

# Reduzierung des Zylinderverzugs eines Reihenvierzylinders

Enrico Gründig

TU Chemnitz

Maschinenbau, 8. Semester

---

## Agenda

- Problemstellung, Softwarenutzung
- Bearbeitungsschritte
- Lösungsansätze
- Probleme
- Ergebnisdarstellung
- Zusammenfassung

## Reduzierung Zylinderverzug / Enrico Gründig

### Problemstellung:

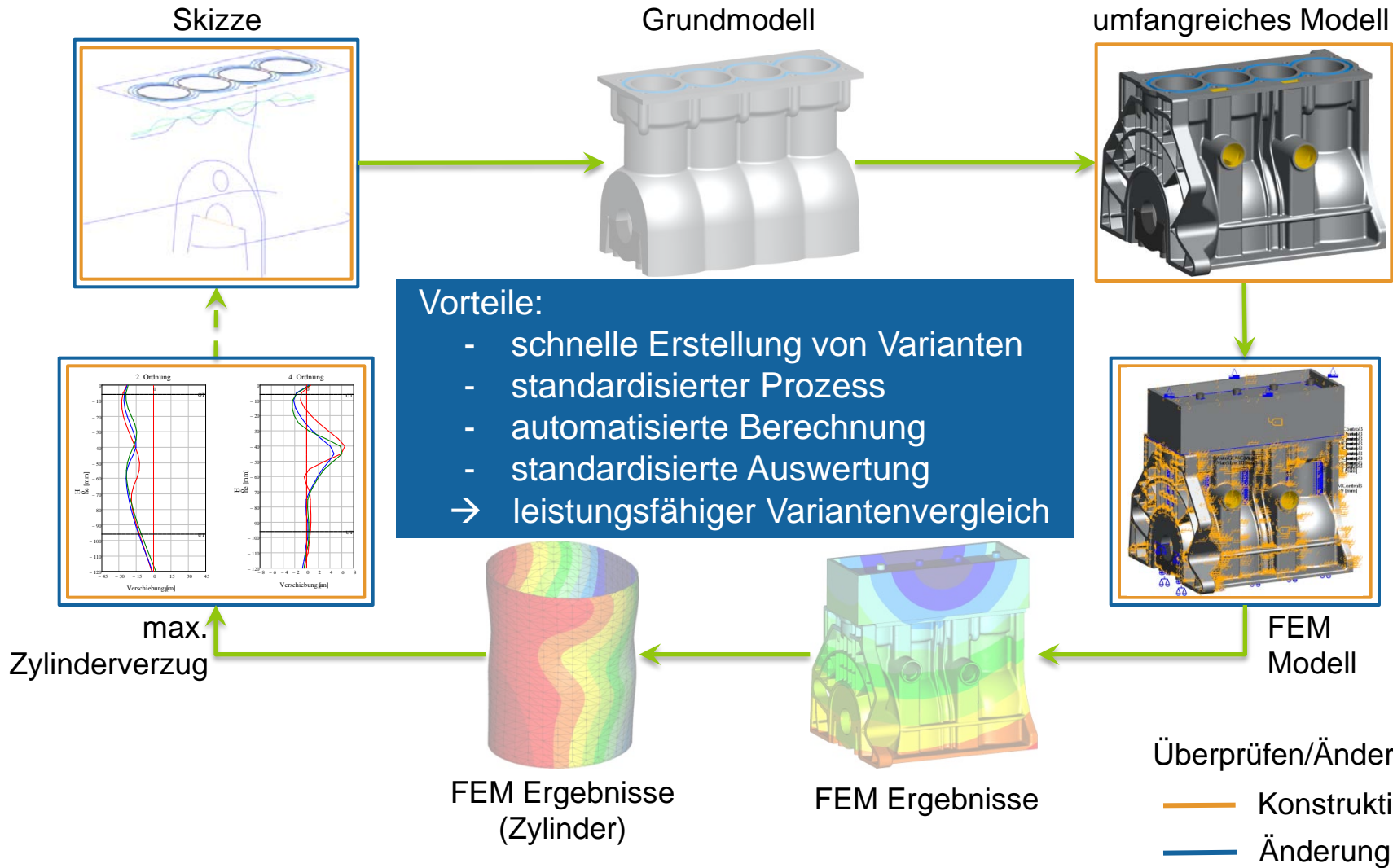
- Erstellung des CAD Modells eines Zylinderkurbelgehäuses mit Pro/E
- Berechnung des Zylinderverzugs mit Pro/Mechanica
- Auswertung mit Mathcad, Fourier Analyse

