

Preisträger: Dipl.-Ing. (FH) Ricardo Köhler, Studiengang Maschinenbau – KI*apro*

Thema: Numerische Analyse einer Ventilkombination, bestehend aus einem Schnellschluss- und mehreren Regelventilen für Industriedampfturbinen

Gutachter/Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Markus Fulland, Fakultät Maschinenwesen
Dipl.-Ing. Stefan Preibisch, Siemens AG



1. Zielstellung und Motivation

Ein konstruktiv vorgegebenes Schema einer Ventilkombination für Industriedampfturbinen wird einer strukturmechanischen Analyse unterzogen und dabei die Erfüllung der Anforderungen an Festigkeit, Lebensdauer und Funktion im stationären Betriebszustand überprüft. Auf Basis der Grundvariante mit Ausgangsparametern werden Sensitivitätsanalysen durchgeführt, um Aussagen über den Einfluss ausgewählter Parameter auf das Strukturverhalten treffen zu können.

2. Strukturmechanische Untersuchung der Grundvariante

Für die numerische Analyse der Struktur kommt die Finite Elemente Methode (FEM) mit dem FE-Programm Abaqus zur Anwendung. Hierfür muss zunächst die aus dem CAD-Programm importierte Geometrie aufgearbeitet und vereinfacht werden. Danach erfolgt die Vernetzung des FE-Modells, siehe Abb. 1.

