



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
CHEMNITZ

## 8. SAXSIM Studentenwettbewerb: X. Platz

Thema: Erarbeitung eines Vorauslegungstools und eines Parameter gestützten CAD-Modells für Radialkompressoren



### 8. SAXSIM

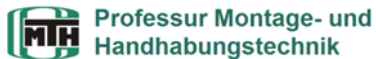
Studentenwettbewerb

22. März 2016

Technische Universität  
Chemnitz

ausgerichtet durch:

Professur Montage-  
und Handhabungstechnik



## Erarbeitung eines Vorauslegungstools und eines Parameter gestützten CAD-Modells für Radialkompressoren

Tobias Hascher

Technische Universität Chemnitz

Master Maschinenbau, 1. Semester

---

### Agenda

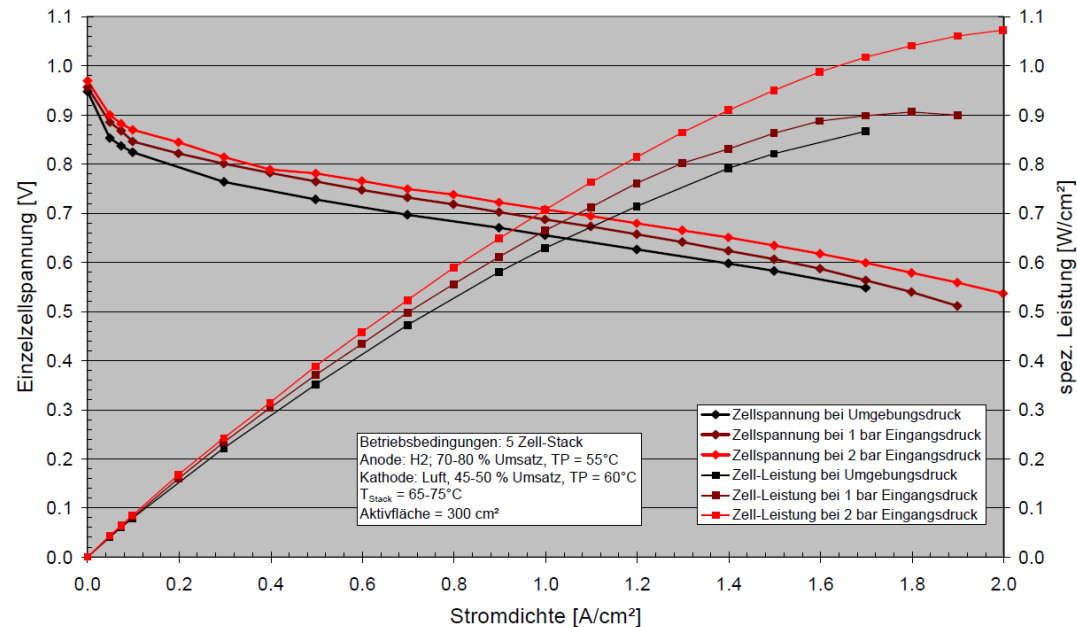
- Problemstellung
- Lösungsansatz & Softwarenutzung
- Zusammenfassung
- Ausblick

## 8. SAXSIM Studentenwettbewerb: X. Platz

Thema: Erarbeitung eines Vorauslegungstools und eines Parameter gestützten CAD-Modells für Radialkompressoren

### Problemstellung:

- Luftzufuhr in Brennstoffzellenfahrzeugen unter Überdruck
  - Möglichst ohne Druckschwankungen
  - Maximale Effizienzsteigerung
- Einsatz eines Radialkompressor
  - kontinuierlicher Förderstrom
  - geringe Ansprechzeiten
  - geringe Kosten
  - Ölfreie Luftzufuhr
  - Höhe Druckverhältnisse (bis 2,5 – 3 bar)
  - Hohe Drehzahlen



