

## WoodSigns

Printed Electronics for Wooden Aircraft Interiors

<b>Programm / Ausschreibung</b>	THINK.WOOD, THINK.WOOD Innovation, THINK.WOOD Innovation - Holz als Werkstoff/Holzbaustoff	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.02.2023	<b>Projektende</b>	31.01.2026
<b>Zeitraum</b>	2023 - 2026	<b>Projektlaufzeit</b>	36 Monate
<b>Keywords</b>	wood, aircraft interior, printed electronics, additive manufacturing, sustainable, sensors		

### Projektbeschreibung

Holz und Holzverbundwerkstoffe sind wichtige Bausteine in der österreichischen Industrielandschaft für traditionelle Einsatzgebiete und Nutzung. Ein wesentliches Ergebnis dieses Projektes ist aufzuzeigen, dass Holz den Wandel hin zu einem hochfunktionellen und gleichzeitig ästhetischen Werkstoff vollziehen kann, dem als Material der Zukunft ein besonderer Stellenwert aufgrund seiner Nachhaltigkeit zukommt. In Zeiten des ökologischen Wandels muss im Sinne der Nachhaltigkeit der ein oder andere Rohstoff weichen, um neuen, modernen und umweltfreundlichen Materialien den Vortritt zu lassen, nicht aber Echtholz.

Holz ist gewiss einer der ältesten und vielseitigsten Rohstoffe der Erde. Die Anwendungen reichen von der Gebäudekonstruktion bis hin zur Möbelherstellung, Fahrzeugtechnik etc. Durch gezielte Material-Hybridisierung und Funktionalisierung wird die Palette an Anwendungen immer breiter. Nachhaltig und elegant zugleich, hat bereits vor einiger Zeit die Mobilitäts- und Fahrzeugindustrie den Einsatz von Holz für sich entdeckt, um aus dem Rohstoff direkt oder in Kombination mit anderen Materialien unter anderem luxuriöse Innenausstattungskomponenten zu fertigen. Ob optische Verblendungen, Kleinmöbel oder funktionale Komponenten, als Massivbaustoff, Furnier oder Hybridmaterial, Holz wird vielseitig prozessiert und verarbeitet.

Im Rahmen dieses Projekts sollen Echtholz furnieroberflächen, die Teil der Innenausstattung von Jet-Flugzeugen sind, mit nachhaltigen Technologien smart und funktional gestaltet werden. Wo sich bisher Schalterelemente und herkömmliche Elektronikkomponenten, wie LED-Lampen befinden, sollen Holzkomponenten die verwendeten Kunststoffe und Bauteile mit nachhaltigen Naturprodukten ersetzen. Dafür ist neben der Funktionalität auch sicherzustellen, dass durchgehende, glatte Holzoberflächen entwickelt werden, welche die optische Eleganz des Innenraumes aufwerten. Deshalb werden in diesem Projekt Echtholzsubstrate optimiert (z.B. Entwicklung von Furnieren mit abgestimmter Flammenschutzbehandlung) und funktionalisiert, um die dahinterliegende Beleuchtung sehen zu können (transparentes Holz), eine direkte Bedruckbarkeit mit transparenten Tinten zu ermöglichen, und drahtlose gedruckte Sensorik integrieren zu können. Das Ziel dieser Forschungstätigkeiten ist es eine breite Anwendung von Holz als nachhaltiges, smartes Material zu ermöglichen, und gleichzeitig die optische Eleganz der Oberfläche bestmöglich zu erhalten. Um das zu erreichen, besteht das Konsortium aus

drei Partnern, welche für die jeweiligen Themen die optimale Expertise einbringen. Ein Forschungsschwerpunkt ist das Aufbringen von Beschichtungen, um mechanische Eigenschaften zu verbessern und eine Funktionalisierung der Furniere mittels ressourcenschonender Technologien zu ermöglichen (WoodKPlus). Ein weiterer Forschungsschwerpunkt ist die additive Fertigung von Elektronik (Sensorik, Leiterbahnen, Antennen) auf den Furnieren als Ersatz für gewöhnliche Schalter und Elektronikkomponenten (SAL). Diese Sensorkomponenten werden, im Sinne der Nachhaltigkeit, batterieles betrieben und mit Hilfe von Funktechnologie drahtlos ausgelesen und mit Energie versorgt. Zusätzlich werden Displays mittels Drucktechnologien direkt auf dem Holz gefertigt (SAL). Besondere Bedeutung kommt dabei der Minimierung des Materialeinsatzes, sowie der Unsichtbarkeit der Elektronik für den Nutzer zu. In dieser Hinsicht werden die Verwendung von transparenten Materialien und miniaturisierten Strukturen auf Holz erforscht.

