

Numerische Strömungsoptimierung eines AGR-Klappenventils

Zentralbereich Forschung und Technologie

KSPG AG - Tobias Thomas, Tim Wanzek, Jessica Jasper

Hochschule Niederrhein (IMH) - Prof. Dr. Dirk Roos

Weimar – 13. WOST, 24.06.2016



KOLBENSCHMIDT




PIERBURG




MOTORSERVICE


KSPG
Automotive

KSPG ist Teil des Rheinmetall Konzerns



Rheinmetall AG
Der Technologiekonzern für Sicherheit und Mobilität

5.183  Mio EUR

20.676 



KSPG AG
Internationaler Zulieferer für heutige und zukünftige Antriebstechnik

2.592  Mio EUR

10.952 



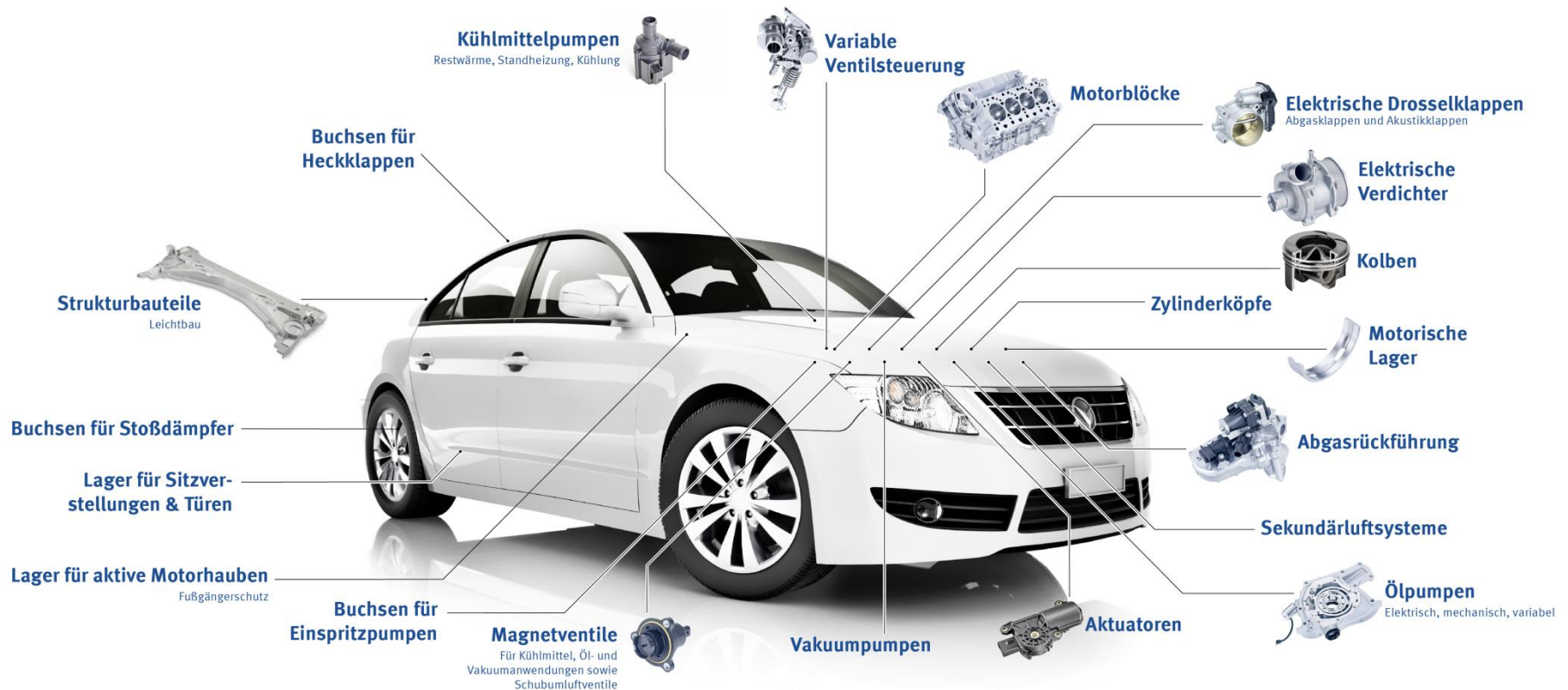
Rheinmetall Defence
Hightech zum Schutz der Soldaten im Einsatz

2.591  Mio EUR

9.581 

Stand: 31.12.2015, Zahl der Beschäftigten nach Kapazitäten

KSPG bietet ein umfangreiches Produktportfolio für die Automobilindustrie



- Zudem fertigen wir Komponenten für Industrieanwendungen, etwa Großkolben für Schiffe, Kraftwerke und Lokomotiven sowie Gleitlager für fast alle Anwendungen im Anlagen- und Maschinenbau.

