

WFK Forschungs-Brief-Bündel

Wien Forschungsfragen Klima — Forschungs-Brief-Bündel

5 Forschungsfragen · Generiert: 2026-08-17

Enthaltene Fragen

- WFK-2.1.2
- WFK-2.1.5
- WFK-2.2.1
- WFK-2.2.2
- WFK-2.2.2a

Welche Nicht-Wohngebäude mit hohem Verbrauch müssen bei der Dekarbonisierung im Bestand besonders beachtet werden?

Bau & Gebäude — Thema 2.1: Dekarbonisierung des Gebäudebestands · Status: drafted · Quellen: 5 · Bewertet: 2026-06-22 · Modell: claude-opus-4-8@prompts/synthesis.v2.md

KI-Eignungs-Score: **HOCH**

Sum-Regel $D1+D2+D3+D4 = 2+3+2+3 = 10 \rightarrow \text{high (sum} \geq 10)$. D1 (Datenverfügbarkeit) = 2: Wien-OGD-Gebäudedaten und Energieausweis-Register sind verfügbar/adaptierbar, eine gebäudescharfe Verbrauchs-Datenbasis für Nicht-Wohnbauten liegt aber nur fragmentiert vor (Großverbraucher-Daten teils proprietär). D2 (Aufgabentyp) = 3: mehrere KI-Typen kombinierbar — Pattern-Recognition (Cluster-Segmentierung des Bestands), Prediction (Verbrauchs-/Einsparpotenzial-Prognose), Optimization (budgetrestringierte Sanierungs-Reihung). D3 (Methoden-Reife) = 2: Bestands-Segmentierung und Portfolio-Optimierung sind in EU/US-Pilots erprobt (NREL-Commercial-Stock-Segmentation, Casals-Francas-Portfolio-Modell), in Wien aber noch nicht produktiv = hybrid. D4 (Ethik/Recht) = 3: Nicht-Wohn-Gebäudedaten sind nicht personenbezogen, keine AI-Act-Anhang-III-Hochrisiko-Anwendung, Standard-Compliance genügt (kein DPIA-Floor wie bei Haushalts-Smart-Meter-Daten). Keine Override aktiv (keine Dimension = 0, $D4 \neq 0$).

Anwendungsfälle:

- KI-gestützte Cluster-Segmentierung des städtischen Nicht-Wohn-Portfolios (Magistratsbauten, WIGEV-Spitäler, MA-34-Verwaltungsbauten, Schulen) nach Anlagentechnik und realem Energieverbrauch, um homogene Dekarbonisierungs-Cluster und passende Maßnahmen-Bündel zu bilden (analog NREL-Neun-Segment-Ansatz).
- Budgetrestringierte Sanierungs-Reihung großer öffentlicher Gebäudeportfolios mit einem Optimierungs-Modell, das EPBD-konforme Renovierungs-Pässe erzeugt und die Dekarbonisierungs-Reihenfolge im Programm 'Raus aus Gas' empirisch priorisiert.
- Verbrauchs- und Einsparpotenzial-Prognose je Nicht-Wohn-Gebäudetyp auf Basis von Wien-OGD-Gebäudedaten, Energieausweis-Registern und Wiener-Netze-Großverbraucherdaten, um die EPBD-Verbrauchsschwellen ($>290 \text{ kW}$ / $>70 \text{ kW}$) auf den Wiener Bestand abzubilden.

Methodische Grundlagen

- **Datenbanken:** Wien-OGD (data.wien.gv.at), OpenAlex, Crossref, Scopus, IEA-Library, EEA-Datenbank
- **Suchstrings:** „non-residential building energy decarbonization prioritization“, „commercial building stock segmentation retrofit“, „worst-performing buildings minimum energy performance standards EPBD“
- **Datum:** 2020-01-01 — 2026-06-22
- **Letzter Suchlauf:** 2026-06-22
- **Einschluss:** Wien-Bezug/DACH/EU-übertragbar; ≥ 2020 ; peer-reviewed oder institutionell (IPCC/EEA/NREL/Stadt Wien); DE/EN; Volltext zugänglich; Fokus auf Nicht-Wohngebäude bzw. übertragbare Bestands-Priorisierung.
- **Ausschluss:** Conference-Abstracts ohne Proceedings; reine Wohngebäude-Studien ohne Nicht-Wohn-Bezug; Predatory-Journals; Pre-Print ohne Akzeptanz-Status; Quellen ohne auflösbaren DOI/Permalink.
- **Gesichtete Treffer:** ~34 **Aufgenommene Quellen:** 5 (1 Wien-Primary, 1 EU-Review, 2 peer-reviewte/institutionelle Bestands-Methodenquellen, 1 globaler IPCC-Anker).

Stand der Forschung

Nicht-Wohngebäude (Büro, Bildung, Gesundheit, Handel) sind im Bestand überproportional energieintensiv und stehen im EU-Rahmen prioritär unter Sanierungsdruck: Gebäude verursachen über 40 % des EU-Energieverbrauchs, und der

EPBD-Recast macht Building-Automation-Control-Systems ab Ende 2024 für Anlagen >290 kW, ab 2029 für >70 kW verpflichtend — ein expliziter, verbrauchsschwellen-basierter Prioritäts-Mechanismus für große Nicht-Wohnbauten [[2024-hernandez-european-smart-buildings]]. Die Priorisierung selbst ist methodisch ein Segmentierungs- und Portfolio-Problem: eine NREL-Analyse segmentiert den gewerblichen Bestand entlang von HVAC-, Warmwasser- und Küchentechnik-Ähnlichkeiten in neun Dekarbonisierungs-Cluster, sodass passende Maßnahmen-Bündel zielgerichtet zugeordnet werden können (*medium confidence; medium evidence, medium agreement*) [[2024-parker-commercial-building-stock-segmentation]]. Für große öffentliche Gebäudeportfolios optimiert ein aktuelles Modell die Reihenfolge von Sanierungen unter Budgetrestriktion und liefert EPBD-konforme Renovierungs-Pässe — direkt anschlussfähig an die Wiener Magistratsbau-Logik (*medium confidence; medium evidence, medium agreement*) [[2025-casals-francas-building-stock-decarbonization]]. In Wien adressiert der Klimafahrplan den Heizungstausch-Pfad „Raus aus Gas“ mit Fernwärme-Verdichtung in Bestandsbezirken und Wärmepumpen-Zonen am Stadtrand [[2024-stadt-wien-klimafahrplan-gebaeude]]. Global verweist das IPCC darauf, dass Building-Management-Systeme und Lebenszyklus-Bilanzierung den größten Hebel im gewerblichen Bestand bilden [[2022-ipcc-ar6-wg3-buildings]].

Forschungslücken

Es fehlt eine Wien-spezifische Verbrauchs-Segmentierung des Nicht-Wohn-Bestands, die Magistratsbauten, WIGEV-Spitäler, Schulen und gewerbliche Großverbraucher nach realem Energieverbrauch und Dekarbonisierungs-Pfad priorisiert — die vorhandenen Segmentierungs-Modelle sind US- bzw. generisch-EU-kalibriert [[2024-parker-commercial-building-stock-segmentation]] [[2025-casals-francas-building-stock-decarbonization]]. Offen ist zudem, wie sich die EPBD-Verbrauchsschwellen (>290 kW / >70 kW) auf den konkreten Wiener Nicht-Wohn-Bestand abbilden, da eine gebäudescharfe Verbrauchs-Datenbasis für Nicht-Wohnbauten in Wien nur fragmentiert vorliegt [[2024-hernandez-european-smart-buildings]]. Schließlich übersetzt der Wiener Klimafahrplan den Tauschpfad bislang nicht in eine empirisch validierte Nicht-Wohn-Prioritätenliste mit CO₂-Wirkung je Maßnahmenpaket [[2024-stadt-wien-klimafahrplan-gebaeude]].

Trends & Entwicklungen

Im Horizont 2025–2030 verschiebt sich die Praxis von Einzelgebäude-Sanierung zu portfolio- und datengetriebener Priorisierung: EPBD-Mindeststandards setzen zuerst bei den verbrauchsstärksten Nicht-Wohnbauten an und erzwingen so eine explizite Reihung (*high confidence; robust evidence, high agreement*) [[2024-hernandez-european-smart-buildings]]. Renovierungs-Pässe und Budget-optimierende Portfolio-Modelle werden vom Forschungs- in den Verwaltungs-Regelbetrieb überführt [[2025-casals-francas-building-stock-decarbonization]]. Segmentierungs-Ansätze nach Anlagentechnik etablieren sich als Standard-Vorstufe der Dekarbonisierungs-Planung, weil sie Maßnahmen-Bündel auf homogene Bestands-Cluster zuschneiden statt jedes Gebäude einzeln zu bewerten [[2024-parker-commercial-building-stock-segmentation]]. In Wien koppelt sich dieser Trend an die Fernwärme-Verdichtung in Bestandsbezirken und die Wärmepumpen-Zonen des Programms „Raus aus Gas“, wodurch die Prioritäts-Reihung der Nicht-Wohnbauten zunehmend an die verfügbare dekarbonisierte Wärmequelle gebunden wird [[2024-stadt-wien-klimafahrplan-gebaeude]].

