

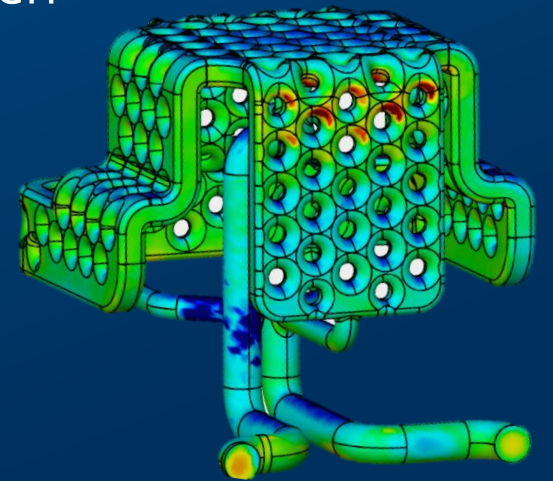
¹TU Dresden, Institut für Aufbau- und Verbindungstechnik der Elektronik (IAVT)

²TU Dresden, Professur für Virtuelle Produktentwicklung (VPE)

Ansatz zur Bereitstellung von Modelldaten für Strömungssimulationen auf Basis von CT-Daten

Dirk Hofmann¹, Philipp Sembdner², David d'Argent², Stefan Holtzhausen²

Bayreuth, 15. September 2021



Inhalte

#Motivation und Zielstellung

#Prozesskette zur Modellerstellung

#Direkte Nutzung von CT-Daten in CAD-Systemen

#Geometrierückführung und Strömungssimulation am Beispiel

Motivation und Zielstellung

- ✓ CT-Daten werden im technischen Umfeld vorrangig für die Zerstörungsfreie Prüfung im Sinne der Qualitätssicherung eingesetzt
- ✓ Vorteil liegt in einem deutlichen Zugewinn an detaillierter dreidimensionaler Information
- ✓ Nutzung der Modellinformationen ist über unterschiedliche Verfahren möglich
- X Diese sind geprägt über eine mehrstufige Prozesskette mit einer primär sequenziellen Abfolge
- X Fehlende Funktionselemente in den Werkzeugen der Produktentwicklung
- X Genauigkeits- und Informationsverlust bei der Modellerstellung
- X Hoher manueller Aufwand bis zur Finalisierung eines Strukturmodells

Ziel: Direkte Anwendung der CT-Daten in den Werkzeugen der Produktentwicklung sowie eine kontinuierliche Nutzung aller in den Daten enthaltenen Informationen

Prozesskette zur Modellerstellung

Stand der Technik

Prozesskette zur Modellerstellung

#1 Schwellwertbasierte Oberflächenextraktion (vereinfacht nach VDI 5620)



