

CMC-COAS

QS-Konzept und Definition der Randbedingungen zur Zulassung von Bauteilen aus faserverstärkter Keramik

MOTIVATION

Faserverstärkte Keramiken (Ceramic Matrix Composites, CMC) besitzen das Potenzial, Komponenten aus Nickelbasislegierungen im Bereich der Niederdruckturbinen eines Flugtriebwerks zu ersetzen (z.B. Outer Air Seals, Gehäusestrukturen, Statorn). Aufgrund der deutlich niedrigeren Dichte von faserverstärkten Keramiken gegenüber Nickelbasiswerkstoffen ist durch eine Substitution metallischer Komponenten mit CMC-Werkstoffen eine Gewichtsersparnis von bis zu 60 % realisierbar.

ZIELSETZUNG

Im Projekt sollen von kommerziellen oxidischen und nichtoxidischen CMC-Materialien Werkstoffkennwerte, Lebensdauereigenschaften und Leichtbaukonzepte spezifisch für die Auslegung von Triebwerkskomponenten ermittelt werden. Für eine zukünftige Luftfahrtzulassung von faserverstärkten Keramiken werden gleichermaßen Grundlagen für ein Qualitätssicherungskonzept sowie für eine Zulassungsstrategie erarbeitet.

ERGEBNISSE

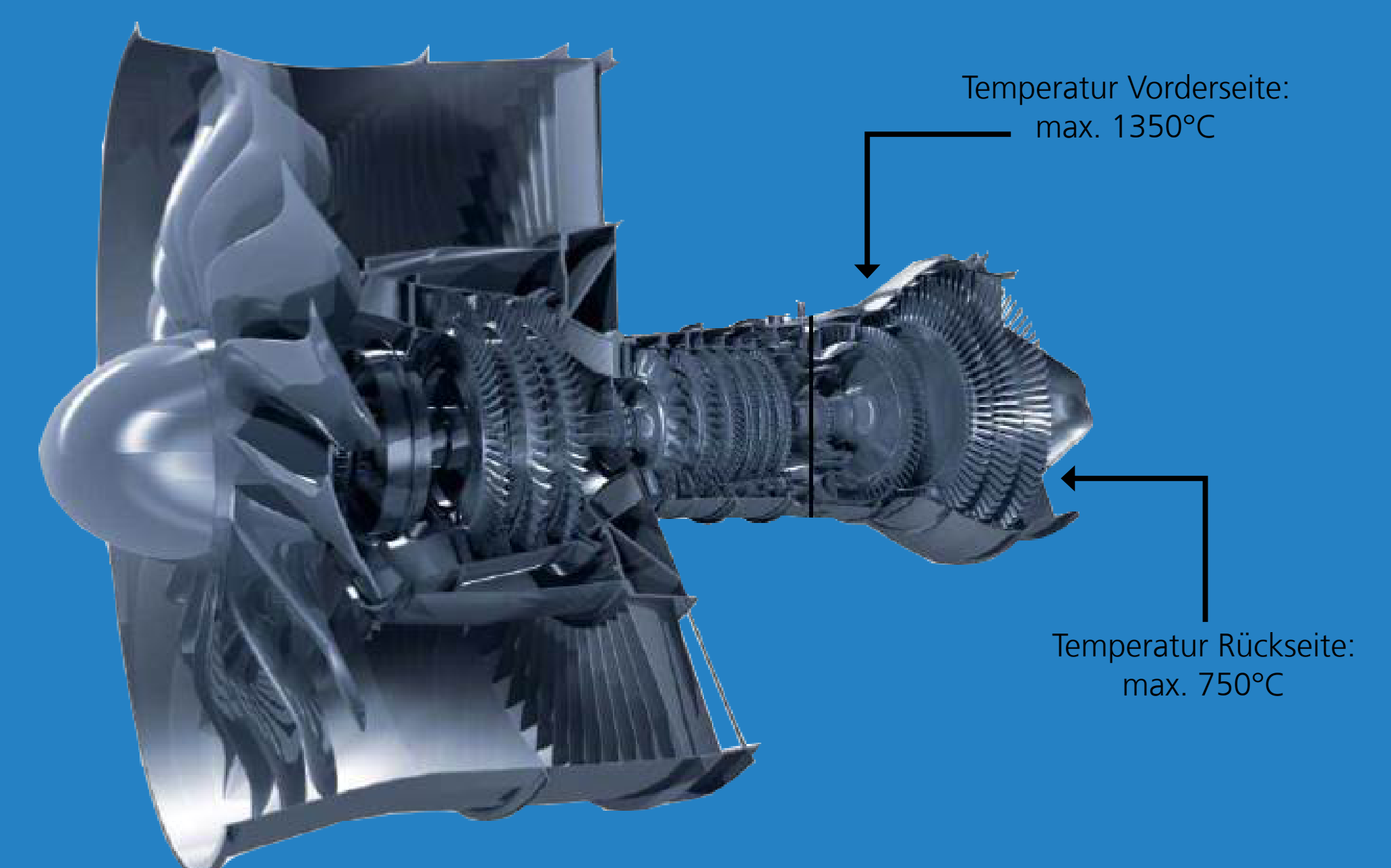
Kommerziell verfügbare keramische Verbundwerkstoffe (CMC) wurden in Hinblick auf eine spätere Luftfahrtzulassung in definierten Eigenschaftsfeldern bewertet. Sowohl oxidkeramische Verbundwerkstoffe von DLR Köln und Pritzkow Spezialkeramik als auch Siliciumcarbid-faserverstärktes Siliciumcarbid (SiC/SiC) von MT Aerospace und SGL Carbon wurden durch zerstörende und zerstörungsfreie Prüfverfahren evaluiert. Gleichmaßen wurden Methoden zur luftfahrtspezifischen Prüfung von CMC sowie Konzepte zur Güteprüfung und Qualitätssicherung erarbeitet.

