

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG EINER GASBEFEUERTEN ABSORPTIONSWÄRMEPUMPE MIT KÄLTEMITTELGEKÜHLTEM ABGASWÄRMEÜBERTRAGER

Philipp WAGNER (*)¹, Rene RIEBERER²

Einleitung

Der Energieverbrauch von Haushalten innerhalb der Europäischen Union stellt mit ca. 26 % des gesamten europäischen Endenergieverbrauchs einen bedeutenden Anteil dar [1]. Dabei beträgt der zur Beheizung von Wohnräumen aufgewendete Energieanteil ca. 2/3 des gesamten Energieverbrauchs im Haushalt [2]. Um die ambitionierten Ziele der Europäischen Union - welche im Rahmen der Klima- und Energiepolitik bis 2030 verfolgt werden - zu erreichen, ist ein deutlicher Anstieg erneuerbarer Energien sowie eine Steigerung der Energieeffizienz vor allem im Bereich der Beheizung notwendig. Geht es nach den Plänen der Europäischen Union sollen bis 2030 die Treibhausgasemissionen um mindestens 40 % (im Vergleich zu 1990) gesenkt werden, der Anteil erneuerbarer Energie auf mindestens 32 %, sowie die Energieeffizienz um mindestens 32,5 % gesteigert werden [3].

Das Potential der Energieausnutzung bei modernen Gas- oder Öl-Brennwertkesseln ist (nahezu) ausgeschöpft, sodass eine neue Technologie zur Erreichung der notwendigen Treibhausgasreduktion notwendig ist. Einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Ziele können dabei gasbefeuerte Absorptionswärmepumpen (GAWPs) leisten. Im Gegensatz zu herkömmlichen Brennwertkessel, welche den Heizbedarf nur durch die Verbrennung fossiler Energieträger (z. B. Gas, Öl) bereitstellen, können GAWPs zusätzlich Wärme, die auf einem niedrigen Temperaturniveau (z. B. Luft, Erdwärme, Grundwasser) vorliegt, auf ein höheres Temperaturniveau „anheben“ und nutzen. Dabei können Effizienzen von bis zu 180 % (bezogen auf den Heizwert) erreicht werden [4]. Im Vergleich zu herkömmlichen Brennwertkesseln, welche eine Effizienz von bis zu 109 % (bezogen auf den Heizwert) erreichen können, bedeutet dies eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um bis zu 40 %, welche genau jenem von der Europäischen Union vorgegebenen Ziel entspricht. Zur Nutzung der Brennwerttechnik verwenden aktuelle GAWPs sowie moderne Brennwertkesseln den Heizungswasserrücklauf zur Kühlung des Abgases (wassergekühlter Abgaswärmeübertrager). Die mögliche Wärmerückgewinnung ist allerdings von der Temperatur des Heizungswasserrücklaufs und damit vom Gebäudestandard und vom Heizungssystem abhängig. In etwa 3/4 der Gebäude in Österreich sind 30 Jahre oder älter [5]. Entsprechend alt sind auch die in diesen Gebäuden verbauten Heizungssysteme, wodurch die Rücklauftemperatur typischerweise bei 55 °C [6] und somit über dem Taupunkt des Abgases liegt. Entsprechend kann unter solchen Betriebsbedingungen keine Kondensation des Wasserdampfes im Abgas erfolgen und latente Wärme dissipiert ungenutzt über den Kamin in die Umgebung.

Durch eine Modifikation des Kreislaufes einer GAWP ergibt sich die Möglichkeit das Abgas mit dem Kältemittel durch einen kältemittelgekühlten Abgaswärmeübertrager, welcher zwischen Verdampfer und Absorber eingebaut wird, zu kühlen. Durch die wesentlich geringere Temperatur des Kältemittels (abhängig von der Temperatur der Wärmequelle und der Kreislaufkonfiguration; typischerweise -5 bis 20 °C) im Vergleich zur Temperatur des Heizungswasserrücklaufs, kann dadurch unter allen Betriebsbedingungen die Kondensation des Wasserdampfes im Abgas ermöglicht und die Effizienz deutlich gesteigert werden. Im Rahmen des 15. Symposiums der Energieinnovation konnte von Wagner und Rieberer [7] in einer Simulationsstudie gezeigt werden, dass durch den Einsatz eines kältemittelgekühlten Abgaswärmeübertragers eine Steigerung der Energieeffizienz von GAWPs um bis zu 11 % möglich ist.