Agenda

1 AGR-Konzept

2 Topologieoptimierung

3 CAD-Implementierung

4 Sensitivitätsanalyse

5 Parameteroptimierung

6 Ergebnis/Zusammenfassung

Agenda

1 AGR-Konzept

2 Topologieoptimierung

3 CAD-Implementierung

4 Sensitivitätsanalyse

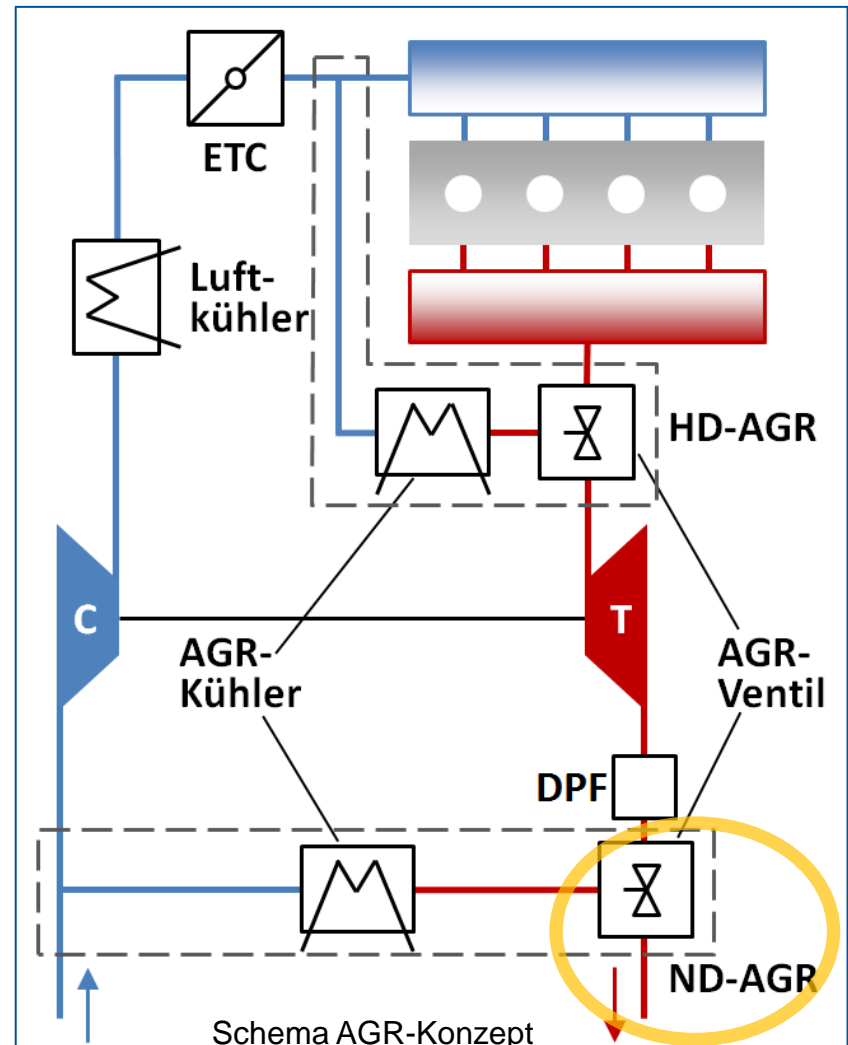
5 Parameteroptimierung

6 Ergebnis / Zusammenfassung

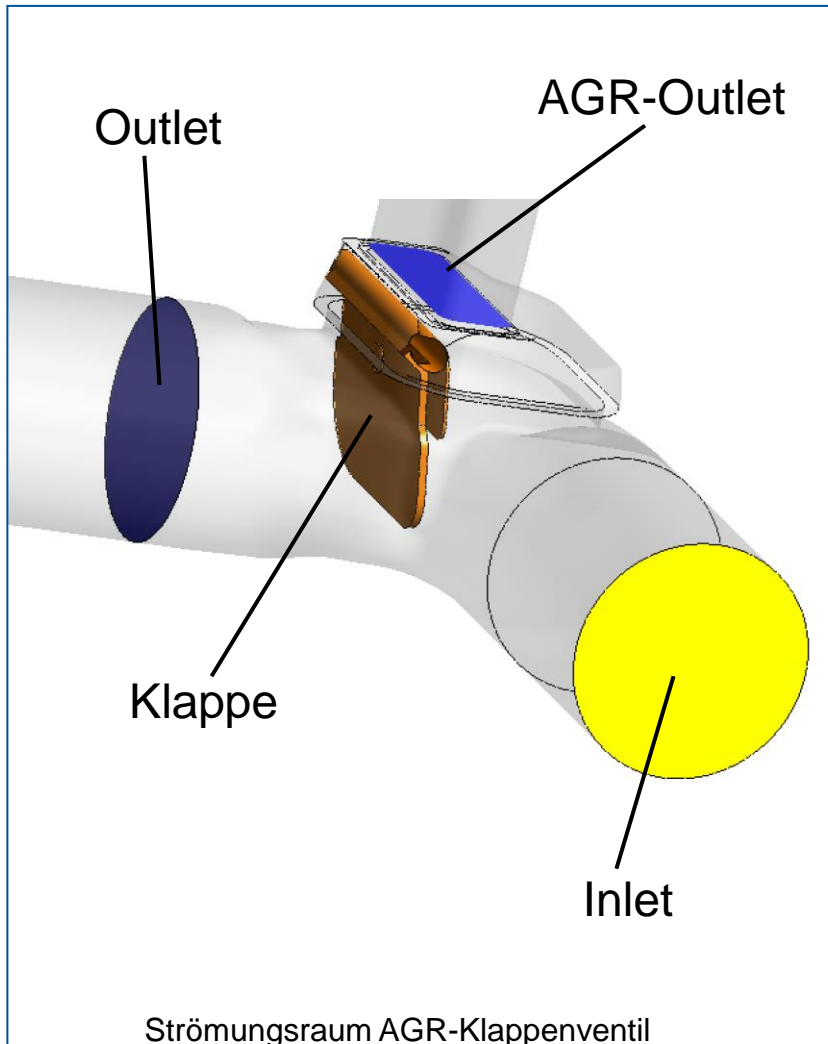
AGR-Konzept - Kombiventil

Abgasrückführung

- **Aufgabe**
Minimierung der Stickoxidemission
- **Funktionsprinzip**
geregelter Abgaszuführung zur angesaugten Frischluft
→ niedrigerer Sauerstoffgehalt
→ geringere Verbrennungstemp.
→ Reduktion von Stickoxiden
- **Anwendung**
hohe Wirksamkeit im Teillastbetrieb
bei AGR-Raten bis zu 70%
- **Kombiventil**
vereint AGR-Regelung und Drosselung des Abgaspfades



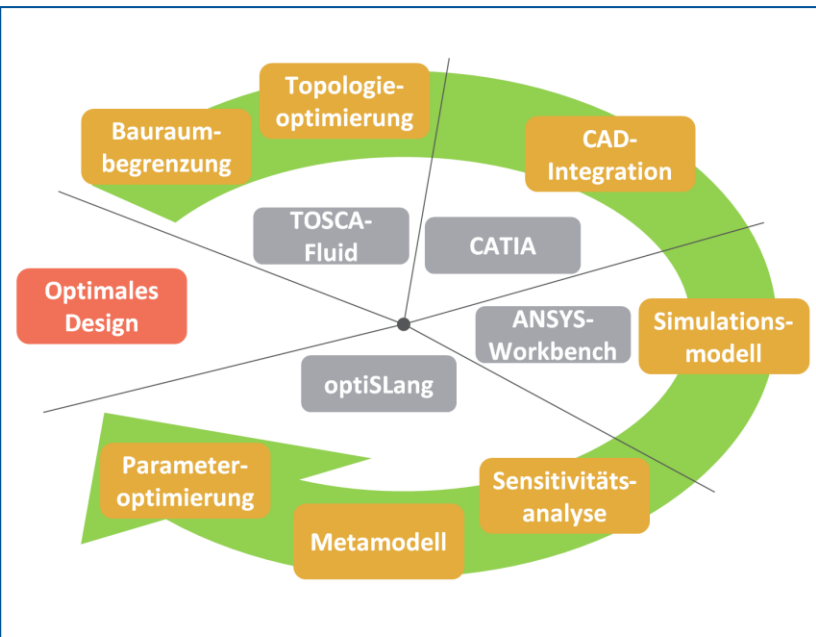
AGR-Klappenventil



Optimierungsziel

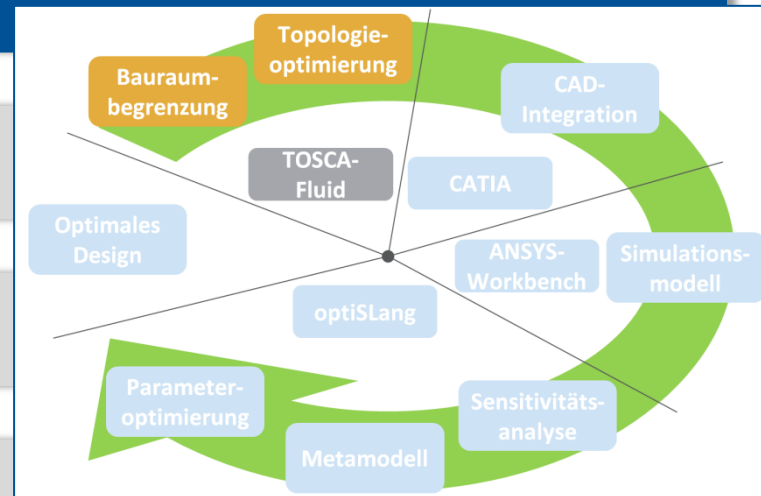
Minimierung des Druckverlustes im Vollastfall und Verbesserung der Kühleranströmung im AGR-Lastfall

