

DKV-Forschungsbericht Nr. 86

Philipp Rollmann

Wärmeübergang, Druckverlust und
Strömungsformen beim Strömungssieden
von Kältemitteln im horizontalen
innenstrukturierten Rohr

2016

978-3-932715-89-1



Kurzfassung

Es wurden der Wärmeübergang, der Druckverlust und die Strömungsform beim Strömungssieden im horizontalen, innenstrukturierten Rohr untersucht.

Die Messungen des Wärmeübergangskoeffizienten und des Druckverlusts wurden mit den Kältemitteln R407C und R410A bei Sättigungstemperaturen zwischen -30 und $+10$ °C, Wärmestromdichten zwischen 1000 und 20000 W/m², Massenstromdichten zwischen 25 und 300 kg/m²s und Dampfgehalten zwischen $0;1$ und $1;0$ durchgeführt.

Die gemessenen Wärmeübergangskoeffizienten werden mit berechneten Werten der Korrelationen von Shah, Liu und Winterton, Yun et al., Cavallini et al., Chamra und Mago, Kattan et al. sowie Zhang et al. verglichen. Die mittlere Abweichung beträgt zwischen $33;0$ % und $171;9$ %. Die Werte streuen stark. Es wird eine neue Nusselt-Korrelation hergeleitet. Die mittlere Abweichung der berechneten von den gemessenen Werten beträgt $9;8$ %. Im Bereich ± 30 % liegen $94;2$ % der Messwerte.

Die gemessenen Druckverluste werden mit berechneten Werten der Korrelationen von Pierre, Choi et al., Kuo und Wang, dem VDI-Wärmeatlas sowie Müller-Steinhagen und Heck verglichen. Die mittlere Abweichung beträgt zwischen $20;8$ % und $96;7$ %. Die Korrelationen berechnen nur den Reibungsdruckverlust oder sind in ihrem Gültigkeitsbereich eingeschränkt. Es wird eine neue Korrelation zur Berechnung des Gesamtdruckverlusts hergeleitet. Die mittlere Abweichung beträgt $18;1$ %. Im Bereich ± 30 % liegen $83;1$ % der berechneten Werte.

Die Messungen der Strömungsform wurden mit R134a bei der Sättigungstemperatur $+10$ °C, der Wärmestromdichte 10000 W/m², Massenstromdichten zwischen 15 und 300 kg/m²s und Dampfgehalten zwischen $0;1$ und $0;9$ durchgeführt. Die Strömungsform wurde mit einem Laser-Wegmesssensor gemessen.

Aufgrund des unterschiedlichen Benetzungsverhaltens sind Strömungsformkarten für Glattrohre nicht zur Bestimmung der Strömungsform in innenstrukturierten Rohren geeignet. Durch die Helixstruktur der Rippen kommt es im innenstrukturierten Rohr zu einer neuen Strömungsform der Helixströmung. Dabei strömt die Flüssigphase helixförmig durch das Messrohr. Wegen der großen benetzten Oberfläche steigt dadurch der Wärmeübergangskoeffizient an.

Es werden die Grenzkurven einer neuen Strömungsformkarte für horizontale innenstrukturierte Rohre hergeleitet.