Tschöke

Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH (IHD)

Projektleitung: M. Sc. Rodger Scheffler

Laufzeit: 01.07.2020 – 31.12.2022

Ausgangssituation und Zielstellung

Der Rohstoff Holz wächst nach und bindet bereits in der Wachstumsphase atmosphärisches CO₂. Holzbasierte Werkstoffe sind deshalb für das Erreichen aktueller Klimaziele ihren nichtnachwachsenden Alternativen, wie Metallen oder Kunststoffen überlegen. Als Konstruktionswerkstoffe für hochbelastete Strukturbauteile rücken sogenannte Furnierlagenverbunde, also übereinander geschichtete und miteinander verleimte Furnierblätter, zunehmend in den Fokus des Interesses.

Ein Einsatzhemmnis stellen derzeit noch die naturbedingten Schwankungen im Holz dar. Zufällige Verteilungen von Ästen, Faserwinkelabweichungen oder Festigkeitsschwankungen wirken sich auf das mechanische Verhalten des Werkstoffs aus. Da diese realen Materialeigenschaften unbekannt sind, können holzbasierte Werkstoffe bisher nicht effizient eingesetzt werden.

Um Furnierlagenverbunde für den Einsatz in hochbelasteten Strukturen zu qualifizieren, haben sich das Fraunhofer IKTS, die TU Chemnitz und das Institut für Holztechnologie Dresden (IHD) zusammengefunden. Im gemeinsamen Projekt »Entwicklung von Verfahren zum lastpfadgerechten Design textilverstärkter Furnierlagenverbundwerkstoffe« forschten die Projektpartner an der Entwicklung von Verfahren zur materialoptimierten Auslegung von Furnierlagenverbunden. Dafür sollten Furniereigenschaften zunächst mit Ultraschall zerstörungsfrei charakterisiert werden. Zudem sollte ein neuartiges Simulationsmodell das belastungsabhängige Deformationsverhalten vorhersagen, um anwendungsrelevante Schwachstellen zu identifizieren, die durch das gezielte Einbringen textiler Verstärkungen kompensiert werden können. So kann das tatsächliche Leistungsvermögen furnierbasierter Werkstoffe ressourceneffizient ausgeschöpft werden.

Ergebnisse

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde eine Prozesskette entwickelt, die den natürlichen Schwankungsbereich des Werkstoffes Holz durch das lokale Einbringen textiler Verstärkungsfasern reduziert.

Für den ersten Prozessschritt wurde eine akustische Messmethode entwickelt, mit der die für das elastomechanische Verhalten von Furnieren relevanten Materialeigenschaften (E-Modul, Faserwinkel) orts aufgelöst erfasst werden können. Die Charakterisierung von Furnier mittels Ultraschall ist erfolgreich gezeigt worden. Einschränkungen bestehen darin, wie die elastischen Wellen in das Material eingekoppelt werden und in welchem Winkel zur Faserorientierung gemessen wird. Findet das Einkoppeln und Auskoppeln des Signals über die Luft statt, so wird eine große Verstärkung des Sendesignals benötigt, damit die Impedanzunterschiede (und die damit verbundene Signal-schwächung) der verschiedenen Medien ausgeglichen werden. Die Validierung der Messergebnisse erfolgte durch Zugversuche.

Für die weiteren Prozessschritte konnte festgestellt werden, dass bei einer hohen Holzfeuchte das lokale Perforieren keinen Einfluss auf die Zugfestigkeit von ungekerbten Flachproben aus Buchenfurnier hat. Ein direktes Besticken von Furnieren ist somit möglich. Praktisch zeigt die Arbeit aber auch, dass es durch das Einlegen einer lokalen textilen Verstärkung in ungeschwächte Buchenholzproben zu einer Reduzierung der Zugfestigkeit in Folge der Kerbwirkung kommen kann. Insofern muss bei der vorgestellten Prozesskette und dem lokalen Einbringen von textiler Verstärkung genau darauf geachtet werden, wo und bei welcher Fehlstelle das Einbringen von Textilien sinnvoll ist.

