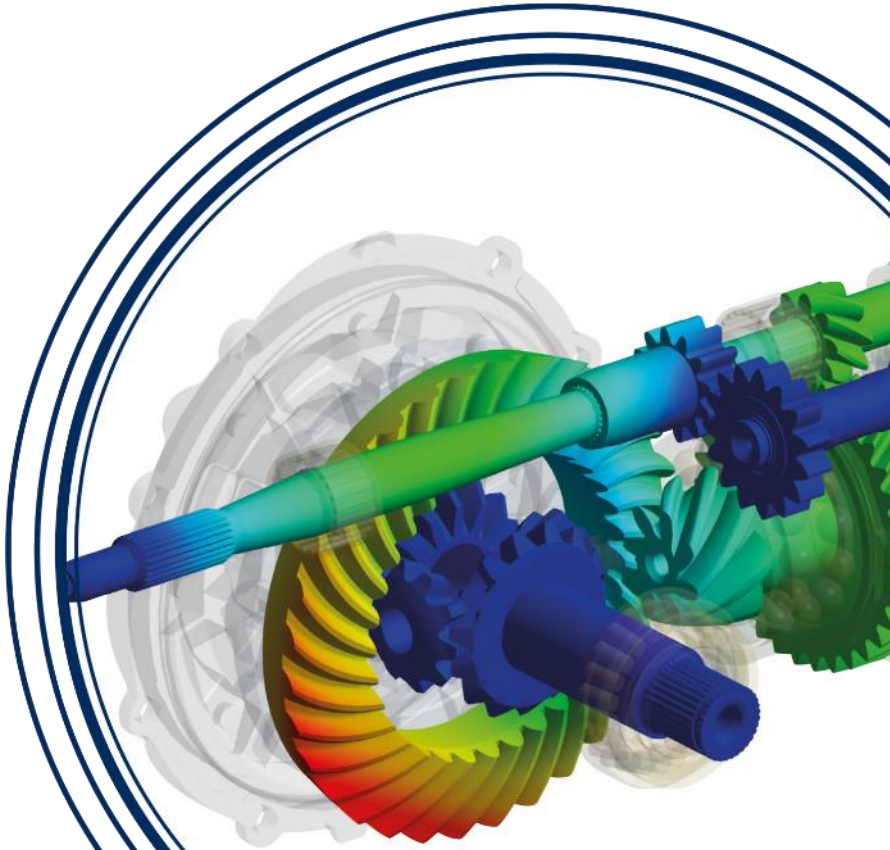
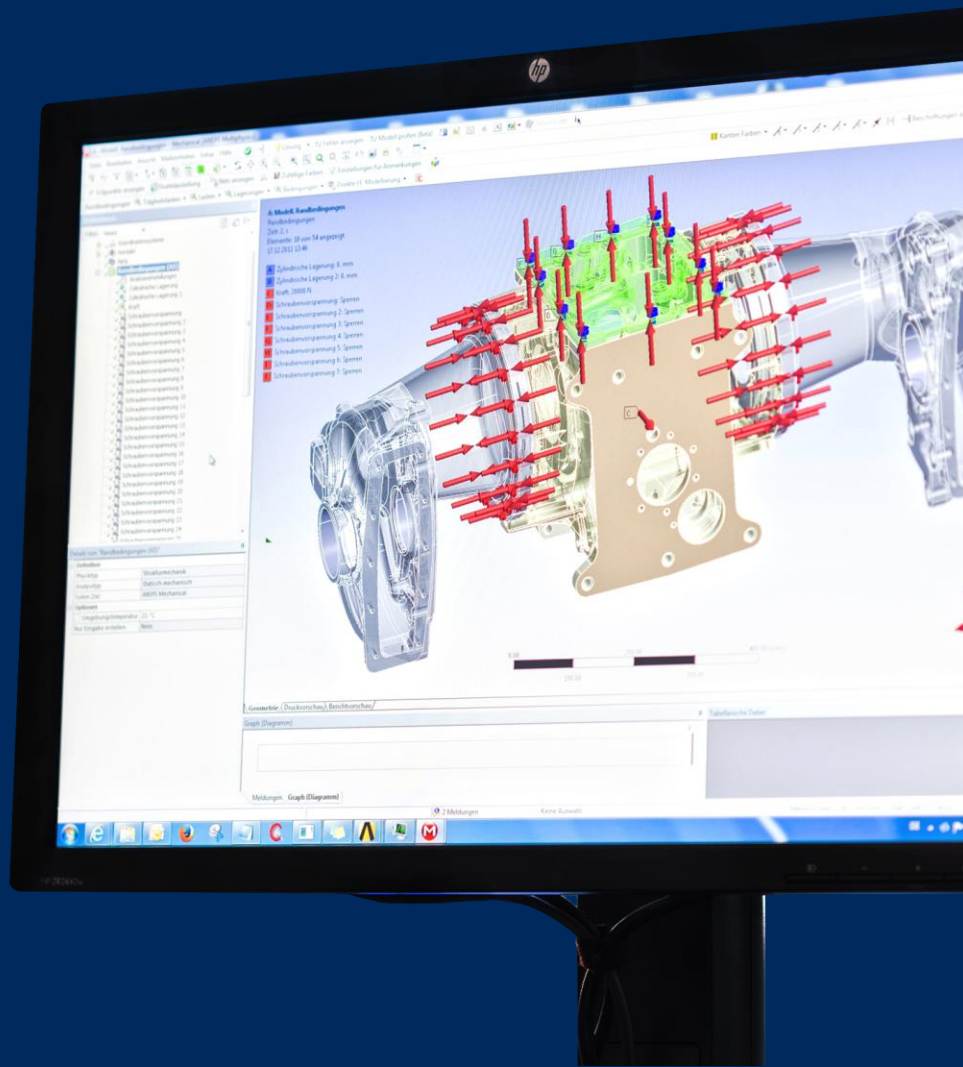
Simulation als integraler Bestandteil der additiven Prozesskette

