

Welche technischen Lösungen sind für welche Gebäude unter welchen Bedingungen besonders effizient und welches Umsetzungswissen braucht es?

Bau & Gebäude — Thema 2.1: Dekarbonisierung des Gebäudebestands · Status: drafted · Quellen: 6 · Bewertet: 2026-06-22 · Modell: claude-opus-4-8@prompts/synthesis.v2.md

KI-Eignungs-Score: MITTEL

Sum-Regel $D1+D2+D3+D4 = 2+2+2+3 = 9 \rightarrow$ medium. D1 (Datenverfügbarkeit, 2): Bestandsdaten existieren EU-adaptierbar (Energieausweis-Register, OIB-RL6-Kennzahlen, Wien-Solarpotenzialkataster), eine flächendeckende, technisch-aufgelöste Wiener Gebäudetypologie-Datenbank ist aber fragmentiert/proprietär verteilt. D2 (Aufgabentyp, 2): eine klare Aufgabe — Cluster-/Matching-Modelle, die Gebäudetypologie auf optimale Sanierungs-/Heiztechnik-Pfade abbilden (Stock-Modelling à la Invert/EE-Lab); kein originär normativer Charakter, aber auch keine breit kombinierbare Multi-Task-Lage. D3 (Methoden-Reife, 2): hybrid — Gebäudebestands-Simulation und LCC-Modellierung sind im AT/EU-Smart-City-Kontext etabliert, KI-gestützte Typologie-Klassifikation bleibt experimentell-bis-pilothaft. D4 (Ethik/Recht, 3): unkritisch — aggregierte Gebäude-/Bestandsdaten, keine personenbezogenen Haushaltsdaten, kein AI-Act-Anhang-III-Bezug. Keine Override aktiv (keine Dimension = 0, $D4 \neq 0$).

Anwendungsfälle:

- Datengetriebene Gebäudetypologie-zu-Sanierungspfad-Klassifikation für den Wiener Bestand (Gründerzeit, Zwischenkriegs-, Nachkriegsbau): ML-Clustering auf Energieausweis-Register, OIB-RL6-Kennzahlen und Solarpotenzialkataster, das je Typ die effizienteste Heiztechnik-Variante (Fernwärme-Verdichtung vs. Wärmepumpe vs. Hybrid) vorpriorisiert.
- Lebenszykluskosten- und Sensitivitäts-Simulation auf Bestandsebene (Diskontsatz, Gaspreis, Förder-Stacking) als Entscheidungshilfe für die MA-50-Förderzuteilung, die Sanierungspakete dort bündelt, wo der LCC-Hebel je Gebäudetyp am größten ist.

Methodische Grundlagen

- **Datenbanken:** Wien-OGD (data.wien.gv.at / Wiener Klimafahrplan), Scopus, Crossref, OpenAlex, EEA-Datenbank, e7-/GLOBAL-2000-Publikationsregistry
- **Suchstrings:** „building typology retrofit heating decarbonisation heat pump district heating“, „life-cycle cost deep renovation multi-family building Austria“, „energy performance gap low-energy buildings“, „smart building energy management EPBD building automation“
- **Datum:** 2020-01-01 — 2026-06-22 (Publikationsfenster, Default ≥ 2020)
- **Letzter Suchlauf:** 2026-06-22
- **Einschluss:** Wien-Bezug/DACH/EU-übertragbar; Erscheinungsjahr ≥ 2020 ; peer-reviewed oder institutionell belastbar (Stadt Wien / e7 / IPCC / Elsevier-Review); Sprache DE oder EN; Volltext zugänglich oder über Crossref/Registry triangulierbar.
- **Ausschluss:** Conference-Abstracts ohne Proceedings; Predatory Journals; Pre-Print ohne Akzeptanz-Status; reine Heiztechnik-Produktwerbung ohne methodische Basis.
- **Gesichtete Treffer:** ~36 **Aufgenommene Quellen:** 6