¹ Technische Universität Graz – Institut für Wärmetechnik, Inffeldgasse 25B, +43 316 873 7303, +43316 873 7305, philipp.wagner@tugraz.at, <http://iwt.tugraz.at>

² Technische Universität Graz – Institut für Wärmetechnik, Inffeldgasse 25B, +43 316 873 7302, +43316 873 7305, rene.riieberer@tugraz.at, <http://iwt.tugraz.at>

Messung und Ergebnisse

Die oben erwähnten Simulationsergebnisse konnten nun durch die Vermessung eines GAWP-Prototyps welcher sowohl mit einem wassergekühlten als auch einem kältemittelgekühlten Abgaswärmeübertrager ausgestattet wurde, überprüft werden. Abbildung 1 zeigt die Abgasaustrittstemperatur bei Verwendung eines wassergekühlten (FlueHX1) und eines kältemittelgekühlten (FlueHX2) Abgaswärmeübertragers bei unterschiedlichen Wärmequellentemperaturen und Kreislaufkonfigurationen. Mit Hilfe des FlueHX2 konnte die Abgasaustrittstemperatur um bis zu 47 K im Vergleich zu FlueHX1 verringert werden. Dementsprechend höher ist auch der Rückgewinn latenter Wärme aus dem Abgas ausgefallen. Dies hat sich entsprechend positiv auf die Effizienz der GAWP ausgewirkt. In Abbildung 2 sind die erreichten Effizienzen der GAWP mit FlueHX1 und mit FlueHX2 bei unterschiedlichen Wärmequellentemperaturen und Kreislaufkonfigurationen dargestellt. Bei einer höheren Wärmequellentemperatur (SRC 10/7) konnte aufgrund eines noch „verborgenen“ Optimierungspotentials keine Effizienzsteigerung verzeichnet werden. Allerdings konnte bei niedriger Wärmequellentemperatur (SRC -5/-8) eine deutliche Effizienzsteigerung von bis zu 8 % in der messtechnischen Untersuchung erreicht werden. Unter Berücksichtigung des noch vorhandenen Optimierungspotentials des FlueHX2 kann die Effizienz um bis zu 11 % gesteigert werden, wodurch die Ergebnisse der vorangegangenen Simulationsstudie erfolgreich bestätigt werden konnten.

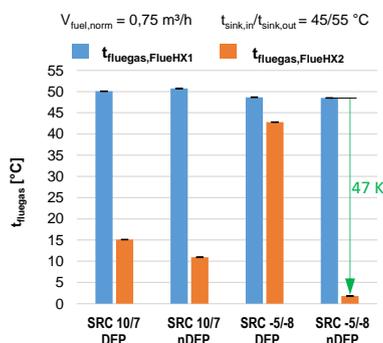


Abbildung 1: Abgastemperatur t_{fluegas} in Abhängigkeit der Wärmequelleneintrittstemperatur (SRC) und unterschiedlichen Kreislaufkonfigurationen

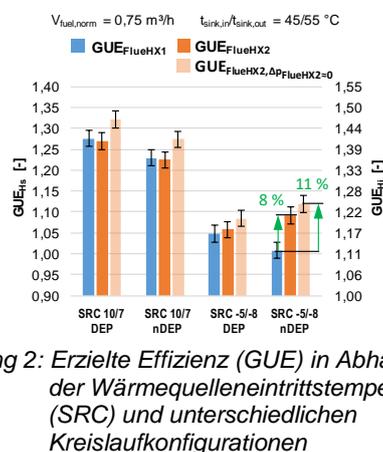


Abbildung 2: Erzielte Effizienz (GUE) in Abhängigkeit der Wärmequelleneintrittstemperatur (SRC) und unterschiedlichen Kreislaufkonfigurationen

Danksagung

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

Referenzen

- [1] European Commission, 2014. EU Energy Markets in 2014. URL: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014_energy_market_en.pdf (2018/10/10).
- [2] European Environment Agency, 2012. Energy efficiency and energy consumption in the household sector. Environment Agency of the European Union, Denmark. URL: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/energy-efficiency-and-energy-consumption-5/assessment> (2018/01/10).
- [3] European Commission, 2019. 2030 climate & energy framework. European Commission, Brussels. URL: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en (2019/10/10).
- [4] 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, Dresden.
- [5] Statistik Austria, 2019. Tabellenband Wohnen 2018, Wien. URL: http://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_PDF_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=120940 (2019/05/10).
- [6] Recknagel, H., Sprenger, E., Schramek, R.E. (Eds.), 2008. Taschenbuch für Heizung+Klimatechnik, 73rd edition. Oldenbourg Industrieverlag GmbH, Oldenburg.
- [7] Wagner, P., Rieberer, R., 2018. Effizienzsteigerung von gasbetriebenen Absorptionswärmepumpen durch kältemittelgekühlten Abgaswärmeübertrager. Proc. 15. Symposium der Energieinnovation, Graz.