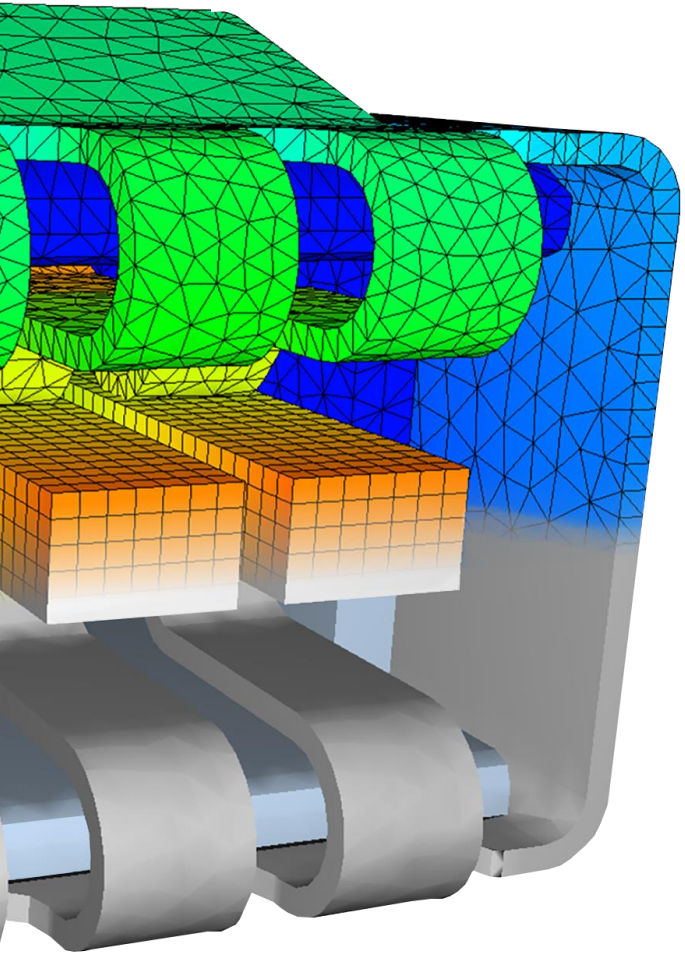
Keno Kruse
Business Development Manager



Simulation ist mehr als Software

Produkte, Service und Wissen bieten wir deshalb aus einer Hand

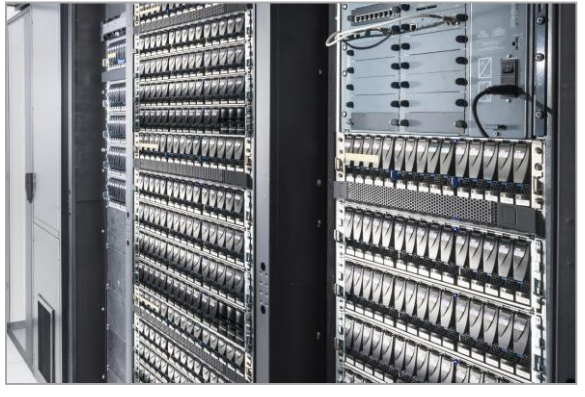


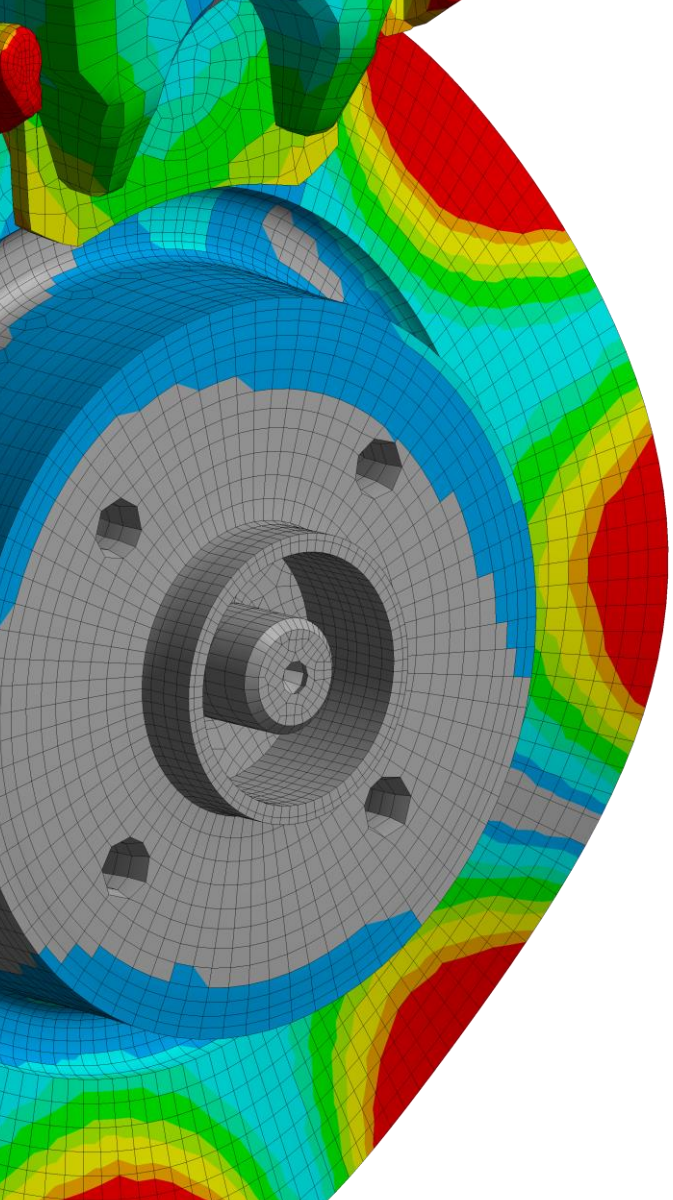


Software & IT-Lösungen

Wir liefern ein vollständiges Programm an Simulationssoftware und Hardware

ANSYS®

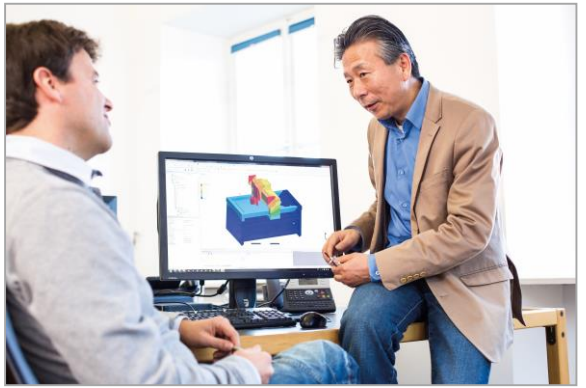




Beratung, Support, Engineering

Wir unterstützen unsere Kunden in allen Fragen rund um die Simulation

CAE-Strategieberatung



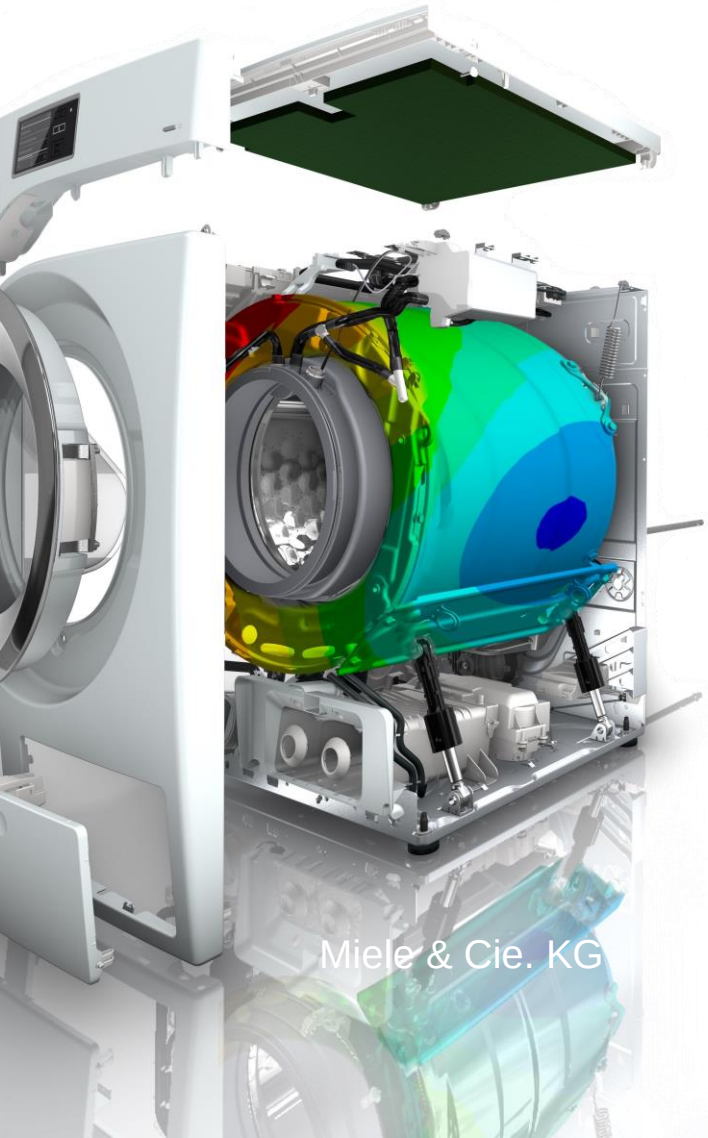
CAE-Anwendungshilfe

Know-how-Transfer

Wir geben unser Wissen weiter und fördern den Dialog von Experten weltweit

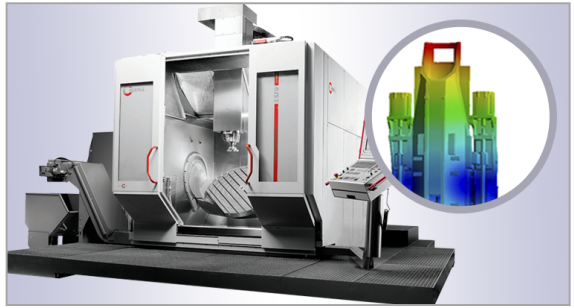
Aus- und Weiterbildung

Anwenderkonferenzen



Referenzen

Beispiele aus der Simulationspraxis

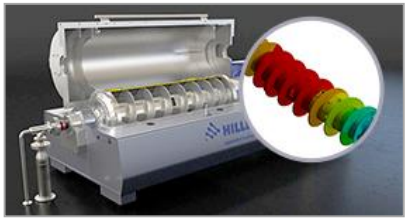


Hermle

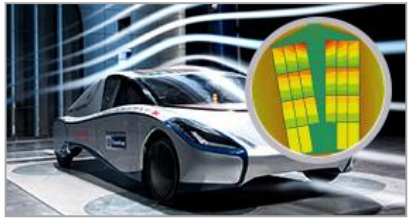
Endress+Hauser

Über 2.300 Kunden simulieren mit CADFEM

Rhode & Schwarz



Hiller

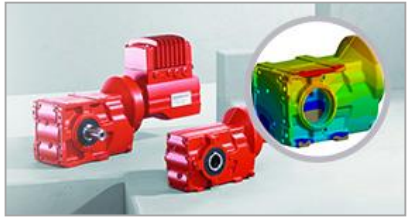


Hochschule Bochum

Komatsu Hanomag

Hilite

Klubert+Schmidt

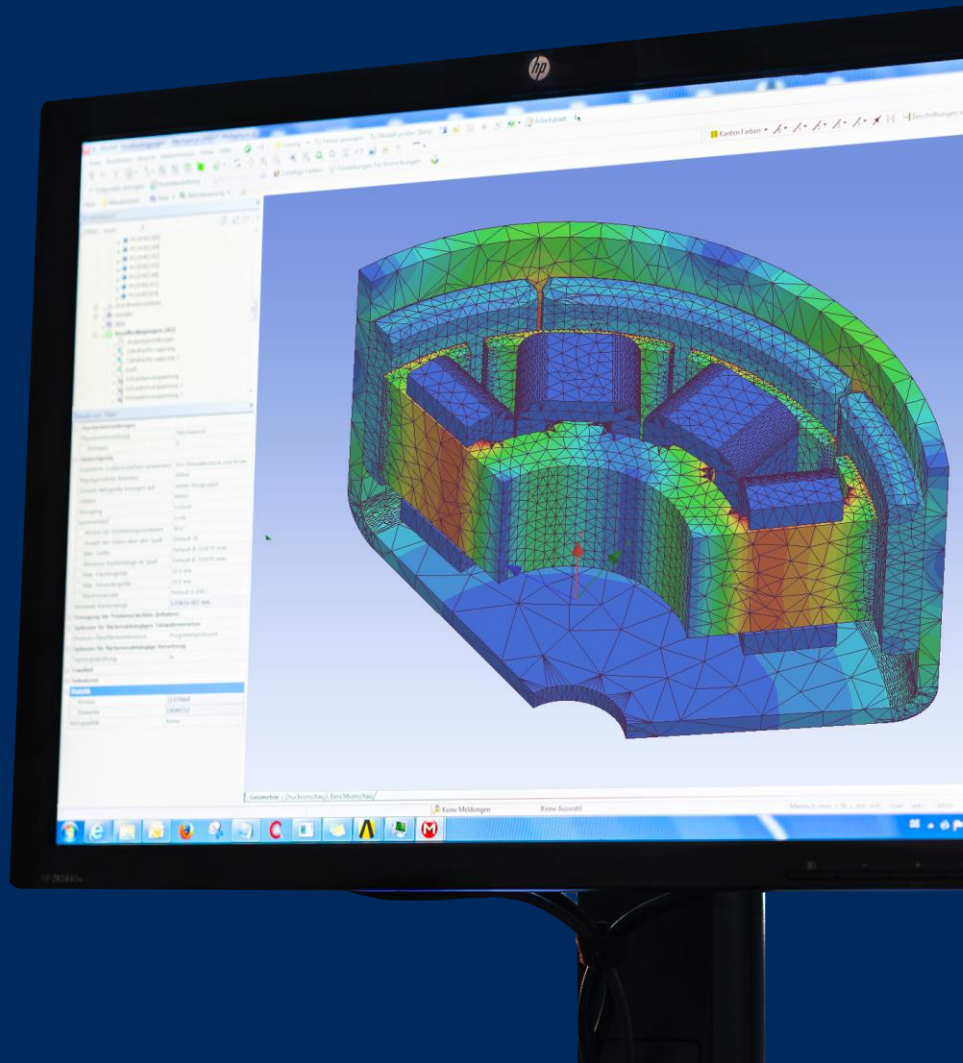


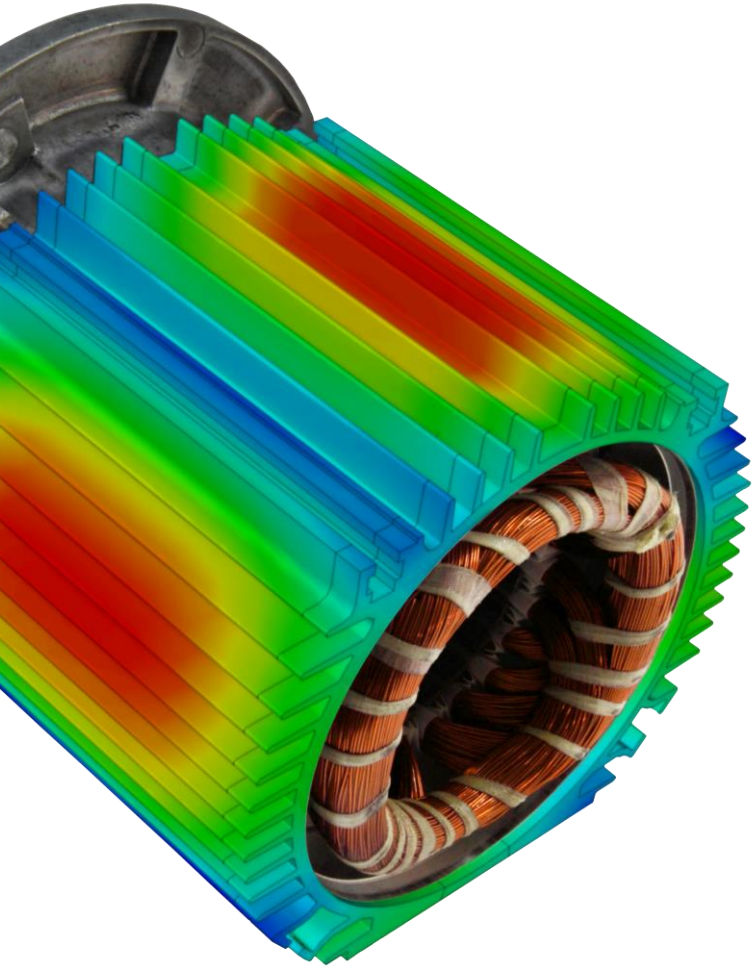
SEW Eurodrive

WITTUR

Simulation seit 1985

Wir gehören zu den Pionieren der Anwendung Numerischer Simulation in der Produktentwicklung