Am Ende des Projekts wird ein Demonstrator präsentiert, ein smartes Holzfurnier, welches mit Oberflächenbearbeitung optimiert und mittels additiver Fertigungsmethoden funktionalisiert wurde. Dabei werden Sensorik- und Displayelemente miteinander interagieren und drahtlose Interaktion demonstriert. Die zum Einsatz kommenden Sensorik- bzw. Drucktechnologien im Verbund mit den Echtholzurnieren werden eingehend charakterisiert und untersucht. Auch deren Einfluss auf die Eigenschaften dieser nach darauffolgender Beschichtung (z.B. Haftungsthematiken) bzw. hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften wird geprüft. Weiters sollen Demonstratoren hinsichtlich ihrer Tauglichkeit zur Verwendung in der Luftfahrt und ihrer (geringen) Entflammbarkeit untersucht werden (F/LIST).

Die im Projekt anvisierte smarte Funktionalisierung von Holzbauteilen für Flugzeuginnenausstattungen wird die Möglichkeiten zur Verwendung dieses natürlichen Rohstoffes für viele Anwendungen in der digitalisierten Zukunft vervielfachen, und sie schafft damit auch einen bedeutenden Mehrwert im Sinne der Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft.

## **Abstract**

Wood and wood composites are important components of the Austrian industrial landscape in traditional areas of application. The major objective of this project is to pave the way for the transition of wood from a conventionally utilized resource to a highly-functional and, at the same time, aesthetic material. From this transformation, wood will emerge as a game-changing material of the future, as it also features outstanding properties in terms of sustainability. In the current times of ecological change, some raw materials will have to make way for new, modern and environmentally benign alternatives, but wood will persist.

Wood is certainly one of the oldest and most versatile raw materials. Its applications range from building constructions over furniture to automotive engineering, etc. Through purposeful material hybridization and functionalization, the range of applications has been ever increasing. As wood is sustainable and elegant at the same time, the mobility and vehicle industry started using it some time ago, in order to produce, among other things, luxurious interior components. As such, it is employed directly as a raw material or in combination with other materials. Whether it is for facings, furniture or functional components, as a solid building material, veneer or hybrid material, wood is processed and used in many different ways.

In this project, wood veneer surfaces, which are part of the interior design of jet aircraft, will be transformed into smart and functional components, using sustainable technologies. The vision of this project is to replace conventional switching elements, and electronics, such as LED lamps, as well as plastic parts with wooden and sustainable components. To this end, continuous and smooth wooden surfaces will be developed that enhance the visual elegance of the interior, and they will be functionalized using resource efficient processes and sustainable materials. Wood veneers will be optimized (e.g.

development of veneers with appropriate flame retardant treatment) and functionalized to provide lighting from the backside (translucent wood), enable printing on them with transparent inks, and to integrate wireless printed sensor technologies. The aim of these efforts is to enable a wide utilization of wood as a sustainable, smart material, while preserving the visual elegance of the surface as much as possible. In order to achieve this goal, the consortium consists of three partners, who are leading experts in the relevant topics. One research focus is the application of coatings to improve the mechanical properties and enable the functionalization of veneers using resource-efficient technologies (WoodKPlus). Another research focus is the additive manufacturing of electronics (sensors, interconnects, antennas) on the veneers to replace conventional switches and electronic components. To minimize the environmental impact, these sensors will feature a battery-free operation, and wireless communication as well as energy transfer will be performed by exploiting radio frequency technologies (SAL). In addition, displays will be manufactured directly onto the wood using printing technologies (SAL). Particular attention will be paid to minimize the use of materials and make the electronics invisible to the user. In this respect, the use of transparent materials and miniaturized structures on wood will be explored.

