

# **„Energetische Nutzung von Abwärmeströmen - neuartige wirkungsgradoptimierte ORC Anlage im niedrigen Leistungsbereich – Entwicklung, Inbetriebnahme und Erprobung“**

**Dr.-Ing. Andreas DENGEL<sup>1,2</sup>**

**Dipl.-Ing. Michael Schmidt<sup>3</sup>**

## **Zusammenfassung**

Abwärme als Energiequelle zur Stromerzeugung kommt überall dort vor, wo Primärenergien zum Einsatz kommen, z. B. bei vielen Industrieprozessen oder bei der Stromerzeugung. Auch bei der dezentralen Verstromung von Biogas in BHKWs fallen oft große Mengen ungenutzter Wärme an. Da jedoch diese Wärme zumeist nur Temperaturen von  $< 400^{\circ}\text{C}$  aufzeigt, werden diese Wärmeströme, wenn überhaupt, zu Heizzwecken eingesetzt; meist kann diese Wärme auch dann nur noch im geringen Maße verwertet werden, da an Ort und Stelle nur ein geringer Wärmebedarf vorhanden ist.

Erstrebenswert wäre jedoch die Verstromung, da Strom als die wesentlich edlere Energieform ohne großen Aufwand verteilt oder auch eingespeist werden kann. Gleichzeitig fallen für diese Form der Stromerzeugung keine zusätzlichen Emissionen oder auch Brennstoffkosten an. Die hierfür infrage kommenden klassischen Verfahren wären wasserdampfbetriebene Turbinen, wie sie in Kraftwerken zum Einsatz kommen. Jedoch lassen sich mit Wasserdampf bei diesen Temperaturen und insbesondere bei dieser Größenordnung der Wärmeströme nur unter kostenintensivem Aufwand nennenswerte Ergebnisse erzielen, was die Wirtschaftlichkeit infrage stellt.

Als Alternative können anstelle von Wasser diverse organische Medien mit niedrigeren Verdampfungstemperaturen in einem thermodynamischen Kreisprozess eingesetzt werden. Dieses als ORC (Organic Rankine Cycle) bezeichnete Verfahren gewinnt zunehmend an Bedeutung und wird bereits vermehrt in Leistungsklassen  $> 500\text{ kW}$  angewandt. Um jedoch auch die vielen dezentralen Wärmequellen zu nutzen, bedarf es neuer Lösungen, die sich im Bereich einer elektrischen Leistung von  $50 - 300\text{ kW}$  bewegen.

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens beteiligt sich die STEAG New Energies GmbH seit Ende 2007 an der Entwicklung und Erprobung einer solchen neuartigen ORC-Expansionsmaschine der Firma DeVeTec GmbH. Da das neuartige Konzept auf Basis einer Verdrängermaschine als Expander beruht, ist kein Rekuperator notwendig. Neben im Vergleich zu am Markt erhältlichen Anlagen ist deshalb der Investitionsbedarf niedriger einzuschätzen. Auch ist zu erwarten, dass Wirkungsgradniveau sowie Teillastverhalten der ORC Anlage auf Verdrängerbasis bauartbedingt besser sein werden als bei einer Turbinenlösung.

Im ersten Schritt war es Ziel, die Funktionsfähigkeit und die möglichen Wirkungsgrade zu eruieren. Neben der ORC-Dampfexpansionsmaschine wurden weitere Komponenten des Kreisprozesses wie Verdampfer und Speisepumpe für das organische Medium konzipiert und gebaut. Im Rahmen eines mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie unter dem Förderkennzeichen 0327436A geförderten Vorhaben „ORC-Pilotanlage“ wurde diese

Technologie im Frühjahr 2009 im Abgasstrang eines Grubengasmotors am Standort Fenne in Betrieb genommen (Abb. 1).