KI-Eignungs-Bewertung

Die Frage erreicht eine **hohe** KI-Eignung (Score high, Rubric-Sum 10/12). Mehrere Aufgabentypen sind kombinierbar — Pattern-Recognition (Cluster-Segmentierung des Bestands), Prediction (Verbrauchs- und Einsparpotenzial-Prognose) und Optimization (budgetrestringierte Sanierungs-Reihung) [[2024-parker-commercial-building-stock-segmentation]] [[2025-casals-francas-building-stock-decarbonization]]. In der Domäne sind die

Methoden EU-/US-erprobt und damit hybrid bis produktiv [[2025-casals-francas-building-stock-decarbonization]]. Konkreter Wien-Use-Case: KI-gestützte Segmentierung des städtischen Nicht-Wohn-Portfolios (Magistratsbauten, WIGEV-Spitäler, MA-34-Verwaltung) auf Basis von Wien-OGD-Gebäudedaten, Energieausweis-Registern und Wiener-Netze-Großverbraucherdaten, um die Dekarbonisierungs-Reihenfolge im Programm „Raus aus Gas“ empirisch zu priorisieren [[2024-stadt-wien-klimafahrplan-gebaeude]]. D4 (Ethik/Recht) ist unkritisch: Nicht-Wohn-Gebäudedaten sind nicht personenbezogen, keine AI-Act-Anhang-III-Hochrisiko-Anwendung, Standard-Compliance genügt — kein DPIA-Floor wie bei Haushalts-Smart-Meter-Daten (*medium confidence; medium evidence, high agreement*) [[2022-ipcc-ar6-wg3-buildings]].

Methodische Einschränkungen

1. **Single-Screener-Recherche** durch Bernhard Götzendorfer mit KI-Assistenz (Claude Opus 4.8, 1M context). 2. **Suchsprache DE/EN** — Literatur in anderen EU-Sprachen ggf. unterrepräsentiert; Mitigation: EU-Layer-Quellen sind überwiegend EN-verfügbar, Wien-Kontext priorisiert DE. 3. **Stand der Recherche: 2026-06-22** — Updates erfolgen in separaten Brief-Versionen (ADR-0002/0004); bei zeitkritischer EU-Regulatorik (EPBD-Recast-Umsetzung in nationales Recht) ist halbjährliches Re-Screening vorgesehen. 4. **Keine formale Critical Appraisal** pro Quelle (kein GRADE/ROBINS-I); Qualität wird heuristisch über die Whitelist-Tier-Zuordnung und den Peer-Review-Status bewertet; IPCC-Calibrated-Language-Tags markieren die Confidence pro Key-Claim. 5. **Übertragbarkeits-Vorbehalt** — die zentralen Methoden-Quellen (NREL, Casals-Francas) sind US- bzw. generisch-EU-kalibriert; die Übertragung auf den Wiener Nicht-Wohn-Bestand erfolgt über die Wien-Primary-Quelle und ist empirisch noch nicht validiert.

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/>

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-parker-commercial-building-stock-segmentation — Parker, A.; Dahlhausen, M.; Wilson, E. (2024). Commercial Building Stock Segmentation for Decarbonization Planning. *NREL / OSTI U.S. DOE*. [GOLD] DOI: [10.2172/2352708](https://doi.org/10.2172/2352708)

2025-casals-francas-building-stock-decarbonization — Casals-Francas, L.; Gangoells, M.; Casals, M. (2025). From vision to action: Boosting building stock decarbonization. *Energy and Buildings*. [HYBRID] DOI: [10.1016/j.enbuild.2025.115692](https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.115692)

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)

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>
- **Ardeshir Mahdavi** [Hochschule] — TU Wien
ORCID: [0000-0002-8765-0801](https://orcid.org/0000-0002-8765-0801)
Profil: <https://orcid.org/0000-0002-8765-0801>
- **Thomas Bednar** [Hochschule] — TU Wien
ORCID: [0000-0003-1142-5517](https://orcid.org/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*)

Welche KI-Anwendungen können zur Reduktion des Energieverbrauchs von Gebäuden beitragen?

Bau & Gebäude — Thema 2.1: Dekarbonisierung des Gebäudebestands · Status: drafted · Quellen: 9 · Bewertet: 2026-06-25 · Modell: claude-opus-4-8@prompts/synthesis.v2.md

KI-Eignungs-Score: **HOCH**

Sum-Regel $D1+D2+D3+D4 = 3+3+3+2 = 11 \rightarrow$ high. D1 (Datenverfügbarkeit): Wiener-Netze-Smart-Meter-Rollout zu ~96% abgeschlossen (Stand Ende 2024, ca. 1,5 Mio Geräte), kombinierbar mit Wien-OGD (data.wien.gv.at), Copernicus und ab 2024 verpflichtenden BACS-Daten >290 kW (EPBD-Recast). D2 (Aufgabentyp): Mehrere Typen kombinierbar — Prediction (Last-/Bedarfs-Forecasting), Optimization (HVAC-Steuerung, Demand-Response), Pattern-Recognition (Fault-Detection), Simulation (Digital Twins). D3 (Methoden-Reife): Etabliert in EU-Pilotumgebungen — Reinforcement-Learning-HVAC erreicht in Feldversuchen 24-55% Einsparung gegenüber PI/PID, AIT-Pilot mAltenance abgeschlossen 2023. D4 (Ethik/Recht): Moderat — kein AI-Act-Anhang-III-Hochrisiko, aber Smart-Meter-Daten sind GDPR-sensibel (DPIA-Pflicht auf Haushaltsebene, Aggregation reduziert Risiko). Keine Override-Regel aktiv.

Anwendungsfälle:

- Prädiktive HVAC-Steuerung in städtischen Gebäuden (z.B. WIGEV-Spitäler, MA-34-Verwaltungsbauten) per Reinforcement-Learning auf Basis von Wiener-Netze-Smart-Meter-Daten + Wetter-Forecasts — Zielgrösse 20-30% Heiz-/Kühl-Energie-Einsparung gegenüber regelbasierten Reglern
- KI-gestützte Fault-Detection-and-Diagnosis (FDD) in HVAC-Anlagen des Wiener Gebäudeportfolios analog zum AIT-mAltenance-Ansatz — Reduktion von Drift-Verlusten bei nicht-optimal eingestellten Anlagen
- Aggregierte Last- und PV-Einspeise-Prognose für Wien-Energie-Fernwärme-/Stromnetz per Zeitreihen-NN, kombiniert mit Demand-Response-Programmen für Spitzenlast-Reduktion (Schnittstelle Programm 'Raus aus Gas')

Methodische Grundlagen

- **Datenbanken:** Wien-OGD (data.wien.gv.at), Scopus, Crossref, IEA-Library, IPCC-Berichte, EEA-Datenbank
- **Suchstrings:** „smart HVAC reinforcement learning building energy reduction“, „MPC vs RL building control field deployment“, „smart meter data re-identification privacy Vienna“
- **Datum:** 2020-01-01 — 2026-06-25
- **Letzter Suchlauf:** 2026-06-25
- **Einschluss:** Wien-Bezug oder DACH/EU-übertragbar; ab 2020; peer-reviewed oder institutionell (IEA, IPCC, AIT, EEA); Deutsch oder Englisch; Volltext zugänglich.
- **Ausschluss:** Konferenz-Abstracts ohne Proceedings; Nicht-EU außer als Benchmark; Predatory Journals; Pre-Prints ohne Akzeptanz-Status.
- **Gesichtete Treffer:** ~32 **Aufgenommene Quellen:** 9

Stand der Forschung

KI-gestützte Heiz-, Lüftungs- und Klimatechnik (HVAC) gehört zum Kern moderner Gebäudeleittechnik (BMS) [[2022-ipcc-ar6-wg3-buildings]]. Die Internationale Energieagentur (IEA) beziffert das Potenzial: KI-gestützte Steuerung könnte weltweit rund 300 Terawattstunden Strom sparen, im Gewerbe-Segment bis zu 40 Prozent ohne Anlagentausch (*medium confidence; medium evidence, medium agreement*) [[2025-iea-energy-and-ai]].

Übersichtsstudien zu bestärkendem Lernen (Reinforcement Learning, RL — selbst-optimierende Regelung durch Versuch und Rückmeldung) zeigen 24 bis 26 Prozent Einsparung in Simulationen und 40 bis 55 Prozent in Feldversuchen gegenüber klassischen Reglern (*medium confidence; limited evidence, medium agreement*) [[2024-alsayed-rl-hvac-review]]. Eine kontrollierte Feldstudie dämpft den Optimismus: Mulayim et al. (2025) zeigen, dass modellprädiktive Regelung (MPC — Steuerung über ein vorausrechnendes Gebäudemodell) das bestärkende Lernen schlägt — temperaturkorrigiert 12,7 gegenüber 7,3 Prozent Effizienzgewinn [[2025-mulayim-rl-vs-mpc]]. In Österreich hat das AIT-Projekt mAIntenance (2021–2023) Verbrauchsprognose und maschinelle Fehler-Erkennung erprobt [[2023-ait-maintenance-hvac]]. EU-weit verschiebt die neugefasste Gebäuderichtlinie mit verpflichtender Gebäudeautomation (BACS) ab 290 Kilowatt den Rahmen Richtung KI-fähiger Gebäude [[2024-hernandez-european-smart-buildings]].

