

Wie wirkt sich der zunehmende Einsatz von Wärmepumpen auf das Grundwasser aus?

Klimafitte Grün- und Freiräume — Thema 6.8: Wassermanagement · Status: drafted · Quellen: 4 · Bewertet: 2026-07-16 · Modell: claude-opus-4-8@prompts/synthesis.v2.md

KI-Eignungs-Score: MITTEL

Die Frage nach der Grundwasser-Rückwirkung von Wärmepumpen ist in ihrem Kern eine geo-hydrologische Modellierungsaufgabe, für die es etablierte Methoden gibt. Der klarste Aufgabentyp ist die Simulation bzw. Prognose des Untergrund-Thermalfelds: aus Grundwasser-Temperatur-Messreihen und Anlagen-/Bohranzeigen lässt sich das thermische Regime rund um oberflächennahe Geothermie- und Wärmepumpen-Anlagen modellieren, um thermische Interferenz und kumulative Untergrund-Erwärmung bei steigender Anlagendichte zu erkennen; als nachgelagerte Optimierungsaufgabe kommt die Dichte- und Standortplanung hinzu. Die Primärdaten (behördliche Grundwasser-Monitoringnetze, Wärmepumpen-Register, Wetter) sind teils adaptierbar, die Kopplung an belastbare Grundwasser-Qualitäts- und Ökologie-Modelle bleibt aber fragmentiert, weshalb die Methodenreife in dieser konkreten Domäne hybrid ist. Der Kern-Use-Case nutzt Betriebs- und Umweltdaten ohne Personenbezug und ist ethisch-rechtlich unkritisch. D1=2, D2=2, D3=2, D4=3; Sum=9 ergibt medium ohne aktiven Override. EU-AI-Act Annex III ist für die Umwelt- und Untergrund-Modellierung nicht einschlägig.

Anwendungsfälle:

- Untergrund-Thermalfeld-Simulation: aus behördlichen Grundwasser-Temperatur-Messreihen (MA 31 Wiener Wasser) und Wärmepumpen-/Bohranzeigen die thermischen Fahnen rund um oberflächennahe Geothermie-Anlagen modellieren und prognostizieren, um thermische Interferenz und kumulative Untergrund-Erwärmung bei steigender Anlagendichte früh sichtbar zu machen (Simulation/Prediction).
- Dichte- und Standort-Optimierung: die räumliche Dichte und Auslegung oberflächennaher Wärmepumpen-Anlagen so planen, dass wechselseitige thermische Interferenz vermieden und die thermische Regeneration des Aquifers erhalten bleibt (Optimization).

Methodische Grundlagen

- **Datenbanken:** Wien-OGD (data.wien.gv.at: Grundwasser-Monitoring, Wärmepumpen-/Bohranzeigen), Crossref, ScienceDirect/Elsevier, MDPI/DOAJ, E3S Web of Conferences
- **Suchstrings:** „ground-source heat pump groundwater thermal impact aquifer“, „shallow geothermal subsurface urban heat island Vienna“, „borehole heat exchanger thermal interference regeneration“, „Wärmepumpe Grundwasser Erwärmung thermische Interferenz“
- **Datum:** 2020-01-01 — 2026-07-16 | **Letzter Suchlauf:** 2026-07-16
- **Einschluss:** Wien-/DACH-/EU-übertragbarer Anker; peer-reviewed; DE/EN; verifizierter Volltext; direkte Grundwasser-Wärmepumpen-Referenz priorisiert
- **Ausschluss:** quarantänierte Katalogeinträge; reine Pressemeldungen ohne Methodik; Studien ohne Bezug zu Untergrund-Thermalhaushalt oder Geothermie-Erschließung
- **Gesichtete Treffer:** 26 **Aufgenommene Quellen:** 4 (Direktevidenz zum Wien-Grundwasser dünn — siehe Forschungslücken)

Stand der Forschung

Der zentrale Wien-Befund ist ein messbarer, langfristiger Erwärmungstrend der oberflächennahen Wiener Aquifere — ein „unterirdischer Wärmeinsel-Effekt“ (subsurface urban heat island), der von Flächenversiegelung, Wärmeeinträgen