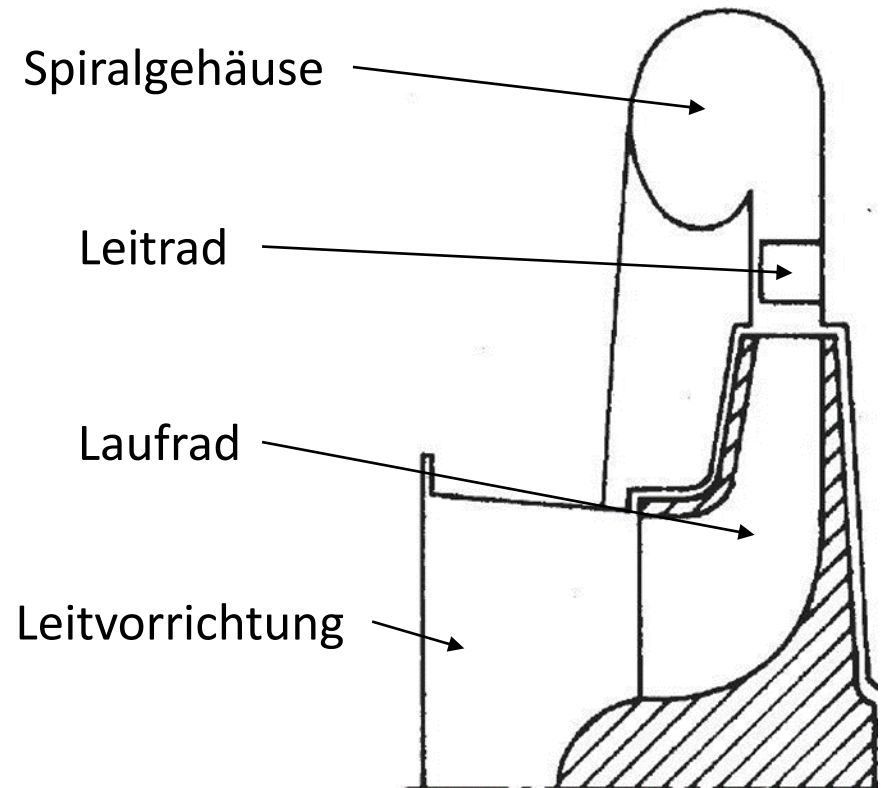
Ludwig Jörissen, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Helmholtzstraße 8, D-89081 Ulm

## 8. SAXSIM Studentenwettbewerb: X. Platz

Thema: Erarbeitung eines Vorauslegungstools und eines Parameter gestützten CAD-Modells für Radialkompressoren

### Problemstellung:

- Radialkompressor für Einsatz in Brennstoffzellenfahrzeugen optimieren
- Erstellung eines Radialkompressors komplex und umfangreich
  - Variable Geometrie der Komponenten eines Radialkompressors
  - Zahlreiche Parameter und Einflussgrößen
  - Geometrie aus theoretischen Strömungsverhältnissen abgeleitet