Forschungslücken

Drei Lücken sind belastbar. Erstens fehlt die Brücke zur Klimawirkung: Studien messen Energie-Einsparung, rechnen sie aber selten in CO₂-Äquivalente oder einen Lebenszyklus-Bezug um [[2022-ipcc-ar6-wg3-buildings]]. Zweitens fehlen für Wien Langzeit-Studien über mindestens drei Heizperioden, die belegen, wie viel KI-gesteuerte Anlagen im Dauerbetrieb tatsächlich sparen; ein veröffentlichter österreichischer Feld-Pilot existiert nicht [[2024-alsayed-rl-hvac-review]] [[2023-ait-maintenance-hvac]]. Drittens überträgt sich bestärkendes Lernen oft schlecht von einem Gebäude auf das nächste und bietet keine harten Sicherheitsgarantien für den Live-Betrieb — eine Hürde, die den breiten Praxis-Einsatz heute noch bremst und nach hybriden Verfahren mit modellprädiktiver Regelung verlangt [[2025-mulayim-rl-vs-mpc]].

Trends & Entwicklungen

Im Zeithorizont 2024 bis 2030 wandert die RL-gestützte HVAC-Optimierung von Forschungspilots in produktive Smart-City-Anwendungen (*medium confidence; limited evidence, medium agreement*) [[2024-alsayed-rl-hvac-review]]. EU-weit weitet die neugefasste Gebäuderichtlinie die Automations-Pflicht bis 2029 auf Anlagen ab 70 Kilowatt aus [[2024-hernandez-european-smart-buildings]]. In Wien ist mit dem nahezu abgeschlossenen Smart-Meter-Rollout (rund 1,5 Millionen Geräte, 96 Prozent Quote Ende 2024, viertelstündliche Daten per Opt-in) eine flächendeckende Datenbasis entstanden (*high confidence; robust evidence, high agreement*) [[2024-wiener-netze-smart-meter-rollout]]. Eine Gegenkraft bleibt der Rebound-Effekt: Das Öko-Institut (2020) misst bei DACH-Smart-Home-Nutzung +19 Prozent Strom-Mehrverbrauch durch Komfort- und Sicherheitsfunktionen — Netto-Einsparungen müssen ihn gegenrechnen [[2020-oeko-institut-smart-home-rebound]].

KI-Eignungs-Bewertung

Die Frage hat eine hohe KI-Eignung und lässt sich in mehrere KI-Aufgabentypen übersetzen: **Prediction** (Last- und Bedarfs-Vorhersage auf Smart-Meter-Daten), **Optimization** (HVAC-Steuerung per bestärkendem Lernen oder modellprädiktiver Regelung, Lastverschiebung), **Pattern-Recognition** (automatische Fehlererkennung, analog zum AIT-Projekt mAIntenance) und **Simulation** (digitale Gebäude-Zwillinge) [[2025-iea-energy-and-ai]] [[2024-alsayed-rl-hvac-review]]. Die Datenlage ist exzellent: Wiener-Netze-Smart-Meter, Wien-OGD und die ab 2024 verpflichtenden Gebäudeautomations-Daten sind direkt nutzbar [[2024-wiener-netze-smart-meter-rollout]]. Die Methoden sind in EU-Pilotumgebungen produktiv erprobt; für sicherheitskritische Echtzeit-Regelung bleibt die modellprädiktive Regelung vorzuziehen [[2025-mulayim-rl-vs-mpc]]. Konkreter Wien-Use-Case: prädiktive HVAC-Steuerung in WIGEV-Spitälern und MA-34-Verwaltungsbauten auf Smart-Meter- und Wetter-Daten.

Rechtlich ist die Lage moderat, nicht unkritisch: Die Frage berührt **personen-rekonstruierbare Daten**. Voyez et al. (2025) zeigen 90 Prozent Re-Identifikation aus nur fünf Smart-Meter-Messungen (*high confidence; medium evidence*,

high agreement) [[2025-voyez-smart-meter-reid]]. Auf Haushaltsebene ist daher eine **Datenschutz-Folgenabschätzung nach Art. 35 DSGVO** verpflichtend; Aggregation auf Gebäude- oder Quartiersebene (k-Anonymität ≥ 20) bleibt der praxistaugliche Schutz-Pfad. Eine reine Anlagen-Optimierung fällt **nicht** unter den Hochrisiko-Block des EU-AI-Acts (Anhang III); wird die KI zur Zuteilung von Förderungen oder Sozialleistungen eingesetzt, greift Anhang III §5(a) mit Konformitätsbewertung und menschlicher Aufsicht.

Methodische Einschränkungen

1. **Single-Screener-Recherche** durch Bernhard Götzendorfer mit KI-Assistenz (Claude Opus 4.8, 1M context); keine unabhängige Zweit-Sichtung. 2. **Suchsprache Deutsch/Englisch** — Literatur in anderen EU-Sprachen ist möglicherweise unterrepräsentiert; der Wien-Kontext wird auf Deutsch priorisiert. 3. **Stand der Recherche: 2026-06-25**. Updates erfolgen in separaten Brief-Versionen (ADR-0002/0004); bei zeitkritischen Themen wie der EU-Regulatorik halbjährliches Re-Screening. 4. **Keine formale Critical Appraisal** pro Quelle (kein GRADE/ROBINS-I); die Qualität ist heuristisch über Whitelist-Tier und Peer-Review-Status eingeschätzt; die IPCC-Confidence-Tags machen die Confidence pro Kern-Aussage transparent. 5. **Datenschutz-Folgenabschätzung (DPIA)**. Jeder Smart-Meter-Use-Case braucht vor der Modellierung eine DPIA mit Aggregation als Privacy-by-Design-Muster; kritische Stimmen der Zivilgesellschaft (epicenter.works, noyb) sind einzubeziehen.

Quellen

2025-iea-energy-and-ai — International Energy Agency (2025). Energy and AI. *IEA, Paris*. [GOLD] URL: <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>

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

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

2024-alsayed-rl-hvac-review — Al Sayed, Khalil; Boodi, Abhinandana; Sadeghian Broujeny, Roozbeh; Beddiar, Karim (2024). Reinforcement learning for HVAC control in intelligent buildings: A technical and conceptual review. *Journal of Building Engineering*, Vol. 95, 110085. [HYBRID] DOI: 10.1016/j.job.2024.110085

2023-ait-maintenance-hvac — AIT Austrian Institute of Technology; PKE Facility Management (2023). mAIntenance — AI supported maintenance and energy management. *AIT Research Project (Stadt der Zukunft / City of Tomorrow)*. [GOLD] URL: <https://www.ait.ac.at/en/research-topics/efficient-buildings-and-hvac-technologies/projects/ai-supported-maintenance-and-energy-management>

2024-wiener-netze-smart-meter-rollout — ORF Wien Redaktion (2024). Smart Meter-Rollout der Wiener Netze: 1,5 Millionen installierte Geräte zum Jahresende 2024. *wien.ORF.at (Berichterstattung zu Wiener Netze)*. [GOLD] URL: <https://wien.orf.at/stories/3283588/>

2025-mulayim-rl-vs-mpc — Mulayim, M.; Sangoğul, V.; et al. (2025). MPC outperforms RL in real-world HVAC control under comfort normalization. *Applied Energy (accepted)*; *arXiv:2510.01475*. [GREEN] URL: <https://arxiv.org/abs/2510.01475>

2025-voyez-smart-meter-reid — Voyez, Antonin; Allard, Tristan; Avoine, Gildas; Cauchois, Pierre; Fromont, Elisa; Simonin, Matthieu (2025). The privacy cost of fine-grained electrical consumption data. *Scientific Reports (Nature Portfolio)*, Vol. 15. [GOLD] DOI: 10.1038/s41598-024-78285-7

2020-oeko-institut-smart-home-rebound — Öko-Institut e.V. (Studie für VZ NRW) (2020). Smart Home – Energieverbrauch und Einsparpotenzial der intelligenten Haustechnik. *Öko-Institut e.V. (im Auftrag der Verbraucherzentrale NRW)*. [GOLD] URL: https://www.verbraucherzentrale.nrw/sites/default/files/2020-04/VZNRW_Smarthome_Stromverbrauch.pdf

Wiener Forschende

- **Martin Kozek** [Hochschule] — TU Wien

ORCID: 0000-0003-0402-3309

ORCID-Eintrag (Selbstauskunft): Anstellung Vienna University of Technology · Registry-Stand 05.2018 · abgerufen 13.08.2026

Profil: <https://openalex.org/A5020112103>

- **Iva Kovačić** [Hochschule] — TU Wien

ORCID: 0000-0002-0303-3284

ORCID-Eintrag (Selbstauskunft): Anstellung TU Wien · Registry-Stand 07.2026 · abgerufen 13.08.2026

ORCID-Eintrag (Eintrag der Institution): Anstellung TU Wien · Registry-Stand 07.2026 · abgerufen 13.08.2026

Profil: <https://openalex.org/A5060873447>

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

ORCID: 0000-0002-8765-0801

ORCID-Registry geprüft: keine Anstellung hinterlegt · abgerufen 13.08.2026

Profil: <https://openalex.org/A5041588177>

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*)

Wie wirkt sich der Klimawandel auf den Kühlbedarf im Stadtgebiet aus?

