



LEISTUNGSZENTRUM

# DYNAFLEX®

FLEXIBLE LÖSUNGEN FÜR DIE ENERGIE-  
UND ROHSTOFFWENDE

## AUTOMATISIERTE OPTIMIERUNG VON TURBOMASCHINEN

VERBESSERTES SCHAUFELDESIGN ZU GERINGEREN  
ENTWICKLUNGSKOSTEN UND IN KÜRZERER ZEIT

### ANSPRECHPARTNER

**Dr.-Ing. Björn Bülten**

Gruppenleiter Turbomaschinen und  
Pilotanlagen

Telefon +49 208 8598-1375

bjoern.buelten@umsicht.fraunhofer.de

**Dipl.-Ing. Norman Kienzle**

Turbomaschinen und Pilotanlagen

Telefon +49 208 8598 -1538

norman.kienzle@umsicht.fraunhofer.de

**Fraunhofer-Institut für  
Umwelt-, Sicherheits- und  
Energietechnik UMSICHT**

Osterfelder Str. 3  
46047 Oberhausen

[www.umsicht.fraunhofer.de](http://www.umsicht.fraunhofer.de)

 **Fraunhofer**  
UMSICHT

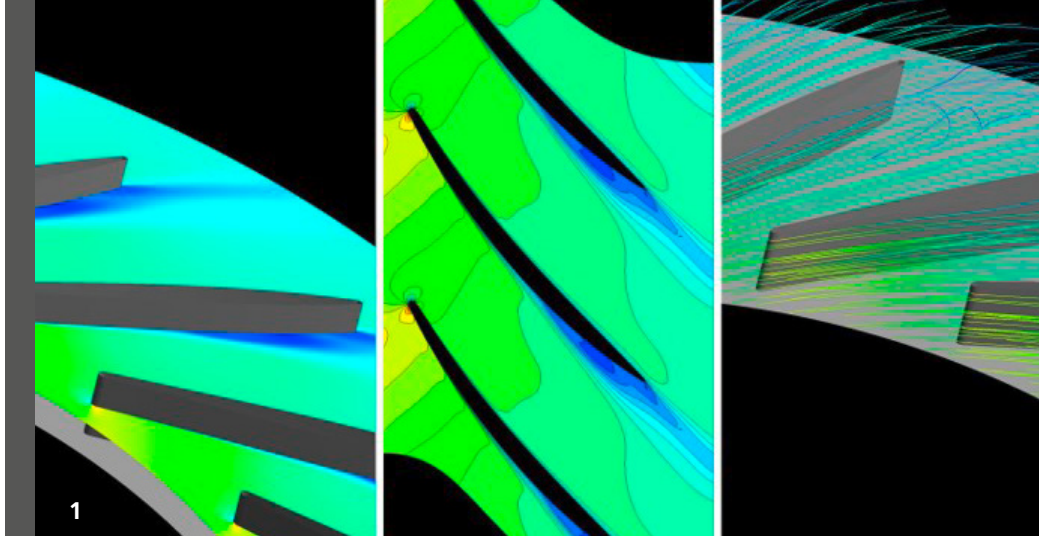
Trotz der verfügbaren Werkzeuge zur 3D-Strömungssimulation (CFD) ist es immer noch eine zeitintensive Aufgabe, Schaufelgeometrien von Turbomaschinen zu optimieren. Ein Multicore-Cluster in Kombination mit einem sehr robusten Tool zur Geometrieparametrierung innerhalb eines CFD-Workflows ermöglicht grundsätzlich eine vollständige und automatische Stufenoptimierung mit Variation von mehr als 30 Parametern. Im Rahmen des Optimierungsworkflows wird die komplette Stufe simuliert und derzeit werden die Statorschaufeln optimiert; die Anpassung des Workflows zur Optimierung von Laufradschaufeln befindet sich in Entwicklung. Die Hauptmerkmale des Workflows umfassen 1) einen neu entwickelten Filteralgorithmus für nicht konvergierte CFD-Ergebnisse, welcher ein sehr viel genaueres Ersatzmodell (surrogate model) für die Optimierung ermöglicht und 2) eine Methode, um die Optimierungskriterien flexibel auf die Bedürfnisse der Anwendung zu justieren. Zum Beispiel ist die aktive Beeinflussung der Steigung der Druckziffer-Kurve schon jetzt möglich (lediglich durch die Optimierung der Statorbeschaufelung).

