

DKV-Forschungsbericht Nr. 73

Nicholas Carsten Lemke

Untersuchung zweistufiger Flüssigkeitskühler mit dem Kältemittel CO₂

2005

978-3-932715-76-1



Kurzfassung

Gegenstand der Arbeit ist die Untersuchung eines möglichen Einsatzes des natürlichen Kältemittels CO₂ in Flüssigkeitskühlern zur Gebäudeklimatisierung in tropischen Gebieten. Zurzeit werden hierfür standardmäßig einstufige Kompressions-Kälteanlagen mit synthetischen Kältemitteln wie R134a oder R407C eingesetzt. Bei sehr hohen Umgebungstemperaturen stellen einstufige CO₂-Kältekreisläufe aus der Sicht des Energieverbrauchs keine geeignete Alternative dar. Kern der Arbeit ist die Entwicklung und Bewertung konkurrenzfähiger zweistufiger Schaltungsvarianten mit dem Kältemittel CO₂.

Im Rahmen der Arbeit wird ein neuartiger gekoppelter zweistufiger CO₂-Kreislauf mit parallel arbeitenden Verdichtern entwickelt und bekannten zweistufigen und einstufigen Kreislaufschaltungen gegenübergestellt. Die neue Kreislaufvariante liefert von den fünf betrachteten Kältekreisläufen in allen relevanten Betriebspunkten die höchsten Leistungsziffern.

Die praktische Machbarkeit des neu entwickelten zweistufigen CO₂-Flüssigkeitskühlers kann an einer herunterskalierten Versuchsanlage unter Beweis gestellt werden. Die Messergebnisse dienen im Folgenden der Kalibrierung eines stationären und transienten Simulationsmodells.

Für die Abbildung des zweistufigen Kreislaufs in der stationären Simulation wird ein Fluid-Informationsfluss-Diagramm neu entwickelt und in einer vorhandenen Simulationsplattform abgebildet.

Der transienten Simulation des Kältekreislaufs liegen die Bilanzgleichungen für Masse, Energie und Impuls zugrunde. Messungen an der Versuchsanlage motivieren eine Vereinfachung der Impulsgleichung, die zu einer numerisch effizienten Formulierung des aufgestellten Algebro-Differentialgleichungssystems führen. Für die transiente Simulation wird ein spezielles, auf den neuen Ansatz abgestimmtes Fluid-Informationsfluss-Diagramm entwickelt. Verschiedene an der Versuchsanlage beobachtete instationäre Effekte lassen sich mit dem neuen Simulationsansatz nachbilden.

Das transiente Simulationsmodell wird benutzt, um den Ausfall eines der Verdichter des neu entwickelten zweistufigen Flüssigkeitskühlers zu untersuchen. Mit Hilfe der stationären Simulation werden detaillierte Vergleichsuntersuchungen zwischen konventionellen und dem neu entwickelten CO₂-Flüssigkeitskühler durchgeführt. Im Ergebnis hat der zweistufige CO₂-Flüssigkeitskühler einen bis zu 12% niedrigeren Jahresenergieverbrauch als die Vergleichsanlagen und bietet sich somit als umweltfreundliche Alternative zu konventionellen Systemen an.