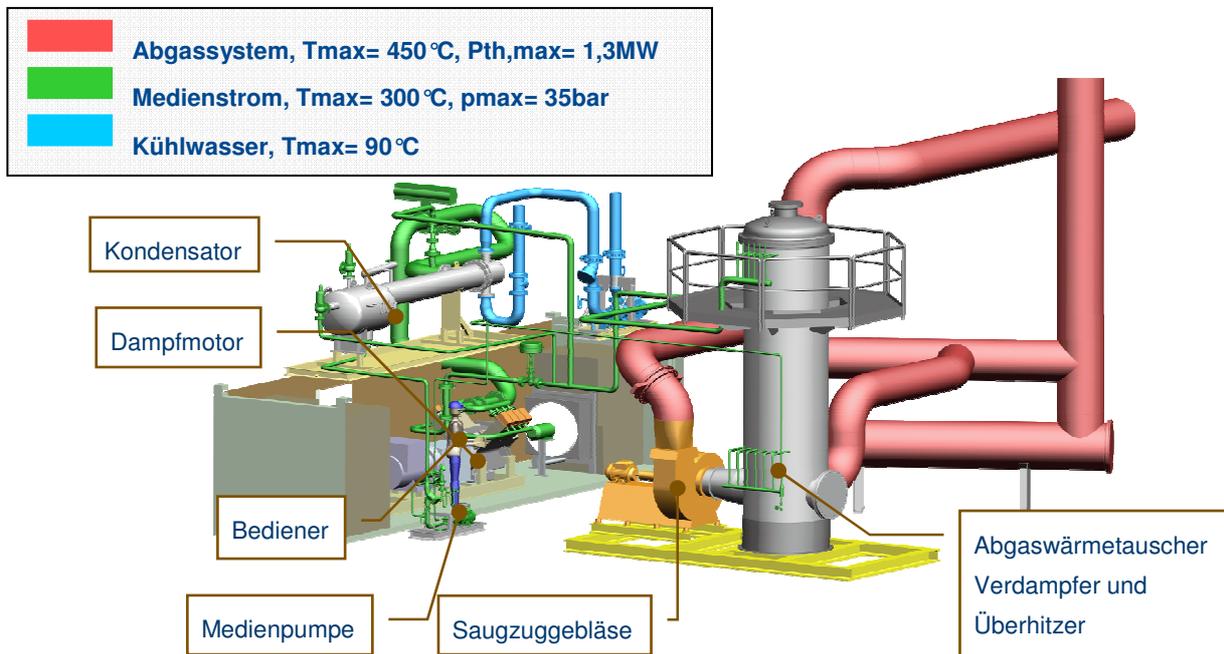


Abb. 1: Grundprinzip Demonstrationsanlage Fenne

Im direkten Wärmetausch wird Abgaswärme auf das Medium Ethanol übertragen und im Kreisprozess in elektrische Energie gewandelt. Nach erfolgreicher Inbetriebnahme konnte mit der Demoanlage nachgewiesen werden, dass mit dieser Technologie ein elektrischer Gesamtwirkungsgrad (nicht ORC-Wirkungsgrad) von mehr als 12 % realisierbar ist.

Nach erfolgreichem Abschluss dieses Vorhabens am Kraftwerksstandort Fenne läuft seit Ende 2009 mit weiteren Projektpartnern und öffentlicher Förderung des BMWI über vier Jahre ein Feldtest mit vier Maschinen, die jeweils andere (Ab-) Wärmequellen nutzen. Bei STEAG New Energies GmbH wurde eine der vier ORC-Feldtestanlagen in den Abgasstrang zweier Verbrennungsmotoren eingebunden, die das Gas einer Biogasanlage verstromen.

<sup>1</sup> Korrespondierender Autor und Vortragender

<sup>2</sup> Dr.-Ing. Andreas Dengel: Leiter des Bereiches „Technische Innovation“;  
 STEAG New Energies GmbH;  
 St. Johanner Straße 101;  
 D-66115 Saarbrücken;  
 Telefonnummer: +49 (0)681 9494 1600; Faxnummer: +49 (0)681 9494 064 1600;  
 Mail: andreas.dengel@steag.com; Homepage: <http://www.steag-newenergies.com>

<sup>3</sup> Dipl.-Ing. Michael Schmidt: Geschäftsführer;  
 DeVeTec GmbH  
 Altenkesselerstr. 17/D2  
 D-66115 Saarbrücken  
 Telefonnummer: +49(0)681 830788-11; Faxnummer: +49(0)681 830788-12;  
 Mail: M.Schmidt@devetec.de; Homepage: <http://www.devetec.de>