TEA-Pump

Techno-ökonomische Analyse thermoelektrischer Module als Effizienz- und Leistungssteigerung für Wärmepumpen im Wohnbau

Programm / Ausschreibung	KNS 24/26, TIKS 2024, Technologien und Innovationen für die klimaneutrale Stadt (TIKS) 2024 - Urbane Technologien	**Status**	laufend
Projektstart	01.03.2025	**Projektende**	31.08.2026
Zeitraum	2025 - 2026	**Projektlaufzeit**	18 Monate
Keywords	thermoelektrische Elemente; Effizienz- und Leistungssteigerung; Wohnbau; Kompressionswärmepumpe; Simulation; techno-ökonomische Analyse		

Projektbeschreibung

Ausgangssituation, Problematik, Motivation

Hoch-effiziente, leistbare Energietechnologien sind wesentliche Komponenten zur Umsetzung klimaneutraler Gebäude und Städte. Wärmepumpen sind eine Schlüsseltechnologie zur Energiewende und sollen bis zum Jahr 2040 25% des Wärmebedarfs nationaler Gebäude abdecken. Vergleichsweise hohe Investitionskosten und geringere Leistungsdichte bei begrenzt vorhandenen Aufstellflächen hemmen eine rasche Marktdurchdringung von Wärmepumpen im städtischen Mehrfamilienwohnbau. Ein vielversprechender Ansatz zur Lösung der genannten Marktbarrieren ist der Einsatz thermoelektrischer Module im Kältekreis von Kompressions-wärmepumpen. Damit lassen sich, wie Erkenntnisse aus dem Automotive Sektor zeigen, die Effizienz der Technologie und/oder deren Heiz- und Kühlleistung substanziell steigern.

Ziele

TEA-Pump zielt übergeordnet darauf ab, Leistung und Effizienz von Luft/Wasser-, Wasser/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpen in den Leistungsklassen 20kW bis 100kW, wie sie in großen Stückzahlen zur Dekarbonisierung der Wärme- und Kälteversorgung des städtischen Mehrfamilienwohnbaus benötigt werden, substanziell zu steigern. Konkret soll im Rahmen einer Simulationsstudie sondiert werden, ob und unter welchen Randbedingungen in den Kältekreis kommerziell verfügbarer Kompressionswärmepumpen für Mehrfamilienwohngebäude integrierte thermo-elektrische Module im Vergleich zu gängigen effizienzsteigernden Maßnahmen aus techno-ökonomischer Sicht wettbewerbsfähig sind.
Die angestrebten quantitativen Zielsetzungen im Vergleich zu Wärmepumpen am Stand-der-Technik für das Zielsegment stellen sich wie folgt dar:

- COP-Steigerung im Heiz- und im Kühlbetrieb um mind. +10% bei gleichbleibender Leistung
- Erhöhung der Heiz- und der Kühlleistung um 10% bis 30%
- Amortisationszeit von bis zu max. 10 Jahren

Innovationen

Es gibt keine kommerziellen Wärmepumpen mit TEM im Kältekreis. Die zu sondierende Idee unterscheidet sich v.a. in folgenden sechs Aspekten von anderen F&E-Ansätzen im Projektbereich:

• Berücksichtigung technischen UND der ökonomischen Dimension der TEM-Integration
• Fokussierung auf Mehrfamilienwohnbauten
• Berücksichtigung der zentralen UND dezentralen Gebäudeintegration der Wärmepumpe
• Berücksichtigung MEHRERER Wärmequellen
• Berücksichtigung von Heiz- UND Kühlbetrieb
• Berücksichtigung MEHRERER zukünftig relevanter Kältemittel

Angestrebte Ergebnisse / Erkenntnisse

Das Hauptergebnis ist ein umfassender Überblick von aus technischer und ökonomischer Sicht erfolgversprechenden Wärmepumpen-Kältekreiskonfigurationen mit thermoelektrischen Elementen in verschiedenen Leistungsklassen für diverse Kategorien von urbanen Mehrfamilienwohngebäuden (Größe, Baustandards, Klimazonen, etc.) unter Berücksichtigung der Voraussetzungen nationaler Wärmepumpenhersteller. Zudem ist die Patentierung vielversprechender Kältekreiskonfigurationen mit thermoelektrischen Elementen geplant.

Die Ergebnisse werden im Falle eines positiven Projektverlaufs in ein anschließendes Projekt der industriellen Forschung überführt und dort auf Prototypen-Ebene im Labor experimentell validiert. TEA-Pump kann aufgrund seines Innovationsgehalts und attraktiven Marktpotenzials zu einer Technologieführerschaft „Made in Austria“ führen. Das Projekt leistet einen Beitrag zur Umsetzung klimaneutraler Gebäude, Quartiere und Städte, stärkt den Innovationsstandort Österreich und führt mittelfristig zur Schaffung nachhaltiger qualifizierter Arbeitsplätze.

Abstract

Initial situation, problem, motivation

Highly efficient, affordable energy technologies are essential components for the realisation of climate-neutral buildings and cities. Heat pumps are a key technology for the energy transition and are expected to cover 25% of the heating requirements of national buildings by 2040. Relatively high investment costs and lower power density with limited installation space hinder the rapid market penetration of heat pumps in urban multi-family residential buildings. A promising approach to solving these market barriers is the use of thermoelectric modules in the refrigeration circuit of compression heat pumps. As findings from the automotive sector show, this can substantially increase the efficiency of the technology and/or its heating and cooling capacity.

Objectives

The overall aim of TEA-Pump is to substantially increase the performance and efficiency of air-to-water, water-to-water and brine-to-water heat pumps in the 20kW to 100kW capacity classes, which are required in large numbers to decarbonise the heating and cooling supply of urban multi-family residential buildings. Specifically, a simulation study will explore whether and under what boundary conditions thermo-electric modules integrated into the refrigeration circuit of commercially available compression heat pumps for large-volume residential buildings are competitive from a techno-economic point of view compared to common efficiency-enhancing measures.

The quantitative objectives compared to the state-of-the art heat pumps for the target segment are as follows:

• COP increase in heating and cooling mode by at least +10% while maintaining the same capacity.
• Increase in heating and cooling capacity by 10% to 30%.

• Amortisation period of up to max. 10 years.

Innovations

There are no commercial heat pumps with TEM in the cooling circuit. The idea to be explored differs from other R&D approaches in the project area amongst others in the following six aspects:

• Consideration of the technical AND economic dimension of TEM integration
• Focus on multi-family residential buildings
• Consideration of centralised AND decentralised building integration of the heat pump
• Consideration of MULTIPLE heat sources
• Consideration of heating AND cooling operation
• Consideration of MULTIPLE future relevant refrigerants

Intended results / findings

The main result is a comprehensive overview of technically and economically promising heat pump refrigeration circuit configurations with thermoelectric elements in different capacity classes for various categories of urban multi-family residential buildings (size, building standards, climate zones, etc.), considering the requirements of national heat pump manufacturers. In addition, the patenting of promising cooling circuit configurations with thermoelectric elements is planned. If the evaluation of the idea is successful, the results will be transferred to a subsequent industrial research project and experimentally validated at prototype level in the laboratory. Due to its innovative content and attractive market potential, TEA-Pump can lead to technology leadership ‘Made in Austria’. The project contributes to the implementation of climate-neutral buildings, neighbourhoods, and cities, strengthens Austria as a location for innovation, and leads to the creation of sustainable, skilled jobs in the medium term.

Projektpartner

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH