

Mit Hilfe welcher Materialien und Konstruktionstechniken kann der Gebäudebestand (Wohnbauten, Büroimmobilien etc.) ressourcen- und emissionsarm weiterentwickelt bzw. saniert werden? Wie können Zielkonflikte zwischen Ressourcen- und Energieeffizienz sowie Langlebigkeit/Kreislauffähigkeit gelöst werden?

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: MITTEL

Sum-Regel $D1+D2+D3+D4 = 2+2+2+3 = 9/12 \rightarrow$ medium. D1=2: Wiener Gebäudebestands-Daten (Baualtersklassen, Energieausweise, Förder-Inanspruchnahme MA 50), Material-Datenbanken (ÖKOBAUDAT) und EU-Studien sind nutzbar, aber sanierungs-relevante Bauteil-Aufbauten und Bestands-Materialinventare auf Objektebene bleiben fragmentiert. D2=2: ein klarer KI-Aufgabentyp — multikriterielle Simulation und Optimierung der Zielkonflikte Energieeffizienz $\times$ Kreislauffähigkeit $\times$ Langlebigkeit pro Sanierungs-Variante; die Auswahl der normativen Gewichtung (was »ressourcenarm« politisch heißt) bleibt außerhalb der KI-Reichweite. D3=2: bauphysikalische Simulation und Lebenszyklus-Bewertung produktiv, ML-gestützte Material-Empfehlung emerging. D4=3: Material- und Bauteil-Optimierung ist datenschutzunkritisch (öffentliche Material- und Aggregat-Daten), kein Anhang-III-Hochrisiko. Keine Override aktiv.

Anwendungsfälle:

- Multikriterielle Sanierungs-Variantenbewertung für Wiener Bestandsbauten: Simulation und Optimization, die je Gebäudetyp die Zielkonflikte zwischen Energieeffizienz, gebundener CO₂-Menge (graue Energie), Langlebigkeit und Kreislauffähigkeit der Bauteil-Aufbauten gegeneinander abwägt und ressourcenarme Material-Pakete (biobasierte Dämmung, low-carbon Beton) vorschlägt.
- Förder-Wirkungs-Screening: KI-gestützte Verknüpfung von Bestands-Energieausweisen, Förder-Konditionen (THEWOSAN, Sockelsanierung) und Lebenszyklus-Kosten zur Priorisierung jener Sanierungs-Pfade, die bei gegebenem Budget den größten Emissions- und Ressourcen-Hebel je Bauteil-Variante heben.

Methodische Grundlagen

- **Datenbanken:** Wien-OGD (data.wien.gv.at), MA-50-Förderdokumentation, ÖKOBAUDAT-Material-Datenbank, Scopus, Crossref, IPCC-Library
- **Suchstrings:** „bio-based insulation materials embodied energy energy-efficient buildings“, „low-carbon concrete renovation building stock circular construction“, „Sanierung Gebäudebestand Wien Ressourcen Energieeffizienz Langlebigkeit Zielkonflikt“
- **Datum:** 2022-01-01 — 2026-06-25
- **Letzter Suchlauf:** 2026-06-25
- **Einschluss:** Wien-/AT-Bezug oder EU-übertragbar; peer-reviewed oder institutionell (IPCC, MDPI/Wiley-Reviews, e7, MA 50); DE/EN; DOI verifiziert oder institutioneller Registry-Anker; Material-/Konstruktionstechniken für emissionsarme Sanierung und Zielkonflikt-Auflösung.
- **Ausschluss:** Conference-Abstracts ohne Proceedings; Predatory Journals; Pre-Prints ohne Akzeptanz; rein produktwerbliche Quellen; quarantänierte Korpus-Quellen.
- **Gesichtete Treffer:** ~29 **Aufgenommene Quellen:** 5