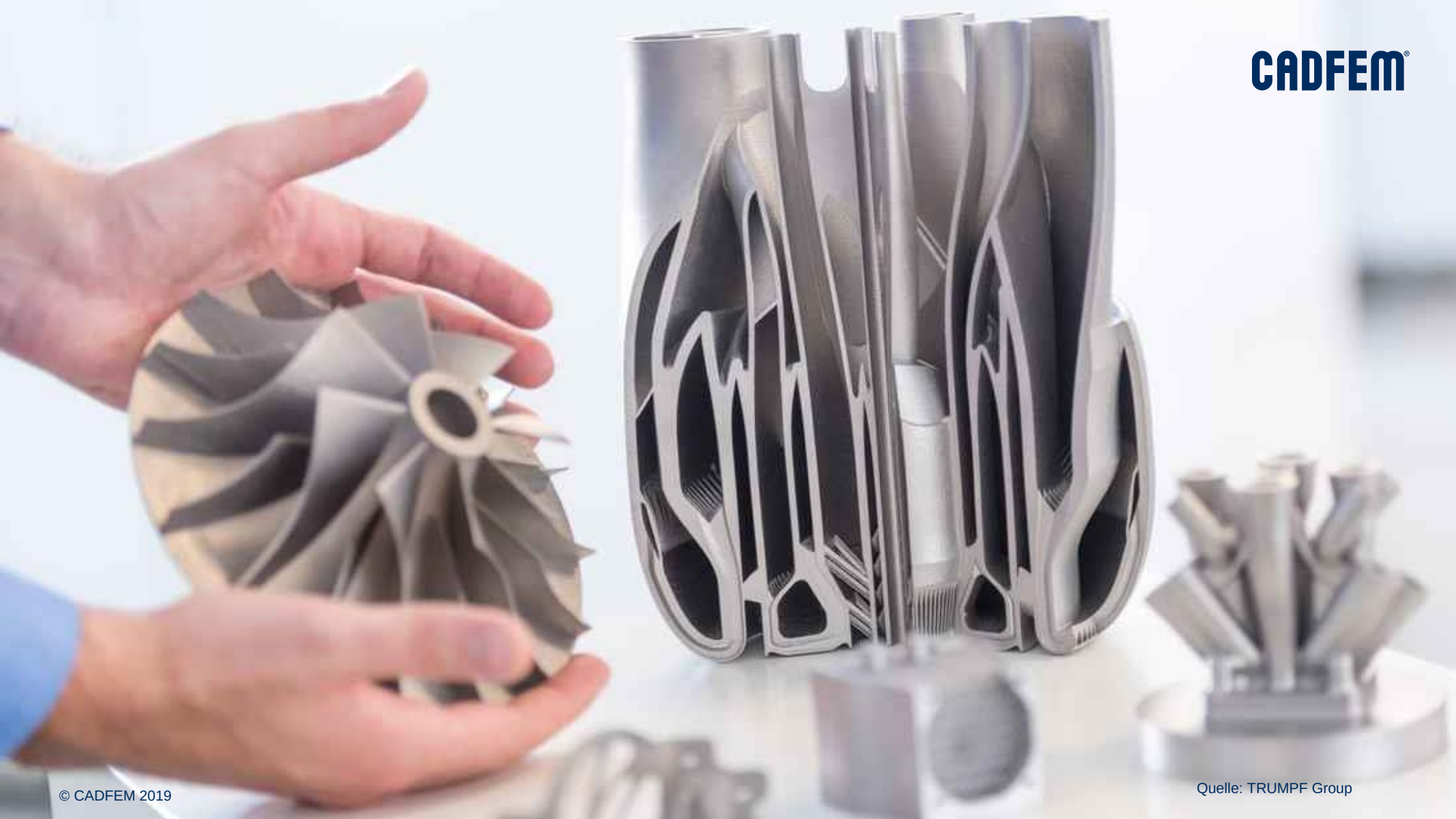


Treibende Kraft der Simulation

- Familienunternehmen
- 60 Millionen Euro Jahresumsatz
- 220 MA, 10 Standorte (D, A, CH)

ANSYS CERTIFIED ELITE CHANNEL PARTNER

ANSYS Partner seit 1985



© CADFEM 2019

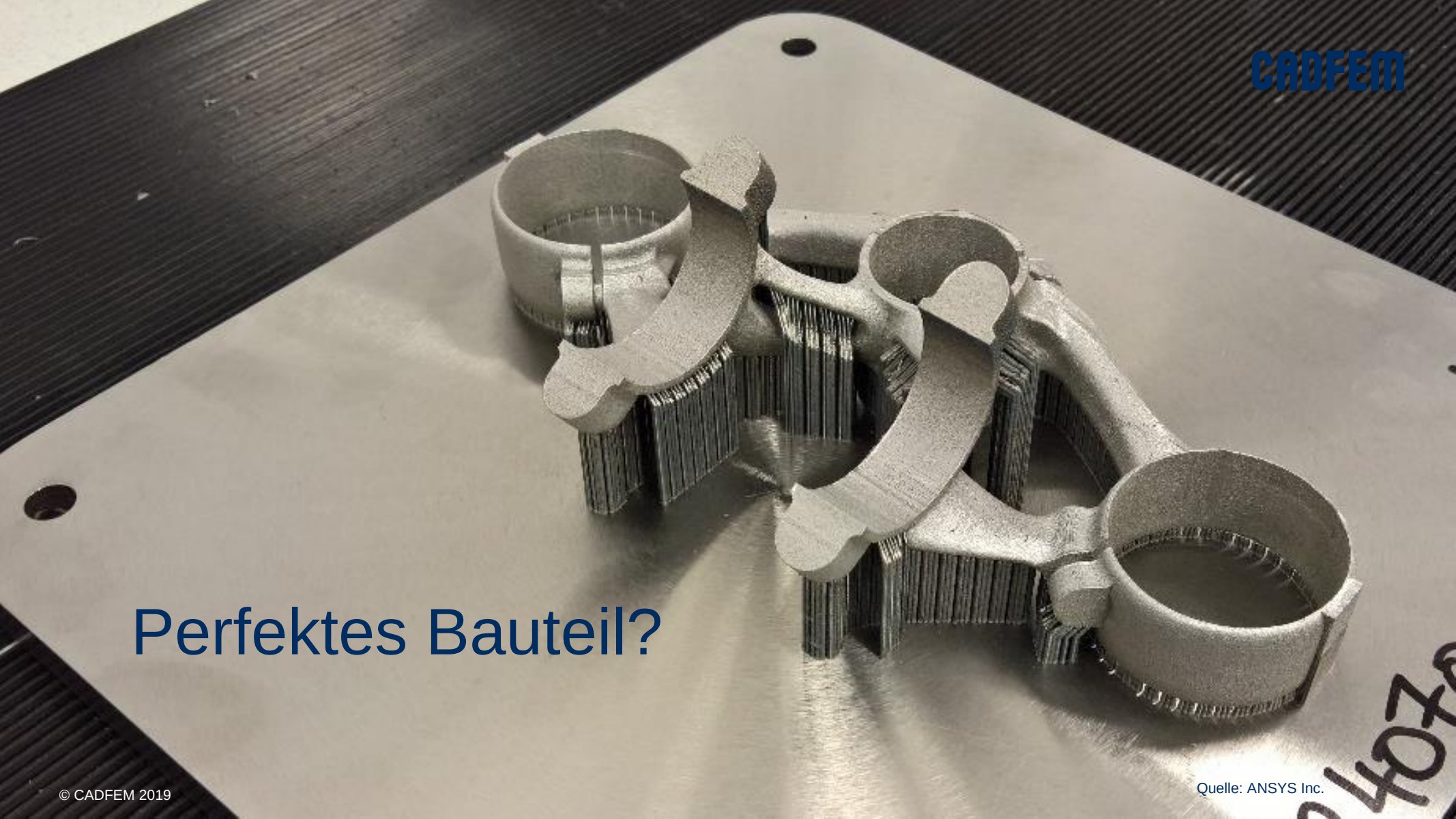
Quelle: TRUMPF Group

Bauteilverzug
Falsche Bauparameter
Beschichterkollisionen
...

© CADFEM 2019

Quelle: ANSYS Inc.

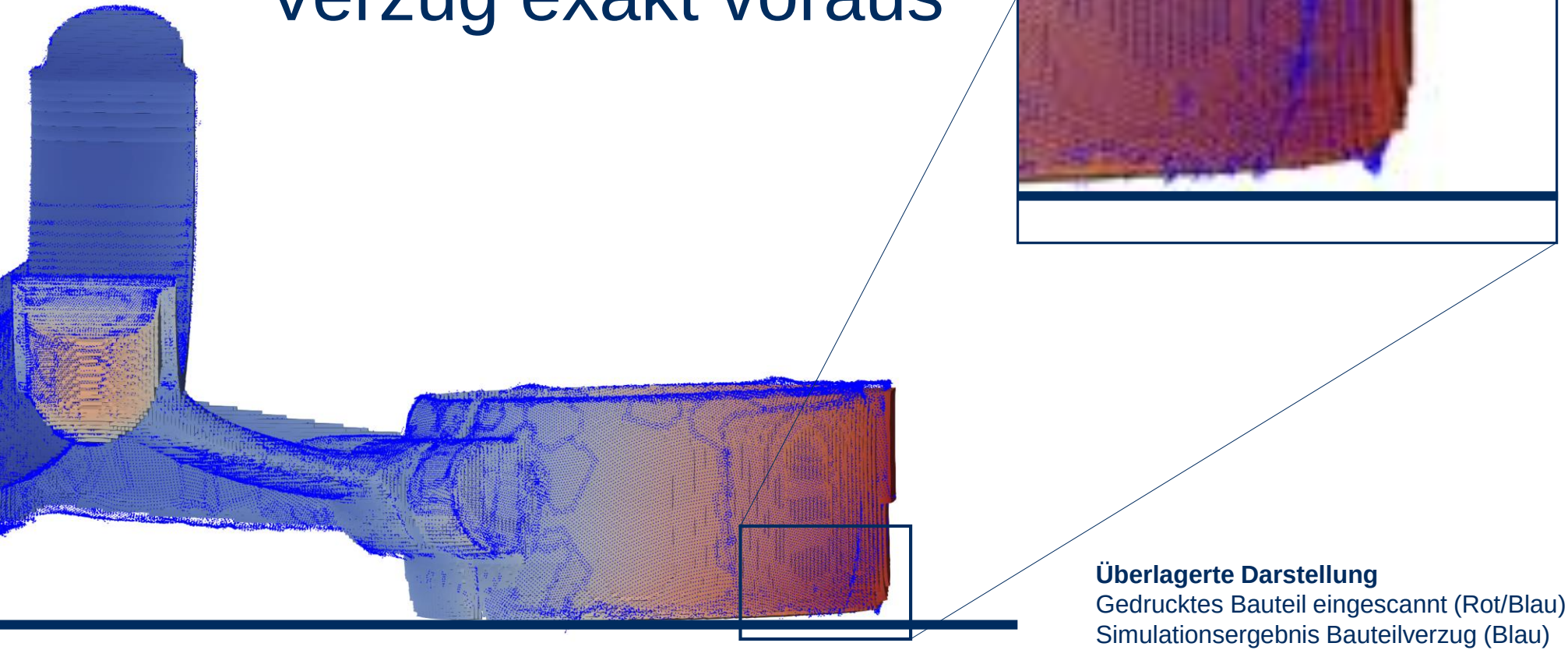
Perfektes Bauteil?



Quelle: ANSYS Inc.

© CADFEM 2019

Simulation sagt den Verzug exakt voraus



Überlagerte Darstellung
Gedrucktes Bauteil eingescannt (Rot/Blau)
Simulationsergebnis Bauteilverzug (Blau)

© CADFEM 2019

der 3D Druck Dienstleister

der Produktoptimierer

der Parameterentwickler

ANSYS®

Verschiedene Tools für unterschiedliche Motivationen

© CADFEM 2019

Lösungen für 3D Druck Dienstleister

© CADFEM 2019

Herausforderungen in der Metal AM Dienstleistungsbranche

© CADFEM 2019

Prototyping 80%

- Hoher Zeitdruck durch Terminzusagen
- Hoher Wettbewerbsdruck
- Viel Erfahrung in der Datenvorbereitung notwendig
- Zeitverlust durch Nachbearbeitung (Wärmebehandlung, Richten, Schleifen, Supports…)
- Schneller sein als konventionelle Fertigung

Serie 20%

- Individuelle, innovative Bauteile in kleinen Stückzahlen
- Genauigkeit der Bauteile
- Günstiger sein als konventionelle Fertigung

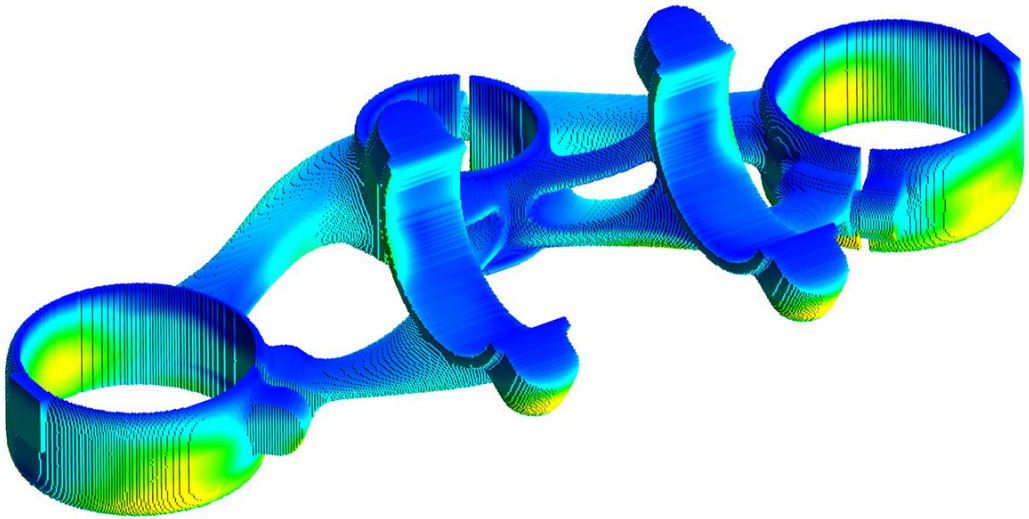
Ziel: Vermeiden von Fehldrucken

- Kritische Bauteile können beim ersten Mal korrekt hergestellt werden
- Reduzierung der Nachbearbeitung durch effizienteren Einsatz von Bauteilsupports