Bau & Gebäude — Thema 2.2: Gebäudekühlung in der Bestandsstadt · Status: drafted · Quellen: 9 · Bewertet: 2026-06-22 · Modell: claude-opus-4-8@prompts/synthesis.v2.md

KI-Eignungs-Score: **HOCH**

Sum-Regel $D1+D2+D3+D4 = 3+3+3+2 = 11 \rightarrow$ high. D1 (Datenverfügbarkeit): Wien-OGD-Stadtklimaanalyse, Copernicus-LST, ZAMG-Klima-Reanalyse, Wiener-Netze-Smart-Meter-Profil und EU-Cooling-Degree-Days sind direkt nutzbar — Skala 3. D2 (Aufgabentyp): Mehrere Aufgabentypen kombinierbar — Prediction (Cooling-Degree-Days, sommerliche Spitzenlast), Simulation (Gebäude-Last-Surrogate + Stadt-Klima-Mikroklima-Modelle), Optimization (Fernkälte-Ausbau, reversible Wärmepumpen-Einsatzplanung) und Pattern-Recognition (Hitzeinsel-Kartierung aus Sentinel-2 + Luftbildern). D3 (Methoden-Reife): Etabliert — Building-Energy-Simulation (EnergyPlus, IDA-ICE), CV auf Land-Surface-Temperature und Smart-Meter-Lastprognose werden EU-weit in Smart-City-Pilots produktiv eingesetzt; das MA-22-Energieflussmodell ist die lokale Vorlage. D4 (Ethik/Recht): Aggregierte Last- und Klimadaten unkritisch; Verteilungs-Mapping der 'kalten Kluft' auf Haushalts-Ebene DPIA-pflichtig — Aggregation auf Gebäude-/Bezirks-Ebene mitigiert das Risiko und bleibt im Standard-Compliance-Rahmen $\rightarrow$ Skala 2 (moderat). Keine Override-Regel aktiv (D1, D2, D4 $\neq$ 0).

Anwendungsfälle:

- Stundengenaue Kühlbedarfs-Prognose für den Wiener Bestand: Building-Energy-Simulation (EnergyPlus / IDA-ICE) auf MA-22-Stadtklimaanalyse-Daten + Copernicus-LST + ZAMG-Klimaszenarien, gekoppelt mit aggregierten Wiener-Netze-Smart-Meter-Profilen — Eingabe in MA-20-Pfadrechnung und Wien-Energie-Fernkälte-Ausbauplanung
- Hitzeinsel-+Kühlbedarfs-Overlay-Mapping: Pattern-Recognition auf Sentinel-2-LST und Stadt-Wien-OGD-Luftbildern zur Identifikation der Bestandsbezirke mit höchstem Kühlbedarfs-Anstieg (10., 15., 20.) und Priorisierung passiver Maßnahmen ('Raus aus dem Asphalt', Verschattungs-Programme)
- Optimierung des reversiblen Wärmepumpen-Einsatzes in Wiener Quartieren: kombinierte Heiz-Kühl-Lastflussplanung mit Niedertemperatur-Quellen (Donau, Donaukanal, Grundwasser) gemäß MA-22-Energieflussmodell, Demand-Response gegen sommerliche PV-Erzeugungsspitzen

Methodische Grundlagen

- **Datenbanken:** Wien-OGD (data.wien.gv.at / MA 20 Energieplanung), Scopus, Google Scholar, EEA-Datenbank, IEA-Library, PubMed/PMC, Nature-Portfolio, klimawandelanpassung.at
- **Suchstrings:** „cooling degree days projection uncertainty multi-model urban“, „Wien Energie Fernkälte Hitzetage 2024“, „cooling energy inequality AC access low income“, „passive cooling Vienna building stock shading night ventilation“
- **Datum:** 2019-01-01 — 2026-05-13
- **Letzter Suchlauf:** 2026-05-13
- **Einschluss:** Wien-Bezug/DACH/EU-übertragbar; ≥ 2019 (Deroubaix 2021); peer-reviewed oder institutionell (Stadt Wien/EEA/IEA/Wien Energie/MA-22/BOKU); DE/EN; Volltext zugänglich.
- **Ausschluss:** Conference-Abstracts ohne Proceedings; Non-EU außer als Benchmark; Predatory Journals; Pre-Print ohne Akzeptanz-Status.
- **Gesichtete Treffer:** ~34 **Aufgenommene Quellen:** 9 (1 Wien-Primary + 1 EU-Anker + 7 K3-Peer-Review/Reuse)

Stand der Forschung

Der Klimawandel verschiebt die Heiz-Kühl-Bilanz Richtung Kühlung: Deroubaix et al. (2021) zeigen für mid-latitude Städte eine Cooling-Degree-Days-Spannweite von **−20 % bis +400 %** über die Klimamodelle — der Trend ist robust, die Quantifizierung modellabhängig stark streuend (*medium confidence; medium evidence, high agreement*) [[2021-deroubaix-cooling-energy-demand-uncertainty]]. Für Wien ordnet der Klimafahrplan im Gebäude-Sektorpfad die Adaptation dem Klimaneutralitäts-Ziel 2040 und einer verdoppelten Sanierungsrate zu; der wachsende Kühlbedarf wird als Co-Benefit-/Lastthema mitgeführt [[2024-stadt-wien-klimafahrplan-gebaeude]]. Wien-Energie-Echtdaten belegen die steigende Kühllast lokal: +60 % Fernkälte-Nachfrage an Hitzetagen (~35 °C), 53 Tropennächte in der Innenstadt 2024 (*high confidence; robust evidence, high agreement*) [[2025-wien-energie-hitzetage-cooling-surge]]. Adaptationsseitig dokumentiert die EEA für europäische Städte, dass grün-blaue Maßnahmen (Verschattung, Hof- und Fassadenbegrünung, Entsiegelung) die Oberflächentemperatur messbar senken und in Lebenszyklus-Betrachtungen kosteneffizienter sind als rein technische Kühlung (*medium confidence; medium evidence, high agreement*) [[2024-eea-urban-adaptation-europe]]. Falchetta et al. (2024) belegen regressiven AC-Zugang (Italien 39 % gesamt, nur 10 % unter Armutsgrenze) (*high confidence; robust evidence, high agreement*) [[2024-falchetta-cooling-inequality-global]]; Li et al. (2024) zeigen Cooling-Kapazität aus Grünräumen als strukturell ungleich verteilt [[2024-li-cooling-inequity]].

Forschungslücken

Bestehende Sanierungs-Pakete (THEWOSAN, BeRTA) und der Klimafahrplan-Sektorpfad sind heizdominiert; eine integrierte ganzjährige Heiz-Kühl-Bilanz für den Wiener Bestand fehlt — der Kühlbedarf bleibt Co-Benefit-/Lastthema, kein eigenes Bemessungs-Ziel [[2024-stadt-wien-klimafahrplan-gebaeude]]. Gebäudegenaue Last-Profile für aktive Wohn-Kühlung sind nicht öffentlich verfügbar, weil aktive Wohn-Kühlung in Wien historisch unterdurchschnittlich ist und in den Tarif-Aggregaten der Wiener Netze noch nicht durchschlägt — eine Wien-spezifische empirische Quantifizierung der künftigen Kühllast steht aus. Die „kalte Kluft“ hat globale Quantifizierungs-Anker (Falchetta 2024 Italien 39 %/10 %; Li 2024), aber Wien-Spezifik (Fernkälte-Distrikte vs. low-income-Bezirke, privater Mietbestand ohne AC-Förderung) ist empirisch unbelegt; Friesenecker et al. (2025) zeigen, dass klimaadaptive Aufwertung ohne Equity-Steuerung Verdrängungsrisiko trägt [[2025-friesenecker-social-housing]].

Trends & Entwicklungen

Im Zeithorizont 2025–2040 verschiebt sich das Wiener Adaptations-Portfolio Richtung integrierter Heiz-Kühl-Systeme: Fernkälte (Wien Energie: 7 → 8 Cooling-Centers, €90 Mio. Investment) und reversible Wärmepumpen mit Niedertemperatur-Quellen (Donau, Donaukanal, U-Bahn-Abwärme) werden zur tragenden Säule; die Fernkälte-Spitze (11–16 Uhr) koinzidiert mit der PV-Erzeugungsspitze — eine systemische Demand-Response-Chance, aber auch ein Spitzenlast-/Netz-Engpass-Risiko [[2025-wien-energie-hitzetage-cooling-surge]]. Auf EU-Ebene priorisiert die EEA-Synthese grün-blaue Anpassungs-Maßnahmen vor rein technischer Kühlung; der robuste, modellübergreifende Cooling-Degree-Days-Anstieg (Deroubaix 2021) macht diese Adaptation unausweichlich [[2024-eea-urban-adaptation-europe]]. Tree-Cooling-Wirksamkeit bleibt klima- und morphologie-spezifisch: temperate Städte wie Wien erzielen moderate, nicht maximale Cooling-Effekte; „Raus aus dem Asphalt“ muss tree-trait-differenziert geplant werden (*high confidence; robust evidence, high agreement*) [[2024-krayenhoff-pedestrian-cooling-mapping]].

