



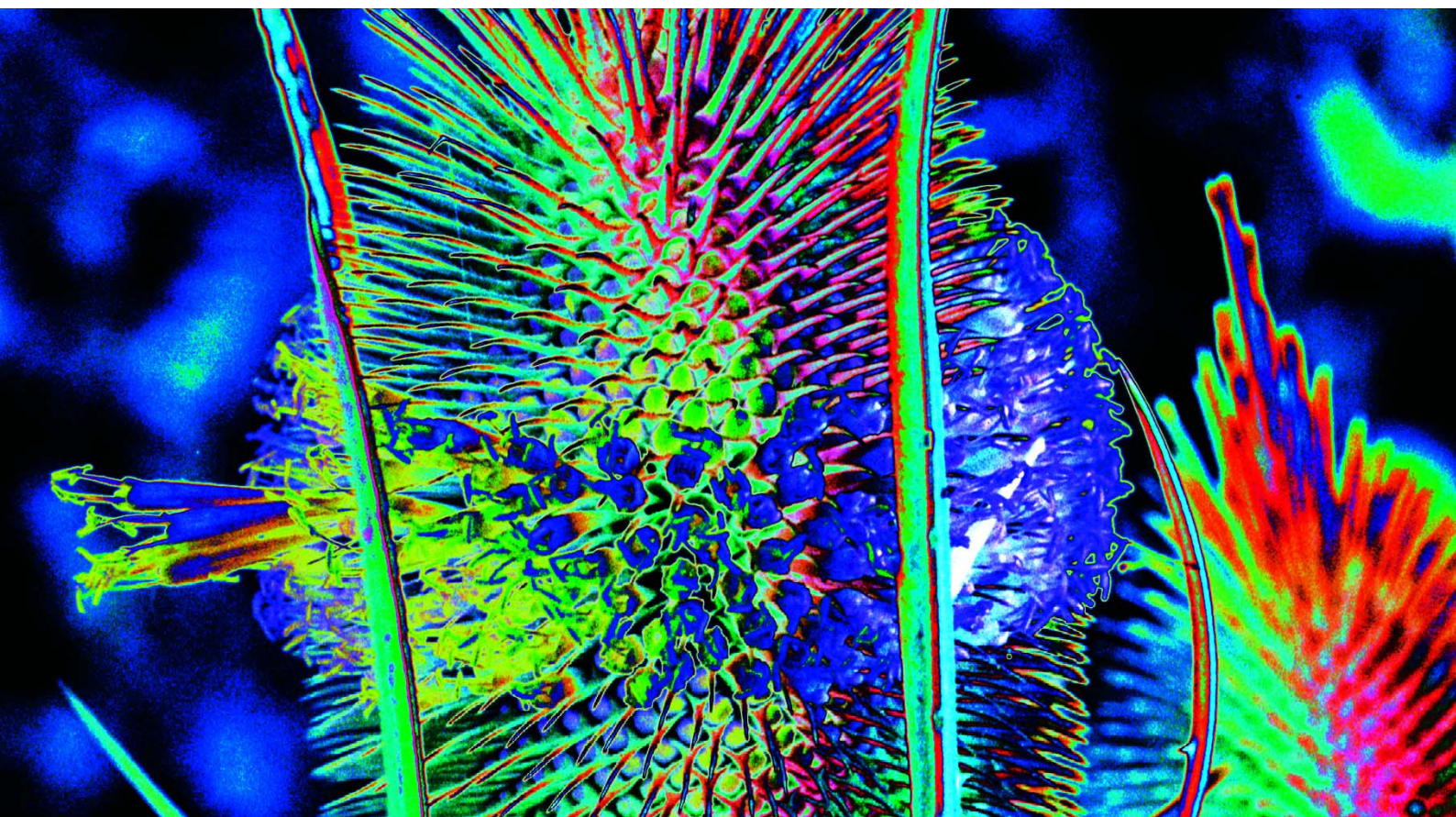
Fraunhofer Institut
Werkstoffmechanik

Jahresbericht 2005

Experimentelle und numerische Untersuchungen
zum Einsatz von piezoelektrischen Sensoren und
Aktuatoren

Leistungsbereich
Verbundwerkstoffe

Dr. Bärbel Thielicke
Wöhlerstraße 11
79108 Freiburg
Telefon +49(0)761/5142-192
baerbel.thielicke@iw.fraunhofer.de



Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Einsatz von piezoelektrischen Sensoren und Aktuatoren

Ausgangssituation

Piezoelektrische Sensoren und Aktuatoren unterschiedlichster Bauweisen sind heute am Markt etabliert. Sie tragen zu verbesserten Eigenschaften von Bauteilen bei oder ermöglichen Funktionen, die mit anderen Technologien nicht realisierbar sind. Einsatzgebiete sind z.B. Schwingungsdämpfung und Geräuschminderung, Geometrieontrolle und Feinstpositionierung sowie Schadensdetektion. Die Umsetzung in adaptiven Systemen kann durch die Vorhersage des zu erwartenden Funktionsverhaltens der aktiven Bauteile sowie deren Lebensdauer vorangetrieben werden.

