

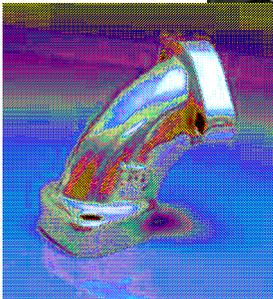
Entwicklung eines wassergekühlten Aluminium- Abgasturboladers

Dr.-Ing. Dipl.-Math. techn. Sven Hensel

Dipl.-Ing. Holm Puder

Dipl.-Ing. (BA) Sven Krumbiegel

B. Eng. Sebastian Reichl



Innovationsforum Rapid Prototyping

7./ 8. Mai 2008

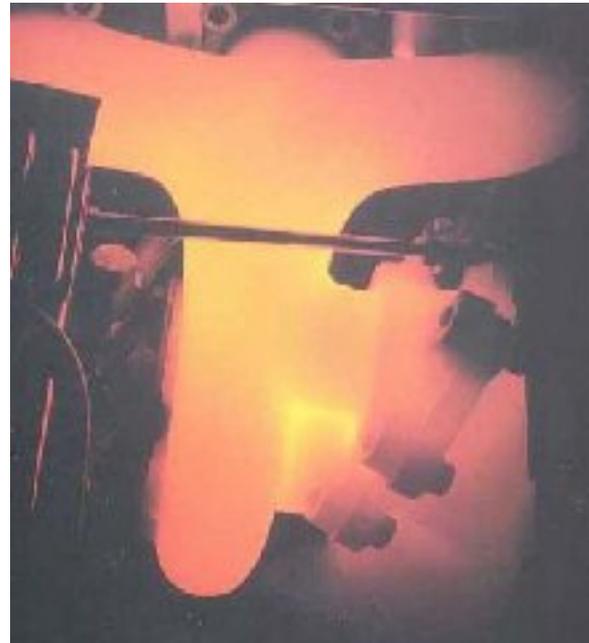
Merseburg

- Feuer an Bord maritimer Fahrzeuge immer noch größte Gefahr
 - Frachter mit 200 Lkws gerät am 6. Feb. 2008 in kroatischen Hoheitsgewässer in Brand



