

Urban Heat Data

Kommunale Wärmeplanung

Energieeffiziente Gebäude



Hotmaps, Stadt Kiel

<https://www.hotmaps-project.eu/contact/>

<https://www.hotmaps-project.eu/wp-content/uploads/2020/09/brochure-hotmaps-2020-web.pdf>

TRL ●●●●●●●●

Datenkomplexität ●●●●

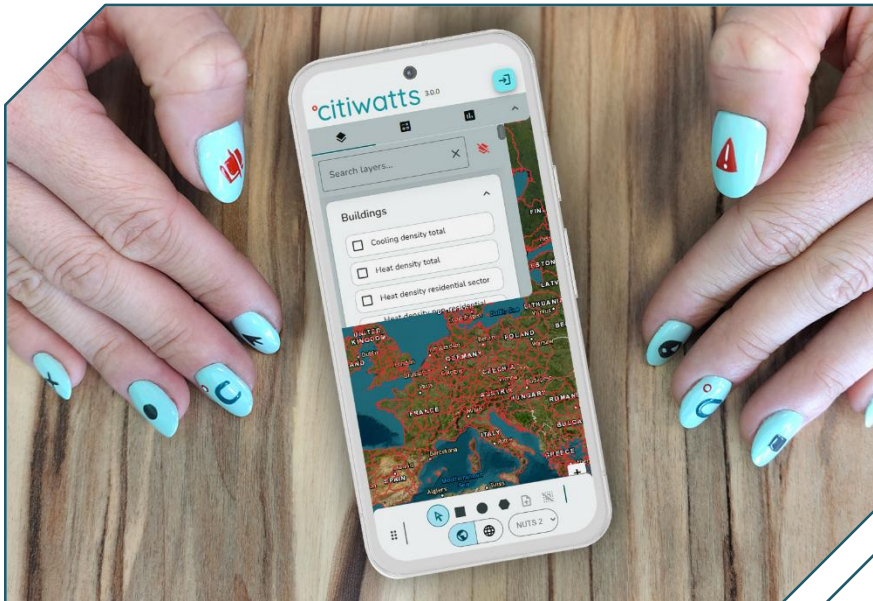
Kosten & Energie ●●

Umfang ●●●●

Wirkung ●●●●

Machbarkeit ●●●●

● Gering, ●● Mittel, ●●● Hoch



© hotmaps-project.eu

Erzeugung flächendeckender Wärmebedarfs und Gebäudedatenkarten für ganze Städte
Identifikation von Gebieten mit hohen Nachfragedichten und Sanierungsschwerpunkten

ANWENDER

Stadtverwaltung, Kommunale Wärmeplaner, Energieagenturen, Klimaschutzabteilungen



Die technische Grundlage des Use Case ist eine Kombination aus Urban Building Energy Modelling (UBEM), Geoinformationssystemen und KI Methoden. UBEM Modelle sagen Energieverbrauch und Wärmebedarf von Gebäuden auf Stadt oder Quartiersebene voraus. Da viele Kommunen keine vollständigen und aktuellen Gebäudedaten besitzen, werden KI Modelle zur Datenanreicherung eingesetzt. Deep Learning Modelle analysieren Luftbilder und Street View Bilder, um Gebäudemerkmale wie Fassadenmaterial, Fensteranteil, Geschosszahl und Baualter zu extrahieren. Studien zeigen, dass sich Baujahr und Energieeffizienzklassen von Wohngebäuden mit Machine Learning aus Bildmaterial und Energieausweisen abschätzen lassen.

Diese Merkmale werden mit Katasterdaten und Nutzungstypen kombiniert, um typische Gebäudekategorien und U Werte abzuleiten. Machine Learning Modelle wie Gradient Boosting oder Random Forest schätzen daraus Heizwärmebedarf, Lastprofile und CO₂ Emissionen oder kalibrieren physikalische UBEM Modelle. Neuere Arbeiten nutzen hybride Ansätze, bei denen ML die Restfehler physikalischer Simulationen korrigiert und die Genauigkeit verbessert.

Die Datenanforderungen umfassen georeferenzierte Gebäudepolygone, Nutzungskataster, hoch aufgelöste

Luftbilder und Street View Daten sowie, wenn verfügbar, Energieausweise oder Verbrauchsdaten. Typische Formate sind Shapefiles, GeoPackages, Rasterdaten, Punktwolken und tabellarische Daten. Die Hardwareanforderungen reichen von GPU fähigen Server oder Cloud Instanzen für das Training der Computer Vision Modelle bis zu Standardservern für Routineprognosen, Kartenberechnung und Aktualisierung der Gebäudedaten.

