



Bildquelle: DERIX-Gruppe

Projekt The Cradle, 2023, ein Holzhybrid-Bürogebäude, das zurzeit in Düsseldorf entsteht. Leim- und schraubenfreie Verbindungen erfordern eine präzise Planung der Montage und der künftigen Demontageabläufe. Fertigung, Lieferung und Montage der Holzelemente erfolgen durch die Derix-Gruppe.

# Kreislauffähiger Holzbau in der Praxis

**Zirkularität** Holz spielt bei der Umsetzung der Bauwende und ihrer Maßnahmen zur Erreichung der Klimaziele eine entscheidende Rolle. Die ökologischen Argumente für den Einsatz von Holz finden mittlerweile bei Auftraggeber:innen und Investor:innen Gehör. Neue Entwicklungen zeigen, dass der Holzbau ideale Voraussetzungen für kreislauffähige Konstruktionen bietet. Doch was bedeutet kreislauffähiges Bauen mit Holz konkret? Welche Potenziale liegen im Holzbau? Welche Anpassungen und Entwicklungen sind nötig, um diese Potenziale auszuschöpfen? Mit dem Forschungsprojekt circularWOOD schaffen der Lehrstuhl Architektur und Holzbau der Technischen Universität München und das CCTP der Hochschule Luzern die Grundlage für ein besseres Verständnis der Kreislaufwirtschaft im Holzbau.

**Dr.-Ing. Sandra Schuster, Dr.-Ing. Sonja Geier**

**K**reislauffähiges Bauen mit Holz beschreibt eine Bauweise, die schonend mit unseren Ressourcen umgeht. Das Konzept strebt danach, Materialien möglichst lange zu nutzen und sie nach dem Ende der Lebensdauer von Gebäuden für weitere bauliche Maßnahmen einzusetzen. Eine solche stoffliche Verwertung bzw. stoffliche Nachnutzung beschreibt die Kaskadennutzung, die im Holzbau schon seit Längerem gefordert wird. Allerdings geht mit der kaskadischen Nutzung stets ein Wert- bzw. Qualitätsverlust auf die nächste, niedrigere Nutzungsstufe einher.

Ein Beispiel dafür ist die Weiterverwertung von Gebrauchtholz in der Spanplattenproduktion. In der Kreislaufwirtschaft strebt man hingegen eine möglichst hochwertige stoffliche Nachnutzung an wie etwa die Wiederverwendung von hochwertigen BSH-Trägern oder Stützen in einem neuen Gebäude. Die hochwertige stoffliche Nachnutzung von Holz bringt neben den bereits bekannten ökologischen Argumenten für Holz eine Reihe weiterer Vorteile mit sich. Durch die stoffliche Nutzung anstelle der thermischen Verwertung wird der temporäre Kohlenstoffspeicher von Holz verlängert.

Das bedeutet, dass der Kohlenstoff, der während des Wachstums der Bäume durch Photosynthese gebunden wurde, nicht durch Verbrennung wieder freigesetzt, sondern weiterhin gespeichert wird. Dadurch wird der positive Beitrag von Holz als CO<sub>2</sub>-neutraler und nachhaltiger Rohstoff weiter verstärkt.

## **Zerstörungsfreie Demontage ist Voraussetzung**

Grundvoraussetzung für eine hochwertige stoffliche Nachnutzung sind eine möglichst zerstörungsfreie Demontage und die Trennbarkeit der verbauten Bauelemente und Materialien.



Bildquelle: bmtl bauen mit Holz

*Eine stoffliche Verwertung oder Nachnutzung beschreibt die Kaskadennutzung, die im Holzbau schon seit Längerem gefordert wird. Allerdings geht mit ihr stets ein Wert- bzw. Qualitätsverlust einher. Ein Beispiel dafür ist die Weiterverwertung von Gebrauchtholz in der Spanplattenproduktion.*



Bildquelle: bmtl bauen mit Holz

*Für ein Bauvorhaben wird qualitativvolles Brettschichtholz frisch hergestellt. In der Kreislaufwirtschaft strebt man eine möglichst hochwertige stoffliche Nachnutzung in einem neuen Gebäude an, sollte es irgendwann demontiert werden.*

## Forschung

### Was ist circularWOOD?

circularWOOD ist das Ergebnis einer Kooperation des Lehrstuhls für Architektur und Holzbau der Technischen Universität München (TUM) mit dem Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur (CCTP) der Hochschule Luzern. Im Projekt wurde die Situation der Kreislaufwirtschaft im Holzbau in Deutschland und der Schweiz untersucht.

Das Forschungsprojekt circularWOOD wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau. Weitere Informationen erhalten Sie unter [www.circularwood.net](http://www.circularwood.net). Der QR-Code führt Sie direkt dorthin.



