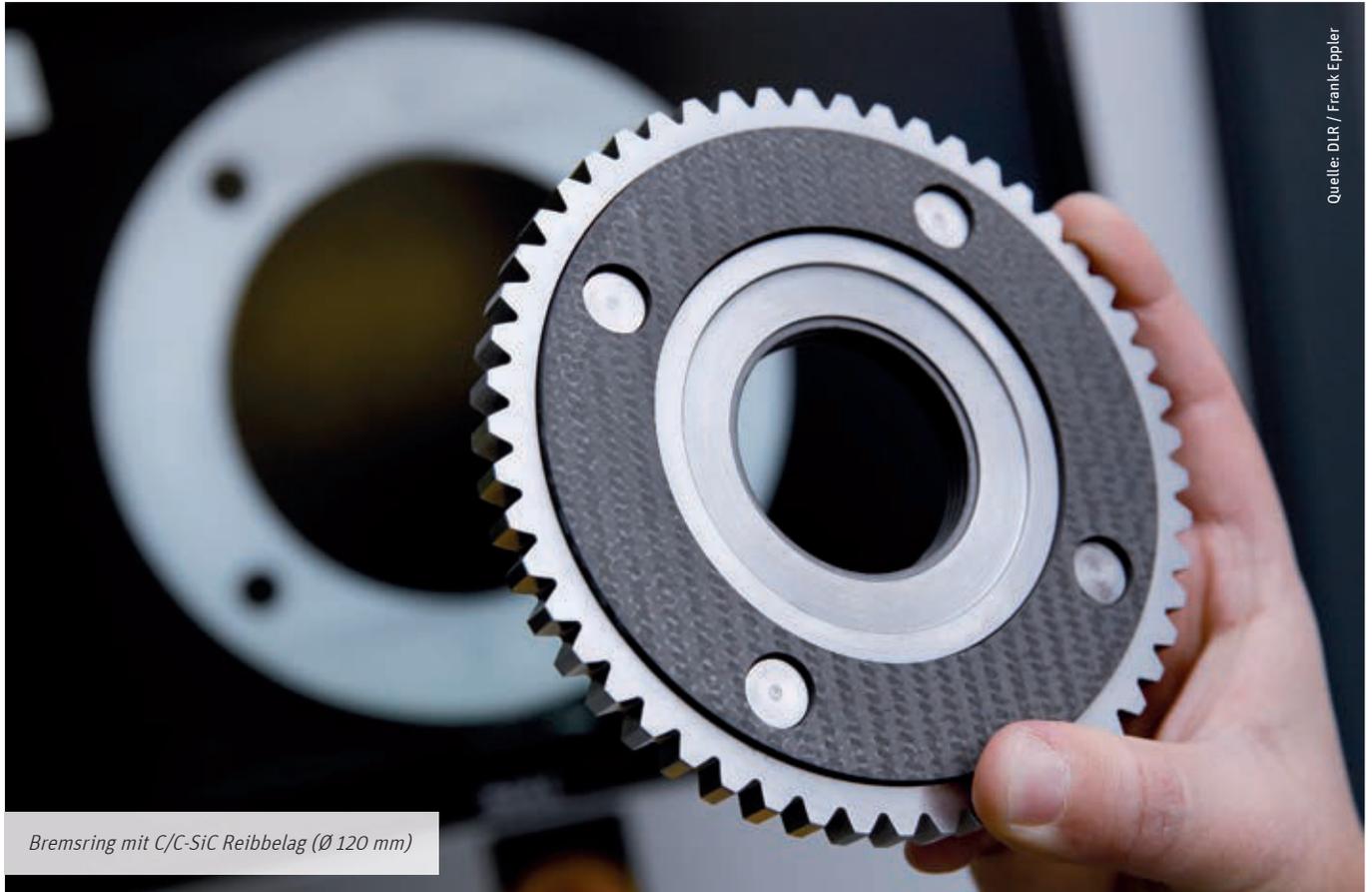


PREMIERE IM FLUGZEUG

Propellerbremse erstmals mit faserkeramischen Bremsbelägen

Die Schunk Kohlenstofftechnik GmbH liefert die ersten C/C-SiC Reibbeläge für die Propellerbremse des A 400M aus, die vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) am Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie in Stuttgart entwickelt wurden.



