

DKV-Forschungsbericht Nr. 56

Stephan Engelking

Untersuchung der Druckwellenmaschine für
Kaltluftanlagen

1997

978-3-922429-80-7



Kurzfassung

In Kaltluftanlagen werden bisher überwiegend Radialverdichter und -turbinen eingesetzt. Zur Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten von Druckwellenmaschinen wurden in dieser Arbeit grundsätzliche Überlegungen zu Kaltluftanlagen angestellt. Davon ausgehend wurde ein flexibles Simulationsprogramm für Kaltluftprozesse entwickelt, insbesondere wurden Module für die Berechnung von Radialverdichtern und -turbinen eingearbeitet. Diese Maschinen repräsentieren den Stand der Technik und werden hier zu Vergleichszwecken herangezogen. Der Vergleich zwischen Berechnungs- und Meßergebnissen zeigt gute Übereinstimmungen.

Für die Druckwellenmaschine wurde ein einfaches Verfahren zur Vorauslegung der Geometrie entwickelt. Das Verfahren basiert auf den strömungsmechanischen Zusammenhängen, die dem Prozeß in der Druckwellenmaschine zugrunde liegen. Zur Weiterführung vorangegangener Arbeiten wurde darüber hinaus ein erweitertes Simulationsprogramm entwickelt, das neben den Strömungsvorgängen in den Rotorzellen auch die Strömung in den Ein- und Ausströmkanälen berücksichtigt. Eine Verifikation der Berechnungsergebnisse wurde mit experimentellen Untersuchungen an einer zur Motoraufladung entwickelten Druckwellenmaschine durchgeführt. Der Vergleich der Ergebnisse zeigt gute Übereinstimmungen. Weiterhin wurde aus gemessenen und mit dem Programm berechneten Ergebnissen erreichbare Gütegrade ermittelt. Für die betrachtete Anwendung ergaben sich isentrope Gütegrade von 0,80 für die Verdichtung und 0,85 für die Expansion.

Die Ergebnisse aus den Berechnungen wurden mit dem Programm zur Prozeßsimulation am Beispiel einer simulierten Klimaanlage mit 5 kW Kälteleistung für einen Vergleich verschiedener Maschinenkonzepte verwertet. Als Maschinenkonzepte wurde die Druckwellenmaschine in Reihen- und Parallelschaltung mit einem Zusatzverdichter einem Konzept mit Strömungsmaschinen gegenübergestellt. Die Druckwellenmaschine mit parallelgeschaltetem Radialverdichter erreichte hierbei die besten Kälteleistungszahlen. Damit ergeben sich durch die Anwendung der Druckwellenmaschine, insbesondere bei geringen Kälteleistungen, Vorteile gegenüber Strömungsmaschinen. Bei größeren Leistungen ist der Einsatz von Strömungsmaschinen als gleichwertig zu beurteilen.