

## softTOUCHwood

Hoch flexible, kratzfeste, leicht reinigbare, flammbeständige, gut rezyklierbare Dekor-Holzfolien aus Holz-Reststoffen

<b>Programm / Ausschreibung</b>	THINK.WOOD, THINK.WOOD Innovation, THINK.WOOD Innovation - Holz als Werkstoff/Holzbaustoff	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.04.2022	<b>Projektende</b>	30.12.2025
<b>Zeitraum</b>	2022 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	45 Monate
<b>Keywords</b>	Hoch flexibel; kratzfest; flammbeständig; innovativer Holz-Hybrid-Werkstoff; Dekor-Holzfolien		

### Projektbeschreibung

Biegsam und verformbar wie Kunststoff-Folien, nachgiebig wie Schaumstoff („softTOUCH“), kratzfest und leicht reinigbar wie Kunstharz, ökologisch nachhaltig wie der Naturstoff selbst – eine bislang unbekannt Kombination von Eigenschaften von Holzoberflächen. Seitens der Markttrends werden diese aber stark zunehmend für das Öko-Design hin zum „Erlebnis Natur“ für die Gestaltung von derzeit typischen hochtechnologisch-funktionalisiert und abstrahierten Innenräumen (d.h. in der Wohn-, Arbeits-, Mobilitäts-Umgebung) nachgefragt. Ausgehend von naturnahen Dekoroberflächen des Projektpartners ORGANOID und Machbarkeitsstudien haben speziell dünnste flexible Holzurniere auf bio- & holzfaserbasierten Trägerfolien und mit hochbeständigen „easy-to-clean“ Oberflächen das Potential, diese Eigenschaftskombination mit langer Nutzungsdauer bei gleichbleibend optisch-dekorativer und haptischer Qualität ökonomisch und ökologisch herzustellen.

Ziel des „softTOUCHwood“-Projekts zur Erfüllung der langfristigen Öko-Design-Trends ist die Entwicklung eines derartigen, zusätzlich vollständig rezyklierbaren Werkstoffs. Dafür werden folgende innovative Materialien und Fertigungstechnologien ohne toxische Emissionen (inkl. VOCs) bei Nutzung und am End-of-Life (thermische Verwertung) ausgehend von TRL2-3 auf TRL 4 unter Anwendung von industrie-relevanten Rolle-zu-Rolle-Verfahren entwickelt:

- Compoundierung von Träger-Folien aus bio-basiertem thermoplastischem Polyurethan und Holzfasern als Füll- & Verstärkungsstoff für angepasste Verformbarkeit sowie mit nicht-toxischen, halogenfreien, anwendungsseitig gefordertem Flamm-/Brandschutzmittel („softTOUCHwood“-Trägerfolie)
- De-Liginifizierung von Dünnsturnieren zur Erzielung hoher Flexibilität mit minimierten optischen und haptischen Dekor-Veränderungen nach Applizierung auf Trägerfolie („softTOUCHwood“-Dekor)
- An die Nutzung angepasste Beschichtungen mit gegenläufigen haptischen, optischen und Verschleiß-Eigenschaften und einfacher Reinigbarkeit: Versatil anwendbare „Toolbox“ unter Anwendbarkeit von bio-basierter (1) Thermoplast-Deckfolien-Laminierung, (2) Sprüh-Lackierung und (3) Wachslasur-Infiltrierung und jeweils abschließendem Auftrag von legierten, im sichtbaren Licht photokatalytisch hochaktiven TiO<sub>2</sub>- und fluor-freien hoch-hydrophoben, verschleißhemmenden Partikel

mittels Atmosphärendruck-Plasmabeschichtung („softTOUCHwood“-Oberfläche)

Für die Aufbringung dieser „softTOUCHwood“-Dekorfolien auf zukünftige funktionalisierte Design-Oberflächen wird neben der direkten Laminierung bzw. Verklebung auf mineralische und Holz-Untergründe auch die Tiefzieh-Umformung mit anschließender Hinterspritz-Technologie mit geschäumten Biocompositen zur Herstellung von spritzgegossenen 3D-Formkörper entwickelt.