### Keywords

- Kopplung von Modellierung (Excel, MatLab, ANSYS CFX etc.) und Optimierungstechniken (ANSYS OptiSLang)
- Kürzere Entwicklungszeit
- Senkung der Entwicklungs-/Redesignkosten
- Performance Upgrade
- Turbomaschinen im Allgemeinen, insbesondere für strömungsführende Bauteile

### Branchen

- Entwickler von Turbomaschinen
- Turbomaschinen- und Ersatzteilhersteller (Entwicklung/Umbau)
- Dienstleister
- Turbomaschinen-Betreiber



1 Testfall: 2D- und 3D-Auswertung einer Radialdiffusor-Geometrie während einer automatisierten Optimierung (Links und Mitte: Machzahlverlauf bei 50 % Höhe, Rechts: Stromlinienverlauf). In diesem Testfall zur Workflow-Verifizierung wurde ein Radial-Diffusor-Design-Tool (MatLab) mit einem automatisierten Optimierer (OptiSLang) gekoppelt. Basierend auf der Variation von 6 Parametern wurde ein Design of Experiments (DoE) durchgeführt. Im Rahmen des DoE wurden verschiedene Designs automatisch generiert (z. B. mit Latin Hypercube Sampling) und mit CFD (ANSYS CFX) simuliert. Es folgte eine automatische Filterung von nicht konvergierten CFD-Ergebnissen. Unter Verwendung des Filteralgorithmus erhöhte sich die Erklärbarkeit des Systems (Coefficient of Prognosis) im Testfall von 76 % auf 96 %, wodurch ein sehr genaues Ersatzmodell (Surrogate-Modell) für die Optimierung erstellt werden konnte. Die hohe Genauigkeit des Ersatzmodells konnte nachgewiesen werden, indem die vorausgesagten Surrogate-Ergebnisse mit später gewonnenen CFD-Rechnungen verglichen wurden: Beide Ergebnisse waren in guter Übereinstimmung.

### Technologische Spezifikationen

- Steigerung der Effizienz mit der Möglichkeit, auch Off-Design-Bedingungen zu optimieren
- Anpassung an verschiedene Designfragen mit unterschiedlichen Eingabeparametern möglich
- Automatische Filterung von nicht konvergierten CFD-Ergebnissen (basierend auf Standardabweichungskriterien)  
→ sehr hohe Robustheit des Optimierungsprozesses
- Möglichkeit der direkten und indirekten Optimierung (über Ersatzmodell) und Kombinationen davon
- Hohe Flexibilität, um die Anpassung des Workflows an neue Systeme und neue Fragestellungen zu beschleunigen
- Geometrie-Parametrierung: Matlab
- Strömungslöser: ANSYS-CFX
- Optimierer: OptiSLang

### Unser Service

Basierend auf Ihrem Stufendesign liefern wir eine optimierte Stator-Geometrie und verbessern dadurch ihre Verdichtercharakteristik – bei gleichbleibender Range!

Je nach Randbedingungen und Anwendungsbedürfnissen bieten wir individuelle Projektlösungen an.

Wir bieten fachlichen Austausch mit einem kompetenten Partner mit langjähriger Erfahrung und einem großen Entwicklungsnetzwerk.

### Ihr Nutzen

Sie reduzieren Zeit und Kosten bei der Produktentwicklung oder beim Redesign.

Outsourcing von einzelnen Projekten:

- Zeitkritische Projekte
- Umbau (Revamp)
- Ressourcenknappheit
- Anforderung neuer IT-Methoden
- Bewertung, ob sich computergestützte Optimierung für Ihre Anwendung lohnt

Steigern und halten Sie Ihren technischen Vorsprung im Markt.

Weitere Informationen

[www.dynaflex.de](http://www.dynaflex.de)

Gefördert durch:



Ministerium für  
Kultur und Wissenschaft  
des Landes Nordrhein-Westfalen

