

DKV-Forschungsbericht Nr. 60

Norbert Flacke

Auslegung, Erstellung und energetische
Beurteilung einer Kaskaden-Kälteanlage mit
Kombinationen natürlicher Arbeitsstoffe –
R290/R744, R290/R170, und R290/R744-R170

1999

978-3-932715-63-1



Kurzfassung

Mit einer Kompressionskältemaschine in Kaskadenschaltung soll durch Einsatz der natürlichen Arbeitsstoffe Propan (R290), CO₂ (R744), Ethan (R 170) bzw. einem Zweistoffgemisch aus CO₂ und Ethan, eine umweltverträgliche Tieftemperatur-Kältebereitstellung ermöglicht werden. Diese natürlichen Arbeitsstoffe tragen im Fall einer Leckage gar nicht oder nur geringfügig zum Treibhauseffekt bei, so daß sie eine ausgezeichnete Alternative zu den herkömmlichen Sicherheitskältemitteln wie z. B. R22, R502 und den zur Zeit favorisierten Kältemittelgemischen aus teilhalogenierten Fluorkohlenwasserstoffen „Blends“ darstellen.

Die Schwerpunkte dieser Arbeit sind neben der Erstellung eines Programmes zur theoretischen Berechnung verschiedener Kälteanlagenschaltungen für unterschiedliche Kältemittel, die computergestützte Auslegung der Kaskadenkälteanlage mit natürlichen Arbeitsstoffen und energetische vergleichende Messungen an der Kaskadenkälteanlage.

Folgende Arbeitsstoffkombinationen wurden in der Kaskadenkälteanlage (Hoch-/Niedertemperaturstufe) energetisch untersucht:

- R290/R744
- R290/R170
- R290/R744-R170 mit einem CO₂-Massenanteil von 77,3 %

In diesem Zusammenhang wurde die Erhöhung der Überhitzung des Sauggases und Unterkühlung des verflüssigten Kältemittels vor dem Expansionsventil durch innere Wärmeübertrager, zur Erzielung besserer Leistungszahlen der einzelnen Stufen bzw. der Gesamtkaskade, untersucht.

Experimentelle Untersuchungen, insbesondere das reale Förderverhalten der Verdichter wurden mit theoretischen Berechnungen verglichen. Zudem wurden die Meßergebnisse der Kaskadenkälteanlage und Meßergebnisse einstufiger Prozeßführungen mit den Arbeitsstoffen R22, R404A und R507 gegenübergestellt.

Abschließend wurde eine quantitative umweltrelevante Bewertung der Kaskadenkälteanlage im Vergleich zu einstufigen Prozeßführungen mit R22, R404A, R407C und R507 als Kältemittel auf Basis der durchgeführten Messungen und Meßwerten aus der Literatur unter Zuhilfenahme des TEWI-Wertes vollzogen.