

## Circular Twin

Circular Twin - Ein digitales Ökosystem zur Generierung und Bewertung kreislauffähiger Digitaler Zwillinge

|                                 |  |                        |               |
|---------------------------------|--|------------------------|---------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | ENERGIE DER ZUKUNFT, SdZ, SdZ 9. Ausschreibung 2021  | <b>Status</b>          | abgeschlossen |
| <b>Projektstart</b>             | 01.12.2022   | <b>Projektende</b>     | 31.05.2025    |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2022 - 2025  | <b>Projektlaufzeit</b> | 30 Monate     |
| <b>Keywords</b>                 | Kreislaufwirtschaft, Digitale Zwillinge, Generative Design, Virtual Reality, Digitales Ökosystem, End of Life, Materielle Gebäudepässe, EU-Taxonomie |                        |               |

### Projektbeschreibung

Die Bauindustrie ist für 60 % des weltweiten Rohstoffabbaus und 25% des gesamten weltweiten Abfallaufkommens verantwortlich. Da die Abfallbewirtschaftung und die Abfallreduzierung in den frühen Planungsphasen, der Phase mit den größten Auswirkungen während des gesamten Lebenszyklus, nicht berücksichtigt werden, entstehen am Ende des Lebenszyklus von Gebäuden 50% Bau- und Abbruchabfälle. Um die Rohstoffgewinnung und die erzeugte Abfallmenge zu reduzieren, ist es von größter Bedeutung, die Recyclingraten durch Wiederverwendung von Materialien und Bauelementen zu erhöhen und so eine Kreislaufwirtschaft zu ermöglichen.

Das Ziel von "Circular Twin" ist die Realisierung der "Circular Construction": um Wiederverwendbarkeit und -verwertbarkeit der Materialien, Komponenten und Bauteile im Lebenszyklus bereits in der frühen Planungsphase eines Bauprojektes zu ermöglichen und zu bewerten. Um dies zu erreichen, schlägt dieses Vorhaben ein digitales Ökosystem zur Generierung und Bewertung kreislauffähiger Digitaler Zwillinge sowie Visualisierung von End of Life-Szenarien via Virtual Reality in den frühen Planungsphasen vor.

Neben Generative Design Methoden, die eine automatisierte und variantenreiche Generierung von Digitalen Zwillingen, gekoppelt an eine BIM Objektdatenbank ermöglichen, werden auch Algorithmen konzipiert die eine Bewertung der Kreislauffähigkeit, Materieller Gebäudepässe (MGP) und EU-Taxonomie-Konformität ermöglichen. Durch die Visualisierung der End of Life-Szenarien der generierten Digitalen Zwillingen in einer Virtual Reality-Plattform wird der Entscheidungsfindungsprozess der Stakeholder unterstützt.

Das digitale „Circular Twin“ Ökosystem ermöglicht so die frühzeitige Implementierung der Ziele der Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit als auch der durchgängigen Digitalisierung im Bauwesen. So werden Stakeholder bereits in den frühen Planungsphasen unterstützt die Konzepte zur Wiederverwendbarkeit und -verwertbarkeit zu überprüfen bzw. als inhärenten Bestandteil im Entwurf zu integrieren, womit die signifikante Reduktion der Bauabfälle, Emissionen, des Rohstoffverbrauchs und eine Realisierung der "Circular Construction" ermöglicht wird.

## **Abstract**

The construction industry is responsible for 60% of the world's raw material extraction and 25% of the world's total waste generation. Because waste management and waste reduction are not considered in the early design phases, the phase with the greatest impact throughout the life cycle, 50% of construction and demolition waste is generated at the end of the building life cycle. In order to reduce raw material extraction and the amount of waste generated, it is of utmost importance to increase recycling rates by reusing materials and construction elements, thus enabling a circular economy.

The objective of "Circular Twin" is to implement circular construction: to enable and evaluate reusability and recyclability of materials, components, and building elements in the life cycle at the early design stage of a construction project. To achieve this, this project proposes a digital ecosystem for generating and evaluating circular digital twins and visualizing end-of-life scenarios using virtual reality in the early design phases.

In addition to generative design methods, which enable an automated and variant-rich generation of digital twins, coupled to a BIM object database, algorithms are designed that enable an evaluation of the circularity, material building passports (MGP) and EU taxonomy compliance. By visualizing the end-of-life scenarios of the generated digital twins in a virtual reality platform, the stakeholder decision-making process will be supported.

The digital "Circular Twin" ecosystem thus enables the early implementation of the goals of circular economy and sustainability as well as end-to-end digitalization in the construction industry. In this way, stakeholders are supported in the early planning phases to review the concepts of reusability and recyclability and to integrate them as an inherent part of the design, thus enabling a significant reduction of construction waste, emissions, raw material consumption and a realization of circular construction.

## **Endberichtkurzfassung**

Im Projekt Circular Twin wurde ein digitales Ökosystem zur Generierung und Bewertung zirkulärer digitaler Zwillinge entwickelt, das die frühzeitige Visualisierung von End-of-Life-Szenarien im Planungsprozess ermöglicht.

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde ein spezifischer Bauteilkatalog für die österreichische Wohnbautypologie erarbeitet. Zudem wurde eine tabellenbasierte Methode zur systematischen Analyse der Zirkularität und Umweltwirkungen von Bauteilkomponenten entwickelt.

In der visuellen Programmierumgebung Grasshopper wurde ein Algorithmus zur EoL-Bewertung implementiert und mit der BIM4CE-Datenbank gekoppelt. Ziel dieser Maßnahme ist die Analyse und Optimierung von Gebäudemodellen.

Für die immersive Darstellung wurde eine Virtual-Reality-Plattform mit einem sprachgesteuerten Virtual Agent entwickelt, die eine interaktive Visualisierung und Echtzeit-Feedback zu Bewertungsparametern ermöglicht.

In einer Reihe von Nutzerstudien mit Architekt:innen, Nachhaltigkeitsexpert:innen und weiteren Stakeholdern konnte die Benutzerfreundlichkeit und Wirksamkeit des Circular-Twin-Frameworks evaluiert und gezielt optimiert werden.

## **Projektkoordinator**

- Technische Universität Wien

## **Projektpartner**

- IBO - Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH
- ATP sustain GmbH
- EISLER ZT GMBH