

CMC-Engine

Leichtbaustrukturen aus SiC/SiC-Keramik: Schlüsselkomponenten für Gasturbinen der nächsten Generation

MOTIVATION

Für Gasturbinen der nächsten Generation sind eine Wirkungsgradsteigerung, Reduktion von Emissionen sowie Senkung des Treibstoffverbrauchs erforderlich. Der Einsatz von Metalllegierungen ist mit Kühlkonzepten und Beschichtungen technisch ausgereizt. Ceramic Matrix Composites (CMC) auf Basis von hochsteifen SiC-Keramikfasern sind als alternative Konstruktionswerkstoffe prinzipiell geeignet, da sie hochtemperaturfest, leicht, schadens-tolerant und thermoschockresistent sind. Die Herstellprozesse für SiC/SiC-CMC sind jedoch noch nicht stabil und außerdem teuer. Auch sind Produkte nicht frei am Markt verfügbar. Aus diesen Gründen soll ein Gesamtprozess von der Fraunhofer Allianz ADVANCER entwickelt werden, der zu reproduzierbaren Werkstoffeigenschaften und prototypischen Bauteilen führt.

ZIELSETZUNG

Hauptziel ist die Entwicklung von SiC/SiC-CMC für den Gasturbineneinsatz, Thermoprozess-anlagen und die Reaktortechnik mit Potenzial für ein Up-scaling der gesamten Fertigungskette. Durch das Projekt soll von Fraunhofer eine Alleinstellung beim Bauteil- und Mikrostrukturdesign sowie bei der Hochtemperaturprüfung erreicht werden.

Folgende Werkstoffeigenschaften sollen erreicht werden:

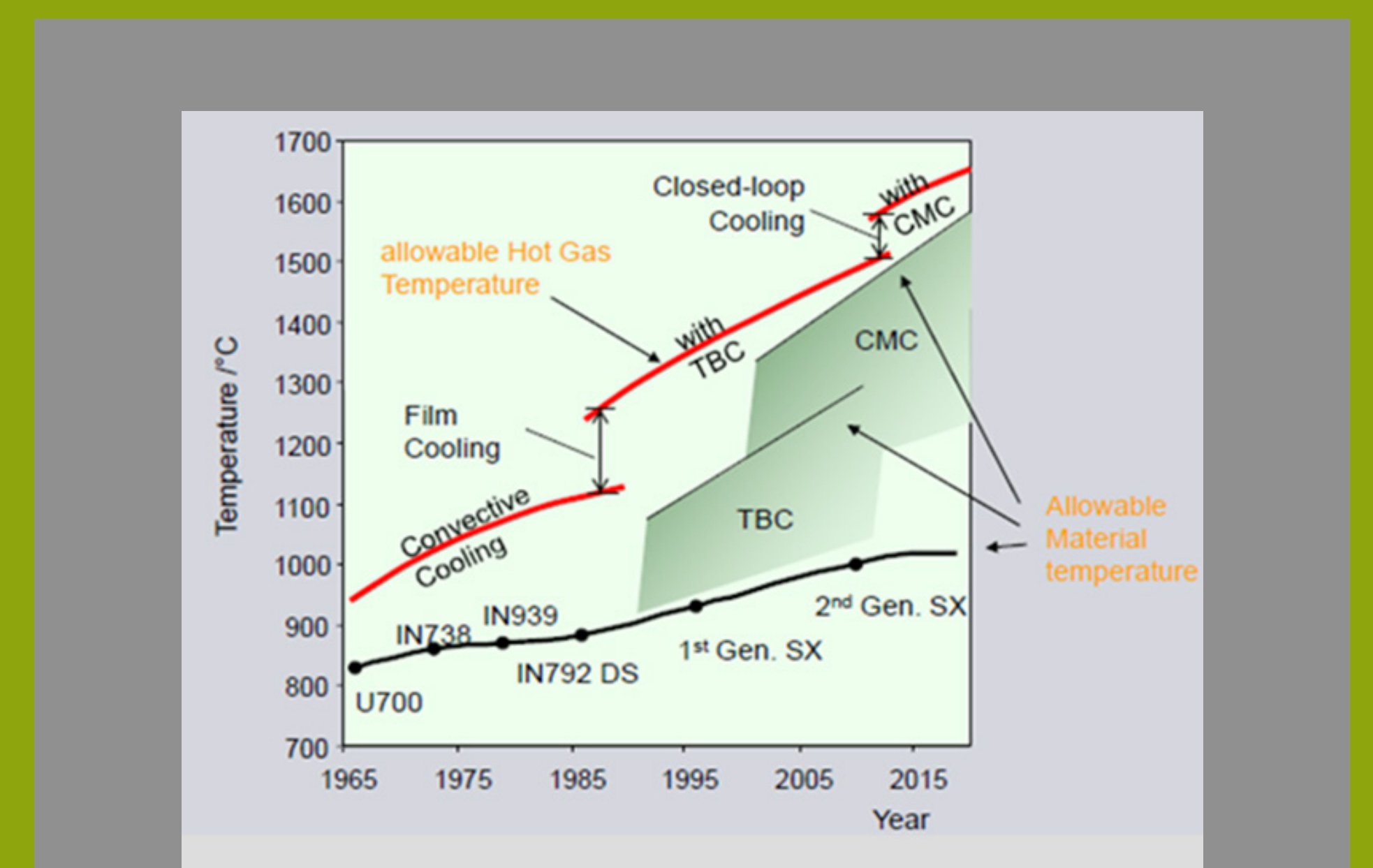
- Hochtemperatur-Festigkeit > 300 MPa
- Restfestigkeit > 80 % nach 500 h unter Einsatzbedingungen bei 1200 °C
- Dehnung > 0,5 % nach 500 h unter Einsatzbedingungen bei 1200 °C

