

NEEST

Natural Ecologic & Economic Structures | From Trees to Wooden Buildings with Minimal Conversion

Programm / Ausschreibung	KLWPT 24/26, FTI-Initiativen 2025, Ressourcenwende 2025	Status	laufend
Projektstart	01.05.2026	Projektende	31.10.2028
Zeitraum	2026 - 2028	Projektlaufzeit	30 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 399.785		
Keywords	Resource efficiency in timber construction; Digital twins of trees and forest-to-building data chains; Multi wood species and material mix; Yield maximization and CO2 storage; Reversible connections and circular economy, Biodiversity integration in s		

Projektbeschreibung

Konventionelle Holzbauprodukte beruhen auf der Umwandlung von Rundholz in standardisierte Bretter. Dies ermöglicht zwar effiziente Trocknung, Sortierung und Logistik, hat aber einen hohen Preis: Bis zu zwei Drittel des ursprünglichen Stammes gehen als Späne, Staub und Verschnitt verloren, während die gewachsene Geometrie und die kontinuierliche Faserführung des von Natur aus opti-mierten Materials verloren gehen. Die so entstehenden Bretter sind stark standardisiert, jedoch vom natürlichen Potenzial des Baumes entkoppelt. Dieser Verlust an Individualität und struktureller Effizienz begrenzt die Kreislauffähigkeit des Holzbaus, da wiederverwendete Elemente an Standardmaße gebunden sind und häufig abgewertet oder downgecycelt werden.

Unser Projekt entwickelt eine digital integrierte Alternative, die die natürliche Form erhält und den Materialertrag maximiert. Stehende oder frisch geerntete Bäume werden gescannt und als „digitale Zwillinge“ gespeichert, sodass sie bedarfsgerecht Bauprojekten zugeordnet werden können. Darauf aufbauend entstehen drei Familien von Holzelementen: Standard-Elemente, organisiert in längento-leranten Querschnittsportfolios; Natur-Elemente, die selektiv Gabelungen, Krümmungen und koni-sche Abschnitte – einschließlich bislang wenig genutzter Laubholzarten – verwenden, um gewachse-ne Geometrien zu erhalten; sowie Misch-Elemente, die beide Ansätze kombinieren. Der kombinierte Einsatz von Nadel- und Laubholz erhöht die Bandbreite der Tragfähigkeit und reduziert Umwand-lungsverluste, während der Erhalt natürlicher Formen das Wiederverwendungspotenzial über mehre-re Lebenszyklen hinweg steigert.

Zur Umsetzung wird eine durchgängige Wertschöpfungskette aufgebaut, die Forstwirtschaft, opti-mierte Einschnittstrategien, Trocknung, CNC-Bearbeitung und Montage umfasst. Definierte Schnitt-stellen, Toleranzbereiche und lösbare, schadensarme Verbindungen bilden die Grundlage eines archi-tektonischen „Baukastens“, der Modularität, Demontage und Wiederverwendung ermöglicht. Die mechanische Charakterisierung erfolgt durch Labortests, FEM-Simulationen und Dauerhaftigkeitsprü-fungen; die Ergebnisse werden mit dem Eurocode 5 und verwandten Normen

abgeglichen, um offenen Regelungsbedarf zu erkennen und strukturierte Dokumentationen für eine mögliche Normenweiterentwicklung zu schaffen.

Internationale Partner bringen Expertise in den Bereichen digitaler Zwilling, Bilderkennung, Klebertechnologien und zyklische Prüfungen ein, was die technische Basis stärkt und Skalierbarkeit sicherstellt. Der Ansatz wird durch planungsseitige Use-Case-Pakete über gängige Gebäudetypologien (Wohnen, Bildung, Aufstockungen, modulare Hallen) validiert. Erwartete Ergebnisse sind ein Anwendungs- und Typologiekatalog, belastbare Nachweise zu Materialausbeute, Reduktion von Verschnitt und Wiederverwendungspotenzial sowie Orientierungswerte für Zirkularitätskennzahlen. Zusammen schaffen diese Ergebnisse ein ressourceneffizientes, digital unterstütztes und klimagerechtes Modell für den europäischen Holzbau, das den langfristigen Kohlenstoffspeicher stärkt und klimaneutrale Baupraktiken unterstützt.

Abstract

Conventional timber construction products rely on converting logs into standardized boards, which allow for efficient drying, grading, and logistics but comes at a high price: up to two-thirds of the original log is lost to chips, dust, and offcuts, while the unique geometry and fiber continuity of the by-nature optimised material are erased. The resulting boards are highly standardized but disconnected from the natural potential of the tree. This loss of individuality and structural efficiency limits the circularity of timber construction, as reused elements are bound to standard dimensions and often downgraded or downcycled.

Our project introduces a digitally integrated alternative that preserves the natural form and maximizes material yield. Standing or freshly harvested trees are scanned and stored as “digital twins,” enabling on-demand allocation of material to construction needs. Building on this, we develop three families of timber components: Standard Elements, organized in length-tolerant cross-section portfolios; Natural Elements, which make selective use of forks, curves, and tapered sections – including underutilized hardwood species—to retain grown geometries; and Mixed Elements, which combine both approaches. The combined use of softwood and hardwood enhances strength diversity and reduces conversion losses, while the preservation of natural form improves reuse potential across multiple life cycles.

To implement this approach, an integrated value chain framework is developed, encompassing forest operations, optimized cutting strategies, drying, CNC processing, and assembly. Defined interfaces, tolerance windows, and detachable, low-damage joints form the basis of an architectural “kit of parts” that supports modularity, disassembly, and reuse. Mechanical characterization is carried out through laboratory testing, FEM simulations, and durability screening, with results mapped against Eurocode 5 and related standards to identify regulatory gaps and create structured documentation for potential future norm development.

International partners contribute expertise in digital twin technology, image recognition, adhesion science, and cyclic testing, strengthening the technical foundation and ensuring scalability. The approach is validated through planning-level use-case packages across common building typologies (housing, education, extensions, modular halls). Outcomes include an application and typology catalogue, indicative quantified evidence on yield increase, cutting-loss reduction, and reuse potential, as well as indicative targets for circularity metrics. Together, these results establish a resource-efficient, digitally enabled, and climate-responsive model for European timber construction, advancing long-term carbon storage and supporting climate-neutral building practices.

Projektkoordinator

- Technische Universität Graz - Institut für Architekturtechnologie

Projektpartner

- Circulate ZT GmbH
- Liechtenstein Holztreff. GmbH
- LUGGIN - Ziviltechnikergesellschaft m.b.H.
- Technische Universität Graz Institut für Holzbau und Holztechnologie
- Virtual Vehicle Research GmbH
- Wood Vision Research gGmbH