Lösungsansatz

Auf der Basis von experimentellen und numerischen Methoden werden Bewertungskonzepte entwickelt, mit denen die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit unterschiedlicher piezoelektrischer Komponenten unter verschiedenen Einsatzbedingungen vorhergesagt werden können. Ziel bei der Entwicklung von Prüfkonzepten ist es, übertragbare und geometrieunabhängige Ergebnisse zu erhalten. Zur Untersuchung von flächigen Sensoren mit eingebetteten piezoelektrischen PZT-Fasern, -Stäbchen oder -Folien hat sich beispielsweise eine Belastung unter 4-Punkt-Biegung bewährt (Abb. 1). Damit ist eine Beanspruchung der auf unterschiedlichen Substraten applizierten Sensoren unter homogener Zug- oder Druckspannung und bei unterschiedlichen Frequenzen, Amplituden und Temperaturen möglich. Die Einsatzgrenzen (z.B. Bruchdehnung) werden unter quasistatischer und die Lebensdauern unter zyklischer Belastung ermittelt. Die dabei erzeugten Schädigungen (z.B. Risse in der Keramik) führen zur Degradation des Ladungssignals und sind auch mit akustischen und optischen Methoden nachweisbar. Experimentell nicht zugängliche Größen, wie z.B. die Bruch-

spannung der eingebetteten Keramik, werden durch begleitende numerische Berechnungen ermittelt, so dass Wöhler-Diagramme (Abb. 2) erstellt und zur Lebensdauervorhersage herangezogen werden können. Des Weiteren erlaubt die Finite-Elemente-Modellierung der gekoppelten elektromechanischen Eigenschaften eine gute Vorabschätzung der erreichbaren Aktuator- und Sensorwirkung der Komponenten.

Nutzen

Durch die Kombination von Experiment und Modellierung können bereits in der Konzeptionsphase kostengünstige und zeitsparende Machbarkeitsstudien zur Leistungsfähigkeit und Lebensdauer von PZT-Sensoren und -Aktuatoren durchgeführt und notwendige Optimierungen im Hinblick auf deren Platzierung und Geometrie sowie die zu verwendenden aktiven Werkstoffe vorgenommen werden.

Monika Gall
monika.gall@iwm.fraunhofer.de

Leistungsbereich Verbundwerkstoffe

Die Aufgaben bestehen in der mechanischen Charakterisierung und in Lebensdauervorhersagen von Verbundwerkstoffen und Werkstoffverbunden unter Einsatzbedingungen.

Ansprechpartnerin:
Dr. Bärbel Thielicke
baerbel.thielicke@iwm.fraunhofer.de

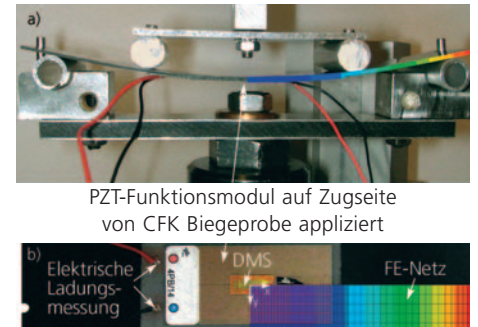


Abb. 1 Versuchsaufbau 4-Punkt-Biegung (a), CFK-Probe mit appliziertem PZT-Sensor (b) und überlagerte Finite-Elemente-Plots der z-Verschiebungen.

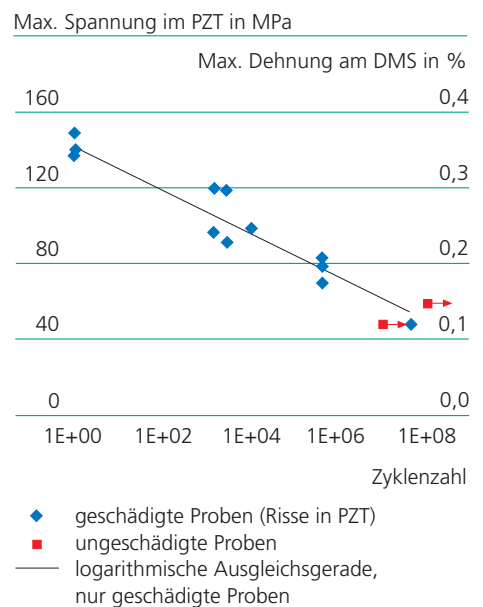


Abb. 2 Wöhler-Diagramm für PZT-Sensor; Versagenskriterium: Risse in der Keramik.