

# TimberLoop

Aus dem Bauwesen, für das Bauwesen - Grundlagen zur Kreislauffähigkeit von Holz

<b>Programm / Ausschreibung</b>	THINK.WOOD, THINK.WOOD Innovation, THINK.WOOD Innovation - Holz als Werkstoff/Holzbaustoff	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.09.2022	<b>Projektende</b>	28.02.2025
<b>Zeitraum</b>	2022 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	30 Monate
<b>Keywords</b>	Kreislaufwirtschaft; Wiederverwendung; Recycling; Holzbauprodukte; Netzwerk		

## Projektbeschreibung

Bauholz aus Vornutzung birgt ein hohes Potential für die zirkuläre Bio-Kreislaufwirtschaft aufgrund der anhaltenden CO<sub>2</sub>-Speicherung in jedem neuen Lebenszyklus, seiner hohen Verfügbarkeit und einer Vielzahl an synergistischen Effekten. Der Beitrag zum Klimaschutz kann durch die kaskadische Nutzung und die damit verbundene Ressourceneinsparung noch erhöht werden.

Der Stand der Technik baut auf der Zerkleinerung von Altholz und Nutzung in der Holzwerkstoffindustrie bzw. als Energieträger auf. Dies stellt ein überproportionales Downcycling in der Nutzungskaskade von Holz dar.

Eine Behandlung mit Holzschutzmitteln ist für die stoffliche und energetische Verwertung ein generelles Hindernis. Ziel von TimberLoop ist, die Struktur von Holz aus Vornutzung maximal zu erhalten. Es in dieser Form in die Kreislaufführung zu integrieren und Abfallströme sind zu minimieren. Aus dem Bauwesen für das Bauwesen werden die Grundlagen für eine zyklische Verwendung von Holz in Bauprodukten für statisch tragende Anwendungen und kleinvolumige Holzbauprodukte geschaffen. Die holzschutzmittelfreie Kreislaufführung ist ein wesentliches Ziel dafür. Für eine großvolumig ausgelegte, die gesamte Holzindustrie umspannende real cradle to cradle basierte Kreislaufwirtschaft sind jedoch, abgesehen von einzelnen Nischen, weder Entnahme, Logistik, Technologie, Produkte oder der Markt etabliert. TimberLoop schließt hier die zentralen Wissenslücken und entwirft, begleitet von Lebenszyklusanalysen, Konzepten und Lösungsansätzen für das Re- und Upcycling dieses wertvollen Rohstoffes und vermeidet damit eine frühzeitige Freilassung von im Holz gespeichertem CO<sub>2</sub>.

Zentrale Akteur:innen der österreichischen Holzindustrie, aus einem breiten Tätigkeitsfeld, arbeiten in TimberLoop vernetzt mit Pionier:innen der Bio-Kreislaufwirtschaft an den Lösungen wie es gelingt, Holz struktur- und werterhaltend in heimischen Stoffströmen innovativ und nachhaltig zu nutzen. Damit leistet TimberLoop wesentliche Beiträge zum Klima- und Ressourcenschutz und fördert, unterstützt durch ehrgeizige politische Entwicklungs- und Innovationsprogramme, neue Innovationen und Geschäftsmodelle.

## Abstract

Construction timber from previous use has a high potential for the transition to a circular bioeconomy due to the continuous CO<sub>2</sub> storage in each new life cycle, its high availability and numerous synergistic effects. The contribution of wood to climate protection can thus be further increased, if a cascading use is optimised and natural resources are saved.

The state of the art is based on shredding recovered wood and using it in the wood-based panels industry or as an energy source. This represents a disproportionate downcycling of wood. Wood treated with preservatives is a general obstacle to material and energetic recycling. The goal of TimberLoop is to preserve the structure of used wood as much as possible, to integrate it in that preserved form into the recycling system and to minimize waste streams. The basics for a cyclic use of wood are created, from the building industry for the building industry, in building products for static load-bearing applications and in small-volume wooden building products. Wood preservative-free recycling is an essential goal for the sustained use of wood. However, apart from individual niches, neither extraction, logistics, technology, products nor the market are established for a large-volume real cradle to cradle-based circular economy that spans the entire wood industry. TimberLoop closes the central gaps in knowledge and accompanied by life cycle analyses, designs concepts and solutions for the recycling and upcycling, avoids thus the early release of CO<sub>2</sub> stored in the valuable resource wood.

In this project, a wide range of key players in the Austrian wood industry are cooperating with pioneers of the circular bioeconomy on solutions for how to use wood in domestic material flows in an innovative and sustainable way, while preserving the structure and value. TimberLoop can thus make significant contributions to climate and resource protection and, supported by ambitious political development and innovation programs, promotes new innovations and business models.