At the end of the project, a demonstrator will be presented - a smart wood veneer that has been optimized with surface processing and functionalized using additive manufacturing methods. Sensor and display elements will interact with each other and wireless interaction will be demonstrated. The sensor and printing technologies used in combination with the wood veneers will be characterized and examined in detail. Their influence on the properties after subsequent coating (e.g. adhesion issues) or with regard to mechanical properties will also be examined. Furthermore, the demonstrators will be examined with regard to their suitability for the use in aviation and for their (low) flammability (F/LIST).

The smart functionalization of wooden components for aircraft interiors envisaged in this project will boost the possibilities for using this natural material for a wide range of applications in the near future of smart and digitalized products and, thus, also create a significant value in terms of sustainability and a circular economy.

## **Endberichtkurzfassung**

Im Projekt WoodSigns wurde die nachhaltige Funktionalisierung von Holzoberflächen durch den Einsatz gedruckter Elektronik erfolgreich vorangetrieben. Die definierten Projektziele erwiesen sich als relevant und realistisch und konnten im Projektverlauf größtenteils erreicht werden.

Zentrale Ergebnisse umfassen die Entwicklung und Validierung transparenter leitfähiger Tinten sowie deren Einsatz zur Realisierung funktionaler elektronischer Komponenten direkt auf Holzfurnieren. Es gelang, gedruckte Touch-Sensoren, elektrolumineszente Displays sowie Vibrationsaktuatoren zu entwickeln und zu demonstrieren. Damit konnte erstmals die technische Machbarkeit von nahezu unsichtbaren, interaktiven Bedien- und Anzeigeelementen auf natürlichen Holzoberflächen gezeigt werden, ohne deren ästhetische Eigenschaften zu beeinträchtigen. Ein wesentlicher Meilenstein war die Umsetzung eines portablen Demonstrators mit integriertem Display und Touch-Funktion, der die Praxistauglichkeit der entwickelten Technologien unter realistischen Bedingungen belegt. Darüber hinaus wurden bedeutende Fortschritte im Bereich gedruckter haptischer Aktuatoren erzielt, einschließlich der erfolgreichen Umsetzung direkt auf Holzsubstraten, auch wenn deren vollständige Integration in komplexe Bauteile noch weiterer Forschung und Entwicklung bedarf.

Im Projektverlauf zeigte sich, dass die Adaption gedruckter Elektronik auf das Substrat Holz mit spezifischen Herausforderungen verbunden ist, insbesondere hinsichtlich Oberflächenrauheit, Materialinhomogenität, Haftung der Funktionsschichten sowie Langzeit- und Prozessstabilität. Diese konnten durch gezielte Materialentwicklungen und

Prozessoptimierungen weitgehend adressiert werden. Neben den technologischen Erfolgen wurde auch eine starke wissenschaftliche Verankerung erreicht, unter anderem durch Publikationen in renommierten Fachjournalen und Beiträgen auf internationalen Konferenzen.

Insgesamt stellt das Projekt eine wesentliche Grundlage für die Weiterentwicklung intelligenter, nachhaltiger Holzprodukte dar und eröffnet weitreichende Perspektiven für zukünftige Anwendungen. Die Kombination aus materialtechnologischer Innovation, digitaler Integration und ökologischem Anspruch schafft ein neues Verständnis davon, wie Holz in High-Performance-Umgebungen eingesetzt werden kann. Langfristig kann diese Technologie nicht nur design- und qualitätssensitive Bereiche wie den Flugzeuginnenraum transformieren, sondern auch neue Maßstäbe in Mobilität, Architektur und Produktdesign setzen. Denkbar sind adaptive Oberflächen, die aktiv auf Nutzerbedürfnisse reagieren, kreislauffähige Bauteile mit integrierter Zustandsüberwachung oder vollständig neue Formen der Funktionsintegration in natürlichen Materialien. Damit wird das Projekt zu einem Impulsgeber für eine neue Generation biobasierter Hightech-Werkstoffe, die ökologische Verantwortung mit technischer Exzellenz verbinden und den Weg für nachhaltige Premiumanwendungen ebnen.

### **Projektkoordinator**

- Silicon Austria Labs GmbH

### **Projektpartner**

- Kompetenzzentrum Holz GmbH
- F. LIST GMBH