

## Themen für Studienarbeiten

September

2020

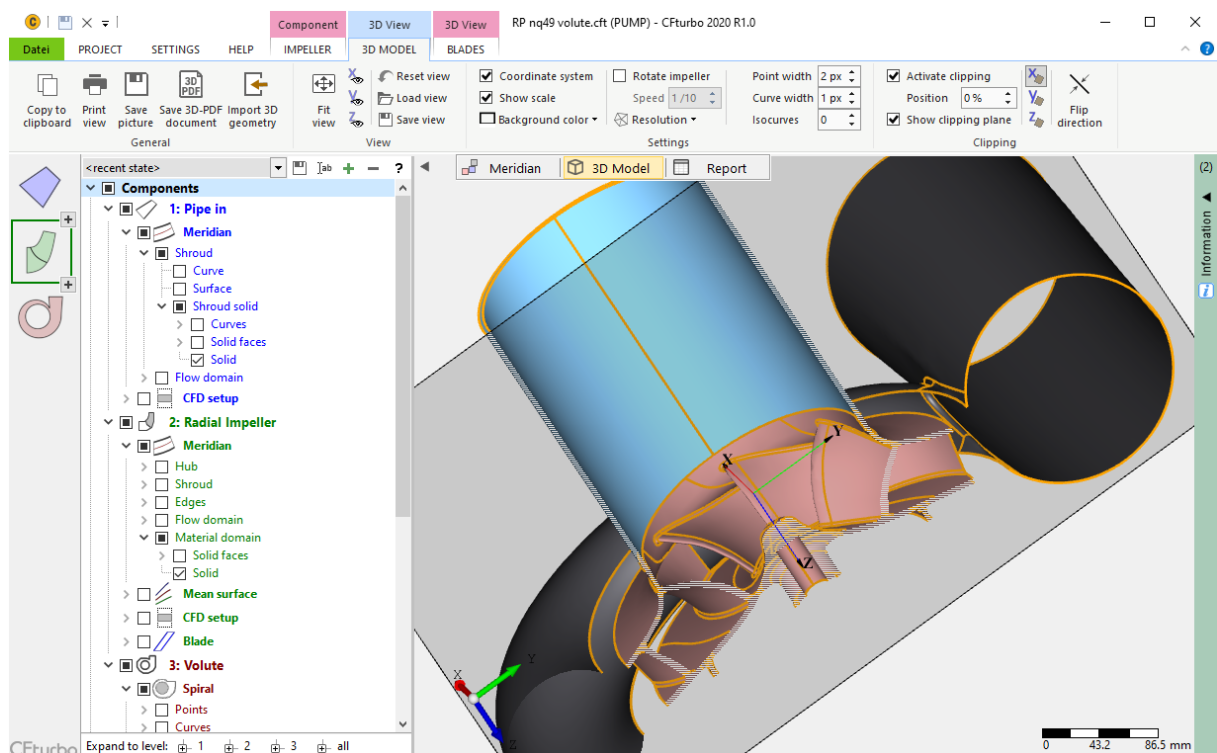
Die CFturbo GmbH beschäftigt sich mit Strömungssimulation (CFD) und Festigkeitsberechnung (FEM) und entwickelt Software für verschiedene Aufgabenstellungen zur Auslegung strömungstechnischer Komponenten. Hauptprodukt ist die Software CFturbo zum Entwurf von Turbomaschinen.

Im Rahmen einer Studienarbeit (Praktikum, Beleg, Bachelor, Master, Diplom) können nachfolgende Themen zur Bearbeitung in unserer Dresdner Niederlassung angeboten werden.

- Die jeweilige Aufgabenstellung kann flexibel abgestimmt werden.
- Ein Arbeitsplatz steht in unserem Büro in Dresden-Neustadt zur Verfügung.
- Fachliche Betreuung ist sichergestellt.
- Die Dauer sollte mindestens 3 Monate betragen.