3D Druck

© CADFEM 2019

Effiziente Prozesssimulation



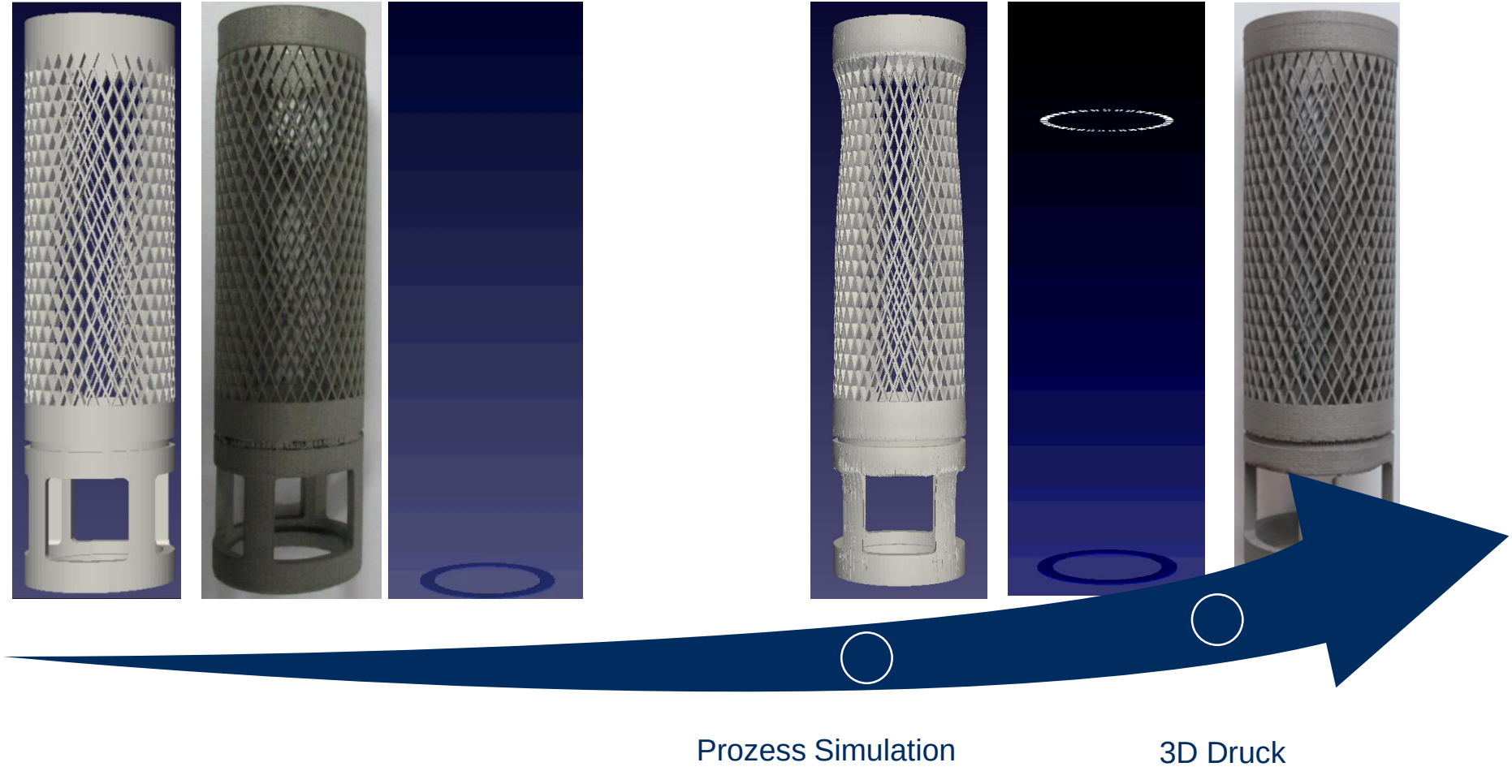
- Simulation von „schnell“ bis „detailliert“
- Simulation von realen Scan Pattern
- Vorhersage Spannungen
- Vorhersage Beschichterkollision
- Verzugskompensierte Geometrie
- Automatische Bauteilsupports

Prozess Simulation

3D Druck

© CADFEM 2019

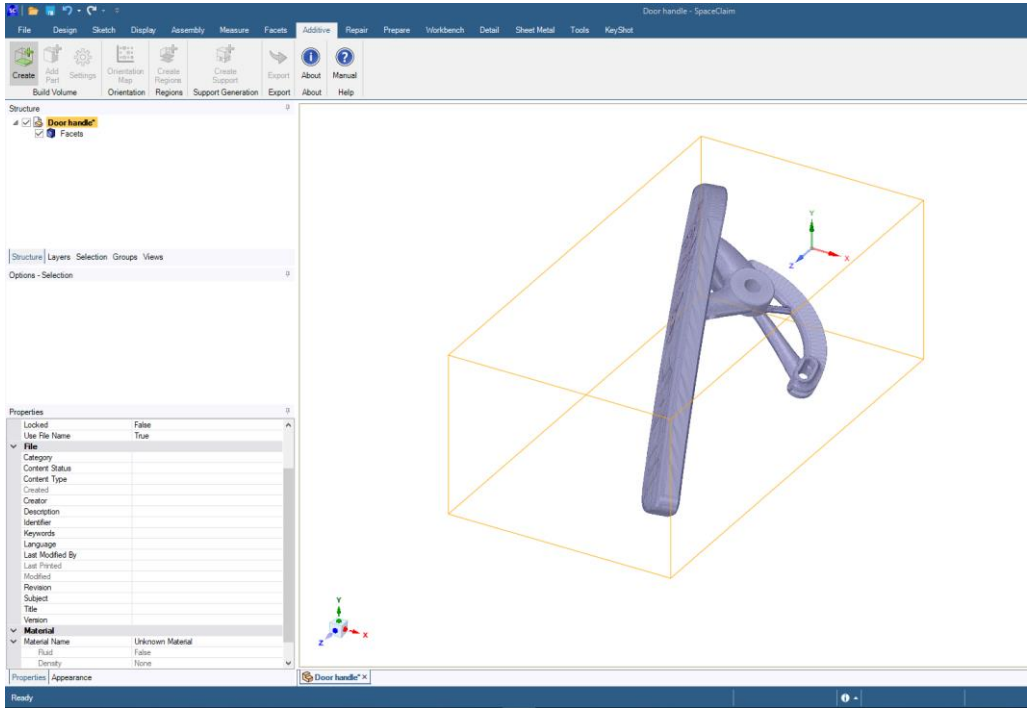
Beispiel: Verzugskompensierte Geometrie



© CADFEM 2019

Quelle: Croft Filters

Effiziente Datenvorbereitung



- Importieren diverser CAD Formate
- Direct Modeling
- Geometrierückführung aus Topologieoptimierung

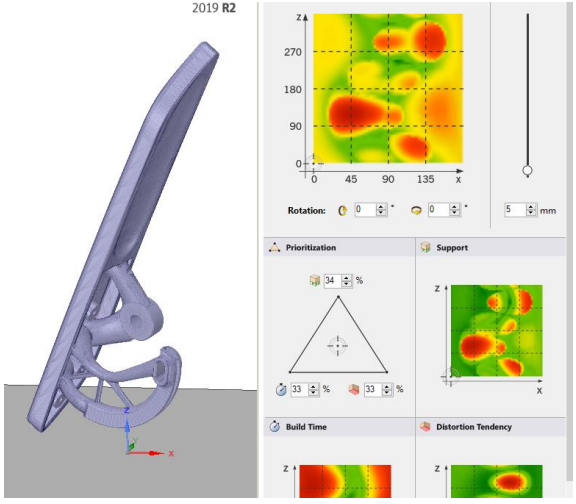
CAD Konstruktion

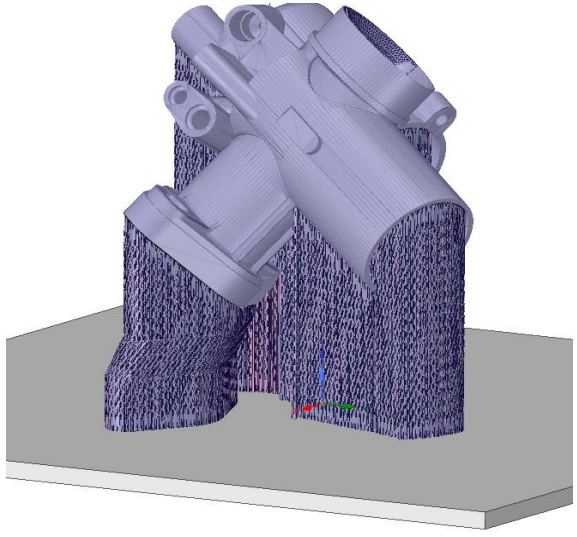
Prozess Simulation

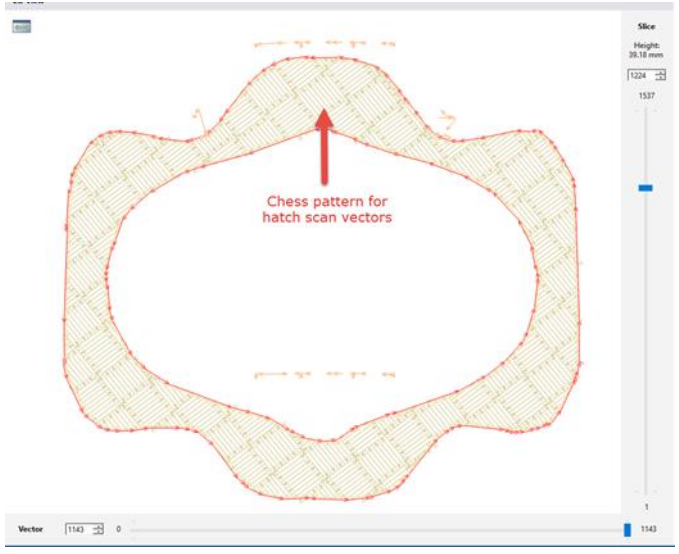
3D Druck

© CADFEM 2019

Baujobvorbereitung für Metall 3D Druck







- Visuell unterstütztes Orientieren
- Bauteilsupports
- Exportieren

CAD Konstruktion

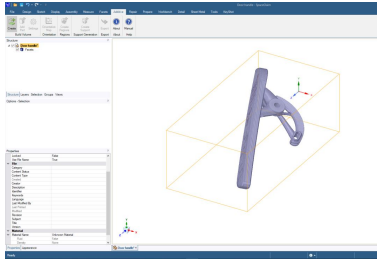
Baujob Vorbereitung

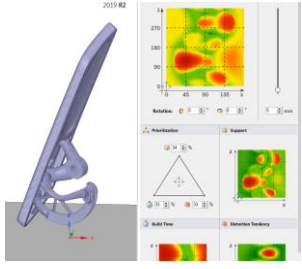
Prozess Simulation

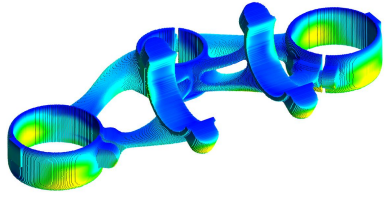
3D Druck

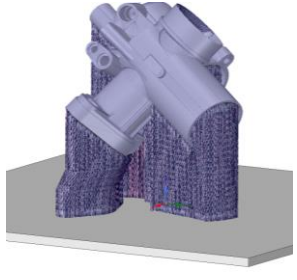
© CADFEM 2019

Effizienter AM Workflow









CAD Konstruktion

- Importieren div. CAD Formate
- Direct Modeling
- Geometrierückführung

Baujob Vorbereitung

- Visuell unterstütztes Orientieren
- Automatische Bauteilsupports
- Baujob Exportieren (aktuell nur SLM Solutions)

Prozess Simulation

- Simulation von „schnell“ bis „detailliert“
- Simulation von realen Scan Pattern
- Vorhersage Spannungen
- Vorhersage Beschichterkollision
- Verzugskompensierte Geometrie
- Automatische Bauteilsupports

3D Druck

- Kritische Bauteile können beim ersten Mal korrekt hergestellt werden
- Reduzierung der Nachbearbeitung durch effizienteren Einsatz von Bauteilsupports

