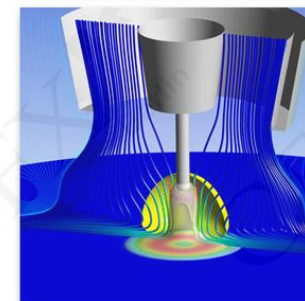
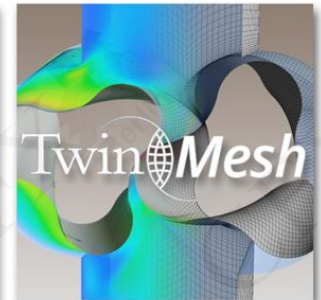
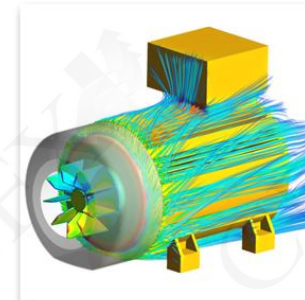


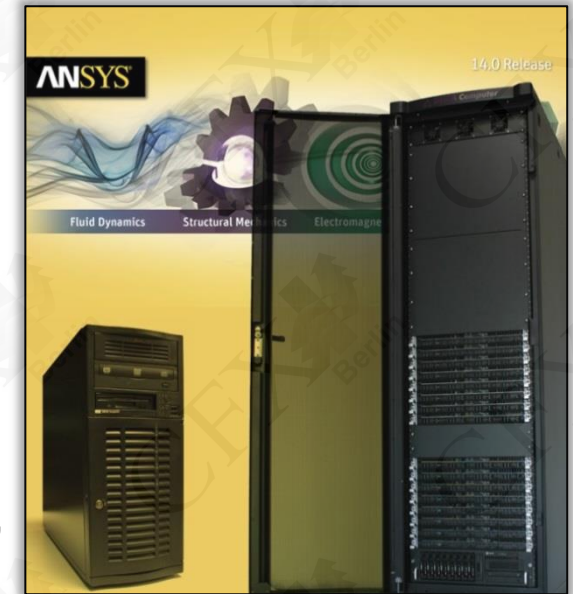
CFX Berlin Software GmbH Simulationskompetenz aus Berlin



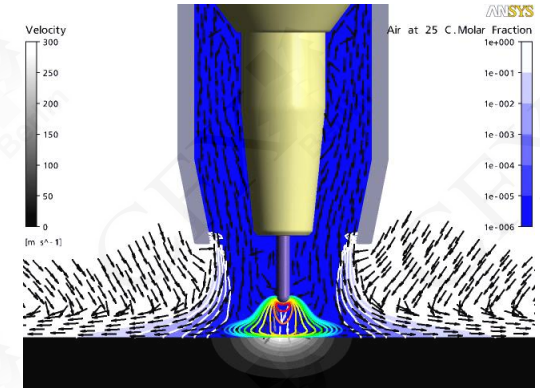
- CFX Berlin bietet seit 1997 als Partner von ANSYS, Inc. und CADFEM Lösungen und Simulationssoftware für:
 - Strömungsmechanik & Thermodynamik
 - Elektromagnetik
 - Strukturmechanik
- CFX Berlin-Geschäftsfelder:
 - ANSYS-Simulationssoftware
 - Berechnung & Optimierung
 - Beratung & Schulung
 - Forschung & Entwicklung



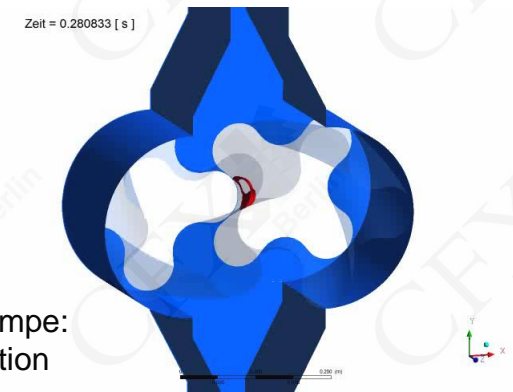
- Wie bieten Ihnen schlüsselfertige Simulationslösungen, bestehend aus:
 - ANSYS-Softwarelizenzen,
 - optimal abgestimmter Hardware,
 - individuellem Einarbeitungskonzept,
 - persönlichem Ansprechpartner für Support & Anwendungsberatung.
- Wir unterstützen Sie schon vorher mit:
 - Prozess- & Bedarfsanalyse, Lastenhefterstellung,
 - Entwicklung von optimalen Lösungen für Ihr Unternehmen,
 - Vorbereitung, Begleitung & Auswertung von Testinstallationen,
 - Erarbeitung individuell abgestimmter Schulungsmaßnahmen.



- Wir unterstützen auch im Rahmen von Dienstleistungen:
 - Simulation & Validierung mit Qualitätsgarantie
 - Auslegung & Optimierung von strömungstechnischen Maschinen und Anlagen
 - Modell- & Softwareentwicklung
- Wir machen Forschung & Entwicklung
 - öffentlich geförderte F&E-Projekte
 - industriegeförderte Auftragsforschung
 - interne Projekte



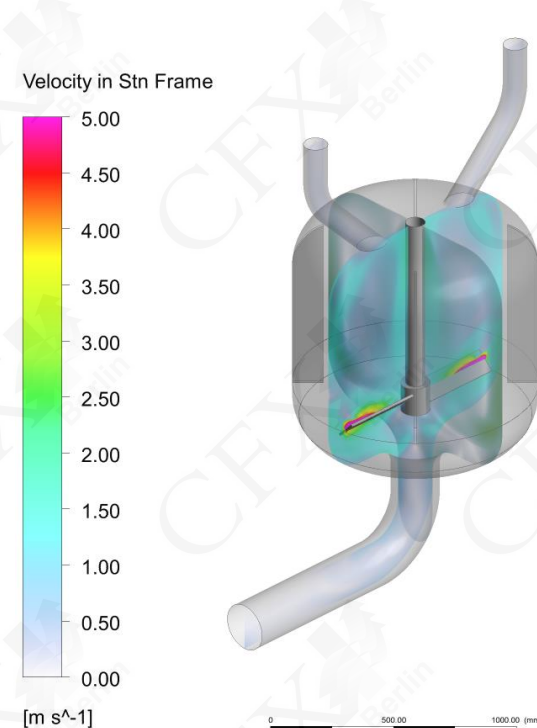
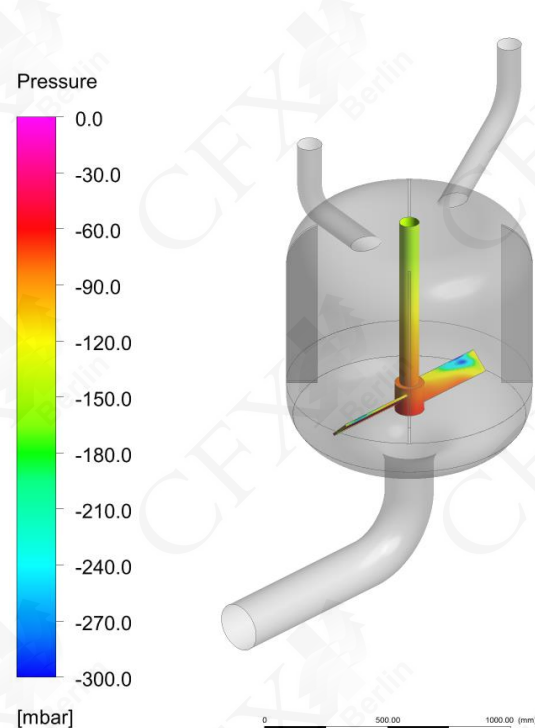
Beispiel Schweißprozesssimulation:
Schutzgasströmung mit Lichtbogen