## **Endberichtkurzfassung**

TimberLoop schaffte die Grundlagen für den zirkulären Einsatz von Massivholz. Ziel ist es zum Zeitpunkt des End of Life (EoL) eines Holzproduktes eine neuerliche Verwendung, ohne aufwändige Zerteilung bzw. Homogenisierung zu ermöglichen. Dies unterscheidet sich klar vom aktuellen Stand der Technik z.B. bei der Herstellung von Spanplatten, wo zerkleinertes Altholz z.B. in der Mittellage genutzt wird. Für Altholz, welches heute seinen EoL erreicht, war bisweilen nicht geklärt, inwieweit Merkmale aufgrund eines früheren Standes der Technik, wie auch aufgrund etwaiger Alterung sich von Frischholz unterscheiden. TimberLoop befasste sich mit der systematischen Charakterisierung dieser Eigenschaften, der Evaluierung von Qualitäten, Erarbeitung von Nutzungsszenarien, der Konzeption von zukünftigen Holzfabrikaten ohne Biozidprodukten sowie der ökologischen und ökonomischen Bewertung dieser Konzepte.

Hierzu wurden umfangreiche Recherchen zum Rechtsstatus, dem Ist-Stand in der Branche und der FEI-Landschaft durchgeführt. Die angestrebten Lösungswege sind bisweilen mehrheitlich noch nicht durch entsprechende Rechtsmaterie beschrieben. Hier müssen insbesondere harmonisierte Produktnormen in naher Zukunft Klarheit schaffen. Die Projektpartner haben teilweise aus Sicht der gesamten Holzbranche partielle Konzepte für die Transformation zur Kreislaufwirtschaft. Diese und externe Inputs wurden im Zuge des Stakeholderaustauschs aufbereitet. Die Best-Practice-Beispiele zeigen, wie eine nachhaltige Baustoffgewinnung, innovativer Materialeinsatz und effiziente Holzschutztechnologien zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft im Holzbau beitragen können. Kreislaufwirtschaft im Holzbereich wird aktuell in vielen Vorhaben beforscht. Es wurde eine Standortbestimmung der nationalen und europäischen Forschungsvorhaben erarbeitet und die wesentlichen Unterschiede zu TimberLoop aufgezeigt.

Es wurden die Materialeigenschaften von rückgebauten tragenden Holzbauteilen und daraus hergestellten Halbfertigprodukten im Hinblick auf ihr Potenzial für eine Kreislaufführung untersucht. Materialuntersuchungen typischer Altholzsortimente aus Österreich haben gezeigt, dass alte Vollholz- und Brettschichtholzbalken (BSH) Biegefestigkeiten über 24 N/mm<sup>2</sup> sowie Elastizitätsmodule von über 11000 N/mm<sup>2</sup> (Vollholz) bzw. 11500 N/mm<sup>2</sup> (BSH) erreichen und damit die Anforderungen der gängigen Festigkeitsklassen bzw. Hauptsortimente C24 und GL24h auch nach der Erstnutzung erfüllen.

Darüber hinaus konnte festgestellt werden, dass die normativen Anforderungen an die Verklebungsqualität auch nach der Nutzung und Alterung alter verklebter Holzbauteile weitgehend erfüllt werden. Stablamellen, die vertikal zur Klebefuge von gebrauchtem Brettschichtholz herausgetrennt wurden, wiesen gute mechanische Eigenschaften bei gleichzeitig geringer Streuung auf. Zug- und Biegeprüfungen bestätigten, dass die untersuchten Stablamellen weitgehend die Anforderungen der Festigkeitsklasse T14 erfüllten. Die Entwicklung eines auf Altholz zugeschnittenen Klassifizierungssystems für die Festigkeitssortierung wird zukünftig notwendig sein, um festigkeitsvermindernde Merkmale, die durch Nutzung und Alterung verursacht werden, zuverlässig identifizieren und die geforderten mechanischen Eigenschaften für die Bemessung sicherstellen zu können.

Darüber hinaus erfolgte ein Fokus auf den Re-Use von Mehrschichtparkett, wobei gezeigt werden konnte, dass dies bei schwimmender Verlegung von Fußböden möglich ist. Mit dem Untergrund verklebter Belag ermöglichte hingegen nur einen zerstörenden Ausbau ohne Re-Use-Option. Durch die Versuche, Holzfraktionen von alten Fenstern, gebrauchtem Kantholz und Brettschichtholz zu Mittellagenstäben für Mehrschichtparkett einzusetzen, konnte gezeigt werden, dass in Abhängigkeit von der Sortierung des Ausgangsmaterials und der vorhandenen Holzfeuchte die Produktion von Halbfabrikaten aus Altholz und sein Einsatz in der Parkett Fertigung möglich ist.