Quelle: <https://www.diondo.com/produkte>



Quelle: www.linkedin.com/company/volume-graphics



Quelle: www.geomagic.com/de/products/designx



Quelle: www.solidworks.de

Prozess- schritte

Erfassung &
Rekonstruktion

Segmentierung &
Oberflächenextraktion

Modellaufbereitung &
Flächenrückführung

Konstruktion &
Simulation

Modell- struktur

Schichtbilder,
Volumensequenz

Diskretes
Polygonmodell

Analytisches
Flächenmodell

Analytisches
Volumen- und
Strukturmodell

Daten- format

DICONDE

STL

STEP

Proprietär

Prozesskette zur Modellerstellung

Weitere Ansätze und Gegenüberstellung

- #2 Methoden der Bildverarbeitung
- #3 Verfahren der Bildanalyse

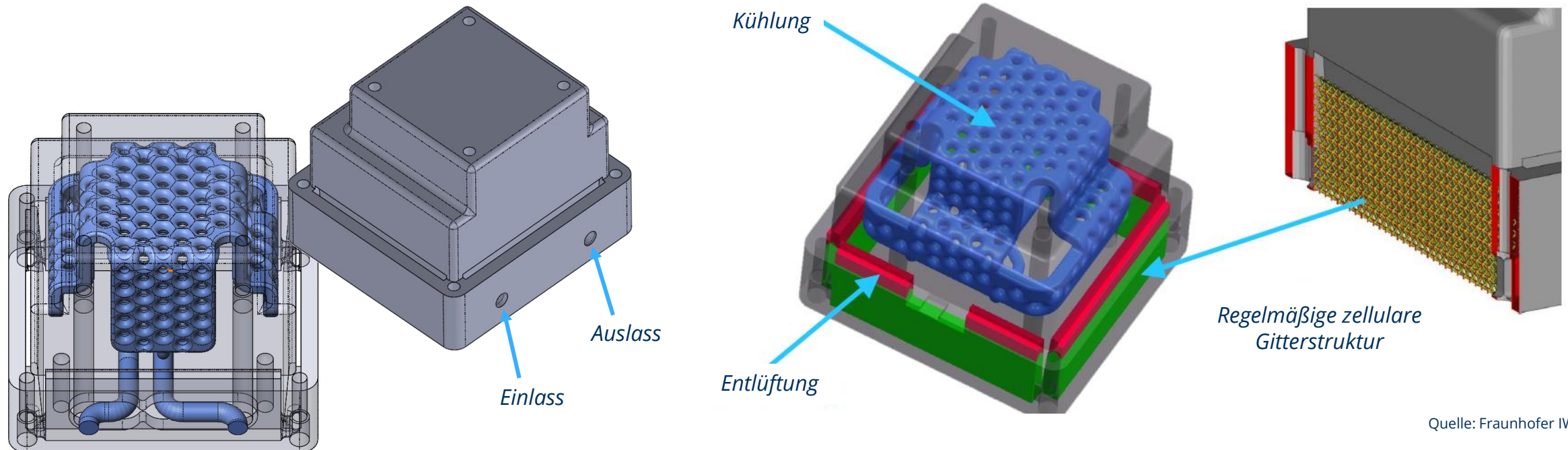
	#2	#1	#3
Vorteile	Zahlreiche Methoden verfügbar	Funktioniert und Etabliert	Einfach, schnell und flexibel anwendbar
	Vielfältige Modellstrukturen	In zahlreichen kommerziellen Systemen vertreten	
Nachteile	Mehrstufige Prozesskette	Sequentielle Prozesskette	Ergebnis in Numerischer Form – hohe manuelle Weiterverarbeitung
	Richtige Anwendung setzt umfangreiche Kenntnis voraus	Diskrete Modellstrukturen können Mehrdeutigkeiten aufweisen	Ungenauigkeit bei Selektierung und Skalierung

Direkte Nutzung von CT-Daten in CAD-Systemen

Beispielbauteil Werkzeugeinsatz

Eigenschaften und Herausforderung

- Additiv gefertigter Werkzeugeinsatz für das Spritzgießen
- Innenliegende und konturnahe Kühl- bzw. Heizgeometrie