Beispiel Drehkolbenpumpe:
Darstellung von Kavitation
im Spalt

Herausforderung:

Bestimmung des Betriebsverhaltens eines Schrägbalkenrührers unter verschiedenen Anforderungsbedingungen

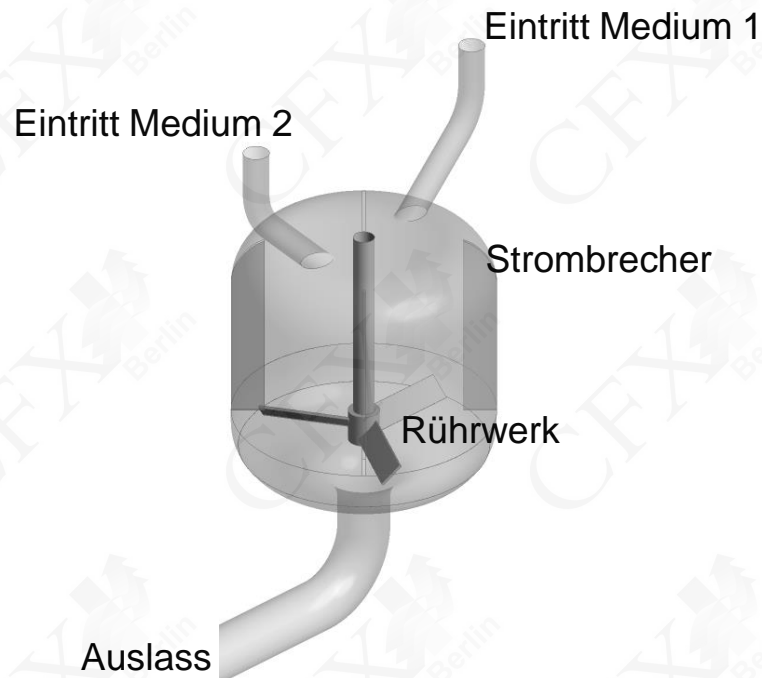


Anwendungsbeispiele Simulation

Simulation eines Schrägbalkenrührers mit ANSYS CFX

- **Inhalt der Arbeit:**

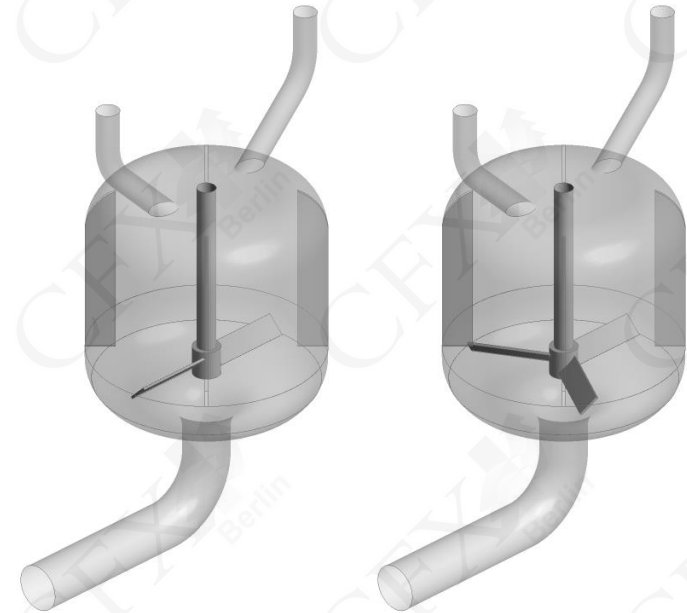
- Die Bestimmung des Betriebsverhaltens eines Schrägbalkenrührers unter Einsatz von definierten Medien.
- Aus dem Parameterfeld lässt sich für bestimmte Medien und einer festgelegten Gehäusegeometrie die optimale Anzahl der Rührblätter und deren Anstellwinkel bestimmen.



ATEX SRW 100 Stativrührwerk der Firma *Planetroll*

Quelle: <http://www.Planetroll.de/>

- Geometrieerstellung mit dem *ANSYS DesignModeler*
 - Das Geometriemodell besteht aus drei Körpern – zwei Statoren und einem Rotor.
 - Die Rotorgeometrie ist parametrisiert. Im Optimierungsprozess können so die Anstellwinkel der Rotoren und deren Schaufelanzahl variiert werden.
 - Die Geometrie wird gemäß dem Parameterfeld automatisch aktualisiert, vernetzt und berechnet.

