



CHARAKTERISIERUNG VON KERAMIK-MATRIX-KOMPOSITEN MIT HF-WIRBELSTROMTECHNIK

Jun.-Prof. Henning Heuer, M. Sc. Susanne Hillmann, M. Sc. Martin Schulze

Keramik-Matrix-Komposite (CMCs) verbinden die Vorteile von Kohlefaserverbundwerkstoffen (hohe Aufnahmefähigkeit für Kräfte in Faserrichtung bei vergleichsweise geringem Gewicht) mit den positiven Materialeigenschaften von Keramiken (hohe Temperatur- und Korrosionsbeständigkeit, Festigkeit). Das qualifiziert diese Materialien für Anwendungen, in denen sie rauen Bedingungen, wie hohen Temperaturen, Korrosion oder sehr hohen mechanischen Kräften ausgesetzt sind. Damit sind diese Verbundwerkstoffe erstmals für hochbelastete Bauteile, zum Beispiel in Triebwerken, einsatzfähig.

Die Nachteile sind ähnlich gelagert wie seinerzeit bei der Einführung der Kohlefaserverbundwerkstoffe: über das Verhalten der Bauteile im Lebenszyklus ist relativ wenig bekannt, wodurch auch Informationen zu relevanten Schädigungsmechanismen fehlen. Zudem sind zerstörungsfreie Prüfmethode für diese Materialien nicht etabliert und erprobt.

Am Fraunhofer IKTS wird die Eignung der Hochfrequenz-Wirbelstromtechnologie für die Prüfung von CMCs untersucht. Diese Arbeiten basieren auf den langjährigen Erfahrungen des Projektteams zur Wirbelstromprüfung an reinen Kohlefaserverbundwerkstoffen. Anhand von CMC-Proben aus unterschiedlichen Phasen des Herstellungsprozesses wurde das Prüfverfahren evaluiert.

Beim Wirbelstromverfahren wird die Oberfläche eines Prüfobjekts mit einer speziellen Messsonde abgerastert. Dabei werden ein kleines, sehr lokales elektromagnetisches Feld in das Material eingekoppelt und Änderungen der elektrischen oder kapazitiven Eigenschaften des Materials aufgezeichnet. Der

Prüfling kann damit bis zu einer Tiefe von wenigen Millimetern unter der Oberfläche untersucht werden. Die Abrasterung erfolgt an planen Prüflingen mit einem einfachen 2D-Scanner; alternativ mit einem Prüfroboter an freigeformten Bauteilen. Beide Prüfsysteme wurden am Fraunhofer IKTS entwickelt und können im industriellen Umfeld eingesetzt werden.

Entsprechend einer internen Studie können CMC-Materialien mit dem Hochfrequenz-Wirbelstromsystem auf folgende Parameter untersucht werden:

- Orientierung der einzelnen Faserlagen
- Örtliche Dichteverteilung der Fasern
- Einschlüsse aus Luft (Poren) sowie Fremdmaterialeinschlüsse (abhängig vom Einschlussmaterial)
- Kerben, Kratzer und Risse
- Örtliche Homogenitätsunterschiede vom Infiltrat
- Nicht bzw. schlecht infiltrierte Bereiche

Diese Ergebnisse lassen darauf schließen, dass die Hochfrequenz-Wirbelstromtechnik zur zerstörungsfreien Qualitätskontrolle von Keramik-Matrix-Kompositen gut geeignet ist.

- 1 Wirbelstrom-Scanbilder an zwei CMC-Platten: links mit fehlerhafter Infiltration, rechts mit punktförmigen Einschlüssen.
- 2 3D-Scanner mit Wirbelstrom-, Ultraschall- und FTIR-Sensoren am WIWEB.