KI-Eignungs-Bewertung

Die Frage eignet sich für **Prediction** (CDD-Trajektorien, sommerliche Spitzenlast), **Simulation** (Building-Energy-Surrogate gekoppelt mit Stadtklima-Mesomodell), **Optimization** (Fernkälte-Ausbau, reversible Wärmepumpen-Dispatch gegen PV-Spitzen) und **Pattern-Recognition** (Hitzeinsel-Kartierung aus Sentinel-2-LST) [[2025-iea-

energy-and-ai]]. Konkreter Wien-Use-Case: stundengenaue Kühlbedarfs-Prognose für den Bestand auf MA-22-Stadtklimaanalyse + Copernicus-LST + ZAMG-Klimaszenarien, gekoppelt mit aggregierten Wiener-Netze-Smart-Meter-Profilen, als Input in die MA-20-Pfadrechnung und die Fernkälte-Ausbauplanung. Methoden-Reife: EnergyPlus/IDA-ICE und CV-Pipelines auf LST sind EU-weit in Smart-City-Pilots produktiv. Recht: kein **EU-AI-Act-Annex-III-Hochrisiko**-Treffer (kein biometrisches/personenbezogenes Entscheidungs-System) — negativ deklariert. Datenschutz: ein Equity-Mapping der „kalten Kluft“ auf Haushalts-Ebene wäre **DSGVO Art. 35 (DPIA)**-pflichtig; Aggregation auf Bezirks-/Gebäude-Ebene (k-Anonymität ≥ 20) hält den Standard-Compliance-Rahmen. Aggregiert: D1=3, D2=3, D3=3, D4=2, Sum=11 → **high**.

Methodische Einschränkungen

1. **Single-Screener-Recherche** durch Bernhard Götzendorfer mit KI-Assistenz (Claude Opus 4.8, 1M context); kein Vier-Augen-Prinzip pro Quelle. 2. **Suchsprache DE/EN**. Literatur in anderen EU-Sprachen möglicherweise unterrepräsentiert; Mitigation: EU-Layer-Quellen sind häufig EN-übersetzt verfügbar, der Wien-Kontext priorisiert DE. 3. **Stand der Recherche: 2026-05-13**. Updates in separaten Brief-Versionen (ADR-0002/0004); bei zeitkritischen Themen (Fernkälte-Ausbau, Cooling-Equity-Policy, Klimamodell-Updates) halbjährliches Re-Screening empfohlen. 4. **Keine formale Critical Appraisal pro Quelle** (kein GRADE/ROBINS-I); Qualität heuristisch über Whitelist-Tier + Peer-Review-Status; IPCC-Calibrated-Language-Tags markieren Confidence pro Key-Claim. Deroubaix 2021 (–20 % bis +400 %) belegt, dass Punkt-Projektionen als alleinige Planungs-Grundlage unzureichend sind. 5. **DPIA-Baustein (bedingt)**. Ein Equity-Mapping der „kalten Kluft“ berührt re-identifizierbare Haushalts-Daten — Re-Identifikations-Floor beachten, Privacy-by-Design (Aggregation/Differential Privacy), kritische NGO-Stimmen (epicenter.works / noyb) einbeziehen.

Quellen

2025-iea-energy-and-ai — International Energy Agency (2025). Energy and AI. IEA, Paris. [GOLD] URL: <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>

2021-deroubaix-cooling-energy-demand-uncertainty — Deroubaix, A.; Labuhn, I.; Camredon, M.; Gaubert, B.; Monerie, P.-A.; Popp, M.; Ramarohetra, J.; Ruprich-Robert, Y.; Silvers, L. G.; Siour, G. (2021). Large uncertainties in trends of energy demand for heating and cooling under climate change. *Nature Communications*, Vol. 12. [GOLD] DOI: [10.1038/s41467-021-25504-8](https://doi.org/10.1038/s41467-021-25504-8)

2025-wien-energie-hitzetage-cooling-surge — Wien Energie (2025). Vienna Energy: Up to 60 Percent More District Cooling Demand in Heat. VOL.AT / APA-Coverage Wien Energie Pressekonferenz, 28.06.2025. URL: <https://www.vol.at/vienna-energy-up-to-60-percent-more-district-cooling-demand-in-heat/9513140>

2024-falchetta-cooling-inequality-global — Falchetta, G.; De Cian, E.; Pavanello, F.; Sue Wing, I. (2024). Inequalities in global residential cooling energy use to 2050. *Nature Communications*, Vol. 15. [GOLD] DOI: [10.1038/s41467-024-52028-8](https://doi.org/10.1038/s41467-024-52028-8)

2024-krayenhoff-pedestrian-cooling-mapping — Li, Haiwei; Zhao, Yongling; Wang, Chenghao; Ürge-Vorsatz, Diana; Carmeliet, Jan; Bardhan, Ronita (2024). Cooling efficacy of trees across cities is determined by background climate, urban morphology, and tree trait. *Communications Earth & Environment*, Vol. 5. [GOLD] DOI: [10.1038/s43247-024-01908-4](https://doi.org/10.1038/s43247-024-01908-4)

2024-li-cooling-inequity — Li, Yunzhu; Svenning, Jens-Christian; Zhou, Weiqi; Zhu, Kai; Abrams, Jesse F.; Lenton, Timothy M.; Ripple, William J.; Yu, Zhiyong; Teng, Shi-Ning; Dunn, Robert R.; Xu, Chi (2024). Green spaces provide substantial but unequal urban cooling globally. *Nature Communications*, Vol. 15, No. 1. [GOLD] DOI: [10.1038/s41467-024-51355-0](https://doi.org/10.1038/s41467-024-51355-0)

2025-friesenecker-social-housing — Friesenecker, Michael; et al. (2025). Socially equitable climate risk management of urban heat. *npj Urban Sustainability (Nature Portfolio)*. [GOLD] DOI: [10.1038/s42949-025-00202-2](https://doi.org/10.1038/s42949-025-00202-2)

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](https://www.wien.gv.at/spezial/klimafahrplan/). [GOLD] URL: <https://www.wien.gv.at/spezial/klimafahrplan/>

2024-eea-urban-adaptation-europe — European Environment Agency (EEA) (2024). Urban adaptation in Europe: what works? — Implementing climate action in European cities (EEA Report 06/2024). *EEA Report 06/2024, Publications Office of the European Union*.

Wiener Forschende

- **Azra Korjenić** [Hochschule] — TU Wien

ORCID: 0000-0002-2904-9532

ORCID-Eintrag (Eintrag der Institution): Anstellung TU Wien · Registry-Stand 08.2020 · abgerufen 13.08.2026

Profil: <https://openalex.org/A5033351375>

- **Kristina Orehounig** [Hochschule] — TU Wien

ORCID: 0000-0001-6491-7641

ORCID-Registry geprüft: keine Anstellung hinterlegt · abgerufen 13.08.2026

Profil: <https://openalex.org/A5008566976>

- **Lukas Kranzl** [Hochschule] — TU Wien

ORCID: 0000-0003-3350-7134

ORCID-Eintrag (Selbstauskunft): Anstellung TU Wien · Registry-Stand 08.2021 · abgerufen 13.08.2026

ORCID-Eintrag (Selbstauskunft): Anstellung Fachhochschule Wiener Neustadt für Wirtschaft und Technik GmbH - Campus Wieselburg · Registry-Stand 09.2021 · abgerufen 13.08.2026

ORCID-Eintrag (Eintrag der Institution): Anstellung TU Wien · Registry-Stand 09.2022 · abgerufen 13.08.2026

Profil: <https://openalex.org/A5061975511>

Patenschaft

Magistratsdirektion – Baudirektion, Programmleitung Raus aus Gas

Wien Energie

MA 20 Energieplanung, Referat Erneuerbare Energie & Innovative Energielösungen (*Insb. Frage 2b*)

Wien Energie (*Dekarbonisierung Gebäudekühlung*)

Baudirektion, Kompetenzzentrum Bahninfrastruktur (*Spezialfrage*)

Wie könnten effiziente Kühlstrategien für Bestandsgebäude in Wien künftig aussehen?

Bau & Gebäude — Thema 2.2: Gebäudekühlung in der Bestandsstadt · Status: drafted · Quellen: 7 · Bewertet: 2026-06-22 · Modell: claude-opus-4-8@prompts/synthesis.v2.md

KI-Eignungs-Score: HOCH

Sum-Regel $D1+D2+D3+D4 = 3+3+3+2 = 11 \rightarrow$ high (sum ≥ 10). D1 (Datenverfügbarkeit, 3): MA-22-Stadtklimaanalyse, Copernicus-LST, GeoSphere-Klimaszenarien, Wien-OGD-Gebäudetypologie und aggregierte Wiener-Netze-Last-/Fernkälte-Profile sind direkt nutzbar. D2 (Aufgabentyp, 3): mehrere KI-Typen kombinierbar — Prediction (Kühlbedarfs-/Spitzenlast-Prognose), Simulation (Building-Energy-Surrogate + Mikroklima), Optimization (reversible Wärmepumpen-/Fernkälte-Einsatzplanung, Demand-Response) und Pattern-Recognition (Hitzeinsel-Kartierung + Bestands-Segmentierung). D3 (Methoden-Reife, 3): Building-Energy-Simulation (EnergyPlus/IDA-ICE), Urban-Building-Energy-Modelling und CV auf Land-Surface-Temperature sind EU-weit in Smart-City-Pilots produktiv. D4 (Ethik/Recht, 2): aggregierte Klima-/Lastdaten unkritisch, aber das Verteilungs-Mapping der 'kalten Kluft' auf Haushaltsebene ist DPIA-pflichtig — Aggregation auf Gebäude-/Quartiersebene mitigiert und hält die Anwendung im Standard-Compliance-Rahmen, kein AI-Act-Anhang-III-Hochrisiko. Keine Override aktiv (keine Dimension = 0, D4 $\neq$ 0).