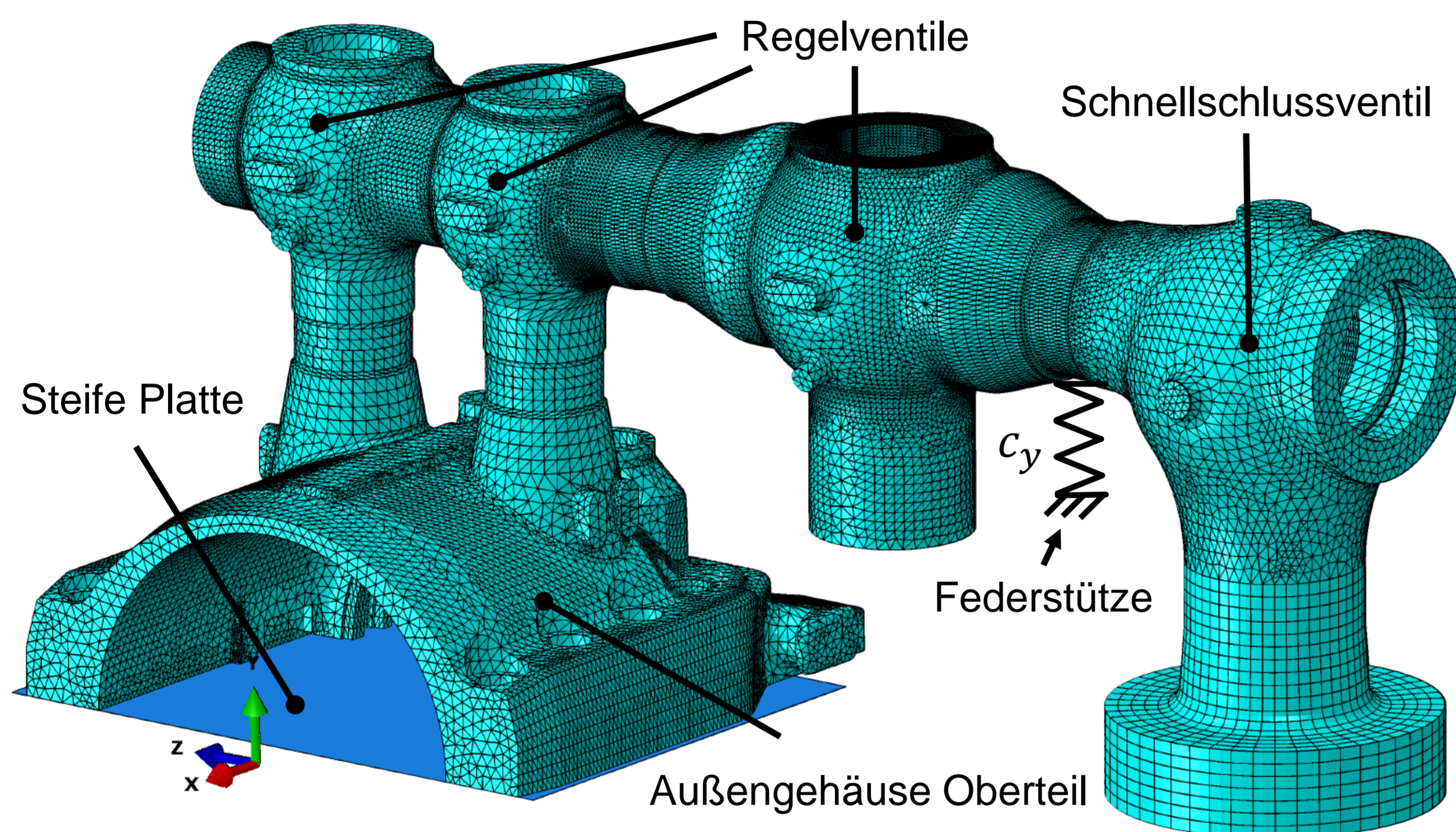


Abb. 1: Vernetzung der Ventilkombination mit Kontinuumselementen

Für die Analyse und Bewertung nach den vorgegebenen Spannungs-, Dehnungs-, Verformungs- und Funktionskriterien werden bei der semigekoppelten thermisch-mechanischen Simulation die in Abb. 2 aufgezeigten Modelle erstellt und die entsprechenden Randbedingungen und Parameter (u.a. Frischdampfdruck und -druck) zugewiesen. Das Temperaturfeld als Ergebnis der thermischen Analyse dient als Input für die mechanischen Modelle. Aufgrund der hohen Materialtemperaturen, welche maßgeblich von der Frischdampfdrucktemperatur beeinflusst werden, muss neben der strukturellen Nichtlinearität (Kontakt) nichtlineares Materialverhalten in Form von Kriechen bei der Simulation Berücksichtigung finden.