Ein parametrisierbares Grundmodell mit dessen Hilfe geeignete Materialmodelle und Gitterverknüpfungsbedingungen zwischen den einzelnen Schichten getestet und darauf aufbauend Rand- bzw. Zwangsbedingungen für repräsentativ zu untersuchende Lastszenarien festgelegt werden können, steht zur Verfügung. Lokale Materialeigenschaften lassen sich über eine Partitionierung der Geometrie in kleinere Bereiche, die jeweils eigene Kennwertsätze zugewiesen bekommen, implementieren. Die Validierung des finalen FEM-Modells war für fehlerfreie Furniere erfolgreich. Für Furniere mit Ästen oder lokal stark schwankenden Eigenschaften war die Validierung aufgrund der erzielten Ortsauflösung des zerstörungsfreien Charakterisierungsverfahrens nicht abschließend möglich.

Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen

Die erzielten Projektergebnisse bieten wissenschaftlich-technisches Innovationspotenzial für mehrere Wirtschaftszweige und sind somit von wirtschaftlicher Bedeutung.

Zunächst zu nennen wäre der **Fahrzeugbau**. Auf dem Weg zur Entwicklung klimaneutraler Mobilität bietet der Einsatz von auf nachwachsenden Rohstoffen basierten Konstruktionsmaterialien großes Potential zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes im Herstellungsprozess von Fahrzeugen. Im Bereich Automotiv haben sich naturfaserverstärkte Materialien speziell im Verkleidungsbereich bereits etabliert. Die Projektergebnisse tragen dazu bei, den Einsatz furnierbasierter Werkstoffe auch in tragenden Bauteilen zu ermöglichen. Durch Beseitigung der Nachteile von Furnierlagenverbundwerkstoffen (Schwankung der Materialeigenschaften) wird die Substitution bisher verwendeter Konstruktionswerkstoffe durch Holzwerkstoffe mit deutlich niedrigerer CO₂-Bilanz möglich.

Ein weiterer Wirtschaftszweig, der zu nennen ist, ist die **Messtechnikindustrie**. Die entwickelte Messtechnik zur zerstörungsfreien Charakterisierung und Qualitätssicherung ermöglicht eine vollständige Integration von selbständig arbeitenden Messsystemen in Produktionsabläufe. Produktindividualisierung einerseits und die Charakterisierung von natürlichen Schwankungen unterworfenen Rohstoffen andererseits setzen eine prozessbegleitende Messtechnik für die nötigen Adaptionen der Prozessabläufe erst voraus.

Die **Holzindustrie** erhält mit lastpfadgerecht textilverstärkten Furnierlagenverbundwerkstoffen ein völlig neues Produkt. Damit erweitert sich das Anwendungsspektrum holzbasierter Werkstoffe um den großen Markt hoch belastbarer Strukturbauteile z. B. für den Fahrzeug- und Maschinenbau. Bislang wird dieser Markt überwiegend von metallischen Werkstoffen und Faserkunststoffverbundmaterialien dominiert. Durch den Einsatz der neuartigen Messtechnik in Fertigungsabläufen erhält die Holzindustrie zudem die Möglichkeit, Furniere eigenschaftsbezogen zu sortieren, was einen wichtigen Schritt in Richtung Industrie 4.0 bedeutet.

Derzeit sind deutschlandweit rund 14 % aller Unternehmen der **Textilbranche** im Bereich der Leichtbautechnik aktiv. Technische Fasermaterialien sind dabei häufig direkt an die Verwendung in kunststoffbasierten Verbunden geknüpft. Für diesen Industriezweig ergibt sich durch die neuartige Kopplung an die Holztechnik ein völlig neues Anwendungsfeld, das auf dem bereits vorhandenen Know-how im Bereich der Verarbeitung technischer Fasern für den Einsatz in FKV aufgebaut werden kann.

Danksagung

Das Forschungsvorhaben IGF 21210 BR der AiF-Forschungsvereinigung TIHD wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Dafür sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Unser Dank gilt außerdem den beteiligten Firmen der Holzwerkstoff-, Textilindustrie und Messtechnikindustrie für die Unterstützung des Vorhabens durch Beratungsleistungen, Lieferung von Versuchsmaterial und Bereitstellung von Versuchsanlagen sowie durch aktive Mitwirkung im Projektbegleitenden Ausschuss.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Der vollständige Bericht kann bestellt werden bei:

Trägerverein Institut für Holztechnologie Dresden e. V.
Zellescher Weg 24
01217 Dresden