

ETHP

Ejektortechnologien für Wärmepumpen

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 7. Ausschreibung	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.01.2022	Projektende	31.12.2024
Zeitraum	2022 - 2024	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	Wärmepumpen; Ejektor; Erhöhung des Temperaturhubs; Strömungssimulation;		

Projektbeschreibung

Wärmepumpenanlagen sind aus mehreren Gründen für die Zukunft des Produktionsstandortes Österreich von zentraler Bedeutung. Sie sind nicht nur Exportprodukt (bereits heute sind mehr als 30% der Anlagen für den Export bestimmt), sie leisten auch einen wesentlichen Beitrag zur Dekarbonisierung der Industrie. Sie ermöglichen die Nutzung von Abwärmen durch Einsatz von geringen Mengen an Strom und substituieren so auf effiziente Weise den Einsatz von Primärenergie wie Kohle und Gas. Für die produzierende Industrie sind insbesondere Industrierärmepumpen relevant. Ejektoren, eine innovative Komponente einer Wärmepumpe, erlauben eine Wirkungsgradsteigerung von bis zu 27% gegenüber konventionellen Anlagen.

Bei einer herkömmlichen Wärmepumpe wird durch ein Expansionsventil gesättigter Dampf oder unterkühlte Flüssigkeit bei hohem Druck auf Nassdampf bei niedrigem Druck entspannt. Dieser irreversible Prozess reduziert die Effizienz von Wärmepumpen maßgeblich, da die im Verdichter zugeführte Kompressionsarbeit verloren ist. Mit einem Ejektor kann ein Teil der Kompressionsarbeit zurückgewonnen, die benötigte Kompressorleistung signifikant reduziert und bei mehrstufigen Kompressoren gegebenenfalls sogar eine Kompressorstufe komplett ersetzt werden.

ETHP strebt die Entwicklung einer effizienten Industrierärmepumpe nach den Bedürfnissen des Marktes an. Dazu werden im Anschluß an Experteninterviews, Machbarkeitsstudien und Wirtschaftlichkeitsrechnungen mittels fortschrittlicher Simulationsmethoden der Kältekreis sowie verschiedene Ejektorgeometrien ausgelegt, optimiert und in einem im Rahmen des Projektes ausgelegten und gefertigten Labormuster mit umfangreicher Instrumentierung erprobt. Der Kältekreis wird dabei auf den Ejektor genau abgestimmt. Ein intelligentes Regelkonzept des Kältekreises inklusive Ejektor, das ein perfektes Zusammenspiel von Ejektor und Kompressor über einen weiten Betriebsbereich garantiert, ermöglicht die Erreichung eines maximalen CoP. Zwei Meßkampagnen mit unterschiedlichen numerisch optimierten Ejektoren bieten die Datenbasis für den Ausbau des AIT Auslegungstools für Ejektoren auf der Basis von validierten 1D und hoch aufgelösten 2D/3D CFD Simulationen. ETHP realisiert somit eine Wärmepumpe für die industrielle Nutzung auf Basis eines Kältekreises mit 2 Phasen-Ejektoren.

Der Wissenszuwachs im Projekt umfasst insbesondere das abgestimmte und validierte Design der ETHP Wärmepumpe, die optimierten und im Labormuster erprobten Ejektorgeometrien sowie die validierten ein- und mehrdimensionalen Simulationsmodelle.

Im Projekt EHP soll die Ejektor-Technologie für Hoch- und Höchsttemperaturwärmepumpen etabliert werden. EHP legt damit den Grundstein für die nächste Evolutionsstufe hocheffizienter Industriewärmepumpen und ebnet den Weg hin zu einer dekarbonisierten Welt.

Abstract

Heat pump systems are of central importance for the future of Austria as a production location for several reasons. Not only are they an export product (already today more than 30% of the systems are produced for export), they also make a significant contribution to the decarbonization of industry. They enable the use of waste heat by using small amounts of electricity, thus efficiently substituting the use of primary energy such as coal and gas. Industrial heat pumps are particularly relevant for the manufacturing industry. Ejectors, an innovative component of a heat pump, allow an efficiency increase of up to 27% compared to conventional systems.

In a conventional heat pump, an expansion valve expands saturated steam or subcooled liquid at high pressure to wet steam at low pressure. This irreversible process significantly reduces heat pump efficiency because the compression work supplied in the compressor is lost. With an ejector, part of the compression work can be recovered, the required compressor power can be significantly reduced and, in the case of multi-stage compressors, even one compressor stage can be completely replaced, if necessary.

EHP aims to develop an efficient industrial heat pump according to the needs of the market. For this purpose, following expert interviews, feasibility studies and profitability calculations, the refrigeration circuit and various ejector geometries are designed, optimized and tested in a laboratory prototype designed and manufactured as part of the project with extensive instrumentation using advanced simulation methods. The refrigeration circuit is precisely matched to the ejector. An intelligent control concept of the refrigeration circuit including the ejector, which guarantees a perfect interaction of ejector and compressor over a wide operating range, enables the achievement of a maximum CoP. Two measurement campaigns with different numerically optimized ejectors provide the data for the extension of the AIT design tool for ejectors based on validated 1D and high resolution 2D/3D CFD simulations. EHP thus realizes a heat pump for industrial use based on a refrigeration circuit with 2-phase ejectors.

The knowledge gained in the project includes in particular the tuned and validated design of the EHP heat pump, the optimized ejector geometries tested in the laboratory prototype, and the validated one-dimensional and multi-dimensional simulation models.

The EHP project aims to establish ejector technology for high and ultra-high temperature heat pumps. EHP thus lays the foundation for the next evolutionary stage of highly efficient industrial heat pumps and paves the way towards a decarbonized world.

Projektkoordinator

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Projektpartner

- Ochsner Energietechnik GmbH
- Ochsner Wärmepumpen GmbH