Vorgehensweise

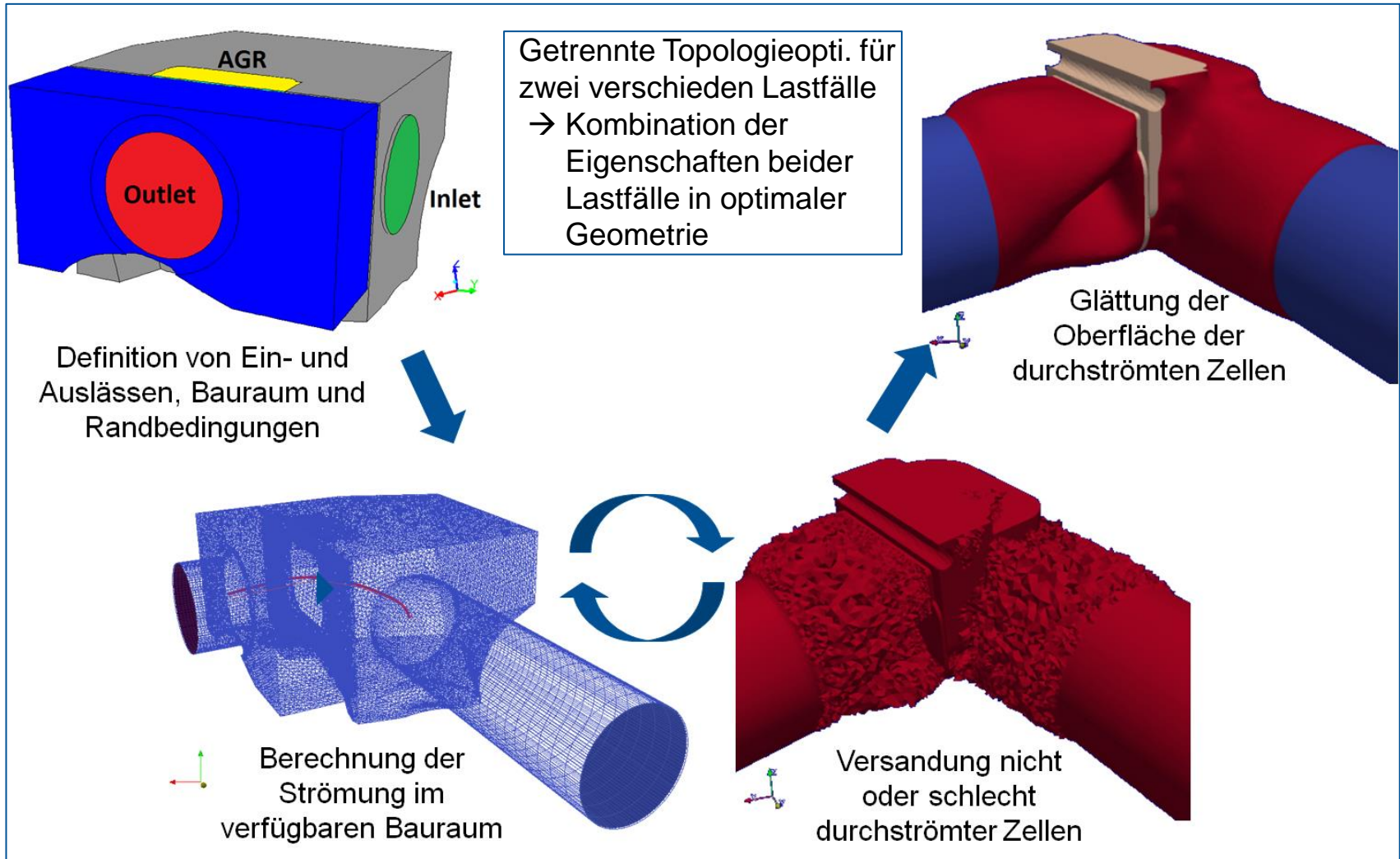


Agenda

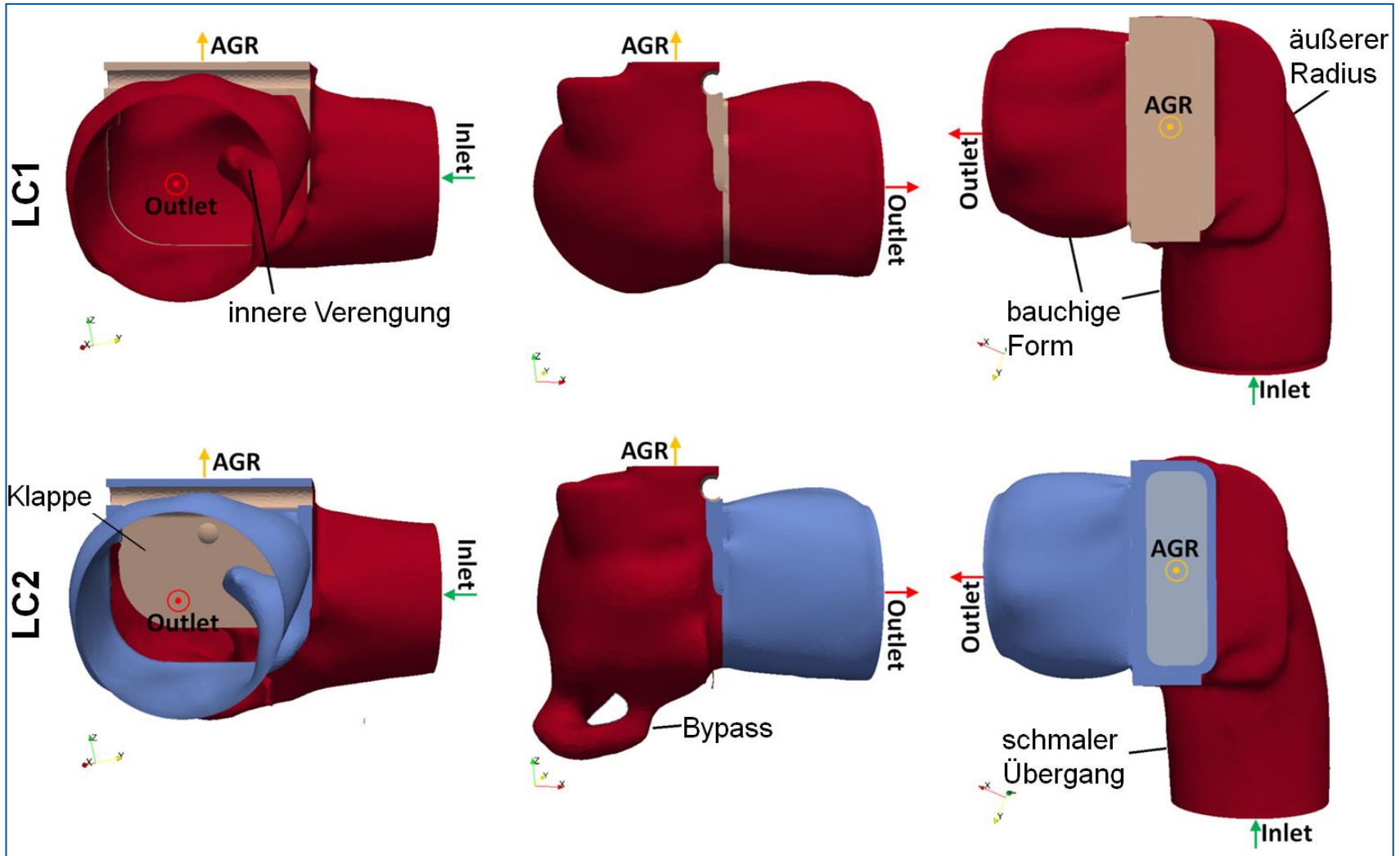
- 1 AGR-Konzept
- 2 Topologieoptimierung**
- 3 CAD-Implementierung
- 4 Sensitivitätsanalyse
- 5 Parameteroptimierung
- 6 Ergebnis / Zusammenfassung



Strömungsmechanische Topologieoptimierung

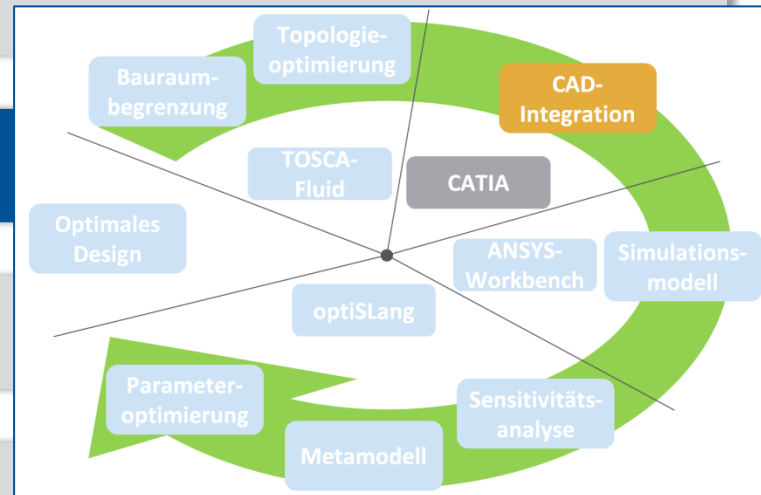


Ergebnisse Topologieoptimierung



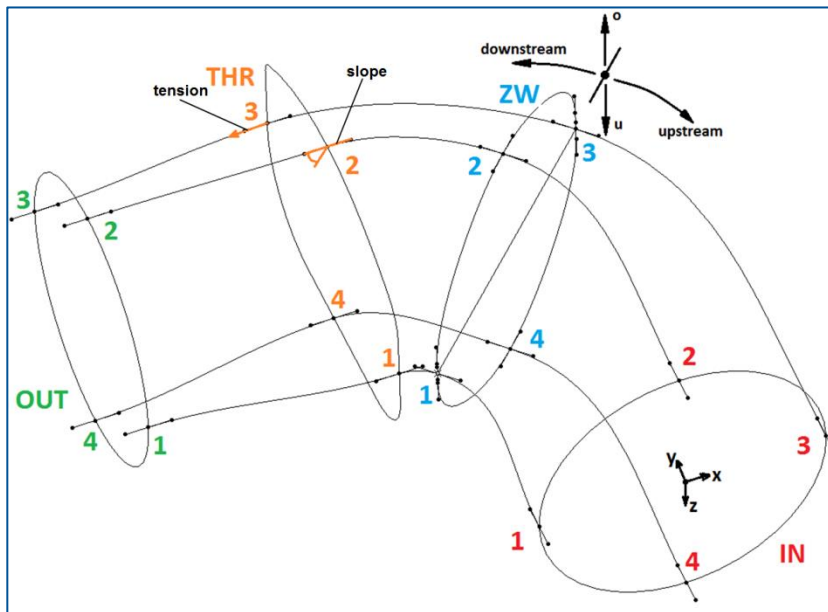
Agenda

- 1 AGR-Konzept
- 2 Topologieoptimierung
- 3 CAD-Implementierung**
- 4 Sensitivitätsanalyse
- 5 Parameteroptimierung
- 6 Ergebnis / Zusammenfassung



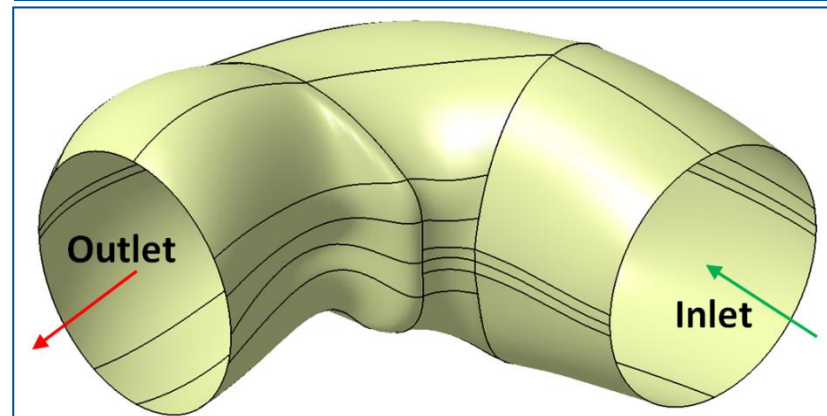
Aufbau des parametrischen CAD-Modells

Parametermodell

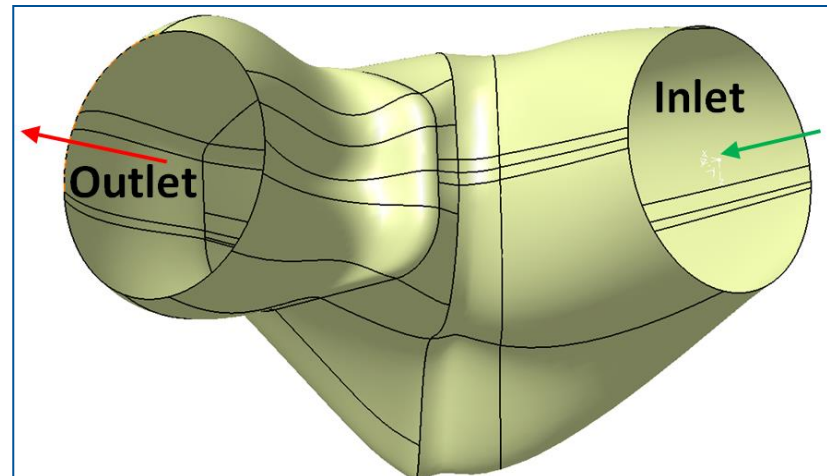


- 4 Stützquerschnitte mit je 4 Verbindungspunkten
- Parameter für Winkel und Tangentensteifigkeit
- Lageparameter
→ 56 Eingangsparameter

