

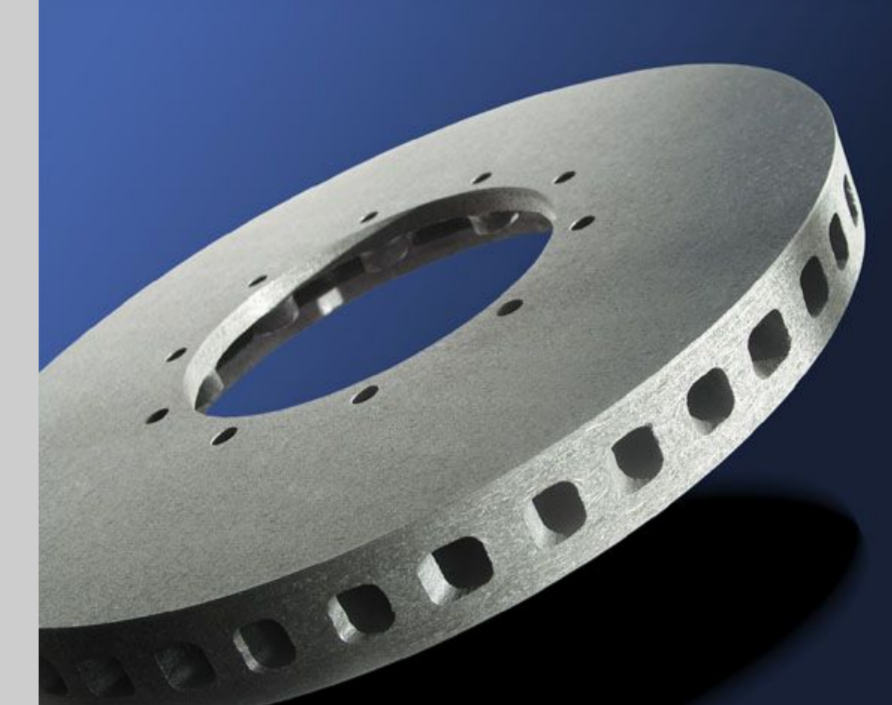
# ISE – LSI

## Inhärent sicherer und energieeffizienter LSI-Prozess

J. Baber, P. Döppmann, M. Gradmann, P. Hofbauer, F. Raether, M. Römer, T. Schröder

### Motivation

Siliziumcarbid-basierte Werkstoffe stehen neben wenigen, deutlich teureren Materialien an der Spitze der Werkstoffskala. Technisch interessant sind sie aufgrund ihrer guten Hochtemperatureigenschaften, hohen chemischen Beständigkeit, guten mechanischen Eigenschaften und hohen Wärmeleitfähigkeit. Sie werden in der Fluidik, Wärmetechnik und Friktionstechnik eingesetzt, insbesondere wenn ungünstige Umgebungsbedingungen vorhanden sind. Bei maximaler Härteanforderung, Einsatztemperatur und Wärmeleitfähigkeit gehört SiC jedoch zu den Keramiken mit einer sehr ungünstigen CO<sub>2</sub>-Bilanz. Der LSI-Prozess (Liquid Silicon Infiltration) nutzt die Infiltration einer Si-Schmelze in eine poröse Preform, um weitgehend dichte SiC-Komposite bei moderaten Temperaturen herzustellen, z. B. SiSiC oder C/SiC.



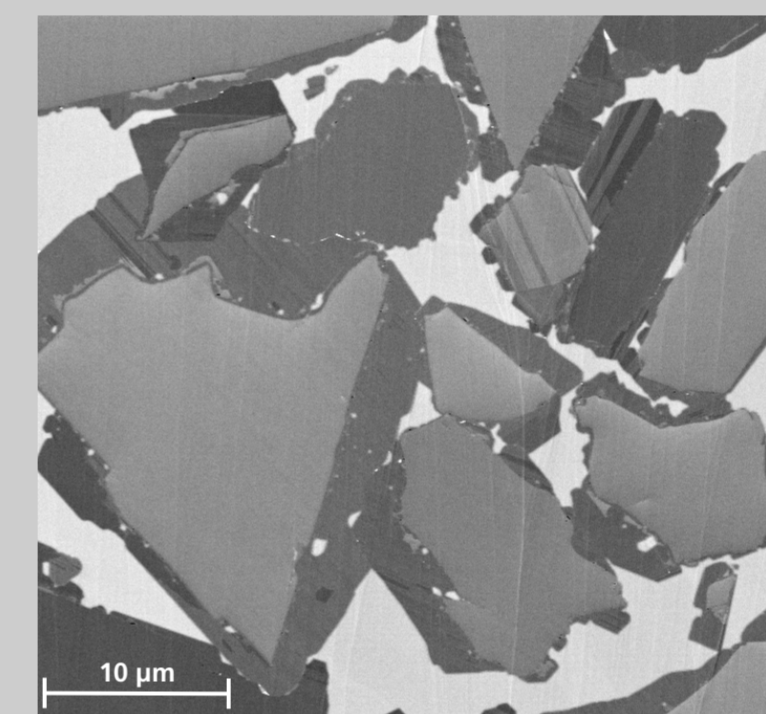
PKW-Bremsscheibe aus C/SiC  
Quelle: SGL-Brembo



