

Welche digitalen Instrumente eignen sich für die Modellierung der Kreislauffähigkeit von Bauwerken und die Systemoptimierung in Planung, Betrieb und Rückbau?

Kreislaufwirtschaft — Thema 3.3: Instrumente, Materialien, Techniken für ressourcenschonendes Bauen und Sanieren · Status: drafted · Quellen: 5 · Bewertet: 2026-06-25 · Modell: claude-opus-4-8@prompts/synthesis.v2.md

KI-Eignungs-Score: HOCH

Sum-Regel $D1+D2+D3+D4 = 3+3+2+2 = 10/12 \rightarrow$ high. D1=3: BIM-Modelle, Wien-OGD-Geodaten (Gebäude-Footprints, Bauperioden), Mehrzweckkarte und das Vienna-Material-Stock-Verfahren liefern direkt nutzbare, strukturierte Bau- und Geodaten als KI-Input. D2=3: mehrere Aufgabentypen kombinierbar — Pattern-Recognition (Materialklassifikation aus BIM/Bildern), Generation (semantische Auto-Anreicherung von Bauteil-Kreislauf-Attributen), Simulation (Demontage-/Rückbau-Szenarien) und Optimization (Lebenszyklus-Systemoptimierung). D3=2: BIM und GIS-Material-Stock-Verfahren sind etabliert, die KI-gestützte Kreislauf-Anreicherung und Demontage-Simulation aber hybrid (EU-Forschung, vereinzelt produktiv). D4=2: Bauwerks- und Materialdaten sind überwiegend objekt-/sachbezogen und unkritisch; bei Verknüpfung mit Eigentümer- oder Mieterdaten greift Standard-DSGVO-Compliance. Keine Override aktiv.

Anwendungsfälle:

- KI-gestützte semantische Auto-Anreicherung von BIM-Modellen mit Kreislauf-Attributen (Material-Zusammensetzung, Verbindungstyp, Demontierbarkeit) für städtische Hochbau-Vorhaben der MA 19 / MD-BD — generiert aus Plänen und Bauteil-Bibliotheken die maschinenlesbaren Material-Pass-Daten, die heute manuell und lückenhaft gepflegt werden.
- Demontage- und Rückbau-Simulation auf angereicherten BIM-Modellen plus Wien-Material-Kataster (Vienna-Material-Stock-Verfahren) zur Vorab-Bewertung von Wiederverwendungs- und Recycling-Pfaden — Entscheidungsunterstützung für ÖkoKauf-Wien-Bauleistungen und das städtische Bauteil-Vorinventar.

Methodische Grundlagen

- **Datenbanken:** Wien-OGD (data.wien.gv.at), Scopus, Crossref, EEA-Datenbank, IEA-Library
- **Suchstrings:** „BIM circular economy buildings deconstruction material passport modelling“, „digital twin building circularity design for deconstruction 2023“, „Materialkataster Wien Gebäudebestand GIS material stock“
- **Datum:** 2017-01-01 — 2026-06-25
- **Letzter Suchlauf:** 2026-06-25
- **Einschluss:** Wien-Bezug oder DACH/EU-übertragbar; ≥ 2017 (Material-Stock-Backbone); peer-reviewed oder institutionell (TU Wien, MD-BD, EEA); DE/EN; DOI verifiziert oder stabile institutionelle URL; Schwerpunkt auf digitalen Bauwerks- und Kreislauf-Instrumenten.
- **Ausschluss:** Conference-Abstracts ohne Proceedings; Predatory Journals; Pre-Prints ohne Akzeptanz; quarantänierte Korpus-Quellen.
- **Gesichtete Treffer:** ~31 **Aufgenommene Quellen:** 5

Stand der Forschung

Die Forschung benennt Building Information Modeling (BIM) als das zentrale digitale Instrument, um die Kreislauffähigkeit eines Bauwerks über den gesamten Lebenszyklus modellierbar zu machen. Ein angereichertes BIM-Modell kann bauteilbezogene Kreislauf-Attribute — Material-Zusammensetzung, Verbindungstyp, Demontierbarkeit,