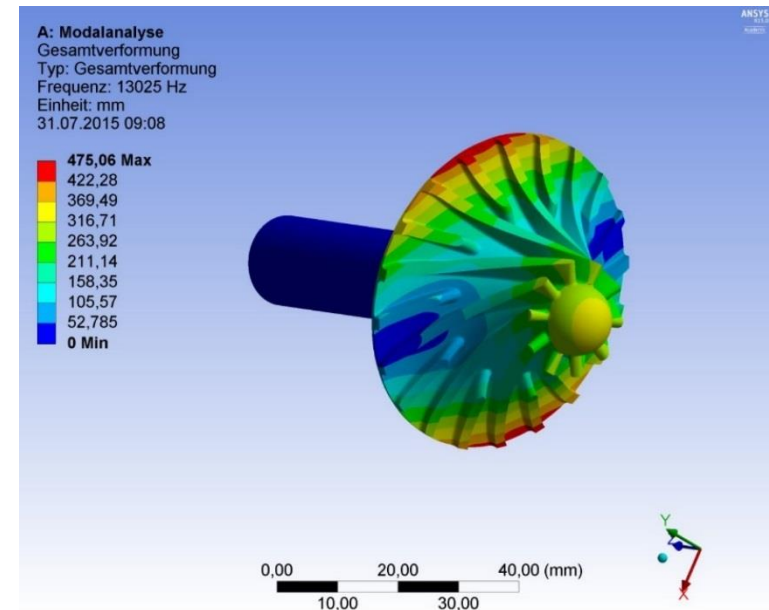
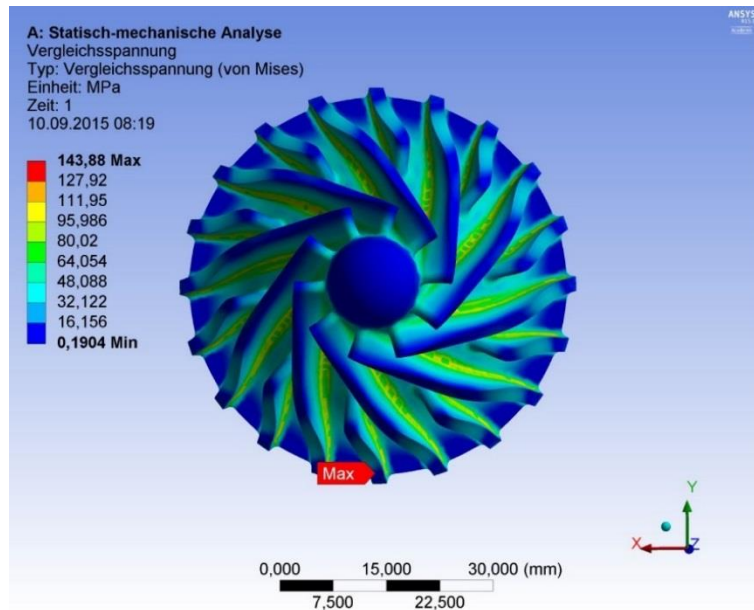


## 8. SAXSIM Studentenwettbewerb: X. Platz

Thema: Erarbeitung eines Vorauslegungstools und eines Parameter gestützten CAD-Modells für Radialkompressoren

### Problemstellung:

- Ausführbarkeit einer Radialkompressorgeometrie und Werkstoffauswahl anhand FEM und Eigenwert-Analyse
  - Ermittlung geometrischer Abhängigkeiten
  - Erarbeiten erster Optimierungspotenziale



# 8. SAXSIM Studentenwettbewerb: X. Platz

Thema: Erarbeitung eines Vorauslegungstools und eines Parameter gestützten CAD-Modells für Radialkompressoren

## Lösungsansatz & Softwarenutzung:

- Erarbeiten der Geometrieerstellung aus Literatur und Forschung
- Erstellung einer Berechnungsabfolge in PTC MathCAD 15
- Berechnung der geometrischen Abmaße durch Vorgabe des Auslegungspunktes (Massenstrom  $\dot{m}$ , Druckverhältnis  $\Delta p$  und Drehzahl  $n$ ), um einen für das entsprechende Fahrzeugsystem optimalen Radialkompressor zu erzeugen

### Grobauslegung eines Verdichters

geg.:	$\dot{m} := 0.09 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$	Massenstrom
	$p_0 := 1 \text{ bar}$	Ausgangsdruck/Saugseite
	$p_3 := 3 \text{ bar}$	Zieldruck/Druckseite
	$n := 100000 \text{ min}^{-1}$	Umdrehungen
	$\rho := 1.2041 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	Dichte
	$c_p := 1005 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	spezifische Wärmekapazität
	$R_L := 287 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	spezifische Gaskonstante
	$T_0 := 293.15 \text{ K}$	Ansaugtemperatur
	$\kappa := 1.4$	Isentropenexponent der Luft