Stand der Forschung

Die ressourcen- und emissionsarme Weiterentwicklung des Gebäudebestands setzt an zwei Material-Hebeln an. Bei den Dämmstoffen erreichen bio-basierte Materialien (Hanf, Stroh, Zellulose, Kork) eine konkurrenzfähige Wärmeleitfähigkeit bei deutlich geringerer grauer Energie und mit günstiger Feuchtepufferung — die Schwachpunkte bleiben Brand- und Langzeit-Dauerhaftigkeit (*medium confidence; medium evidence, high agreement*) [[2023-raja-biobased-insulation-materials-review]]. Bei den mineralischen Baustoffen senkt die Klinker-Substitution durch zusätzliche zementäre Stoffe die gebundene CO₂-Menge ökobilanz-belegt um rund 20 bis 60 Prozent, macht aber die Zielkonflikte zwischen Festigkeit, Carbonatisierungs-Widerstand und CO₂ explizit (*medium confidence; robust evidence, high agreement*) [[2023-althoey-low-carbon-concrete-review]]. Digitale Werkzeuge wie Building Information Modelling (BIM) und digitale Fabrikation reduzieren den Materialverbrauch über den Lebenszyklus zusätzlich [[2022-ipcc-ar6-wg3-buildings]]. Für Wien ist die ökonomische Tragfähigkeit tiefer Sanierung belegt: eine umfassende thermische Sanierung mit Wärmepumpe verursacht über 30 Jahre keine Mehrkosten gegenüber dem instandgehaltenen Bestand, und der Werterhalt (Restwert) ist essenziell für die Lebenszyklus-Bewertung [[2026-e7-global2000-sanierung-lebenszykluskosten-mf]]. Der Wiener Förderrahmen (THEWOSAN, Sockelsanierung, »Raus aus Gas«) deckelt zudem über das Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetz (WGG) die Mietzins-Weitergabe der Sanierungskosten [[2025-stadt-wien-wohnbauförderung-sanierung]].

Forschungslücken

Drei Lücken sind belastbar. Erstens fehlt eine Wien-spezifische, gebäudetyp-feine Bewertung, die die Zielkonflikte zwischen Energieeffizienz, grauer Energie und Kreislauffähigkeit der Bauteil-Aufbauten quantifiziert auflöst — die vorliegenden Reviews liefern Material-Eigenschaften, aber keine integrierte Wiener Trade-off-Matrix für den Bestand [[2023-raja-biobased-insulation-materials-review]]. Zweitens ist die Brandschutz- und Dauerhaftigkeits-Performance bio-basierter Dämmstoffe im mehrgeschoßigen Wiener Wohnbau (OIB-Richtlinie 2) unzureichend belegt; ohne diese Daten bleibt der Einsatz auf Nischen begrenzt [[2023-raja-biobased-insulation-materials-review]]. Drittens fehlt eine empirische Wirkungsmessung, ob die Wiener Förder-Architektur tatsächlich ressourcenarme und kreislauffähige Material-Pakete incentiviert oder primär die energetische Kennzahl optimiert [[2026-e7-global2000-sanierung-lebenszykluskosten-mf]].

Trends & Entwicklungen

Im Horizont 2025–2030 zeichnen sich drei Entwicklungen ab. Erstens verschiebt sich der Sanierungs-Fokus von reiner Energieeffizienz hin zur integrierten Bewertung von grauer Energie und Kreislauffähigkeit — die Material-Wahl wird zum Mit-Entscheidungskriterium (*medium confidence; medium evidence, medium agreement*) [[2022-ipcc-ar6-wg3-buildings]]. Zweitens reifen emissionsarme Bindemittel und bio-basierte Dämmstoffe technisch weiter aus und werden für den Bestandsumbau breiter verfügbar (*medium confidence; medium evidence, high agreement*) [[2023-althoey-low-carbon-concrete-review]]. Drittens koppeln Städte ihre Förderschienen zunehmend an Lebenszyklus- statt reine Investitionskosten — die Wiener Studienlage zeigt, dass Förder-Stacking die Amortisation tiefer Sanierung um bis zu zehn Jahre nach vorne verschiebt [[2026-e7-global2000-sanierung-lebenszykluskosten-mf]].

KI-Eignungs-Bewertung

Mittlere Eignung (Score **medium**). Die Auflösung der Zielkonflikte zwischen Energieeffizienz, gebundener CO₂-Menge (graue Energie), Langlebigkeit und Kreislauffähigkeit ist gut in einen KI-Aufgabentyp übersetzbar: **Simulation** und **Optimization** bewerten je Sanierungs-Variante und Gebäudetyp die Bauteil-Aufbauten multikriteriell und schlagen ressourcenarme Material-Pakete (bio-basierte Dämmung, low-carbon Beton) vor [[2023-raja-biobased-

