

Welche konstruktiven/technischen Lösungsansätze gibt es für kreislaufforientiertes Sanieren im Gebäudebestand?

Kreislaufwirtschaft — Thema 3.1: Kreislaufwirtschaft im Bauwesen · Status: drafted · Quellen: 5 · Bewertet: 2026-06-25 · Modell: claude-opus-4-8@prompts/synthesis.v2.md

KI-Eignungs-Score: MITTEL

Sum-Regel $D1+D2+D3+D4 = 2+3+2+3 = 10/12$ → high nach Sum-Regel; konservativ auf medium gedämpft, weil die Datenlage für eine echte bauteilgenaue Modellierung des Bestands (D1) der Engpass bleibt und die produktive Reife der Kopplung BIM ↔ Rückbau ↔ Material-Pass noch hybrid ist. D1=2: Low-Carbon-Beton-Rezepturen, Dämmstoff-Kennwerte und BIM-/IFC-Modelle sind als Datasets vorhanden, ein bauteilgenaues digitales Abbild des Wiener Bestands fehlt aber. D2=3: mehrere Aufgabentypen kombinierbar — Pattern-Recognition (semantische Anreicherung von Bauteildaten), Simulation (LCA/CO₂ und hygrothermische Performance), Optimization (Rezeptur-/Demontage-Pfad-Optimierung). D3=2: BIM+DfD und LCA produktiv, die durchgängige KI-gestützte Anreicherung hybrid. D4=3: Material- und Konstruktions-Optimierung berührt keine personenbezogenen Daten und keine Hochrisiko-Anwendung — unkritisch. Konservative Abwertung high → medium wegen D1-Engpass dokumentiert.

Anwendungsfälle:

- KI-gestützte semantische Anreicherung von BIM-Modellen mit Kreislauf-Attributen (Material, Verbindungstyp, Demontierbarkeit) auf Wiener Bestandspläne — automatisiert die heute manuelle, aufwändige Erfassung und erzeugt das maschinenlesbare Rückbau- und Materialpass-Inventar als Brücke zwischen Planung und Rückbau.
- Simulationsgestützte Rezeptur- und Varianten-Optimierung für Low-Carbon-Beton und biobasierte Dämmsysteme im Bestand — Surrogat-Modelle screenen Substitutionsraten gegen die Zielkonflikte CO₂ vs. Festigkeit/Dauerhaftigkeit und gegen das hygrothermische Kondensationsrisiko vor.

Methodische Grundlagen

- **Datenbanken:** Wien-OGD (data.wien.gv.at), Scopus, Crossref, ScienceDirect, Web of Science
- **Suchstrings:** „design for disassembly reversible connections circular construction“, „BIM deconstruction material passport IFC circularity“, „low-carbon concrete SCM clinker substitution biobased insulation retrofit“
- **Datum:** 2020-01-01 — 2026-06-25
- **Letzter Suchlauf:** 2026-06-25
- **Einschluss:** Wien-Bezug oder DACH/EU-übertragbar; ≥2020; peer-reviewed oder institutionell; DE/EN; DOI verifiziert; Schwerpunkt konstruktiv-technische Lösungsansätze für Rückbau und emissionsarme Sanierung.
- **Ausschluss:** Conference-Abstracts ohne Proceedings; Predatory Journals; Pre-Prints ohne Akzeptanz; rein politisch-normative Papiere ohne technische Tiefe; quarantänierte Korpus-Quellen.
- **Gesichtete Treffer:** ~36 **Aufgenommene Quellen:** 5

Stand der Forschung

Die konstruktiv-technischen Lösungsansätze gruppieren sich um drei Hebel: Verbindungstechnik, digitale Modellierung und emissionsarme Materialien. Erstens ist die lösbare Verbindung der dominante Designhebel: Trocken- und mechanische Verbindungen (Schraub-, Steck-, Klemmverbindungen) erhöhen die Rückbaubarkeit deutlich gegenüber Nass- und Verbund-Verbindungen (Mörtel, Verguss, Klebung), und sortenreine Trennbarkeit am Lebensende entscheidet über Wiederverwendbarkeit (*medium confidence; medium evidence, high agreement*) [[2021-ogrady-design-disassembly-index]]. Diese Design-for-Disassembly-Prinzipien — reversible Verbindungen, sortenreine Schichtung,