Wiederverwendungs-Eignung — maschinenlesbar führen [[2023-delima-bim-deconstruction-circularity]]. Entscheidend ist die Kopplung mit Design for Deconstruction (DfD, Planung für den späteren Rückbau): die Studie übersetzt DfD-Prinzipien wie lösbare Verbindungen und sortenreine Schichtung in konkrete, im Modell abbildbare Parameter, sodass sich Rückbau- und Verwertungs-Pfade schon in der Entwurfsphase bewerten und optimieren lassen (*medium confidence; medium evidence, high agreement*) [[2023-delima-bim-deconstruction-circularity]]. Aus dem angereicherten Modell lässt sich der Material- bzw. Gebäudepass automatisiert ableiten — die digitale Brücke zwischen Planungsinstrument und Materialdaten-Plattform. Material-Pass-Systeme (etwa Madaster) sind das zweite Instrument; ihre Adoption hängt aber an acht ungelösten Voraussetzungen, vor allem fehlender Standardisierung und mangelnder Interoperabilität zwischen BIM und Material-Pass (*medium confidence; medium evidence, high agreement*) [[2025-costa-hoolahan-material-passports-review]]. Auf Stadt-Ebene liefert das Vienna-Material-Stock-Verfahren ein drittes Instrument: es koppelt amtliche GIS-Gebäudedaten mit Material-Intensitäts-Kennwerten zu einem flächendeckenden Material-Kataster des Wiener Bestands [[2017-kleemann-vienna-material-stock-buildings]]. Wien operationalisiert diese Instrumente bereits — die MD-BD-Roadmap nennt projektbegleitende Materialkonzepte und einen Ressourcen-Pass-Pilot ab 2025 [[2025-stadt-wien-md-bd-ressourcenschonung-roadmap]].

Forschungslücken

Drei Lücken sind belastbar. Erstens fehlen verbindliche, standardisierte Datenanforderungen, welche Kreislauf-Attribute ein BIM-Modell führen muss; ohne diese Norm bleibt jede Modellierung proprietär und nicht vergleichbar [[2025-costa-hoolahan-material-passports-review]]. Zweitens fehlt eine durchgängige Interoperabilität zwischen BIM-Planungsmodellen und Material-Pass-Plattformen — die semantische Anreicherung der Modelle ist heute manuell und aufwendig [[2023-delima-bim-deconstruction-circularity]]. Drittens fehlt für Wien die Verschmelzung der drei Ebenen: das gebäudescharfe BIM-Modell, der stadtweite GIS-Material-Kataster und die behördlichen Daten der Mehrzweckkarte sind nicht zu einem durchgängigen Werkzeug für Planung, Betrieb und Rückbau zusammengeführt [[2017-kleemann-vienna-material-stock-buildings]].

Trends & Entwicklungen

Im Horizont 2025–2030 zeichnen sich drei Entwicklungen ab. Erstens werden offene IFC-Erweiterungen für Kreislauf-Daten und digitale Gebäude-Zwillinge entwickelt, die den Betrieb (Energie, Instandhaltung) und den Rückbau in einem Modell zusammenführen (*medium confidence; limited evidence, medium agreement*) [[2023-delima-bim-deconstruction-circularity]]. Zweitens treibt die EU-Politik die Adoption: Design for Disassembly als Pflichtenforderung im Bauproduktenrecht und Material-Pässe als Monitoring-Instrument rücken in den Regulierungsrahmen (*medium confidence; medium evidence, high agreement*) [[2024-eea-accelerating-circular-economy-europe]]. Drittens institutionalisiert Wien die Werkzeuge — der Ressourcen-Pass-Pilot ab 2025 und ein stadt eigenes Bauteil-Vorinventar verankern die digitalen Instrumente in der Verwaltungspraxis [[2025-stadt-wien-md-bd-ressourcenschonung-roadmap]].

KI-Eignungs-Bewertung

Hohe Eignung (Score **high**). Das Thema ist datenreich und gut algorithmisierbar: BIM-Modelle und Wien-OGD-Geodaten liefern direkt nutzbare, strukturierte Eingaben. KI passt zu mehreren Aufgabentypen. **Generation** (die automatische Erzeugung von Inhalten) eignet sich für die semantische Auto-Anreicherung von Bauteil-Daten — die Studie benennt diese KI-gestützte Anreicherung ausdrücklich als Antwort auf den hohen manuellen Aufwand [[2023-delima-bim-deconstruction-circularity]]. **Pattern-Recognition** klassifiziert Materialien aus Bild- und Modelldaten, **Simulation** bildet Demontage- und Rückbau-Szenarien nach, **Optimization** verbessert die Lebenszyklus-

