

## Energy BEE

KI Energiemanagement



# BEE

Building Energy Efficiency

© AI4Cities Energy BEE

## Energieeffiziente Gebäude



Energy BEE (AI4Cities)

[info@ai4cities.eu](mailto:info@ai4cities.eu)

<https://ai4cities.eu/pilots/energy-bee>

TRL ●●●●●

Datenkomplexität	●●●
Kosten & Energie	●●
Umfang	●●●
Wirkung	●●●
Machbarkeit	●●●

● Gering, ●● Mittel, ●●● Hoch

**Vorhersage von Energiebedarf, Nutzungsprofilen, Komfortgrenzen und Netzsignalen**

**Optimierte Betriebsführung bestehender kommunaler Gebäude**

### ANWENDER

Stadtverwaltung, Energie und Klimaschutzabteilungen



Das Projekt BEE (Building Energy Efficiency) wurde im Rahmen des EU-finanzierten Innovationsprojekts AI4Cities entwickelt. Ziel ist die Reduktion des Energieverbrauchs in öffentlichen Gebäuden durch intelligente, KI-basierte Steuerungssysteme. Die Lösung verwendet Echtzeitdaten und historische Verbrauchsmuster zur Analyse und Optimierung des Betriebs von HLK-Systemen. Dabei kommen maschinelles Lernen und Optimierungsalgorithmen zum Einsatz, um vorausschauende Steuerungsstrategien zu entwickeln.

Das System analysiert permanent verschiedene Parameter wie Außentemperatur, Raumebelegung, Nutzungsprofile und Energiepreise. Auf dieser Basis passt es die Heiz- und Kühlsysteme dynamisch an, um den Energieverbrauch zu minimieren und gleichzeitig den Nutzerkomfort sicherzustellen. Das BEE-System wird als modulares, interoperables Steuerungstool in bestehende Gebäudemanagementsysteme integriert. Im Pilotbetrieb zeigte sich, dass durch die KI-gesteuerte Regelung Energieeinsparungen von bis zu 20 % erzielt werden konnten.

Zusätzlich unterstützt das System bei der langfristigen Planung energetischer Sanierungsmaßnahmen, indem es Schwachstellen im Betrieb identifiziert und Effizienzpotenziale aufzeigt. Das Projekt leistet so einen konkreten Beitrag zur Dekarbonisierung des Gebäudesektors und zur Erreichung kommunaler Klimaziele.



### VERWENDETE KI-TECHNOLOGIE

- Prozessoptimierung
- Digitaler Zwilling & simulationsgestützte KI
- Nutzung von KI für tiefgreifende Datenanalysen und Entscheidungsfindung
- Nutzerverhaltensprognose
- Predictive Maintenance





## IMPLEMENTIERUNG

Die Umsetzung von Energy-BEE im Rahmen von AI4Cities erfolgte schrittweise und eng entlang realer Gebäudeprozesse. Zunächst wurden technische Schnittstellen zur Gebäudeumgebung eingerichtet und relevante Datenquellen angebunden, u.a. Wetterdienste, Energienetz- und PV-Daten sowie Gebäudedatenbanken. Parallel wurden historische Verbrauchs- und Sensordaten bereinigt und aufbereitet, um Simulationen zu ermöglichen und Prognosemodelle zu trainieren.

Darauf aufbauend entstanden erste Vorhersagen zu Energieverbrauch, Netzzusammensetzung und Gebäudenutzung, die in Dashboards für technische Nutzer visualisiert wurden. Ein zentrales Element war die stufenweise Einführung der KI-Steuerung: Zuerst lief das System im Simulationsmodus zur Validierung mit historischen und Live-Daten, danach folgten Tests in unkritischen Zeitfenstern (z.B. nachts oder am Wochenende), um Komfortgrenzen und Regelstrategien risikofrei zu erproben. Anschließend wurden einzelne Gebäudebereiche schrittweise übernommen, bevor eine umfassende Steuerung möglich wurde; so ließ sich die KI kontinuierlich auf das spezifische Gebäudeverhalten kalibrieren.

