

Energieforschungsprogramm

Präsentation des Projektes auf der KLI.EN Homepage /

publizierbare Kurzfassung / publizierbarer Zwischenbericht

Titel des Projekts	<i>VLESH - Variable Load Ejector for Steam Heat-pumps</i>
Synopsis	Das Sondierungsprojekt VLESH soll auf konzeptioneller Ebene evaluieren, ob die Effizienz von, mit Ejektoren ausgestatteten, dampferzeugender Wärmepumpen auch unter variablen Einsatz- bzw. Teillastbedingungen höhere Effizienzen aufweisen.
Kurzfassung / Abstract	Ähnlich wie auch in der gesamten EU werden in Österreich rund 40 % des gesamten Brennstoffeinsatzes in der Industrie zur Dampferzeugung genutzt. Dieser Dampf dient dann als Wärmeträgermedium, welches < 500°C viele Vorteile aufweist. Im Rahmen des übergeordneten Ziels den voranschreitenden Klimawandel zu verlangsamen ist eine CO₂ Neutralisierung des Dampferzeugungsprozesses entscheiden. Abgesehen von der direkten Nutzung industrielle Abwärme, ist die Anwendung von Hochtemperatur Wärmepumpen die am energetisch sinnvollste. Um die Dekarbonisierung der Industrie noch weiter zu befeuern ist der Ruf nach Effizienzsteigerung in der Vergangenheit immer größer geworden. Der effizienteste Weg zur Dampferzeugung mittels Wärmepumpe, besteht im Nutzen berstender Abwärme von ca. 40-60°C, welche in einem geschlossenen Wärmepumpenkreislauf auf ca. 120 °C angehoben wird und danach durch Mechanical-Vapor-Recompression (MVR) Einheiten auf das entsprechende Druckniveau verdichtet wird. Der Einsatz von MVR bringt bereits einen hohen Wirkungsgrad, allerdings gibt es noch Raum für effizienzsteigende Maßnahmen, wenn man den Carnot-Kreislauf der unteren Stufe der Wärmepumpe betrachtet. Die größten Verluste im Carnot-Kreislauf treten beim Expansionsprozess im Expansionsventil auf. Dieser Exergieverlust kann aber durch eine innovative Komponente, dem Ejektor, teilweise wieder Rückgewonnen werden. Dieses Prinzip ist nicht neu und wird bereits bei CO₂ Kältemaschinen eingesetzt wo abhängig von den Betriebsbedingungen und dem Design Effizienzgewinne zwischen 5% and 42% möglich sind. Auch zu Hochtemperaturwärmepumpen gab und gibt es bereits einige Forschungsprojekte mit Beteiligung des AIT. Allerdings sind Ejektoren sehr sensible Bauteile die stark von der Ausbildung der Überschallströmung und dem gleichzeitigen Verdampfen des Kältemittels in der Lavaldüse abhängen. Aus diesem Grund ist der heutige Stand der Entwicklung von Ejektoren nicht ausreichend, um bei gegebenen Anforderungen der industriellen Prozesse an die Teillastfähigkeit von dampferzeugenden Wärmepumpen eine verlässliche Effizienzsteigerung dazustellen. Diese stellt den Ausgangspunkt für

Energieforschungsprogramm - X. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

