



1 Prototyp für Gasdichtung mit Temperatursensorik und innenliegender Kontaktierung im Prüfstand von EagleBurgmann.

## ENTWICKLUNG VON DÜNN- SCHICHTSENSORIK ZUR EXAKTEN TEMPERATURDETEKTION

Durch Integration von sensorischen Dünnschichtsystemen können Betriebszustände direkt in den Hauptbelastungszonen von Gleitlagern und Dichtungssystemen bestimmt werden. Innerhalb des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten WING-Projekts INTELLA (Intelligente, leichte Lagerungen und Dichtungen für den Automobil- und Maschinenbau) forscht das Fraunhofer IST an der Umsetzung.

Lager- und Dichtungskomponenten müssen im Betrieb einen großen Last-, Drehzahl- und Temperaturbereich abdecken. Durch die Breite des Betriebsbereichs arbeiten die Komponenten jedoch meist unter sub-optimalen Betriebsbedingungen, so dass sie mit geringer Effizienz und schlechtem Wirkungsgrad betrieben werden. Ein Grund dafür ist die auf maximale Belastung zielende Auslegung der Komponenten, und damit die Überdimensionierung der Bauteile. Um die Effizienz und damit den

Wirkungsgrad solcher Komponenten zu steigern, werden aktive Systeme zur Anpassung von Lager- und Dichtspaltgeometrien benötigt, die in einem Regelkreis arbeiten. Die aktiven Systeme bestehen aus Aktoren und sensorischen Dünnschichtsystemen, die nachfolgend näher beschrieben werden.

### Sensorische Dünnschichtsysteme

Die als »Downsizing« bezeichnete Strategie, mit leichteren Bauteilen höhere Leistungen zu erzielen, lässt sich bei dynamisch beanspruchten Maschinenelementen nur durch eine Anpassung an die Lastsituation realisieren. Dazu werden bereits Aktuatoren verwendet, die eine zusätzliche Systemkomponente darstellen. Zur Detektion von Betriebstemperaturen in Gleitringdichtungen von EagleBurgmann und in den Lagerringen der KSB AG werden sensorische Dreischichtsysteme mit einer Gesamtschichtdicke unter 10 µm verwendet, die direkt auf das Bauteil abgeschieden

#### Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST

Bienroder Weg 54 E  
38108 Braunschweig

#### Ansprechpartner

Dr.-Ing. Saskia Biehl  
Telefon +49 531 2155-604  
saskia.biehl@ist.fraunhofer.de

[www.ist.fraunhofer.de](http://www.ist.fraunhofer.de)

und am Fraunhofer IST entwickelt wurden. Eine elektrische Isolationsschicht wird als Grundsicht in einer Dicke von 3–4  $\mu\text{m}$  homogen in die Hauptbelastungszonen abgeschieden. Darauf werden 200 nm dicke Chrommanderstrukturen appliziert, die durch eine elektrische Isolations- und Verschleisschutzschicht ( $d=3\ \mu\text{m}$ ) bedeckt werden. Als Isolationsschichten kommen mit Silizium und Sauerstoff modifizierte Kohlenwasserstoffschichten oder auch Aluminiumoxidschichten zum Einsatz. Die Herausforderung bei diesen Entwicklungen liegt nicht nur im Schichtsystem, sondern auch in der dreidimensionalen Strukturierung, da die Kontakte der Sensorstrukturen außerhalb der Hochlastbereiche liegen.

### Sensorische Eigenschaften des Dünnschichtsystems

Die Firma EagleBurgmann testet Gasdichtungen mit integrierter Temperatursensorik in ihren Prüfständen. In Abbildung 1 ist ein Testaufbau dargestellt, mit der die exakte Erfassung von Temperaturprofilen im Bereich der Gleitteile von Gasdichtungen nachgewiesen werden konnte. Ein Messergebnis aus den Versuchsreihen ist in der untenstehenden Grafik dargestellt. Sie zeigt einen dynamischen Dichtungsprobelauf mit Variation verschiedener Betriebsparameter wie Drehzahl und Betriebsdruck. Zu erkennen sind die Veränderungen der Temperatur an den Gleitringen (rote Kurve). Steilere Gradienten ergeben sich in erster Linie durch Zunahme der Verwirbelungsleistung bei größeren Drehzahlsprungen.

### Ausblick

Innerhalb des Projekts »INTELLA« werden neben der Temperatursensorik auch piezoresistive Schichtsysteme zur Belastungsdetektion in Lagern entwickelt. Diese sensorischen Dünnschichtsysteme sollen in Kombination mit Aktuatorik zur aktiven Regelung von Komponenten und damit zu einer verbesserten Funktionsfähigkeit und Gewichtsreduzierung von Bauteilen beitragen.

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Rahmenkonzeptes »Mikrosysteme 2004–2009/Energieautarke Mikrosysteme« (16SV3368) gefördert und vom Projektträger VDI/VDE-Innovation und Technik GmbH betreut.

Ergebnisse dynamischer Probeläufe mit Temperatursensorik.