LÖSUNGSWEG

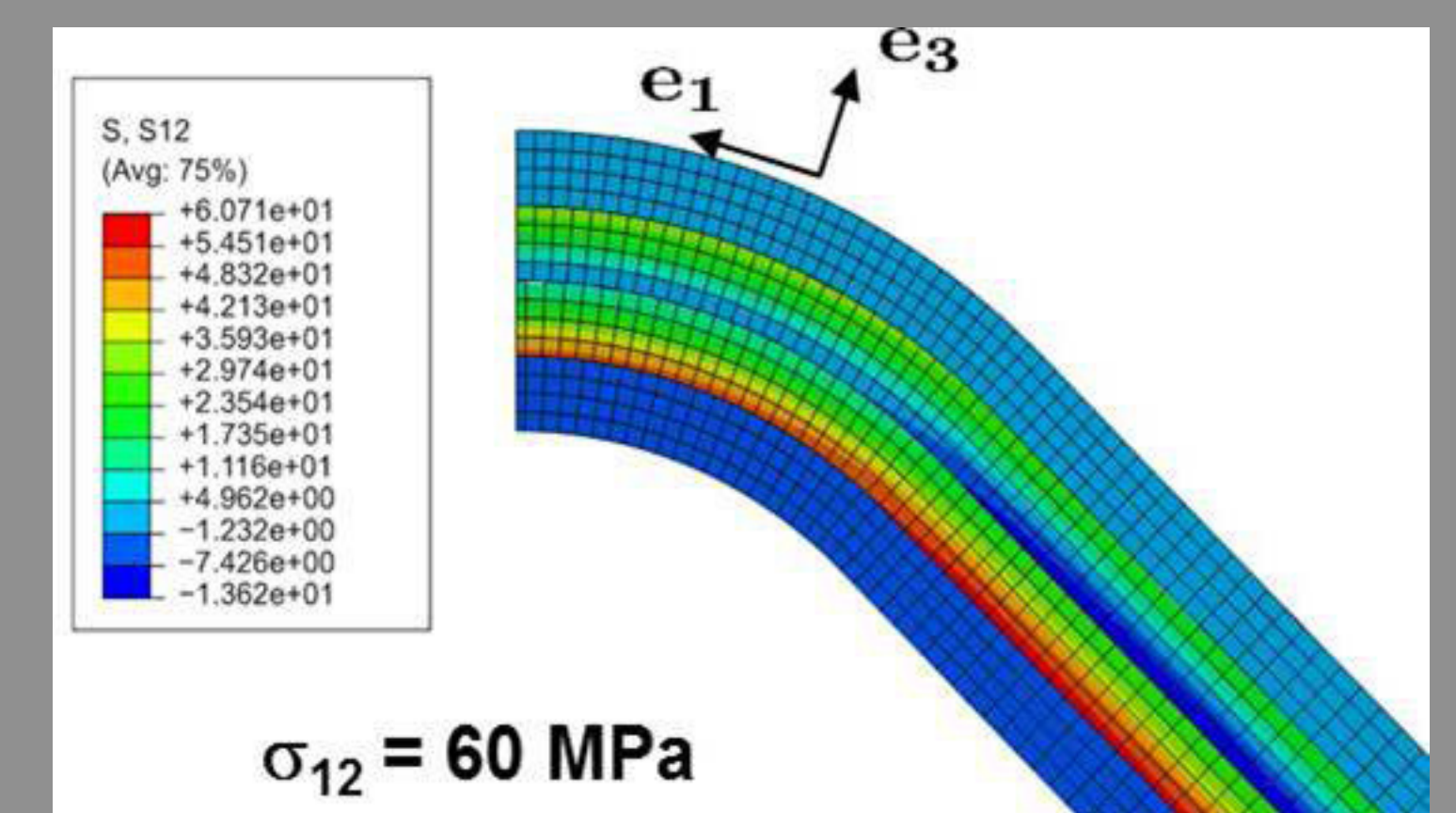
- Simulation eines faser- und lastgerechten Designs für CMC-Prototypen
- Herstellung einer funktionellen Faserbeschichtung
- Neuentwicklung lastgerechter 2,5-3d Faserpreformen in Endkontur
- Optimierung der Infiltrationsverfahren PIP und LSI
- Erarbeitung einer effizienten Bearbeitungstechnologie
- Applikation einer korrosionsbeständigen Bauteilbeschichtung
- Erarbeiten von Prüfmethoden für reale Belastungsfälle
- Normgerechte Ermittlung von Werkstoffkennwerten