Zugänglichkeit, Standardisierung — lassen sich zweitens in maschinenlesbare Bauteil-Parameter eines BIM-Modells (Building Information Modeling, das digitale Bauwerks-Datenmodell) übersetzen; aus dem angereicherten Modell lassen sich Bauteil-Inventare und Demontage-Information automatisiert ableiten, was BIM zur Brücke zwischen Planung, Betrieb und Rückbau macht (*medium confidence; medium evidence, high agreement*) [[2023-delima-bim-deconstruction-circularity]]. Drittens senkt bei Massivbauteilen die Klinker-Substitution durch zusätzliche zementäre Stoffe (Hüttensand, Flugasche, calcinierter Ton) die eingebundene CO₂-Menge je nach Substitutionsrate um rund 20–60 %, ohne grundsätzliche Festigkeits-Einbußen bei angepasster Rezeptur (*medium confidence; robust evidence, high agreement*) [[2023-althoey-low-carbon-concrete-review]]. Für die Gebäudehülle ergänzen biobasierte Dämmstoffe (Hanf, Stroh, Zellulose, Kork) das Spektrum mit konkurrenzfähiger Wärmeleitfähigkeit bei geringer grauer Energie [[2023-raja-biobased-insulation-materials-review]].

Forschungslücken

Drei Lücken sind belastbar. Erstens fehlen für BIM standardisierte Datenanforderungen — welche Kreislauf-Attribute ein Modell verpflichtend führen muss — und IFC-Erweiterungen für Kreislauf-Daten, was die durchgängige Modellierung blockiert [[2023-delima-bim-deconstruction-circularity]]. Zweitens fehlen einheitliche Rückbau-Indikatoren und eine klare Schnittstelle zwischen der Planungsseite (Design for Disassembly) und der Rückbauseite (Deconstruction), ohne die sich konstruktive Lösungen nicht projektübergreifend vergleichen lassen [[2026-salling-deconstruction-terminology-review]]. Drittens sind die Brand- und Langzeit-Dauerhaftigkeits-Schwächen biobasierter Dämmstoffe sowie die Trade-offs höherer SCM-Anteile (Frühfestigkeit, Carbonatisierungs-Widerstand) für den Wiener Bestand nicht systematisch aufgelöst [[2023-raja-biobased-insulation-materials-review]].

Trends & Entwicklungen

Im Horizont 2025–2030 zeichnen sich drei Entwicklungen ab. Erstens wandert Design for Disassembly von der Methodik in messbare, ausschreibbare Bauteil-Parameter, die direkt im BIM geführt werden (*medium confidence; limited evidence, medium agreement*) [[2021-ogradiy-design-disassembly-index]]. Zweitens koppelt sich BIM zunehmend mit dem Materialpass-Konzept: aus dem angereicherten Modell entstehen automatisierte Bauteil-Inventare, und KI-gestützte semantische Anreicherung wird als Hebel gegen den manuellen Erfassungsaufwand erprobt [[2023-delima-bim-deconstruction-circularity]]. Drittens reift Low-Carbon-Beton: alkalisch aktivierte Bindemittel, CO₂-Mineralisierung und Industrie-/Agrar-Reststoffe als SCM-Quellen verbinden Emissionsminderung mit Abfallverwertung und damit direkt mit der Kreislaufwirtschaft (*medium confidence; medium evidence, high agreement*) [[2023-althoey-low-carbon-concrete-review]].

KI-Eignungs-Bewertung

Mittlere Eignung (Score **medium**). Die konstruktiv-technischen Lösungsansätze sind gut algorithmisierbar, weil sich mehrere Aufgabentypen kombinieren lassen: **Pattern-Recognition** für die semantische Anreicherung von Bauteildaten in BIM-Modellen, **Simulation** für Ökobilanz (LCA) und hygrothermische Performance sowie **Optimization** für Rezeptur- und Demontage-Pfade. Der größte Hebel ist die KI-gestützte semantische Anreicherung von BIM-Modellen mit Kreislauf-Attributen — sie automatisiert die heute manuelle, aufwändige Erfassung und erzeugt das maschinenlesbare Rückbau-Inventar [[2023-delima-bim-deconstruction-circularity]]. Die Datenlage ist der Engpass: Rezepturen, Dämmstoff-Kennwerte und BIM-Modelle existieren als Datasets, ein bauteilgenaues digitales Abbild des Wiener Bestands fehlt aber — deshalb ist der rechnerisch hohe Eignungswert konservativ auf **medium** gedämpft. Methoden-Reife: BIM+DfD und LCA sind produktiv, die durchgängige KI-gestützte Anreicherung ist hybrid. Ethik und Recht sind unkritisch, da Material- und Konstruktions-Optimierung keine personenbezogenen Daten und

keine Hochrisiko-Anwendung nach EU-AI-Act Anhang III berührt; eine Datenschutz-Folgenabschätzung nach DSGVO Art. 35 ist nicht erforderlich.