	das Forschungsprojekt „VLESH - Variable Load Ejector for Steam Heat-pumps“ da. Das vordergründige Ziel dieses Projekts ist es die technische und ökonomische Machbarkeit von Ejektorelösungen für schwankenden Einsatzbedingungen zu beleuchten. Diese Teillastfähigkeit der Wärmepumpe ist dabei mit 30%-100% Heizleistung und Quellschwankungen von 5K in beide Richtungen festgelegt. Als Kältemittel für die Wärmepumpe wird bewusst Butan gewählt, da es sich aufgrund seiner günstigen thermodynamischen Eigenschaften und Status als natürliches Kältemittel zukunftsicher ist. Die Wärmepumpe wird mittels 1D Simulation analysiert, während die Ejektor Charakteristiken durch die Möglichkeiten der numerischen Strömungssimulation (CFD) bestimmt werden sollen. Um auch abseits der Auslegungsbedingungen eine ausreichend genau Betrachtung der Strömung im Ejektor durchführen zu können, ist eine Weiterentwicklung der bis dato für Butan verwendeten Mehrphasenströmungsmodellen notwendig.
Projektleiter	<i>DI Dr. Julian Unterluggauer</i>
Institut / Unternehmen	<i>AIT Austrian Institute of Technology GmbH</i>
Kontaktadresse	<i>Giefinggasse 4 1210 Wien Tel.: +43 664 88904368 www.ait.ac.at</i>
Auflistung der weiteren Projekt- bzw. Kooperationspartner	<i>TU Wien Institut für Strömungsmechanik und Wärmeübertragung Getreidemarkt 9 1060 Wien Univ. Prof. Dipl.-Ing- Dr. Alfredo Soldati</i>

Project Title	<i>VLESH - Variable Load Ejector for Steam Heat-pumps</i>
Synopsis	<i>The VLESH project is intended to evaluate at a conceptual level whether the efficiency of steam-generating heat pumps equipped with ejectors also exhibit higher efficiencies under variable operating or partial load conditions.</i>
Summary / Abstract	Similar as in the EU, in Austria around 40% of all fuel used in industry is used to generate steam. This steam then serves as a heat transfer medium, which has many advantages at < 500°C. As part of the overarching goal of slowing down the progression of climate change, CO2 neutralization of the steam generation process is crucial. Apart from the direct use of industrial waste heat, the use of high-temperature heat pumps is the most energy-efficient option. To further fuel the decarbonization of industry, the call for increased efficiency has become ever greater in the past. The most efficient way to generate steam using heat pumps is to use waste heat of approx. 40-60°C, which is boosted to approx. 120°C in a closed heat pump circuit and then compressed to the required pressure level using mechanical vapor recompression (MVR) units. The use of MVR already provides a high level of efficiency, but there is still room for efficiency-enhancing measures when considering the Carnot circuit of the lower stage of the heat pump. The greatest losses in the Carnot circuit occur during the expansion process in the expansion valve. However, this exergy loss can be partially recovered by an innovative component, the ejector. This principle is not new and is already used in CO2 chillers where efficiency gains of between 5% and 42% are possible, depending on the operating conditions and design. There have also been several research projects involving the AIT on high-temperature heat pumps. However, ejectors are very sensitive components that depend heavily on the formation of the supersonic flow and the simultaneous evaporation of the refrigerant in the Laval nozzle. For this reason, the current state of development of ejectors is not sufficient to provide a reliable increase in efficiency given the requirements of industrial processes for the partial load capacity of steam-generating heat pumps. This is the starting point for the research project "VLESH - Variable Load Ejector for Steam Heat-pumps". The primary aim of this project is to shed light on the technical and economic feasibility of ejector solutions for fluctuating operating conditions. The partial load capacity of the heat pump is defined as 30%-100% heat output and source fluctuations of 5K in both directions. Butane was deliberately chosen as the refrigerant for the heat pump, as it has a promising future due to its favourable thermodynamic properties and status as a natural refrigerant. The heat pump is analysed using 1D simulation, while the ejector characteristics are to be determined using the possibilities of computational fluid dynamics (CFD). To carry out a sufficiently precise analysis of the flow in the ejector outside the design conditions, it is necessary to further develop the multiphase flow models for butane.

Energieforschungsprogramm - X. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Projekt manager	<i>DI Dr. Julian Unterluggauer</i>
Institute / Company	<i>AIT Austrian Institute of Technology GmbH</i>
Contact address	<i>Giefinggasse 4 1210 Wien Tel.: +43 664 88904368 www.ait.ac.at</i>
Partners of the consortium	<i>TU Wien Institute of Fluid Mechanics and Heat Transfer Getreidemarkt 9 1060 Wien Univ. Prof. Dipl.-Ing- Dr. Alfredo Soldati</i>