

## CONAN

Clever and resilient rOtation heAt pump coNtrol

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung Ausschreibung 2022	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.02.2024	<b>Projektende</b>	31.01.2027
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2027	<b>Projektlaufzeit</b>	36 Monate
<b>Keywords</b>	Rotation Heat Pump, Control systems, Regelkonzepte,		

### Projektbeschreibung

Kompressionswärmepumpen sind in gewissen Bereichen bereits sehr gut etabliert, jedoch finden sie in der Industrie noch eher selten Anwendung. Ein wesentlicher Grund dafür ist das in Kompressionswärmepumpen das Arbeitsmittel auf Grund der thermodynamischen Eigenschaften den Einsatz stark einschränkt. Hier bieten Rotationswärmepumpen (engl. RHP) von ecop den Vorteil eines in Bezug auf die Temperatur flexiblen Prozess mit umweltfreundlichen, nicht brennbaren Arbeitsgas.

In Bezug auf die Regelung stehen für Kompressionswärmepumpe zahlreiche Publikationen und theoretische Grundlagen sowie kommerzielle Regler zur Verfügung. Diese können über "Default Einstellungen" für z.B. das Expansionsventil bereits vorab ein gut abgestimmtes System liefern. Die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale einer Rotationswärmepumpe zu konventioneller Wärmepumpe in Bezug auf Grundprinzip, Aufbau und Wirkungsweise erfordern den Aufbau von Grundlagenwissen und die detaillierte Analyse von einzelnen Komponenten. Regelsysteme und Strategien für kommerzielle Wärmepumpen können nicht übertragen werden, da sowohl zusätzliche Regelparameter vorhanden sind als auch weitere nicht vergleichbare komplexe Zusammenhänge eingebracht werden müssen. Für die Rotationswärmepumpe konnte bereits der Proof of Concept einer vielversprechenden Regelstrategie erfolgreich erbracht werden, benötigt jedoch für die Erhöhung der Betriebssicherheit und den effizienten Betrieb eine weitere Verfeinerung des Reglermodelles, das für die Anwendung im industriellen Umfeld zuvor im Zuge von Labortests validiert wird.

Das Projekt CONAN verfolgt das Ziel, das Regelsystem einer Rotationswärmepumpe mit Labormessungen zu validieren, zu verfeinern und zu verbessern. Durch die Installation von ausgewählter Sensorik, die den hohen Zentrifugalkräften im rotierenden System standhält, sollen im Gaskreislauf thermodynamische Größen wie Druck und Temperatur, gemessene werden. Dadurch ist eine vertiefte Validierung und ein Abgleich des thermodynamischen Prozesses möglich und es werden die Grundlagen für die Verbesserung der Regelung durch die verschiedenen Entwicklungsstufen - Model In the Loop (MIL), Software in the Loop (SIL) und Hardware In the Loop (HIL) geschaffen. Weiters kann durch Simulationen das Verhalten einzelner Komponenten auch unter skalierten geometrischen und thermodynamischen Randbedingungen analysiert werden. Eine Skalierung der Rotationswärmepumpe ist damit vergleichsweise schnell und einfach möglich.

Die wesentlichen Ergebnisse in CONAN umfassen:

- Abbild der Rotationswärmepumpe in Form eines verbesserten Reglermodells,
- Regelkonzept für die Rotationswärmepumpe basierend auf dem Konzept - SIL, MIL, HIL das eine höchstmögliche Änderungsrate und robusten Betrieb bereit stellt
- Erfolgreiche Skalierung der RHP

Das Konsortium bestehend aus AIT und ecop hat für den gesamten Umfang des Projektes CONAN umfassendes notwendiges Knowhow. Die ecop bringt ihr Knowhow insbesondere in den Bereichen Prozess, Simulation der Komponenten, Durchführung von Labortests sowie für die Implementierung des Reglers auf der Maschinensteuerung ein. Das AIT hat umfassendes Wissen im Bereich der Kompressionswärmepumpen sowie in der Erstellung von komplexen Reglern mittels dynamischer Simulationsumgebungen.

## **Abstract**

Compression heat pumps are already very well established in certain areas, but they are still rarely used in industry. One of the main reasons for this is that the working fluid in compression heat pumps severely restricts their use due to their thermodynamic properties. Here, Rotation Heat Pump (RHP) from ecop offer the advantage of a temperature flexible process with environmentally friendly, non-flammable working fluid.

In terms of control, numerous publications and theoretical bases are available for compression heat pumps, as well as commercial controllers. These can provide a well-tuned system in advance via "default settings" for e.g. the expansion valve. The essential differences between a Rotation Heat Pump and a conventional heat pump in terms of basic principle, design and mode of operation require the development of basic knowledge and the detailed analysis of individual components. Control systems and strategies for commercial heat pumps cannot be transferred, since both additional control parameters are present and further non-comparable complex interrelationships must be introduced. For the rotary heat pump, the proof of concept of a promising control strategy could already be successfully provided, but requires further refinement of the controller model for the increase of operational reliability and efficient operation, which is validated for the application in the industrial environment in the course of laboratory tests beforehand.

The CONAN project aims to validate, refine and improve the control system of a Rotation Heat Pump with laboratory measurements. By installing selected sensors that can withstand the high centrifugal forces in the rotating system, thermodynamic variables such as pressure and temperature are to be measured in the gas circuit. This will allow an in-depth validation and adjustment of the thermodynamic process and provide the basis for the improvement of the control system through the different development stages - Model In the Loop (MIL), Software in the Loop (SIL) and Hardware In the Loop (HIL). Furthermore, simulations can be used to analyze the behavior of individual components even under scaled geometric and thermodynamic boundary conditions. Scaling of the rotary heat pump is thus comparatively fast and easy.

The main results in CONAN include:

- Mapping of the Rotation Heat Pump in the form of an improved controller model,
- Control concept for the Rotation Heat Pump based on the concept - SIL, MIL, HIL that provides the highest possible rate of

change and robust operation

- Successful scaling of the RHP

The consortium consisting of AIT and ecop has comprehensive necessary know-how for the entire scope of the CONAN project. ecop contributes its know-how in particular in the areas of process, simulation of the components, execution of laboratory tests as well as for the implementation of the controller on the machine control. AIT has comprehensive knowledge in the field of compression heat pumps as well as in the creation of complex controllers by means of dynamic simulation environments.

### **Projektkoordinator**

- ECOP Technologies GmbH

### **Projektpartner**

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH