

Arbeitsfluide für ORC-Prozesse

BOKU-Publikation ist Top 2 Cited in Energy

Johann Fischer & Martin Wendland

Weltweit werden mehr als 80% des elektrischen Stroms in Dampfkraftwerken erzeugt. In diesen wird ein Wärmestrom Q_{zu} mit sehr hoher Temperatur ($\approx 1000^\circ\text{C}$), der durch Kohle, Erdgas, Kernenergie oder Erdöl bereitgestellt wird, in einem Clausius-Rankine-Prozess teilweise in mechanische Leistung P_{ab} umgewandelt. Als Arbeitsfluid wird in diesem Prozess Wasser als Flüssigkeit und Dampf verwendet, der auf etwa 600°C erhitzt wird.

Es sind auch andere Wärmequellen verfügbar, die allerdings nur Wärme mit niedrigeren Temperaturen bereitstellen. Beispielhaft seien hier geothermische Wärme, Wärme aus Solar Kollektoren, Abwärme von Motoren und Produktionsprozessen sowie Wärme aus der Biomasseverbrennung genannt, woraus sich mehrere Anbindungen zur BOKU ergeben. Zum einen soll hier die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe forciert werden, wobei die Reststoffe verbrannt und so energetisch genutzt werden können. Andererseits wird auch an der Optimierung der Biogasproduktion gearbeitet. Da in den Gasmotoren der Biogasanlagen nur etwa die Hälfte der im Gas enthaltenen Energie in Strom umgewandelt wird, ist die Abwärmenutzung ein heißes Thema. Zur Stromerzeugung aus den genannten Niedertemperatur-Wärmequellen kann u. a. auch der Clausius-Rankine-Prozess eingesetzt werden. Thermodynamische Berechnungen zeigen allerdings, dass für diese niedrigeren Temperaturen Wasser nicht mehr das optimale Arbeitsfluid ist, sondern dass man hier besser organische Fluide verwendet. Man spricht dann von einem Organic Rankine Cycle oder ORC-Prozess.

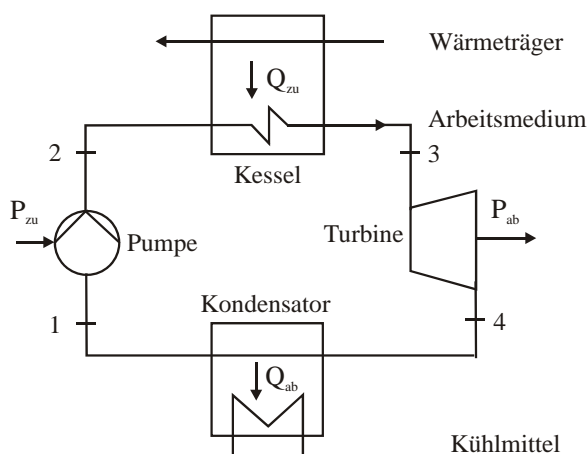


Abb.: Schema eines ORC-Prozesses
© Martin Wendland

Daraus ergab sich als Forschungsthema die Identifizierung geeigneter Arbeitsfluide und die Optimierung der ORC-Prozesse. Ein zusätzlicher Aspekt gegenüber dem konventionellen

Dampfkraftwerk ist die Wärmeübertragung vom Wärmeträger (z. B. Thermalwasser, Rauchgas) auf das Arbeitsfluid. Klar ist, dass man den Wärmeträger im Kessel so weit wie möglich abkühlen will, um einen maximalen Wärmestrom auf das Arbeitsfluid zu übertragen. Wegen der geringen Temperaturspannen wird dies beim ORC-Prozess zu einem Schlüsselproblem. Zu erwähnen ist noch, dass man entsprechend der Temperatur des Wärmeträgers Nieder- und Hochtemperatur ORC-Prozesse unterscheidet. Schließlich werden für die Untersuchungen der Prozesse thermodynamische Zustandsgleichungen benötigt, die am Institut für Verfahrens- und Energietechnik der BOKU aus molekulartheoretischen Betrachtungen entwickelt wurden.

In der Dissertation von Dr. B. Saleh aus Ägypten wurden 31 Arbeitsfluide für Niedertemperatur-ORC mit Maximaltemperaturen von 100 °C untersucht [1]. Es wurde eine Klassifikation der Kreisprozesse angegeben und der Einfluss der Wärmeübertragung herausgearbeitet. Schließlich wurde gezeigt, dass mit dem Kältemittel R143a bei einer Prozessführung mit überkritischem Druck die größte Leistung für einen vorgegebenen Wärmeträgerstrom erzielt werden kann. Zu erwähnen ist, dass [1] die derzeit weltweit meistzitierte ORC-Arbeit und Top 2 Cited in der Zeitschrift Energy (Impact factor 2.952) ist.

In der Dissertation von Dr. N. A. Lai aus Vietnam wurden Alkane, Siloxane und Aromaten als Arbeitsfluide für Hochtemperatur-ORC mit Maximaltemperaturen zwischen 180°C und 300°C untersucht [2]. Für diesen Temperaturbereich wurde Cyclopentan als bestes Arbeitsfluid identifiziert. Derzeit werden weitere Untersuchungen über alternative Energiewandlungsmethoden durchgeführt und Kontakte zu Firmen im Bereich der ORC-Prozesse intensiviert.

Publikationen

[1] B. Saleh, G. Koglbauer, M. Wendland, J. Fischer, Working fluids for low temperature ORC-processes. Energy 32, 1210-1221 (2007)

[2] N. A. Lai, M. Wendland, J. Fischer, Working fluids for high temperature ORC-processes Energy 36, 199-211 (2011)

Links

Energy http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/483/description#description

Scopus <http://www.scopus.com/record/display.url?eid=2-s2.0-33947386631&origin=inward&txGid=uXzuey5nSNtYfEv95OSboUK%3a2>



Em.O.Univ.Prof. Dr.
Johann Fischer



Ao.Univ.Prof. Dr.-Ing.
Martin Wendland

Kontakt

Em.O.Univ.Prof. Dr. Johann Fischer
Department für Materialwissenschaften und
Prozesstechnik
Institut für Verfahrens- und Energietechnik
Peter-Jordan-Straße 82
1190 Wien
+43 1 3709726-201
johann.fischer@boku.ac.at