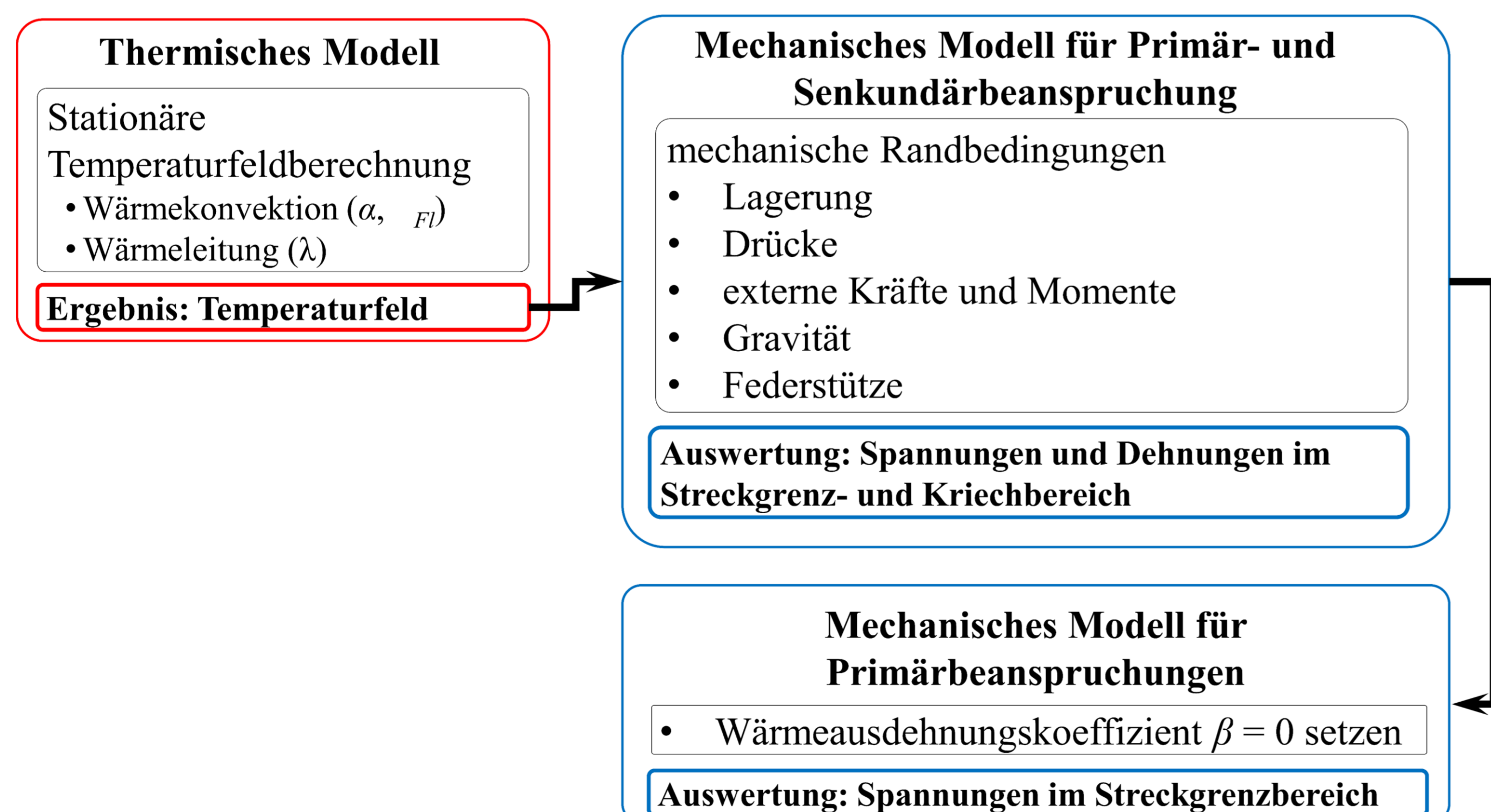


Abb. 2: Grundsätzlicher Ablauf der Finite Elemente-Analyse

Die Berechnungsergebnisse des mechanischen Modells für die Primär- und Sekundärbeanspruchung sind exemplarisch in Abb. 3 für das globale Kriechkriterium der Membranspannungen mithilfe eines Konturplots dargestellt.