Pfade. Die Datenlage ist gut, die Methoden-Reife gemischt: BIM und das Material-Stock-Verfahren sind etabliert, die KI-gestützte Kreislauf-Anreicherung ist hybrid. Wichtig: KI ist Enabler nach Governance-Vorleistung, nicht deren Ersatz — ohne standardisierte Datenformate bleibt das Modell unzuverlässig [[2025-costa-hoolahan-material-passports-review]]. Die Datenschutz-Lage ist unkritisch, solange Bauwerks- und Materialdaten nicht mit Eigentümer- oder Mieter-Identitäten verknüpft werden; bei solcher Verknüpfung reicht Standard-DSGVO-Compliance. Ein EU-AI-Act-Anhang-III-Hochrisiko-Bezug liegt nicht vor (kein Sozial-Scoring, keine Personen-Allokation).

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 BIM-Kreislauf-Studien liegen häufig nur auf Englisch vor. 3. **Stand der Recherche: 2026-06-25.** Bei zeitkritischen Themen (Ressourcen-Pass-Pilot, IFC-Standardisierung) wird halbjährliches Re-Screening empfohlen; Updates erfolgen in separaten Brief-Versionen (ADR-0002/0004). 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 Material-Pass-Kernquelle ist ein Perspective-Paper mit acht Handlungs-Empfehlungen (kein quantifizierter Wirkungsnachweis); die Wien-Anker (MD-BD-Roadmap) liefern programmatische, nicht ex-ante-evaluierte Diagnose.

Quellen

2025-costa-hoolahan-material-passports-review — Costa, Ana Rute; Hoolahan, Rachel; Charef, Rabia (2025). Eight recommendations to adopt materials passports and accelerate material reuse in construction: insights from academia and practice. *npj Materials Sustainability (Nature Portfolio)*. [GOLD] DOI: [10.1038/s44296-025-00079-3](https://doi.org/10.1038/s44296-025-00079-3)

2024-eea-accelerating-circular-economy-europe — European Environment Agency (EEA) (2024). Accelerating the circular economy in Europe — State and outlook 2024. *EEA Report No 13/2023 (publiziert März 2024)*. [GOLD] URL: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/accelerating-the-circular-economy>

2025-stadt-wien-md-bd-ressourcenschonung-roadmap — Stadt Wien — Magistratsdirektion Baudirektion, Stabsstelle für Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit im Bauwesen (2025). Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit im Bauwesen — Policy-Roadmap der Magistratsdirektion Baudirektion. *wien.gv.at* — *Smart Klima City Strategie / Bauwesen*. [GOLD] URL: <https://www.wien.gv.at/spezial/kreislaufwirtschaft-strategie/ressourcenschonung-in-der-gebauten-umwelt/schwerpunkte-fur-die-ressourcenschonung-in-der-gebauten-umwelt/>

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](https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.108015)

2017-kleemann-vienna-material-stock-buildings — Kleemann, Fritz; Lederer, Jakob; Rechberger, Helmut; Fellner, Johann (2017). GIS-based Analysis of Vienna's Material Stock in Buildings. *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 21, No. 2, S. 368–380. [CLOSED] DOI: [10.1111/jiec.12446](https://doi.org/10.1111/jiec.12446)

Wiener Forschende

- **Wolfgang Kästner** [Hochschule] — TU Wien
ORCID: [0000-0001-5420-404X](https://orcid.org/0000-0001-5420-404X)
ORCID-Eintrag (Eintrag der Institution): Anstellung TU Wien · Registry-Stand 03.2023 · abgerufen 13.08.2026
ORCID-Eintrag (Selbstauskunft): Anstellung TU Wien · Registry-Stand 03.2023 · abgerufen 13.08.2026
Profil: <https://orcid.org/0000-0001-5420-404X>
- **Wilfried Sihm** [Hochschule] — TU Wien
Profil: <https://openalex.org/A5022367509>
- **Geert Verhoeven** [Hochschule] — University of Vienna

ORCID: 0000-0003-4825-9604

ORCID-Eintrag (Selbstauskunft): Anstellung University of Vienna · Registry-Stand 09.2023 · abgerufen 13.08.2026

ORCID-Eintrag (Eintrag der Institution): Anstellung University of Vienna · Registry-Stand 02.2026 · abgerufen 13.08.2026

Profil: <https://orcid.org/0000-0003-4825-9604>

Patenschaft

Magistratsdirektion – Baudirektion, Stabsstelle für Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit im Bauwesen

MA 19 Architektur und Stadtgestaltung, Dezernat Planung öffentliche Bauten