PROJEKTDATEN

- Laufzeit: 1.1.2017 - 31.12.2019
- Förderung: 3.000.000 Euro
- Projektleitung: Dr. Jens Schmidt
- Organisation: Fraunhofer-Zentrum HTL



Trends in der Turbinenentwicklung (Quelle: SIEMENS AG)

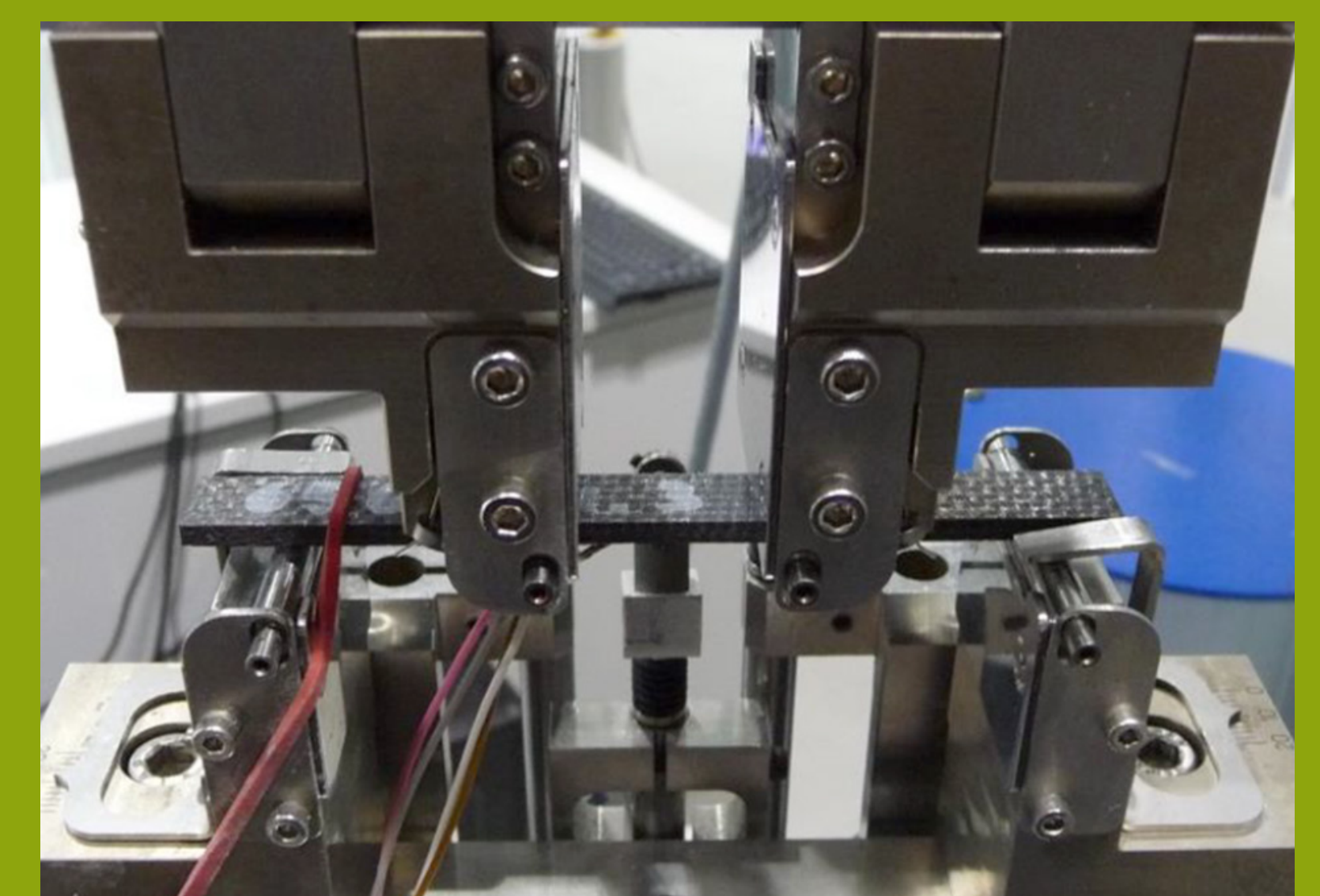


$\sigma_{12} = 60 \text{ MPa}$

Spannungssimulation eines SiC/SiC-Bauteils:
Spannungszustand [90°, -/+45,0°] vor der interlaminaren Schädigung
(Quelle: Fraunhofer IWM)



Textile Flechtstruktur als drapierbare Faserpreform aus hochsteifen Fasern



Mechanische Kennwertermittlung im normgerechten
4-Punkt-Langbiegeversuch nach ASTM1341-14