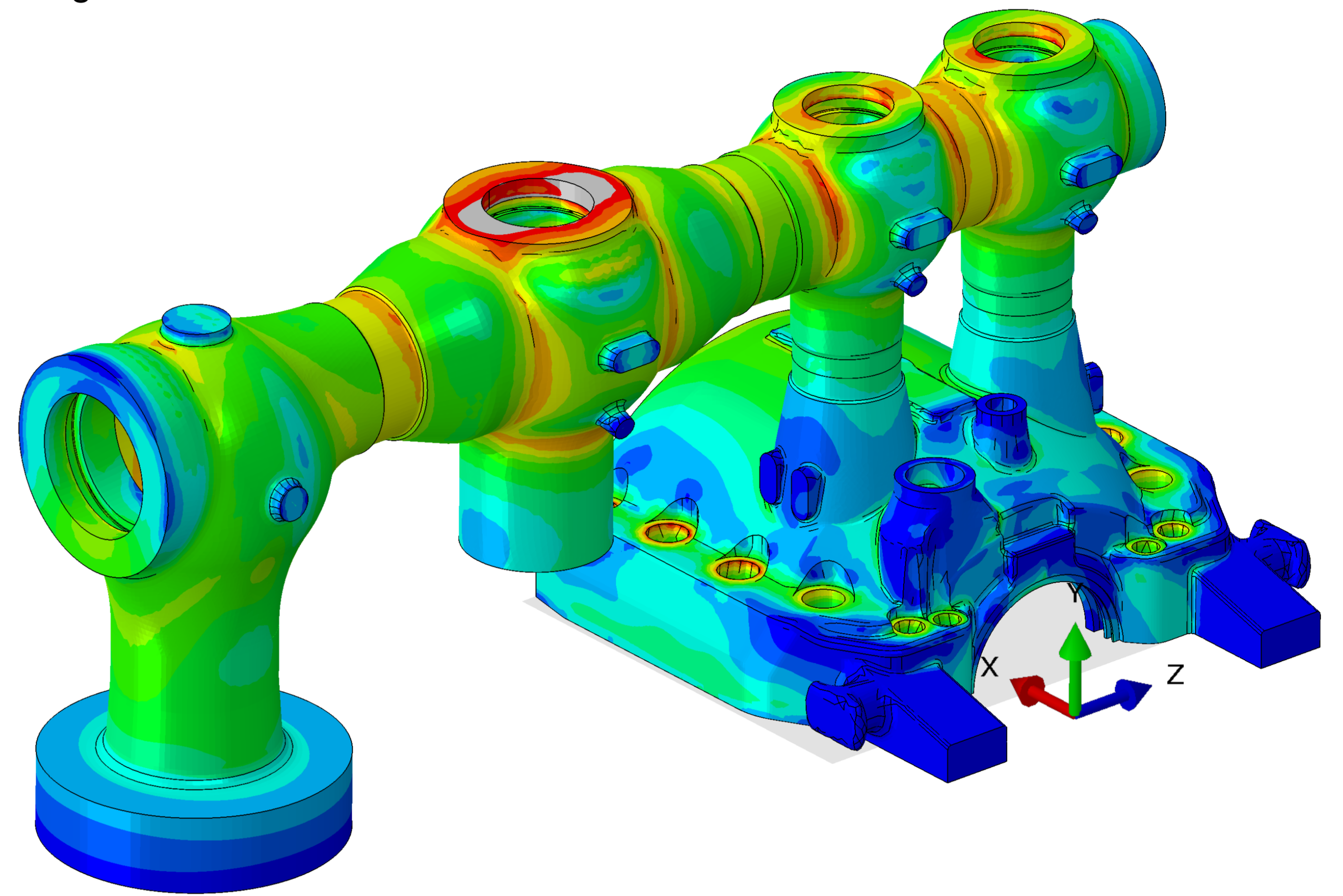


Abb. 3: Globales Kriechkriterium der Membranspannungen

3. Sensitivitätsanalysen

Es werden Parametervariationen zu

- ausgewählten Wärmeübergangskoeffizienten,
- Frischdampfdruck (10% Erhöhung),
- Korrelation zwischen Gehäusetyp und Ventilkombination durch Anpassung der Parameter von Front- auf Mitteneinströmung und
- Parametern der Federstütze

simuliert und ausgewertet. In Abb. 4 ist hierzu beispielhaft die Untersuchung der Parameter von der Federstütze aufgezeigt.