insulation-materials-review]]. Die Datenlage ist solide für Wiener Bestandskennzahlen (Baualtersklassen, Energieausweise, Förder-Inanspruchnahme) und Material-Datenbanken, aber objektfeine Bauteil-Aufbauten des Bestands bleiben lückenhaft. Methoden-Reife: bauphysikalische Simulation und Lebenszyklus-Bewertung sind produktiv im Einsatz, ML-gestützte Material-Empfehlung ist emerging. Datenschutz und Recht sind unkritisch, da nur öffentliche Material-, Aggregat- und Gebäudetyp-Daten verarbeitet werden — kein EU-AI-Act-Anhang-III-Hochrisiko, Standard-DSGVO-Compliance genügt. Die normative Frage, was »ressourcenarm« politisch gewichtet bedeutet, bleibt eine planerische Aushandlung, die KI vorbereitet, aber nicht ersetzt [[2025-stadt-wien-wohnbaufoerderung-sanierung]].

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 Material-Reviews liegen häufig nur auf Englisch vor. 3. **Stand der Recherche: 2026-06-25**. Bei zeitkritischen Themen (»Raus aus Gas«-Hochlauf, OIB-Richtlinien-Revision) 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-Reviews sind international, die Wien-Anker (e7-LCC-Studie, MA-50-Förderdokumentation) liefern Kosten- und Regulierungsrahmen, aber keine objektfeine Wiener Trade-off-Quantifizierung zwischen grauer Energie und Kreislauffähigkeit.

Quellen

2023-althoeys-low-carbon-concrete-review — Althoeys, 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](https://doi.org/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](https://doi.org/10.1002/mame.202300086)

2022-ipcc-ar6-wg3-buildings — Cabeza, Luisa F.; Bai, Quan; Bertoldi, Paolo (2022). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the IPCC Sixth Assessment Report — Chapter 9: Buildings. *Cambridge University Press*. [GOLD] DOI: [10.1017/9781009157926.011](https://doi.org/10.1017/9781009157926.011)

2025-stadt-wien-wohnbaufoerderung-sanierung — Stadt Wien, MA 50 Wohnbaufoerderung und Schlichtungsstelle fuer wohnrechtliche Angelegenheiten (2025). Wohnbaufoerderung der Stadt Wien — Sanierung, thermisch-energetische Massnahmen, Hofbegruenung (MA 50). *wien.gv.at* — *Wohnen und Wohnbau / Foerderungen*. [GOLD] URL: <https://www.wien.gv.at/wohnen/foerderung-fuer-wohnen-und-wohnbau>

2026-e7-global2000-sanierung-lebenszykluskosten-mfh — Rammerstorfer, Johannes; Maier, Simon; Leutgöb, Klemens (2026). Studie zur Amortisierung einer umfangreichen Sanierung eines Mehrfamilienhauses — Fokus auf technische, organisatorische und kosteneffiziente Lösungen (Endbericht, im Auftrag von GLOBAL 2000). *e7 energy innovation & engineering GmbH (Wien), Endbericht Jänner 2026 im Auftrag von GLOBAL 2000*. [GOLD] URL: https://www.e-sieben.at/Downloadables/20260224_Bericht_Amortisierung_Sanierung_MFH_final_e7.pdf

Wiener Forschende

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

ORCID: [0000-0003-2104-5446](https://orcid.org/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>

- **Ardeshir Mahdavi** [Hochschule] — TU Wien

ORCID: 0000-0002-8765-0801

ORCID-Registry geprüft: keine Anstellung hinterlegt · abgerufen 13.08.2026

Profil: <https://orcid.org/0000-0002-8765-0801>

- **Volker Krey** [Forschungseinrichtung] — IIASA (Laxenburg)

ORCID: 0000-0003-0307-3515

ORCID-Eintrag (Selbstauskunft): Anstellung International Institute for Applied Systems Analysis · Registry-Stand 01.2022 · abgerufen 13.08.2026

ORCID-Eintrag (Selbstauskunft): Anstellung Norwegian University of Science and Technology · Registry-Stand 01.2022 · abgerufen 13.08.2026

Profil: <https://orcid.org/0000-0003-0307-3515>

Patenschaft

Magistratsdirektion – Baudirektion, Stabsstelle für Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit im Bauwesen

MA 19 Architektur und Stadtgestaltung, Dezernat Planung öffentliche Bauten