

EFFIZIENZSTEIGERUNG VON GASBETRIEBENEN ABSORPTIONSWÄRMEPUMPEN DURCH KÄLTEMITTELGEKÜHLTEN ABGASWÄRMEÜBERTRAGER

Philipp WAGNER(*)¹, Rene RIEBERER¹

Einleitung

Der Energieverbrauch von Haushalten innerhalb der EU stellt mit 27 % des Gesamtenergieverbrauchs der EU einen bedeutenden Anteil dar (European Commission, 2012). Im Jahr 2009 betrug der zur Beheizung von Wohnräumen aufgewendete Energieanteil 67 % des gesamten Energieverbrauchs im Haushalt (European Environment Agency, 2012). Daraus ergibt sich ein Energieanteil, welcher zur Beheizung von Wohnräumen aufgewendet wird, von etwa 18 % des Gesamtenergieverbrauchs der EU. Um die vorgegebenen Klimaziele der Europäischen Union - vor allem das 20-20-20 Ziel - zu erreichen, muss der Anteil erneuerbarer Energien, sowie die Energieeffizienz deutlich gesteigert werden. Da das Potential der Energieausnutzung bei modernen Brennwertkesseln (nahezu) ausgeschöpft ist, ist eine neue Technologie notwendig um eine wesentliche Reduktion der Treibhausgasemissionen zu erreichen.

Dabei können gasbetriebene Absorptionswärmepumpen (GAWPs) einen wesentlichen Beitrag zur Verringerung der Emissionen leisten. Durch die Verwendung von regenerativer Wärme aus der Umgebung können mit heutigem Stand der Technik bei Niedertemperaturheizungssystemen Leistungszahlen von bis zu 1,8 (Wechsler et al., 2016) erreicht werden. Im Vergleich zu Brennwertkesseln – bei welchen der theoretisch erreichbare Nutzungsgrad bei 1,09 (Wolff et al., 2004) liegt – stellt dies eine enorme Steigerung dar und führt entsprechend zu einer Verringerung des Energieeinsatzes sowie der CO₂-Emissionen um bis zu 40 %. Diese hohen Leistungszahlen können allerdings nur bei Niedertemperaturheizungssystemen erreicht werden, da das Abgas herkömmlich über den Heizungswasserrücklauf (Wärmesenke) gekühlt wird, und hierbei entsprechend viel Wärme aus dem Abgas rückgewonnen werden kann. Wenn die Temperatur im Heizungssystem allerdings über dem Taupunkt des Abgases liegt, kann nur mehr ein geringer Anteil aus dem Abgas rückgewonnen werden und entsprechend niedrigere Leistungszahlen werden erreicht. Um die Verringerung der aus dem Abgas rückgewinnbaren Wärme bei hoher Temperatur im Heizungssystem zu vermeiden, wurde der Einbau eines kältemittelgekühlten Abgaswärmeübertragers (FlueHX (ref)) anstelle eines senkengekühlten Abgaswärmeübertragers (FlueHX (water)) in einer GAWP simulativ untersucht. Abbildung 1 zeigt schematisch einen einfachen Absorptionswärmepumpenkreislauf mit senkengekühlten (links) und kältemittelgekühlten (rechts) Abgaswärmeübertrager. Durch die Verwendung eines kältemittelgekühlten Abgaswärmeübertragers kann unabhängig von der Temperatur des Heizungssystems immer eine Kondensation des Abgases erreicht werden.

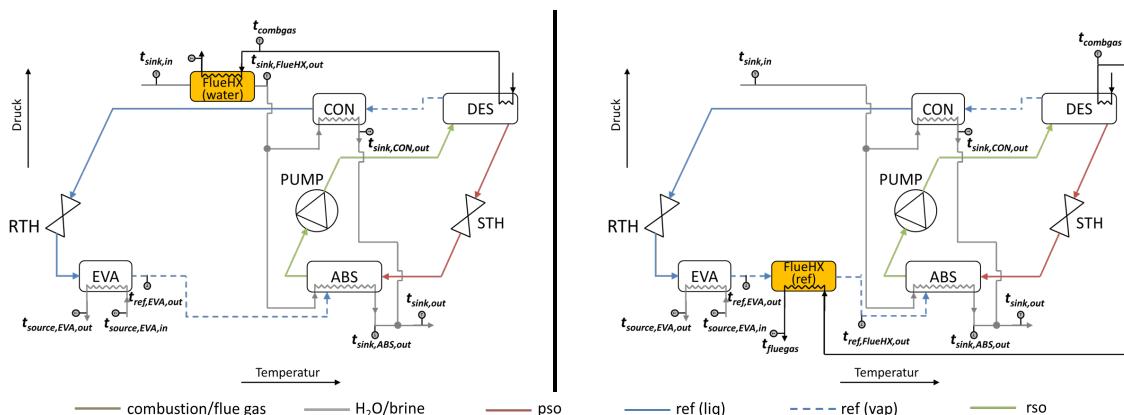


Abbildung 1: Einfacher Absorptionswärmepumpenkreislauf mit senkengekühlten (links) und kältemittelgekühlten (rechts) Abgaswärmeübertrager

