

## Mindwood FJ3

Funktioneller Inkjet-Druck für smarte Holzbauelemente mit integriertem Monitoring

<b>Programm / Ausschreibung</b>	IWI, IWI, Basisprogramm Ausschreibung 2023	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.10.2023	<b>Projektende</b>	28.02.2025
<b>Zeitraum</b>	2023 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	17 Monate
<b>Keywords</b>			

### Projektbeschreibung

Ziel des Projektes MINDWOOD ist der Inkjet-Druck von leitfähigen Schichten in Form von Leiterbahnen direkt auf die Oberfläche von Holzbauprodukten. Damit wird ein in das Holzbauteil integriertes flächiges Feuchtemonitoring realisiert. Feuchtigkeit spielt insbesondere im Holzbau eine große Rolle. Hohe Holzfeuchtigkeit über längere Zeiträume begünstigt den Befall mit holzerstörenden Pilzen. Insbesondere in Nass-bereichen („Nasszelle“) oder in konstruktiv sehr exponierten Stellen (z.B. im Bereich des Flachdaches) kann ein unbemerkt Auffeuchten in der Folge große Schäden verursachen und mitunter aufwändige Sanierungen notwendig machen. Durch das flächige Feuchtemonitoring werden diese Schäden bereits in der Entstehungsphase erkannt und damit teure Folgeschäden vermieden. Die Leiterbahnen werden darüber hinaus auch zur Messung von Dehnungen (gedruckter Dehnungsmessstreifen) sowie zur Temperaturmessung während der Bauteilnutzung verwendet. Ein großes Augenmerk wird dabei auf die Dauerhaftigkeit der Leiterbahnen gelegt, zumal von einer Nutzungsdauer im Baubereich von mehreren Jahrzehnten ausgegangen werden muss. Darüber hinaus wird versucht, leitfähige Tinten zu verwenden, die in weiterer Folge keine Probleme bei der Entsorgung verursachen (z.B. Grafit-basierte Tinten). Ergebnis aus den Forschungsarbeiten sind erste gedruckte Messsysteme auf Holzbauteilen, die ein laufendes Monitoring von Feuchtigkeit, Temperatur und Dehnungen erlauben und damit die Grundlagen für digitalisierte „smarte“ Holzbauteile schaffen. Basierend auf den generierten Daten werden in weiterer Folge Machine Learning Algorithmen eingesetzt, sodass der digitalisierte Holzbauteil selbstständig auf Grundlage seiner spezifischen Einbausituation einen notwendigen Interventionsbedarf feststellt.

### Endberichtkurzfassung

Im Projekt Mindwood wurden gedruckten Feuchte- und Dehnungssensoren für die Anwendung im Holzbau entwickelt. Es wurden verschiedene Druckverfahren angewendet, um die Sensoren im Werk aber auch auf der Baustelle drucken zu können.

Geeignete Druckverfahren für Applikation in der Produktion sind der Siebdruck, der Inkjet-Druck sowie (mit Einschränkungen) die LASER-induzierte Ligningrafitisierung. Der Inkjet-Druck benötigt allerdings zwingend eine Grundierung des Holzes, da die niedrigviskose Tinte ansonsten am Holz wegschlägt und sowohl die Leitfähigkeit als auch die Formtreue und Auflösung stark reduziert werden.

Geeignete Verfahren für die Baustelle sind insbesondere der Schablonendruck, der Transferdruck sowie der 3D-Druck. Bei letzterem werden vorgefertigte Elemente aus PLA direkt auf der Baustelle in die betreffenden Holzbauelemente eingesetzt.

In mehreren Versuchen im Klimaschrank wurden Messsignale (Impedanz und Phasenwinkel) mit der gravimetrisch ermittelten tatsächlichen Holzfeuchtigkeit korreliert. Es zeigte sich eine sehr gute Korrelation mit einer Eindringtiefe des Messsignals bis zu 7 mm in das Holz.

Basierend auf diesen Ergebnissen wurden die Feuchtesensoren bereits in die Klebefuge von Holzbauteilen gedruckt und anschließend verklebt. Die Ergebnisse des Feuchtemonitorings waren gut und reproduzierbar. Durch das Aufbringen der Grundierung wurde allerdings die Klebefestigkeit verringert, wie Leimscherprüfungen ergaben. Es wird daher empfohlen, die Sensoren entweder ohne Grundierung oder aber an weniger kritischen Stellen hinsichtlich Klebefestigkeit in den Holzbauteilen einzubringen.

Schließlich wurde auch die konkrete Umsetzung der Sensoren im Holzbaukonstruktionen untersucht. Bei der Diskussion im Konsortium wurde festgestellt, dass die häufigsten Schäden im Holzbau im Bereich frt Nasszelle (z.B. Bad) sowie im Bereich des Flachdach auftreten. Es wurden daher für beide Anwendungsfälle Demonstratoren gebaut, mit dessen Hilfe die möglichen Schäden in der Praxis nachgestellt und die Zuverlässigkeit der Sensoren im verbauten Zustand untersucht werden konnten.

## **Projektpartner**

- Holzforschung Austria - Österreichische Gesellschaft für Holzforschung