Kontakt bei CFturbo GmbH:

Dr. Gero Kreuzfeld oder Dr. Oliver Velde



## ① Strömungs-/ Festigkeitssimulation

### Multikriterielle Optimierung einer Radialpumpe

Die Verbesserung von Strömungsmaschinen zielt häufig auf eine Erhöhung des Wirkungsgrades als Zielgröße ab. Es existieren jedoch Anwendungsfälle, in denen mehrere Zielgrößen gleichzeitig zu optimieren sind. Die Tendenzen dieser Ziele sind oftmals gegenläufig, wodurch mehrere optimale Entwürfe existieren können und eine Pareto-Menge formen. Der Findungsprozess für ein pareto-optimales Design wird dabei oftmals durch numerische Optimierungsverfahren automatisiert.

In dem Projekt soll mittels numerischer Simulation (3D-CFD) und einem Optimierungstool eine multikriterielle Optimierung einer Radialpumpe durchgeführt und sowie deren Ergebnisse aufbereitet werden.

### CFD-Simulation von Ventilatoren bei geschlossenem Zulauf (Shut-Off)

Ventilatoren werden oft in einem breiten Kennfeldbereich eingesetzt. In Katalogen sind diese Kennfelder für verschiedene Drehzahlen und Volumenströme dargestellt. Die Daten dazu stammen meist aus Messkampagnen. Kennlinienpunkte können alternativ auch aus CFD-Simulationen gewonnen werden, was allerdings insbesondere bei geschlossenem Einlass (Shut-Off) nicht einfach ist, weil hier instationäre Effekte eine große Rolle spielen.

In dem Projekt soll eine Anleitung entwickelt werden, wie das Shut-Off-Verhalten eines Ventilators per CFD-Simulation zuverlässig bestimmt werden kann.

### Optimierung einer Strömungsmaschine mit STAR-CCM+ und Heeds

CFD-Methoden werden aufgrund der vergleichsweise geringen Kosten und schnellen Ergebniserzeugung frühzeitig in den Produktentwicklungsprozess integriert. Das möglichst effiziente Ermitteln von Designverbesserungen bildet dabei oftmals den Kernaspekt der Untersuchungen. Hierfür werden Spezial-Anwendungen eingesetzt, welche auf dem Zusammenspiel von CFD-Solver und robusten Optimierungsstrategien aufbauen.

Im Rahmen des Projektes soll unter Verwendung von STAR-CCM+ als Strömungslöser und HEEDS als Design-Exploration-Tool die Optimierung einer Axialpumpe durchgeführt werden.

### Formoptimierung mittels eines Adjoint-Solvers

Zur Produktoptimierung von Turbomaschinen stehen eine Vielzahl von Designparametern zur Verfügung. Eine Designverbesserung unter Berücksichtigung aller Parameter ist oftmals aufgrund des immensen Rechenaufwandes nicht vertretbar. Adjungierte Methoden ermöglichen hierbei eine zeiteffiziente Ermittlung von Designsensitivitäten.

In dem Projekt sollen CFD-Löser, welche adjungierte Verfahren beherrschen, auf grundlegende Strömungsprobleme angewandt und damit eine Formoptimierungen durchgeführt werden.

### CFD-Simulation mit Bewegungs-Freiheitsgrad (DoF) in Simerics-MP

In konventionellen Strömungsberechnungen radialer und axialer Turbinen werden dem Simulationsmodell die Rotations-Randbedingungen vollständig aufgeprägt. Moderne Löser ermöglichen jedoch auch Turbinen keinerlei Restriktionen bezüglich der Beweglichkeit vorzugeben. In diesem Fall ergibt sich die Drehzahl der Turbine aus den Strömungsrandbedingungen.

Im Rahmen des Projektes soll für eine Turbine eine Strömungssimulation mit Bewegungs-Freiheitsgraden aufgesetzt werden. Das Verfahren soll dabei dokumentiert und die erzielten Ergebnisse mit einem Simulationsmodell ohne Bewegungs-Freiheitsgraden verglichen werden.

