

## TOM-Anlagen

Mit eigens entwickelten ThermoOptischen Messöfen (TOM) kann der industrielle Wärmebehandlungsprozess im Labor nachgestellt werden.

- **TOM\_ac** für kontrollierte Atmosphären, graphitbeheizt bis 2200 °C: Dimensionsänderungen, Lastversuche, Gravimetrie
- **TOM\_air** für Betrieb an Luft bis 1750 °C: Dimensionsänderungen, Lastversuche, Gravimetrie, Schallemissionsmessung
- **TOM\_metal**<sup>1)</sup> für Wasserstoffatmosphäre oder Überdruck, graphitbeheizt bis 1800 °C: Dimensionsmessungen
- **TOM\_gas** für Gasbrenneratmosphäre bis 1500 °C: Gravimetrie
- **TOM\_II** für Messungen in Gasbrenneratmosphäre bis 1500 °C: Dimensionsmessungen
- **TOM\_wave**<sup>1)</sup> für Messungen thermomechanischer und thermophysikalischer Eigenschaften bis 1750 °C: Thermochock, Temperaturleitfähigkeit, E-Modul, Emissivität etc.
- **TOM\_I** für Messungen an kleinen Proben bis 2000 °C: Temperaturleitfähigkeit, Schwindung
- **TOM\_imp**, elektrische Impedanz an Luft bis 1000 °C
- **TOM\_mech**<sup>1)</sup> für Messungen mechanischer Eigenschaften bis 1800 °C: Festigkeit, Steifigkeit, Bruchdehnung, Ermüdung, Kriechen etc.
- **TOM\_fibre**<sup>1)</sup> für Messungen mechanischer Eigenschaften von Fasern bis 1500 °C: Festigkeit, Steifigkeit, Bruchdehnung, Kriechen

<sup>1)</sup> Testbetrieb

## Kontakt

Dr. Kirsten Schulze  
Tel. +49 921 78510 311  
kirsten.schulze@isc.fraunhofer.de

Jens Baber  
Tel. +49 931 4100 248  
jens.baber@isc.fraunhofer.de

Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL  
Gottlieb-Keim-Straße 62  
95448 Bayreuth  
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

## Hochtemperatur- Charakterisierung

mittels ThermoOptischer Messanlagen (TOM)

## Hochtemperatur-Charakterisierung

Materialeigenschaften ändern sich mit der Temperatur. Sie bestimmen die Lebensdauer von Hochtemperaturkomponenten und die Effizienz von Thermoprozessen. Für die Qualifizierung von Materialien für hohe Einsatztemperaturen und die Auslegung von Hochtemperaturprozessen entwickelt und baut das Fraunhofer-Zentrum HTL ThermoOptische Messanlagen (TOM).

Die TOM-Anlagen messen unterschiedlichste Materialeigenschaften im Temperaturbereich von Raumtemperatur bis über 2000 °C:

- Thermische Eigenschaften
- Mechanische Eigenschaften
- Thermomechanische Eigenschaften
- Chemische Eigenschaften
- Elektrische Eigenschaften
- Optische Eigenschaften

Exakte Messungen von Hochtemperatureigenschaften erfordern eine genau definierte Umgebungstemperatur und eine an das Probenmaterial angepasste Atmosphäre. Außerdem muss ein für das Material repräsentatives Probenvolumen erfasst werden. Bei stark heterogenen Materialien (Grobkeramiken, Feuerfestwerkstoffe, Verbundwerkstoffe) sind hierfür einige 10 bis 100 cm<sup>3</sup> erforderlich. Diese Anforderungen werden mit den TOM-Anlagen erfüllt.



## Prozessoptimierung

Am HTL stehen verschiedene, eigens für die In-situ-Messung und Optimierung von Hochtemperaturprozessen konzipierte TOM-Anlagen zur Verfügung. Sie werden für folgende Wärmebehandlungsprozesse eingesetzt:

- Binderausbrand / Pyrolyse
- Dehydratation
- Sinterung
- Schmelzinfiltration

Darüber hinaus kann auch die Qualität der Formgebung mit den TOM-Anlagen überprüft werden. Mittels eines hochpräzisen Schattenwurfverfahrens werden Dimensionsänderungen der Proben während der Wärmebehandlung erfasst. Zusätzlich können Gewichtsänderungen gemessen werden. Mikrophone registrieren die Schallemission bei Rissbildungen in den Proben. Außerdem können mit speziellen Schubvorrichtungen einachsige Lasten aufgebracht und das Kriechverhalten untersucht werden. An den Messöfen der unterschiedlichen TOM-Anlagen werden alle industrieüblichen Prozessatmosphären nachgestellt, so z. B.:

- Luft
- Gasbrenneratmosphären
- Inertgas
- Wasserstoff
- Vakuum bis Überdruck (30 bar)



Am HTL werden derzeit weitere TOM-Anlagen entwickelt, mit denen sich Werkstoffeigenschaften in kontrollierter Atmosphäre messen lassen. Folgende Hochtemperatureigenschaften werden erfasst:

- Festigkeit / Steifigkeit / Bruchdehnung
- Schwingfestigkeit
- Druckerweichung / Kriechen
- Thermoschock- / Thermozyklierbeständigkeit
- Dynamischer Elastizitätsmodul
- Temperatur- / Wärmeleitfähigkeit
- Wärmekapazität / Wärmeausdehnung
- Benetzungsverhalten von Schmelzen
- Emissivität integral / spektral
- Korrosionsverhalten gegen Gase und Stäube
- Elektrische Impedanz

Für die mechanischen Prüfungen werden Kraftmessdosen mit Maximalkräften zwischen 3 N und 4 kN eingesetzt. Die Ermüdungsversuche sind für Frequenzen bis 300 Hz ausgelegt. Thermoschock- und Thermozyklierversuche können mit definierter Lasererwärmung durchgeführt werden. Auch die thermischen Materialeigenschaften werden berührungsfrei mit einem speziell für große Proben entwickelten Laser-Flash-Verfahren gemessen.