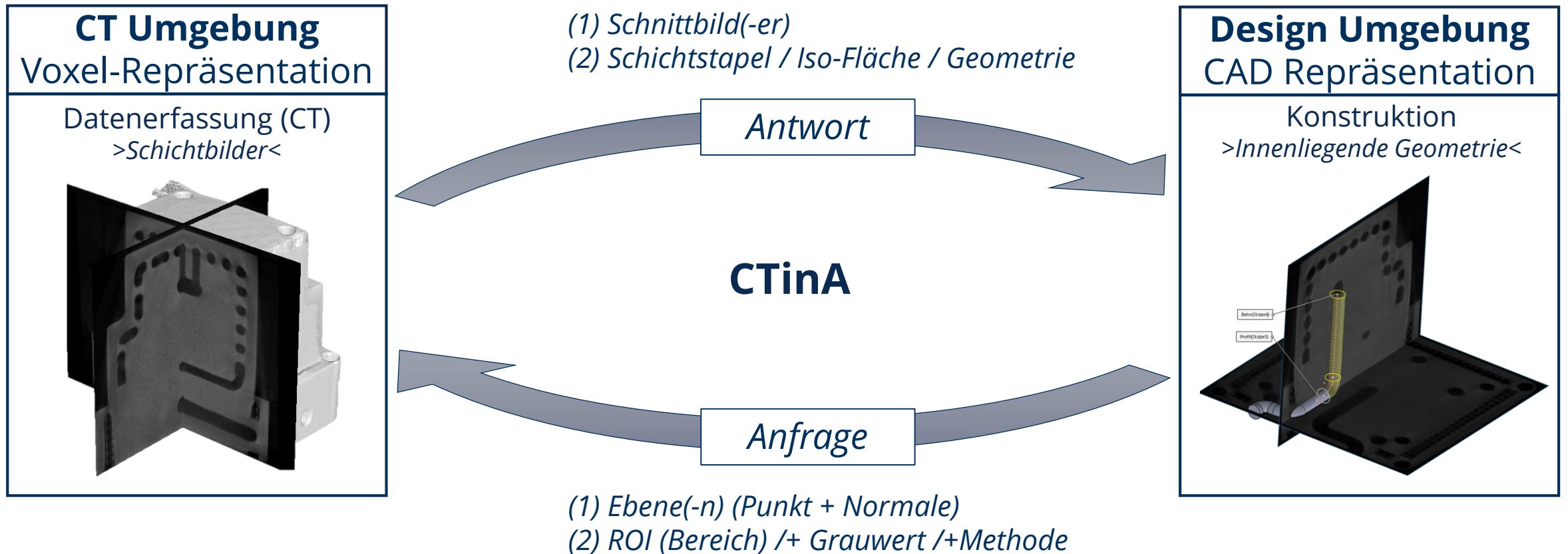


Quelle: Fraunhofer IWU

→ Ziel: Strömungssimulation der innenliegenden Kühlgeometrie auf Basis der Ist-Daten

Direkte Nutzung von CT-Daten – Grundlegender Ansatz

- Direkte Anwendung der CT-Daten im CAD/CAE-System
- Bidirektionale Prozesskette mit einer Interaktions- und Kommunikationsebene



Geometrierückführung und Strömungssimulation am Beispiel

Anwendungsbeispiel - Werkzeugeinsatz

Rückführung der Kühlgeometrie (Video)

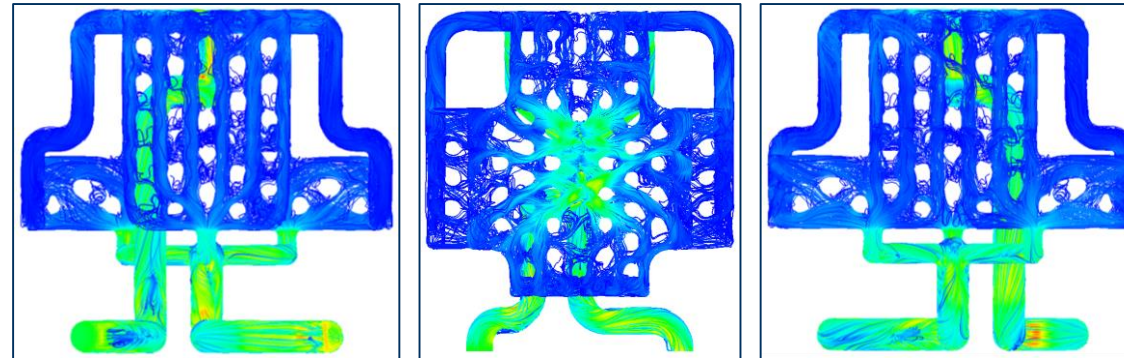


Anwendungsbeispiel - Werkzeugeinsatz

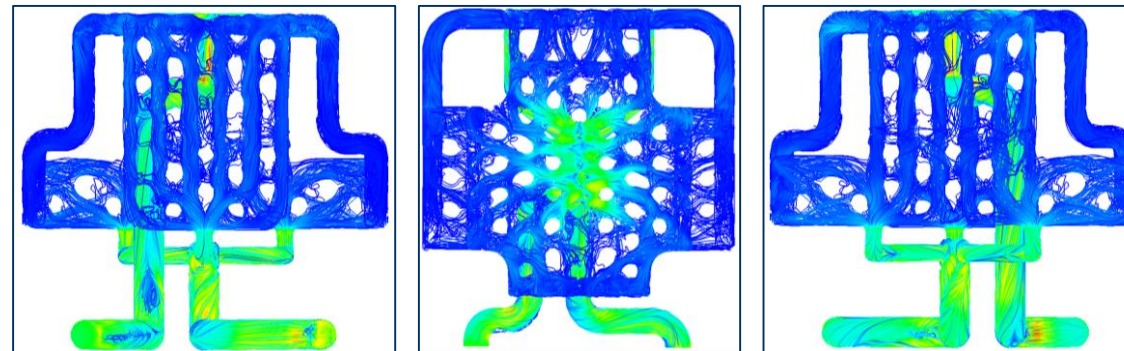
Bewertung der Strömungssimulation - Strömungsgeschwindigkeit

