

Abschlußbericht

MaTech – Neue Materialien für Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts

**Verbund-
forschungsprojekt:** **Wärmedämmschichten für Oberflächen-
temperaturen oberhalb 1350 °C**

Teilprojekt: **Entwicklung von Spritzparametern und
Charakterisierung der Schichten**

Projektleiter: **Dan Roth-Fagarasenau**
Bearbeiter: **Regis Lallement**

**Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG
Eschenweg 11
15827 Dahlewitz**

**Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des
Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem
Förderkennzeichen 03N2017B/0 gefördert. Die Verantwortung für den
Inhalt liegt bei den Autoren.**

Abschlußbericht RRD

1. Einleitung

Die bekannten Wärmedämmschichten bestehen im wesentlichen aus einer Haftvermittlerschicht (MCrAlY) von ca. 100-200 µm Dicke auf die eine 100-500 µm mit 7-8% Yttriumoxide (Y_2O_3) teilstabilisierte Zirkonoxide (ZrO_2) Keramikschicht aufgetragen werden. Als Prozessrouten für die Herstellung dieser Schichtsysteme haben sich das Verfahren der Elektronenstrahlverdampfung (EB-PVD) und das des atmosphärischen Plasmaspritzverfahren (APS) etabliert. Beide Verfahren bilden verschiedene Schichtstrukturen mit unterschiedlichen Eigenschaften aus. Die aktuellen Wärmedämmsysteme haben ein Temperaturlimit von ungefähr 1200°C. Eine weitere Steigerung der Anwendungstemperatur in der Brennkammer mittels APS-Schindelbeschichtung sollte den Luftanteil der für die Kühlung der Bauteile notwendig ist reduzieren bzw. die Effektivität der Verbrennung, den Umweltschutz und die gesamte Leistung des Triebwerks verbessern. Die Schaufelbeschichtung mittels EB-PVD würde auch eine mögliche Erhöhung der Einsatz Temperatur und gleichzeitig eine Lebensdauerverlängerung ermöglichen. Solchen Anforderungen gerecht zu werden, könnte der Einsatz von neu Entwickelten keramischen Materialien wie Spinelle, Perowskite oder Pyrochlore ermöglichen, die durch ihre thermodynamische, physische und chemische Stabilität die Einsatztemperaturgrenze von aktuellen Zirkonoxidschichten um mindestens 150°C erhöhen.

Angefangen mit einer Literaturrecherche wurden in diesem Forschungsprojekt in Zusammenarbeit mit der Fa. Siemens (KWU, TACR), Max-Planck-Institut (INAM), der Fa. H.C. Starck und der Univ. Erlangen (WWIII) neue stabile oxidische Mischkristalle hergestellt und charakterisiert. Im Rahmen dieses Projekts sollten sich die Hauptaufgaben von Rolls-Royce auf die Entwicklung von Spritzparametern und Charakterisierung von ausgewählten plasmagespritzten Schichten beziehen.

Die Entwicklung von Spritzparametern zur Herstellung dieser Schichten nimmt eine zentrale Rolle ein. Parameter wie z.B. Spritzabstand, Stromdichte, Kühlbedingungen, Gaszusammensetzungen und Bauteiltemperatur wurden variiert, was den Aufschmelzungsgrad des Spritzpulvers und damit die Schichtenstehung, chemische Zusammensetzung, Eigenspannungen, Porositäten und Rissverteilung stark beeinflusst. Um den experimentellen Aufwand zu reduzieren, wurden statistische Methoden entwickelt, die eine schnellere Lösung anbieten und die Zahl der benötigten Versuche reduziert. Rolls-Royce Deutschland übernahm im Rahmen des Verbundes die Entwicklung der Spritzparameter für die Spinelle-, Perowskit- und Sesquioxide-Mischkristalle

Neben der Optimierung der Spritzparameter ist die Charakterisierung der Spritzschichten wesentlicher Bestandteil des Teilvorhabens. Folgende Arbeitspakete wurden mittels Unterstützung und Messungen bei INAM und IKM bearbeitet: Pulver- und Phasen-Charakterisierung, Optimierung des Herstellungsprozesses, Gefügeanalyse, Kurz- und Langzeit Oxidation, Phasenstabilität, Thermische Wechselbeständigkeit, Thermische Ausdehnung und Thermische Leitfähigkeit.