Berechnung:

#### Laufrad

Volumenstrom

$$V' := \frac{\dot{m}}{\rho} = 0.075 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad V' = 269.081 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Schallgeschwindigkeit

$$a_1 := \sqrt{\kappa \cdot R_L \cdot T_0} = 343.202 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

spezifische Stutzenarbeit

$$Y := c_p \cdot T_0 \cdot \left[ \left( \frac{p_3}{p_0} \right)^{\frac{c_p}{R_L}} - 1 \right] = 108573.085 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

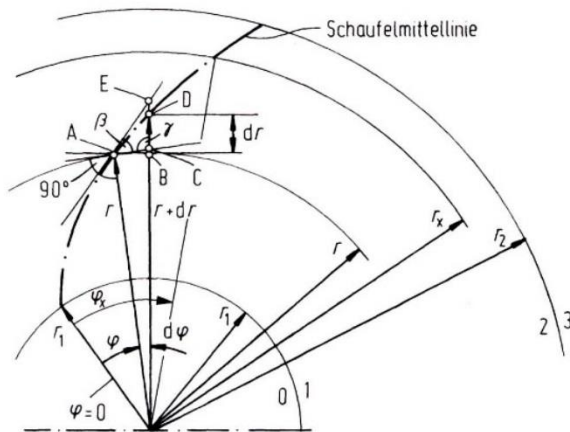
# 8. SAXSIM Studentenwettbewerb: X. Platz

Thema: Erarbeitung eines Vorauslegungstools und eines Parameter gestützten CAD-Modells für Radialkompressoren

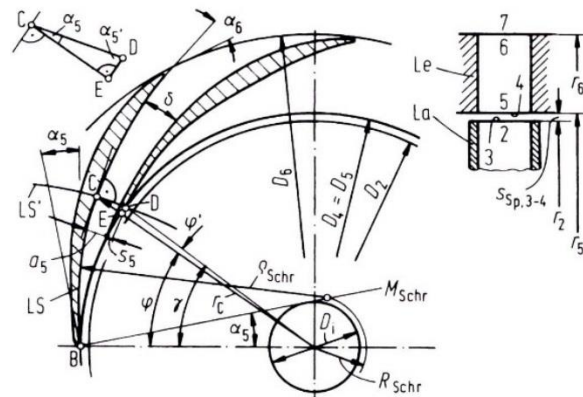
## Lösungsansatz & Softwarenutzung:

- Übergabe der geometrischen Abmaße an Excel
- Erstellung der Schaufelkonturen von Lauf- und Leitrad sowie der Spiralkontur des Gehäuses