Der Energieverbrauch der KI Modelle entsteht überwiegend in der Trainingsphase. Im laufenden Betrieb beschränkt sich die Rechenlast auf periodische Aktualisierung und Auswertung, was bei moderner Server oder Cloud Infrastruktur als moderat gilt.



VERWENDETE KI-TECHNOLOGIE

KI-gestützte Bild- und Videoanalyse

Bilderkennung/Visuelle Inspektion





IMPLEMENTIERUNG

Der Use Case ist organisatorisch in kommunale Wärme oder Energieplanungsprojekte eingebettet und wird häufig als Teil eines digitalen Wärmeplans oder eines städtischen Digitalisierungsprogramms umgesetzt. Beteiligt sind Fachabteilungen für Energie und Klimaschutz, GIS und Statistik, IT sowie externe Forschungs- und Technologiepartner, die UBEM Tools, KI Module oder Fernerkundungsdaten bereitstellen. Verwendet werden Urban Energy Tools wie City Energy Analyst oder vergleichbare UBEM Plattformen sowie ML Pipelines auf Python Basis.

Bei der IT Strategie bestehen zwei Ansätze. Erstens Standardsoftware oder Cloud Dienste mit vorhandenen UBEM Funktionen, die um KI Module ergänzt werden. Zweitens individuelle KI Lösungen, bei denen Modelle auf lokalen Trainingsdaten aufgebaut werden. In beiden Fällen ist zwischen in house Datenhaltung und Cloud Infrastruktur zu entscheiden.

Data Governance betrifft vor allem Datenschutz und Transparenz. Technische Geodaten sind meist unkritisch, bei Street View oder Drohnenbildern müssen jedoch Personen oder Kennzeichen anonymisiert werden. Der EU AI Act ist relevant, Systeme zur Analyse und Planungsunterstützung gelten jedoch nicht als Hochrisiko, müssen aber Zweckbindung und Nachvollziehbarkeit sicherstellen.

Ein typisches Vorgehen umfasst ein Datenaudit, die Entwicklung eines UBEM Prototyps für ein Pilotgebiet und anschließend den Rollout auf die gesamte Stadt. Die KI Modelle können schrittweise verbessert werden, wenn weitere Trainingsdaten wie Energieausweise oder Messdaten verfügbar werden. Somit können Kommunen mit begrenzter Datengrundlage starten und das System iterativ ausbauen.



LESSONS LEARNED

Die Risiken und Herausforderungen sind insgesamt als mittel einzustufen. Hauptthemen sind Datenlücken, heterogene Datenquellen sowie unvollständige Gebäude- und Energiedaten; Studien weisen darauf hin, dass insbesondere Datenqualität und die Verfügbarkeit von Energieausweisen maßgeblich für verlässliche Modelle sind.

Die zu erwartende positive Wirkung ist hingegen hoch: Kommunen erhalten belastbare Wärmebedarfs- und Potenzialkarten, die den Ausbau von Fern- und Nahwärmenetzen, die Entwicklung von Sanierungsstrategien und den Einsatz erneuerbarer Wärme deutlich unterstützen und damit zur Dekarbonisierung beitragen.

Erfolgsentscheidend sind eine solide Datenbasis, die frühzeitige Einbindung von GIS- und IT-Kompetenzen, Kooperationen mit Forschungseinrichtungen und spezialisierten Dienstleistern sowie eine klare Governance für Datenpflege und Aktualisierung. Die Übertragbarkeit ist hoch, weil die Methoden in unterschiedlichen Kommunen eingesetzt werden können, sofern grundlegende Geodaten verfügbar sind. Eine nachhaltige Nutzung ist möglich, wenn eigene Trainings- und Messdaten aufgebaut und die Datengrundlagen regelmäßig aktualisiert werden – das reduziert Abhängigkeiten und erhöht die Modellgenauigkeit.





REGULIERUNGEN

Datenschutz-Grundverordnung (EU) 2016/679 (DSGVO)¹

Bei der Implementierung von UBEM- oder KI-Projekten zur Wärmeplanung stellt sich die Frage, welche Datenquellen genutzt werden und wie diese verarbeitet und veröffentlicht werden dürfen. Typische Quellen sind etwa Kataster- und Geodaten sowie Verbrauchsdaten aus Gebäuden. Gebäudedaten sind grundsätzlich nicht personenbezogen, könnten jedoch personenbezogenen Charakter erhalten, wenn sie mit Eigentümer:inneninformationen, Mieter:innendaten oder individuellen Energieverbrauchswerten verknüpft werden. Die Verarbeitung solcher Daten erfordert eine klare Rechtsgrundlage nach Art 6 DSGVO, etwa im Rahmen des öffentlichen Interesses, einer gesetzlichen Pflicht oder auf Basis einer Einwilligung. Es ist sicherzustellen, dass die verwendeten Daten anonymisiert oder pseudonymisiert werden. Insbesondere die Nutzung von Drohnenaufnahmen könnte, je nach konkretem Sachverhalt kritisch sein.

