

DKV-Forschungsbericht Nr. 81

Kai Kosowski

Energieeffiziente Naturumlaufabtauung einer
CO₂-Wärmepumpe

2010

978-3-932715-84-6



Kurzfassung

In der vorliegenden Arbeit wird ein energieeffizientes Abtauverfahren für eine CO₂-Wärmepumpe auf Basis eines gravitationsbedingten Naturumlaufsystems vorgestellt.

Hochwärmegedämmte Passivhäuser mit einem sehr geringen jährlichen Endenergiebedarf benötigen bei Umgebungstemperaturen zwischen 3°C und 7°C den maximalen Heizenergiebedarf. Hier liegt allerdings auch der kritische Temperaturbereich, bei dem die maximale Vereisungshäufigkeit auftritt. Die Bereifung des Verdampfers führt allgemein zu einer Absenkung der Heizleistung und erfordert eine mit einem zusätzlichen Energieaufwand verbundene Abtauung. Aufgrund des sehr hohen Dämmstandards vergrößert sich der Anteil des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung bezogen auf den Gesamtenergiebedarf. Da das Heizsystem relativ betrachtet aber häufiger bei höheren Temperaturanforderungen betrieben werden muss, eignet sich hierfür besonders eine Wärmepumpe mit dem umweltfreundlichen natürlichen Kältemittel CO₂.

Der Schwerpunkt der Arbeit und der wesentliche Fortschritt im Vergleich zum bisherigen Stand des Wissens ist die Entwicklung eines neuartigen Verfahrens zur Abtauung des Verdampfers unter Verwendung eines aus der Kraftwerks- und Verfahrenstechnik bekannten Naturumlaufprinzips. Ziel ist es, den Verdampfer im Vergleich zu den herkömmlichen, dominierenden Verfahren energetisch effizienter abzutauen. Das neuartige Verfahren wird als Naturumlaufabtauung bezeichnet.

Ähnlich zum Dampferzeuger der Kraftwerkstechnik verfügt die Wärmepumpe mit den bestehenden Leitungen zwischen dem höher platzierten Verdampfer und dem sich darunter befindlichen Gaskühler über ein Steigrohr bzw. Fallrohr. Die zur Abtauung erforderliche Wärme wird allein aus dem Speicher entnommen und über den Naturumlauf zum vereisten Verdampfer geführt. Der Verdichter bleibt beim Abtaubetrieb ausgeschaltet. Dies stellt den wesentlichen energetischen Vorteil sowie den innovativen Aspekt im Vergleich zu den herkömmlichen Abtauverfahren dar.

Als Grundlage für die Untersuchungen dient eine CO₂-Wärmepumpe mit Luft als Wärmequelle zur Wärmeversorgung eines Niedrigstenergie- und Passivhauses. Darauf basierend wird ein Wärmepumpenkreislauf entwickelt, in dem sich ein selbsterhaltender Naturumlauf einstellt. Im Rahmen der Untersuchungen wird die Funktionsfähigkeit des Naturumlaufs zur Abtauung des Verdampfers demonstriert. Auch die Simulationsrechnungen zeigen nachvollziehbare und physikalisch sinnvolle Effekte bei der Abbildung des Naturumlaufs.

Eine abschließende energetische Bewertung unter Berücksichtigung des Zeitraums eines Jahres zeigt, dass die Wärmepumpe mit der Naturumlaufabtauung im Vergleich zu den beiden Abtauverfahren mit Prozessumkehr und Heißgas für den Anwendungsfall sowohl eines Niedrigstenergiehauses als auch eines Passivhauses energieeffizienter ist.