© CADFEM 2019

ANSYS Additive Print

Für Prozessingenieure und Datenvorbereiter ohne Simulationserfahrung

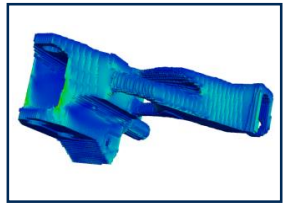
Optimierung des Prozesses:

- Finden einer guten Baurichtung
- Finden einer guten Supportstrategie
- Finden guter Bauparameter

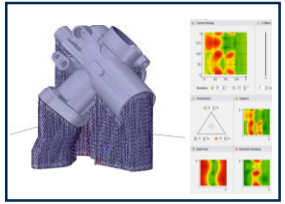
Ziele

- **Schnelle Datenvorbereitung**
- **Vom Schätzen zum Wissen**
- **Vermeiden von Fehldrucken**

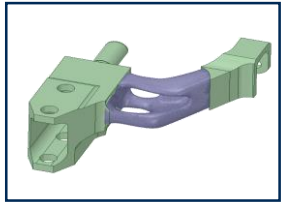
Für Workflow verwendete Software:



Additive Print



Additive Prep



SpaceClaim

© CADFEM 2019

Lösungen für Produktoptimierer

© CADFEM 2019

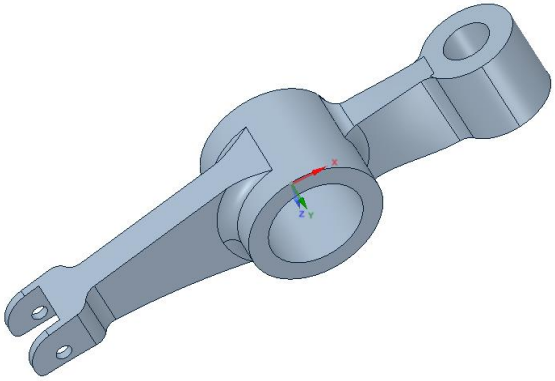
Herausforderungen in der Produktoptimierung im Metall 3D-Druck

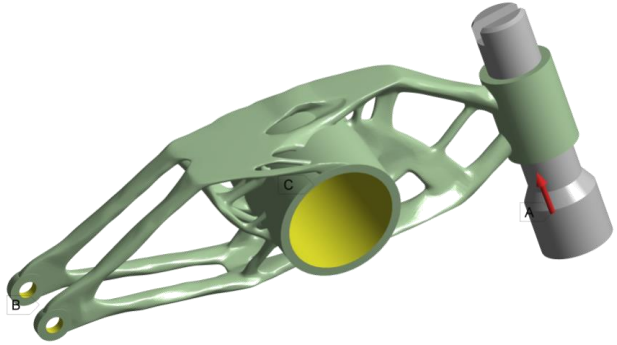
- Leichtbau / innovatives Design
- Günstiger sein als konventionelle Fertigung
- Identifizieren optimaler Produktionsstrategien und Minimierung der Nachbearbeitung
- Produktoptimierung für die Serienfertigung

Quelle: GKN Powder Metallurgy

© CADFEM 2019

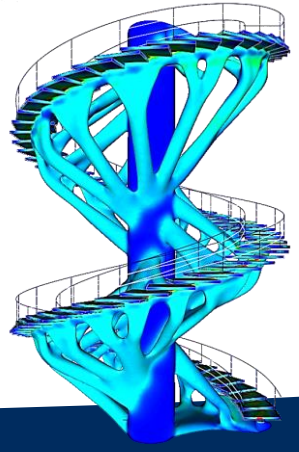
Topologie Optimierung

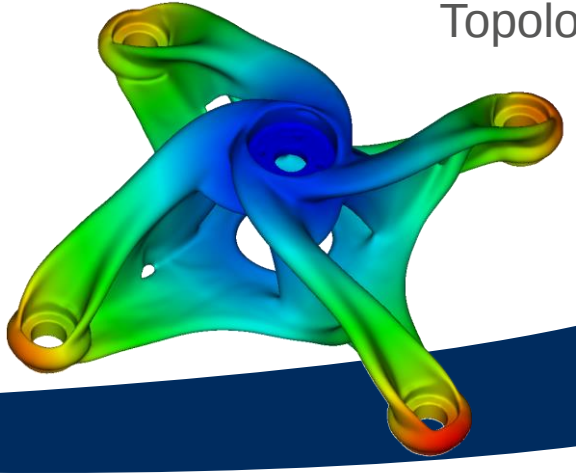




Sum of Reaction force (SIMP)