Anwendungsfälle:

- Bestands-Segmentierung + Kühlbedarfs-Prognose: Urban-Building-Energy-Modelling (EnergyPlus/IDA-ICE-Surrogate) auf Wien-OGD-Gebäudetypologie + MA-22-Stadtklimaanalyse + Copernicus-LST, um Gründerzeit-, Zwischenkriegs- und Nachkriegsbestand nach Überhitzungsrisiko und passivem Reduktionspotenzial zu priorisieren — Input in die MA-20-Pfadrechnung und die 'Raus aus Gas'-Sanierungsreihung.
- Optimierung des reversiblen Wärmepumpen- und Fernkälte-Einsatzes: KI-gestützte, gebäudeübergreifende Heiz-Kühl-Lastflussplanung mit Niedertemperatur-Quellen (Grundwasser, Donau-/Wienfluss-Wasser) und Demand-Response gegen die sommerliche Mittags-Spitze, abgestimmt auf die zeitgleiche PV-Erzeugungsspitze im Wien-Energie-Netz.
- Hitzeinsel- und Verschattungs-Mapping: Pattern-Recognition auf Sentinel-2-LST und Stadt-Wien-Luftbildern zur Identifikation der Bestandsquartiere mit höchstem Kühlbedarfs-Anstieg und zur Verortung passiver Maßnahmen (außenliegende Verschattung, Fassaden-/Dachbegrünung, Entsiegelung).

Methodische Grundlagen

- **Datenbanken:** Wien-OGD (data.wien.gv.at), Scopus, Crossref, EEA-Datenbank, Nature-Portfolio, IEA-Library, arXiv
- **Suchstrings:** „passive cooling existing buildings Vienna retrofit shading“, „district cooling reversible heat pump building stock Europe“, „nature-based solutions urban cooling energy saving“
- **Datum:** 2020-01-01 — 2026-06-22
- **Letzter Suchlauf:** 2026-06-22
- **Einschluss:** Wien-Bezug bzw. DACH/EU-übertragbar; Publikationsfenster ≥ 2020 ; peer-reviewed oder institutionell belastbar (EEA, Wien Energie, BOKU, Nature-Portfolio); Sprache DE oder EN; Volltext bzw. verifizierter Abstract zugänglich.
- **Ausschluss:** Conference-Abstracts ohne Proceedings; Predatory Journals; Pre-Print ohne dokumentierten Akzeptanz-Status; rein außereuropäische Studien, außer sie dienen als methodischer Benchmark.
- **Gesichtete Treffer:** ~34 **Aufgenommene Quellen:** 7

Stand der Forschung

Effiziente Kühlung des Bestands folgt einer Maßnahmen-Hierarchie: zuerst passive Lastreduktion, erst danach hocheffiziente aktive Kühlung — die EEA priorisiert grün-blaue Anpassungs-Maßnahmen (Verschattung, Hof- und Fassadenbegrünung, Entsiegelung) vor rein technischer Kühlung und belegt deren Kosteneffizienz in Lebenszyklus-Betrachtungen (*medium confidence; medium evidence, high agreement*) [[2024-eea-urban-adaptation-europe]]. Für den typischen Wiener Bestand (Gründerzeit, Zwischenkriegs- und Nachkriegsbau) gilt außenliegende Verschattung als dominanter passiver Hebel, während Nachtlüftung in zunehmend häufigen Tropennächten > 20 °C an Wirkung verliert — die Saisonalitäts-Verschiebung ist durch 53 Tropennächte in der Wiener Innenstadt 2024 belegt [[2025-wien-energie-hitzetage-cooling-surge]]. Nature-based Solutions ergänzen dies skalenabhängig: auf Gebäude-Ebene liefern sie die beste Energie-Einsparung (≈ 8,6 %), auf Quartiers-Ebene die stärkste Temperatur-Kühlung (*medium confidence; medium evidence, high agreement*) [[2025-nature-cities-nbs-cooling-energy]]. Wo passive Maßnahmen nicht ausreichen, gilt die reversible Wärmepumpe als tragende aktive Option, da sie Heizen und Kühlen in einer Anlage bündelt; Hybrid-Konfigurationen überbrücken Bestände mit Hochtemperatur-Heizflächen [[2023-saffari-hybrid-heat-pump-retrofit]]. Auf Netz-Ebene trägt die Fernkälte: Wien Energie meldet an Hitzetagen bis zu 60 % höhere Fernkälte-Nachfrage mit Mittags-Spitze (11–16 Uhr), zeitgleich zur PV-Erzeugung [[2025-wien-energie-hitzetage-cooling-surge]].

Forschungslücken

Es fehlt eine ganzjährige, Wien-spezifische Bewertung, die Heiz- und Kühlbedarf des Bestands gemeinsam minimiert — die etablierten Sanierungslinien (THEWOSAN, BeRTA) und der Klimafahrplan-Sektorpfad optimieren bislang primär die Heiz-Performance und führen den Kühlbedarf vorrangig als Co-Benefit-Thema mit [[2024-stadt-wien-klimafahrplan-gebaeude]]. Ungeklärt ist zudem die belastbare Quantifizierung des künftigen Kühlbedarfs: Multi-Modell-Ensembles spannen für mitteleuropäische Städte eine Bandbreite von –20 % bis +400 % auf, getrieben durch Klimamodell-Variabilität, nicht durch die Methodik [[2021-deroubaix-cooling-energy-demand-uncertainty]]. Offen bleibt schließlich, welche Wiener Bestandsquartiere und Haushalte beim Zugang zu Kühlung strukturell benachteiligt sind — die „kalte Kluft“ ist global regressiv belegt, aber für den Wiener Miet- und Sozialwohnbau nicht feld-quantifiziert [[2024-falchetta-cooling-inequality-global]].

Trends & Entwicklungen

Im Horizont 2025–2035 verschiebt sich der Schwerpunkt von der Einzel-Anlage zur quartiers- und netzgekoppelten Kühlung: Fernkälte mit Niedertemperatur-Quellen und reversiblen Wärmepumpen wächst, getrieben durch den dokumentierten Nachfrage-Anstieg, die Mittags-Koinzidenz mit der PV-Erzeugungsspitze als systemische Demand-Response-Chance und Wien Energies Ausbau-Investment [[2025-wien-energie-hitzetage-cooling-surge]]. Parallel priorisiert die EEA-Synthese europäischer Städte passive grün-blaue Maßnahmen vor aktiver Kühlung und belegt deren Lebenszyklus-Kosteneffizienz (*medium confidence; medium evidence, high agreement*) [[2024-eea-urban-adaptation-europe]]. Multifunktionale grüne Infrastruktur (Fassaden-/Dachbegrünung, Entsiegelung) konvergiert mit der Gebäude-Sanierung zu kombinierten Paketen [[2025-nature-cities-nbs-cooling-energy]]. Zugleich rückt Verteilungsgerechtigkeit als Planungskriterium nach oben, um eine zwei-geteilte Kühlungs-Versorgung zu vermeiden [[2024-falchetta-cooling-inequality-global]].

KI-Eignungs-Bewertung

Die Frage erreicht eine **hohe** KI-Eignung (Score high, Rubric-Sum 11/12). Mehrere Aufgabentypen sind kombinierbar — **Prediction** (Kühlbedarf, sommerliche Spitzenlast), **Simulation** (Urban-Building-Energy-Modelling der Bestandstypologien), **Optimization** (reversible Wärmepumpen-/Fernkälte-Einsatz, Demand-Response) und **Pattern-**

Recognition (Hitzeinsel- und Verschattungs-Mapping) [[2024-eea-urban-adaptation-europe]]. Die Methoden sind in der Domäne produktiv, die Datenlage mit Wien-OGD, MA-22-Stadtklimaanalyse und Copernicus-LST direkt nutzbar. Konkreter Wien-Use-Case: KI-gestützte Segmentierung des Gründerzeit-/Nachkriegsbestands nach Überhitzungsrisiko und passivem Reduktionspotenzial, gekoppelt mit gebäudeübergreifender Fernkälte-/Wärmepumpen-Optimierung gegen die Mittags-Spitze [[2025-wien-energie-hitzetage-cooling-surge]]. Einschränkung ist D4 nur moderat: das Verteilungs-Mapping der „kalten Kluft“ berührt auf Haushaltsebene DSGVO-sensible Daten (DPIA, Art. 35) — Aggregation auf Gebäude-/Quartiersebene mitigiert und hält die Anwendung im Standard-Compliance-Rahmen, kein AI-Act-Anhang-III-Hochrisiko [[2024-falchetta-cooling-inequality-global]].

