

## Impresin

Imprägnierharz aus umweltfreundlichen/nachwachsenden Ressourcen

<b>Programm / Ausschreibung</b>	THINK.WOOD, THINK.WOOD Innovation, THINK.WOOD Innovation - Holz als Werkstoff/Holzbaustoff	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.04.2022	<b>Projektende</b>	29.06.2025
<b>Zeitraum</b>	2022 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	39 Monate
<b>Keywords</b>	Imprägnierharz, erneuerbare Ressourcen, HPL		

### Projektbeschreibung

Dekorative Hochdrucklaminare (HPL) bestehen aus mehreren Schichten und sind vielseitig einsetzbar. Sie werden beim Bau von Außenwänden für Fassaden und Balkone, aber auch beim Herstellen von Schränken, Möbeln, Verkleidungen, Küchenarbeitsplatten, Arbeitsflächen in Büros und Bildungseinrichtungen, Labors und in Nassbereichen für Sanitäranlagen eingesetzt. HPL bestehen aus drei Phasen: einer Kernschicht, einem Dekorpapier und einer Verschleißschicht. Die einzelnen Phasen werden mit Imprägnierharzen behandelt, um die Widerstandfähigkeit des Produkts zu gewährleisten. Die Kernschicht, welche aus mehreren Lagen Kraftpapier besteht, wird üblicherweise mit Phenol-Formaldehydharzen imprägniert. Phenol-Formaldehyd hat einen hohen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck und besteht aus den fossilen Rohstoffen Phenol und Formaldehyd, die als giftig bzw. im Falle von Formaldehyd als krebserregend für den Menschen eingestuft sind. Diese gesundheits- und umweltschädlichen Chemikalien sollen im Rahmen des Projekts „Imprägnierharze aus umweltfreundlichen/nachwachsenden Ressourcen“ durch umweltfreundliche und gesundheitlich unbedenkliche Rohstoffe ersetzt werden. Ziel dieses Projekts ist es, ein neues Harzsystem zu entwickeln, das überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen besteht und das Fachwissen von Wood K plus im Bereich neuer Klebstoffsysteme mit der Expertise von FunderMax in der HPL-Produktion verbindet. Es gibt bereits viele Ansätze, Phenol-Formaldehyd teilweise durch Lignin als natürliches phenolisches Monomer zu ersetzen, aber ein vollständiger Ersatz ist noch nicht gelungen. Zur Umsetzung dieses Projekts werden Biopolyester auf Basis natürlicher Polyole und natürlichen Polysäuren in verschiedenen Kombinationen als Ersatz von Phenol-Formaldehydharze für die Imprägnierung von recycelten Kraftpapierfasern entwickelt. Eine vorangehende Literaturstudie wird Informationen über geeignete Rohstoffe und Verfahren für die Durchführung dieses Projekts liefern. Ausgewählte Rohstoffe werden dann mit verschiedenen analytischen Methoden (Rheologie, Thermogravimetrie, chemische Analysen, mikroskopische Analysen usw.) untersucht. Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines vorläufigen Konzeptharzes auf der Grundlage von mindestens 70 % nachwachsenden Rohstoffen. Die Hochskalierung dieses Konzeptharzes für Pilotversuche ist kein Ziel dieses Projekts, sollte aber durch die erzielten Resultate ermöglicht werden.

### Abstract

Decorative high-pressure laminates (HPL) consist of several layers and are very versatile. HPL are used in the construction of

exterior walls for facades and balconies, but also in the manufacture of cabinets, furniture, cladding, kitchen countertops, work surfaces in offices and educational institutions, laboratories and in wet areas for sanitary facilities. HPL consists basically of three phases: a core layer, a decorative paper and a wear layer. The individual phases are treated with impregnating resins to ensure the product's resistance to various chemicals, heat, moisture and mechanical influences. The core layer, which has several layers of recycled kraft paper, is typically impregnated with phenol-formaldehyde resins. Phenol-formaldehyde has a high carbon footprint, consists of the fossil based raw materials phenol and formaldehyde and are classified as toxic or, in the case of formaldehyde, carcinogenic to humans. These chemicals, which are harmful to health and the environment, are to be replaced by environmentally friendly raw materials that are harmless to health as part of the "Renewable impregnation resin" project. The aim of this project is to develop a new resin system consisting mainly of renewable raw materials, combining the knowledge of Wood K plus in the field of advanced bonding systems and the expertise of FunderMax in HPL production. There are already many approaches to partially replace phenol-formaldehyde by lignin as a natural phenolic monomer, but a complete alternative has not yet been achieved. For the implementation of this project, biopolyesters based on natural polyols and natural polyacids in various combinations are being developed as substitutes for phenol-formaldehyde resins for the impregnation of recycled kraft paper fibers. An introductory literature study will provide suggestions on suitable raw materials and processes for the implementation of this project. Selected raw materials will then be investigated by various analytical methods (rheology, thermogravimetry, chemical analysis, microscopic analysis, etc.). The goal of this project is to develop a preliminary concept resin based on at least 70 % renewable raw materials. Upscaling of this concept resin for pilot testing is not an objective of this project, but will be enabled by the results obtained.

