

# Multitalent Organic Rankine Cycle Stromerzeugung aus Abwärme und regenerativen Energien

Ein Frischdampfdruck von 250 bar und eine Temperatur von bis zu 550 °C; das sind die heute üblichen Parameter zur Stromerzeugung mittels der Expansion von Wasserdampf in Turbinen moderner Großkraftwerke. Der Verwandte dieses Rankine-Kreisprozesses, der Organic Rankine Cycle oder kurz ORC, arbeitet bei niedrigen Temperaturen und Drücken, wodurch aus technischer und wirtschaftlicher Sicht eine Fülle neuer Anwendungsgebiete erschlossen werden können.

## Funktionsprinzip

Der ORC-Prozess arbeitet anstatt mit Wasserdampf mit organischen Medien wie Kohlenwasserstoffen oder Silikonölen. Hierdurch eröffnet sich die Möglichkeit, für spezielle Anwendungen jeweils optimale Fluide auszuwählen. Der Kreislauf ähnelt dem des Rankine-Prozess. Das Fluid wird mittels einer Speisepumpe auf einen Betriebsdruck von rund 20 bar gebracht, im Vorwärmer auf Siedetemperatur erhitzt und im Verdampfer vollständig verdampft. Der Sattdampf wird auf eine Turbomaschine geführt, in welcher er expandiert und einen Generator zur Stromerzeugung antreibt. Da die meisten ORC-Fluide eine retrograde Taulinie aufweisen, führt die Expansion zu einer Überhitzung des Fluids. Die entsprechende Wärmeleistung muss vor der Kondensation abgeführt werden, mittels eines Regenerators wird sie zur Vorwärmung des Fluids vor der Verdampfung genutzt oder in KWK-Anlagen ausgekoppelt. Nach der Kondensation des Fluids schließt sich der Kreislauf mit dem Eintritt in die Speisepumpe.