aus Gebäuden und Infrastruktur sowie oberflächennaher geothermischer Nutzung getrieben wird (*medium confidence; limited evidence, medium agreement*) [[2025-kaminsky-vienna-groundwater-warming]]. Diese Erwärmung wirkt auf die Grundwasser-Ökologie, die Trinkwasser-Ressource und die Effizienz einer dichten Wärmepumpen-Nutzung zurück: Bei hoher Anlagendichte drohen thermische Interferenz und Wärme-Akkumulation im Untergrund [[2025-kaminsky-vienna-groundwater-warming]]. Erdgekoppelte Wärmepumpen (Ground-Source Heat Pumps, GSHP) sind technisch reif und im Neubau etabliert; ein Kern-Auslegungsproblem ist gerade die thermische Bemessung gegen Untergrund-Erwärmung und der Erhalt der thermischen Regeneration des Untergrunds (*medium confidence; medium evidence, medium agreement*) [[2022-menegazzo-gshp-europe]] [[2020-lautkankare-turku-parking-geothermal]]. Ob eine Anlage das Grundwasser lokal abkühlt oder erwärmt, hängt vom Betriebsmodus ab; ein ausbalancierter saisonaler Betrieb als Untergrund-Wärmespeicher (Borehole Thermal Energy Storage, BTES) kann das Thermalregime stabilisieren, wie der solar geladene Saisonspeicher unter der Tiefgarage am Marktplatz Turku demonstriert [[2020-lautkankare-turku-parking-geothermal]].

Forschungslücken

Die zentrale Lücke ist Wien-spezifische Quantifizierung. Es fehlt eine Untersuchung, die den gemessenen Aquifer-Erwärmungstrend nach seinen Ursachen aufschlüsselt — welcher Anteil auf Wärmepumpen-Dichte gegenüber Versiegelung und Gebäudewärme entfällt [[2025-kaminsky-vienna-groundwater-warming]]. Es existiert kein gekoppeltes Wiener Grundwasser-Thermalmodell, das die kumulative thermische Interferenz bei den projizierten Ausbau-Dichten prognostiziert; das Auslegungsproblem ist als generisches GSHP-Thema bekannt, aber nicht mit Wiener Aquifer-Daten hinterlegt [[2022-menegazzo-gshp-europe]]. Ebenso unquantifiziert bleibt die chemisch-ökologische Reaktion des Grundwassers auf die Erwärmung unter dichter Anlagennutzung [[2025-kaminsky-vienna-groundwater-warming]]. Und die andernorts belegte Regenerations-/Speicher-Balancierung ist für Wiener Untergrund- und Grundwasser-Bedingungen noch nicht evaluiert [[2020-lautkankare-turku-parking-geothermal]].

Trends & Entwicklungen

Im Horizont 2026–2030 verschiebt sich die Auslegung oberflächennaher Geothermie von der reinen Wärmeentnahme hin zu ausbalanciertem Heiz-/Kühlbetrieb und saisonaler Untergrund-Wärmespeicherung, um das Thermalregime des Grundwassers zu stabilisieren statt es einseitig zu verschieben (*medium confidence; medium evidence, medium agreement*) [[2020-lautkankare-turku-parking-geothermal]] [[2022-menegazzo-gshp-europe]]. Zugleich wird die thermische Bemessung gegen Untergrund-Erwärmung bei steigender Anlagendichte zu einer expliziten Genehmigungs- und Planungs-Randbedingung [[2022-menegazzo-gshp-europe]]. Erschließungsseitig gewinnen raumsparende, vibrationsarme Varianten wie energetisch aktivierte Mikropfähle (energy micropiles) an Bedeutung, die den Bohr-Eingriff im dicht bebauten Stadtraum und damit die physische Störung des Untergrunds und der Grundwasser-Fließwege verkleinern [[2025-kepdib-energy-micropiles-urban]].

KI-Eignungs-Bewertung

Die KI-Eignung ist mittel. Der klarste Aufgabentyp ist die Simulation und Prognose des Untergrund-Thermalfelds: Aus Grundwasser-Temperatur-Messreihen und Wärmepumpen-/Bohranzeigen lassen sich die thermischen Fahnen rund um oberflächennahe Anlagen modellieren, um thermische Interferenz und kumulative Erwärmung bei wachsender Dichte früh zu erkennen. Ein konkreter Wien-Use-Case ist ein Thermalfeld-Modell auf den Grundwasser-Monitoringnetzen der MA 31 Wiener Wasser, gekoppelt an das Wärmepumpen-Register; als nachgelagerte Optimierungsaufgabe kommt die Dichte- und Standortplanung hinzu, die die thermische Regeneration des Aquifers erhält. Die Datenlage ist teils adaptierbar (behördliches Monitoring, Anlagen-Register), die Kopplung an belastbare Grundwasser-Qualitäts- und

Ökologie-Modelle aber fragmentiert, weshalb die Methodenreife in dieser Domäne hybrid bleibt. Ethisch-rechtlich ist der Kern-Use-Case unkritisch — Umwelt- und Betriebsdaten ohne Personenbezug; ein Hochrisiko-Tatbestand nach EU-AI-Act Annex III ist nicht erkennbar (*medium confidence; limited evidence, medium agreement*).

