

Master Thesis Maschinenbau

Numerische Untersuchung eines zweistufigen Radialverdichters für einen Kältekreislauf mit Economizer

Kopplung eines analytischen Kältekreislaufmodells mit numerischer Strömungssimulation zur Auslegung eines zweistufigen Radialverdichters

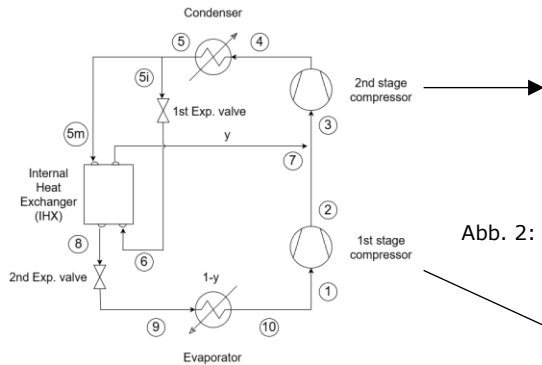


Abb. 1: Schematische Darstellung des Kompressions-Kältekreislaufes mit Zwischeneinspritzung und Economizer.

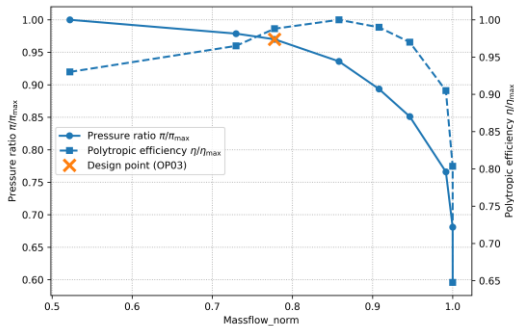


Abb. 5: Charakteristik der ersten Stufe. Druckverhältnis und Massenfluss stimmen mit den vorgegebenen Werten des Auslegungspunktes überein.

Moderne Kälteanlagen mit Economizer versprechen eine höhere Energieeffizienz, stellen jedoch erhöhte Anforderungen an die Auslegung mehrstufiger Radialverdichter. Die Wahl des Zwischen-drucks beeinflusst nicht nur die thermodynamische Leistungsfähigkeit des Kältekreislaufs, sondern auch die aerodynamische Machbarkeit und Abstimmung der einzelnen Verdichterstufen.

In der Praxis werden Kältekreislaufauslegung und Verdichterauslegung häufig getrennt betrachtet, wodurch Wechselwirkungen zwischen Systemebene und Maschinenebene nur unzureichend erfasst werden.

Ziel dieser Arbeit ist es daher, ein analytisches Kältekreislaufmodell mit numerischer Strömungssimulation zu koppeln, um die Auslegung und Abstimmung eines zweistufigen Radialverdichters konsistent zu untersuchen und die Grenzen der Realisierbarkeit aufzuzeigen.

Ein analytisches Kältekreislaufmodell (Abb. 1) wird mit numerischer Strömungssimulation gekoppelt, um die Anforderungen an die beiden Verdichterstufen konsistent abzuleiten. Auf Basis dimensionsloser Kennzahlen und ausgewählter CFD-Untersuchungen werden geeignete Auslegungspunkte identifiziert und die Wechselwirkungen zwischen Kältekreislauf und Verdichterstufen bewertet.

Die Untersuchungen zeigen, dass der thermodynamisch optimale Zwischendruck des Kältekreislaufs nicht zwangsläufig zu einer aerodynamisch abgestimmten Auslegung beider Verdichterstufen führt. Während die erste Stufe die geforderten Betriebsbedingungen erreicht (Abb. 5), treten bei der zweiten Stufe Abweichungen in Massenstrom und Druckverhältnis auf (Abb. 6).



Abb. 3: Erste radiale Verdichterstufe.

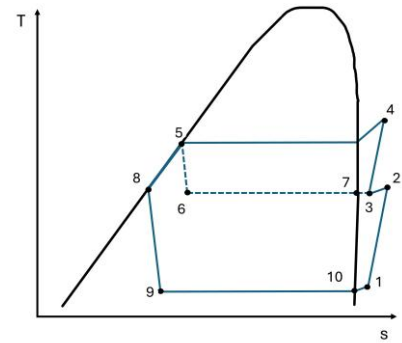


Abb. 4: Abbildung des Kältekreislaufes im T-s Diagramm (Temperatur – Entropie).

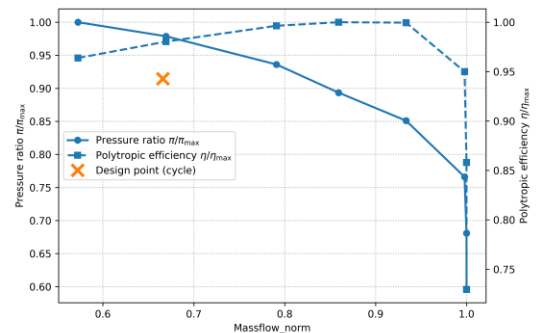


Abb. 6: Charakteristik der zweiten Stufe. Druckverhältnis und Massenfluss stimmen mit den vorgegebenen Werten des Auslegungspunktes nicht überein.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass eine getrennte Auslegung von Kältekreislauf und Verdichterstufen nicht ausreicht und eine gekoppelte Betrachtung notwendig ist, um realisierbare und konsistente Betriebspunkte zu identifizieren.

Shannon Hennes

Hauptbetreuer:
Prof. Dr. Ernesto Casartelli

Experte:
Dr. Christof Gentner

Kooperationspartner:
Teqtoniq GmbH