Im Rahmen der luftfahrtspezifischen Evaluierung der kommerziellen CMC wurden umfangreiche Werkstoffkennwerte ermittelt und in Form einer Datenbank verknüpft. Die Kennwertermittlung konzentrierte sich auf folgende Bereiche:

- Ermittlung mechanischer Kenngrößen der CMC-Materialien bei Raumtemperatur unter statischer sowie dynamischer Last (Ermüdungsversuche bis 20 Millionen Lastzyklen)
- Ermittlung thermischer und mechanischer Kenngrößen der CMC-Werkstoffe im Hochtemperaturbereich bis 1000 °C
- Untersuchung der Auswirkung triebwerksspezifischer Umwelteinflüsse auf die Materialeigenschaften

PROJEKTDATEN

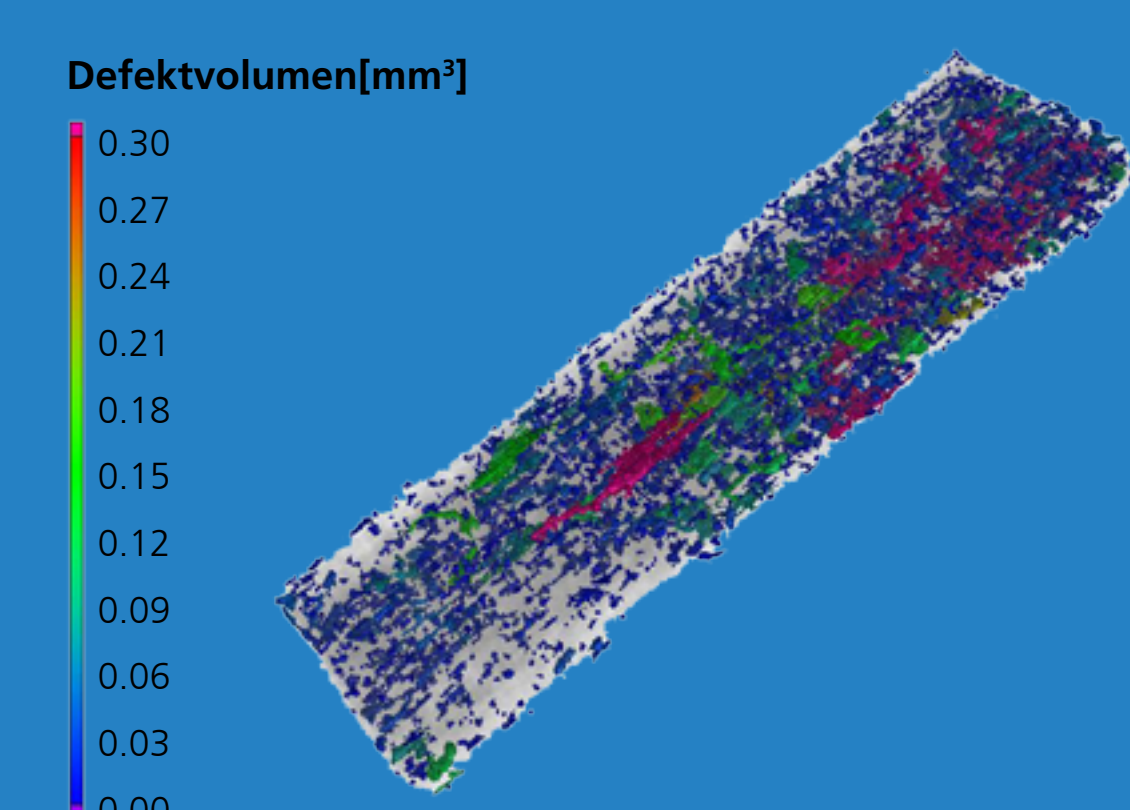
- Laufzeit: 1.10.2012 – 31.3.2016
- Förderung: 500.000 Euro
- Projektleitung: Christian Eckardt
- Organisation: Verbundprojekt