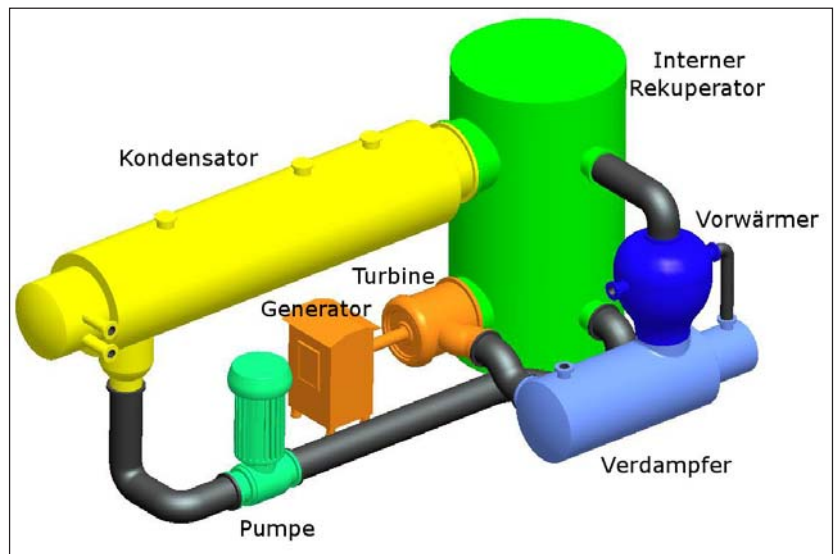


Abb. 1: Schematische Darstellung einer ORC-Anlage

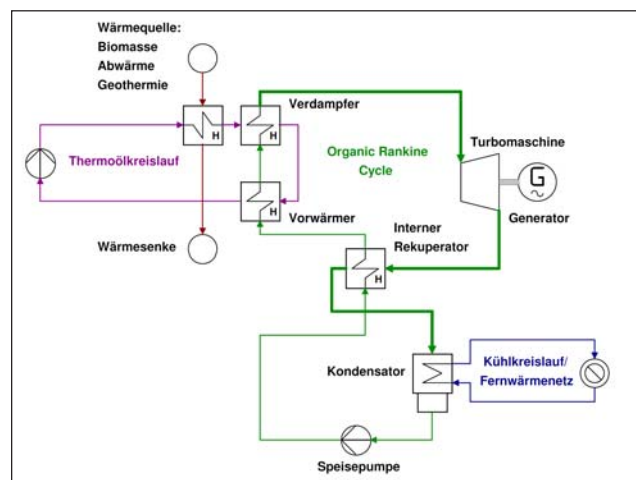


Abb. 2: Schema des Organic-Rankine-Cycle

## Einsatzgebiete

Das Anwendungsspektrum des ORC-Prozesses erstreckt sich über einen weiten Temperaturbereich der Wärmequelle. Dieser reicht von etwa 100 °C bis 200 °C bei der Geothermie, über 300 °C bis 450 °C bei der Abwärmenutzung bis hin zu 1000 °C bei Biomasse-Feuerungen. Zu den besonders interessanten Einsatzmöglichkeiten zählen die Verstromung der Abwärme von Blockheizkraftwerken sowie die Kombination des ORC-Prozesses mit fokussierenden Solarthermieanlagen. Die meisten der bislang betriebenen ORC-Anlagen arbeiten in einem Leistungsbereich von 200 kW bis 2 MW (elektr.). Mit den hierbei standardmäßig eingesetzten Fluiden und Schaltungskonzepten wird dabei ein thermischer Wirkungsgrad im Bereich von 10 % bis 20 % erreicht.

## Forschung

Mit Blick auf die verschiedenen Einsatzgebiete des ORC-Prozesses und die damit verbundene Bandbreite an unterschiedlichen Rahmenbedingungen wurden am LTTT Simulationsprogramme entwickelt, mit denen verschiedenste Schaltungsvarianten untersucht und so besonders geeignete Konzepte identifiziert werden können. Mit der Einbindung von Stoffdatenbanken werden systematische Fluid-Screenings durchgeführt und optimal auf den Einzelfall zugeschnittene Arbeitsmittel bestimmt. Weitere Ansatzpunkte zur Effizienzsteigerung stellen die überkritische Fahrweise oder die Wahl eines Fluidgemisches als Arbeitsmedium dar. Mit solchen Optimierungen kann der Wirkungsgrad von Anlagen um bis zu 30 % gesteigert werden. Diese Verbesserungen tragen dazu bei, dass der Organic Rankine Cycle als umwelt- und ressourcen-schonender Dampfkraftprozess die technischen Potentiale der Abwärmenutzung und Stromerzeugung aus regenerativen Energien weiter erhöht.

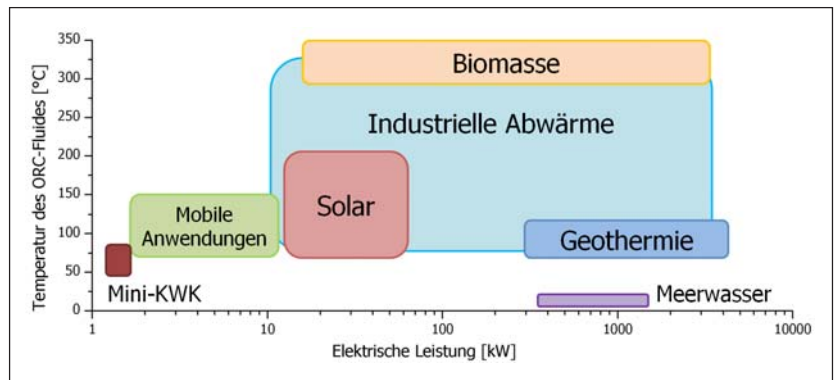


Abb. 3: Einsatzgebiete des Organic Rankine Cycle



Abb. 4: Geothermische ORC-Kraftwerk in Soutz-sous-Forêts

### Veröffentlichungen:

U. Drescher, D. Brüggemann: Fluid selection for the Organic Rankine Cycle (ORC) in biomass power and heat plants. Applied Thermal Engineering, Vol. 27, No. 1, pp. 223-228, 2007.

U. Drescher: Optimierungspotential des Organic Rankine Cycle für biomassebefeuerte und geothermische Wärmequellen. Dissertation, LTTT, Universität Bayreuth, 2008; Band 14 der Reihe: D. Brüggemann (Hrsg.): Thermodynamik - Energie, Umwelt, Technik. ISBN 978-3-8325-1912-4, Logos-Verlag, Berlin, 2008.

F. Heberle, D. Brüggemann: Exergy based fluid selection for selection for a geothermal Organic Rankine Cycle for combined heat and power generation. Applied Thermal Engineering, Vol. 30, No. 11-12, pp. 1326-1332, 2010.

### Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. Florian Heberle, Tel. (0921) 55-7163  
florian.heberle@uni-bayreuth.de

Prof. Dr.-Ing. Dieter Brüggemann, Tel. (0921) 55-7160  
brueggemann@uni-bayreuth.de