Bereits in der Materialentwicklung ist die Nutzung biobasierter Rohstoffe bzw. vielfach sortenrein verfügbarer Abfallstoffe aus der Holzverarbeitenden Industrie von großer Bedeutung, mit exemplarischer Nutzung von Abfällen aus den Stoffkreisläufen des Partners F.LIST als Hersteller höchstqualitativer Möbel und Innenausbauten. Zusätzlich ist die Kreislauffähigkeit des Materialverbunds von großer Relevanz, z.B. durch Rückführung von Fertigungsabfällen der „softTOUCHwood“-Trägerfolien sowie Recycling von zukünftigem Rücklauf aus großflächiger Innenarchitektur-Anwendung als Füllstoffe für die Trägerfolien.

Schwerpunkt der Entwicklungen für die zukünftige Applizierung auf kleine hinterspritzte 3D-Formteile bis hin zu großflächigen 3D-laminierten Architektur- und Möbel-Strukturen ist schlussendlich die Erstellung von Leitlinien zur Technologienutzung basierend auf Konzeption und Herstellung von Demonstratoren. Diese dienen zukünftig auch als Ausgangspunkt für das Marketing sowie für an das Projekt anschließende anwendungsspezifische Upscaling (1.5 Jahre nach Projektende auf TRL 6-7) mit Verwertungspartnern. Der Projektpartner F.LIST ist dabei direkter Nutzer im Möbel- und Aerospace-Premiumbereich. Weitere zukünftige Nutzer werden als assoziierte Partner in den Bereichen Automotive, Innenarchitektur & Möbelbau, Consumer-Products in das Projekt eingebunden, um die sich weiterentwickelnden Marktanforderungen in der Material- und Prozessentwicklung implementieren zu können.

Das Konsortium von „softTOUCHwood“ selbst setzt sich aus folgenden Spezialisten in der F&E, innovativer Fertigung und Verwendung von Holz- und Naturstoffen mit hoher Markt- und Anwendungs-Expertise zusammen:

- ORGANOID: industrielle Herstellung von naturnahen, biobasierten Dekormaterialien mit Rolle-zu-Rolle-Technologie
- Wood K plus: Holzforschungszentrum mit Fokus auf Holzmodifizierung (De-Lignifizierung, Compoundierung von Holz-/biobasierten Grundstoffen, Hinterspritzen) und Charakterisierung
- Joanneum Research (JR): Forschungsinstitut mit Fokus auf nachhaltige Oberflächenfunktionalisierung von temperaturempfindlichen Werkstoffen unter Anwendung versatiler industrieller und auf Großflächen einfach transferierbarer Atmosphärendruck-Plasmatechnologien
- HARATECH (HR): Dienstleister für kundenspezifische Entwicklung, Prototypen- bis mittelgroße Serienfertigung von Bauteilen unter Nutzung innovativer Technologien (3D-Druck, Vakuumguß, Hinterspritzen/Spritzguss) und biobasierter Materialien
- F.LIST: Hersteller von höchstqualitativen Einrichtungen für Flugzeuge, Boote/Yachten und Residenzen

Neben der wirtschaftlichen Umsetzung nach geplanter Patentierung von Prozessen und Materialien mit Potential zu hohen Markt volumina entsprechend der mit assoz. Partnern erstellten Businesspläne, ist im Projekt vor allem das wissenschaftliche Studium mit anschließender Publikation von Prozess-Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von hoher Bedeutung. Deren Kenntnis ermöglicht zusätzlich robuste zukünftige Fertigungsprozesse mit hoher Toleranz zu Schwankungen der Qualität der biobasierten Rohstoffe.

## **Abstract**

Bendable and deformable like plastic films, flexible like foam ("softTOUCH"), scratch-resistant and easy to clean like synthetic resin, ecologically sustainable like the natural material itself - a hitherto unknown combination of properties of wood surfaces. However, such material will fulfill the current trend in eco-design towards the "experience of nature" as an antipole to high-tech functionalised, abstracted interiors (living, working, mobility & travel). Nevertheless, economical realization by thin flexible wood veneers on bio- & wood fibre-based carrier foils and with highly resistant "easy-to-clean" surfaces for long service life and consistent optical-decorative and haptic quality is currently lacking on the market. Increasing demand for such is seen from users in the automotive, aircraft, interior design, furniture construction and consumer products sectors as a logical development starting from commercial near-natural decorative surfaces of the project partner ORGANOID.