- März 2006 Kreuzfahrtschiff „Star Princess“

- Gesetzliche Begrenzung der Oberflächentemperatur aller Teile auf 80°C

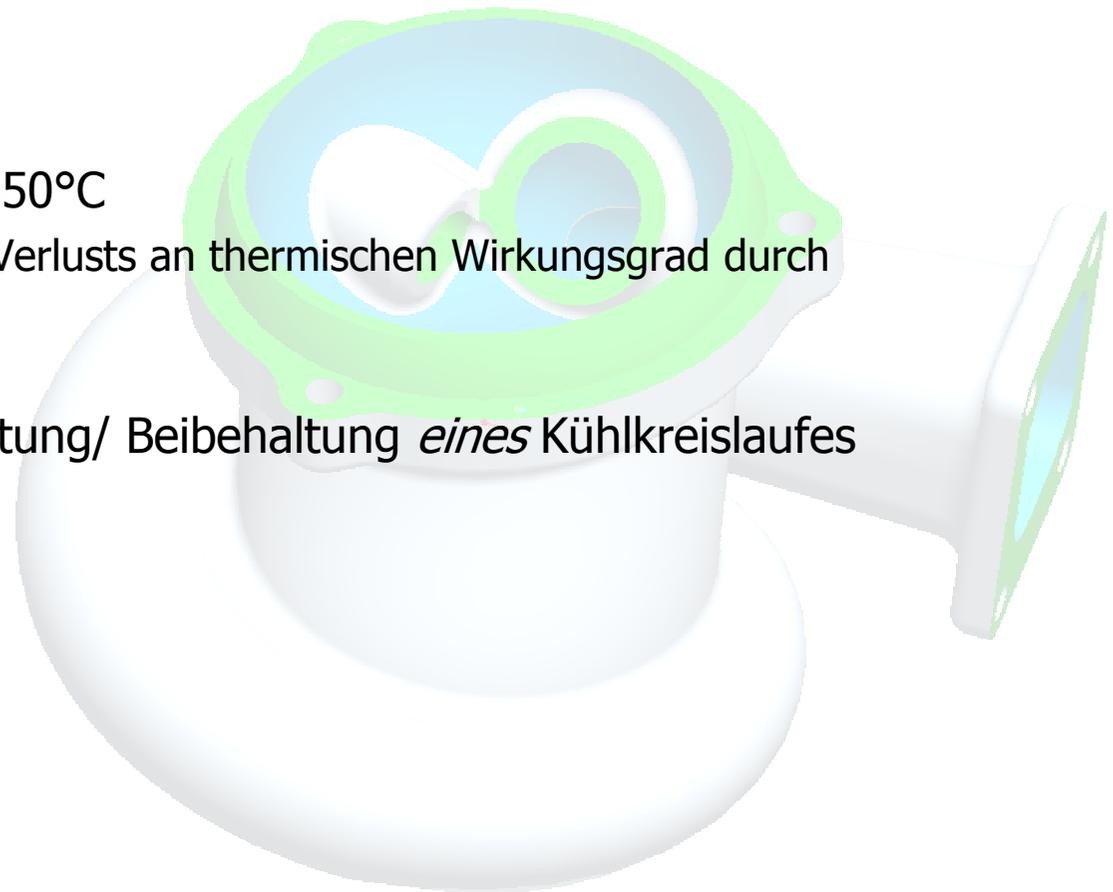


- Möglichkeiten
 - Isolation ALLER Teile des Abgasstrangs
 - Aktive Kühlung mit Wasser/ Kühlflüssigkeit

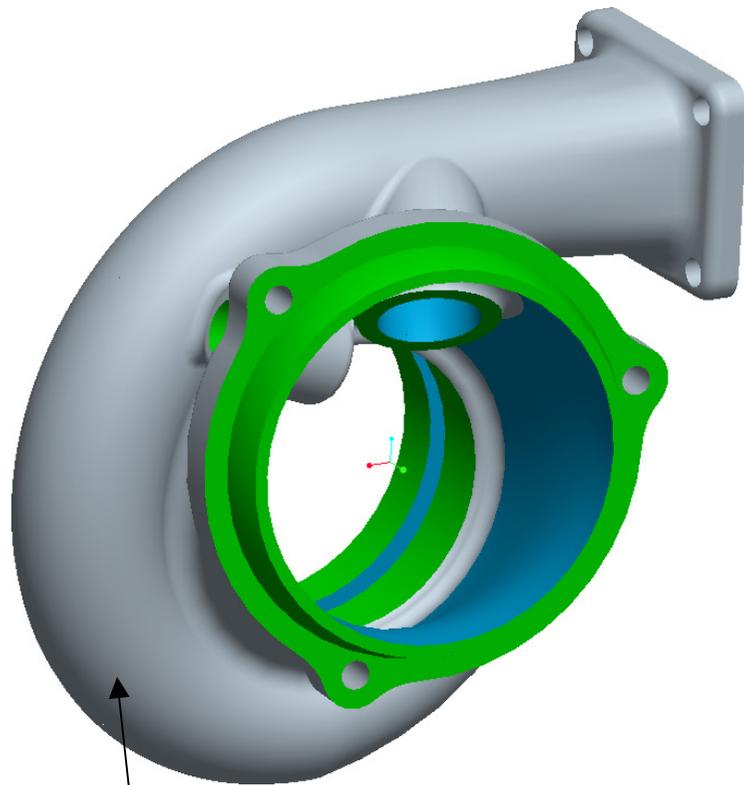
- Verwendung des erarbeiteten Konzepts in Aluminium und Gusseisen
 - Jetski
 - Powerboats/ Sportboote
 - Yachten, ...



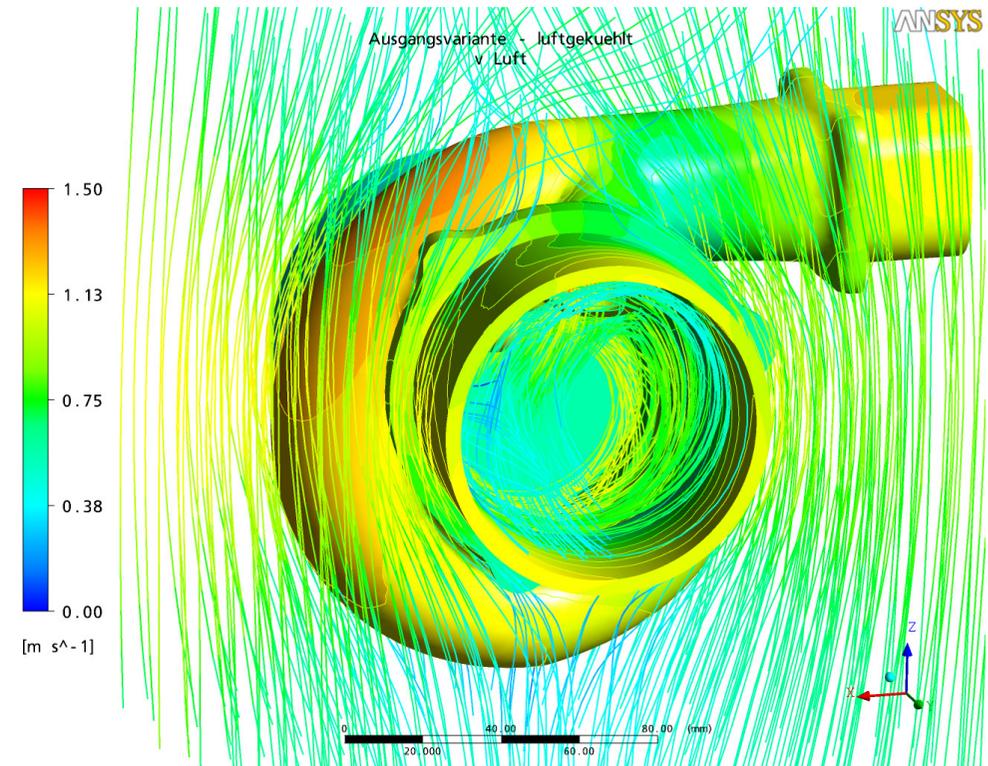
- Realisierung der Kühlleistung bei gegebenen Motordaten
 - Volumenstrom Abgas
 - Grundlage Otto-R5
 - Temperatur Abgas 1050°C
 - Ziel: Ausgleich des Verlusts an thermischen Wirkungsgrad durch Kühlung
 - Maximale Pumpenleistung/ Beibehaltung *eines* Kühlkreislaufes