### Softwarenutzung:

- Pro/Engineer Wildfire 5.0
- Pro/Mechanica Wildfire 5.0
- Mathcad 15

**Reduzierung Zylinderverzug / Enrico Gründig**

**Bearbeitungsschritte:**

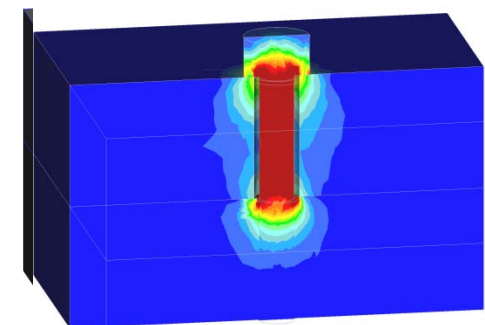
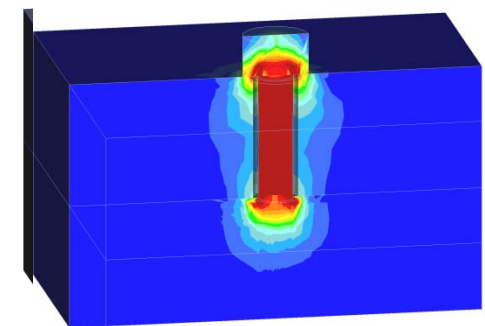
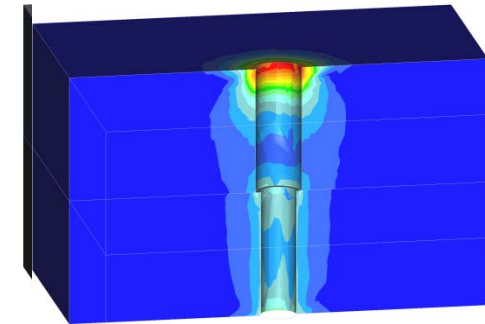


## Reduzierung Zylinderverzug / Enrico Gründig

### Lösungsansätze:

#### Einleitung Schraubenkräfte:

1. Definition einer Kraft anstatt der Schraube
    - + einfache Definition
    - bildet Spannungen nicht realistisch ab
  2. Thermisches Schraubenersatzmodell
    - + realistisches Spannungsbild
    - keine warmstatische Berechnung des ZKG möglich
  3. Schraube mit Netzdurchdringung
    - + realistisches Spannungsbild
    - Einstellung Vorspannkraft schwieriger
- FEM Spannungsbilder der Beispielrechnung

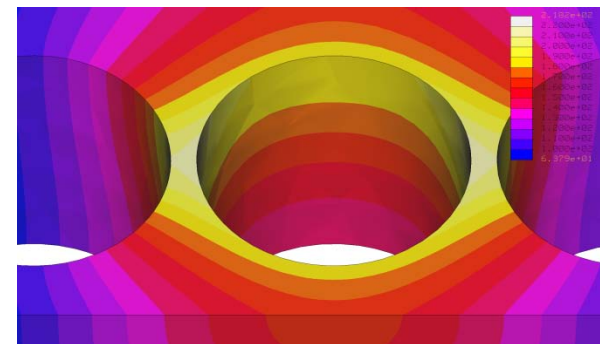
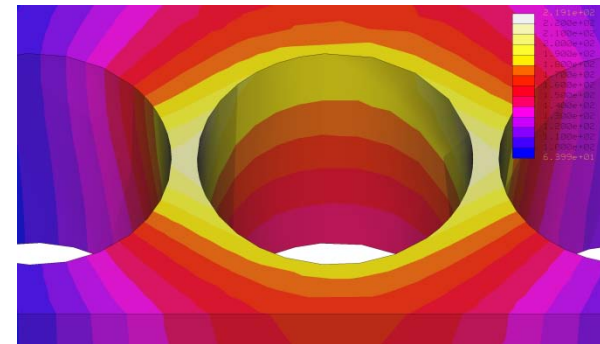


## Reduzierung Zylinderverzug / Enrico Gründig

### Lösungsansätze:

#### Temperatur Einleitung:

1. höhenabhängiges Temperaturfeld
  - Temperatur auf Umfang konstant
2. höhenabhängiger Leistungseintrag
  - weicht vom realen Temperaturfeld ab
3. höhenabhängige Wärmekonvektion
  - + entspricht realen physikalischen Vorgängen
  - Ermittlung der notwendigen Werte ist sehr komplex

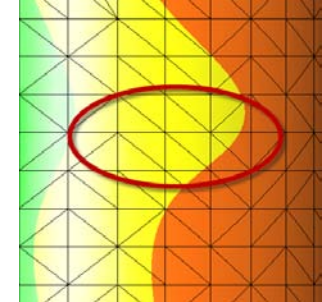
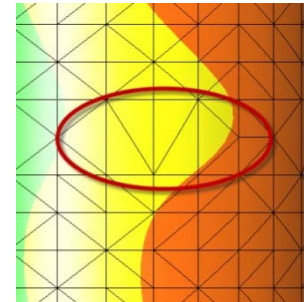