The aim of the softTOUCHwood project is thus the development of such a material, which is further fully recyclable, in order to meet long-term eco-design trends. For this purpose, the following materials and manufacturing technologies without toxic emissions (incl. VOCs) during use and also at the end-of-life in thermal recycling will be developed starting from TRL2-3 to TRL 4 using industry-relevant roll-to-roll processes:

- Compounding of carrier films made of thermoplastic bio-based polyurethane and wood fibres as filler & reinforcing material for adapted formability as well as with non-toxic, halogen-free flame & fire retardants to meet standards in a wide range of applications ("softTOUCHwood" carrier film)
- De-lignification of thin veneers to achieve high flexibility with minimised optical and haptic decor changes after their application on carrier foil ("softTOUCHwood" decor)
- Coatings for counteracting haptic, optical and wear properties and easy cleanability adapted to the conditions of use, i.e. toolbox with bio-based (1) thermoplastic foil lamination, (2) water-based spray lacquering and (3) wax glaze infiltration. Final step for each of these case is the application of visible light photocatalytical, alloyed TiO<sub>2</sub> coating with fluorine-free highly hydrophobic and anti-abrasive particles by means of atmospheric pressure plasma coating ("softTOUCHwood" surface)
- Deep drawing of these "foils" and subsequent back injection technologies with in-situ foaming biocomposites for the production of 3D moulded parts with softTOUCHwood surface

In addition to the use of bio-based raw materials or waste materials from the wood processing industry, which are often available in pure form (i.e. developed exemplary using the material cycles of the partner F.LIST as a manufacturer of high-quality furniture and interior fittings), the development of the recyclability of the material composite is of great relevance, e.g. through the application of production waste and recycling of future returns after large-scale interior design application

as fillers for the carrier films.

The focus of the developments for the future application on small back-injected moulded parts up to large-area laminated architectural and furniture structures is ultimately the creation of guidelines for technology utilisation based on the conception and production of demonstrators. These demonstrators will also serve in the future for marketing as well as for application-specific upscaling (1.5 years after the end of the project to TRL 6-7) with utilisation partners (i.e. associated partners already involved in the project in the areas of automotive, interior design & furniture construction, consumer products).

The consortium of "softTOUCHwood" itself is composed of the following specialists in R&D on wood and natural materials and their modification and optimisation with innovative manufacturing processes to meet market requirements known through high market/application expertise:

- ORGANOID: industrial production of nature-based, bio-based decorative materials with roll-to-roll technology.
- Wood K plus: wood research centre with focus on wood modification (de-lignification, compounding of wood-/bio-based base materials, back-injection) and characterisation
- Joanneum Research (JR): Research institute with focus on sustainable surface functionalisation using versatile atmospheric pressure plasma technologies that can be easily transferred to large surfaces.
- HARATECH: Service provider for customised development, prototype to medium-sized series production of components using highly innovative technologies (3D printing, vacuum casting, back injection/injection moulding) and bio-based materials
- F.LIST: Manufacturer of high quality furnishings for aircraft, boats/yachts and hotels.

In addition to the economic implementation after planned patenting of processes and materials, which are expected to have high market volumes in the business plans also drawn up with associative partners, the scientific study with subsequent publication of process-structure-property relationships is of particular importance in the project, as knowledge of these additionally contributes to robust future manufacturing processes with high tolerance to fluctuations in the quality of the biobased raw materials.

## **Endberichtkurzfassung**

Hauptziel des „softTOUCHwood“-Projekts war die Entwicklung von hoch flexiblen, kratzfesten, leicht reinigbaren, flammbeständigen, gut rezyklierbaren Dekor-Holzfolien aus Holz-Reststoffen . Durch diese soll das „Erlebnis Natur“ in heutige hoch-funktionalisierte Innenräume ohne Verlust der Funktionalität integriert werden und in vielfältige Anwendungsbereiche (Mobility, Innenarchitektur, Consumer Products) zukünftig eingesetzt werden.