Verordnung über künstliche Intelligenz (EU) 2024/1689 (KI-VO)²

Die Anwendung von UBEM- oder KI-Systemen zur Wärmeplanung fällt nicht in die Kategorie der Hochrisiko-KI-Systeme iSd Art 6 KI-VO. Es handelt sich vielmehr um ein KI-System das primär der Analyse und Planungsunterstützung dient. Für solche Systeme gelten keine strengen Zulassungs- oder Konformitätsverfahren, jedoch grundlegende Anforderungen an Transparenz und Nachvollziehbarkeit. Der Zweck des Systems muss klar definiert sein und die Ergebnisse dürfen nur im Rahmen dieser Zweckbindung genutzt werden. Zudem sind Nutzer:innen darüber zu informieren, dass sie mit einem KI-System interagieren bzw. dass die Ergebnisse auf KI-gestützten Analysen beruhen.

<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>.

Bundes-Energieeffizienzgesetz 2023 (EEffG)³

Umsetzung der EU-Energieeffizienz-RL (EEDIII); Verpflichtet Bund und Länder zu Energieeffizienzmaßnahmen; Unterstützt Energieplanung durch Datenbereitstellung und Effizianz Anforderungen; Verbindliche Einsparziele, Monitoringverpflichtungen, jährliche Sanierung öffentlicher Gebäude;

Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWG)⁴

Unterstützt das Ziel, den Gebäudesektor bis 2040 klimaneutral zu gestalten; Abstimmung mit den Vorgaben des EWG bei der Wärmeplanung (zB Infrastrukturplanung);

EU-Gebäuderichtlinie (EPBD Recast)⁵ – Implementierungsfrist bis 29. Mai 2026

Nationaler Gebäuderenovierungsplan inkl. Zielpfad bis 2050 (Art 3); Reduktion des durchschnittlichen Primärenergieverbrauches des gesamten Wohngebäudebestand bis 2030 um mind. 16% und bis 2035 um mindestens 20-22% im Vergleich zu 2020 (Art 9 Abs 2); Finanzielle Anreize und andere Instrumente – bis 2050 (Art 9 Abs 4, Art 7); Aufbau nationaler Gebäudedatenbanken mit kommunalem Input (Art 22);

Open Data Richtlinie (EU) 2019/1024⁶ und

Informationsweiterverwendungsgesetz 2022 (IWG 2022)⁷

Umsetzung gesetzlicher Bestimmungen auf Landesebene (9+1); Ermöglichung der Weiterverwendung von Daten und Dokumenten; Vorhandene Daten und Dokumente des öffentlichen Sektors;

Diese Angaben stellen keine abschließende rechtliche Beurteilung dar. Sie dienen ausschließlich der allgemeinen Orientierung. Insbesondere können, abhängig vom konkreten Sachverhalt und der detaillierten Ausgestaltung der jeweiligen Use Cases, weitere rechtliche Regelungen einschlägig sein.

¹ Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung), ABl L 2016/119, 1.

² Verordnung (EU) 2024/1689 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juni 2024 zur Festlegung harmonisierter Vorschriften für künstliche Intelligenz und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 300/2008, (EU) Nr. 167/2013, (EU) Nr. 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 und (EU) 2019/2144 sowie der Richtlinien 2014/90/EU, (EU) 2016/797 und (EU) 2020/1828 (Verordnung über künstliche Intelligenz), ABl L 2024/1689, 1.

³ Bundesgesetz über die Verbesserung der Energieeffizienz bei Haushalten, Unternehmen und dem Bund sowie Energieverbrauchserfassung und Monitoring (Bundes-Energieeffizienzgesetz – EEffG) BGBl I 2014/72 idF BGBl I 2024/29.

⁴ Bundesgesetz über die erneuerbare Wärmebereitstellung in neuen Baulichkeiten (Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWG) BGBl I 2024/8.

⁵ Richtlinie (EU) 2024/1275 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. April 2024 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung), ABl L 2024/1275, 1.

⁶ Richtlinie (EU) 2019/1024 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über offene Daten und die Weiterverwendung von Informationen des öffentlichen Sektors (Neufassung), ABl L 2019/172, 56.

⁷ Bundesgesetz über die Weiterverwendung von Informationen öffentlicher Stellen, öffentlicher Unternehmen und von Forschungsdaten (Informationsweiterverwendungsgesetz 2022 – IWG 2022) BGBl I 2022/116.