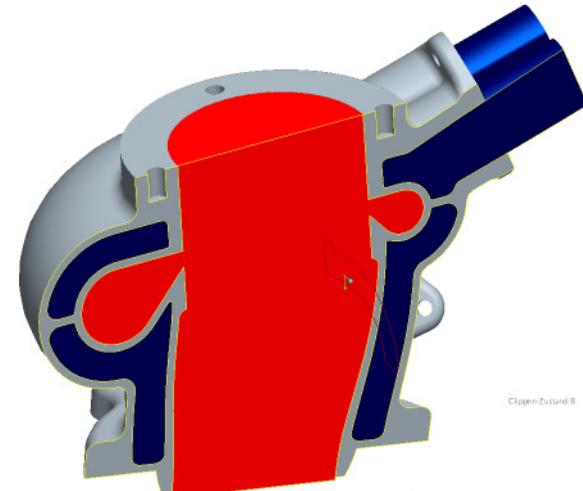
Stahl-ATL luftgekühlt



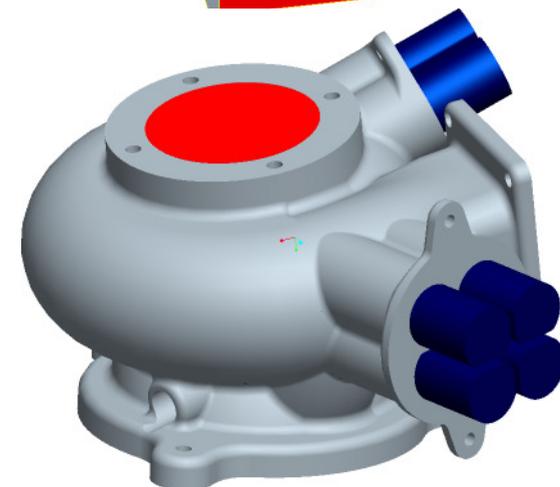
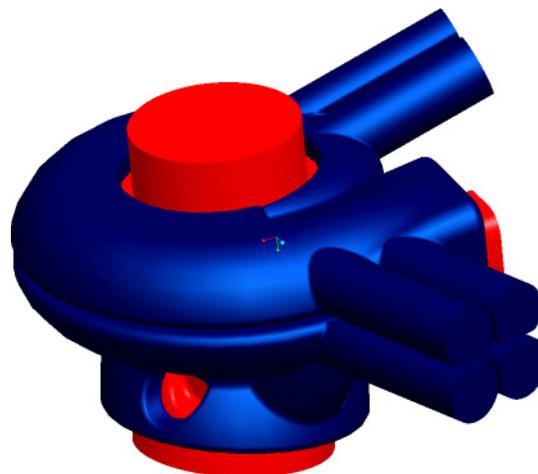
Stahl



- Analytische Vorbetrachtung ergibt Wandstärke 4 mm
 - Wassermantel 10 mm
 - Vergleichmäßigung der Strömung durch Zweiteilung
 - Größter Durchströmungswinkel ca. 270°