### **CFD-Simulation von Pumpen bei geschlossenem Druckschieber (Shut-Off)**

Die Nullförderhöhe von Pumpen (geschlossener Druckschieber) stellt eine wichtige Randbedingung bei der Konzipierung von hydraulischen Anlagen dar. Hierbei treten sowohl am Pumpenein- als auch Pumpenausstritt komplexe Rezirkulationsgebiete auf. Die numerische Modellierung dieses Betriebspunktes kann dadurch zuweilen mit Problemen verbunden sein.

In dem Projekt soll eine Anleitung entwickelt werden, wie das Shut-Off-Verhalten einer Radialpumpe mittels numerischer Methoden zuverlässig bestimmt werden kann.

### **Modellierung gekoppelter Wärmeübertragung mit Simerics-MP (CHT-Simulation)**

CHT-Simulationen ermöglichen die Berechnung des Wärmetransfers zwischen einem Fluid und den umgebenden Festkörperstrukturen. Häufig eingesetzt wird dieses Verfahren bei der Berechnung von Wärmetauschern, zur Beurteilung von Kühlungskonzepten elektronischer Bauteile oder für Wärmebelastungsanalysen von Turbomaschinen.

Im Rahmen des Projektes soll eine CHT-Simulation mit Simerics-MP für eine Strömungsmaschine aufgebaut und durchgeführt werden.

## ② Algorithmen, Software

Praktisches Ergebnis der Arbeiten sollte eine prototypische Entwicklung in Excel oder einer geeigneten Skriptsprache sein.

### Radialkräfte

Der Radialschub von Laufrädern ist eine maßgebliche Randbedingung für die Lager- und Wellenberechnung in Strömungsmaschinen. Die wirkenden Radialkräfte werden hierbei vor allem vom Betriebspunkt der Turbomaschine und der konstruktiven Ausführung des Strömungsraumes bestimmt.

Im Rahmen der Arbeit sollen empirische Modelle zur Abschätzung des Radialschubes von Laufrädern untersucht und bewertet werden. Eine Aussagefähigkeit der Modelle soll durch weiterführende CFD-Simulationen unterstützt werden.

### Geostatistische Methode

Für eine Optimierung von Strömungsmaschinen mittels CFD-Methoden können aufgrund des rechnerischen Aufwandes oftmals nicht beliebig viele Varianten generiert werden. Infolge dessen wird das Maschinenverhalten zwischen den punkthaft erfassten Simulationsdaten üblicherweise approximiert. Eine gute Genauigkeit wird hierbei durch Anwendung von geostatistischen Verfahren erzielt, welche den räumlichen Zusammenhang zwischen den Datenpunkte modellieren.

Ziel der Arbeit ist die Umsetzung und Anwendung eines etablierten, geostatistischen Verfahrens (Kriging) zur Lösung eines Optimierungsproblems. Der notwendige Datensatz wird mittels CFD-Simulationen generiert.

### Untersuchung eines Minderleistungsmodells

Die Strömung in Turbomaschinen ist nicht schaufelkongruent. Die dadurch bedingte Minderumlenkung muss beim Entwurf der Schaufelgeometrie berücksichtigt werden. Die hohe Komplexität der Strömungsvorgänge, die die Minderumlenkung im Wesentlichen beeinflussen, bedingt jedoch, dass empirische Ansätze beim Schaufelentwurf verwendet werden.

Angestrebt wird die Untersuchung eines neuartigen Ansatzes zur Berechnung des Minderleistungsfaktors für radiale und halbaxiale Laufräder. Im Rahmen der Arbeit soll ein qualitativer Abgleich des Verfahrens mit anderen, empirischen Minderleistungsansätzen mittels numerischer Strömungssimulationen erfolgen.