- Keine markanten Veränderungen der Strömungsgeschwindigkeit

Soll-Geometrie



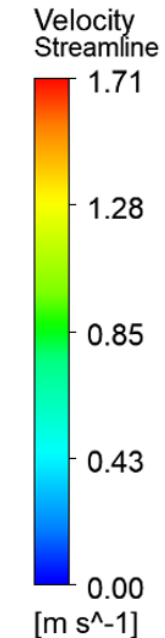
Ist-Geometrie



Vorderansicht

Ansicht von oben

Ansicht von hinten

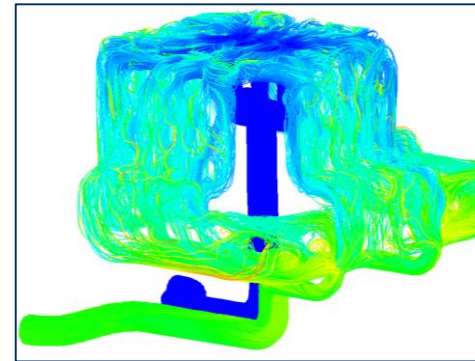
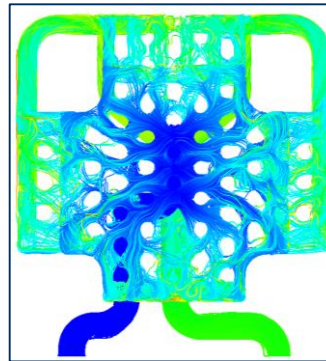
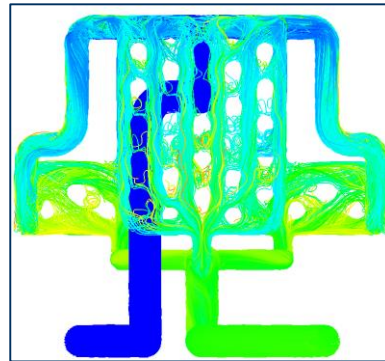


Anwendungsbeispiel - Werkzeugeinsatz

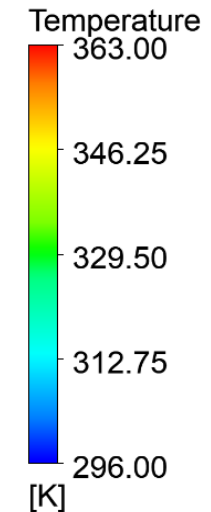
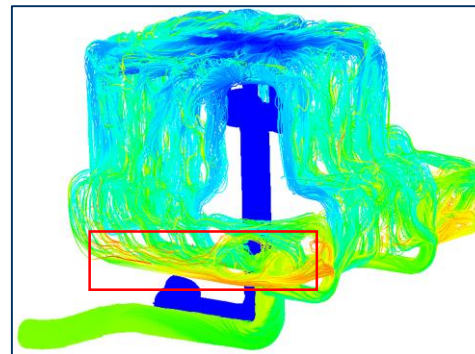
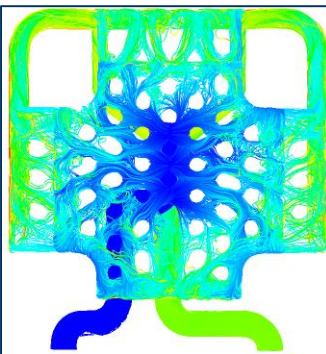
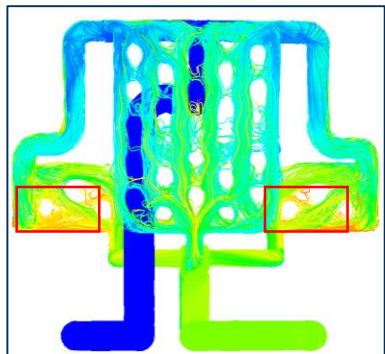
Bewertung der Strömungssimulation - Fluidtemperatur

- Leichte Erhöhung der Temperatur im Kanalsystem
- Lokale Erhöhungen im unteren Bereich

Soll-Geometrie



Ist-Geometrie



Vorderansicht

Ansicht von oben

Isometrische Ansicht

Anwendungsbeispiel - Werkzeugeinsatz

Bewertung der Strömungssimulation

- Verringerung des Gesamtvolumens
- Kaum Unterschiede bei der Strömungsgeschwindigkeit
- Geringe Veränderung der Fluidtemperatur

	Soll-Geometrie	Ist-Geometrie
Gesamtvolumen [mm ³]	10300,7	9500,1
Fläche Temperierung [mm ²]	3870	3899
Temperatur Einlass [°C]	23	23
Temperatur Auslass [°C]	58,37	61,98