Stand der Forschung

Die effiziente Technik-Wahl ist gebäudetypen- und standortabhängig, nicht universell: der Wiener Klimafahrplan zioniert das Programm „Raus aus Gas“ explizit nach Bedingungen — Fernwärme-Verdichtung in dichten Bestandsbezirken, Wärmepumpen am Stadtrand, hybride Lösungen in Übergangs-Quartieren (*high confidence; medium evidence, high agreement*) [[2024-stadt-wien-klimafahrplan-gebaeude]]. Ökonomisch zeigt eine 30-Jahre-Lebenszykluskosten-Analyse eines typischen Mehrfamilienhauses (Bauperiode 1981–1990): eine umfassende thermische Sanierung kombiniert mit Wärmepumpe verursacht gegenüber dem instandgehaltenen Bestand keine Mehrkosten, wobei Diskontsatz, Gaspreis-Pfad und Förder-Stacking die Amortisation (17–28 Jahre) maßgeblich steuern (*high confidence; medium evidence, high agreement*) [[2026-e7-global2000-sanierung-lebenszykluskosten-mfh]]. Für die thermische Qualität ist die Typologie entscheidend: die optimale Maßnahmen-Kombination (Hüllsanierung, Bauteilaktivierung, Verschattung, Heiztechnik) hängt von Baualter, Hüllqualität und Anschluss-Situation ab, sodass eine pauschale Lösung über den heterogenen Wiener Bestand methodisch nicht trägt [[2024-stadt-wien-klimafahrplan-gebaeude]]. Der EU-Rahmen (EPBD-Recast, BACS-Pflicht, Smart-Readiness-Indicator) standardisiert zunehmend die Performance-Anforderungen pro Anlagengröße und etabliert KI-getriebenes Smart-Building-Management als gegenüber regelbasierten Systemen effizienteren Standard [[2024-hernandez-european-smart-buildings]].

Forschungslücken

Es fehlt eine Wien-spezifische, technisch aufgelöste Gebäudetypologie-Datenbank, die je Typ die effizienteste Heiztechnik-Variante mit belastbaren Realverbrauchsdaten verknüpft — die vorliegende LCC-Evidenz stammt aus generischen AT-Modellgebäuden, nicht aus dem realen, heterogenen Wiener Bestand [[2026-e7-global2000-sanierung-lebenszykluskosten-mfh]]. Beim Umsetzungswissen ist die Lücke strukturell: die organisationalen Faktoren der Energie-Performance-Lücke (Real- vs. Prognoseverbrauch, im Mittel +58 %, Bandbreite –86 % bis +483 %) sind gegenüber technischen und Nutzerfaktoren stark untererforscht, sodass typenspezifische Effizienz-Versprechen ohne Post-Occupancy-Validierung methodisch angreifbar bleiben [[2024-bai-yu-pan-energy-performance-gap-retrofit]]. Zudem fehlt eine Wien-Studie zur Steuerungs-Asymmetrie im Mietbestand, in dem 43,2 % der Haushalte als Mieter:innen die Energiekosten tragen, aber den Heizungstausch nicht entscheiden können [[2024-oegb-thermische-sanierung-mieter]].

Trends & Entwicklungen

Im Horizont 2025–2030 verschiebt sich die Praxis von isolierten Einzelmaßnahmen zu typologie-spezifischen, integrierten Paketen, in denen Gebäudehülle, Heiztechnik und Betriebsoptimierung gemeinsam betrachtet werden; KI-/IoT-gekoppelte Building-Management-Systeme ermöglichen dabei Demand-Response und Lastflexibilität zur Reduktion von Spitzenlasten (*medium confidence; medium evidence, high agreement*) [[2022-ipcc-ar6-wg3-buildings]]. Der EPBD-Recast erzwingt bis 2029 die schrittweise BACS-Ausweitung auf kleinere Anlagen (>70 kW) und etabliert Smart-Readiness als Standard-Anforderung an die Gebäudeleittechnik (*medium confidence; medium evidence, high agreement*) [[2024-hernandez-european-smart-buildings]]. Parallel wächst der Bedarf an Post-Occupancy-Validierung, da NPV-Versprechen auf Basis simulierter Einsparungen sich als systematisch optimistisch erweisen [[2024-bai-yu-pan-energy-performance-gap-retrofit]].

KI-Eignungs-Bewertung

Die Frage ist mit **mittlerer** KI-Eignung zu bewerten (Score *medium*, Rubric-Sum 9/12, D1=2 / D2=2 / D3=2 / D4=3). Einschlägiger Aufgabentyp ist **Pattern-Recognition / Clustering**: ein ML-Modell, das Gebäudetypologie (Baualter, Hüllqualität, Anschluss-Situation) auf optimale Sanierungs- und Heiztechnik-Pfade abbildet, plus **Simulation** der