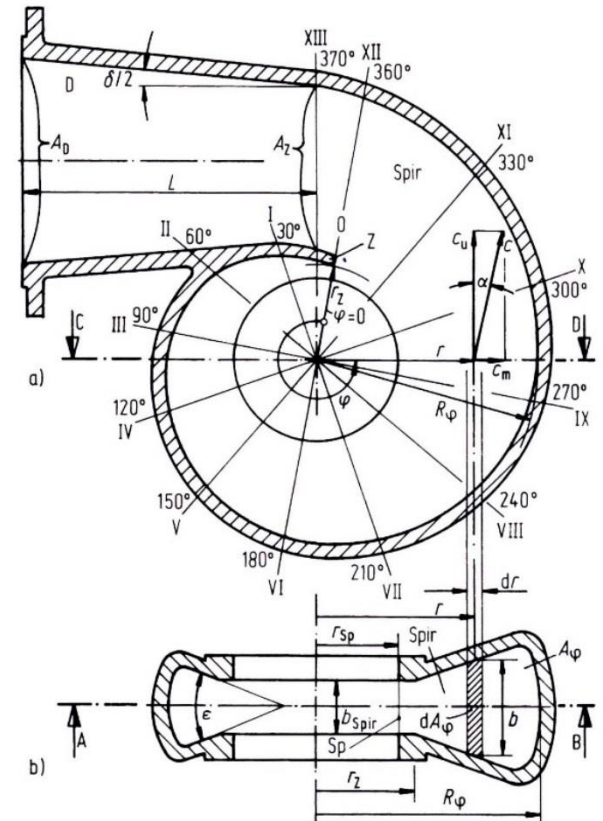
Laufrad



Leitrad



Spiralgehäuse

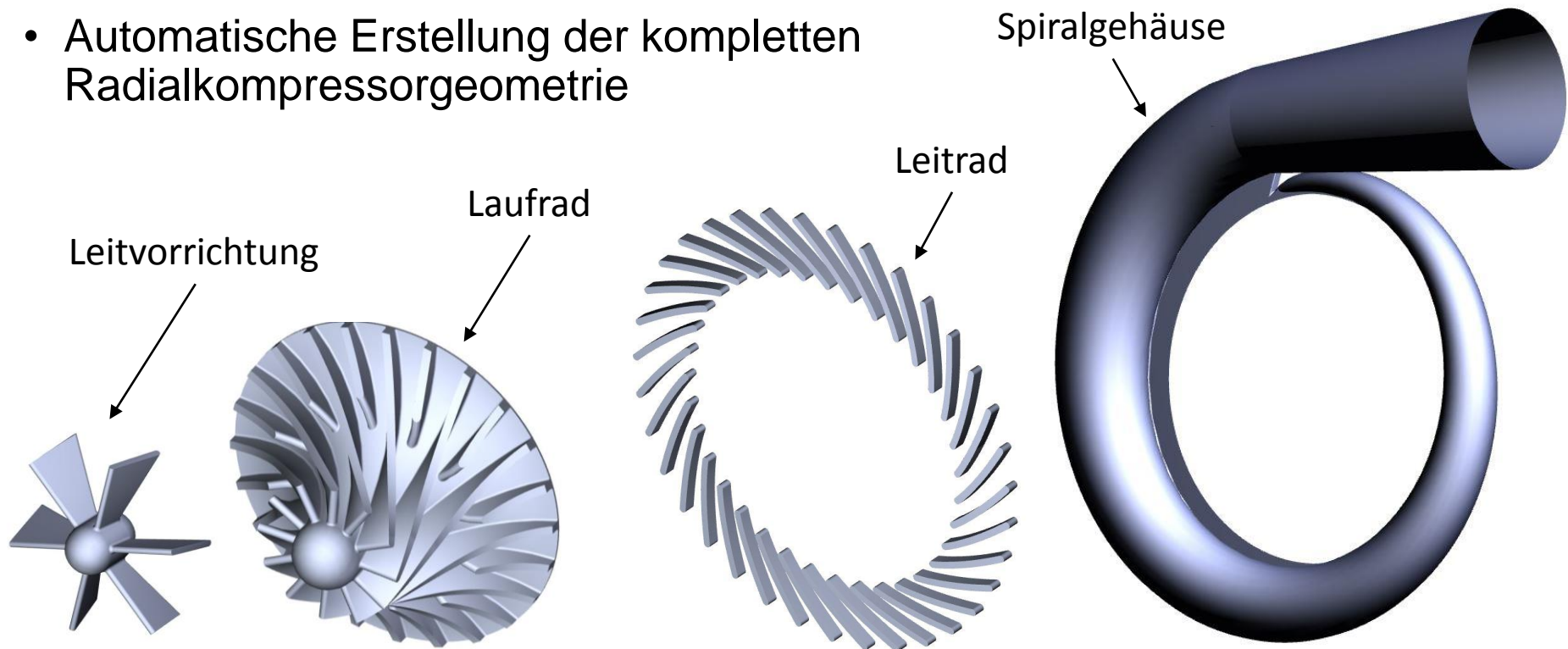


## 8. SAXSIM Studentenwettbewerb: X. Platz

Thema: Erarbeitung eines Vorauslegungstools und eines Parameter gestützten CAD-Modells für Radialkompressoren