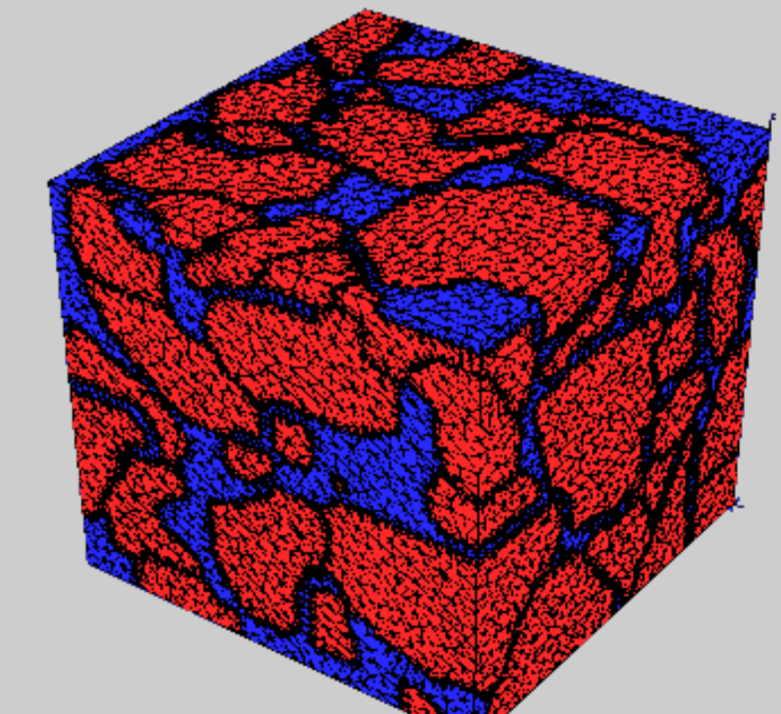
Komplexe Formteile aus SiC  
Quelle: CeramTec

### Zielsetzung

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines LSI-Prozesses, der gleichzeitig inhärent sicher und energieeffizient ist. Das Prozessverständnis soll grundlegend verbessert, der Energiebedarf deutlich reduziert werden. Mit dem verbesserten Prozess sollen neue SiSiC und C/SiC-Bauteile konzipiert werden.