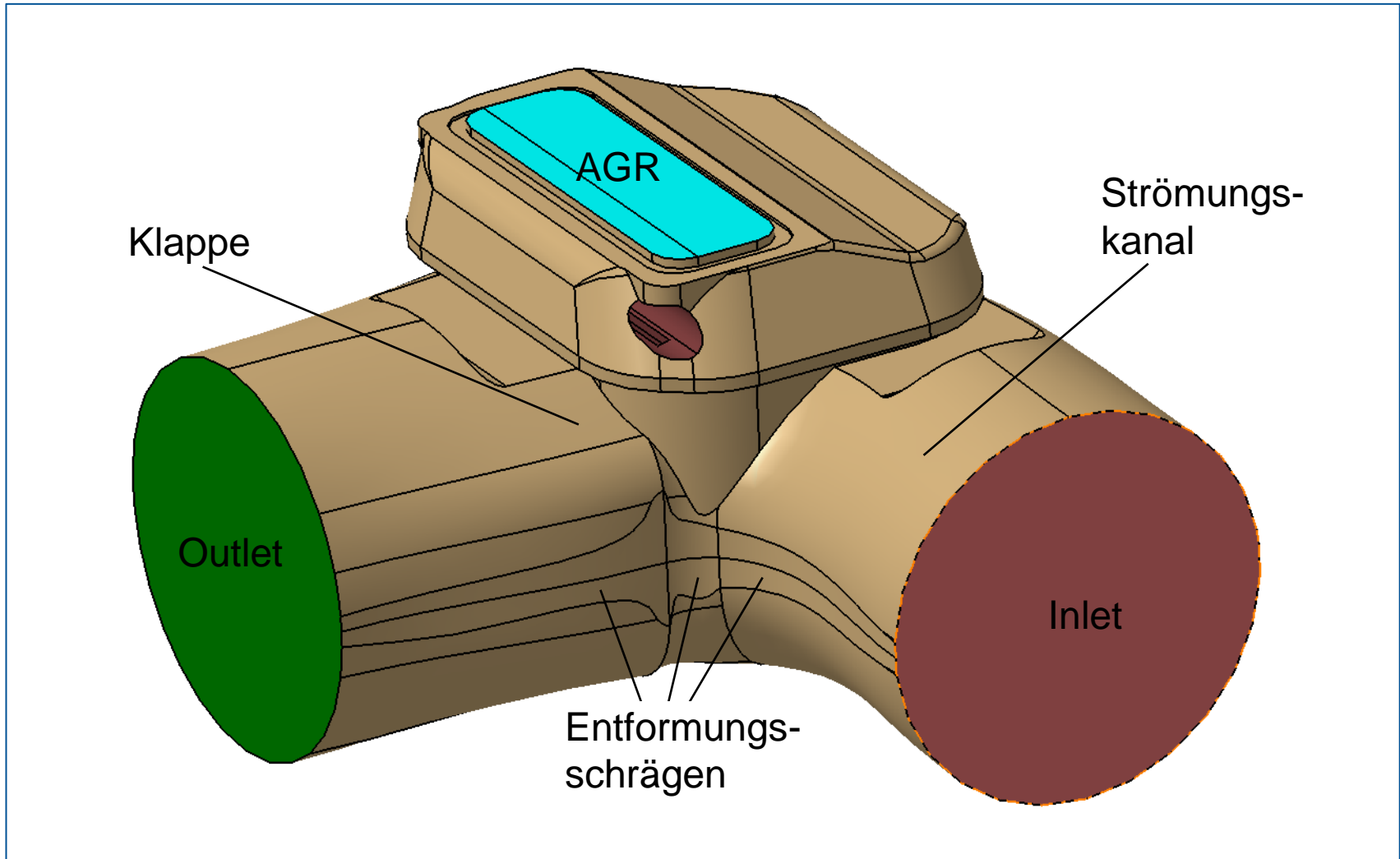
Lastfall 1 aus Topologieoptimierung



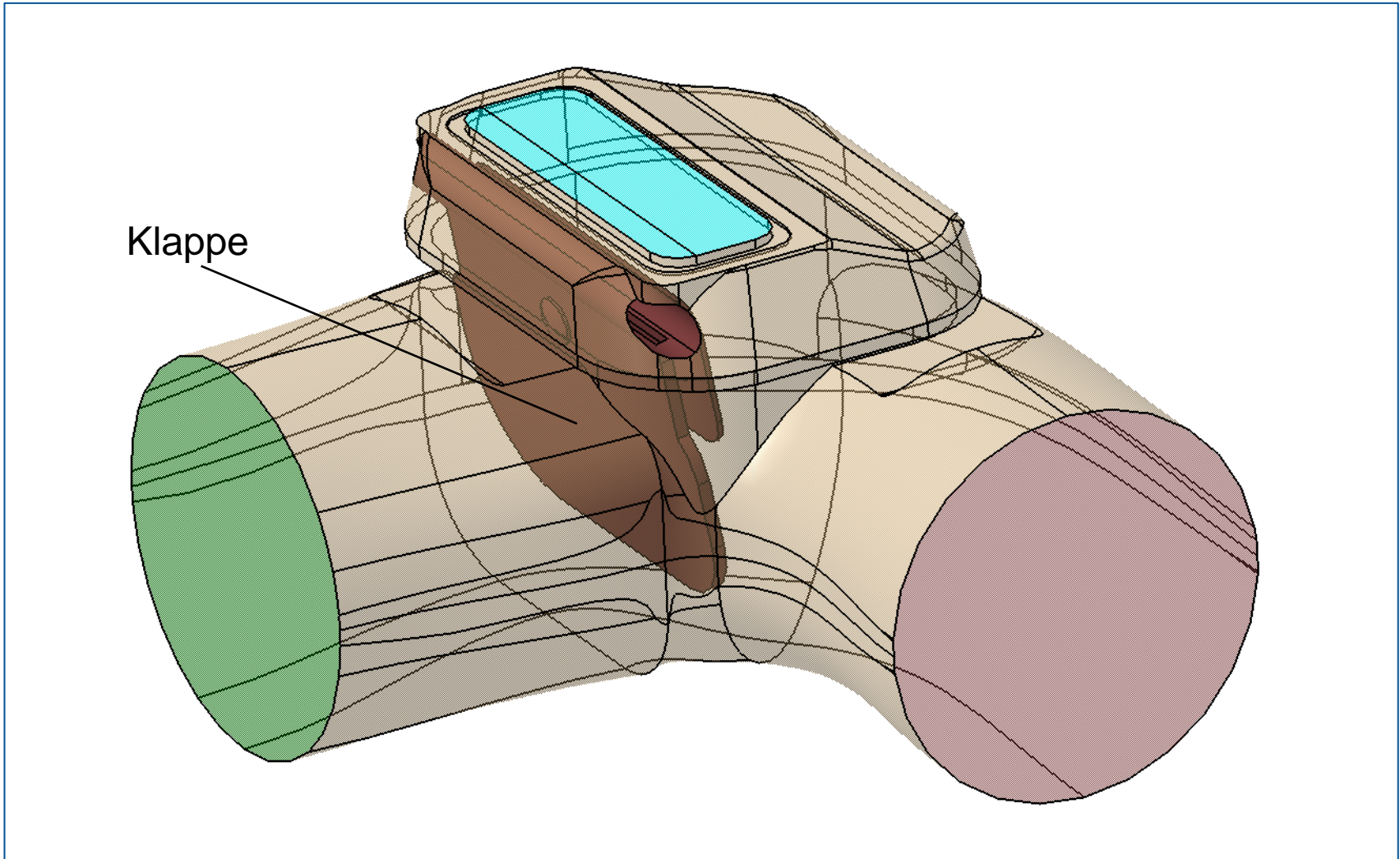
Lastfall 2 aus Topologieoptimierung



Aufbau des parametrischen CAD-Modells

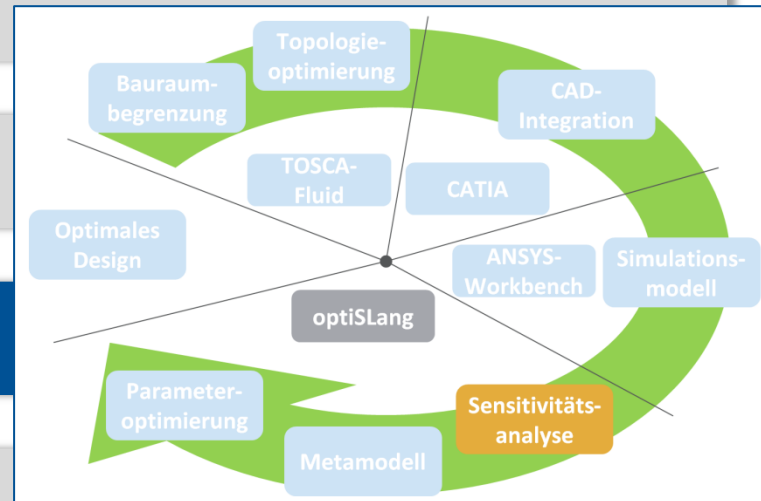


Aufbau des parametrischen CAD-Modells



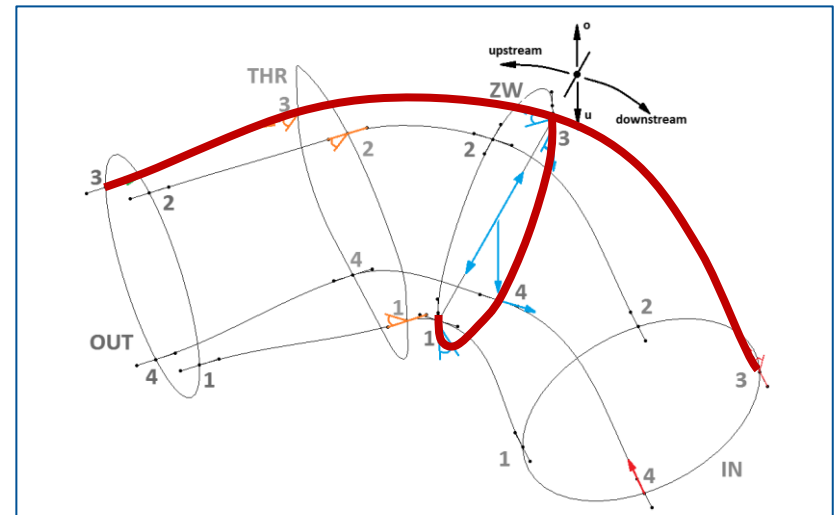
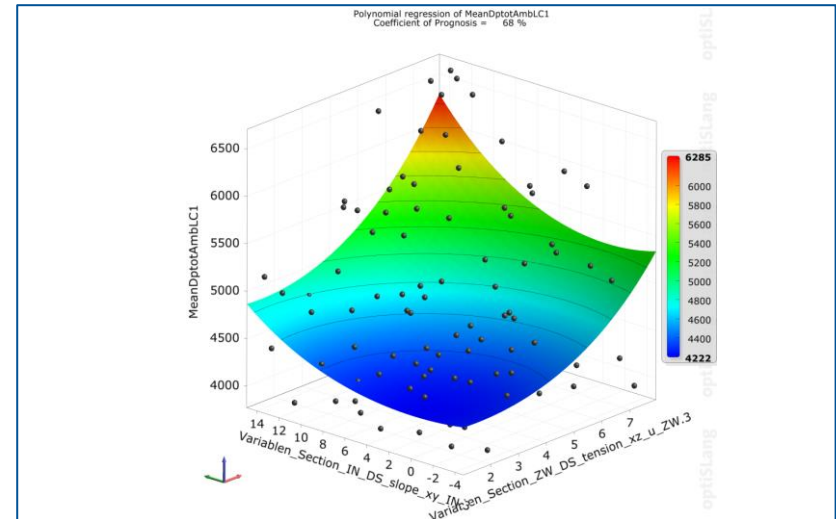
Agenda

- 1 AGR-Konzept
- 2 Topologieoptimierung
- 3 CAD-Implementierung
- 4 Sensitivitätsanalyse**
- 5 Parameteroptimierung
- 6 Ergebnis / Zusammenfassung



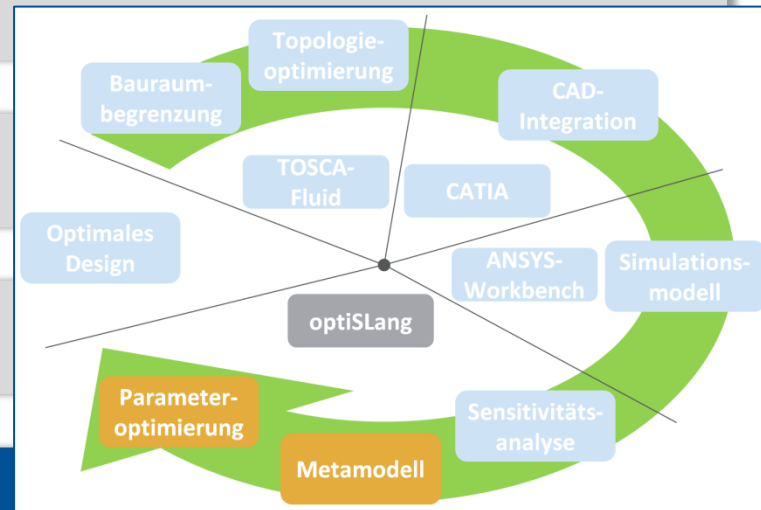
Sensitivitätsanalyse & Metamodell

- Advanced Latin Hypercube Sampling mit 148 Designs
- CoP-Werte <50% auf Grund von Überlagerungen der Geometrieparameter
- 3 DoE zur Reduzierung der Parameter