¹ TU Graz Institut für Wärmetechnik, Inffeldgasse 25/B, +43 316 873 7303, +43 316 873 7305, philipp.wagner@tugraz.at, www.iwt.tugraz.at

Modellierung

Um beide Abgaswärmeübertragervarianten miteinander vergleichen zu können, wurde ein Modell einer GAWP mit der Software Engineering Equation Solver (EES, 2016) basierend auf Energie-, Massen- und Stoffbilanzen aufgebaut. Zur Darstellung des Einflusses bei unterschiedlichen Wärmesenken- und Wärmequellentemperaturen wurde eine Parameterstudie durchgeführt.

Ergebnisse

Abbildung 2 zeigt beispielhaft einen Vergleich der Leistungszahl (Gas Utilization Efficiency - GUE_{max}) in Abhängigkeit der Wärmesenkeeintrittstemperatur ($t_{sink,in}$) einer GAWP bei unterschiedlichen Wärmequellentemperaturen. Erhöht man die Wärmesenkentemperatur bei konstanter gehaltener Wärmequellentemperatur, so ergibt sich ein deutlicher Abfall des GUE_{max} , wobei dieser bei der Variante mit senkengekühlten stärker ausfällt, als mit kältemittelgekühlten Abgaswärmeübertrager. Der flachere Abfall bei Verwendung des kältemittelgekühlten Abgaswärmeübertragers ist darauf zurückzuführen, da die aus dem Abgas rückgewinnbare Wärme annährend konstant bleibt, währenddessen bei Verwendung des senkengekühlten Abgaswärmeübertragers eine Verringerung um ca. 50 % auftritt. Bei niedriger Wärmequellentemperatur (t_{source}) und hoher Wärmesenkentemperatur (t_{sink}) konnte in der Simulation eine Steigerung des GUE_{max} um bis zu 11 % erreicht werden.

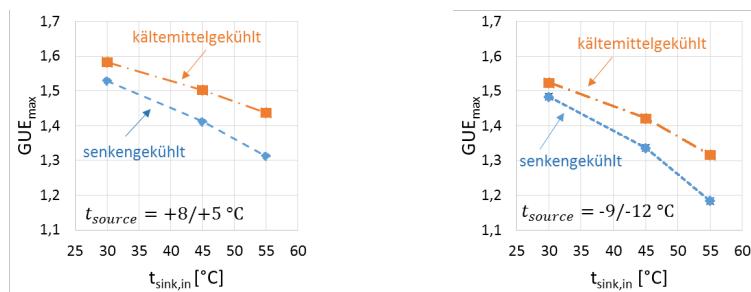


Abbildung 2: GUE_{max} in Abhängigkeit der Wärmesenkeeintrittstemperatur ($t_{sink,in}$) bei verschiedenen Wärmequellentemperaturen (t_{source}); Links: $t_{source} = -9/-12 ^{\circ}C$; Rechts: $t_{source} = +8/+5 ^{\circ}C$

Messungen

Bei Einsatz eines kältemittelgekühlten Abgaswärmeübertragers tritt das Kältemittel mit einer wesentlich höheren Temperatur in den Absorber ein. Die Auswirkungen auf die Absorption und den Prozess wurden messtechnisch untersucht. Erste Messungen haben gezeigt, dass sich das Absorptionsverhalten verschlechtert und die Regelung der Anlage entsprechend angepasst werden muss.

Danksagung

Diese Arbeit entstand im Rahmen des Projekts „FluePump – Effizienzsteigerung durch kältemittelgekühlten Rauchgaskondensator für gasbefeuerte Absorptionswärmepumpen“ (FFG Projekt Nr. 853579). Ein besonderer Dank gilt dem Projektpartner E-SORP GmbH durch deren Unterstützung diese Arbeit ermöglicht wurde.

Literatur

- EES, 2016. Engineering Equation Solver. V10.091. F-Chart Software, Madison, USA.
- European Commission, 2012. Energy Markets in the European Union in 2011. Publications Office of the European Union, Luxemburg, 11 p.
- European Environment Agency, 2012. Energy efficiency and energy consumption in the household sector. Environment Agency of the European Union, Denmark, 10 p.
- Wechsler, R., Rieberer, R., Emhofer, J., Zottl, A., Köfinger, C., 2016. Experimentelle Untersuchung einer Gasabsorptionswärmepumpe unter Labor- und Feldtestbedingungen sowie Vergleich mit Simulationsergebnissen, Proc. Deutsche Kälte-Klima-Tagung 2016, Kassel, Germany.
- Wolff, D., Teuber, P., Budde, J., Jagnow, K., 2004. Felduntersuchungen: Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Gasbrennwertkesseln. Fachhochschule Braunschweig Wolfenbüttel, Wolfenbüttel, 14 p.