



Diplomand
Dozent
Projektpartner
Experte
Themengebiet

Schmidiger Jerome
Dr. Deniz Sabri
Institut IME, CC FNUM
Dr. Schlienger Joel
Energien, Fluide und Prozesse

Identifikation der wesentlichen Diffuser-Design-Parameter und deren Einfluss auf das Betriebsverhalten eines Radialverdichters

Ausgangslage

Diffusoren erweisen sich als wichtige Komponenten in der Strömungsmechanik. Auch in Turbomaschinen - wie Radialverdichter oder Gasturbinen - spielen diese eine wichtige Rolle, da sie einerseits den Gesamtwirkungsgrad verbessern und andererseits das Druckverhältnis erhöhen. Jedoch ist die Auslegung von Diffusoren in Turbomaschinen stets mit Schwierigkeiten verbunden.

Vorgehen

Wesentliche Diffuser-Design-Parameter werden identifiziert und deren Einfluss auf das Betriebsverhalten aufgezeigt. Weiter wird eine numerisch optimierte Diffusorgeometrie (erzeugt durch eine gradienten-basierte Adjoint Methode) vereinfacht und numerisch untersucht (Abb. 2). Dabei wurde der Reynolds-Average-Navier-Stoke Ansatz, sowie ein Ω -RSM Turbulenzmodell verwendet und wurde mit einem von der Hochschule Luzern entwickelten druckbasierten Solver durchgeführt.

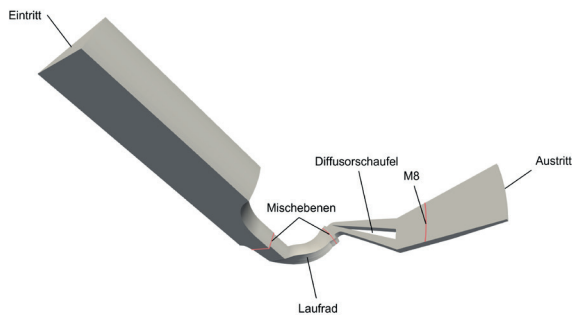


Abb. 1: Aufbau des verwendeten Simulationsmodells

Ergebnis

Es wurde gezeigt, dass die Wahl der wesentlichen Diffuser-Design-Parameter einen Kompromiss zwischen Betriebsbereichsgewinn und Druckerhöhung / Wirkungsgradgewinn darstellt. Nebst den mathematischen Abhängigkeiten im Diffusorkanal (Öffnungswinkel, Diffusorlänge und Flächenverhältnis) haben sich weitere Zusammenhänge gezeigt. So ist beispielsweise der Diffusoreintrittsradius, die Eintrittsweite, der Anstellwinkel und die Schaukelzahl voneinander abhängig und müssen stets aufeinander abgestimmt sein. Weiter hat sich herausgestellt, dass sich die Theorie ebener Kanaldiffusoren nicht direkt an Turbomaschinen anwenden lässt und somit ausschliesslich zur groben Auslegung verwendet werden darf.

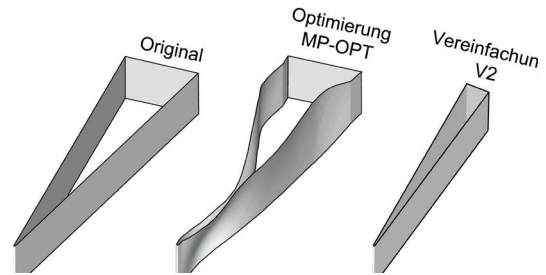


Abb. 2: Vergleich zwischen der original, der optimierten und der vereinfachten Geometrie

Die Vereinfachung des numerisch optimierten Keildiffusors erreichte einerseits höhere Druckverhältnisse und Wirkungsgrade führte aber andererseits zu früher eintretenden instabilen Verhalten (pumpengrenznaher Bereich siehe Abb. 3). Trotz der sehenswerten Wirkungsgradssteigerung und Druckerhöhung der vereinfachten Geometrie (V2) - im mittleren und stopfgrenznahen Kennbereich (knapp 1.5 % höher, verglichen mit der Originalgeometrie) - und der starken Korrelation mit dem Betriebsverhalten der numerisch optimierten Geometrie, scheint eine dreidimensionale Modifikation der Keilgeometrie als unverzichtbar.

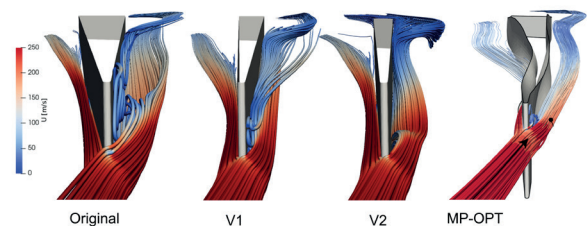
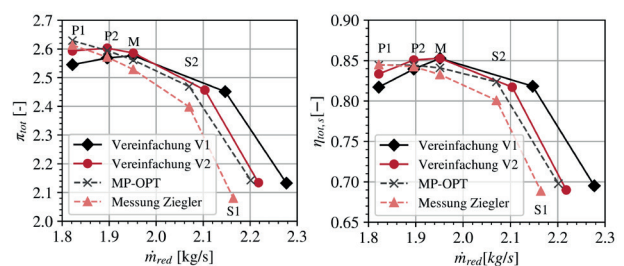


Abb. 3: Kennlinienvergleich (oben) und das Ablöseverhalten im stopfgrenznahen Bereich (unten)