 - 1. DoE: großer Parameterraum
 - 2. DoE: Reduzierung der Grenzen
 - 3. DoE: Reduzierung der Parameter
→ CoP-Werte zw. 70%-80%
- Insgesamt 15 sensitive Parameter in Bezug auf Zielfunktion und Nebenbedingungen
- Haupteinfluss auf Außenkontur und unteren Stützquerschnitt



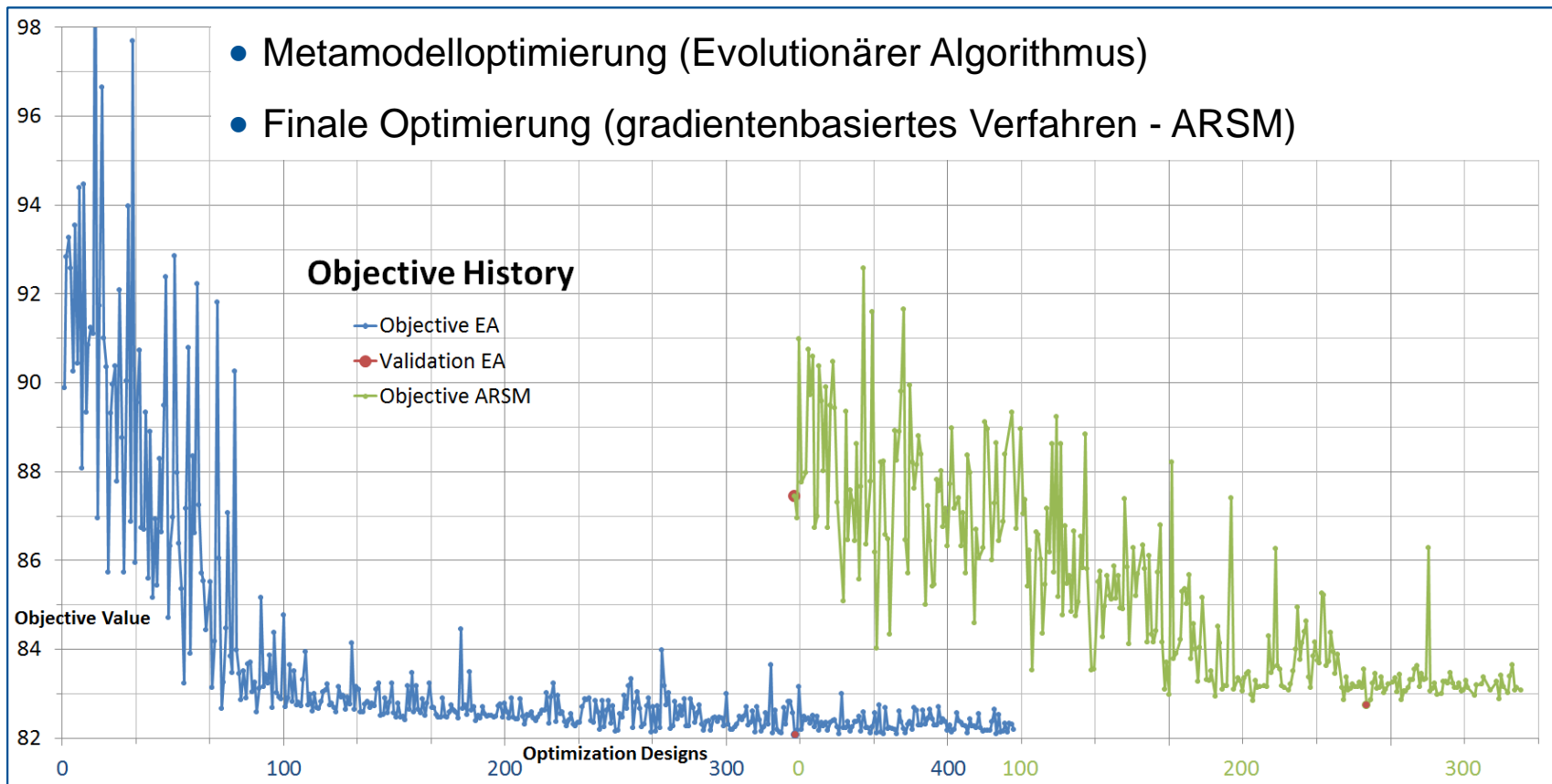
Agenda

- 1 AGR-Konzept
- 2 Topologieoptimierung
- 3 CAD-Implementierung
- 4 Sensitivitätsanalyse
- 5 Parameteroptimierung**
- 6 Ergebnis / Zusammenfassung



Parameteroptimierung

- Minimierung einer Zielfunktion als Kombination aus Druckverlust LC1 (60%), Druckverlust AGR LC2 (10%) und Geschwindigkeitsverteilung AGR LC2 (30%) unter Berücksichtigung versch. Nebenbedingungen wie dem maximalen Klappenmoment.



