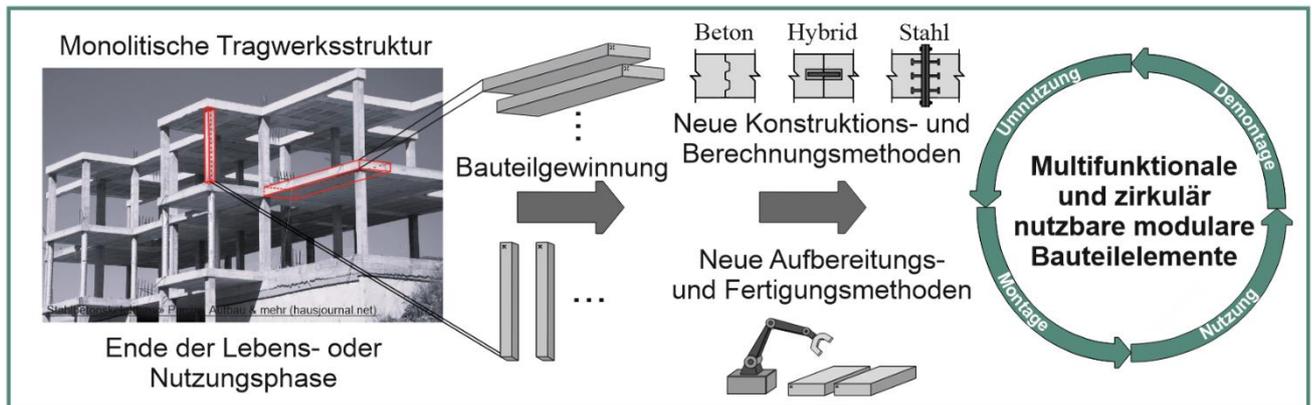


## Masterarbeiten zum Projekt:

### Zirkuläre Konstruktionsmethoden für die Wiederverwendung ganzer Betonbauteile

Circular construction methods for the reuse of whole concrete members  
(Beginn: Alle ab sofort möglich)

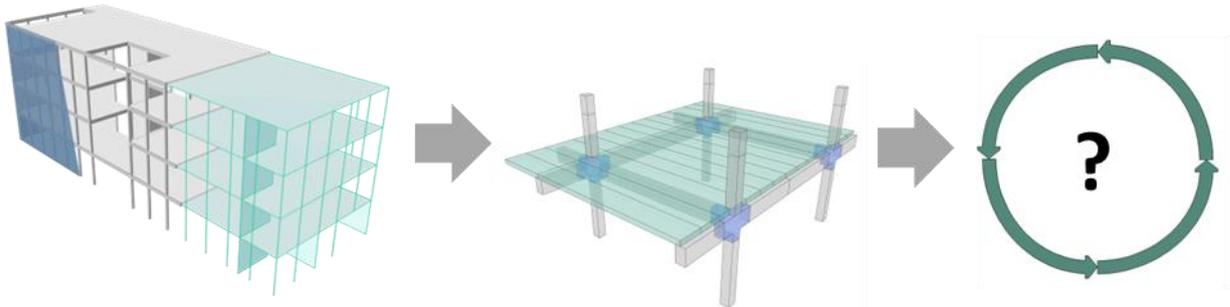


Betonbauwerke haben einen erheblichen Anteil an den weltweiten anthropogenen Treibhausgasemissionen, von denen ein großer Teil prozessbedingt auch in Zukunft nicht vermieden werden kann. Des Weiteren werden große Mengen an natürlichen Ressourcen verbraucht, die am Ende der Nutzungsdauer durch Abbruch zu mineralischen Abfällen werden. Durch den Trend der Urbanisierung und den daraus prognostizierten globalen Baubedarf fehlt es an alternativen Baumaterialien. Daher sind zeitnahe, langfristige Lösungsstrategien erforderlich, die diese Problemstellungen adressieren.

Ein solcher Ansatz kann die gezielte Wiederverwendung von ganzen Bauteilen aus existierenden monolithischen Tragwerksstrukturen sein, die am Ende der eigentlich geplanten Nutzungsdauer herausgeschnitten, aufbereitet und vollständig wiederverwendet werden. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens des Fachgebiets Massivbau sollen die so gewonnenen Bauteile durch neue roboterbasierte Fertigungstechniken vollautomatisiert zu modularen und vollständig recycelbaren Betonfertigteilen aufbereitet werden. Diese Bauelemente sollen am Ende der Nutzungsdauer möglichst multifunktional in unterschiedlichen intelligenten Tragwerksstrukturen zyklisch wiederverwendet werden können, um eine volle Ausnutzung der Lebensdauer zu erreichen. Eine kraftschlüssige Verbindung soll durch Vorspannung ohne Verbund oder durch Stahlschlüsse erreicht werden. Hierzu sind neue Aufbereitungs- und Fertigungsmethoden sowie neue effiziente Konstruktions- und Berechnungsmethoden zu erforschen.

