

DKV-Forschungsbericht Nr. 4

Jörg Burkhardt

Einfluß der Oberflächenspannung auf den
Wärmeübergang beim Blasensieden von
Kältemittel R 11-Öl-Gemischen

1981

978-3-922429-03-6



Kurzfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde der Wärmeübergang von einer waagrechten Kupferplatte an siedende Gemische untersucht. Sie bestanden aus Kältemittel R11 und vier Kältemaschinenölen verschiedener Herkunft. Zwei der Kältemaschinenöle waren Mineralöle, eines ein halbsynthetisches und eines ein synthetisches Öl. Das Kältemittel und die Öle waren vollständig mischbar.

Es wurde eine Versuchsanlage aufgebaut, die es ermöglichte, Wärmeübergangskoeffizienten mit einer mittleren Messunsicherheit von +/- 1,3 % zu ermitteln. Um den Einfluß der Gemischzusammensetzung auf den Wärmeübergang zu bestimmen, wurde der Massenanteil des Öls stufenweise bis 0,2 erhöht, in einem Fall bis 0,56. Bei allen Versuchen betrug der Druck im Verdampfer 1,0 bar. Bis auf eine Ausnahme waren die Wärmeübergangskoeffizienten der siedenden Gemische kleiner als die des reinen Kältemittels. Ursache für die Verringerung des Wärmeübergangs ist die Ölanreicherung an der Phasengrenzfläche der Dampfblasen, welche für den Stofftransport einen zusätzlichen Widerstand darstellt. Die mit steigendem Ölgehalt abnehmende Zahl der Blasenkeimstellen an der Heizwand hemmt den Wärmeübergang ebenso. Zwischen der in einem Fall aufgetretenen Verbesserung des Wärmeübergangs und dem Schäumen des Gemisches konnte kein Zusammenhang nachgewiesen werden.

Zur formelmäßigen Darstellung der Meßergebnisse mimt man an, daß der Wärmeübergangskoeffizient des siedenden Kältemittels α_{KM} bekannt ist.

An das Öl werde Wärme durch freie Konvektion übertragen, die Wandübertemperatur sei gleich groß wie beim siedenden Kältemittel. Der Wärmeübergangskoeffizient $\alpha_{ÖL}$ lässt sich aus einer Nußelt-Beziehung bestimmen. Mit Hilfe der Mischungsregel kann man für jeden Ölgehalt aus α_{KM} einen idealen Wärmeübergangskoeffizienten α_{ID} berechnen. Die Versuchsergebnisse können – mit einer Ausnahme – bis zur Wärmestromdichte 10^4 W/m^2 durch den idealen Wärmeübergangskoeffizienten wiedergegeben werden. Die Berechnung des Wärmeübergangskoeffizienten bei höheren Wärmestromdichten erfordert die Kenntnis eines Zusatz-Wärmeübergangskoeffizienten α^F . Er lässt sich mittels eines Polynomansatzes darstellen, dessen Koeffizienten aus den gemessenen Wärmeübergangskoeffizienten durch Ausgleichsrechnung bestimmt wurden. Mit der Berechnungsmethode ist es möglich, die gemessenen Wärmeübergangskoeffizienten mit einer mittleren quadratischen Abweichung von +/- 10 % zu bestimmen.

Einige Autoren haben angenommen, daß die die Oberflächenspannung von Kältemittel-Öl-Gemischen den Wärmeübergangskoeffizienten in besonderer Weise beeinflußt. Um zu überprüfen, ob dies auch für die untersuchten R11-Öl-Gemische zutrifft, wurde deren Oberflächenspannung gemessen. Bei gleichem Ölgehalt unterscheiden sich die Oberflächenspannungen der Gemische nur wenig voneinander, zwischen den Wärmeübergangskoeffizienten sind beträchtliche Unterschiede

möglich. Man kann deshalb annehmen, daß beim Blasensieden von R11-Öl-Gemischen der Einfluß der Oberflächenspannung auf den Wärmeübergangskoeffizienten gering ist, Für Öle gleicher Herkunft ist die vorherrschende Einflußgröße die mit dem Steigen des Ölgehalts stark anwachsende Viskosität der flüssigen Kältemittel-Öl-Gemische. Wichtig ist weiterhin die für jedes Gemisch unterschiedliche Benetzung der Heizwand.