In den Piloten zeigte sich zudem die Notwendigkeit lokaler Anpassungen: Während in Helsinki Schnittstellen zur Gebäudeleittechnik sowie Wetter- und Energiedaten weitgehend verfügbar waren, lag in Stavanger der Schwerpunkt zunächst auf dem Zugang zu städtischen Datenpools und der Gebäudeleittechnik. In beiden Fällen wurden Dashboards erweitert, um Kennzahlen wie Energieeinsparungen und CO<sub>2</sub>-Reduktionen transparent darzustellen, und es waren enge Abstimmungen mit Betreiber:innen nötig, etwa zur Definition von Komfortgrenzen und zur Anpassung an bestehende Heiz- und Lüftungssysteme. Insgesamt hängt der Erfolg weniger von Algorithmen ab, sondern von sauberer Datenintegration, laufender Kalibrierung im Betrieb und der Zusammenarbeit mit Städten und Betreibern – so wurde aus einem Modell eine praxistaugliche Lösung mit messbaren Einsparungen.



## LESSONS LEARNED

Das Projekt Energy-BEE im Rahmen von AI4Cities zeigte, dass KI zur Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden große Potenziale bietet, zugleich aber hohe Anforderungen an Daten und Integration stellt. Zwar sind vielfach Daten aus Gebäudetechnik, Energieverbrauch, Belegung und Wetterprognosen vorhanden, sie liegen jedoch häufig unstrukturiert, heterogen und schwer vergleichbar vor.

Vor dem Training und Einsatz von KI-Modellen ist daher eine konsequente Harmonisierung und Standardisierung der Daten notwendig. Ebenso komplex ist die Einbindung in bestehende Gebäudeleitsysteme, da unterschiedliche Schnittstellen, Architekturen und Sensorlandschaften berücksichtigt werden müssen; als Erfolgsfaktor erwies sich eine vermittelnde Plattform, die Datenflüsse bündelt und Zugriffsrechte klärt. Zentrale Bedeutung hatte zudem die Balance zwischen Energieeinsparung und Nutzerkomfort: Temperatur- und Luftqualitätskriterien mussten jederzeit eingehalten werden, während vorausschauende Algorithmen Lasten verschieben oder reduzieren. Die Kombination aus Wetterprognosen, Netzstrommix und Gebäudecharakteristik ermöglicht proaktives, flexibles Handeln und eine höhere Nutzung erneuerbarer Energien.

Simulationen und Pilotierungen in Helsinki und Stavanger deuten darauf hin, dass Einsparungen von rund 15–20 % bei Energieverbrauch und Emissionen erreichbar sind, abhängig von Gebäudetyp, Klimazone und Nutzerverhalten. Insgesamt wurde klar, dass Realpiloten für Praxistauglichkeit unverzichtbar sind und für Skalierung standardisierte Schnittstellen, modulare Architekturen und robuste Dateninfrastrukturen gebraucht werden. Neben Technik sind auch Datenschutz, Datenrechte sowie Zuständigkeiten für Betrieb und Wartung früh zu klären, um Implementationshürden zu vermeiden.





## REGULIERUNGEN

### Datenschutz-Grundverordnung (EU) 2016/679 (DSGVO)<sup>1</sup>

BEE-Systeme verarbeiten Daten zur Gebäudebelegung (Präsenzdetectionen, Personenströme); Nur mit Rechtsgrundlage (etwa berechtigtes Interesse an Energieoptimierung oder Einwilligung) zulässig; Datenschutz-Folgenabschätzung erforderlich; Nutzung von anonymisierenden Sensoren (z.B. thermisch, Infrarot) empfohlen;

### Verordnung über künstliche Intelligenz (EU) 2024/1689 (KI-VO)<sup>2</sup>

BEE-Systeme, die KI-basierte Optimierungsalgorithmen für die Regelung von Heiz- und Kühlsystemen verwenden, könnten unter die Klassifizierung hochriskanter KI-Systeme (Annex III, Point 2) fallen, sofern sie als Sicherheitskomponenten in der "Verwaltung und dem Betrieb der Wärmeversorgung" eingestuft werden. Artikel 6 des AI Act erlaubt jedoch eine Ausnahmeregelung: KI-Systeme gelten nicht als hochriskant, wenn sie "eine enge Verfahrensaufgabe erfüllen" oder "das Ergebnis einer vorher abgeschlossenen menschlichen Aktivität verbessern" und nicht direkt Entscheidungen ersetzen. Da BEE-Systeme typischerweise als Optimierungswerkzeuge unter Humanaufsicht betrieben werden (der Gebäudebetreiber bleibt Entscheidungsträger), dürften sie unter diese Ausnahmen fallen. Sofern eine hochriskante Klassifizierung vorliegt, ist eine Registrierung im EU-Datenbank nach Artikel 49 erforderlich.