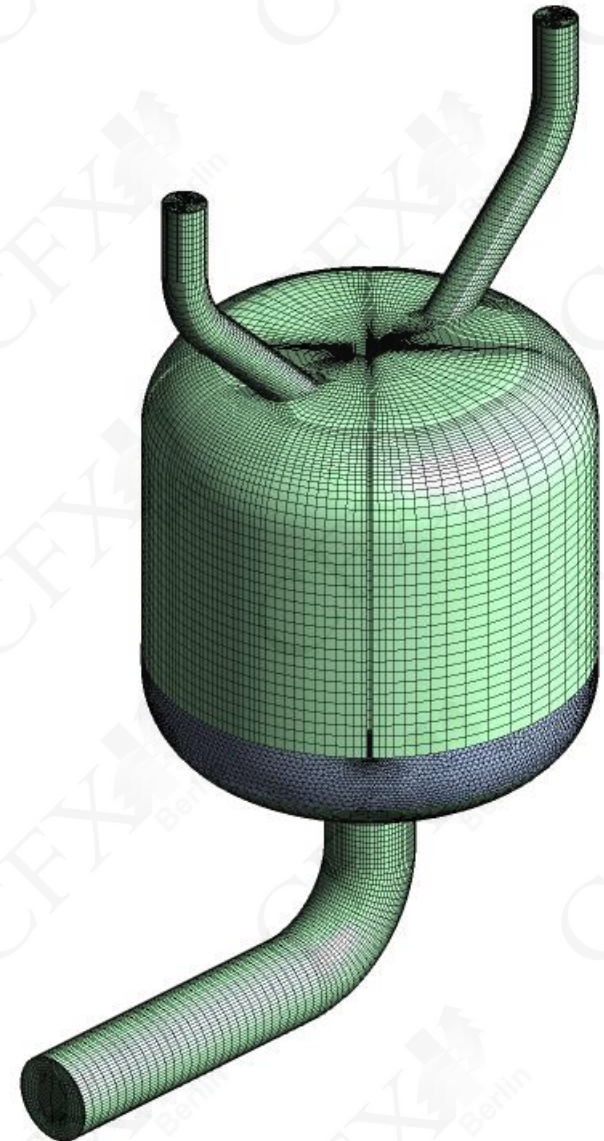


Variable Schaufelanzahl



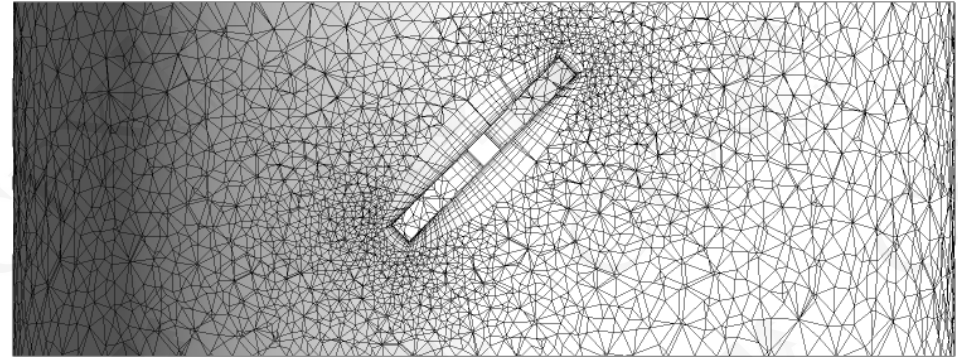
Variabler Anstellwinkel

- **Hybride Vernetzung**
 - Stator: *ANSYS ICEM CFD Hexa*
 - 644678 Knoten
 - 618832 Hexaeder
 - Rotor: *ANSYS Meshing*
 - Geometrieabhängig
 - $\approx 350\,000$ Knoten
 - $\approx 1\,500\,000$ Elemente
 - Bei Geometrievariationen wird nur das Netz um den variierten Rotor ausgetauscht.

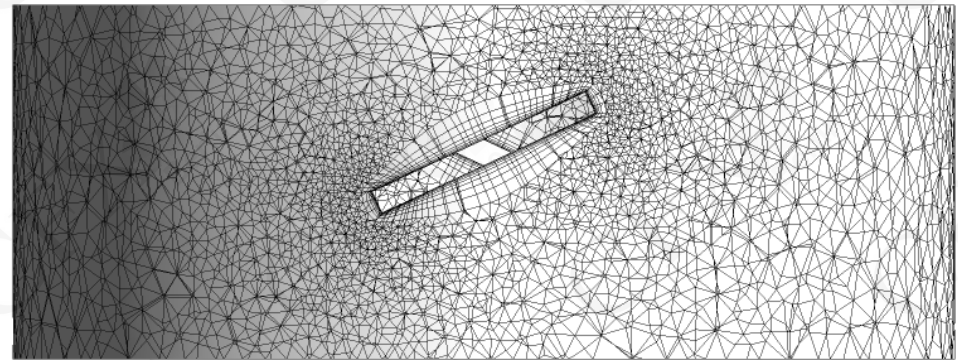


- Rotorvernetzung

- Parametrisierte Anpassung der unstrukturierten Rotorvernetzung.
- Auflösung der wandnahen Grenzschicht trotz unstrukturierter Vernetzung.
- Die Anpassung der Geometrie und deren Vernetzung nimmt nicht mehr als eine Minute in Anspruch.



Anstellwinkel: 45°



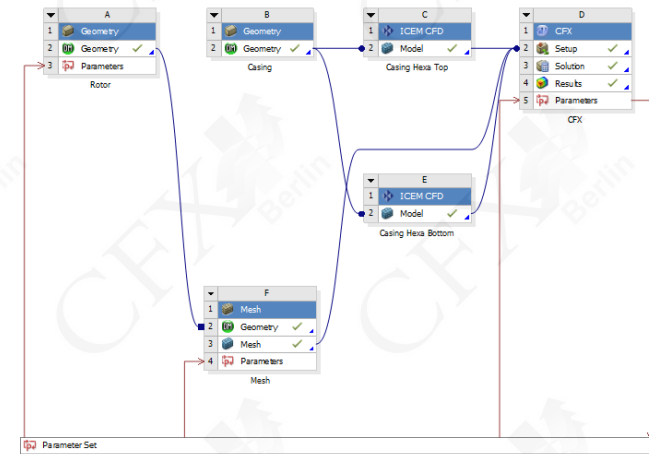
Anstellwinkel: 25°

- Stoffeigenschaften der Medien
 - Variables Mischverhältnis
 - Farbe 1
 - Dichte: 1 000.0 kg/m³
 - Dynamische Viskosität: 0.01 Pa s
 - Farbe 2
 - Dichte: 1 000.0 kg/m³
 - Dynamische Viskosität: 0.01 Pa s

- Parametrisierung

- Folgende Eingabeparameter werden variiert:

- Anzahl der Rührblätter
- Anstellwinkel der Rührblätter
- Eintrittsvolumenstrom
- Drehzahl



Projektschema in der ANSYS Workbench

- Das Parameterfeld umfasst 100 Parametervariationen. Es wird automatisch generiert und abgearbeitet.
- Durch Initialisierung mit vorherigen Lösungen kann die Rechenzeit signifikant verkürzt werden, so dass auch große Parameterfelder schnell abgearbeitet werden können.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Name	P1 - NumberOfBlades	P2 - Angle	P3 - Massenstrom Farbe 1	P4 - Massenstrom Farbe 2	P5 - Drehzahl	P6 - Maximum Number of Iterations
2	Units		degree	kg s ⁻¹	kg s ⁻¹	rev min ⁻¹	
3	DP 0 (Current)	2	45	1	1	120	100
4	DP 1	2	45	3	3	120	100
5	DP 2	2	45	5	5	120	100
6	DP 3	2	45	7	7	120	100
7	DP 4	2	45	9	9	120	100
8	DP 5	2	35	1	1	120	100
9	DP 6	2	35	3	3	120	100
10	DP 7	2	35	5	5	120	100
11	DP 8	2	35	9	9	120	100
12	DP 9	2	25	1	1	120	100
13	DP 10	2	25	3	3	120	100
14	DP 11	2	25	5	5	120	100
15	DP 12	2	25	7	7	120	100
16	DP 13	2	25	9	9	120	100
17	DP 14	2	15	1	1	120	100
18	DP 15	2	15	3	3	120	100
19	DP 16	2	15	5	5	120	100
20	DP 17	2	15	7	7	120	100
21	DP 18	2	15	9	9	120	100

Parameterfeld

- Remote Solver Manager
 - Der Remote Solver Manager verteilt die verschiedenen Lastfälle automatisch auf den zur Verfügung stehenden Rechnern.
 - Im vorliegenden Fall wurden 100 Fälle auf 8 x 4 - Quad Core Intel(R) Xeon(R) CPU X3450 Takt: 2.67 GHz simuliert.