Clipping-Zustand 8

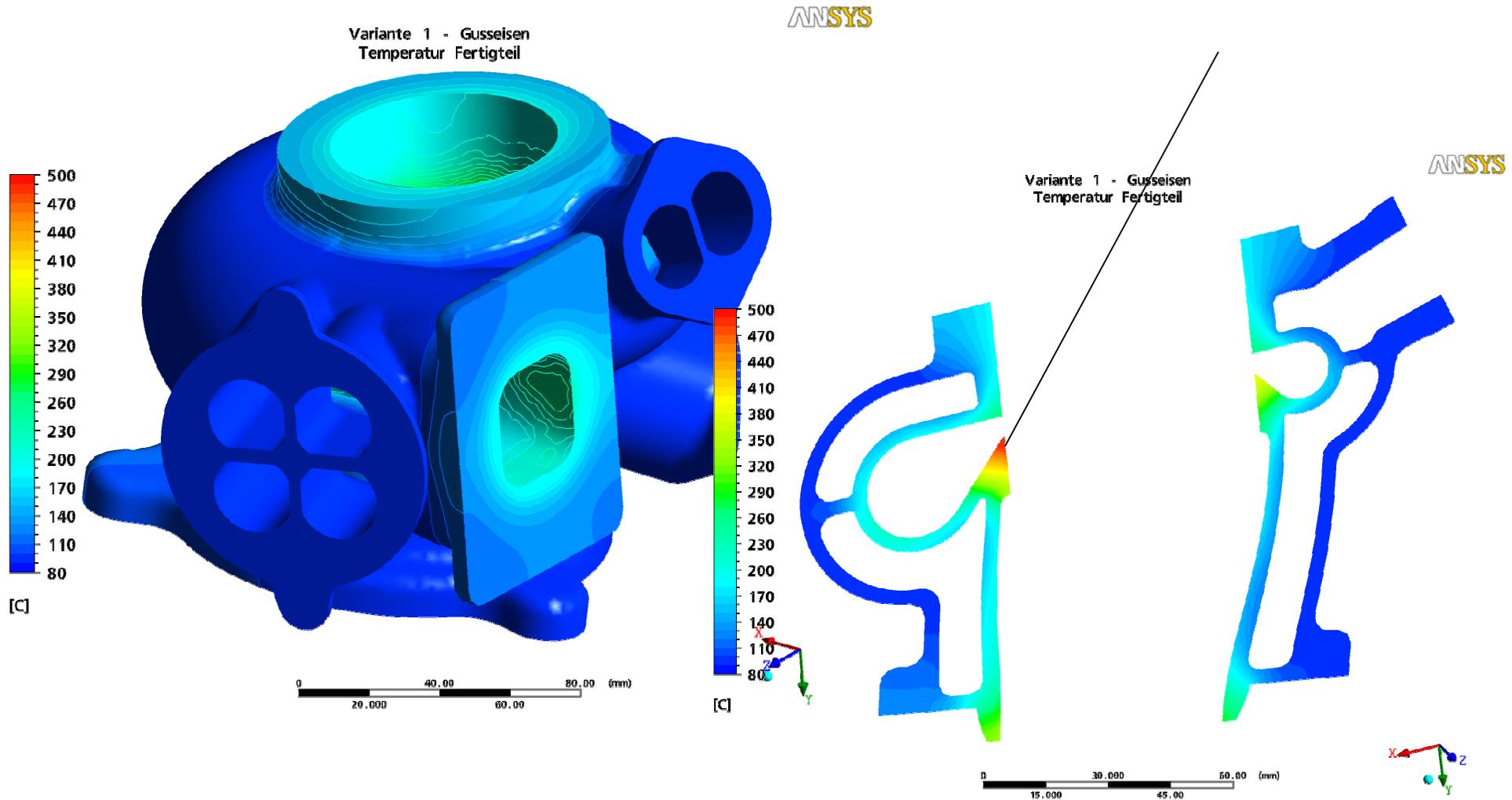


- Berechnung mit ANSYS CFX 11
 - Transient bis zum Erreichen stationären Zustands
 - Rechenzeit Zeit ca. 4-6 Tage (bei Wahl eines sinnvollen Startwertes)
 - Netz ca. 7 Mio. Elemente
 - Abgas kompressibel/ Kühlmedium inkompressibel