REM-Aufnahme einer mittels  
Cross-Section-Polishing  
präparierten SiC-Probe



Modellstruktur als  
vernetztes 3D-Modell

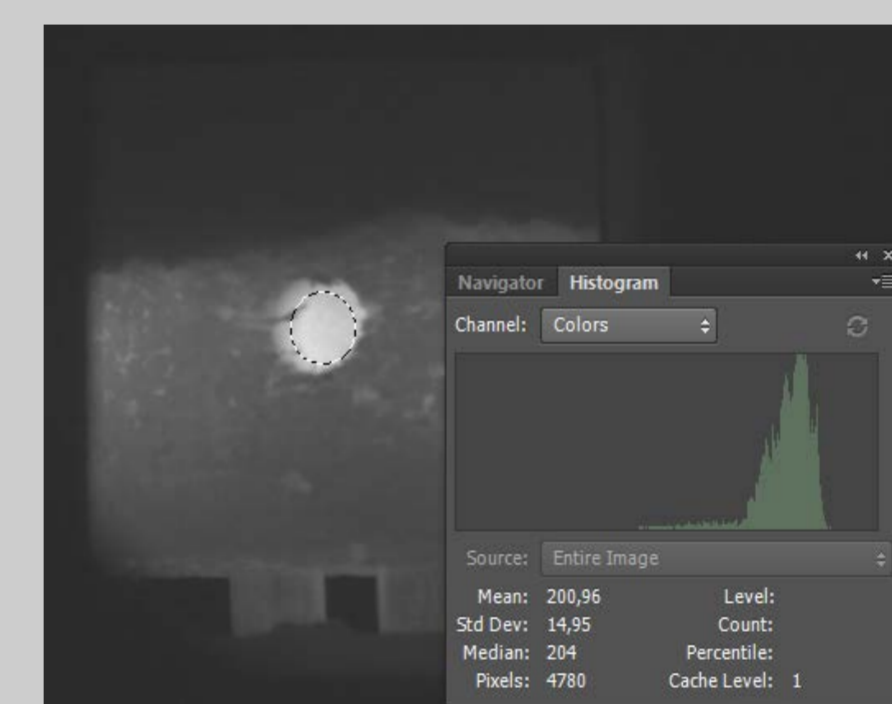
### Lösungsweg

Der LSI-Prozess wird an den Thermo-optischen Messanlagen (TOM) des HTL in situ untersucht. Wesentliche Messgrößen sind:

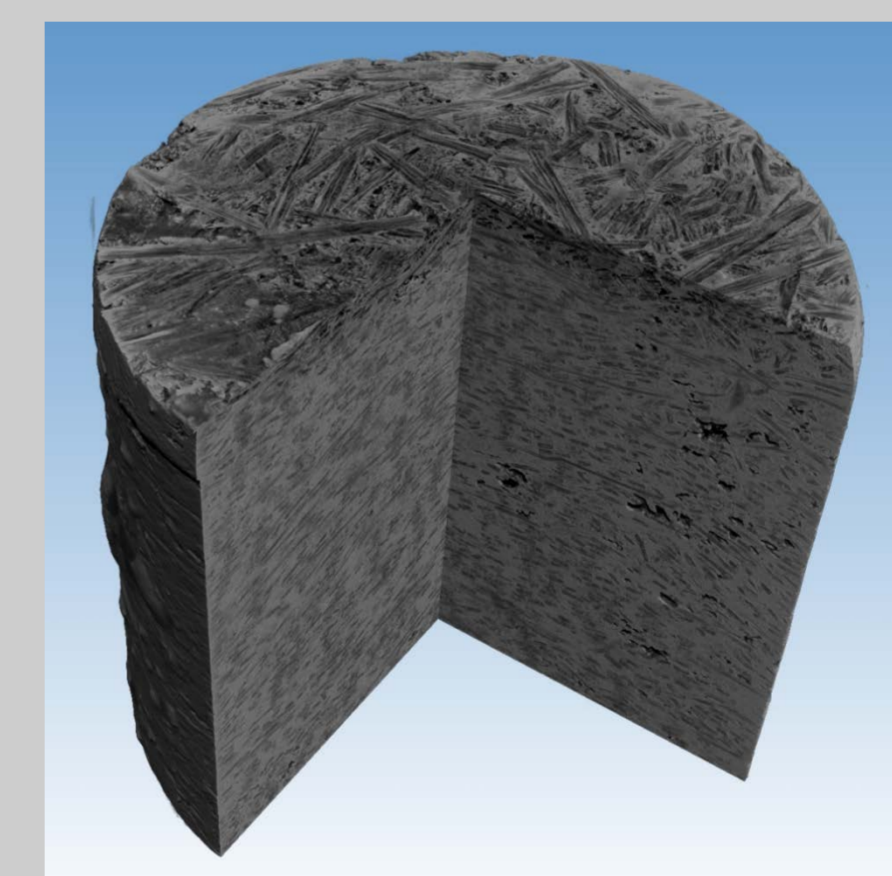
- Gewichtsaufnahme während der Siliziuminfiltration
- Bewegung der Infiltrationsfront
- Wärmeentwicklung durch SiC-Bildung
- Benetzungseigenschaften der Siliziumschmelze
- Formänderungen der Preform aufgrund von inneren Spannungen

Die Messdaten werden als Eingangsdaten für eine Computersimulation des LSI-Prozesses genutzt, mit der die Prozessparameter optimiert werden.

Parallel dazu werden die Mikrostrukturen der Keramiken analysiert, im Computer generiert und Anwendungseigenschaften simuliert. Diese Simulation dient dazu, das Potenzial der SiC-Keramiken auszutesten.



Temperaturbestimmung  
über die Grauwertverteilung  
im Kern einer Probe während  
des LSI-Prozesses



3D-Computertomografie  
einer infiltrierten Probe

### Projektdaten

- Laufzeit: 15.06.2011 – 14.06.2014
- Förderung: 500 T€
- Projektpartner: Brembo SGL Carbon Ceramic Brakes, CeramTec
- Koordinator: Fraunhofer ISC / HTL
- Aktenzeichen: AZ-972-11