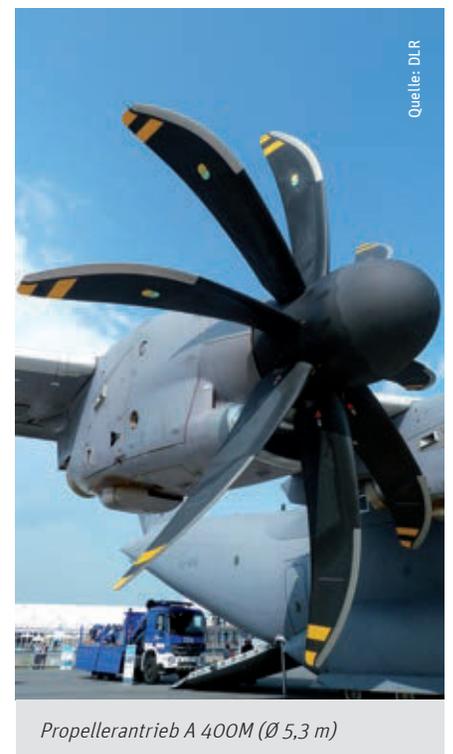
Bremsring mit C/C-SiC Reibbelag (Ø 120 mm)

Quelle: DLR / Frank Eppler

Vier Jahre nach der ersten Kontaktaufnahme des italienischen Bremssystemherstellers Umbra Cuscinetti S.p.A. mit dem DLR startete in diesem Jahr die Serienfertigung der weltweit ersten faserkeramischen Bremsbeläge für Propellerbremsen. Gleichzeitig ist dies auch die Premiere für den Einsatz dieser speziellen keramischen Verbundwerkstoffe im Flugzeug. Die Propellerbremse des Airbus A 400 M bringt den Propeller nach der Landung in wenigen Sekunden zum Stillstand und fixiert diesen während des Parkens – auch bei starken Stürmen. Dadurch werden Schäden und erhöhter Verschleiß am Triebwerk vermieden und die Sicherheit beim Be- und Entladen des Flugzeugs erhöht. Die Propellerbremse ist in einer sehr kompakten und damit leichten Lamellenbauweise ausgeführt. Der achtblättrige Propeller mit einem Durchmesser von 5,3 m wird von insgesamt vier C/C-SiC Reibbelägen mit einem Durchmesser von lediglich 120 mm gestoppt. Da die Bremsenheit vollständig gekapselt ist und nicht aktiv gekühlt werden kann, entstehen hohe Temperaturen an den Oberflächen

der Reibbeläge, die mit konventionellen Reibwerkstoffen, wie Grauguss oder Sintermetall, nicht beherrscht werden können. C/C-SiC Reibbeläge bieten hier eine extreme Temperaturstabilität und ausreichend hohe Reibwerte bei gleichzeitig geringem Verschleiß und hoher Lebensdauer.

Für die erfolgreiche und rasche Einführung der C/C-SiC Reibbeläge in diesem neuen Anwendungsbereich waren zwei Faktoren wesentlich: die kurze Entwicklungszeit von Werkstoff und Bauteil sowie der frühzeitige Technologietransfer vom DLR zu Schunk. Durch die langjährige Erfahrung des DLR bei der Entwicklung von C/C-SiC Friktionswerkstoffen und -komponenten konnte eine geeignete Werkstoffvariante bereits Anfang 2011, nach ersten Prüfstandtests bei Umbra, ausgewählt werden. Die unmittelbar darauf folgende Qualifikation der Reibbeläge in aufwändigen Prüfstands- und Triebwerksversuchen sowie in Umwelttests erfolgte an einer ersten Vorserie aus DLR-Fertigung und nahm den größten Teil der Entwicklungszeit in Anspruch. Bereits parallel