Demontierbarkeit beschreibt die Möglichkeit, konstruktive Bauteile oder Bauelemente auseinanderzubauen und sie idealerweise in einem anderen Gebäude wiederzuverwenden. Das verlangt geeignete Fügungen und Verbindungsmittel. Dazu zählen trockene Verbindungen und statische Verbindungsmittel, die auch nach Jahren noch lösbar sind. Begünstigt wird die Nachnutzung, wenn es sich um möglichst große, sich wiederholende Bauelemente handelt. Die Trennbarkeit bezieht sich auf die Möglichkeit, die einzelnen Schichten und Materialien voneinander zu separieren. Dabei spielt die sortenreine Trennung eine wichtige Rolle, um eine effektive Recyclingfähigkeit zu gewährleisten. Dazu gehört auch, dass keine Verklebungen, Anhaftungen oder Verunreinigungen durch andere Materialien vorhanden sein dürfen. Zudem ist die Trennbarkeit auch für die längere Lebensdauer eines Gebäudes von Bedeutung. Der Austausch einzelner Schichten kann die Nutzungsdauer erheblich verlängern, wodurch die thermische Endverwertung minimiert und der Lebenszyklus der Materialien und des Gebäudes verlängert wird. Bislang gibt es kaum Erfahrungen mit dem Rückbau von Gebäuden, die mit den Techno-

logien des modernen Holzbaus errichtet wurden. Inwiefern zum gegenwärtigen Zeitpunkt eine zerstörungsfreie Demontierbarkeit und eine Trennbarkeit beim Rückbau dieser Projekte in der Praxis umsetzbar sind, bleibt fraglich. Zudem lässt sich ein systematischer Rückbau derzeit kaum wirtschaftlich darstellen. Grund dafür sind mehrschichtige Aufbauten mit geklebten und geklammerten Verbindungen sowie die Verwendung von Folien und mineralischen Dämmstoffen. Diese Komplexität erschwert eine effiziente und sortenreine Trennung der Materialien für das Recycling, da eine aufwendige Zerlegung der Bauelemente erforderlich ist.

### Nachhaltiges Handeln ist verpflichtend

Mit dem Green Deal und der EU-Taxonomie werden Wirtschaft und Finanzmarkt zu nachhaltigem Handeln und Innovationen verpflichtet. CO<sub>2</sub>-Bilanzierung und ein Gebäuderessourcenpass stehen somit kurz bevor. Zudem wird die Bauwirtschaft nahezu unumgänglich zur Einführung der Kreislaufwirtschaft verpflichtet. Dies wird nicht nur den Baustoff Holz betreffen, sondern alle Werkstoffe und Technologien werden davon betroffen sein.

Holz hat Vorteile hinsichtlich der grauen Energie und als temporärer Kohlenstoffspeicher. Doch auch andere Branchen haben die Notwendigkeit des Handelns erkannt. Trotz der ökologischen Vorteile und des Potenzials zur Umsetzung von kreislauffähigen Konstruktionen stehen Unsicherheiten und administrative Hürden bei Zulassungsverfahren sowie Garantie- und Haftungsfragen im Weg. Grundsätzlich haben in allen Ländern die gültigen Regelwerke eine große Bedeutung für die Wiederverwendung von Holzbauteilen. Um gebrauchte Bauteile einzusetzen oder wiederzuverwenden, ist der Nachweis ihrer Eignung und Funktionsfähigkeit erforderlich. Für den Nachweis der Stand- und Tragsicherheit sowie der Gebrauchstauglichkeit müssen die Leistungseigenschaften der Bauteile bekannt sein. Dazu gehören unter anderem die Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften sowie die Schadstofffreiheit. Allerdings existieren derzeit noch keine allgemeingültigen Regelungen zur Feststellung und Festlegung der Leistungseigenschaften gebrauchter Bauteile in den Technischen Baubestimmungen.



Bildquelle: wulf architekten



Bildquelle: wulf architekten

Projekt Feuerwehrhaus Straubenhardt, 2022, Deutschland, kreislauffähig geplant von wulf architekten aus Stuttgart: Standardisierte Bauelemente in der Tragstruktur erleichtern einen späteren Wiedereinsatz.

Die Baustoffe des Feuerwehrhauses sind in einem Gebäuderessourcenpass dokumentiert und sollen im Fall eines Rückbaus als Rohstoff wiederverwendet werden können.

Trotz des größeren Handlungsspielraums, den die Schweizer Rahmenbedingungen im Vergleich zu den deutschen bieten, müssen auch dort noch belastbare Grundlagen und klare Abläufe, sowohl für Genehmigungs- und Zulassungsverfahren als auch für die Qualitätssicherung, geschaffen werden.

