

**INSTITUT FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT**

Fachgebiet für Luftfahrtantriebe



Diplomarbeit

**Optimierung eines Radialverdichters für überkritisches  
CO<sub>2</sub> auf Grundlage eines Meta-Modells**

von

Matthes Dietrich  
(Matr.-Nr. 306162)

Betreuer:

Prof. Dr.-Ing. Dieter Peitsch  
Dipl.-Ing. Uwe Salecker  
M.Sc. Leonie Malzacher

Berlin, 19.09.2013

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	VIII
Nomenklatur .....	IX
1. Einleitung.....	1
2. Theoretische Vorbetrachtung .....	2
2.1 Strömungsmaschinen.....	2
2.1.1 Aufbau und Funktionsweise des Radialverdichter .....	3
2.1.2 Energieumsetzung in Laufrad.....	7
2.1.3 Betriebsdaten der Strömungsmaschine.....	11
2.1.4 Kennzahlen der Strömungsmaschinen.....	12
2.2. Grundlagen der numerischen Strömungsberechnung.....	16
2.2.1 Turbulente Strömungen .....	18
2.2.2 Turbulenzmodellierung.....	20
2.2.3 Diskretisierung .....	27
2.2.4 Numerische Lösungsverfahren.....	30
2.3. Optimierung .....	34
2.3.1 Optimierung mit Metamodellen .....	34
2.3.2 Polynom gestützte Sensitivitätsanalyse .....	38
2.3.3 Metamodell of Optimal Prognosis MoP .....	40
2.3.4 Optimierungsalgorithmen .....	41
2.3.4 Paretooptimierung .....	44
3. Numerische Berechnung eine Radialverdichters .....	45
3.1 Erstellen der Geometrie .....	45
3.2 Vernetzung des Rechengebietes.....	47
3.3 Berechnung .....	51
3.4 Ergebnisse der Material- und Turbulenzmodelle.....	56
3.4.1 Auswertung der Modelle.....	62
3.5 Besonderheiten der Strömung im Radialverdichter .....	63
4. Optimierung eines Radialverdichters.....	67
4.1 Parametrisierung.....	68
4.1.1 1. Optimierungslauf.....	69
4.1.2. 2. Optimierungslauf.....	73
4.2 Sensitivitätsanalyse .....	76

4.2.1 1. Optimierungslauf.....	76
4.2.2 2. Optimierungslauf.....	81
4.2.3 Paretooptimierung.....	85
4.3 Evolutionsoptimierung.....	88
5. Ergebnisse .....	88
5.1 1. Optimierungslauf.....	91
5.2 2. Optimierungslauf.....	94
5.3 Paretooptimierung.....	97
5.4 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	100
5.5 Nachbetrachtung.....	104
6. Zusammenfassung.....	106
7. Ausblick .....	109
Literaturverzeichnis.....	VI
Anhang .....	VIII

## 7. Ausblick

Für die weitere Untersuchung und Optimierung mit Metamodellen ist es ratsam eine bereits erprobte Geometrie zu verwenden. Sollte jedoch Vista CCD zur Erstellung einer Geometrie genutzt werden, dann sind schon im Vorfeld die Abmessungen und Betriebsdaten aufeinander abzustimmen. So ist gewährleistet, dass das System den Anforderungen entspricht und die Optimierung effektiver eingesetzt werden kann.

In dieser Arbeit wurde die Schaufelbreite nicht Parametrisiert. Daher ist es möglich, dass die Dicke und deren Verlauf einen Einfluss auf die Qualitätsmerkmale haben.

Eine weitere Möglichkeit den Optimierungsprozess zu verbessern, ist es die Optimierungsläufe aufeinander aufzubauen. In dieser Arbeit wurde die Ausgangsgeometrie jedes Optimierungslaufes zufällig im Parameterraum gewählt und nicht aus den vorherigen Läufen übernommen. Diese Annahme wurde getroffen, um nach Möglichkeit mit einem Optimierungslauf das optimale Ergebnis zu finden. Generell ist dies auch möglich, nur das in diesem Fall die nicht verwendeten Parameter eventuell ungünstige Werte angenommen haben.