Propellerantrieb A 400M (Ø 5,3 m)

Quelle: DLR

zur Qualifikation wurde die Entwicklung zum marktfähigen Produkt vorangetrieben. Nach Verhandlungen mit potenziellen CMC-Herstellern entschied sich Umbra für Schunk als langfristigen Partner für die zukünftige Herstellung der Reibbeläge. Auf der Basis eines Lizenzvertrages mit dem DLR begann ein umfassender Technologietransfer sowie die Integration der Kleinserienfertigung der Reibbeläge in den Produktionsprozess bei Schunk. Die ersten Reibbeläge aus industrieller Fertigung konnten dadurch bereits 2013 erfolgreich qualifiziert und für die Serienfertigung freigegeben werden.

Mit dem Start der Serienproduktion und der Auslieferung der ersten Bremssysteme konnte erneut ein Transfer aus der institutionellen Forschung in die industrielle Produktion erfolgreich zum Abschluss gebracht und ein weiterer Anwendungsbereich für keramische Verbundwerkstoffe erschlossen werden.

Weitere Informationen:

Dr. Roland Weiß,
Schunk Kohlenstofftechnik GmbH,
Abt. Composites, Heuchelheim,
Telefon +49 (0) 6 41/6 08 15 23,
E-Mail: Roland.Weiss@schunk-group.com,
www.schunk-group.com,

Bernhard Heidenreich,
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie, Abteilung Keramische Verbundstrukturen, Stuttgart,
Telefon +49 (0) 7 11/68 62-410,
E-Mail: bernhard.heidenreich@dlr.de,
www.dlr.de/bt



Quelle: DLR

Propellerbremse, bestehend aus drei Bremsringen (ein Rotor, zwei Statoren) mit C/C-SiC Reibbelägen und dem Gehäuse

Wie macht man C/C-SiC Werkstoffe?

C/C-SiC Werkstoffe werden über Kapillarsilicierung, den sogenannten LSI-Prozess (Liquid Silicon Infiltration), hergestellt. Gegenüber allen anderen Fertigungsverfahren für CMC-Werkstoffe (Ceramic Matrix Composites) zeichnet sich das LSI-Verfahren vor allem durch kurze Prozesszeiten und dadurch geringe Herstellkosten aus. Für die Herstellung der C/C-SiC Werkstoffe sind im Wesentlichen drei Schritte erforderlich: (1) Herstellung eines CFK-Vorkörpers, (2) Pyrolyse des CFK-Vorkörpers zu einem porösen C/C Vorkörper und (3) Infiltration des C/C-Vorkörpers mit geschmolzenem Silicium. Dabei reagiert das Silicium mit einem kleinen Teil des Kohlenstoffs zu Siliciumcarbid (SiC) und baut damit die keramische Matrix des Verbundwerkstoffs auf. Die resultierenden C/C-SiC Werkstoffe können durch die Variabilität in ihrer Zusammensetzung den Anforderungen in unterschiedlichsten Anwendungsbereichen angepasst werden. Diese CMC-Werkstoffe kommen aufgrund ihrer extrem hohen Temperaturstabilität nicht nur bei der industriellen Wärmebehandlung von Metallen oder als Hitzeschutzstrukturen in Raumfahrzeugen zum Einsatz, sondern zum Beispiel auch als verschleißfeste Reibbeläge in Hochgeschwindigkeitsaufzügen. Der wichtigste Anwendungsbereich von C/C-SiC Werkstoffen ist jedoch die Hochleistungsbremsscheibe für Automobile, dem weltweit bedeutendsten Markt für CMC-Werkstoffe.

