

DKV-Forschungsbericht Nr. 90

Dennis Alexander Pfeil

Untersuchung des Langzeitverhaltens von
Wärmepumpen und den darin eingesetzten
hermetischen Kältemittelkompressoren

2021

978-3-932715-26-6



Kurzfassung

Das weltweite Bevölkerungswachstum, die damit einhergehende Verknappung fossiler Energieträger und das zuletzt stark zunehmende Interesse der Menschen an der globalen Umwelt- und Klimapolitik stellen die Energiewirtschaft heute und in den nächsten Jahrzehnten vor enorme Herausforderungen, welche auch vor der Kälte- und Wärmepumpentechnik nicht haltmachen werden. Verschiedene multilaterale Umweltabkommen haben in ihrer Folge eine nicht enden wollende Kältemitteldiskussion herbeigeführt, welche spätestens durch die Revidierung der sog. >>F-Gase-Verordnung<< in Europa enorm an Bedeutung gewonnen hat. Wärmepumpen leisten schon heute einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Ihre Bedeutung und Verbreitung wird aller Voraussicht nach in den kommenden Jahren – auch wegen dem ambitionierten Ziel der Europäischen Union der Klimaneutralität im Jahre 2050 – stark anwachsen. Zur Realisierung der im sog. >>Green Deal<< definierten Ziele, ist es entscheidend, Wärmepumpen zu entwickeln, welche sich durch eine über ihre Lebensdauer hinweg annähernd gleichbleibende performante Betriebsweise auszeichnen. Im Besonderem dem Kältemittelkompressor wird hierbei, wegen seiner exponierten Stellung im Inneren des Kältemittelkreislaufes, eine übergeordnete Rolle zuteil. Die Güte des Verdichtungsprozesses beeinflusst den resultierenden Wärmepumpenprozess maßgebend, Schädigungen in seinem Inneren führen entweder unmittelbar zum Ausfall der Anlage oder mittelbar zur Degradation ihrer technischen Attribute. Gemäß der Definition der technischen Zuverlässigkeit als Qualitätsmerkmal in der Zeit ist bei einer solchen Degradation nicht der Zeitpunkt eines Ausfalls per se von Interesse, sondern vielmehr der zeitliche Verlauf dorthin.

Diese Arbeit hat das Ziel die Schnittmenge der beiden wissenschaftlichen Disziplinen der Zuverlässigkeitstechnik und Kältetechnik zu beschreiben, um darauf aufbauend das Langzeitverhalten von Wärmepumpen und den in ihnen eingesetzten hermetischen Kältemittelkompressoren zu analysieren. Unter Verwendung geeigneter Diagnosemessgrößen und Teststrategien soll das Degradationsverhalten dieser Kältemittelkompressoren experimentell untersucht und wissenschaftlich bewertet werden. Im theoretischen Teil der Arbeit werden hierzu Kältemittelkompressoren einer Systemanalyse unterzogen und mögliche Schädigungsarten hergeleitet. Verfahren zur Ermittlung von Zuverlässigkeitsskennwerten sowie unterschiedliche Methoden zur Verkürzung der Testzeit werden vorgestellt und auf Kältemittelkompressoren überführt. Die zur experimentellen Validierung des Degradationsverhaltens erforderlichen Diagnosemessgrößen werden hergeleitet und anschließend im experimentellen Teil der Arbeit im Hinblick auf ihre Eignung zur Beschreibung der Degradation von hermetischen Kältemittelkompressoren erforscht.