

Leistungsangebot

Das Fraunhofer-Zentrum HTL erstellt im Kundenauftrag Apps, mit denen Thermo-prozesse für Keramik- oder Pulvermetallprodukte selbständig optimiert werden können. Dazu werden zunächst gemeinsam mit dem Kunden die Problemstellung und Optimierungsziele formuliert. Danach werden die benötigten Materialdaten gemessen und in der Software implementiert. Es können verschiedene Ausbaustufen realisiert werden:

- Rein materialspezifische Simulation – geeignet für kleine Objekte
- Simulation für variable Bauteilgeometrien
- Berücksichtigung ofenspezifischer Wärmeübertragung
- Berücksichtigung von Spannungen im Bauteil
- Vorhersage von Bauteilverzug, z. B. durch Schwerkraft

Zum Lieferumfang jeder App gehören eine Dokumentation und eine Schulung zur effektiven Nutzung. Spätere Updates, etwa zur Implementierung anderer Materialdaten oder zur Erweiterung des Funktionsumfangs, sind jederzeit möglich.



Kontakt

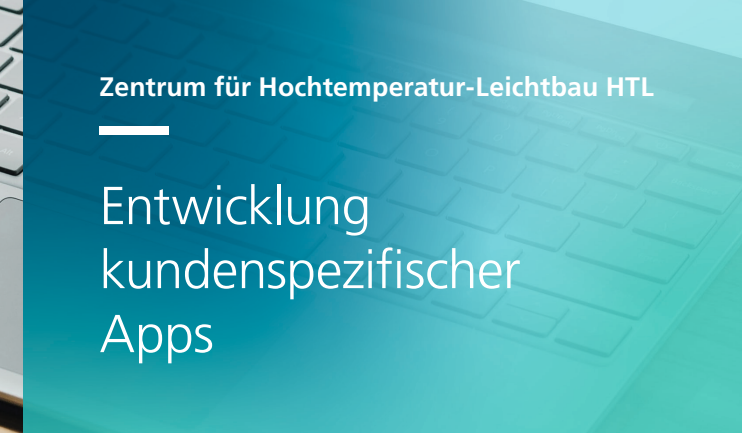
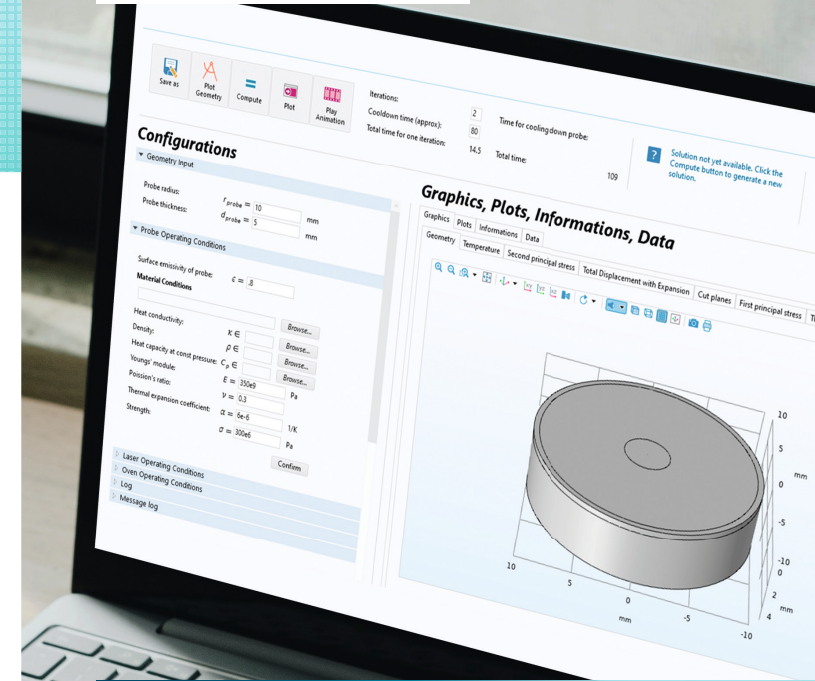
Heiko Ziebold
Tel. +49 921 78510 393
heiko.ziebold@isc.fraunhofer.de