## Reduzierung Zylinderverzug / Enrico Gründig

### Probleme:

#### Vernetzung:

- Problem mit Vernetzung an Zylinderlaufbahn
- kein notwendiger FEM Netzknoten an auszuwertenden Punkten
- keine Verschiebungswerte an diesen Punkten
- Ergebnis der Fourier Analyse ist falsch



#### Lösung:

- Definition eines Subvolumens um Zylinderlaufbahn
- alle Punkte werden sauber vernetzt

#### thermische Randbedingung:

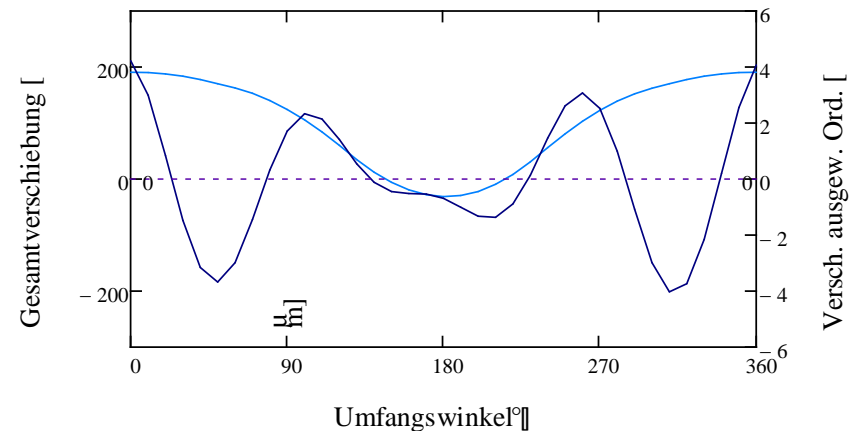
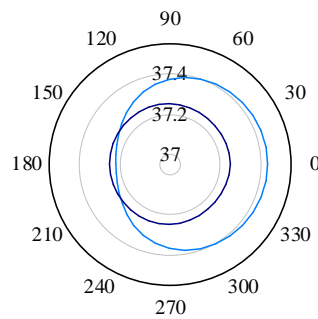
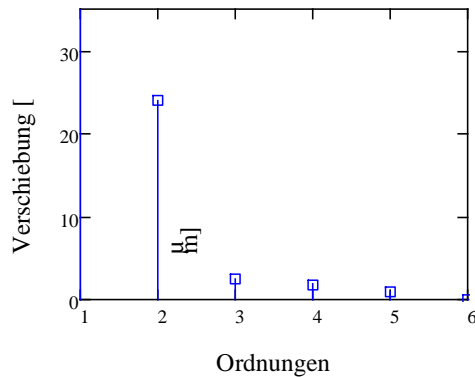
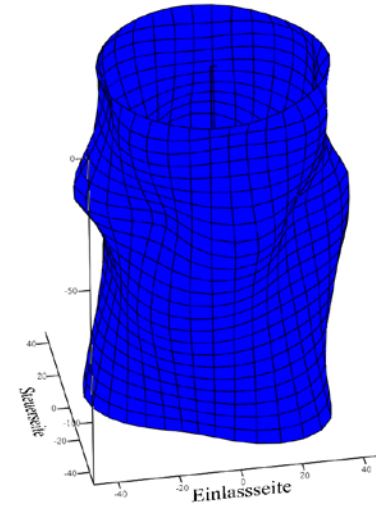
- KE kann nur einzelne Flächen enthalten aber kein Kern- und Berandungsflächen
- neue Flächen aufgrund von Geometrieänderungen sind nicht in Randbedingung enthalten
- manuelle Auswahl notwendig
- keine Optimierungsstudien möglich
- keine Lösung gefunden

## Reduzierung Zylinderverzug / Enrico Gründig

### Ergebnisdarstellung:

#### Mathcad Auswertung:

- verschiedenste Varianten für Auswertung:
  - Fourierordnungen
  - Rohsignal (zylindrisch/abgewickelt)
  - ausgewählte Ordnungen (zylindrisch/abgewickelt)
  - 3D Darstellung
- Vergleich der FEM Berechnungen über zuvor definierte Kriterien
- Optimierungsschleife



### Zusammenfassung:

- schneller Variantenvergleich möglich, da:
  - schnelle CAD Modell Erstellung
  - schnelle und einfache Anpassung des FEM Modell
  - automatische Vernetzung und Berechnung durch Pro/Mechanica
  - einfache Auswertung durch Werteübergabe in Mathcad
- Untersuchung der Einflussfaktoren
- aufzeigen von Potential und Einflüssen innerhalb kurzer Zeit
- FEM Rechnung für warm statische Untersuchung dauert ca. 9h
- über Nacht bzw. Wochenende Berechnung verschiedener Varianten mit Hilfe von Pro/BATCH



# Vielen Dank

---

Enrico Gründig

enrico.gruendig@s2009.tu-chemnitz.de

## Danksagung:

- Dipl.-Ing David Musch
- Dipl.-Ing Roland Nebel
- Dr.-Ing Michael Berg