Die Berechnung aller 100 Lastfälle nimmt lediglich etwa sechs Stunden in Anspruch.



- **Lösertechnologie**
 - Finite-Volumen-Methode
 - Algebraischer Mehrgitterlöser
 - Massive Parallelisierung durch Partitionierung
- **Umfangreiche Materialbibliothek**
- **Stationäre/Transiente Lösung**
- **Mehrphasenmodelle**
 - Euler-Phase mit Oberflächenspannung
 - Polydisperse Phase
 - Lagrangesche Betrachtung
- **Turbulenz**
 - Statistische Turbulenzmodelle (RANS/URANS)
 - Grobstrukturmodelle (SAS/LES/DES)
 - Reynolds-Spannungs-Modelle
- **Gitterdeformation**
- **Reaktionskinetik**

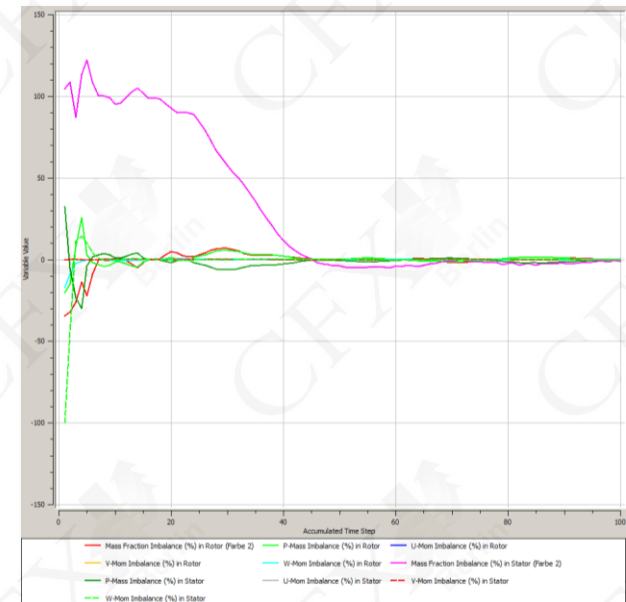
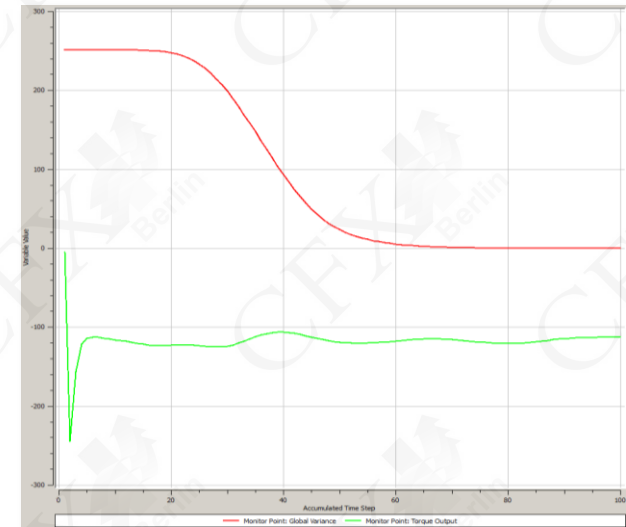


laminare Grenzschicht
($Re = 2 \cdot 10^4$)



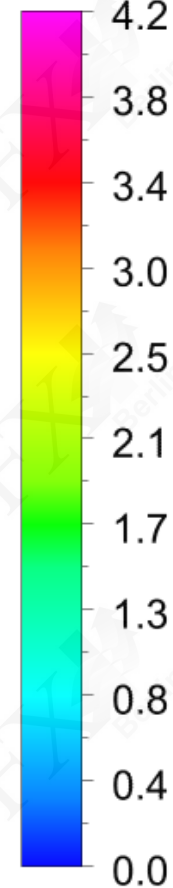
turbulente Grenzschicht
($Re = 5 \cdot 10^5$)

- Konvergenzverhalten
 - RMS-Residuen $< 1 \cdot 10^{-5}$
 - Globale Bilanzen zu 1% erfüllt
- Berechnungsverlauf
 - Rechencluster:
8 x 4 - Quad Core Intel(R) Xeon(R)
CPU X3450 Takt: 2.67 GHz

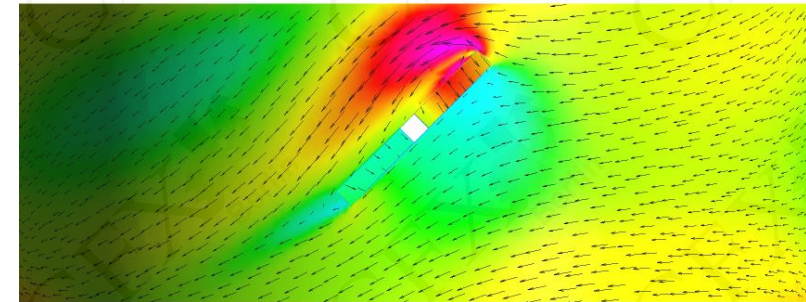


- **Strömungsgeschwindigkeit**
 - Die Strömungsgeschwindigkeit kann im Absolut- und im Relativsystem ausgewertet werden.
 - Ein einfacher Vergleich unterschiedlicher Designpunkte ist ebenfalls möglich.