Agenda

1 AGR-Konzept

2 Topologieoptimierung

3 CAD-Implementierung

4 Sensitivitätsanalyse

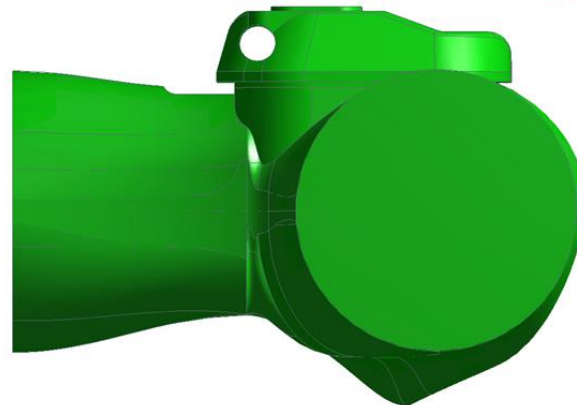
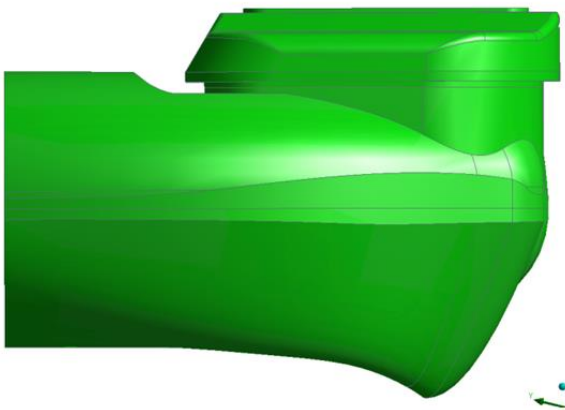
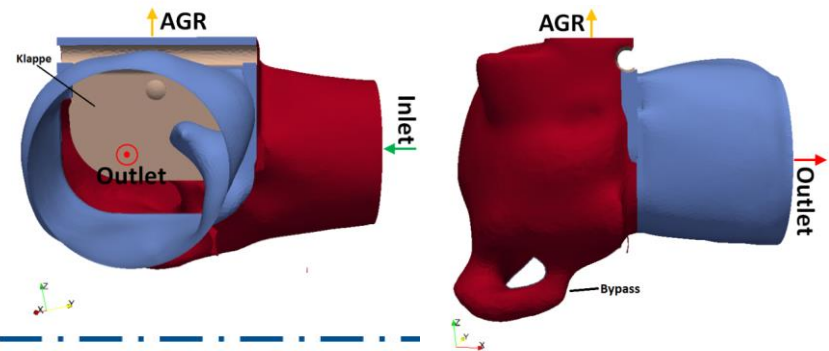
5 Parameteroptimierung

6 Ergebnis / Zusammenfassung

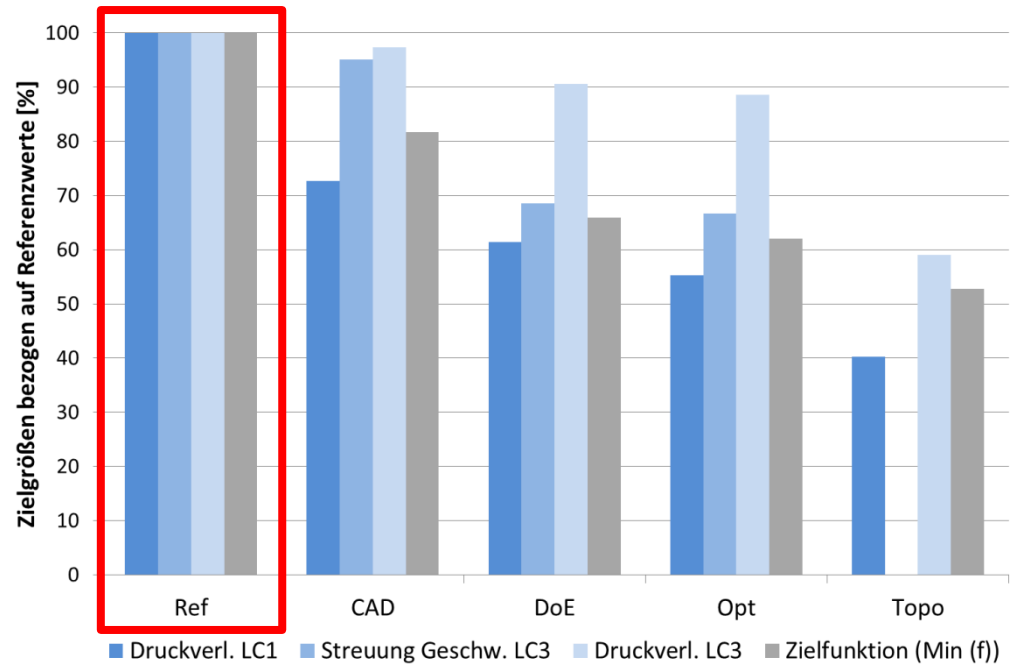
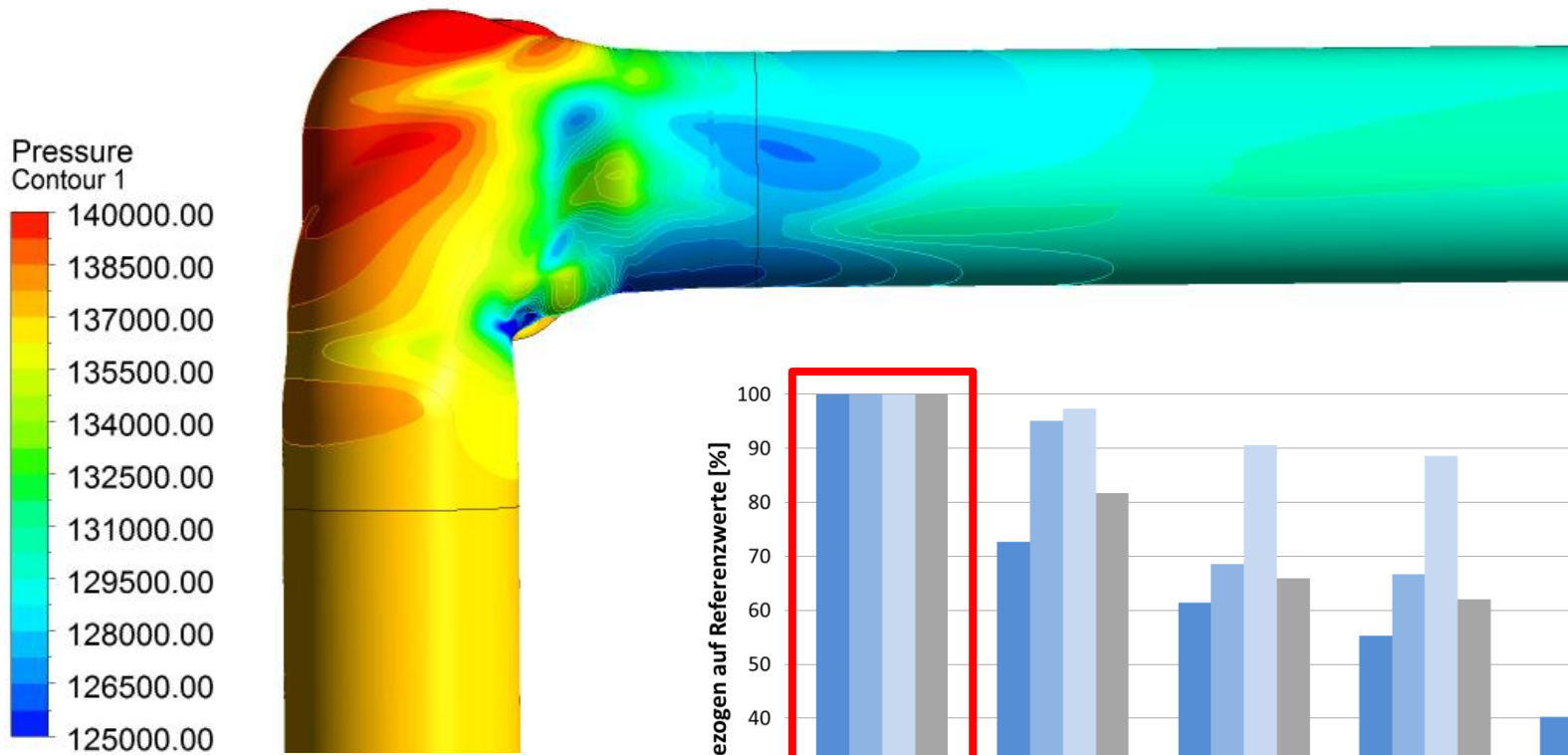
Bestes Design der finalen Optimierung