### Praktische Umsetzung

In der aktuellen Praxis des Holzbaus werden bereits Gebäude geplant und errichtet, die den Kreislaufgedanken berücksichtigen. Dabei handelt es sich meist um Leuchtturmprojekte. Im Rahmen des Forschungsprojekts circularWOOD wurden mehrere solcher Best-Practice-Beispiele untersucht, um einen Einblick in den aktuellen Stand der Umsetzung zu gewinnen. Es zeigt sich, dass die Planenden und Ausführenden an dieser Stelle Pionierarbeit leisten, da das Konzept des kreislauffähigen Bauens nicht etabliert ist und viele Herausforderungen bislang ungelöst sind. Die ausführenden Unternehmen stehen dabei im Fokus, da die Optimierung von Montageabläufen und die Planung von zukünftigen Demontagevorgängen spezielles Fachwissen erfordern. Die Integration dieses Wissens wird zukünftig gängige Planungs- und Vergabeprozesse maßgeblich beeinflussen. Die Potenziale des Holzbaus hinsichtlich seiner Kreislauffähigkeit werden anhand der Praxisbeispiele konkret erkennbar: So erlaubt der Einsatz großformatiger, genormter Bauprodukte (Brettschichtholz und Brettspertholz) in den umgesetzten Gebäuden eine Verwendung für zukünftige Konstruktionen.

Der kreislauffähige Ansatz, Gebäude langfristig als Rohstofflager zu betrachten, wird zudem durch standardisierte Bauteile und einen modularen Aufbau der Tragstruktur unterstützt.

### Holz-Holz-Verbindungen und digitale Technologien einsetzen

Auch im Bereich von Fügungen und Verbindungen zeigen sich vielversprechende Lösungsansätze. Statisch wirksame Verbindungen werden mithilfe von Holz-Holz-Verbindungen als Steck- und Schubverbindungen ausgeführt. Teilweise werden diese Konstruktionen mithilfe von hochleistungsfähigem Laubholz optimiert. Die große Präzision der computergesteuerten Vorfertigung bietet die optimale Voraussetzung für solche komplexen Geometrien. Fräsungen und der Einsatz von metallfreien, marktverfügbaren Holz-Holz-Verbindern zeigen weitere Anwendungsmöglichkeiten für trockene und damit zerstörungsfrei rückbaubare Verbindungen. Außerdem gewährleistet der Verzicht auf Verklebungen, Anstriche und Oberflächenbehandlungen die Kreislauffähigkeit der verbauten Bauteile und Materialien. Ein weiterer Aspekt bei der Umsetzung der Pilotprojekte ist die Berücksichtigung der Trennung einzelner Systeme, beispielsweise Konstruktion und Wandaufbau in Kombination mit trockenen Bodenaufbauten. Diese Vorgehensweise vereinfacht einen systematischen Rückbau des Gebäudes in der Zukunft und ermöglicht gleichzeitig unabhängige Anpassungen während der Nutzungsphase.

Erste Holzbauunternehmen reagieren auf das Konzept des kreislauffähigen Holzbaus mit einer Rücknahmeverpflichtung und sichern sich so das Material in der Zukunft. Grundlage für die Umsetzung kreislauffähiger Gebäude ist die durchgängig digitalisierte Dokumentation des Gebäudes in Verbindung mit einer Demontageanleitung, die es zukünftigen Nutzenden erlaubt, ihre Suche nach den entsprechenden Bauteilen und Materialien möglichst zielgerichtet durchzuführen. Durch den intelligenten Einsatz von digitalen Technologien kann der Holzbau auch dabei sein Potenzial zum Einsatz bringen. Entscheidend ist, dass die Potenziale der Digitalisierung erkannt werden und weiterhin an holzbauspezifischen Lösungen für die Dokumentation und Durchgängigkeit gearbeitet wird.

### Fazit: Kreislauffähiger Holzbau kann Bauwende voranbringen

Der Holzbau kann eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung der Bauwende und der Erreichung der Klimaschutzziele spielen. Das Projekt circularWOOD verdeutlicht das enorme Potenzial des kreislauffähigen Bauens mit Holz, das auf schonende Ressourcennutzung und hochwertige stoffliche Nachnutzung abzielt und somit eine klimaschonende Bauweise ermöglicht. Um dieses Ziel zu erreichen, ist es zunächst entscheidend, dass die Holzbaubranche das Thema akzeptiert und sich motiviert dafür einsetzt.



*Die hohe Präzision der computergesteuerten Vorfertigung bietet die optimale Voraussetzung für komplexe Geometrien.*

Innovationsfortschritte in Technologie, Material- und Produktentwicklung sind unabdingbar und müssen vorangetrieben werden.

Zusätzlich besteht Bedarf an Weiterentwicklung in den Bereichen Dokumentation, Zulassungsverfahren sowie Standardisierung und Planungsprozesse.

Eine erfolgreiche Umsetzung erfordert, dass die Holzbaubranche den vielfältigen Herausforderungen begegnet, bestehende Konventionen und Praktiken kritisch hinterfragt und notwendige Innovationen initiiert und umsetzt. So kann der Holzbau zu einer wegweisenden Lösung für die Bauindustrie werden, in der der Kreislaufgedanke eine zentrale Rolle spielt. ■

---

#### Über die Autorinnen

##### **Dr.-Ing. Sandra Schuster**

ist Architektin und Director of TUM.wood & Research an der Technische Universität München am Lehrstuhl für Architektur und Holzbau.

##### **Dr.-Ing. Sonja Geier**

ist stellvertretende Leiterin des CC Typologie & Planung in Architektur (CTP) an der Hochschule Luzern – Technik & Architektur.

---