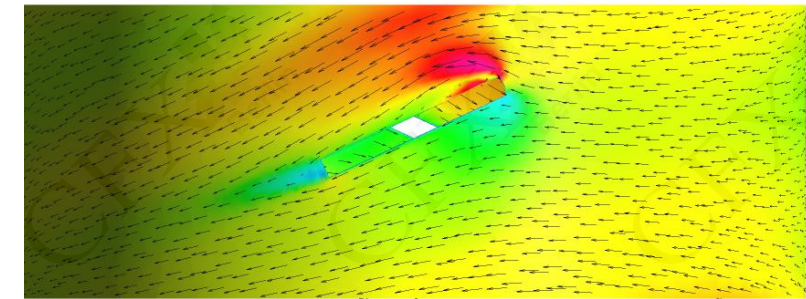
Velocity



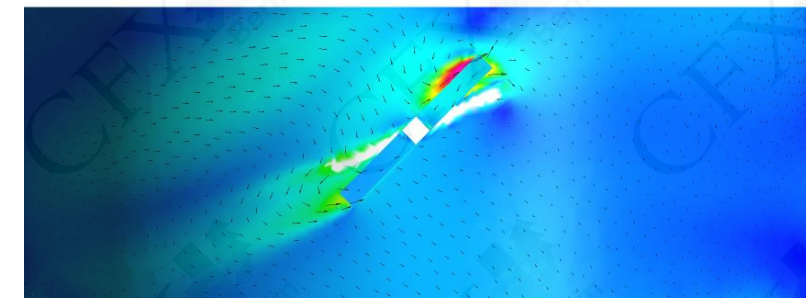
$[m\ s^{-1}]$



Anstellwinkel: 45°



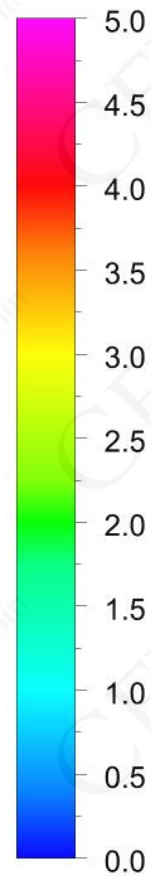
Anstellwinkel: 25°



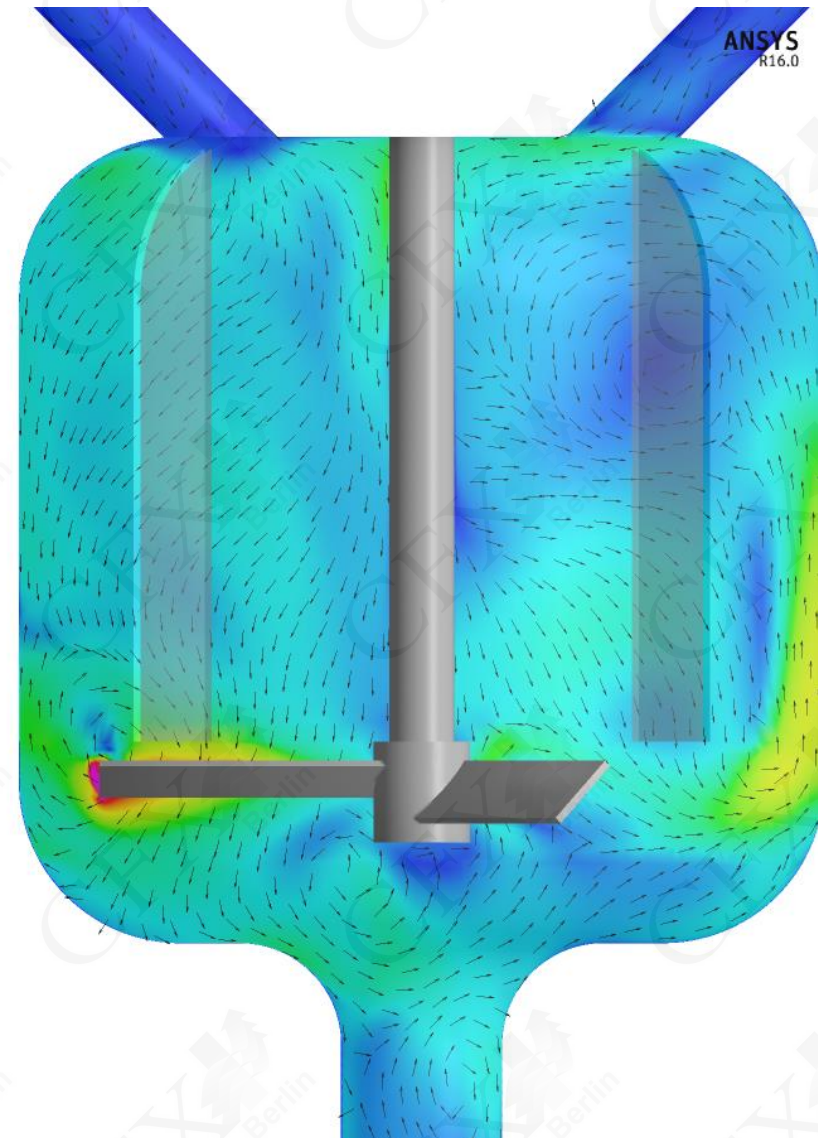
Differenz

- **Strömungsgeschwindigkeit**
 - Die Auswertung von Strömungsgeschwindigkeit und –richtung erlaubt die Lokalisierung von Tot-Zonen.

Velocity in Stn Frame



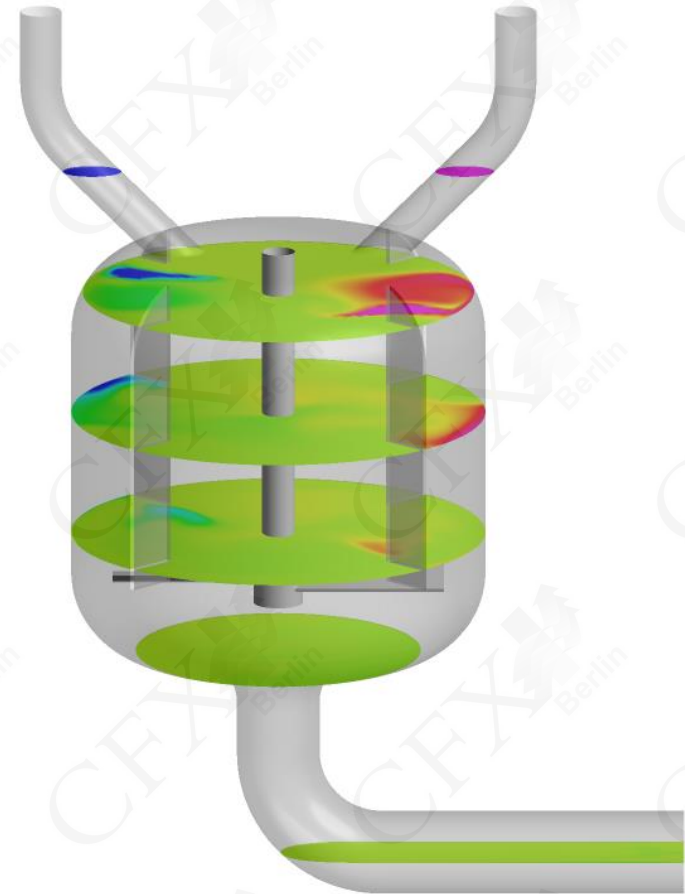
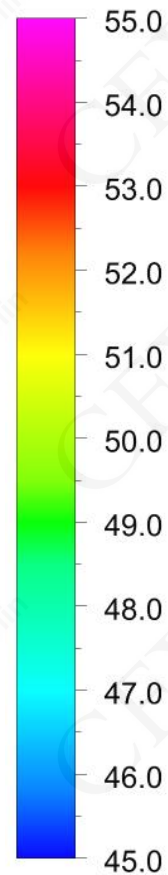
[m s⁻¹]



