

STRUKTURÜBERWACHUNG VON LEICHTBAUKOMPONENTEN STRUCTURAL HEALTH MONITORING (SHM) OF LIGHTWEIGHT COMPOSITES

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT

Steinbachstraße 17
52074 Aachen, Germany

Ansprechpartner/Contact

Matthias Rehberger, M.Sc.
Telefon/Phone +49 241 8904-148
Fax +49 241 8904-6148
matthias.rehberger@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Phys. Niels König
Telefon/Phone +49 241 8904-113
Fax +49 241 8904-6113
niels.koenig@ipt.fraunhofer.de

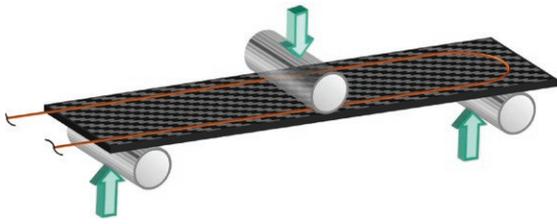
messtechnik@ipt.fraunhofer.de
www.ipt.fraunhofer.de

Die Herausforderung

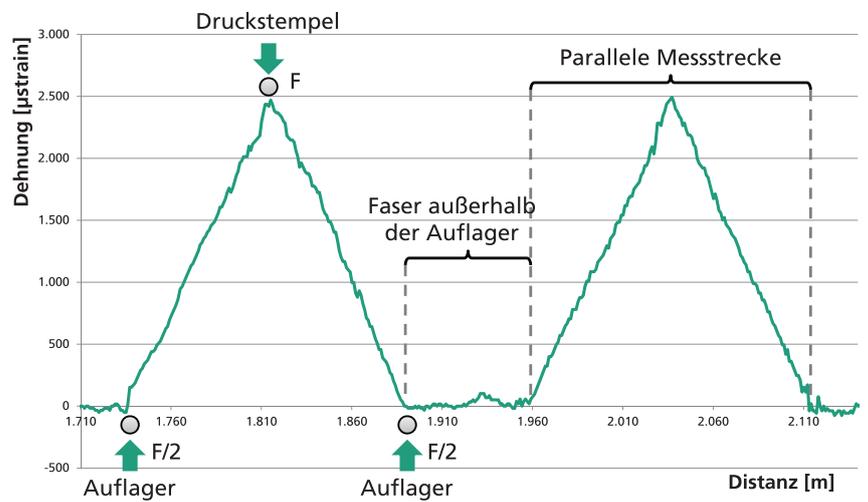
Strukturveränderungen innerhalb von Leichtbaukomponenten zu messen war lange Zeit nur mit Ultraschall- oder tomografischen Verfahren möglich. Dabei spielen intakte Strukturen in vielen Bereichen der Industrie und sogar im Alltag eine oft lebenswichtige Rolle: Verborgene Defekte in Flugzeugstrukturen und Automobilkarosserien oder unsichtbare Schäden in Rotorblättern von Windenergieanlagen gilt es frühzeitig aufzuspüren, um ein plötzliches Versagen des Bauteils und damit schwere Unfälle zu vermeiden. Vor allem bei Bauteilen aus kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK) mit komplexen Geometrien und Faserlagen lassen sich Dehnungen und Spannungen im

The challenge

For a long time, measuring structural changes within lightweight design components had only been possible to achieve through ultrasonic or tomographic processes. In many industrial areas but also in everyday life, intact structures often play a vital role: the early detection of hidden defects in airplane structures and automobile bodies or invisible defects in rotor blades of wind turbines is crucial in order to prevent a sudden failure of the components and serious accidents. Particularly carbon-fiber-reinforced plastic (CFRP) components with complex geometries and fiber layers make it difficult to predict strains and stresses inside of the components based on finite element methods. Moreover, such



Drei-Punkt-Biegeversuch: lokale Längenänderungen, aufgetragen über zwei Messstrecken an der Unterseite der Biegeprobe.



Bauteilinneren anhand von Finite-Elemente-Methoden nur schwer vorhersagen. Solche Vorhersagen sind noch dazu, abhängig von der tatsächlichen Belastung des Bauteils, oft sehr ungenau.

Unsere Lösung

Mit der optischen Frequenzbereichsreflektometrie lassen sich anhand optischer Fasern Dehnungs- und Temperaturänderungen unter der Oberfläche messen. So können in Bauteilen aus Faserverbundwerkstoffen Schädigungen und Belastungen sichtbar gemacht werden. Ein hoher Verkabelungsaufwand wie bei traditionellen Dehnungsmessstreifen ist für faseroptische Messverfahren nicht erforderlich, denn

eine einzelne Sensorfaser unterstützt bis zu mehreren Millionen Messstellen. Die geringen Durchmesser optischer Fasern in der Größenordnung eines menschlichen Haars erlauben es, schon während der Fertigung Sensoren in das Material einzubetten, beispielsweise in Faserverbundwerkstoffe, Werkstoffverbunde oder Klebe- und Fügspalte.

Ihr Nutzen

Faseroptische Sensoren zur Strukturüberwachung können frühzeitig innere und äußere Schäden anzeigen, wenn ein Bauteil zu versagen droht. Messungen in kurzen, mittleren und langen Zeiträumen erlauben es, unter realen Bedingungen ein

gründlicheres Verständnis der Belastungen und Alterungserscheinungen der Struktur zu erlangen. Verbesserte Formgeometrien, ein zielgerichteter Materialeinsatz und angepasste Produktionsverfahren auf Basis von Messdaten versprechen Material- und Kosteneinsparungen und damit insgesamt eine höhere Ressourceneffizienz.

Mögliche Anwendungen

- Messung von Dehnungsgradienten
- Biegeüberwachung
- Untersuchung des Materialverhaltens (Relaxation, Hysterese)
- Untersuchung des Temperatur- und Schwindungsverhaltens in Klebprozessen

predictions are, depending on the actual strain of the component, rather vague.

Our solution

Optical Fourier Domain Reflectometry enables to measure strain gradients and temperature changes underneath the surface by using optical fibers. Consequently, damages and strains within fiber-reinforced composites can be unveiled. Unlike traditional strain gauges, fiber-optic measurement processes do not require a high amount of cabling since one single sensor fiber supports up to several million mea-

suring points. The small diameter of optical fibers, which is similar to that of a human hair, enables the embedding of sensors in the material during production.

Your benefit

In structural health monitoring, fiber-optic sensors can be used for the early detection of interior and exterior damages of components. Measurements in different time lapses enable to obtain a solid understanding of the strains and signs of ageing under realtime conditions. Improved form geometries, target-oriented input and

customized production processes on the basis of measured data will save material and costs, resulting in higher resource efficiency.

Possible Applications

- Measurement of strain gradients
- Bending monitoring
- Evaluation of material behavior (relaxation, hysteresis)
- Monitoring of temperature and shrinkage characteristics in bonding processes