Weitere Informationen unter:

[https://www.rtr.at/rtr/service/ki-servicestelle/ai-act/risikostufen\\_ki-systeme.en.html](https://www.rtr.at/rtr/service/ki-servicestelle/ai-act/risikostufen_ki-systeme.en.html)

### NIS-2-Richtlinie<sup>3</sup>

Die NIS 2 Directive ist am 19. Oktober 2024 in Kraft getreten und wird in Österreich über eine Novelle des bestehenden Netzwerk- und Informationssicherheitsgesetzes umgesetzt. Österreich verzeichnet derzeit Umsetzungsverzögerungen; eine Reasoned Opinion wurde am 7. Mai 2025 übermittelt. NIS 2 verpflichtet Betreiber kritischer Infrastrukturen – dazu zählen unter anderem Energieversorgungsunternehmen – zu Risikobewertungen, Incident-Reporting (innerhalb von 24–72 Stunden) und Cybersecurity-Maßnahmen. Intelligente Gebäudeleitsysteme gelten als Operational Technology (OT) und fallen unter NIS 2's verstärkte Sicherheitsanforderungen. Relevante Maßnahmen sind Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA), Verschlüsselung von Daten in Transit und in Rest, Netzwerksegmentierung und kontinuierliche Überwachung. Für BEE in Österreich bedeutet dies, dass wenn die Gebäude zum Energiesektor gehören oder kritische Infrastrukturen darstellen, erhöhte Cybersecurity-Standards einzuhalten sind.

<https://www.docuSnap.com/en/it-documentation/nis2-austria>

### EU-Gebäuderichtlinie (EPBD Recast)<sup>4</sup> – Implementierungsfrist bis 29. Mai 2026

neue Anforderungen an intelligente Gebäudeautomationssysteme (BACS) und Datenerfassung in Echtzeit; verpflichtend für nichtresidenzielle Gebäude mit HVAC >290 kW ab 31.12.2024, mit >70 kW ab 31.12.2029; Artikel 13 und 20: Energiemanagement, Monitoring,

### OIB-Richtlinie 6 - Energieeinsparung und Wärmeschutz – Stand September 2025

Nationale Harmonisierungsvorgabe für Energieeffizienz; verankert die Anforderung an technische Gebäudesysteme (TBS) - Heiz-, Lüftungs- und Klimaanlage müssen optimiert betrieben werden; direkt relevant für BEE-Systeme, die durch KI-basierte Optimierungsalgorithmen diese Anforderung erfüllen sollen;

### Bundes-Energieeffizienzgesetz 2023 (EEffG)<sup>5</sup> – Energiemanagementsysteme und Audit-Pflichten

Verpflichtung für Unternehmen mit >7,5 GWh Jahresverbrauch zur Einführung eines ISO 50001-zertifizierten Energiemanagementsystems; zusätzliche Anforderungen ab 2,5 GWh (Abfallwärmevermeidung und -nutzung, Bewertung von Effizienzmaßnahmen); Öffentliche Gebäude: jährliche Einsparpflicht von 1,9 % ab 2028; BEE-Systeme als Teil der rechtlichen Compliance-Anforderungen;

### Nationale Gebäuderenovierungspläne und BACS-Anforderungen

<https://www.energyagency.at/en/amendment-to-the-european-buildings-directive>

### Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWG)<sup>6</sup>, Dekarbonisierungsanforderungen

Verbot fossilbetriebener Wärmeerzeuger in Neubauten; Intelligente Gebäudesteuerungssysteme müssen mit erneuerbaren Energiequellen (z.B. Wärmepumpen, Solaranlagen) interoperabel sein; Erfordert Schnittstellen für Steuerung und Monitoring dezentraler Energiesysteme;

*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.*

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> Richtlinie (EU) 2022/2555 des Europäischen Parlaments und Rates vom 14. Dezember 2022 über Maßnahmen für ein hohes gemeinsames Cybersicherheitsniveau in der Union, zur Änderung der Verordnung (EU) Nr.

910/2014 und der Richtlinie (EU) 2018/1972 sowie zur Aufhebung der Richtlinie (EU) 2016/1148 (NIS-2-Richtlinie), ABl L 2022/333, 80.

<sup>4</sup> 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.

<sup>5</sup> 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.

<sup>6</sup> Bundesgesetz über die erneuerbare Wärmebereitstellung in neuen Baulichkeiten (Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWG) BGBl I 2024/8.