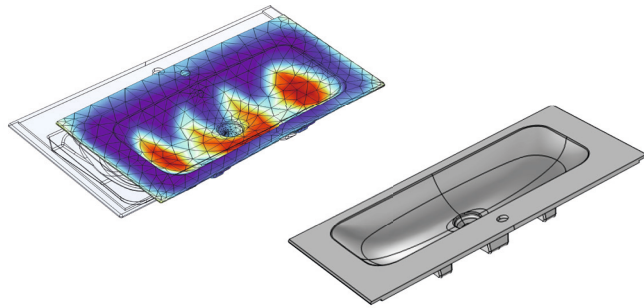
PD Dr. Gerhard Seifert
Tel. +49 921 78510 350
gerhard.seifert@isc.fraunhofer.de

Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL
Gottlieb-Keim-Straße 62
95448 Bayreuth
www.htl.fraunhofer.de



© Fraunhofer-Gesellschaft e.V.,
München 2025





Maßgeschneiderte Software zur Optimierung von Thermoprozessen

Bei der pulvermetallurgischen Herstellung von keramischen und metallischen Produkten hängt der Erfolg fast immer maßgeblich an der richtigen thermischen Behandlung der Bauteile. Dies gilt für klassische Formgebung wie Kaltpressen ebenso wie für additiv gefertigte Komponenten. Das Fraunhofer-Zentrum HTL entwickelt kundenspezifische Apps, mit denen Sie Wärmeprozesse selbständig optimieren können.

Technisches Konzept

Hinter der Optimierungs-Software steckt eine langjährig erprobte und stetig weiterentwickelte Methodik: Zunächst wird problemspezifisch das Materialverhalten im betrachteten Thermoprozess durch präzise In-situ-Messungen ermittelt. Auf Basis der Messdaten wird ein Finite-Elemente-Modell erstellt, welches das Materialverhalten, wie z. B. den Druckaufbau durch Pyrolyseprodukte oder lokale Spannungen durch die Sinterschwindung im Bauteil, vorhersagen kann. Auf Basis der validierten Modelle können die Prozesse am Computer optimiert werden.

Mögliche Prozesse

- Dehydratation
- Binderausbrand / Pyrolyse
- Sinterung

Vorteile

- Minimierung des Energieverbrauchs
- Maximierung des Durchsatzes
- Endformnahe Fertigung
- Minimierung von Ausschuss
- Schutz von kritischem Know-how

Material- und Ofencharakterisierung

Als Grundlage der digitalen Optimierung werden genaue Messdaten zum Erwärmungsgut und (optional) der spezifischen Ofensituation erfasst:

- Messung thermophysikalischer Materialeigenschaften
- In-situ-Charakterisierung von Materialeigenschaften über ThermoOptische Messanlagen (TOM)
- Auf Wunsch Erfassung zusätzlicher Parameter im Industrieofen
 - Temperaturverteilung
 - Art und Strömungsrate von Prozessgasen

Simulationsverfahren

Für die Simulationen wird die bewährte FE-Software COMSOL verwendet. Die Modelle beruhen u. a. auf dem kinetic field Verfahren und der Kontinuumsmechanik.



Optionen zur Umsetzung in den Apps

Mit unserer Technologie erstellen wir individuelle Softwareprodukte, die für Ihre spezifischen Materialien und unterschiedlichen Bauteilgeometrien die Optimierung der Wärmeprozesse ermöglichen. Die Apps werden aus den FE-Modellen generiert, funktionieren aber als Standalone-Programme; eine eigene COMSOL-Lizenz ist nicht nötig. Die für ein Produktmaterial spezifischen In-situ-Messdaten sind in der jeweiligen App implementiert.

Als Basisfunktionalität kann in jeder App die schnellste oder energiesparendste Temperatur-Zeit-Kurve zum Erreichen des gewünschten Endzustandes (z. B. Sinterdichte) ermittelt werden. Je nach Prozess und Qualitätsanspruch kann die Funktionalität erweitert werden um:

- Einlesbarkeit variabler Probengeometrien
- Berechnung und Auswertung mechanischer Spannungen im Bauteil infolge von Pyrolyse- oder Verbrennungsgasen oder Temperaturgradienten im Bauteil
- Vorhersage von Bauteilverzug
- Berücksichtigung der Produktposition im Brennstapel
- Berücksichtigung von Heißgasströmung im Ofen