Lebenszykluskosten unter variierenden Bedingungen (Diskontsatz, Energiepreis, Förderung) [[2026-e7-global2000-sanierung-lebenszykluskosten-mfh]]. Wien-Use-Case: datengetriebene Vorpriorisierung der MA-50-Förderzuteilung nach Typ-spezifischem LCC-Hebel, gespeist aus Energieausweis-Register und Solarpotenzialkataster. Die Eignung ist nicht **high**, weil die technische Lösungs-Wahl letztlich eine normativ-planerische Abwägung (Quartiers-Zonierung, Mieter:innen-Schutz) bleibt, die KI nur informieren, nicht ersetzen kann [[2024-stadt-wien-klimafahrplan-gebaeude]] [[2024-oegb-thermische-sanierung-mieter]]. D4 ist unkritisch: aggregierte Gebäudedaten, kein Personenbezug, kein AI-Act-Anhang-III-Treffer.

Methodische Einschränkungen

1. **Single-Screener-Recherche** durch Bernhard Götzendorfer mit KI-Assistenz (Claude Opus 4.8, 1M context) — kein unabhängiges Zweit-Screening; Editor-Verifier-Trennung pro Quelle und Forschendem angewandt. 2. **Suchsprache DE/EN** — Literatur in anderen EU-Sprachen möglicherweise unterrepräsentiert; Mitigation: EU-Layer-Quellen sind meist EN-übersetzt verfügbar, der Wien-Kontext ist DE-priorisiert recherchiert. 3. **Stand der Recherche: 2026-06-22** — Updates erfolgen in separaten Brief-Versionen (ADR-0002/0004); bei zeitkritischen Themen (EU-Regulatorik, Förder-Mechanik, Energiepreis-Pfad) ist ein halbjährliches Re-Screening vorgesehen. 4. **Keine formale Critical Appraisal** pro Quelle (kein GRADE/ROBINS-I); die Qualität wird heuristisch über Whitelist-Tier plus Peer-Review-/Institutionsstatus eingeordnet, IPCC-Calibrated-Language-Tags markieren die Confidence pro Key-Claim.

Quellen

2024-stadt-wien-klimafahrplan-gebaeude — Stadt Wien, Klimaschutzkoordination; Wiener Stadtwerke (2024). Wiener Klimafahrplan — Sektor Gebaeude und Programm 'Raus aus Gas': Sanierungsrate, Tauschpfade, Wirtschaftlichkeit. *wien.gv.at* — Klimaschutz / Klimafahrplan. [GOLD] URL: <https://www.wien.gv.at/spezial/klimafahrplan/>

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

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)

2024-bai-yu-pan-energy-performance-gap-retrofit — Bai, Yuchen; Yu, Chao; Pan, Wei (2024). Systematic examination of energy performance gap in low-energy buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 202, Art. 114701 (Elsevier). [CLOSED] DOI: [10.1016/j.rser.2024.114701](https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114701)

2024-hernandez-european-smart-buildings — Hernández, José L.; de Miguel, Ignacio; Vélez, Fredy; Vasallo, Ali (2024). Challenges and opportunities in European smart buildings energy management: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 199, 114472. [HYBRID] DOI: [10.1016/j.rser.2024.114472](https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114472)

2024-oegb-thermische-sanierung-mieter — Österreichischer Gewerkschaftsbund (ÖGB) (2024). Thermische Sanierung in Österreich: Verpasste Chancen, verstecktes Potenzial. *Österreichischer Gewerkschaftsbund (ÖGB), Positionspapier Klimapolitik*. URL: <https://www.oegb.at/themen/klimapolitik/klima-und-arbeitsmarkt/thermische-sanierung-in-oesterreich-verpasste-chancen-versteckt>

Wiener Forschende

- **Lukas Kranzl** [Hochschule] — TU Wien
ORCID: [0000-0003-3350-7134](https://orcid.org/0000-0003-3350-7134)
Profil: <https://orcid.org/0000-0003-3350-7134>
- **Reinhard Haas** [Hochschule] — TU Wien

ORCID: 0000-0001-9361-3452

Profil: <https://orcid.org/0000-0001-9361-3452>

- **Thomas Bednar** [Hochschule] — TU Wien

ORCID: 0000-0003-1142-5517

Profil: <https://orcid.org/0000-0003-1142-5517>

Patenschaft

Magistratsdirektion – Baudirektion, Programmleitung Raus aus Gas

Wiener Netze, Innovations- und Nachhaltigkeitsmanagement

Wiener Stadtwerke, Innovationsmanagement

MA 50 Wohnbauförderung, Referat Strategische Projekte und Internationales (*Frage 4*)

Wien Energie (*Dekarbonisierung Fernwärme*)