

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

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

- **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

Wien Energie

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

Wien Energie (*Dekarbonisierung Gebäudekühlung*)

Baudirektion, Kompetenzzentrum Bahninfrastruktur (*Spezialfrage*)