

UrbanHP

Wärmepumpensysteme in urbane Bestandsquartiere integrieren und systemdienlich betreiben

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschungsprogramm 2023	Status	laufend
Projektstart	01.01.2025	Projektende	31.12.2027
Zeitraum	2025 - 2027	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	Wärmepumpe, Energiesystem, Regelungstechnik		

Projektbeschreibung

Wärmepumpen sind eine Schlüsseltechnologie für die Dekarbonisierung und Effizienzsteigerung in der Wärmeversorgung. Urbane Quartiere nehmen bei der Transformation unseres Energiesystems eine besondere Rolle ein. Durch die energietechnische Vernetzung von Gebäuden und der Funktionen Heizen und Kühlen kann ein großes Potential an Effizienzsteigerung erschlossen werden. Bei der Integration von Wärmepumpen gibt es hier diverse Herausforderungen wie die Vielfalt vorhandener Strukturen, begrenzter Platz, Schallemissionen und teilweise veraltete Hochtemperatur-Wärmeabgabesysteme. Für die elektrische Versorgungsinfrastruktur führt der zunehmende Stromverbrauch der Elektromobilität zu erhöhter Netzbelastung, und die vermehrte Einspeisung von PV- und Windstrom zu größerer Volatilität. In Kombination mit Wärmespeichern jedoch können Wärmepumpen Lasten flexibel verschieben und so ein Teil der Lösung sein, um neue Verbraucher in das Stromnetz zu integrieren und den Anteil erneuerbarer Energie zu steigern.

Das übergeordnete Ziel des Projekts UrbanHP ist eine strukturierte Analyse zur optimierten und systemdienlichen Integration von Wärmepumpen in urbane Bestandsquartiere. Die Analyse basiert auf detaillierten energietechnischen Modellen, ökonomischen und ökologischen Bewertungen, sowie auf einer semi-virtuellen Implementierung an der realen Case Study „Innovation District Inffeld“ der TU Graz. Die Arbeiten erfolgen dabei in vier Innovationsfeldern:

1) Systemarchitekturen und Modellierung

Eine Matrix an möglichen Systemkonfigurationen für die betrachtete Case Study wird aufgestellt und anhand energetischer, ökologischer und ökonomischer Aspekte bewertet. Dies schafft die Grundlage für eine Systemauswahl und weitere detailliertere Untersuchungen. Modelle des Gesamtsystems bilden alle relevanten energietechnischen Prozesse interaktiv zwischen verbrauchenden und versorgenden Komponenten, den thermischen und elektrischen Prozessen ab.

2) Wechselwirkung mit dem übergeordneten Energiesystem

Mögliche Szenarien in Hinblick auf die zukünftige Einspeisung erneuerbarer Energieträger in das elektrische Versorgungsnetz werden abgebildet und ermöglichen eine Abschätzung der Entwicklung von zeitlich variablen Strompreisen und deren Schwankungsbreite. Dazu werden alle wesentlichen Einflussfaktoren, wie Menge und Verortung erneuerbarer

Energiequellen, Lastprognosen, Netzinfrastruktur bzw. -Kapazitäten, Speicherintegration, Netzsteuerung und -management sowie Kosten- und Wirtschaftlichkeitsanalysen, berücksichtigt.

3) Optimierter Betrieb durch innovative Regelungsstrategien

Ein übergeordnetes Energiemanagementsystem (EMS) auf Basis einer prädiktiven Regelung entscheidet über den besten Einsatz aller Systemelemente, definiert Ein- und Ausschaltpunkte, gibt Leistungen im elektrischen und thermischen Sektor vor und findet so im Zusammenspiel aller drei Bereiche die optimale Betriebsweise. Das EMS ermöglicht Betriebszeiten der Wärmepumpe(n) zu optimieren und zeitlich auf das übergeordnete Energiesystem abzustimmen.

4) Semi-Virtuelle Implementierung des Wärmepumpensystems

Ein Wärmepumpensystem wird semi-virtuell in die Case Study implementiert und damit die Systemintegration und Regelung in einer dynamischen Umgebung erprobt und bewertet. Die Ergebnisse bieten Einblick in die praktische Umsetzbarkeit der entwickelten Konzepte und ermöglichen eine fundierte Einschätzung der Wirksamkeit einer systemdienlichen Integration von Wärmepumpen in urbane Quartiere.

Abstract

Heat pumps are a key technology for decarbonising and increasing the efficiency of the heat supply. Urban neighbourhoods play a special role in the transformation of our energy system. The energetic networking of buildings and of heating and cooling functions can tap great potential for increasing efficiency. However, when integrating heat pumps, there are various challenges such as the diversity of existing structures, limited space, noise emissions and, in some cases, outdated high-temperature heat delivery systems. For the electrical supply infrastructure, the increasing electricity consumption of electromobility leads to increased grid loads and the increased feed-in of PV and wind power leads to increased volatility. In combination with heat storage systems, however, heat pumps can shift loads flexibly and thus be part of the solution for integrating new consumers into the power grid and increasing the share of renewable energy.

The overarching goal of the UrbanHP project is a structured analysis of the optimised and system-friendly integration of heat pumps in existing urban districts. The analysis is based on detailed energy technology models, economic and ecological assessments, as well as on a semi-virtual implementation in the real case study "Innovation District Inffeld" at Graz University of Technology. The work is carried out in four fields of innovation:

1) System architectures and modelling

A matrix of possible system configurations for the case study under consideration is established and evaluated on the basis of energetic, ecological and economic aspects. This creates the basis for system selection and further detailed analyses. Models of the overall system depict all relevant energy-related processes interactively between consuming and supplying components and thermal and electrical processes.

2) Interaction with the electricity grid

Possible scenarios with regard to the future feed-in of renewable energy sources into the electrical supply grid are mapped and enable an assessment of the development of time-variable electricity prices and their fluctuation range. All key influencing factors, such as the quantity and location of renewable energy sources, load forecasts, grid infrastructure and capacities, storage integration, grid control and management as well as cost and economic analyses are taken into account.

3) Optimised operation through innovative control strategies

An energy management system (EMS) based on predictive control decides on the best use of all system elements, defines switch-on and switch-off points, specifies outputs in the electrical and thermal sectors and thus finds the optimum operating mode in the interaction of all three areas. The EMS makes it possible to optimise the operating times of the heat pump(s) and coordinate them with the superordinate energy system.

4) Semi-virtual implementation of the heat pump system

A heat pump system is implemented semi-virtually in the case study and thus the system integration and control is tested and evaluated in a dynamic environment. The results provide an insight into the practical feasibility of the concepts developed and enable a well-founded assessment of the effectiveness of integrating heat pumps into urban neighbourhoods to benefit the superordinate energy system.

Projektkoordinator

- Technische Universität Graz, Institut für Wärmetechnik (IWT)

Projektpartner

- BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH
- Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H
- DILT Analytics FlexCo
- EAM Systems GmbH
- Energie Steiermark Business GmbH
- EQUA Solutions AG
- Technische Universität Graz - Gebäude und Technik
- Technische Universität Graz Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation
- Technische Universität Graz Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik