

Ein Beitrag zur optimalen, mehrkriteriellen Axialverdichterauslegung auf Basis der Meridianströmungsrechnung

Schlagwörter: Verdichterauslegung, Meridianströmungsrechnung, Throughflow, Prozessintegration, *Isight*, Parametrisierung, Mehrkriterien-Optimierung

Der Entwurf von Hochdruckverdichtern für moderne Flugtriebwerke unterliegt einem zeitaufwändigen, iterativen Prozess, der aus mehreren Entwurfsschritten mit zunehmendem Detaillierungsgrad der Berechnungsmodelle besteht. Die bisherigen anspruchsvollen Anforderungen nach Effizienz und stabilem Betrieb werden nun durch die Anforderung nach kurzen Entwicklungszeiten ergänzt. Die in Zukunft wichtige schnelle Triebwerksentwicklung und die zeitaufwändigen Analysen der Detailauslegung verlangen die Berücksichtigung des Optimierungspotentials bereits in den ersten Entwurfsschritten. Dabei ist die automatische Mehrkriterien-Optimierung ein wichtiges Hilfsmittel.

Der Fokus der vorliegenden Arbeit ist die Generierung eines automatischen Übergangs von der Mittelschnitts- zur Meridianströmungsrechnung, wobei optimale Radialverteilungen für die Stufendruckverhältnisse und die Statorabströmwinkel gesucht werden. Es wird die Formulierung des Optimierungsproblems mit einer großen Anzahl von Nebenbedingungen beschrieben sowie verschiedene Parametrisierungsstrategien untersucht. Als Optimierungskriterien dienen der polytrope Wirkungsgrad und der Pumpgrenzabstand. Die für eine erfolgreiche Optimierung notwendige Parametrisierung wird mit Hilfe von Freiformkurven und -flächen realisiert.

Als Ergebnis der Arbeit steht ein gekoppelter Mehrkriterien-Optimierungsprozess der die Analysen der Mittelschnitts- und Meridianströmungsrechnung enthält. Dieser ist mit Hilfe des Prozessintegrationswerkzeugs *Isight* erstellt worden und ist in der Lage, die Nebenbedingungen sowohl der Mittelschnitts- als auch der Meridianströmungsrechnung zu prüfen. Dieser Optimierungsprozess liefert eine Vielzahl von *Pareto*-optimalen Entwürfen, dessen Vielfalt hilfreich für eine objektive Entscheidungsfindung eines Entwurfes ist.

Abstract

Contributions to the Optimal, Multi-Objective Compressor Design Based on Throughflow Calculation

Keywords: compressor design, Throughflow, process integration, *Isight*, parametrization, multi-objective optimization

The design of the high pressure compressor of state of the art aero engines is a time-consuming, iterative process which consists of several design steps with increasing complexity of the calculation models. Nowadays, the ambitious optimization goals for both efficiency and stable operation have to be achieved in shorter development times. In future, the combination of shorter engine development cycles and time-consuming, detailed analyses require the utilization of the optimization potential in early design steps. Therefore, the automated multi-objective optimization approach is a useful method to support the design process.

The focus of the present thesis is the generation of an automated design process with transition from Meanline prediction to Throughflow calculation, where optimal radial distributions for stage pressure ratios and stator exit angles have to be determined. An optimization problem with a high number of constraints is formulated and different parameterization strategies are analysed. The optimization objectives are the polytropic efficiency and the surge margin. The parameterization necessary for a successful optimization is realized by free-form curves and surfaces.

The key result of this thesis is a combined multi-objective optimization process which consists of Meanline prediction and Throughflow calculations. The process is generated with the help of the process integration tool *Isight* and checks the constraints of Meanline prediction and Throughflow calculation. This optimization process provides multiple *Pareto*-optimal designs whose diversity is helpful for an objective decision making.