## **Endberichtkurzfassung**

Hochdrucklaminat (HPL) sind langlebige Verbundwerkstoffe, die häufig in Anwendungen wie Möbeln, Fußböden und dekorativen Wandverkleidungen verwendet werden. Sie werden aus Schichten von Kraftpapier hergestellt, die mit niedrigviskosen Harzen imprägniert und anschließend unter hohem Druck und hoher Temperatur zu einer duroplastischen Kompaktplatte gepresst werden. Traditionell sind Phenol-Formaldehyd-Harze (PF-Harze) der Industriestandard für die HPL-Herstellung, da sie dem Material hervorragende mechanische Eigenschaften sowie Hydrolyse-, Wärme- und Chemikalienbeständigkeit verleihen. Phenol und Formaldehyd sind als gesundheitsschädliche Stoffe eingestuft. Darüber hinaus wirkt sich ihr fossiler Ursprung auf die ökologische Bilanz aus. Daran anknüpfend lag der Fokus des Projekts Impresin daher auf der Entwicklung eines neuen Imprägnierharzes basierend auf gesundheitlich unbedenklichen Chemikalien biogenen Ursprungs. In Kombination mit dem in der Industrie üblichen Recyclingkernpapier soll so ein nachhaltiges Hochdrucklaminat produziert werden. Zudem wurde auch ein besonderes Augenmerk auf die tatsächliche Verfügbarkeit und die Beschaffungskosten der verschiedenen eingesetzten Rohstoffe gelegt.

Die Eigenschaften der fertigen HPL-Platten sind in hohem Maße von den eingesetzten Rohstoffen abhängig, was bedeutet, dass Änderungen in der Zusammensetzung des verwendeten Harzes sowie des Kraftpapiers deren Qualität erheblich beeinflussen können. Eine zentrale technische Herausforderung bei der Entwicklung von Imprägnierharzen ist die Einhaltung einer ausreichend niedrigen Viskosität. Diese ist erforderlich, um einerseits eine vollständige Penetration in die Papiermatrix zu gewährleisten und andererseits während des Pressvorgangs einen ausreichenden Fluss zwischen den Papierschichten sicherzustellen. Nur so kann ein dauerhafter, homogener Verbund entstehen, der die mechanische Integrität und Beständigkeit der Platte bestimmt. Demnach muss der Polymerisationsgrad des Harzes noch niedrig genug sein, um diese Anforderung zu erfüllen, aber bereits fortgeschritten genug, um in einer industriell vertretbaren Presszeit zuverlässig

auszuhärten. Die Entwicklung von Imprägnierharzen erfordert somit ein präzises Austarieren zwischen niedrigen Viskositäten für die Verarbeitung und ausreichender Reaktivität für die Aushärtung. Darüber hinaus bestimmt auch die Wechselwirkung zwischen der Oberflächenspannung des Harzes und der freien Oberflächenenergie des Papiers maßgeblich ihre Kompatibilität.

Demnach wurden die verschiedenen Rohstoffe und daraus synthetisierten Harze gescreent und bezüglich ihrer Viskosität und bezüglich ihrer Kompatibilität mit den in der Industrie verwendeten Kraftpapieren auf Frischfaser- bzw. Recyclingbasis bewertet. In einer ersten Studie wurde die Oberflächenenergie verschiedener Kraftpapiere bestimmt. Zudem wurden deren Zusammensetzung und morphologische Beschaffenheit genauer analysiert. Die Untersuchungen zeigten, dass recyclingfaserhaltige Kraftpapiere eine geringere Oberflächenenergie und daher Benetzbarkeit aufweisen als Frischfaserpapiere. Dies ließ sich auf einen höheren Gehalt an Extraktstoffen und Lignin sowie auf geänderte Faserbeschaffenheit durch den Recyclingprozess zurückführen. Zudem zeigten Sieb- und Filzseite des Recyclingpapiers deutlich unterschiedliche Benetzbarkeiten im Vergleich zu Frisch- und Mischfaserpapier aufgrund des höheren Gehaltes an Feinanteilen und Füllstoffen. Kontaktwinkelmessungen und Imprägnierversuche zeigten, dass die untersuchten biobasierten Imprägnierharze ein ähnliches Benetzungsverhalten wie die konventionellen PF-Harze aufwiesen, jedoch mit unterschiedlichen Penetrationsdynamiken. Die Ergebnisse dieser Studie wurden in ACS Omega publiziert (<https://doi.org/10.1021/acsomega.5c03769>).

Nach ersten positiven Ergebnissen mit einem Fructose-HMF-Amin-Harz (FHA) mit 70 % biobasiertem Gehalt wurde dieses für einen Pilot-Imprägnierversuch herangezogen. Das Harz wurde zunächst unter denselben Bedingungen imprägniert, die für PF-Harze verwendet werden. Allerdings zeigte sich, dass die Trocknungstemperatur für dieses Harzsystem zu hoch und das Halbfabrikat sehr spröde war. Eine Reduktion der Trocknertemperatur könnte jedoch zu Energieeinsparungen führen. Während das Quellverhalten des biobasierten Materials der herausragenden hydrolytischen Beständigkeit der PF-Proben noch nicht das Wasser reichen konnte, waren die mechanischen Eigenschaften vergleichbar. Die Biegeeigenschaften erfüllten die Normbedingungen der EN ISO 438. Zudem waren die erzielten Werte höher als die der Referenz, wenn quer zur Maschinenrichtung des Papiers gemessen wurde, was sich vermutlich durch die geringe Sprödigkeit des Materials erklären lässt. Dasselbe Verhalten zeigte sich auch bei der Schlagfestigkeit der Proben.

### **Projektkoordinator**

- Kompetenzzentrum Holz GmbH

### **Projektpartner**

- FunderMax GmbH