Vergleich Topologieoptimierung

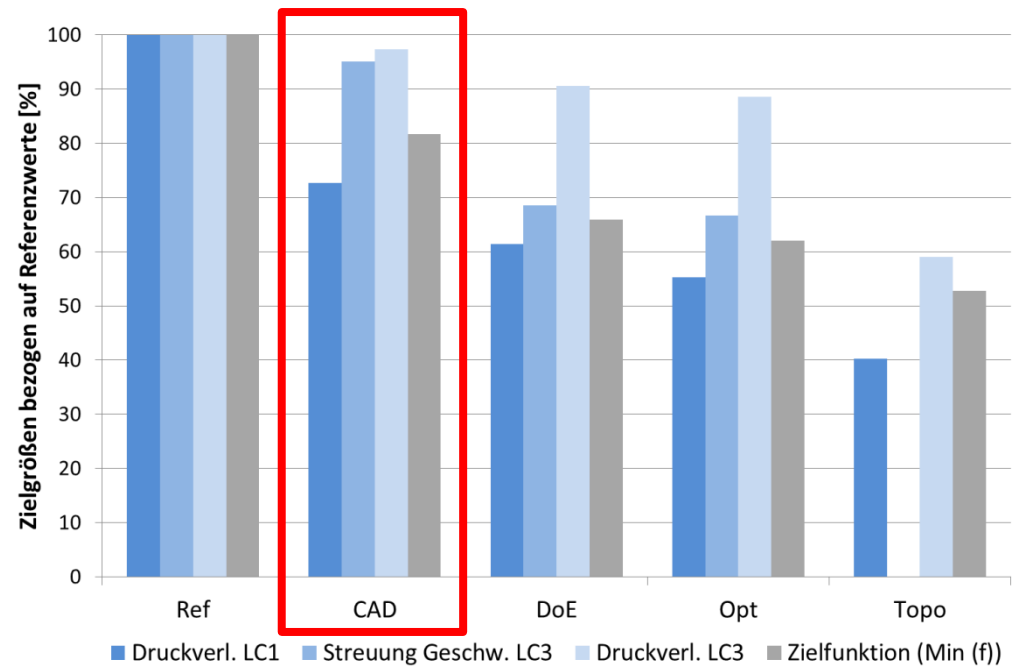
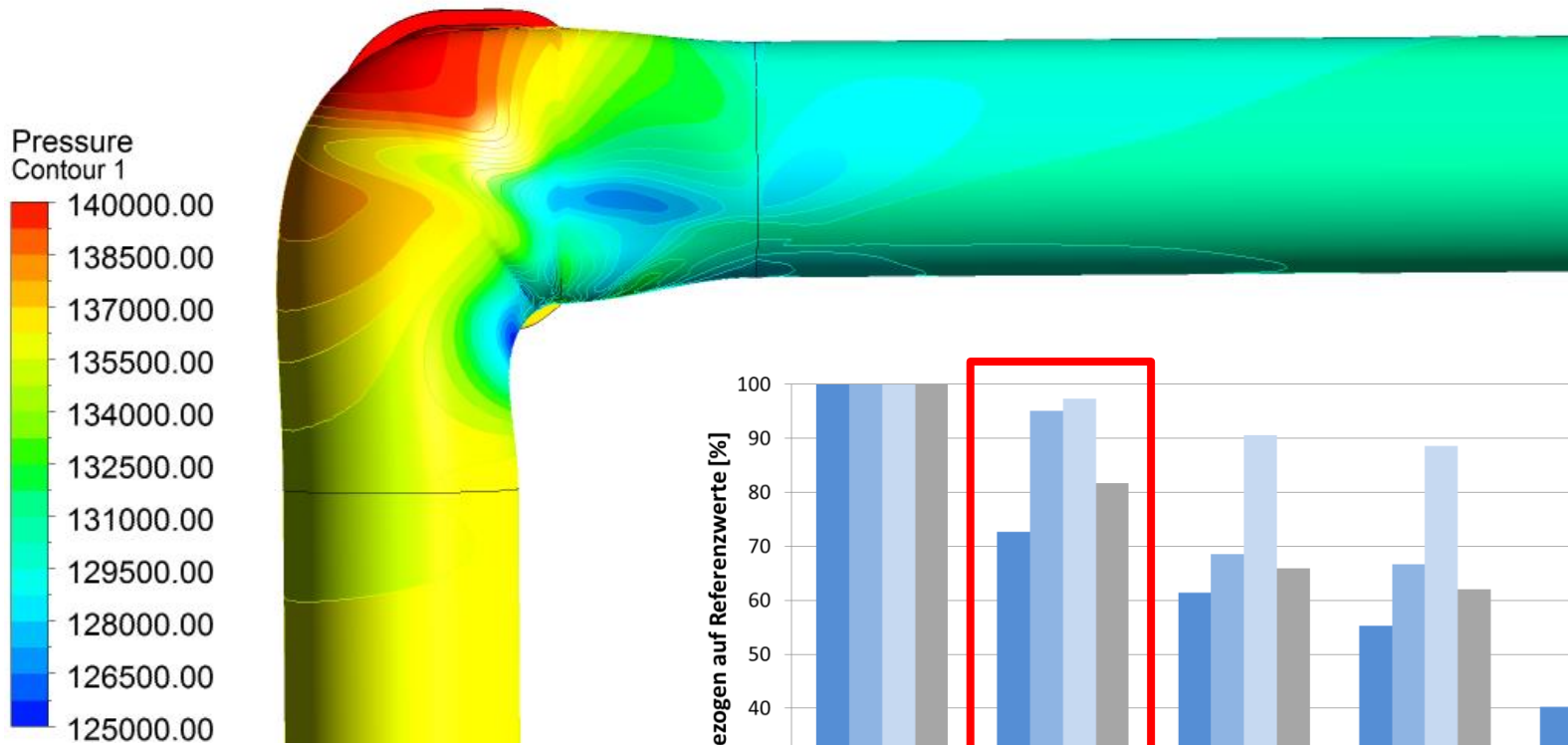
- Bypass schwach ausgeprägt
- innere Verengung nicht vorhanden
- schmaler Übergang am Inlet/Outlet



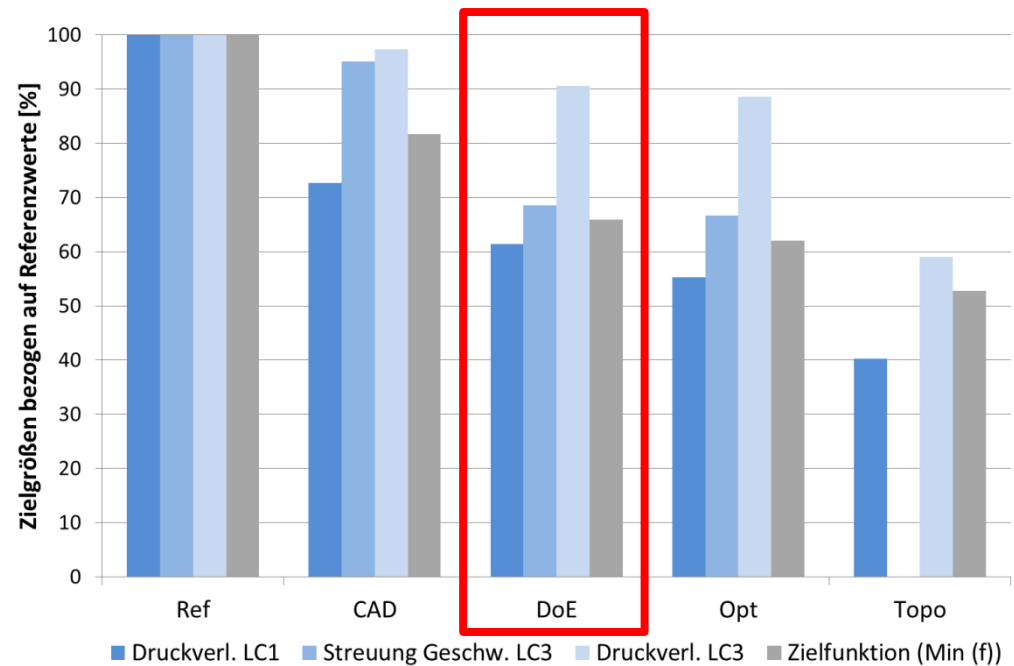
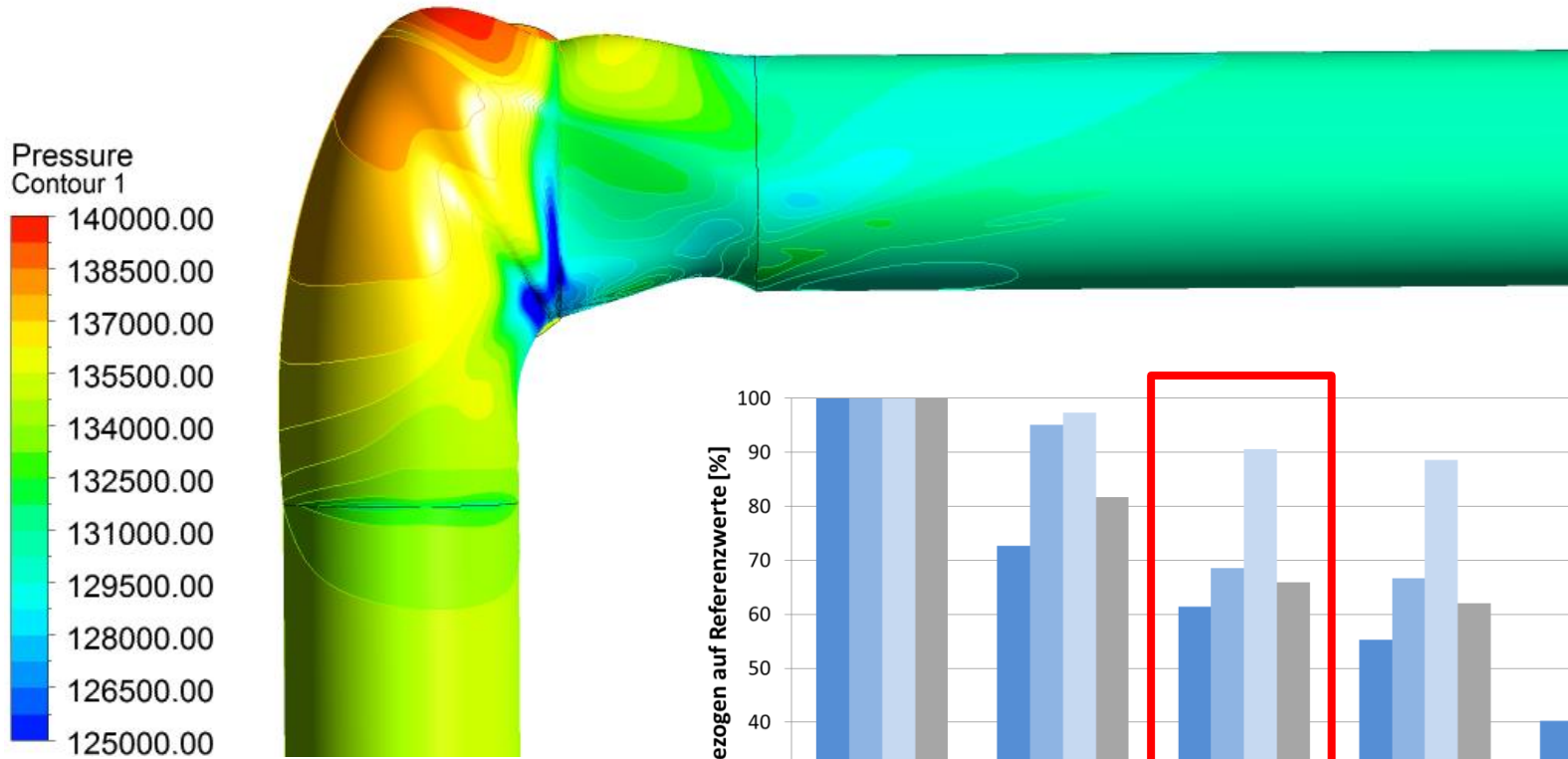
Optimierungsverlauf