### Lösungsansatz & Softwarenutzung:

- Übergabe der geometrischen Abmessungen sowie der Konturen an PTC Creo Parametric 2.0
- Automatische Erstellung der kompletten Radialkompressorgeometrie



## 8. SAXSIM Studentenwettbewerb: X. Platz

Thema: Erarbeitung eines Vorauslegungstools und eines Parameter gestützten CAD-Modells für Radialkompressoren

### Lösungsansatz & Softwarenutzung:

- Simulation zweier Laufradvarianten in Hinblick des Einflusses der wirkenden Fliehkräfte und Ermittlung der Eigenwerte mittels Ansys 16
  - Variation des Laufradwerkstoffes (Aluminium-, Titanlegierung und vergleichend Stahl)
  - Betriebsdrehzahl um 50.000 Umdrehungen erhöht zur Auslegungsdrehzahl angenommen
  - Simulation verschiedener Wellendurchmesser und -längen

Konfiguration a)	Auslegungskriterien	Konfiguration b)
$25 \frac{g}{s}$	Massenstrom	$90 \frac{g}{s}$
3 bar	Enddruck	3 bar
$150.000 \frac{1}{min}$	Drehzahl	$100.000 \frac{1}{min}$

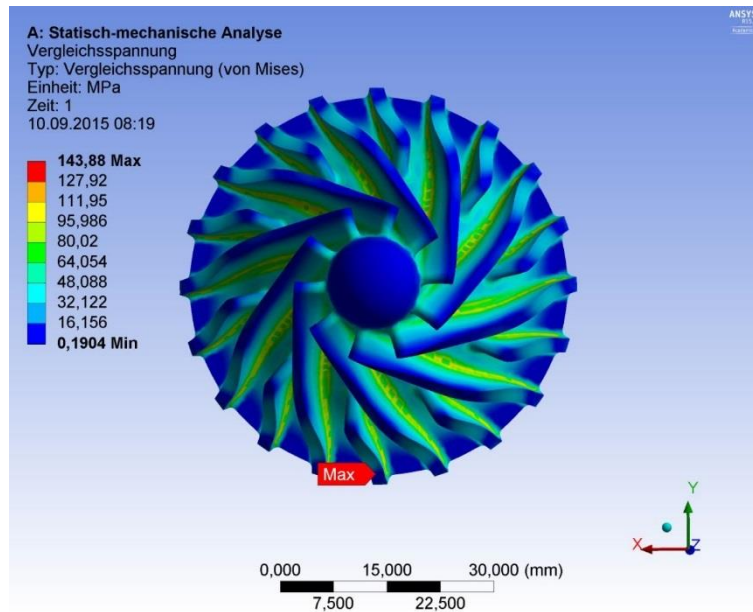


## 8. SAXSIM Studentenwettbewerb: X. Platz

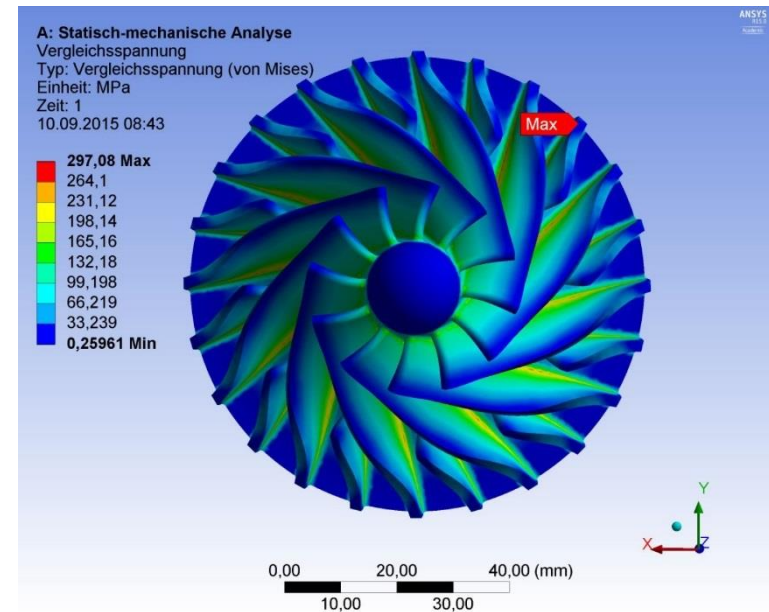
Thema: Erarbeitung eines Vorauslegungstools und eines Parameter gestützten CAD-Modells für Radialkompressoren