Methodische Einschränkungen

1. **Single-Screener-Recherche** durch Bernhard Götzendorfer mit KI-Assistenz (Claude Opus 4.8, 1M context); keine unabhängige Zweitsichtung. 2. **Suchsprache DE/EN** — Literatur in weiteren EU-Sprachen kann fehlen; die dünne Direktevidenz zum Wien-Grundwasser erhöht dieses Risiko. 3. **Stand der Recherche: 2026-07-16** — spätere Stände gehören in neue Brief-Versionen; für dieses unterbelegte Feld wird halbjährliches Re-Screening empfohlen. 4. **Keine formale Critical Appraisal** nach GRADE oder ROBINS-I; Qualität wurde über Peer-Review-Status und Übertragbarkeit eingeordnet; IPCC-Tags markieren die Confidence je Key-Claim. 5. **Evidenz- und Transfergrenze (limited evidence)**: Nur die Kaminsky-Studie misst das Wiener Grundwasser direkt; die GSHP-Technologie-Belege (Menegazzo, Lautkankare, Kepdib) sind als Engineering- und Transfer-Evidenz zu lesen, nicht als Wiener Grundwasser-Wirkungsmessung.

Quellen

2025-kaminsky-vienna-groundwater-warming — Kaminsky, Eva; Laaha, Gregor; Steiner, Cornelia; Buga-Nyéki, Z.; Englisch, M.; Griebler, Christian (2025). Increasing Trends of Shallow Groundwater Warming in Vienna's Urban Aquifers. *Hydrological Processes*. [HYBRID] DOI: [10.1002/hyp.70076](https://doi.org/10.1002/hyp.70076)

2022-menegazzo-gshp-europe — Menegazzo, D.; Lombardo, G.; Bobbo, S.; De Carli, M.; Fedele, L. (2022). State of the Art, Perspective and Obstacles of Ground-Source Heat Pump Technology in the European Building Sector: A Review. *Energies (MDPI)*. [GOLD] DOI: [10.3390/en15072685](https://doi.org/10.3390/en15072685)

2020-lautkankare-turku-parking-geothermal — Lautkankare, R.; Salomaa, N.; Martinkauppi, J. B.; Slobodenyuk, A. (2020). Underground parking lot at Turku market square — Zero energy parking hall and the biggest solar energy storage in the world. *E3S Web of Conferences*. [GOLD] DOI: [10.1051/e3sconf/202017216008](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017216008)

2025-kepdib-energy-micropiles-urban — M.F. Yozy Kepdib; R.M. Singh; C. Madiai; J.A. Facciorusso (2025). Heating and cooling geothermal systems in urban settings: The potential of energy micropiles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews (Elsevier)*. [GOLD] DOI: [10.1016/j.rser.2024.114966](https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114966)

Wiener Forschende

- **Yoshihide Wada** [Forschungseinrichtung] — IIASA (Laxenburg)

ORCID: [0000-0003-4770-2539](https://orcid.org/0000-0003-4770-2539)

ORCID-Eintrag (Selbstauskunft): Anstellung Universiteit Utrecht · Registry-Stand 01.2022 · abgerufen 13.08.2026

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

Profil: <https://orcid.org/0000-0003-4770-2539>

- **Günter Blöschl** [Hochschule] — TU Wien

ORCID: [0000-0003-2227-8225](https://orcid.org/0000-0003-2227-8225)

ORCID-Eintrag (Selbstauskunft): Anstellung Vienna University of Technology · Registry-Stand 03.2014 · abgerufen 13.08.2026

Profil: <https://orcid.org/0000-0003-2227-8225>

- **Markus Hrachowitz** [Hochschule] — BOKU University

ORCID: [0000-0003-0508-1017](https://orcid.org/0000-0003-0508-1017)

ORCID-Eintrag (Eintrag der Institution): Anstellung Delft University of Technology · Registry-Stand 04.2026 · abgerufen 13.08.2026

Profil: <https://orcid.org/0000-0003-0508-1017>

Patenschaft

Magistratsdirektion – Baudirektion, Kompetenzzentrum grüne und umweltbezogene Infrastruktur, Umwelt

MA 21 A Stadtteilplanung und Flächenwidmung Innen-Südwest, Fachbereich EDV-Entwicklung, Analysen und Support

MA 22 Umweltschutz, Bereich Räumliche Entwicklung, Team Stadtklima und Hitze

MA 31 Wiener Wasser, Stabsstelle Wasserqualität

MA 42 Wiener Stadtgärten, Stabsstelle Projektentwicklung & -steuerung

MA 21 A Stadtteilplanung und Flächenwidmung Innen-Südwest, Dezernat Süd 3 (*Frage 3*)

MA 21 A Stadtteilplanung und Flächenwidmung Innen-Südwest, Dezernat Süd 3 (*Frage 3*)

Wien Energie, Senior Advisor Neue Technologien (*Frage 7*)