Die folgenden **fünf** möglichen Arbeiten sind im Rahmen dieses Projektes zu vergeben. Der genaue Inhalt der Arbeiten kann gerne in einem persönlichen Gespräch vereinbart werden.

## 1. Lebenszyklusanalysen zur Wiederverwendung ganzer Betonbauteile mit zirkulären Konstruktionsmethoden



Ziel der Arbeit ist es, durch gezielte Ökobilanzierung das Konzept kritisch zu bewerten und Optimierungsvorschläge sowie notwendige Randbedingungen zu erarbeiten.

- Entwurf eines repräsentativen Referenzgebäudes in monolithischer und modularer Bauweise gemäß zirkulärer Konstruktionsprinzipien;
- Einarbeitung in Lebenszyklusanalysen und in die Bemessung im Grenzzustand der Klimaverträglichkeit;
- Sukzessive Durchführung ganzheitlicher Lebenszyklusanalysen mit umfangreichen Parameterstudien;
- Ermittlung des Potenzials zur Treibhausgas-, Ressourcen- und Abfallminderung für unterschiedliche Szenarien mit kritischer Bewertung der Ergebnisse.

## 2. Schnittstellentragsfähigkeit von modularen Betonfertigteilen aus wiedergewonnenen Bauteilen

Ziel der Arbeit ist es, den Einfluss verschiedener Parameter auf die Schnittstellentragsfähigkeit mit experimentellen und synthetischen Daten zu untersuchen und diese mithilfe von Wahrscheinlichkeitstheorien in Beziehung zu setzen.

- Einarbeitung in vorhandene Berechnungsansätze und Modelle zur Bestimmung des Trag- und Verformungsverhaltens von Schnittstellen;
- Einarbeitung in Wahrscheinlichkeitstheorien (z.B. Monte-Carlo-Simulationen);
- Nachrechnung ausgewählter Versuche mit Bewertung der Eignung der Berechnungsansätze im Hinblick auf das reale Tragverhalten;
- Systematische Auswertung der Ergebnisse unter Anwendung von Wahrscheinlichkeitstheorien mit Bestimmung der Modellunsicherheiten und Entwicklung einer geschlossenen Methodik zur statistischen Ableitung von konstitutiven Beziehungen.

## 3. Untersuchungen zur Verbundschädigung in wiedergewonnenen Bauteilen

Ziel der Arbeit ist die Ableitung konstitutiver Materialgesetze durch experimentelle und theoretische Untersuchungen.

- Einarbeitung in das Verbund- und Verankerungsverhalten sowie in Schädigungsmechanismen;
- Mitarbeit an experimentellen Untersuchungen zur Verbundschädigung;
- Gegebenenfalls Nachrechnung von Versuchen mit numerischen Simulationen;
- Ableitung erster konstitutiver Materialgesetze für Verbundspannung-Schlupf-Beziehungen unter Schädigung.

## 4. Numerische Untersuchungen zu modularen Betonfertigteilen aus wiedergewonnenen Bauteilen

Ziel der Arbeit ist es, ein numerisches Abbildungskonzept weiterzuentwickeln und dadurch synthetische Daten zu erzeugen, die Einfluss auf die Schädigungsanalyse und Tragfähigkeit von wiedergewonnenen Bauteilen haben.

- Einarbeitung und Gegenüberstellung verschiedener Simulationsansätze für die Formulierung von Kontaktproblemen;

- Validierung und Nachrechnung ausgewählter Versuche in einer geeigneten Finite-Elemente-Umgebung (z. B. Abaqus, ATENA Science);
- Durchführung von systematischen Parameterstudien, wahlweise mit Schwerpunkt auf der Implementierung gezielter Algorithmen für eine parametrisierte Eingabe und Datenerzeugung.
- Kritische Beurteilung unterschiedlicher Einflussfaktoren auf das Trag- und Verformungsverhalten im Kontext der Wiederverwendung (z.B. Schädigung).

#### **5. Erweiterung eines mechanisch basierten Modells zur Restlebensdauerprognose für balken- und plattenartige Bauteile mit Verstärkungsebene**

Ziel der Arbeit ist es, ein bestehendes Modell zur Prognose der Restlebensdauer von wiederverwendeten Stahlbetonbauteilen gezielt zu erweitern.

- Einarbeitung in ein vorhandenes Berechnungstool (Matlab®) für eine modellbasierte Tragfähigkeitsprognose;
- Sukzessive Erweiterung des Modells um verschiedene Betrachtungsebenen (z. B. Implementierung des mehraxialen Verhaltens, Alterungseffekte...);
- Gezielte Nachrechnung von experimentellen Untersuchungen zur Validierung der Erweiterungen;
- Generierung von synthetischen Daten zur Abschätzung der Restlebensdauer von balken- und plattenartigen Bauteilen mit Beurteilung der Anwendungsgrenzen des Modells.

#### **Bei Interesse und für nähere Informationen melden Sie sich gerne bei:**

Ben Stöhr  
IMB, Gebäude 50.31, 7. Etage, Raum 720  
ben.stoehr@kit.edu  
0721 608-43889