

Experimentelle Bewertung eines geothermisch und sorptionsgestützten Klimatisierungssystems

Peter Niemann, Co-Autoren: Finn Richter, Arne Speerforck, Gerhard Schmitz

Technische Universität Hamburg, Institut für Technische Thermodynamik

Keywords: Klimaanlage, Erdreichwärmeübertrager, Systembewertung, Sorption

Im Sommer besteht die Aufgabe eines Klimatisierungssystems überwiegend in der Abkühlung und Entfeuchtung der Außenluft. In diesem Zusammenhang führt vor allem der Entfeuchtungsprozess zu Spitzenlasten beim Betrieb konventioneller Klimaanlage, da die Außenluft zur Abfuhr latenter Wärmelasten unter die Taupunkttemperatur (etwa 10 °C) gekühlt werden muss. Die erforderlichen Kühlleistungen werden meist durch elektrische Kompressionskältemaschinen bereitgestellt; Entfeuchtung und Kühlung sind dabei prozessbedingt gekoppelt. In einem sorptionsgestützten Klimatisierungssystem werden die Luftbehandlungsfunktionen Entfeuchtung und Kühlung getrennt. Die Außenluft wird zunächst sorptiv entfeuchtet, indem der enthaltene Wasserdampf an einem festen oder flüssigen hygroskopischen Material angelagert wird. Anschließend wird die entfeuchtete Luft auf den Sollwert der Zulufttemperatur gekühlt, wobei Wärmesenken auf höherem Temperaturniveau (16 °C bis 19 °C) genutzt werden können und der Kältebedarf deutlich reduziert wird. Dies ermöglicht die energetische Nutzung oberflächennaher Geothermie als geeignete Wärmesenke. Im Hinblick auf eine ausgeglichene Energiebilanz im Erdreich ist die Nutzung des geothermischen Systems als Wärmequelle in Verbindung mit erdreichgekoppelten Wärmepumpen für den Heizbetrieb möglich. Ein zusätzlicher Komfortaspekt ist in diesem Zusammenhang die Wasserbeladung der Raumluft. Zur Anhebung des Feuchteniveaus wird bei konventionellen Klimatisierungssystemen zusätzliche Anlagentechnik benötigt. In einem sorptionsgestützten System ist bei entsprechenden Lasten eine Rückbefeuchtung mittels der vorhandenen hygroskopischen Materialien möglich; der damit verbundene Energiebedarf beschränkt sich auf Hilfsenergien. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens an der Technischen Universität Hamburg wird die Kombination eines offenen sorptionsgestützten Klimatisierungssystems mit Erdreichwärmeübertragern anhand einer Versuchsanlage untersucht. In dieser Arbeit werden Messergebnisse des Klimatisierungsbetriebs im Kühlbetrieb (Sommer 2016) und Heizbetrieb (Winter 2016/17) vorgestellt und erörtert. Im Kühlbetrieb wird die Energieeffizienz des Gesamtsystems durch geeignete Trennung von Kühlung und Lüftung erhöht; der Einsatz von Kühldecken zur Abfuhr sensibler Kühllasten ermöglicht eine Reduzierung der Be- und Entlüftung auf die aus hygienischen Gründen minimal erforderliche Luftwechselrate. Entsprechend der Klimatisierungsanforderung im Heizbetrieb wird bei gleicher Luftwechselrate der sensible Wärmebedarf über eine Fußbodenheizung gedeckt. Die Wärmebereitstellung erfolgt dabei mithilfe einer erdreichgekoppelten Wärmepumpe. Das Sorptionsrad wird im Kühlbetrieb zur Entfeuchtung der Außenluft sowie zur Rückbefeuchtung im Heizbetrieb verwendet. Im Kühlbetrieb lässt sich der elektrische Energiebedarf des untersuchten Klimatisierungssystems auf Hilfsenergien beschränken. Dies ergibt im Vergleich zu konventionellen Klimatisierungssystemen eine Verlagerung des Energiebedarfs von elektrischer zu thermischer Energie; die Einsparung elektrischer Energie beträgt für die betrachtete Kühlperiode 66 %. Der EER (engl. Energy Efficiency Ratio) beträgt während der Kühlperiode $EER_{el} = 4,77$. Für das geothermische System wird eine saisonale Arbeitszahl von $SAZ_{Geo} = 153$ erreicht. Im Heizbetrieb liegt die mittlere Rückfeuchtezahl bei $\Psi = 0,73$ und die Arbeitszahl der Wärmepumpe bei $SAZ_{WP} = 3$. Ergänzend zur energetischen Bewertung des Gesamtsystems werden Messergebnisse der Temperaturentwicklung im Erdreich vorgestellt. Des Weiteren kann gezeigt werden, dass mithilfe des untersuchten