### Lösungsansatz & Softwarenutzung:

- Auswertung der Simulationsergebnisse  
Konfiguration a)



- Konfiguration b)



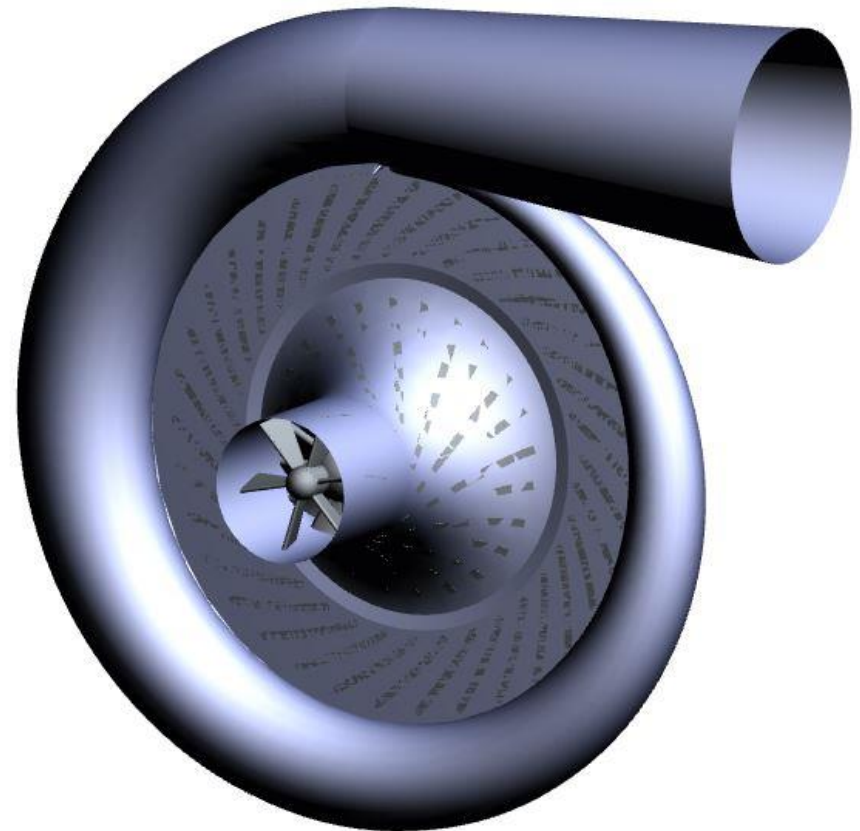
Vergleichsspannung bei Aluminiumausführung

## 8. SAXSIM Studentenwettbewerb: X. Platz

Thema: Erarbeitung eines Vorauslegungstools und eines Parameter gestützten CAD-Modells für Radialkompressoren

### Zusammenfassung:

- Berechnungstool zur teilautomatisierte Erstellung einer kompletten Radialkompressor-geometrie in kurzer Zeit
- Tutorialvideos zur Bedienung des Berechnungstools
- Vorgehen zur FEM-Simulation und Modalanalyse eines Laufrades und der Welle des Radialkompressors
- Vorläufige Werkstoffauswahl und geometrische Optimierungspotenziale des Laufrades