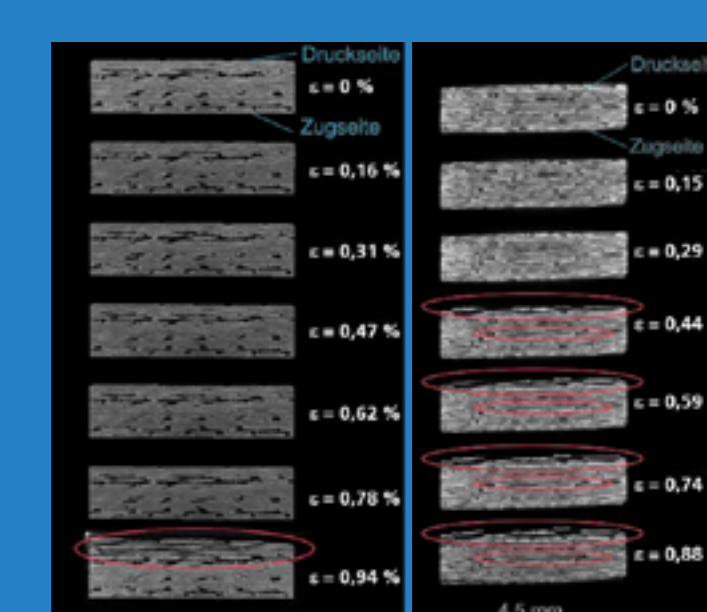
Niederdruckturbinen

CMC Containment / OAS CMC_COAS				
AP 1 Werkstoffgerechtes Design	AP 2 Werkstoffkennwerte	AP 3 Simulation / Berechnungsverf.	AP 4 QS-Konzept / Zulassung	AP 5 Funktionsmuster
AP 1.1 Konstruktionsgrundl. CMC containment	AP 2.1 Physikalische Daten CMC & Basiswerkstoffkennwerte	AP 3.1 Grundlagen Nachweise Werkstoffeigenschaften & Containment	AP 4.1 Entwicklung Prüfkonzept / Zulassung	AP 5.1 Auslegung Funktionsmuster
AP 1.2 CMC gerechte Bauteilauslegung (Analyt. Konstr.)	AP 2.2 Lebensdauerbewertung & Funktionsspez. WS Kennwerte	AP 3.2 Grundlagen -E-Mockelierung / Berechn. CMC/Metal	AP 4.2 Entwicklung Zulassungsstrategie	AP 5.2 Herleitung Funktionsmuster
	AP 2.3 Werkstoffkennwertermittlung Herstell- & Prozessstellung			

Arbeitspakete HTL



Porenstruktur und Porengrößenverteilung eines CMC-Probekörpers (Untersuchung mittels Computer-Tomographie)



Schadensausbildung bei der mechanischen Belastung unterschiedlicher CMC-Proben durch Dreipunkt-Biegung mit zunehmender Randfaserdehnung ϵ (Gefügebilder mittels in-situ-Computer-Tomographie)