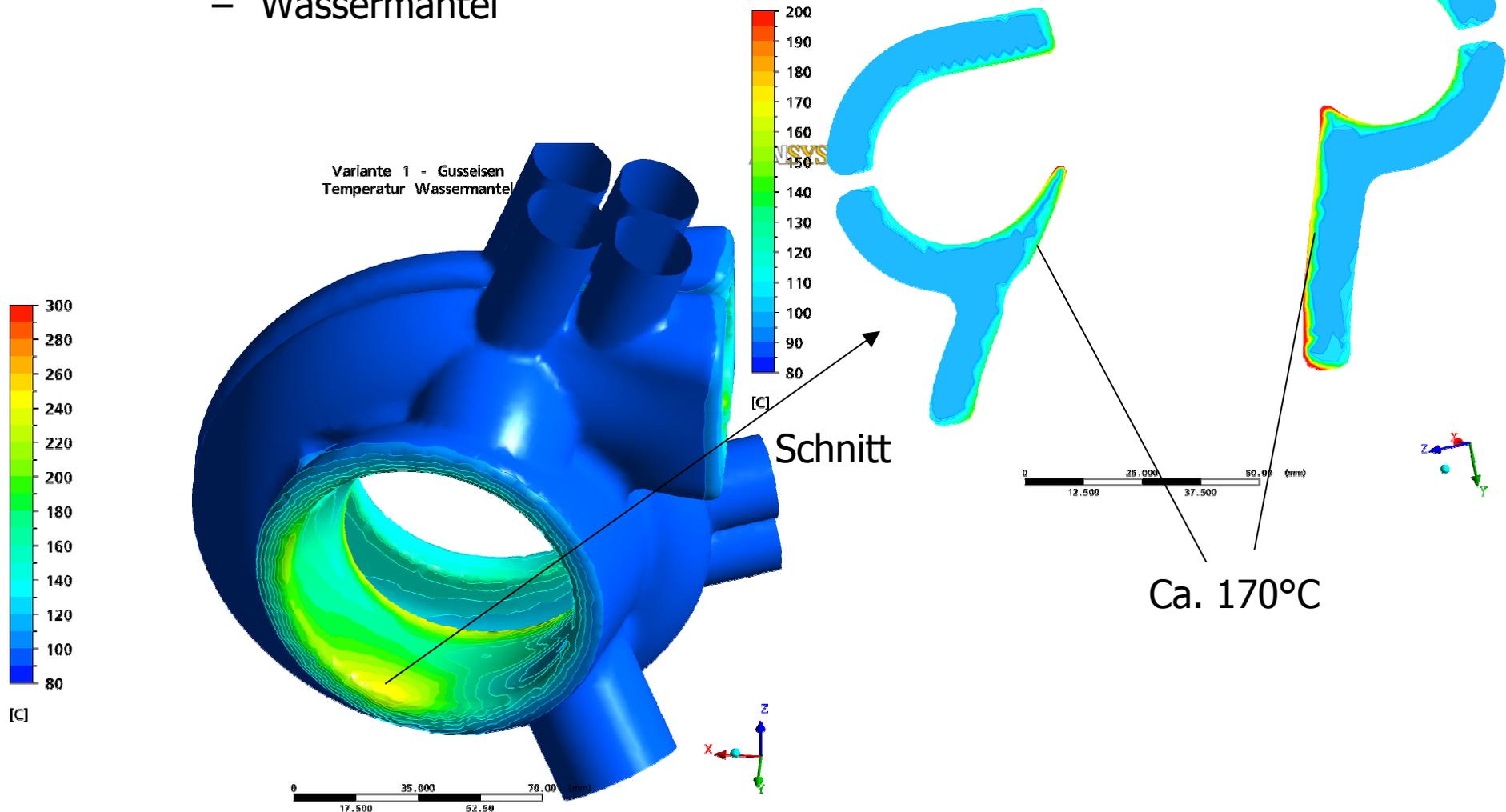
- Ergebnisse Fertigteil in Grauguss

Max. Temperatur am Turbinenspalt



Variante 1 - Gusseisen
Temperatur Wassermantel

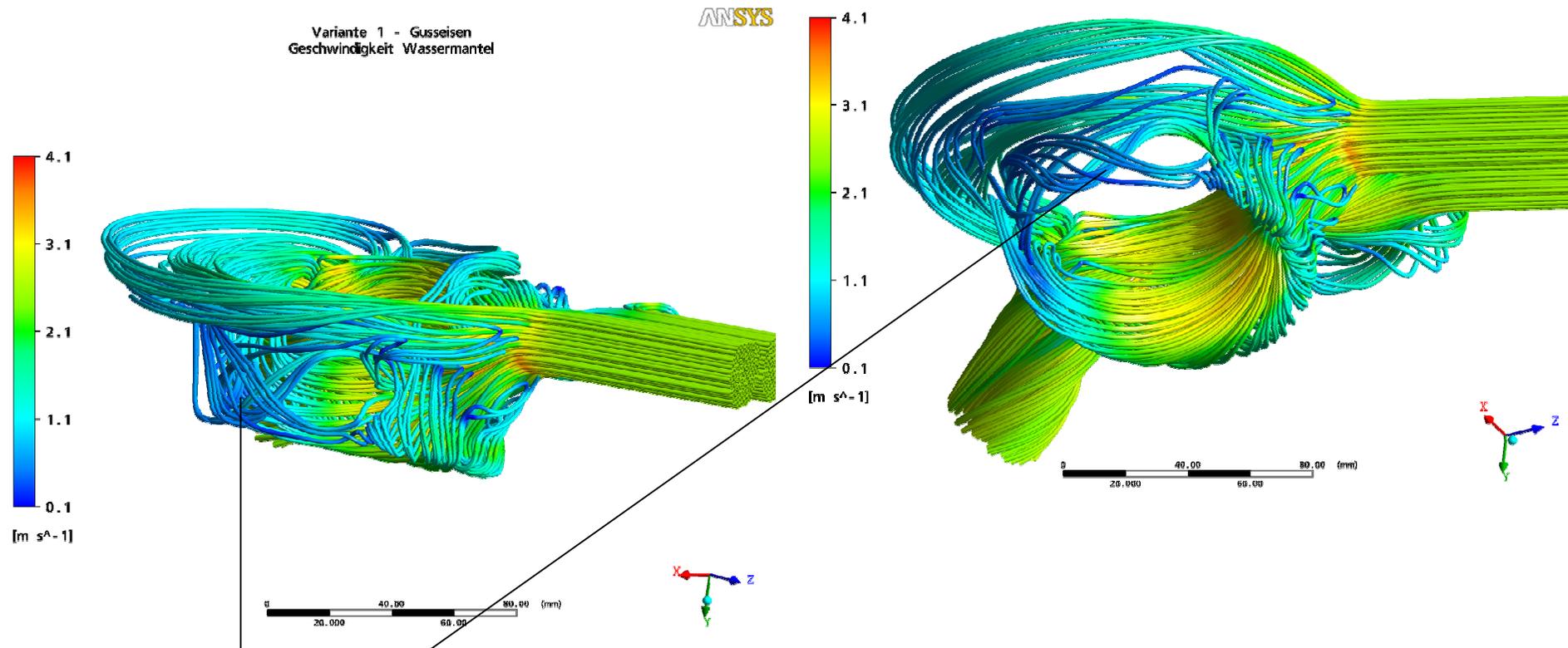
- Ergebnisse Fertigteil in Grauguss
– Wassermantel