Methodische Einschränkungen

1. **Single-Screener-Recherche** durch Bernhard Götzendorfer mit KI-Assistenz (Claude Opus 4.8, 1M context); keine unabhängige Zweit-Sichtung der Treffer. 2. **Suchsprache DE/EN** — Literatur in anderen EU-Sprachen möglicherweise unterrepräsentiert; internationale Quellen liegen häufig nur auf Englisch vor. 3. **Stand der Recherche: 2026-06-25**. Updates erfolgen in separaten Brief-Versionen (ADR-0002/0004); bei zeitkritischen Themen (BIM-/IFC-Normung, Low-Carbon-Beton-Zulassung) halbjährliches Re-Screening empfohlen. 4. **Keine formale Critical Appraisal** pro Quelle (kein GRADE/ROBINS-I); die Qualität ist heuristisch über Whitelist-Tier und Peer-Review-Status eingeschätzt; IPCC-Confidence-Tags machen die Confidence pro Key-Claim transparent. 5. **Evidenz-Mix**. Die Befunde stützen sich auf internationale Reviews und Methoden-Studien (DfD-Index, BIM+DfD, Low-Carbon-Beton, biobasierte Dämmstoffe); eine Wien-spezifische Pilot-Validierung der konstruktiven Lösungsansätze am Bestand fehlt und ist als Forschungslücke ausgewiesen.

Quellen

2021-ogrady-design-disassembly-index — O'Grady, Timothy; Minunno, Roberto; Chong, Heap-Yih; Morrison, Gregory M. (2021). Design for disassembly, deconstruction and resilience: A circular economy index for the built environment. *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 175, 105847. [CLOSED] DOI: 10.1016/j.resconrec.2021.105847

2023-delima-bim-deconstruction-circularity — de Lima, Patricia Rodrigues Balbio; Rodrigues, Conrado de Souza; Post, Jouke M. (2023). Integration of BIM and Design for Deconstruction to Improve Circular Economy of Buildings. *Journal of Building Engineering*, Vol. 80, Art. 108015. [HYBRID] DOI: 10.1016/j.jobe.2023.108015

2023-althoey-low-carbon-concrete-review — Althoey, Fadi; Ansari, Wajahat Sammer; Sufian, Muhammad; Deifalla, Ahmed Farouk (2023). Advancements in low-carbon concrete as a construction material for the sustainable built environment. *Developments in the Built Environment*, Vol. 16, Art. 100284. [GOLD] DOI: 10.1016/j.dibe.2023.100284

2023-raja-biobased-insulation-materials-review — Raja, P.; Murugan, V.; Ravichandran, S.; et al. (2023). A Review of Sustainable Bio-Based Insulation Materials for Energy-Efficient Buildings. *Macromolecular Materials and Engineering*. [HYBRID] DOI: 10.1002/mame.202300086

2026-salling-deconstruction-terminology-review — Salling, Stephanie Therkelsen; Wandahl, Søren; Pérez, Cristina Toca (2026). Deconstruction, Disassembly, or Selective Demolition: A Review of Terminology and Conceptual Challenges in Literature. *Buildings*, Vol. 16(7), 1302. [GOLD] DOI: 10.3390/buildings16071302

Wiener Forschende

- **Helmut Haberl** [Hochschule] — BOKU University

ORCID: 0000-0003-2104-5446

ORCID-Eintrag (Selbstauskunft): Anstellung BOKU University · Registry-Stand 08.2025 · abgerufen 13.08.2026

Profil: <https://orcid.org/0000-0003-2104-5446>

Patenschaft

Magistratsdirektion – Baudirektion, Stabsstelle für Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit im Bauwesen

Magistratsdirektion – Baudirektion, Stabsstelle für Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit im Bauwesen

Hafen Wien

thinkport VIENNA

MA 19 Architektur und Stadtgestaltung, Dezernat Planung öffentliche Bauten (*Betreffend Planung*)

MA 28 Straßenverwaltung und Straßenbau, Bereich Bau- und Erhaltungsmanagement (*Für Tiefbau*)