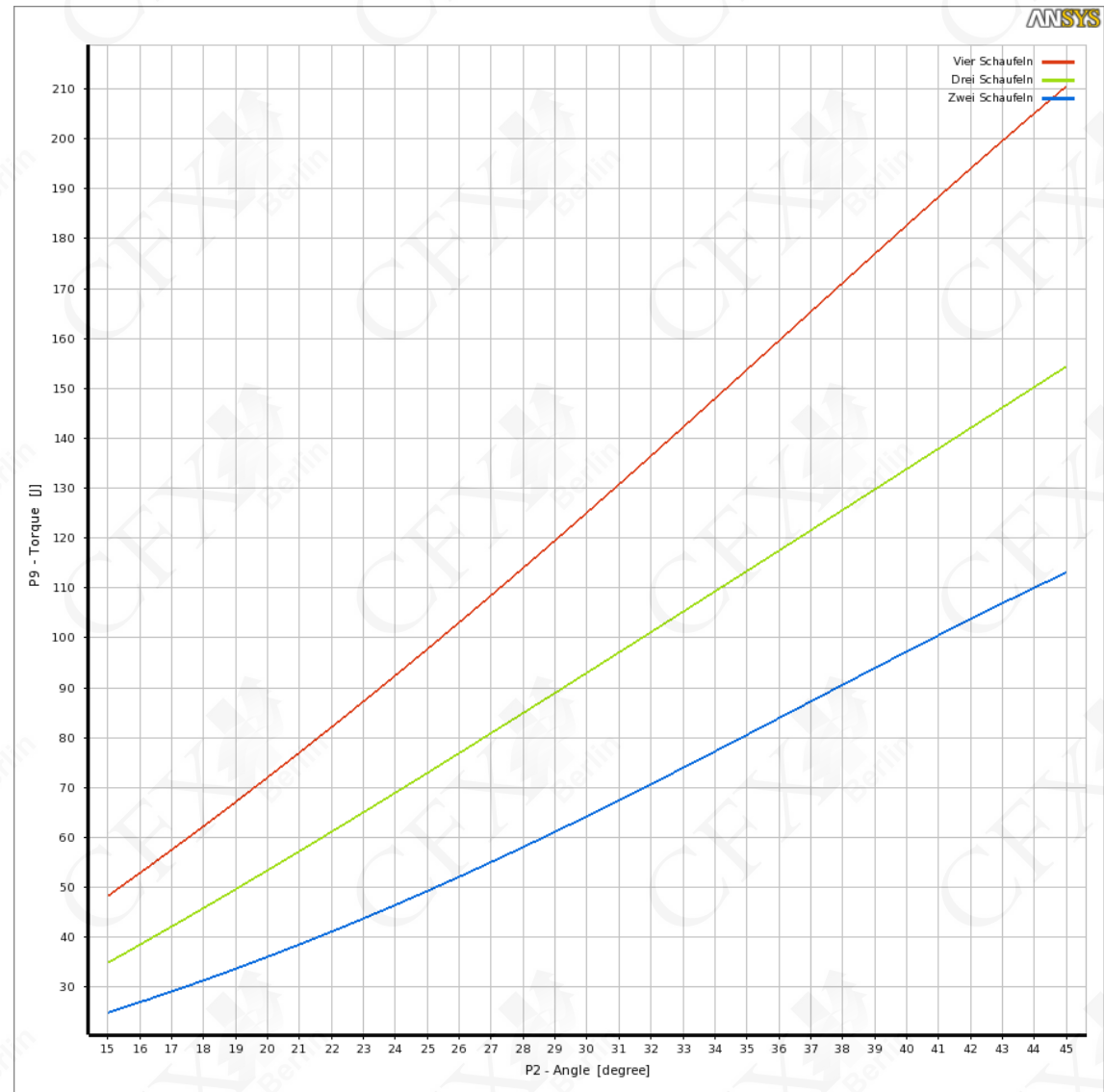
- Farbe 1 Massenanteil

- Das Bild zeigt den prozentualen Massenanteil von Farbe 1.
Die Homogenisierung entlang der Strömungsrichtung wird deutlich.
- Der Massenanteil von Farbe 2 ergibt sich dementsprechend.