- Ungleichmäßige Verteilung der Strömungsgeschwindigkeit im Wassermantel

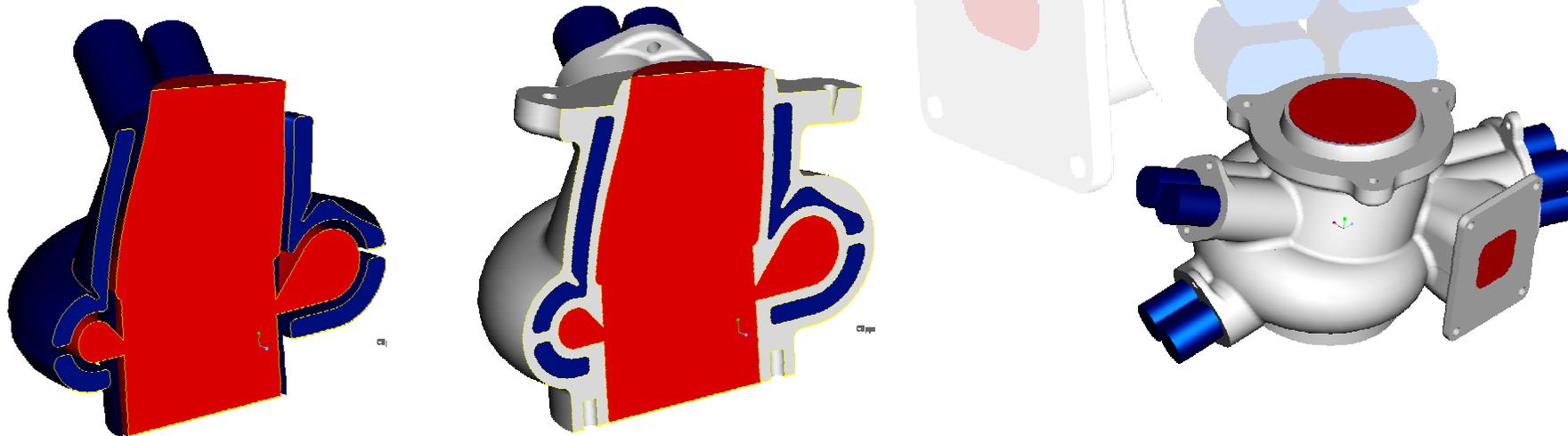
 Variante 1 - Gusseisen
 Geschwindigkeit Wassermantel