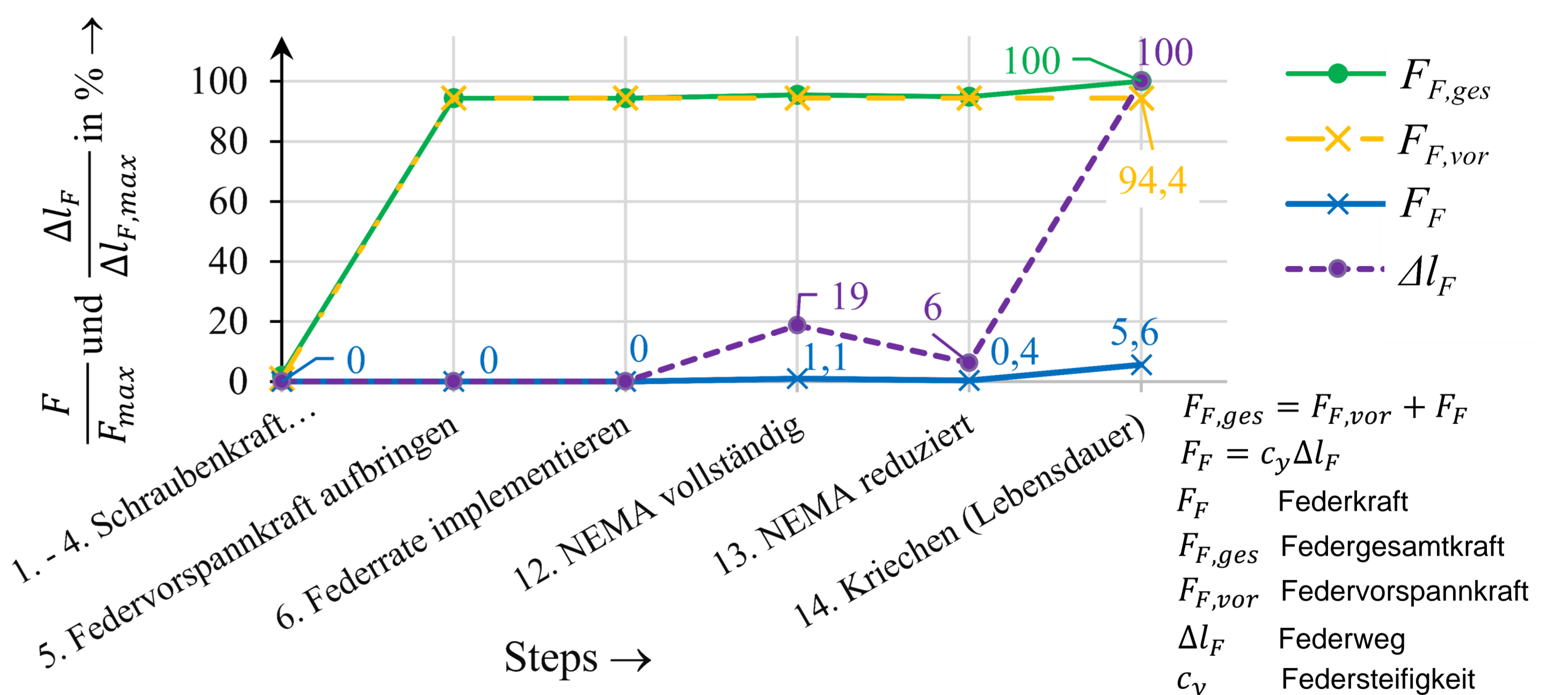


Abb. 4: Federkraft- und Verformungs-Diagramm der Federstütze von der Grundvariante in Abhängigkeit vom Lastschritt (Step)

4. Ergebnisse und Zusammenfassung

Im Rahmen der Diplomarbeit wurde die strukturmechanische Untersuchung und Bewertung einer Ventilkombination nach Festigkeits- und Funktionskriterien durchgeführt. Dabei konnte gezeigt werden, dass

- die Funktionskriterien erfüllt werden (Dichtigkeit der Teilfugen und sicheres Verschließen der Ventile gegeben),
- die Kriterien für die Festigkeit im Streckgrenzbereich erfüllt sind,
- die Spannungs- und Dehnungskriterien im Kriechbereich bei einem Regelventil ausgereizt werden und
- bei der Sensitivitätsanalyse der Federstütze (Federsteifigkeit und Federvorspannkraft) nur ein geringer Einfluss auf die Spannungs- und Dehnungsverteilung vorliegt und hinsichtlich der Festigkeitskriterien auf die Federstütze verzichtet werden kann.