Fazit

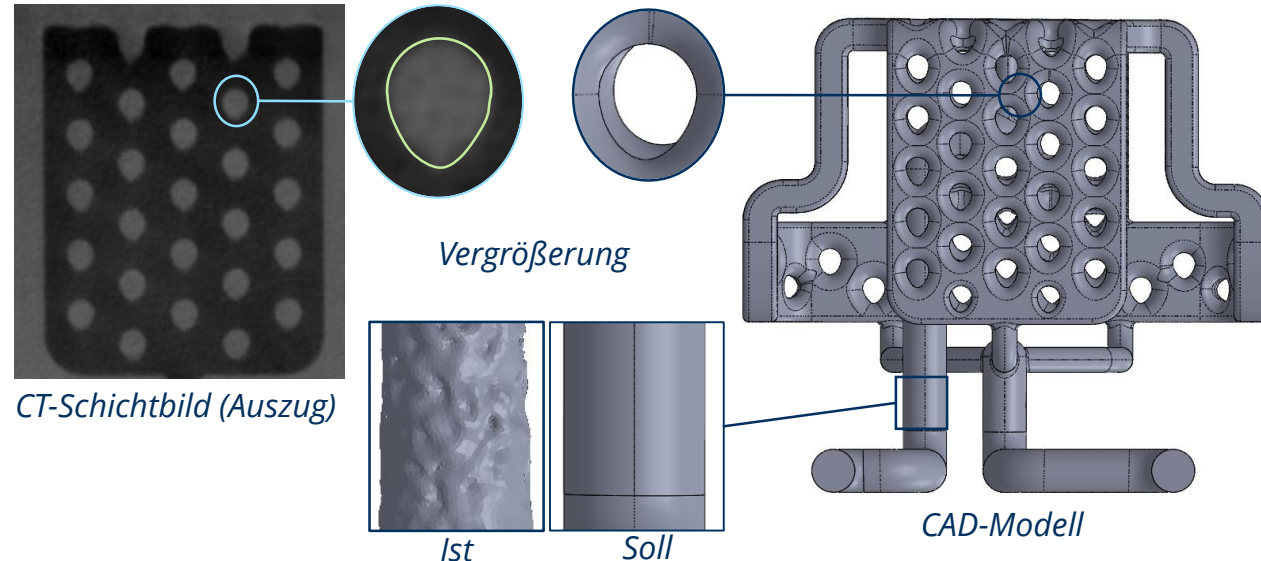
- Funktion der Geometrie ist gegeben
- Rückführungsmethodik erzeugt vergleichbare Ergebnisse

Anwendungsbeispiel - Werkzeugeinsatz

Bewertung der Geometrie

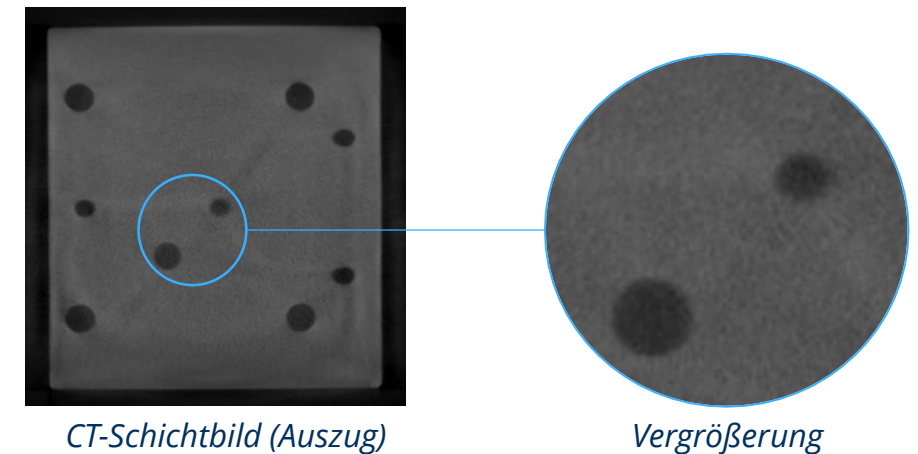
Fertigungsungenauigkeiten

- Toleranzen
- Rauheit



Rückführungsgenauigkeit

- Qualität der CT-Daten (Rauschen etc.)
- Übergänge, Artefakte



Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung

- Direkte Nutzung von Modellinformationen aus CT-Daten (Geometrisch, Numerisch)
- Erstellung eines analytischen Volumen- und Strukturmodells für eine CFD-Simulation
- Validierung der Genauigkeit zeigt nur geringe Abweichungen sowohl geometrisch als auch funktionell

Ausblick

- Erweiterung des Funktionsspektrums (Methodik, Parameter)
- Ausbau der Anwendungsbereiche auf weitere Verfahren (FEM, etc.)

Vielen Dank

Kontaktinformationen:

Dirk Hofmann
TU Dresden
Institut für Aufbau- und Verbindungstechnik
Dirk.hofmann@tu-dresden.de

Dr. Philipp Sembdner
TU Dresden
Professur für Virtuelle Produktentwicklung
Philipp.Sembdner@tu-dresden.de