Oder Level-Set basierte
Topology Optimization

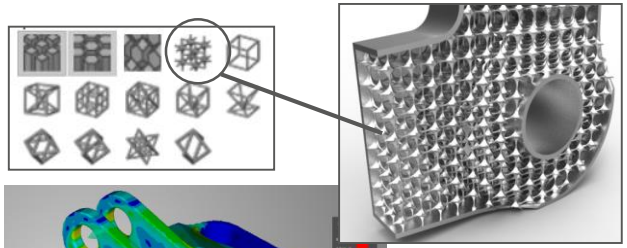


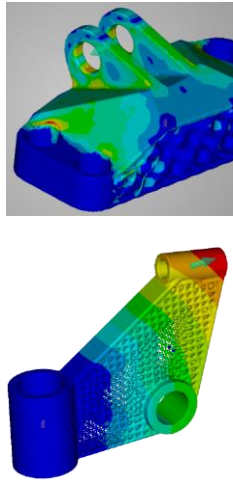


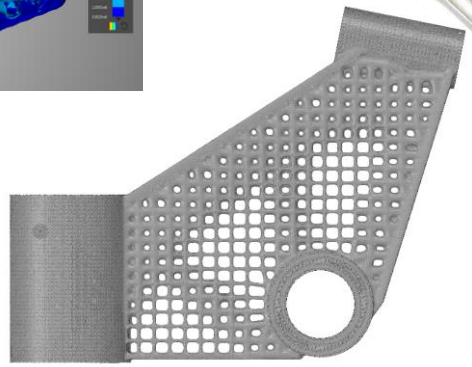
Topologie-
optimierung

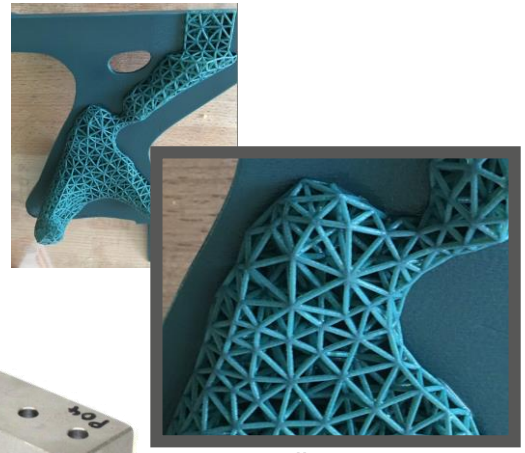
© CADFEM 2019

Gradierte Lattice Strukturen

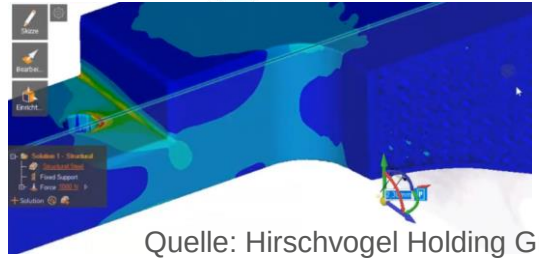








Quelle: Stratasys



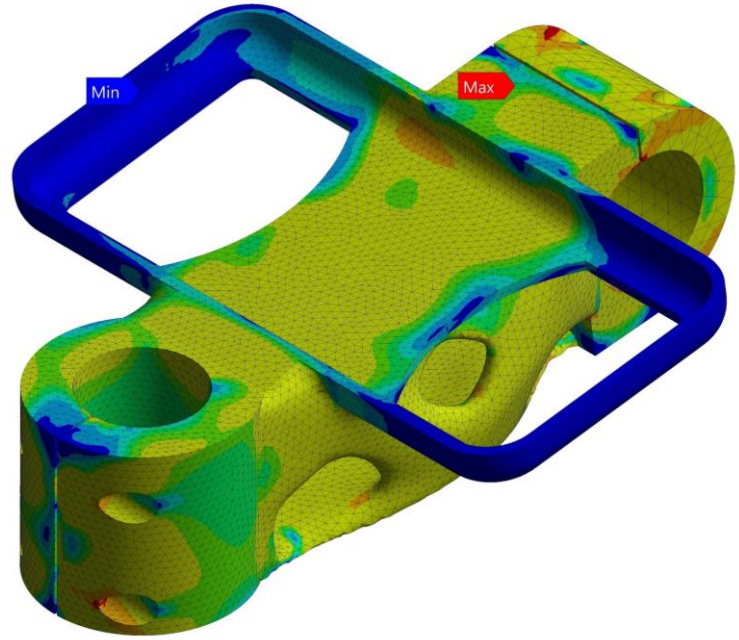
Quelle: Hirschvogel Holding GmbH

Topologie-optimierung

Lattice Strukturen

© CADFEM 2019

Lastfall Validierung



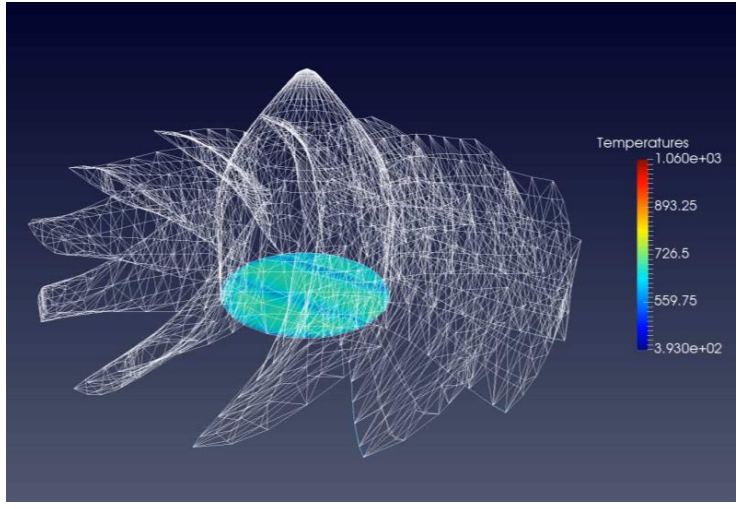
Topologie-
optimierung

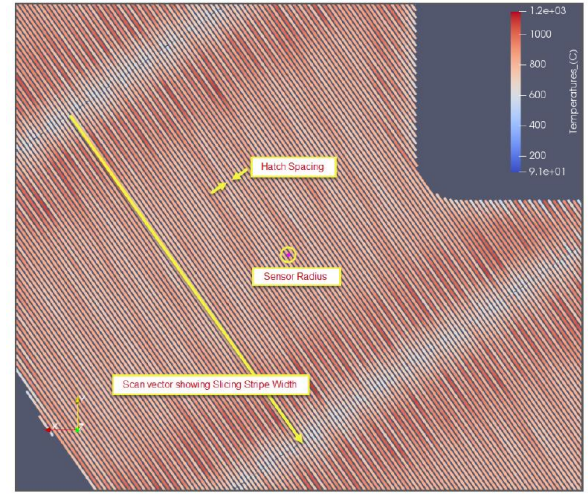
Lattice
Strukturen

Lastfall
Validierung

© CADFEM 2019

3D Druck Baustrategie Validierung





Topologie-
optimierung

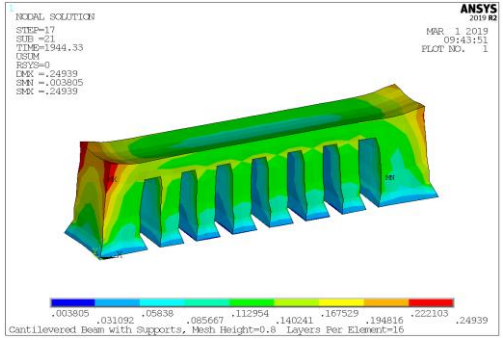
Lattice
Strukturen

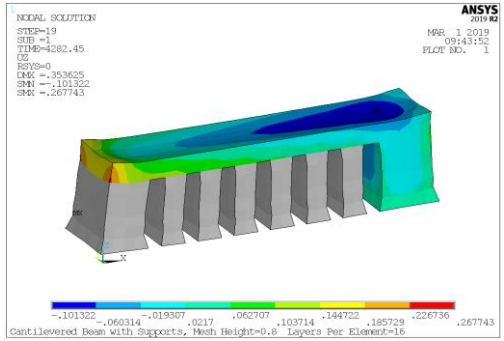
Lastfall
Validierung

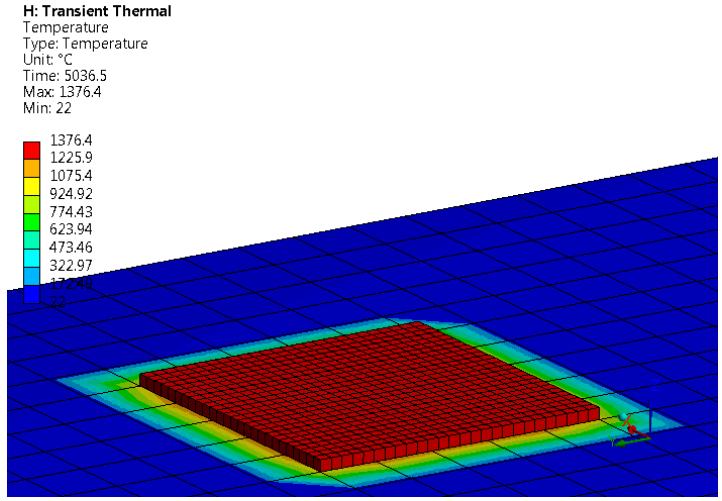
3D Druck
Baustrategie
Validierung

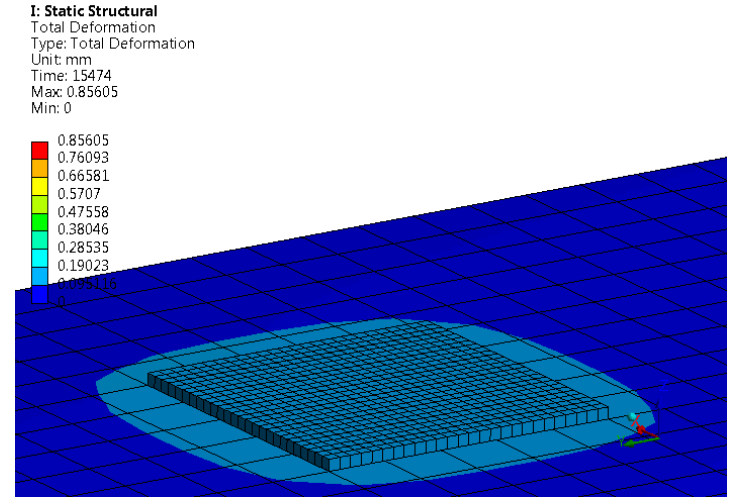
© CADFEM 2019

3D Druck Prozesssimulation









Topologie-optimierung

Lattice Strukturen

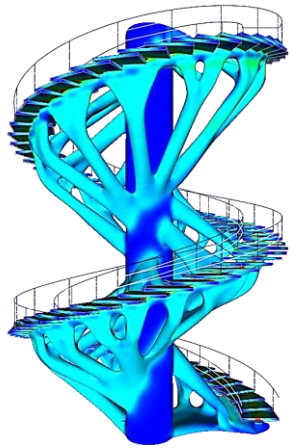
Lastfall Validierung

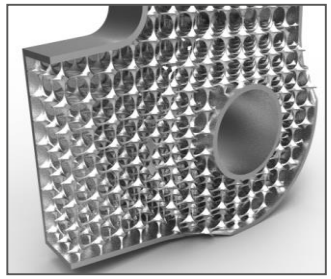
3D Druck Baustrategie Validierung

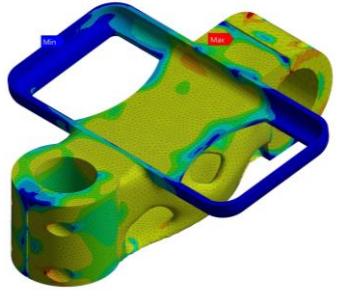
3D Druck Prozess-simulation

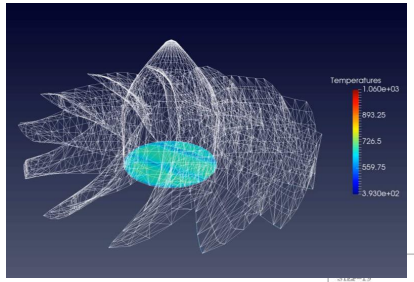
© CADFEM 2019

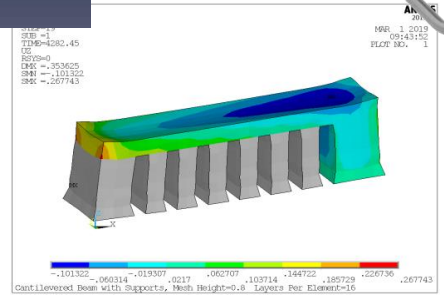
Workflow Produktoptimierung











Topologie-optimierung

Lattice Strukturen

Lastfall Validierung

3D Druck Baustrategie Validierung

3D Druck Prozess-simulation

3D Druck

© CADFEM 2019

ANSYS Additive Suite*

Für Produktentwickler

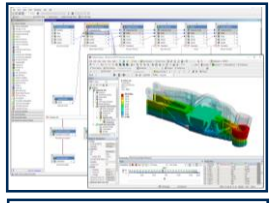
Optimierung des Produktes:

- Kombination der vollen ANSYS Simulationswelt (z.B. Temperaturfelder, strukturelle Stabilität, …)
- Durchgängiger parametrisierbarer Workflow
- Volle Flexibilität auch bei individuellen Prozessen

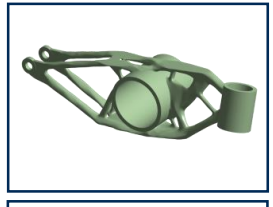
Ziel

Optimieren des
Prozess- & Bauteil Design

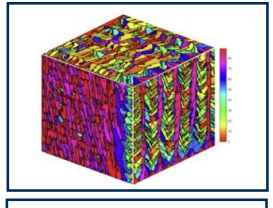
Für Workflow verwendete Software:



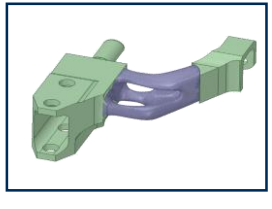
Workbench Additive*



Topologieoptimierung
und Latticeerzeugung



Additive Science



SpaceClaim

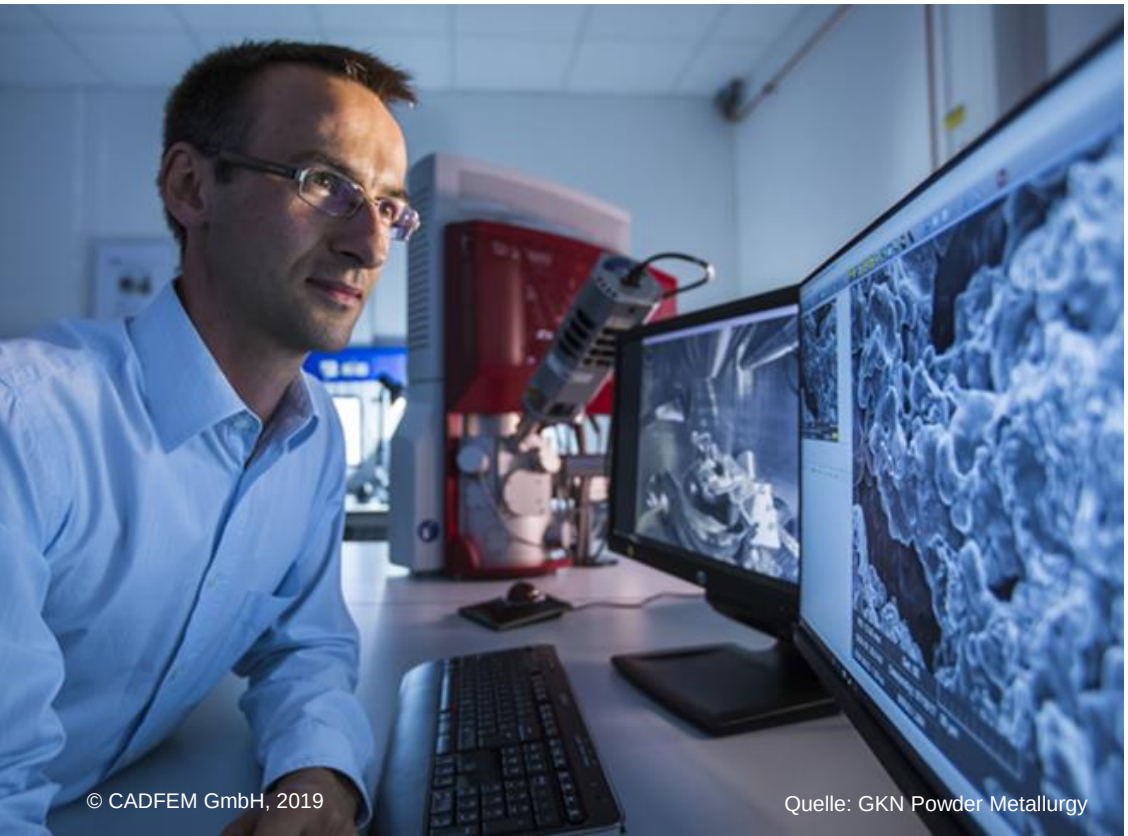
* Mechanical Enterprise Lizenz notwendig

© CADFEM 2019

Lösungen für Parameterentwickler

© CADFEM 2019

Herausforderungen in der Parameterqualifizierung neuer Metallpulver

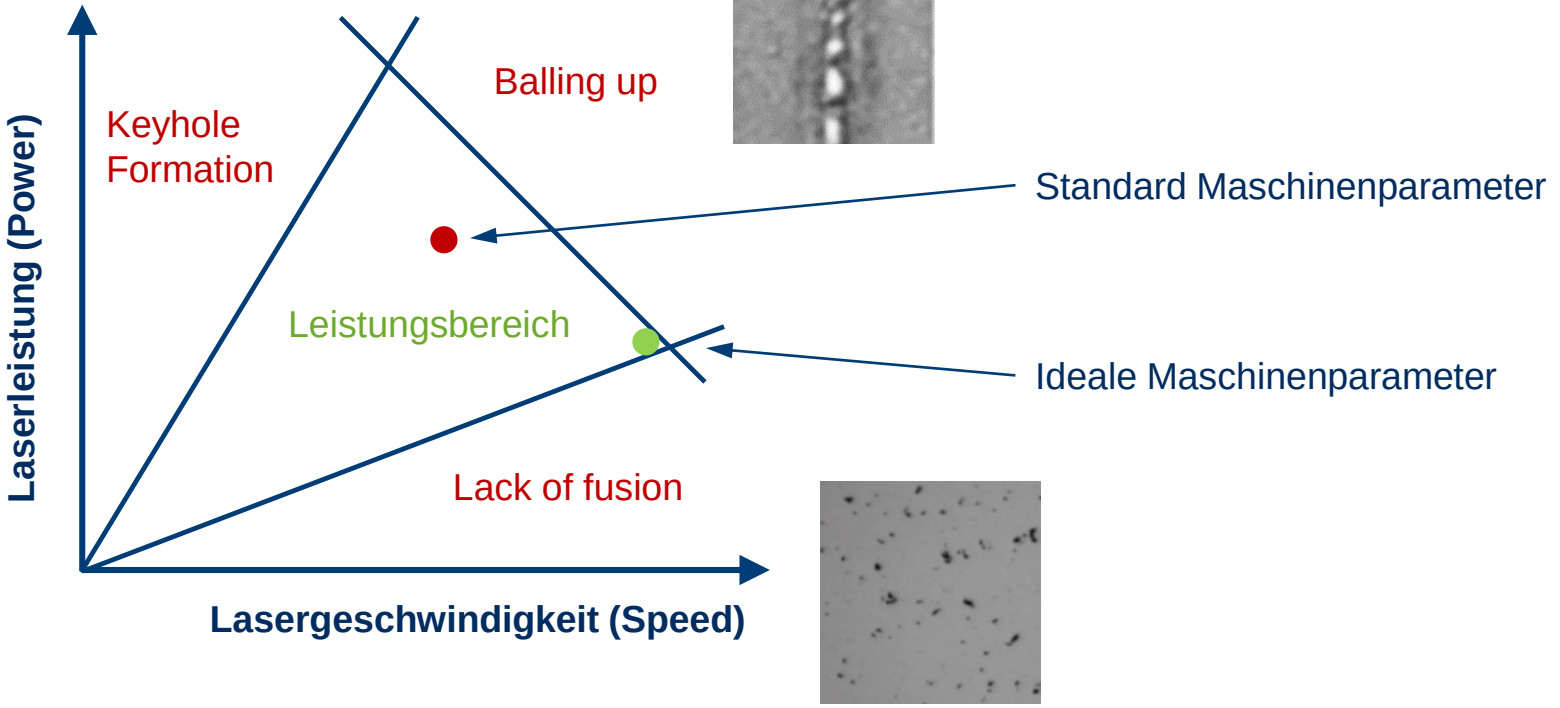


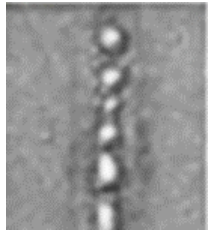
© CADFEM GmbH, 2019

Quelle: GKN Powder Metallurgy

- Zeitdruck zur Qualifizierung optimaler Parameter pro Material und Baustrategie
- Maschinenkapazität zum Druck von Testkörpern ist knapp
- Nur wenige Parameterkombinationen (Power, Speed, Hatch Space, …) sind geeignete Kandidaten
- Untersuchung von Testkörpern aufwendig und teuer