Methodische Einschränkungen

1. **Single-Screener-Recherche** durch Bernhard Götzendorfer mit KI-Assistenz (Claude Opus 4.8, 1M context); kein unabhängiger Zweit-Screener. 2. **Suchsprache DE/EN** — Literatur in anderen EU-Sprachen (etwa französische oder italienische Fernkälte-/NBS-Studien) ist möglicherweise unterrepräsentiert; Mitigation: EU-Layer-Quellen sind meist EN verfügbar, der Wien-Kontext priorisiert DE. 3. **Stand der Recherche: 2026-06-22** — Updates erfolgen in separaten Brief-Versionen (ADR-0002, ADR-0004); bei zeitkritischen Themen (EU-Regulatorik, Wien-Fernkälte-Ausbau) ist ein halbjährliches Re-Screening vorgesehen. 4. **Keine formale Critical Appraisal** pro Quelle (kein GRADE/ROBINS-I); die Qualität wird heuristisch über Whitelist-Tier und Peer-Review-Status bewertet, IPCC-Calibrated-Language-Tags markieren die Confidence pro Key-Claim — insbesondere die simulationsbasierten passiven Reduktionspotenziale tragen daher bewusst nur eine mittlere Confidence.

Quellen

2024-eea-urban-adaptation-europe — European Environment Agency (EEA) (2024). Urban adaptation in Europe: what works? — Implementing climate action in European cities (EEA Report 06/2024). *EEA Report 06/2024, Publications Office of the European Union*. [GOLD] DOI: 10.2800/263898

2025-wien-energie-hitzetage-cooling-surge — Wien Energie (2025). Vienna Energy: Up to 60 Percent More District Cooling Demand in Heat. *VOL.AT / APA-Coverage Wien Energie Pressekonferenz, 28.06.2025*. URL: <https://www.vol.at/vienna-energy-up-to-60-percent-more-district-cooling-demand-in-heat/9513140>

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/>

2023-saffari-hybrid-heat-pump-retrofit — Saffari, M.; Keogh, D.; De Rosa, M.; Finn, D. P. (2023). Technical and economic assessment of a hybrid heat pump system as an energy retrofit measure in a residential building. *Energy and Buildings*. [HYBRID] DOI: 10.1016/j.enbuild.2023.113256

2025-nature-cities-nbs-cooling-energy — et al. (2025). Urban cooling and energy-saving effects of nature-based solutions across types and scales. *Nature Cities (Nature Portfolio)*. [CLOSED] DOI: 10.1038/s44284-025-00349-0

2024-falchetta-cooling-inequality-global — Falchetta, G.; De Cian, E.; Pavanello, F.; Sue Wing, I. (2024). Inequalities in global residential cooling energy use to 2050. *Nature Communications, Vol. 15*. [GOLD] DOI: 10.1038/s41467-024-52028-8

2021-deroubaix-cooling-energy-demand-uncertainty — Deroubaix, A.; Labuhn, I.; Camredon, M.; Gaubert, B.; Monerie, P.-A.; Popp, M.; Ramarohetra, J.; Ruprich-Robert, Y.; Silvers, L. G.; Siour, G. (2021). Large uncertainties in trends of energy demand for heating and cooling under climate change. *Nature Communications, Vol. 12*. [GOLD] DOI: 10.1038/s41467-021-25504-8

Wiener Forschende

- **Kristina Orehounig** [Hochschule] — TU Wien
ORCID: 0000-0001-6491-7641

Profil: <https://orcid.org/0000-0001-6491-7641>

- **Azra Korjenić** [Hochschule] — TU Wien

ORCID: [0000-0002-2904-9532](https://orcid.org/0000-0002-2904-9532)

Profil: <https://orcid.org/0000-0002-2904-9532>

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

ORCID: [0000-0003-1142-5517](https://orcid.org/0000-0003-1142-5517)

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

Patenschaft

Magistratsdirektion – Baudirektion, Programmleitung Raus aus Gas

Wien Energie

MA 20 Energieplanung, Referat Erneuerbare Energie & Innovative Energielösungen (*Insb. Frage 2b*)

Wien Energie (*Dekarbonisierung Gebäudekühlung*)

Baudirektion, Kompetenzzentrum Bahninfrastruktur (*Spezialfrage*)

Wie kann der Energiebedarf infolge der Nutzung von Kühlgeräten möglichst gering gehalten werden?

Bau & Gebäude — Thema 2.2: Gebäudekühlung in der Bestandsstadt · Status: drafted · Quellen: 8 · Bewertet: 2026-06-22 · Modell: claude-opus-4-8@prompts/synthesis.v2.md

KI-Eignungs-Score: HOCH

Sum $D1+D2+D3+D4 = 3+3+2+2 = 10 \rightarrow$ high (sum ≥ 10). Datenverfügbarkeit hoch (3): Wiener-Netze-Smart-Meter (viertelstündlich, ~96 % Rollout Ende 2024), MA-22-Stadtklima-/Hitzeinsel-Geodaten und Wien-Energie-Fernkälte-Lastdaten sind direkt nutzbar. Aufgabentyp hoch (3): mehrere KI-Typen kombinierbar — Prediction (Kühllast-Forecast), Optimization (Anlagen-/Chiller-Steuerung, Fernkälte-Dispatch, Demand-Response-Spitzenlast-Kappung) und Pattern-Recognition (Fault-Detection an Kälteanlagen). Methoden-Reife hybrid (2): KI-Regelung und Demand-Response sind im EU-/AT-Kontext pilotiert (Wien-Energie-Virtuelles-Kraftwerk, RL/MPC-HVAC feldvalidiert), eine kühlungs-spezifische longitudinale Wien-Felderprobung fehlt aber noch. Ethik/Recht moderat (2): Smart-Meter-Daten auf Haushaltsebene sind GDPR-sensibel (DPIA), durch Aggregation mitigierbar; kein AI-Act-Anhang-III-Hochrisiko. Keine Override aktiv (keine Dimension = 0, $D4 \neq 0$). KI ist dabei eine Optimierungsschicht über einer primär bautechnischen Antwort (Passiv-Vorrang, Effizienz-Standards, Fernkälte).

Anwendungsfälle:

- Prädiktive Fernkälte-Dispatch-Optimierung für die Wien-Energie-Fernkälte-Inseln: Kühllast-Forecast auf Wetter-/Belegungsdaten plus Eisspeicher-Bewirtschaftung (Pilot Mariannengasse) verschiebt die Mittags-Spitze (11:00–16:00) in PV-Überschuss-Fenster und kappt teure Spitzenlast, ohne Komfortverlust.
- Demand-Response-Steuerung für aktive Kühlung über das Wien-Energie-Virtuelle-Kraftwerk: gebäudeübergreifende, incentivierte Lastverschiebung von Klimaanlage/Wärmepumpen in Hitzeperioden auf Basis viertelstündlicher Smart-Meter-Daten, um Netz-Engpässe bei Tropentag-Spitzen zu vermeiden.
- ML-gestützte Fault-Detection-and-Diagnosis an Kälteanlagen und reversiblen Wärmepumpen im Wiener Magistratsbau-Bestand (analog AIT-maintenance): Erkennung von Effizienz-Drift (verschmutzte Wärmetauscher, Fehl-Einregulierung), die den Stromverbrauch pro Kälte-Kilowattstunde unbemerkt erhöht.

Methodische Grundlagen

- **Datenbanken:** Wien-OGD (data.wien.gv.at / MA-20-Energieplanung), Scopus, Crossref, OpenAlex, EEA-Datenbank, IEA-Library, BOKU-Working-Paper-Serie
- **Suchstrings:** „space cooling energy demand reduction efficiency air conditioning“, „demand response peak load district cooling building management“, „passive cooling Vienna building stock shading night ventilation“
- **Datum:** 2020-01-01 — 2026-06-22
- **Letzter Suchlauf:** 2026-06-22
- **Einschluss:** Wien-Bezug/DACH/EU-übertragbar; ≥ 2020 ; peer-reviewed oder institutionell (EEA/IEA/MA-20/BOKU/Wien Energie); DE/EN; Volltext.
- **Ausschluss:** Conference-Abstracts ohne Proceedings; Predatory Journals; Pre-Print ohne Akzeptanz-Status; Nicht-EU außer als Benchmark.
- **Gesichtete Treffer:** ~30
- **Aufgenommene Quellen:** 7

Stand der Forschung

Die Forschung ordnet den Energiebedarf aktiver Kühlung als Hierarchie: Bedarfs-Reduktion vor Effizienz vor effizienter Bereitstellung. Passive und natur-basierte Maßnahmen sind der dominante Erst-Hebel — eine globale Meta-Synthese beziffert die Energie-Einsparung gebäude-skaliger Begrünung/Verschattung auf $8,62 \pm 0,78 \%$, quartiers-skalige Maßnahmen die stärkste Kühlung ($-2,22 \pm 0,25 \text{ }^{\circ}\text{C}$) (*medium confidence; robust evidence, high agreement*) [[2025-nature-cities-nbs-cooling-energy]]. Wo aktive Kühlung nötig bleibt, ordnet der Wiener Klimafahrplan die Bereitstellung in den „Raus aus Gas“-Sektorpfad ein: Fernkälte-Verdichtung im Bestand, reversible Wärmepumpen, hybride Quartiers-Lösungen [[2024-stadt-wien-klimafahrplan-gebaeude]]. Auf EU-Ebene gilt derselbe Vorrang — Nachfrage-Reduktion durch grün-blaue Maßnahmen vor Bereitstellung, mit NPV-positiven Sanierungs+Begrünungs-Paketen [[2024-eea-urban-adaptation-europe]]. Eigene Forschungslinie ist das Lastmanagement: die Kühl-Spitze fällt in Wien mittags (11:00–16:00) und koinzidiert mit der PV-Erzeugung — Wien Energie misst an Tropentagen ($\sim 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$) bis zu 60 % höhere Fernkälte-Nachfrage und nutzt Eisspeicher (Pilot Mariannengasse) als Flexibility-Anker [[2025-wien-energie-hitzetage-cooling-surge]]. IoT-Sensorik ermöglicht Demand-Response zur Spitzenlast-Kappung [[2022-ipcc-ar6-wg3-buildings]]; KI-getriebenes Smart-Building-Management ist effizienter als regelbasierte BMS [[2024-hernandez-european-smart-buildings]]. Digitale Optimierung dieser Bereitstellung gilt als unterausgeschöpft — die IEA beziffert das Einsparpotenzial im Gewerbe-Segment auf bis zu 40 % ohne Anlagentausch (*medium confidence; medium evidence, medium agreement*) [[2025-iea-energy-and-ai]].

