



## Optimierung durch Simulationstools

Die Anwendung der gemessenen thermophysikalischen Daten in unseren eigenen Simulationstools ermöglicht es uns, Materialien, Bauteile und Prozesse in höchst effizienter Weise zu optimieren. Alle Arten von Entwicklungsaufgaben hinsichtlich Prozess-, Material- und Energieeffizienz können durchgeführt werden. Zeit- und kostenintensive Versuche während der Produktion können durch diesen kombinierten Ansatz vermieden werden:

- Messung der thermophysikalischen Eigenschaften in ThermoOptischen Messanlagen (TOM)
- Parametrisierung von Daten – insbesondere der Kinetik – in thermisch aktivierten Reaktionen bei robusten Modellen
- Optimierung der Wärmebehandlungsprozesse mithilfe von FE-Simulationen einschließlich der Wechselwirkung zwischen Produkt und Ofen-Setup
- Laborvalidierung und Transfer der Laborergebnisse auf den Produktionsmaßstab

## Ofeninspektion und Energieeffizienz

Die Qualität von Wärmebehandlungsprozessen ist abhängig von der Temperaturverteilung und Atmosphäre im Ofen. Diese können an definierten Stellen und mit hoher Präzision überwacht werden:

- Messung der Temperaturverteilung mit eigens entwickelten und kalibrierten Temperaturindikatoren
- Analyse der lokalen Atmosphäre und Strömungsrate im Ofen durch Hochtemperaturdetektoren und Gasentnahmelanzen

## Kontakt

Dr. Holger Friedrich  
Tel. +49 921 78510 300  
[holger.friedrich@isc.fraunhofer.de](mailto:holger.friedrich@isc.fraunhofer.de)

PD Dr. Gerhard Seifert  
Tel. +49 921 78510 350  
[gerhard.seifert@isc.fraunhofer.de](mailto:gerhard.seifert@isc.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL  
Gottlieb-Keim-Straße 62  
95448 Bayreuth  
[www.htl.fraunhofer.de](http://www.htl.fraunhofer.de)

© Fraunhofer-Gesellschaft e.V.,  
München 2021



Das Fraunhofer-Zentrum HTL  
ist nach ISO 9001:2015 zertifiziert



Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL

# Optimierung thermischer Prozesse

Hohe Temperaturen – Effiziente Lösungen

# Optimierung thermischer Prozesse

Das Fraunhofer-Zentrum HTL optimiert Wärmebehandlungsprozesse zur Herstellung von Keramiken, Metallen und Metall-Keramik-Kompositen.

## Vorteile

- Minimierung des Energieverlustes
- Maximierung des Durchsatzes
- Verbesserte Prozesskontrolle
- Minimierung von Ausschuss

## Optimierbare thermische Prozesse

- Trocknung
- Dehydratation
- Binderausbrand / Pyrolyse
- Sinterung
- Metallinfiltration (reaktiv / passiv)

## Konzept

Wärmebehandlungsprozesse werden material-spezifisch für das betrachtete Wärmebehandlungsgut optimiert. Dies geschieht systematisch auf Basis präziser Messverfahren und unter klar definierten Messbedingungen, fallabhängig unterstützt durch spezielle Simulationstechniken.

## Verfahrensweise

- Erfassung der thermophysikalischen Eigenschaften
- Inspektion des Industrieofens inklusive:
  - Temperatur und lokale Temperaturverteilung
  - Zusammensetzung und Strömungsrate von Prozessgasen
- Nachstellen der industriellen Prozessbedingungen in ThermoOptischen Messanlagen (TOM) hinsichtlich:
  - Atmosphäre
  - Temperatur
- In-situ-Charakterisierung von Materialeigenschaften über ThermoOptische Messanlagen (TOM)
- Simulation des Materialverhaltens während der Wärmebehandlung
- Verifizierung der Resultate
- Übertragung der Resultate auf den Industrieofen
- Optional: Entwicklung von problemspezifischen Apps zur selbständigen Prozessoptimierung durch den Anwender



## In-situ-Charakterisierung

Unsere ThermoOptischen Messanlagen (TOM) ermöglichen die Simulation industrieller Wärmebehandlungsprozesse im Labormaßstab. Alle üblichen Ofenatmosphären können reproduziert werden: Gasbrenneratmosphäre, Luft, Inertgase, Formiergas, Wasserstoff, Vakuum, Überdruck etc.

- Detektoren erfassen die Materialänderungen und thermo-physikalischen Eigenschaften während der Wärmebehandlung mit höchster Präzision

## Angebot möglicher Messungen

- Massenänderung und Gasaustritt während der Trocknung, Dehydratation, Entbinderung und Sinterung
- Dimensionsänderung und Verformung während der Trocknung, Entbinderung und Sinterung
- Schallemissionserkennung bezüglich der Bildung von Rissen bzw. Defekten
- Benetzungsverhalten
- Kriechverhalten und Viskosität
- Temperaturwechselbeständigkeit
- Änderung der Temperaturleitfähigkeit während der Sinterung