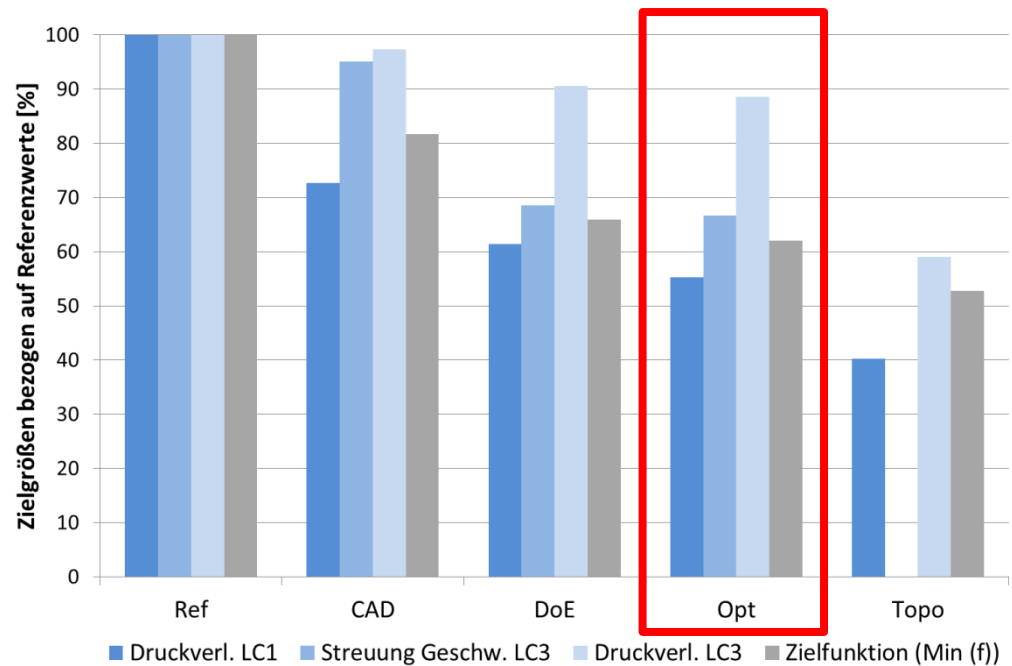
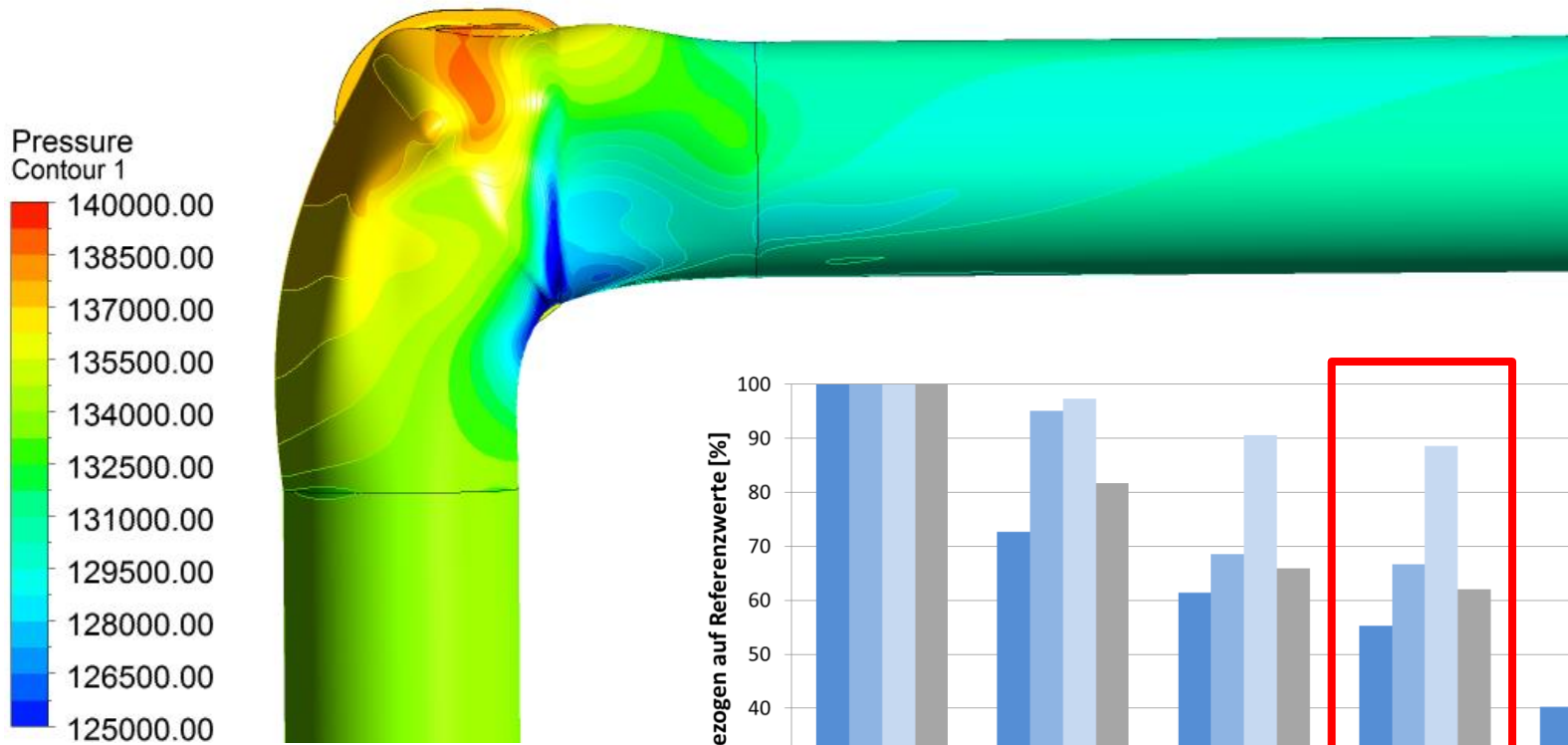
Optimierungsverlauf



Optimierungsverlauf



Optimierungsverlauf



Zusammenfassung / Ausblick

- Topologieoptimierung in 2 Lastfällen
 - innovative Ergebnisse / Optimierungspotential wird abgeschätzt
- Parameteropti. hat das Potential der Topologieopti. bestätigt
 - Verbesserung der Zielfunktion um 38 %
 - Reduzierung des Druckverlustes (LC1) um 45%
- Machbarkeitsstudie RDO
 - sehr hoher Einfluss der Umgebungsbedingungen
- Validierung der Simulation mit Versuch
 - Verbesserung des optimalen Design konnte bestätigt werden
- Verbesserung der CAD-Implementierung (alternatives CAD-Tool)
- Erzeugung höherer CoP-Werte (neue Metamodellalgorithmen)

 **UNSER HERZ SCHLÄGT
FÜR IHREN ANTRIEB.**

Disclaimer

This presentation contains “forward-looking statements”. Forward-looking statements are sometimes, but not always, identified by their use of a date in the future or such words as “will”, “anticipates”, “aims”, “could”, “may”, “should”, “expects”, “believes”, “intends”, “plans” or “targets”. By their nature, forward-looking statements are inherently predictive, speculative and involve risk and uncertainty because they relate to events and depend on circumstances that will occur in the future. There are a number of factors that could cause actual results and developments to differ materially from those expressed or implied by these forward-looking statements. In particular, such factors may have a material adverse effect on the costs and revenue development of the KSPG group.

All written or oral forward-looking statements attributable to KSPG AG or any group company of KSPG AG or any persons acting on their behalf contained in or made in connection with this presentation are expressly qualified in their entirety by factors of the kind referred to above. No assurances can be given that the forward-looking statements in this presentation will be realized. Except as otherwise stated herein and as may be required to comply with applicable law and regulations, KSPG AG does not intend to update these forward-looking statements and does not undertake any obligation to do so.