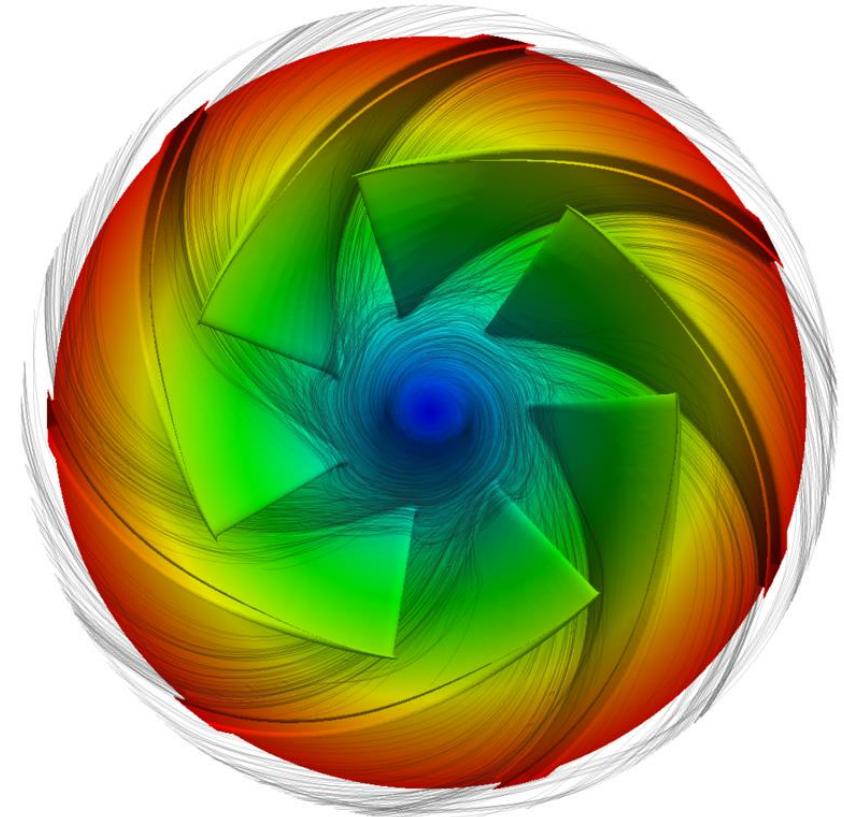


## 8. SAXSIM Studentenwettbewerb: X. Platz

Thema: Erarbeitung eines Vorauslegungstools und eines Parameter gestützten CAD-Modells für Radialkompressoren

### Ausblick:

- Integration weiterer geometrischer Spezifikationen in Berechnungstool
- Verstärkte Automatisierung von Berechnung, Kontur- sowie Geometrieerstellung
- Berechnungstool mündet in einer Promotion zur automatisierten, strukturierten Vernetzung sowie Validierung mittels CFD-Simulation verschiedener Radialkompressorgeometrien (Verfasser Marcus Schaedler M.Sc.)



N.N., „cfdsupport.de,“ [Online]. Available: <http://www.cfdsupport.com/img/pump-cfd-openfoam-static-pressure-distribution-cull-frontface-17.png>. [Zugriff am 28 07 2015].



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
CHEMNITZ

## 8. SAXSIM Studentenwettbewerb: X. Platz

Thema: Erarbeitung eines Vorauslegungstools und eines Parameter gestützten CAD-Modells für Radialkompressoren



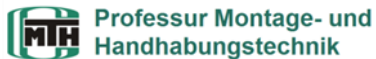
### 8. SAXSIM

Studentenwettbewerb  
22. März 2016

Technische Universität  
Chemnitz

ausgerichtet durch:

Professur Montage-  
und Handhabungstechnik



PTC®

aristos  
ENGINEERING SERVICES & SOLUTIONS GMBH



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