Nachfolgend werden die erreichten Projektergebnisse den Teilzielen des Projektes zugeordnet und gegenübergestellt, sowie die "Highlights" zusammengefasst:

Ziel: Entwicklung der dünnen, flexiblen, flamm- und brandbeständigen Trägerschicht („softTOUCHwood“-Trägerfolie)

Im Projekt wurden unterschiedliche Ansätze zur Herstellung einer flexiblen, flamm- und brandbeständigen Trägerschicht auf Basis biobasierter Binder und holzbasierter Reststoffe entwickelt und optimiert. Dazu zählten i) Pressverfahren, bei denen flammgeschützte Trägerschichten mithilfe flüssiger biobasierter Binder erzeugt wurden, sowie ii) thermoplastische Binder mit hohem Bio-Anteil. iii) Zusätzlich wurde eine Trägerfolie auf Basis von Naturlatex bzw. biobasierten Harzen und biobasierten Härter entwickelt, die zusammen mit Holz- und Steinfüllstoffen verarbeitet wurde. iv) Ein weiterer Ansatz bestand in der Nutzung biobasierter thermoplastischer Pulverharze, die mit pulverförmigen Reststoffen vermischt und zu flexiblen Trägerschichten verpresst wurden. Die jeweiligen Mischungsverhältnisse, Materialmengen und Prozessparameter wurden umfangreich variiert und angepasst, um optimale mechanische Eigenschaften sowie eine verbesserte Flamm- und Brandbeständigkeit zu erzielen. Dieses breite Spektrum an Material- und Prozessentwicklungen führte zu einer stabilen und klar definierbaren Trägerfolienbasis für die weiteren Arbeitspakete.

Ziel: Entwicklung der flexiblen, flamm- und brandgeschützten Edelholzfurnier-Dekorschicht („softTOUCHwood“-Dekor)

Für die Dekorschicht wurden verschiedene Methoden zur Flexibilisierung von Echtholzfurnieren untersucht. i) Die Anwendung eines chemischen Modifikationsverfahrens ermöglichte die gezielte Flexibilisierung der Furniere, welche anschließend durch Infiltration mit Harzen und Flammschutzmitteln stabilisiert wurden. ii) Als weitere Variante wurden extrem dünne Furniere trockenimprägniert, indem sie mit thermoplastischen Pulvern beschichtet wurden. Beide Furniertypen wurden erfolgreich auf die entwickelten Trägerfolien laminiert. Verfahren i) wurde hochskaliert, sodass auch größere Furnierformate verarbeitet werden konnten. Es wurden verschiedene nachhaltige Flammschutzmittel an den Furnieren und Naturoberflächenlaminaten getestet. Besonders die chemisch modifizierten flammgeschützten Nussfurniere erreichten nach ihrer Modifikation hohe Flammschutzeigenschaften, was ihren Einsatz im Flugzeuginnenraum ermöglicht. Zusätzlich wurden Laserstrukturierungen eingesetzt, um die Biegebarkeit der Naturoberflächenlamine weiter zu erhöhen.

Ziel: Entwicklung der Beschichtungen für angepasste haptische, optische und Verschleiß-Eigenschaften sowie einfache Reinigbarkeit („softTOUCHwood“-Oberfläche)

Zur Funktionalisierung der Oberflächen wurden an zahlreichen Base- und Top-Layer Beschichtungsaufbauten erforscht. Die Base-Layer umfassten biobasierte Wasserlacke, Öle, UV-vernetzende Beschichtungen, thermoplastische Pulver und Sol-Gel-Systeme, teilweise kombiniert mit pflanzlichen Wachsen oder Flammschutzmitteln. Zusätzlich wurden antibakterielle Beschichtungen getestet sowie Softtouch-Lacke, die eine angenehme Haptik und hohe Flexibilität bieten. Auch siliziumbasierte Systeme wurden untersucht, die gute Wasserabweisung und Oberflächenqualität erzielten. Bei den Top-Layern wurden verschiedene atmosphärische Plasma-Beschichtungen entwickelt, darunter TiO<sub>2</sub>-basierte mehrlagige Systeme, HMDSO-Versiegelungen sowie Chiaölschichten. Besonders hervorzuheben ist die Entwicklung einer elastischen transparenten Sol-Gel-Beschichtung mit UV-Schutz, antimikrobieller Wirkung und Hydrophobie, die mittels Tauch-, Rakel- oder Ultraschallverfahren applizierbar ist und sich hervorragend in Rolle-zu-Rolle-Prozesse integrieren lässt.