ANSYS

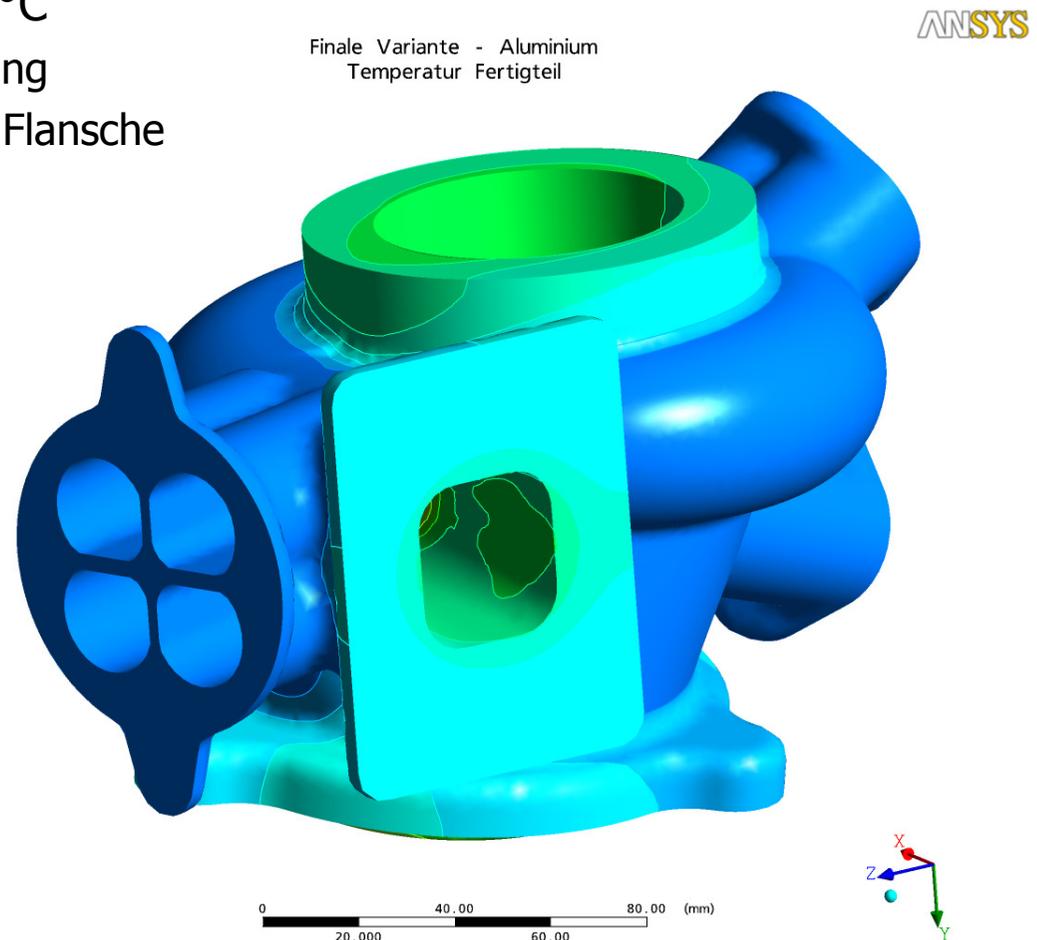
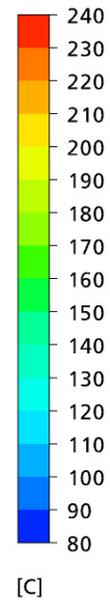


Ungenügende Strömungsgeschwindigkeit um Bypassklappe

- Wassermantel
 - Verringerung Querschnitt (5mm)
 - Vergleichmäßigung Querschnitt
 - Vierteilung
 - Umschlingungswinkel gesenkt auf 180°
- Material Aluminium
 - Senkung Wandstärke auf 2,5 mm



- Temperaturen Fertigteil Aluminium
 - T_{\max} um ca. 260°C gefallen
 - Aber Flansche alle über 80°C
 - Unrealistische Modellbildung
 - Keine Wärmeabfuhr über Flansche
 - FT-Grenze adiabatisch