Forschungslücken

Es fehlt eine gebäude-genaue Datengrundlage für den Wiener Wohn-Kühlbedarf: Schätzungen stützen sich auf nationale Stundenprofile und Bezirks-Heat-Maps, weil aktive Wohn-Kühlung historisch unterdurchschnittlich war und in den Tarif-Aggregaten noch nicht durchschlägt — die kühlungs-spezifische Last-Datenbasis bleibt offen [[2024-stadt-wien-klimafahrplan-gebaeude]]. Damit fehlt auch eine Wien-spezifische Längsschnitt-Auswertung (≥ 3 Sommer), welche die real erzielte Spitzenlast-Kappung durch Demand-Response und Eisspeicher misst — die Pilots sind dokumentiert, aber nicht longitudinal evaluiert [[2025-wien-energie-hitzetage-cooling-surge]]. Eine kanonische Lücke betrifft die KI-Steuerung selbst: die meisten Studien stellen keinen Bezug zur Klimaschutz-Wirkung her — Einsparungen werden gemessen, nicht in CO_2 -Äquivalente übersetzt [[2022-ipcc-ar6-wg3-buildings]]. Methodisch ungelöst ist die Belastbarkeit der Kühlbedarfs-Prognose: Multi-Modell-Ensembles zeigen für mitteleuropäische Städte eine Spannweite von -20% bis $+400 \%$, dominiert von Klimamodell-Unsicherheit, nicht von der Methodik (*medium confidence; medium evidence, high agreement*) [[2021-deroubaix-cooling-energy-demand-uncertainty]]. Eine ganzjährige Bewertung, die Heiz- und Kühlbedarf gemeinsam minimiert, liegt für den Wiener Bestand nicht vor [[2024-eea-urban-adaptation-europe]].

Trends & Entwicklungen

Für den Horizont 2025–2040 verschiebt sich die Wiener Heiz-Kühl-Bilanz messbar Richtung Kühlung: 2024 wurden allein in der Innenstadt 53 Tropennächte gezählt, erste Tropennacht 2025 bereits Anfang Juni (*high confidence; robust evidence, high agreement*) [[2025-wien-energie-hitzetage-cooling-surge]]. Wien Energie investiert €90 Mio. über fünf Jahre in den Fernkälte-Ausbau, verankert im „Raus aus Gas“-Sektorpfad [[2024-stadt-wien-klimafahrplan-gebaeude]]. Building-Automation wird im EU-Recht verbindlich (BACS-Pflicht ab Ende 2024), was KI-Demand-Response für Kühllasten in den Regelbetrieb hebt [[2024-hernandez-european-smart-buildings]]. EU-weit konvergiert die Forschung auf die Kopplung von Kühl-Spitze und PV-Erzeugung als Effizienz-Chance (*medium confidence; medium evidence, medium agreement*) [[2024-eea-urban-adaptation-europe]].

KI-Eignungs-Bewertung

Die Frage erreicht eine **hohe** KI-Eignung (Score high, Sum 10/12). Mehrere KI-Aufgabentypen sind kombinierbar — **Prediction** (Kühllast-Forecast), **Optimization** (Fernkälte-Dispatch, Anlagen-Regelung, Demand-Response) und **Pattern-Recognition** (Fault-Detection an Kälteanlagen) [[2025-iea-energy-and-ai]] [[2024-hernandez-european-smart-buildings]]. Die Datenlage ist unmittelbar nutzbar: viertelstündliche Smart-Meter-Daten, MA-22-Hitzeinsel-Geodaten und Wien-Energie-Fernkälte-Lastprofile. Konkreter Wien-Use-Case: KI-gestützte Eisspeicher-Bewirtschaftung der Fernkälte-Inseln, die die mittägliche Kühl-Spitze in PV-Überschuss-Fenster verschiebt und Spitzenlast wie Strombezug minimiert [[2025-wien-energie-hitzetage-cooling-surge]]. KI bleibt eine Optimierungs-Schicht über einer primär bautechnischen Antwort (Passiv-Vorrang, Effizienz, Fernkälte) [[2024-stadt-wien-klimafahrplan-gebaeude]]. Einschränkung ist D4 (Ethik/Recht) nur moderat: Demand-Response auf Smart-Meter-Daten ist auf Haushaltsebene GDPR-sensibel und DPIA-pflichtig (DSGVO Art. 35) — Aggregation auf Quartiersebene mitigiert das Re-Identifikations-Risiko, ohne AI-Act-Anhang-III-Hochrisiko.

Methodische Einschränkungen

1. **Single-Screener-Recherche** durch Bernhard Götzendorfer mit KI-Assistenz (Claude Opus 4.8, 1M context). 2. **Suchsprache DE/EN** — Literatur in anderen EU-Sprachen möglicherweise unterrepräsentiert. Mitigation: EU-Layer-Quellen (EEA/IEA) sind EN-verfügbar; Wien-Kontext priorisiert DE-Primary-Quellen (MA 20, Wien Energie, BOKU). 3. **Stand der Recherche: 2026-06-22** — Updates in separaten Brief-Versionen (ADR-0002/0004); bei zeitkritischen Themen (Hitze-Saisonalität, EU-Kühl-Regulatorik) halbjährliches Re-Screening. 4. **Keine formale Critical Appraisal** pro Quelle (kein GRADE/ROBINS-I); Qualität heuristisch via Whitelist-Tier + Peer-Review-Status. IPCC-Calibrated-Language-Tags markieren Confidence pro Key-Claim; die Kühlbedarfs-Punktprojektionen sind bewusst gegen die Modell-Unsicherheits-Ränge (Deroubaix 2021) kalibriert.

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/>

2025-nature-cities-nbs-cooling-energy — et al. (2025). Urban cooling and energy-saving effects of nature-based solutions across types and scales. *Nature Cities (Nature Portfolio)*. [CLOSED] DOI: [10.1038/s44284-025-00349-0](https://doi.org/10.1038/s44284-025-00349-0)

2025-wien-energie-hitzetage-cooling-surge — Wien Energie (2025). Vienna Energy: Up to 60 Percent More District Cooling Demand in Heat. *VOL.AT / APA-Coverage Wien Energie Pressekonferenz, 28.06.2025*. URL: <https://www.vol.at/vienna-energy-up-to-60-percent-more-district-cooling-demand-in-heat/9513140>

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-eea-urban-adaptation-europe — European Environment Agency (EEA) (2024). Urban adaptation in Europe: what works? — Implementing climate action in European cities (EEA Report 06/2024). *EEA Report 06/2024, Publications Office of the European Union*. [GOLD] DOI: [10.2800/263898](https://doi.org/10.2800/263898)

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-iea-energy-and-ai — International Energy Agency (2025). Energy and AI. *IEA, Paris*. [GOLD] URL: <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>

2021-deroubaix-cooling-energy-demand-uncertainty — Deroubaix, A.; Labuhn, I.; Camredon, M.; Gaubert, B.; Monerie, P.-A.; Popp, M.; Ramarohetra, J.; Ruprich-Robert, Y.; Silvers, L. G.; Siour, G. (2021). Large uncertainties in trends of energy demand for heating and cooling under climate change. *Nature Communications*, Vol. 12. [GOLD] DOI: [10.1038/s41467-021-25504-8](https://doi.org/10.1038/s41467-021-25504-8)

Wiener Forschende

- **Thomas Strasser** [Forschungseinrichtung] — Austrian Institute of Technology
ORCID: 0000-0002-6415-766X
Profil: <https://orcid.org/0000-0002-6415-766X>
- **René Hofmann** [Hochschule] — TU Wien
ORCID: 0000-0001-6580-4913
Profil: <https://orcid.org/0000-0001-6580-4913>
- **Martin Kozek** [Hochschule] — TU Wien
ORCID: 0000-0003-0402-3309
Profil: <https://orcid.org/0000-0003-0402-3309>

Patenschaft

Magistratsdirektion – Baudirektion, Programmleitung Raus aus Gas

Wien Energie

MA 20 Energieplanung, Referat Erneuerbare Energie & Innovative Energielösungen (*Insb. Frage 2b*)

Wien Energie (*Dekarbonisierung Gebäudekühlung*)

Baudirektion, Kompetenzzentrum Bahninfrastruktur (*Spezialfrage*)