



## MICRORANKINE

# CLAUSIUS RANKINE CYCLE-VERSUCHSANLAGE

LAUFZEIT: 21 MONATE



Stadtentwässerung  
und Umweltanalytik



**SIEMENS**

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

### PROJEKTLEITER

Prof. Dr.-Ing. Frank Opferkuch

Fakultät Maschinenbau und  
Verfahrenstechnik

Technische Hochschule Nürnberg  
Georg Simon Ohm

### ANSPRECHPARTNER

Prof. Dr.-Ing. Frank Opferkuch

Tel.: +49.911.5880.1889

Fax: +49.911.5880.7150

frank.opferkuch@th-nuernberg.de

www.th-nuernberg.de

In dezentralen Blockheizkraftwerken wird neben Wärme auch elektrischer Strom hergestellt. Die auf dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung basierenden Anlagen sind ein wichtiger Bestandteil für die zukünftige energieeffiziente und wirtschaftliche Versorgung mit Strom und Wärme. Durch ihre flexible Einsetzbarkeit ermöglichen sie es das schwankende Angebot von erneuerbaren Energien auszugleichen und tragen so zur Grundlastabsicherung bei.

Bei der Erzeugung von elektrischen Strom entsteht Wärme, die in Blockheizkraftwerken entweder direkt zum Heizen verwendet wird oder mit zusätzlichen Einrichtungen zur Abwärmenutzung, wie Abgaswärmeübertragern für die Warmwasserbereitung, genutzt wird. Vor allem in den Sommermonaten kann diese Wärme jedoch nicht vollständig genutzt werden und muss mit Kühleinrichtungen ungenutzt an die Umgebung abgegeben werden. Damit kommen Technologien in den Fokus, die dazu geeignet sind überschüssige Wärme in wertvolle Energieformen wie elektrische Energie oder mechanische Energie umzuwandeln. Diese können entweder direkt genutzt werden oder in das vorhandene Versorgungsnetz eingespeist werden.

Da die Abwärmenutzung von Abgasen vom Temperaturbereich abhängig ist, kommen vor allem Verfahren in Frage, die die Abwärme in mechanische Energie umwandeln. Eines dieser Verfahren ist der Organic-Rankine-Prozess (ORC), der bei höheren Temperaturen eingesetzt wird. Problematisch dabei sind die oft brennbaren und giftigen organischen Arbeitsmittel. Im hier vorgestellten Projekt soll deshalb eine Versuchseinrichtung aufgebaut und betrieben werden, die einen geschlossenen Wasserdampfprozess (Clausius Rankine Cycle, CRC) zur Abwärmenutzung verwendet.

## Stand der Technik

Der Einsatz von Wasser als Arbeitsmittel hat vor allem den Vorteil, dass Wasser im Gegensatz zu den bisher verwendeten Arbeitsmitteln thermisch stabil ist. Dadurch sind höhere Prozesstemperaturen möglich, die in einem besseren Wirkungsgrad resultieren. Auch ist Wasser weder giftig noch brennbar. Jedoch ist durch die Druckverhältnisse eine aufwändige Anlagentechnik notwendig. Deshalb wird der

CRC-Prozess bislang nur in leistungsstarken Anlagen, wie zentralen Kraftwerken, eingesetzt. Dementsprechend sind wichtige Komponenten wie Turbinen und Dampferzeuger nur auf diese Leistungsklassen ausgelegt.

## Projektaufbau

In der Versuchseinrichtung des Projekts soll ein optimierter CRC-Prozess mit effizienteren Expansionsmaschinen, kompakten Wärmeübertragern, effizienten und flexiblen Generatoren sowie optimierter Regelungstechnik untersucht werden. Dabei sollen folgende Forschungsfragen bearbeitet werden:

- **Hochtemperatur:** Kann Abwärme bei Temperaturen über 450 °C auch bei kleinen thermischen Leistungen mit dem Arbeitsfluid Wasser kosteneffizient zu Strom umgewandelt werden?
- **Miniaturisierung:** Können durch Miniaturisierung von Komponenten, durch den Einsatz neuartiger Technologien und durch eine Vereinfachung der Anlagentechnik die spezifischen Investitionskosten deutlich gesenkt werden?
- **Flexibilisierung:** Welche Komponenten, Bauweisen und Regelungsstrategien sind bei der geforderten Flexibilisierung bei der Stromerzeugung, bei häufigen schnellen Lastwechseln sowie bei den dann zahlreichen An- und Abfahrvorgängen vorteilhaft für die Lebensdauer des Gesamtsystems?
- **Standardisierung:** Wie können Skaleneffekte bei der Fertigung von standardisierten Komponenten einen Beitrag dazu liefern, die Wirtschaftlichkeit die Investitionskosten zu senken und damit eine Markteintrittshürde abzubauen?

## Weiterverwertung

Die Versuchsanlage für Wasser-Dampfprozesse stellt eine Plattform für vielfältige Forschungsarbeiten der Technischen Hochschule Nürnberg auf dem Gebiet der dezentralen Energiumwandlung dar.



TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG  
GEORG SIMON OHM