Entwickeln optimaler Prozessparameter

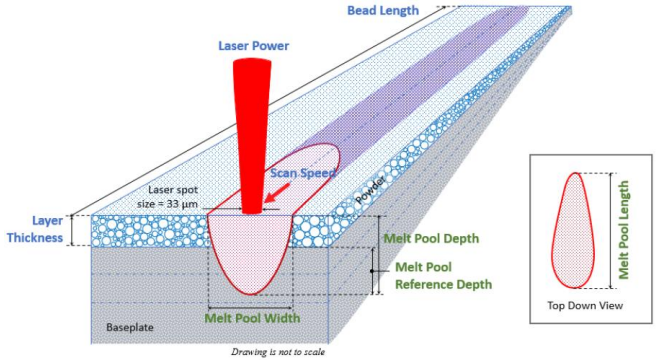


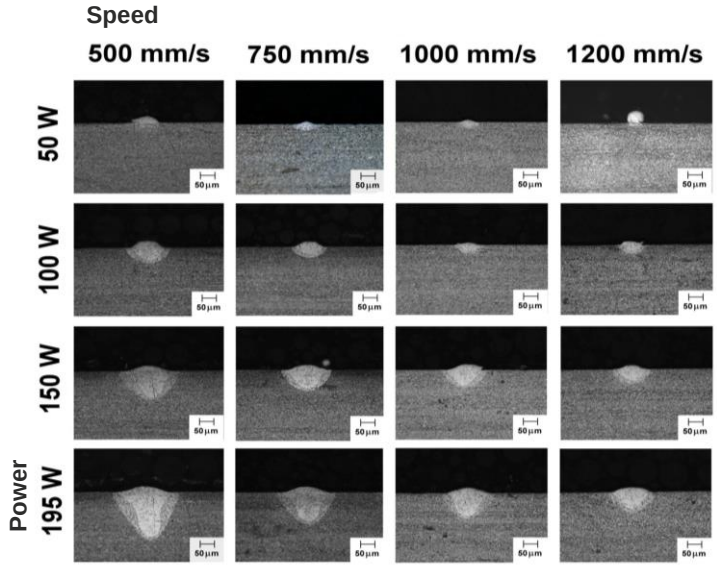


© CADFEM 2019

Quelle: https://www.linkedin.com/pulse/x-marks-spot-find-ideal-process-parameters-your-metal-marc-saunders/

Single Bead



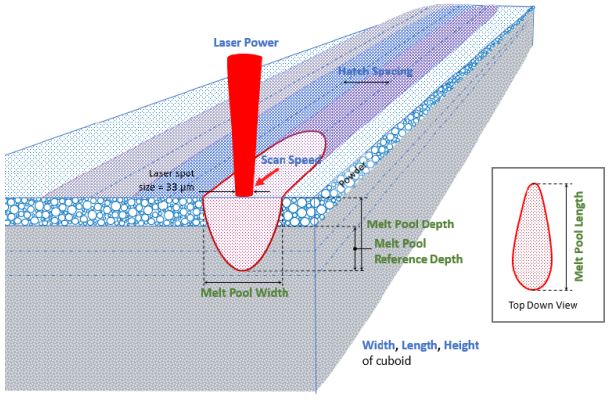


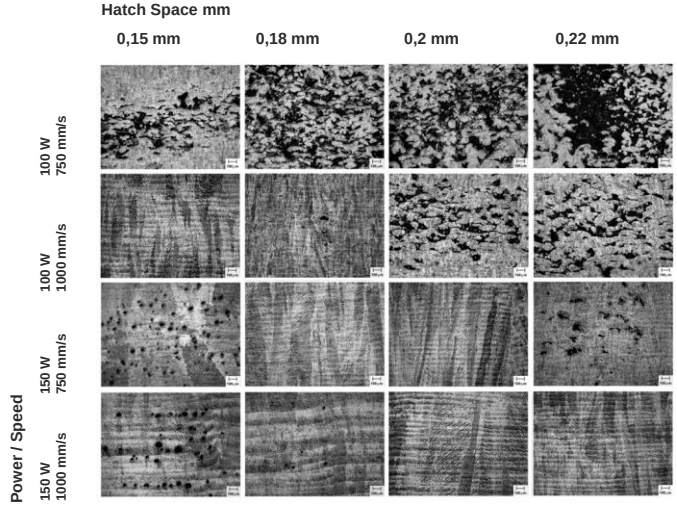
Eindringtiefe
(Single Bead)

Iterieren von Power und Speed

© CADFEM 2019

Ermittlung der Porosität



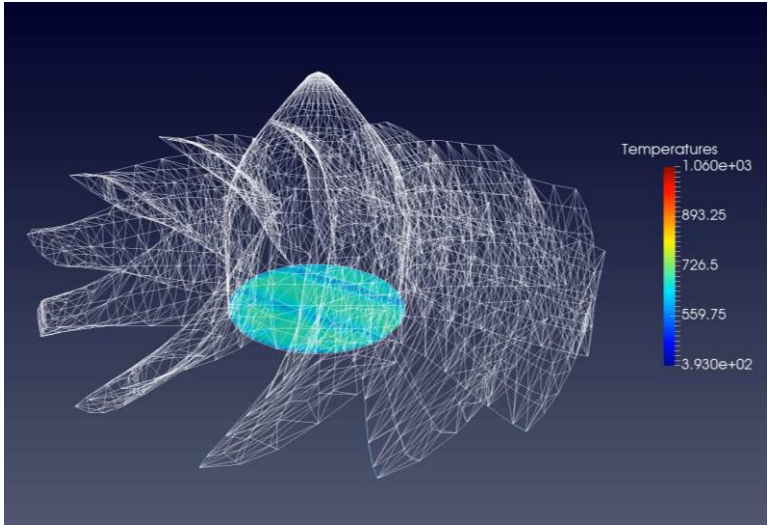


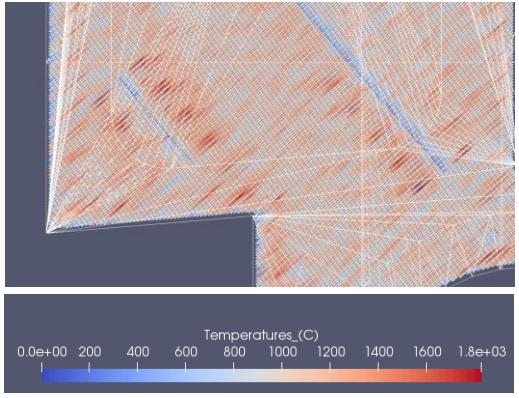
Eindringtiefe (Single Bead)
Iterieren von Power und Speed

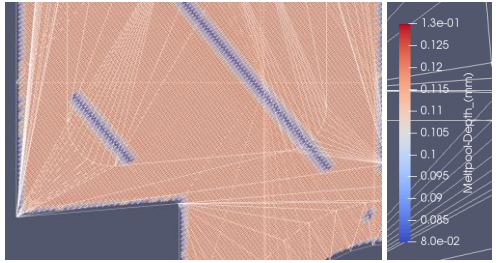
Ermittlung der Porosität
Iterieren der Hatch Abstände

© CADFEM 2019

Thermische Historie







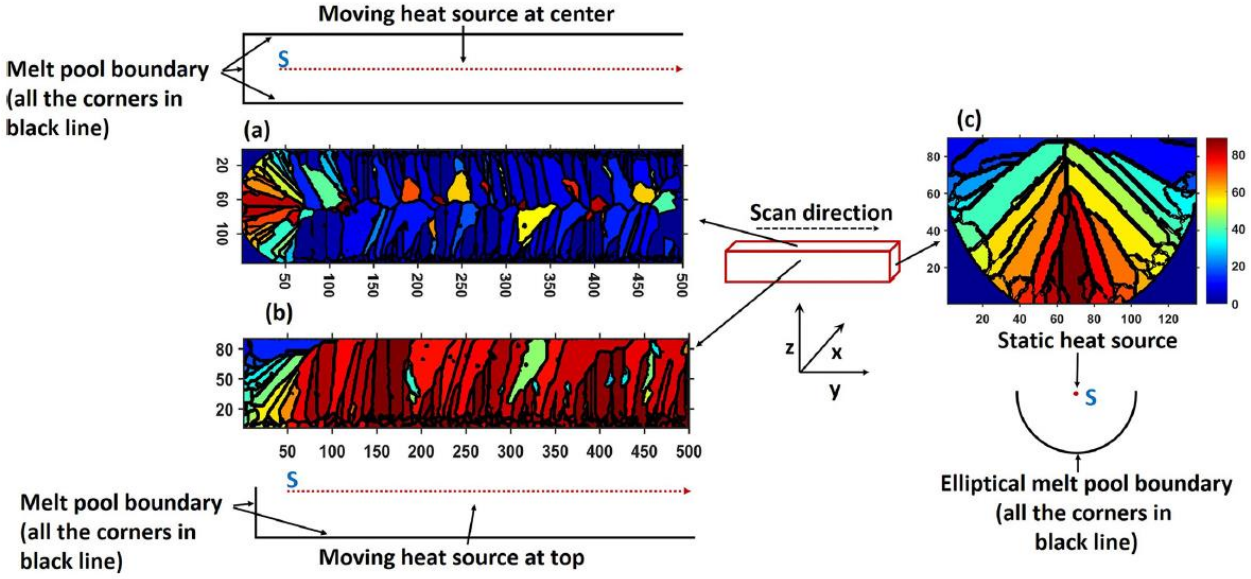
Eindringtiefe (Single Bead)
Iterieren von Power und Speed

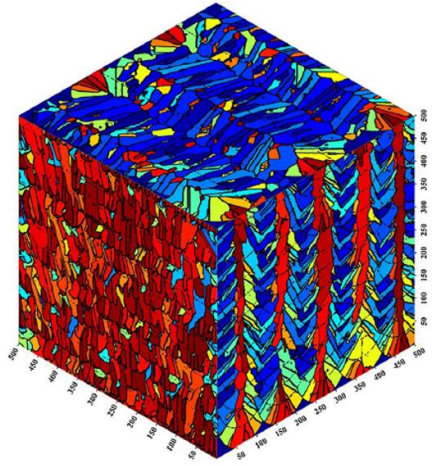
Ermittlung der Porosität
Iterieren der Hatch Abstände

Thermische Historie
Lokaler Wärmeeintrag der Baustrategie, Muster

© CADFEM 2019

Vorhersage der Mikrostruktur





Bidirection orientation

Vorhersage der Mikrostruktur

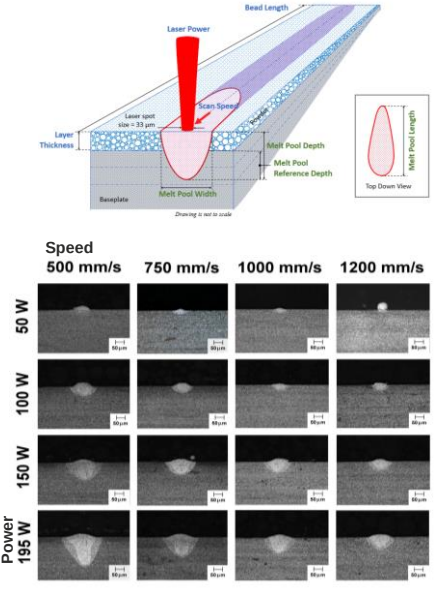
Eindringtiefe (Single Bead)
Iterieren von Power und Speed

