

# FORSCHUNG KOMPAKT

SONDERAUSGABE  
FORSCHUNG KOMPAKT  
05 | 2018 || Seite 1 | 4

## Verbesserte Effizienz von Flugzeugtriebwerken

**Dem Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS ist es gelungen, die Standfestigkeit von temperaturbelasteten Flugzeugtriebwerksteilen zu erhöhen. Das trägt dazu bei, dass der Kerosinverbrauch sinkt und CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert werden. In Kombination mit weiteren Maßnahmen ergeben sich erhebliche Kosteneinsparungen im Flugbetrieb. Das Forschungsprojekt entstand in enger Zusammenarbeit mit dem Triebwerkspezialisten Rolls-Royce. Erste Triebwerke mit der neuen Technologie sind bereits im Einsatz.**

In den Brennkammern moderner Flugzeugtriebwerke entstehen bei der Verbrennung Temperaturen von über 2000 Kelvin. Das liegt mehrere hundert Grad über den Schmelztemperaturen der verwendeten Materialien, weshalb die Komponenten intern und extern gekühlt und mit speziellen Wärmedämmschichten versehen werden müssen. Nach der Landung kühlen die Triebwerke schnell wieder ab. Der ständige Wechsel von Erhitzen und Abkühlen stellt eine enorme Belastung für die Bauteile in den Triebwerken dar. Diese müssen deshalb regelmäßig überprüft und gewartet werden.

In jahrelanger Forschungsarbeit haben Prof. Frank Brückner und Mirko Riede vom Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS Mikrostrukturen entwickelt, mit denen sich die Lebensdauer der Wärmedämmschichten verlängern lässt und die dazu beitragen, dass Kerosinverbrauch sowie Schadstoffausstoß beträchtlich sinken. Das Forschungsprojekt wurde in enger Zusammenarbeit mit dem renommierten Triebwerkhersteller Rolls-Royce durchgeführt.

Im Kern basiert die von den Fraunhofer-Experten entwickelte Technologie auf filigranen, additiv gefertigten Mikrostrukturen. Diese werden zum Aufbau innovativer Wärmedämmschichten an den Turbinenbauteilen genutzt und sorgen dafür, dass in den sogenannten TBCs (Thermal Barrier Coatings) eine metallische, oxidationsbeständige Haftvermittlerschicht sowie eine keramische Dämmschicht miteinander verklammert werden.

Die Fraunhofer-Forscher haben dabei ein weiteres Problem gelöst, das beim schnellen Ausdehnen und Zusammenziehen der Bauteile auftritt. Denn dadurch entstehen mechanische Spannungen in der Dämmschicht. Ursache hierfür sind die unterschiedlichen Ausdehnungsgrade der Materialien. Das könnte zu horizontalen Rissen in der keramischen Schicht führen, die in der Folge abplatzen können. Die Mikrostruktur initiiert daher gezielt vertikale Segmentierungsrisse in der Keramikschicht. Diese vermindern Zugspannungen im Material und verhindern so das Entstehen der gefährlichen horizontalen Risse.

---

### Kontakt

**Janis Eitner** | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | [presse@zv.fraunhofer.de](mailto:presse@zv.fraunhofer.de)

**Markus Forytta** | Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS | Telefon +49 351 83391-3614 | Winterbergstr. 28 | 01277 Dresden | [www.iws.fraunhofer.de](http://www.iws.fraunhofer.de) | [markus.forytta@iws.fraunhofer.de](mailto:markus.forytta@iws.fraunhofer.de)

### **Additive Fertigungstechnik mit Single-Mode-Faserlaser**

Für die Produktion der filigranen Mikrostrukturen mussten die Forscher vorhandene Fertigungstechniken weiterentwickeln. Ein hochpräziser Single-Mode-Faserlaser produziert Mikrostrukturen in einer Größenordnung von 30 Mikrometern. Der säulenförmige Aufbau der Mikrostrukturen vergrößert die Dehnungstoleranz der Dämmschicht.

Die für die Konstruktion der TBCs und die anspruchsvollen Fertigungsverfahren nötigen Erkenntnisse wurden nicht nur in praktischen Experimenten gewonnen. »Einen wesentlichen Anteil am Erfolg haben auch die Simulationen und die theoretische Modellierung, mit denen wir ergänzend zu den Experimenten gearbeitet haben«, erklärt Brückner.

### **Kerosinverbrauch sinkt um 10 Prozent**

Die langjährige Arbeit an dem gemeinsamen Forschungsprojekt hat sich gelohnt. Durch die neue Technologie kann die Effizienz der Strahltriebwerke weiter verbessert und auch die Verbrennungstemperatur erhöht werden. Die daraus resultierende effizientere Verbrennung senkt den Treibstoffverbrauch um zehn Prozent und reduziert die Treibhausgasemissionen. In Verbindung mit weiteren Maßnahmen ergeben sich erhebliche Kosteneinsparungen pro Jahr und Flugzeug in Höhe von ca. 2,9 Millionen Dollar.

Dem gemeinsamen Team von Fraunhofer-Forschern und den Ingenieuren von Rolls-Royce ist es gelungen, die Forschungsarbeit in eine serienreife Fertigung zu überführen, die den strengen Sicherheitsstandards der Luftfahrtbranche genügt. Nach ersten erfolgreichen Testflügen der Triebwerke mit Fraunhofer-Technologie im November 2015 erfolgte die offizielle Luftfahrtzulassung der European Aviation Safety Agency (EASA). Seit Februar 2018 sind die Triebwerke in Langstreckenflugzeugen für den Airbus A350-1000 im Einsatz. Das Trent XWB-97 ist der exklusive Antrieb dieses Flugzeugmusters und das heute effizienteste Großtriebwerk der Welt. Die Fraunhofer-Experten erwarten, dass in Zukunft auch weitere Strahltriebwerke mit den innovativen Technologien aus dem IWS ausgestattet sein werden.

Für ihre wissenschaftlichen Leistungen wurden Frank Brückner, Mirko Riede sowie Dr. Dan Roth-Fagaraseanu vom Industriepartner Rolls-Royce mit dem Joseph-von-Fraunhofer-Preis des Jahres 2018 ausgezeichnet.

---

**SONDERAUSGABE**

**FORSCHUNG KOMPAKT**

05 | 2018 || Seite 2 | 4

---



SONDERAUSGABE  
FORSCHUNG KOMPAKT  
05 | 2018 || Seite 3 | 4

Professor Frank Brückner und Mirko Riede (v.l.n.r), entwickelten Mikrostrukturen, mit denen sich unter anderem die Lebensdauer der Wärmedämmschichten verlängern lässt. © Fraunhofer / Juergen Loesel



Das Forschungsprojekt entstand in enger Zusammenarbeit mit dem Triebwerkspezialisten Rolls-Royce. Für seine wissenschaftliche Leistung wird auch Dr. Dan Roth-Fagaraseanu vom Industriepartner Rolls-Royce mit dem Joseph-von-Fraunhofer-Preis ausgezeichnet.  
© Fraunhofer / Lumalenscape

SONDERAUSGABE  
FORSCHUNG KOMPAKT  
05 | 2018 || Seite 4 | 4