Es wurde eine Vielzahl gebrauchter groß- und kleinvolumiger Holzbauprodukte chemisch untersucht. Die Materialien beinhalteten gealterte Brettschichtholzträger, Kant- und sonstige Massivhölzer sowie holzbasierte Altfenster und Parkettböden. Die analysierten Holzbauteile wiesen unabhängig von ihrer Dimension häufig Kontaminationen an organischen Bioziden, Schwermetallen und Halogenen auf, wobei je nach Kategorie bestimmte Schadstoffe primär nachgewiesen wurden. In der Regel wurden an älteren Bauprodukten, welche vor den 1990er Jahren hergestellt wurden, höhere Schadstoffkonzentrationen verzeichnet. Die detektierten Kontaminationen konzentrierten sich vorrangig in den oberflächennahen Bauproduktbereichen, wobei ins Materialinnere ein Konzentrationsabfall erfolgte. Detaillierte analytische Tiefenprofile zeigten, dass je nach Schadstoffkategorie und -eindringung der Konzentrationsabfall unterschiedlich steil verlief. Auf Basis der durchgeführten Untersuchungen zur Schadstoffverteilung wurden Orientierungswerte abgeleitet, bis zu welcher Materialtiefe gängige kritische Kontaminationen im Altmaterial relevant sind.

Durch Industrierversuche, im Zuge derer ausgewählte, schadstoffbelastete Altmaterialfraktionen als Mittellagen für Recyclingparkette eingesetzt wurden, konnte gezeigt werden, dass übliche Verarbeitungsschritte mit Oberflächenabtrag - z.B. Reinigen, Schleifen oder Hobeln - mit einer Schadstoffreduktion bzw. -elimination einhergehen, sodass im Sekundärprodukt keine Relevanz mehr gegeben ist.

Es wurden auch die technischen Grundlagen für einen möglichen Verzicht auf chemischen Holzschutz für Holzprodukte im bewitterten Außenbereich, ohne ständigen Erd- und/oder Wasserkontakt erforscht, um auch solche Sortimente zukünftig zirkulär nutzen zu können. Eine praxisbezogene Risikoanalyse zeigte als häufige Schwachstellen die Missachtung der Regeln des konstruktiven Holzschutzes, mangelnde Wartung und Instandsetzung vorhandener Beschichtungen und/oder offener Fugen identifiziert. Beschichtungen sind in der Lage die Feuchteaufnahme von Holz zu begrenzen. Einem Befall durch holzerstörende Pilze kann eine wirkstofffreie Beschichtung allein, bei Bauteilen, die einer Gefährdung längerfristiger Durchfeuchtung ausgesetzt sind, nicht begegnen. Höhere Schichtstärken bewirken allerdings einen gewissen zeitlichen Schutz. Höhere Schichtstärken sind auch gegen das Durchwachsen von Bläuepilzen gefordert. Hier stellen Luftblasen, Verletzungen wie kleine Beschichtungsrisse oder Stellen mit verminderter Schichtdicke Eintrittspforten dar.

Durch sorgfältige Planung, Materialwahl und Ausführung von Bauwerken können trotz extremer Exposition von Holzbauteilen und Verzicht auf vorbeugenden chemischen Holzschutz und Beschichtung, Fäulnisschäden vermieden werden. Bei maßhaltigen Bauteilen kann eine holzschutzmittelfreie Beschichtung, in Verbindung mit einer guten Konstruktion und Abdichtung kritischer Stellen wie der Brüstungsfuge, funktionieren. Kritische Einbausituationen, bei denen eine Gefährdung längerfristiger Durchfeuchtung besteht, werden mit einer wirkstofffreien Beschichtung nicht bewältigbar sein. Ein genereller Verzicht auf chemischen Holzschutz wird nicht empfohlen.

Im Rahmen der Untersuchung zu ökologischen und ökonomischen Rahmenbedingungen wurden die Wiederverwendungsszenarien Re-Use, Repair und Remanufacture sowie verschiedene Entsorgungsoptionen von Altholz bewertet. Die vorliegende Bewertung wurde mittels Lebenszyklusanalysen durchgeführt. Darüber hinaus wurden Chancen und Herausforderungen durch SWOT-Analysen ermittelt. Des Weiteren wurde eine Umfrage unter den Projektpartnern durchgeführt, um die wirtschaftliche Machbarkeit und Marktakzeptanz von Produkten aus Altholz zu evaluieren. Hierbei wurden Defizite in Bezug auf die Verfügbarkeit, die Kostenstruktur und den rechtlichen Rahmenbedingungen betont, während gleichzeitig das Potential für nachhaltiges Bauen hervorgehoben wurde. Ökologische Vorteile des Einsatzes von Altholz in neuen Holzbauprodukten lassen sich klar darstellen.

### **Projektkoordinator**

- Holzforschung Austria - Österreichische Gesellschaft für Holzforschung

### **Projektpartner**

- Weitzer Woodsolutions GmbH
- WIEHAG Timber Construction GmbH
- Romm Matthias Thomas Dipl.-Ing.
- Gaulhofer Industrie-Holding GmbH
- Rubner Holding AG
- Scheucher Holzindustrie GmbH
- Adler-Werk Lackfabrik Johann Berghofer GmbH & Co KG
- tilo Holzindustrie GmbH
- Schuh Georg Ing.
- IBO - Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie
- Stora Enso Wood Products GmbH
- materialnomaden GmbH
- KPA Katzbeck ProduktionsGmbH Austria