Ermittlung der Porosität
Iterieren der Hatch Abstände

Thermische Historie
Lokaler Wärmeeintrag der Baustrategie, Muster

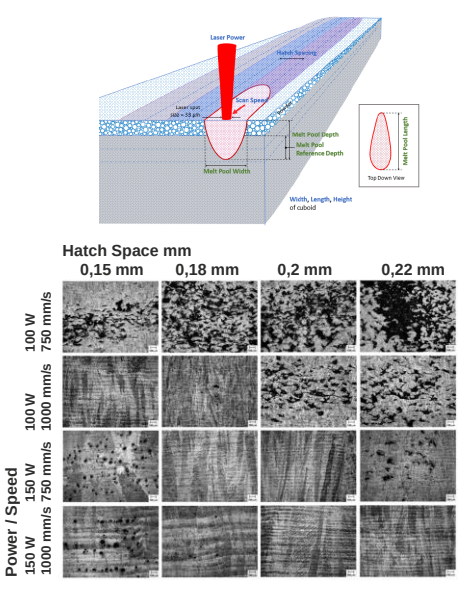
© CADFEM 2019

Simulationsgestützte Parameterentwicklung



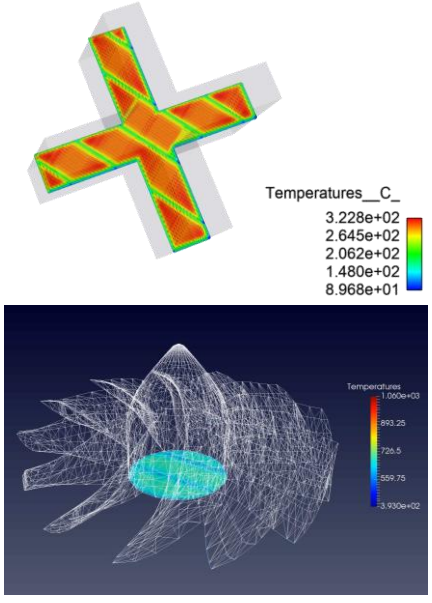
Eindringtiefe (Single Bead)

Iterieren von Power und Speed



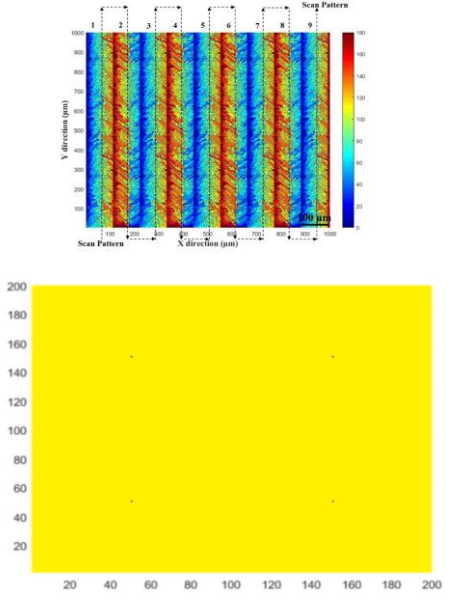
Ermittlung der Porosität

Iterieren der Hatch Abstände



Thermische Historie

Lokaler Wärmeeintrag der Baustrategie, Muster



Vorhersage der Mikrostruktur

© CADFEM 2019

Aktuell unterstützte Materialien

	Additive Print			Additive Science			
Vorhandene Materialien	Assumed Strain	Scan Pattern	Thermal Strain	Single Bead	Porosity	Thermal History	Micro-structure
In718	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
In625	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
CoCr	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Ti64	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
AlSi10Mg	✓	✓					
17-4PH	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Al357	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
316L (Beta)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

Materialien können für **Assumed Uniform Strain** und **Scan Pattern** individualisiert werden.
Zusätzliche Materialien werden laufend in neuen Releases durch ANSYS veröffentlicht.
Mikrostruktur aktuell nur mit In718 möglich.

© CADFEM GmbH, 2019

Quelle: GKN Powder Metallurgy

ANSYS Additive Science

Für Materialentwickler

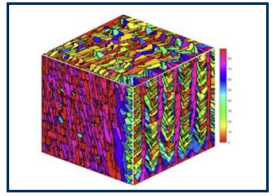
Optimierung der Parameter:

- Schnelle Identifizierung geeigneter Parameterkombinationen
- Optimierung der Baustrategie
- Vorhersage der lokal-spezifischen mikrostrukturellen Details

Ziel:

Verkürzung der Zeit für die Parameterentwicklung

Für Workflow verwendete Software:



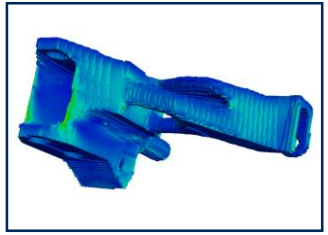
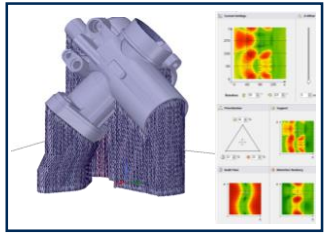
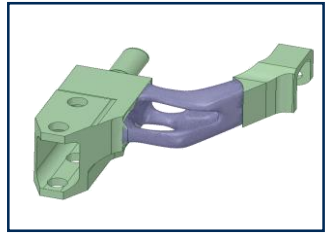
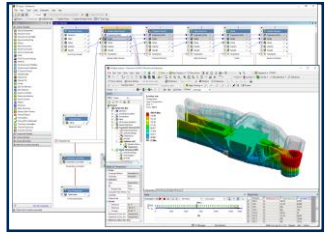
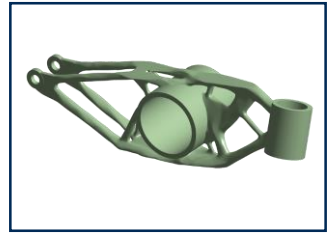
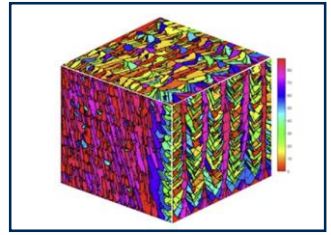
Additive Science

© CADFEM 2019

Produktübersicht

© CADFEM 2019

Übersicht ANSYS Additive Software

Additive Print

Simulation für Metall 3D-Druck (Pulverbettverfahren)

Simulation von
- Bauteilverzügen
- Spannungen
- Thermische Belastungen

Einfache Bedienung (keine Simulationserfahrungen notw.)

Vermeiden von Fehldrucken

Automatische
- Supportgenerierung
- Verzugskompensierung

Additive Prep

Aufbereitung für 3D-Druck
- Supports
- Orientierungsassistent
- Reparatur auf Facettenbasis

Integriert innerhalb SpaceClaim

SpaceClaim

CAD Direct Modeler

Bearbeiten, Reparieren und Erstellen beliebiger Geometrien

Geometrierückführung nach einer Topologieoptimierung

Workbench Additive

Simulation von
- Bauteilverzügen
- Spannungen
- Thermische Belastungen

Wärmebehandlung

Durchgängiger parametrisierbarer Workflow

Volle Flexibilität auch bei individuellen Prozessen

Multi-Physik Simulationen

Topologie- und Latticeerzeugung

Physikalisch motivierte Formfindung

Leichtbaustrukturen

Kostenreduktion

Lastabhängige Latticestrukturen

Additive Science

Verkürzung der Zeit für die Parameterentwicklung

Schnelle Identifizierung geeigneter Parameter-kombinationen

Optimierung der Materialparameter und Baustrategien

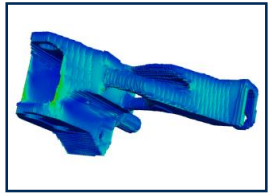
Vorhersage der lokal-spezifischen mikrostrukturellen Details

© CADFEM 2019

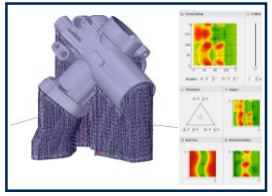
Übersicht ANSYS Additive Produktbundles

CADFEM

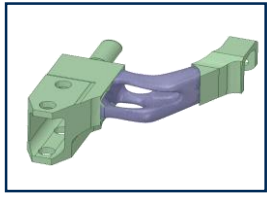
Additive Print



Additive Print

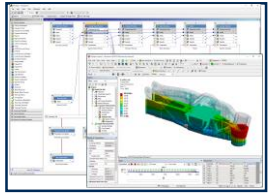


Additive Prep

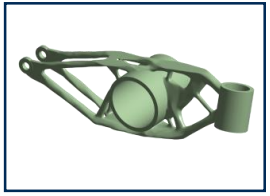


SpaceClaim

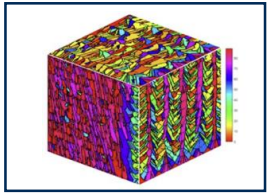
Additive Suite*



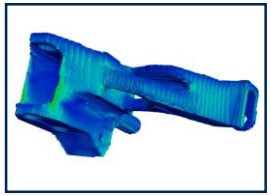
Workbench Additive



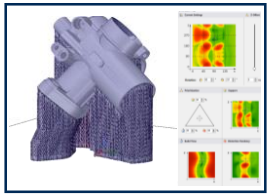
Topologie- und Latticeerzeugung



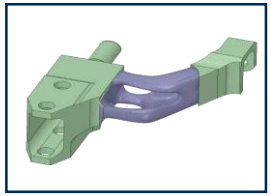
Additive Science



Additive Print



Additive Prep



SpaceClaim

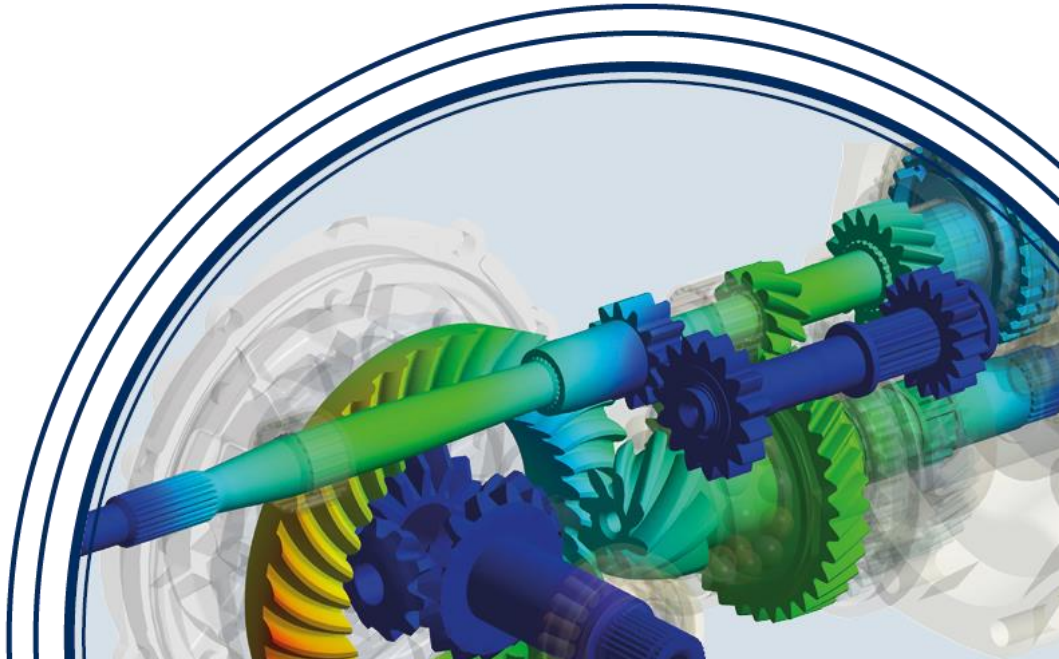
* Mechanical Enterprise Lizenz notwendig

© CADFEM 2019

Simulation ist unsere Welt

Keno Kruse

Business Development Manager



© CADFEM 2019