Massenanteil Farbe 1

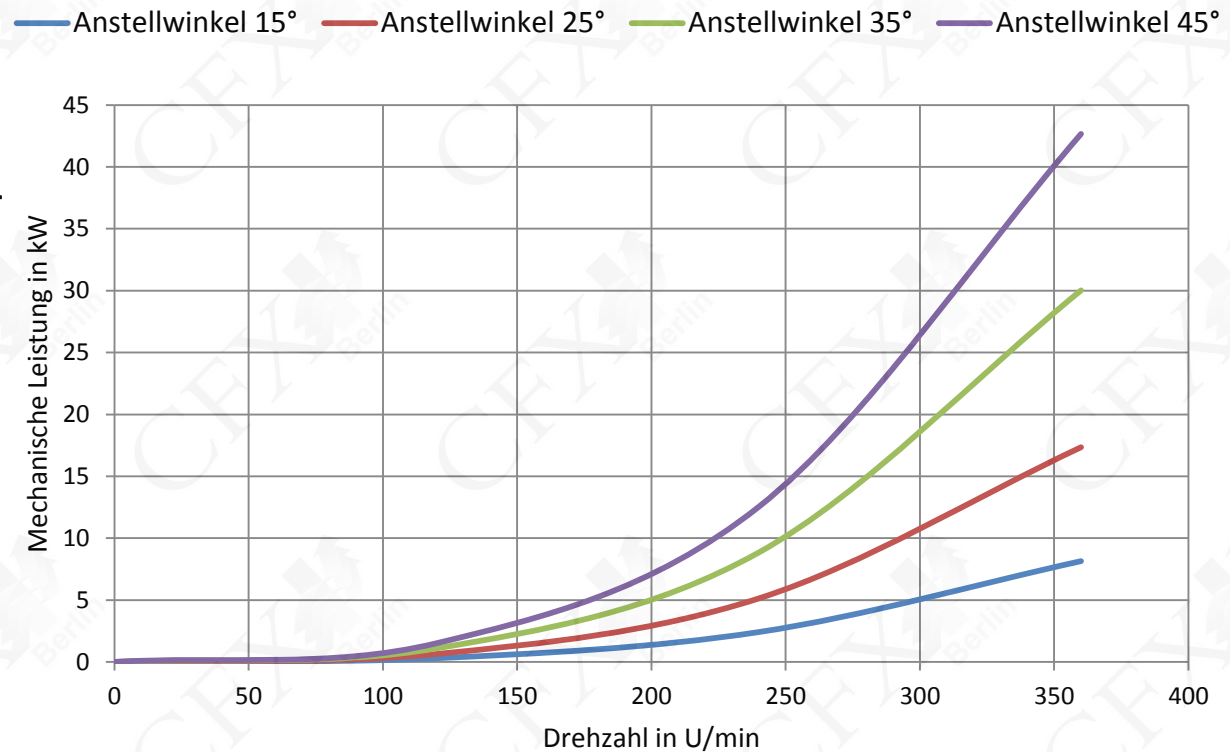


- Drehmoment
 - Nebenstehendes Diagramm zeigt das Antriebsdrehmoment über dem Anstellwinkel der Schaufeln bei konstanter Drehzahl.
 - Der lineare Zusammenhang verstärkt sich mit der Anzahl der Schaufeln.

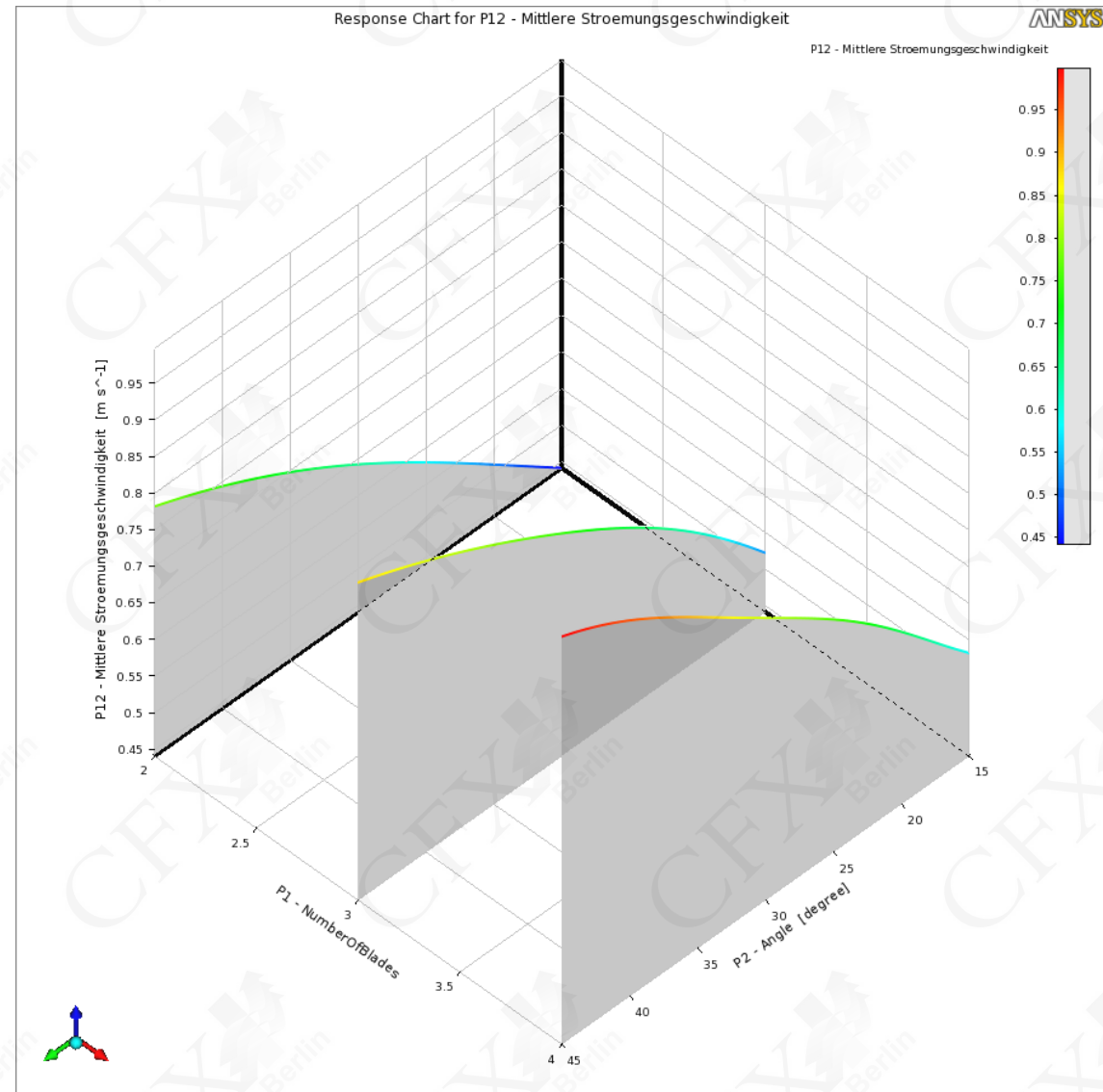


- Leistungsaufnahme des Rührers

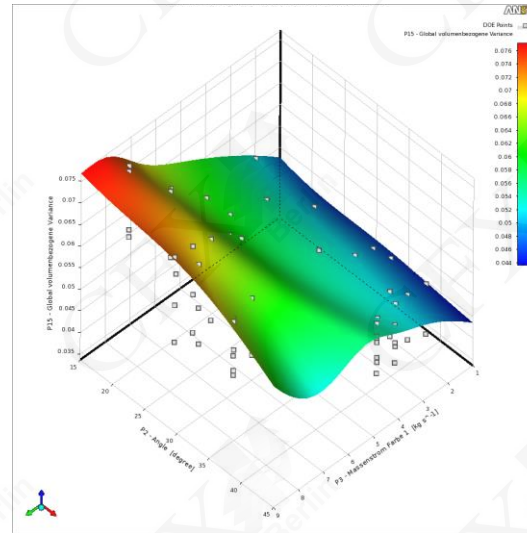
- Das nebenstehende Diagramm zeigt die Leistungsaufnahme des Rührers abhängig von Anstellwinkel und Drehzahl exemplarisch für Geometrien mit zwei Rotorblättern.