Ziel: Entwicklung kontinuierlicher Rolle-zu-Rolle-Prozesstechnik im Labormaßstab

Für die kontinuierliche Fertigung wurden die Materialkonzepte auf Rolle-zu-Rolle-Prozesstechnik übertragen. i)

Flammgeschützte Holzreststoffe wurden auf einer R2R-Anlage verarbeitet, und verschiedene PLA-basierte Folien wurden beschichtet und anschließend tiefgezogen und hinterspritzt. ii) Großformatige chemische modifizierte Furniere wurden hergestellt die in weitere Folge zur Entwicklung von Demonstratorbauteilen genutzt wurden. iii) Zudem wurden mehrere thermoplastische Binder für Naturoberflächenlamine getestet und die Prozessparameter des Prozesses entsprechend optimiert. iv) Ein Beschichtungsmodellsystem wurde entwickelt, das Energiedosis, Prozessgeschwindigkeit und thermische Wechselwirkungen als relevante Parameter definiert. Diese Grundlagen ermöglichten es, die entwickelten Materialien auf kontinuierliche Produktionsprozesse vorzubereiten und deren Homogenität und Funktionalität sicherzustellen.

Ziel: Entwicklung des Hinterspritzens von dünnen, tiefgezogenen „softTOUCHwood“-Folienmaterialien

Für das Tiefziehen wurde zunächst eine geeignete 3D-Druckform mit variablen Radiussegmenten entwickelt, anhand derer unterschiedliche Dekormaterialien getestet wurden. Für die Spritzgussversuche wurde ein Spritzgusswerkzeug konstruiert. Die entwickelten Naturoberflächenlamine wurden mit thermoplastischen Compounds hinterspritzt. Beim Hinterspritzen wurden verschiedene biobasierte Polymer bzw. thermoplastische Elastomere und Pulver verarbeitet, darunter Holzmehl, Zellulosepulver sowie halogenfreie Flammschutzmittel bzw. biobasierte Polymere (Chitosan, Lignin) die hinsichtlich ihrer flammhemmenden Wirkung charakterisiert wurden. Plasmabehandelte Holzreststoffe erwiesen sich als potenzialreich zur Verbesserung der Fließ- und Schlagzähigkeit von Biocomposites.

Ziel: Leitlinien-Entwicklung zur Nutzung von „softTOUCHwood“-Werkstoffen basierend auf Studien zu Demonstratoren

Im Projektverlauf wurden mehrere Konzeptstudien für nachhaltige Anwendungen der entwickelten Materialien erstellt. Auf dieser Basis entstanden schließlich unterschiedliche Demonstratoren:

Demonstrators für kleinflächige Anwendungen: Innendetails im Bereich Automotive (Haratech)

Demonstrators für mittelgroße Anwendungen im Bereich Mobilität: Innenausbaumöbel für Business- und Privatjets (F/LIST)

Demonstrators für großflächige Anwendungen im Bereich Innenarchitektur: Wandverkleidungselemente im Objektbereich mit erhöhten Anforderungen an den Brandschutz (Organoid)

Die Studien dienten dazu, Designrichtlinien und Anforderungen der jeweiligen Branchen zu identifizieren und die Materialkonzepte praxisnah zu erproben.

Ziel: Optimierung der Kreislauffähigkeit der Materialien und Untersuchung von Emissionen am End-of-Life

Es wurde ein Konzept zur effizienten Nutzung und Sammlung von Abfallströmen wie Hobelspänen und Furnierresten entwickelt, basierend auf realen Produktionsprozessen. Zudem wurde ein Verfahren erprobt, das die Herstellung CO<sub>2</sub>-negativer Composite aus solchen Reststoffen ermöglicht.

Untersuchungen zeigten, dass die Materialschichten der entwickelten flexiblen Furnieroberflächenlamine thermisch trennbar sind, sodass beispielsweise Textil-Backings getrennt entsorgt und Deckschichten thermisch verwertet werden

können.

Zudem wurde sowohl ein chemisches als auch physikalisches Recyclingverfahren entwickelt: Chemisches Recycling ermöglichte eine klare Trennung von biobasierten Bindern und Trägermaterialien, während physikalisch zerkleinertes Hybridmaterial erfolgreich als Zuschlagsstoff in neuen Biocomposites eingesetzt werden konnte und damit die Kreislauffähigkeit der Materialien insgesamt verbessert.

### **Projektkoordinator**

- Kompetenzzentrum Holz GmbH

### **Projektpartner**

- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
- ORGANOID GmbH
- HARATECH GmbH
- F. LIST GMBH