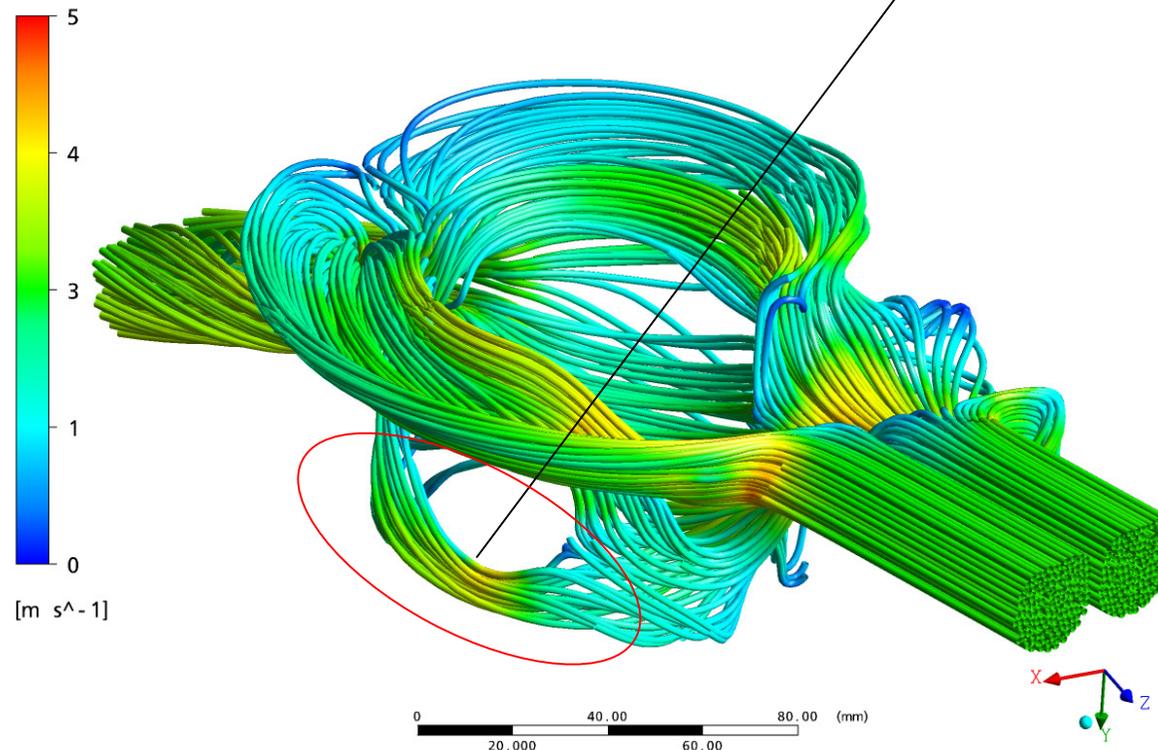


- Wassermantel

Durchschnittsgeschwindig.
gesteigert von 0,5 m/s auf
1,5 m/s



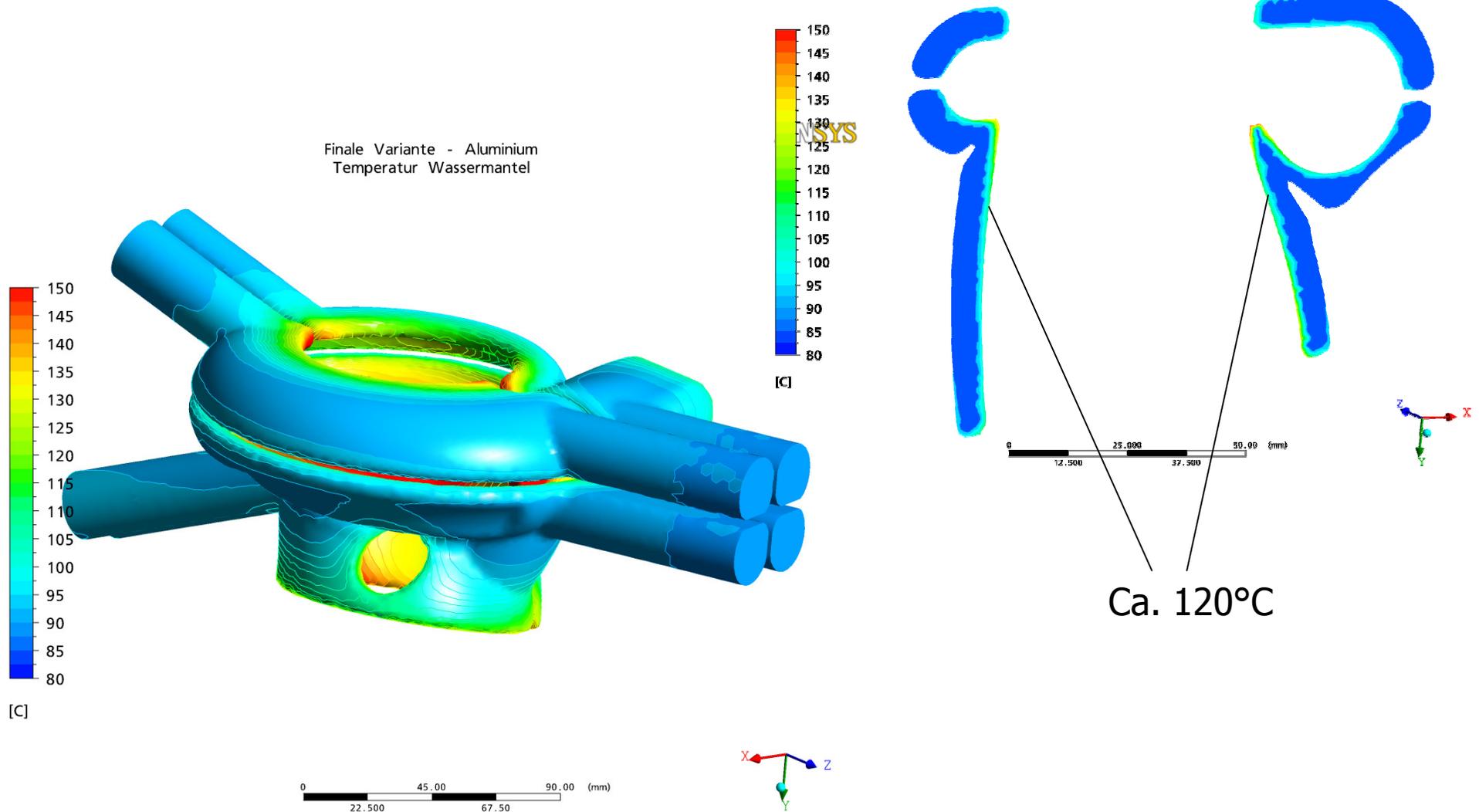
Finale Variante - Aluminium
Geschwindigkeit Kuehlmedium



- Wassermantel

Finale Variante - Aluminium
Temperatur Wassermantel

Finale Variante - Aluminium
Temperatur Wassermantel



- Wasserkühlung für maritime Anwendungen bereits im Einsatz
- Umstieg von Eisenguss auf Aluminium zur teilweisen Kompensation des Massezuwachses
- Pumpleistung von 40 l/min nötig
- Verlust an thermischen Wirkungsgrad durch angepasste Bypass-Steuerung ausgleichbar
- Prototypen-Tests zur Zeit vorgenommen