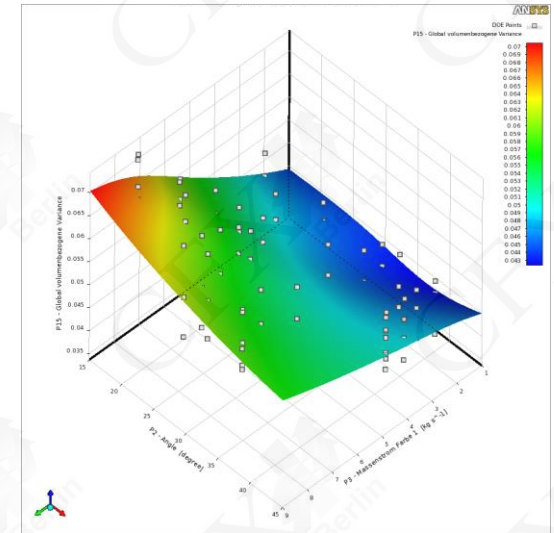
- Mittlere Strömungsgeschwindigkeit
 - Nebenstehendes Diagramm zeigt die mittlere Strömungsgeschwindigkeit im System abhängig vom Anstellwinkel der Schaufeln und deren Anzahl.



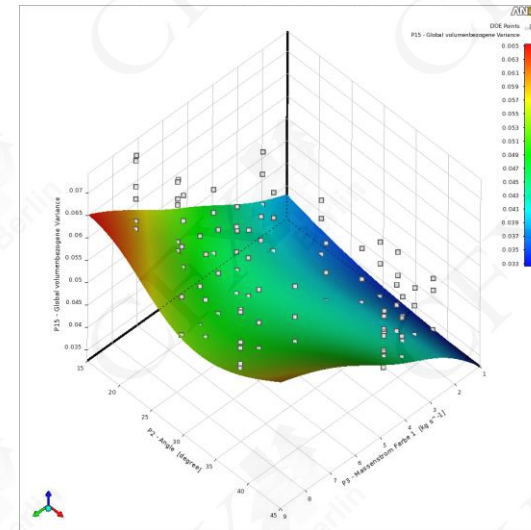
- Globale Varianz
 - Die nebenstehenden Flächen zeigen die über das komplette Volumen gebildete Varianz der Farbkonzentration von Farbe 1 bei einem Erwartungswert von 50%.



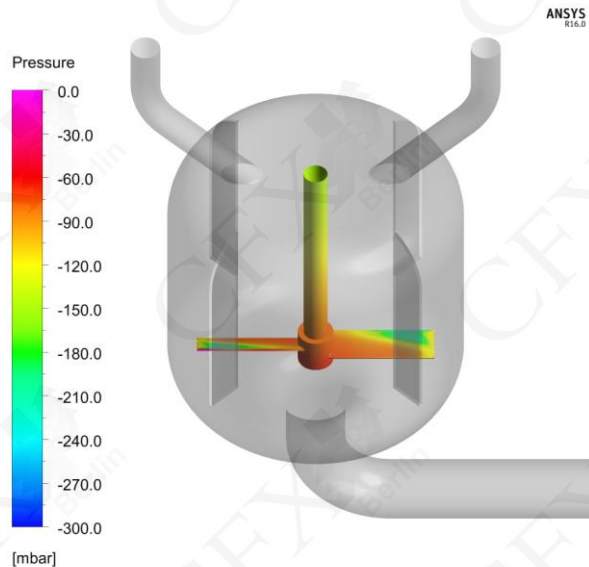
2 Schaufeln



3 Schaufeln



4 Schaufeln



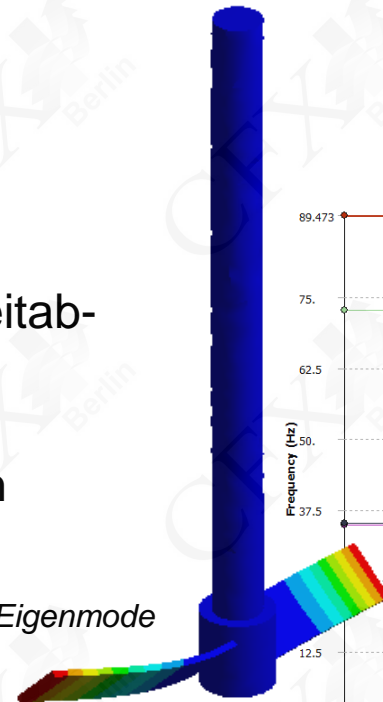
Zusammenfassung

- Mit Hilfe der ANSYS Workbench ist es möglich, das Betriebsverhalten von Schrägbalkenrührern automatisch zu analysieren und die optimale Rührergeometrie zu ermitteln.

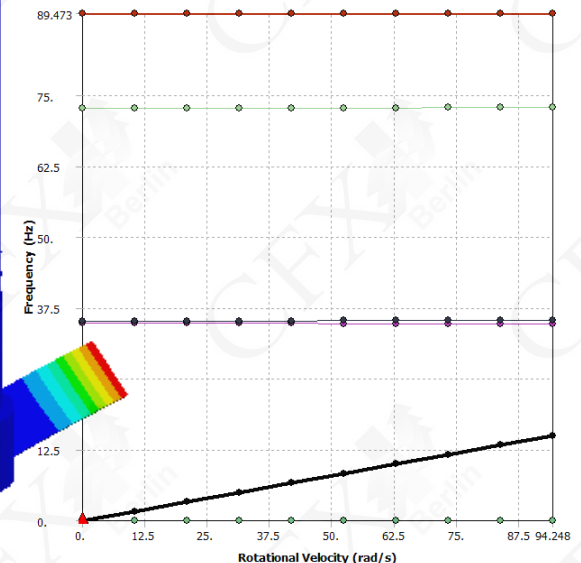
Mögliche Modellerweiterungen

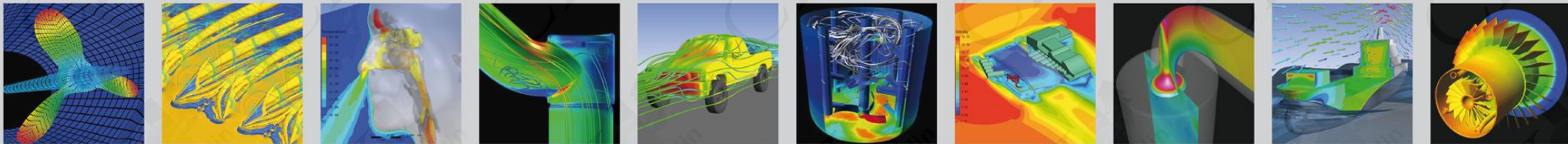
- Transiente Simulation zur Erfassung des zeitabhängigen Mischverhältnisses.
- Einsatz höherer Turbulenzmodelle
- Schwingungsanalyse in ANSYS Workbench

Deformation der dritten Eigenmode



Campbell-Diagramm





ist kompetenter Partner für:

- ✓ ANSYS Simulationssoftware
- ✓ Berechnung & Optimierung
- ✓ Beratung & Schulung
- ✓ Forschung & Entwicklung

