

Faser-Bragg-Sensoren in der Praxis

In Windkraftanlagen werden faseroptische Sensoren nicht nur zur Überwachung, sondern auch zur Steuerung eingesetzt, z.B. zur Rotorblattverstellung aufgrund von Belastungsmessungen der Blätter

FBG-Technik

Bei der Faser-Bragg-Technik werden durch UV-Bestrahlung diskrete, optische Reflektoren in eine Glasfaser eingeschrieben, deren Wellenlänge auf Temperatur- und Dehnungsänderungen reagiert. Diese punktförmigen Sensoren können in großer Anzahl entlang einer Faserstrecke positioniert werden, wobei jeder Einzelsensor eine charakteristische Basiswellenlänge erhält. Ein spezielles Auslesesystem tastet alle Sensoren optisch ab und berechnet aus der Wellenlängenverschiebung Temperatur- und Dehnungsänderungen mit einer Genauigkeit von 0.1 °C bzw. 1 µstrain.

Faser-Bragg-Gitter (im folgenden FBGs genannt) sind in vielen Anwendungen eine gute Wahl zur Messung mechanischer Größen oder Temperaturen. Insbesondere bei speziellen Umgebungsbedingungen oder bei einer großen Anzahl von Sensoren spielen FBGs ihre Vorteile aus.

Vorteile faseroptischer Sensoren

Die FBG-Technik ist im Kern ein rein optisches Messverfahren, bei dem das Licht die Glasfaser nie verlässt (siehe Kasten). Hieraus resultieren besondere Vorteile wie elektromagnetische Immunität, gute chemische Beständigkeit, geringe Dimensionen und Gewichte, große Reichweiten und Multiplex-Fähigkeiten, also Eigenschaften, die elektrische Sensoren nicht oder nur eingeschränkt besitzen. FBGs sind also nicht Ersatz für ihre elektrischen Pendanten, sondern häufig die einzige Lösung für spezielle messtechnische Aufgabenstellungen.

Praktisches Arbeiten mit FBGs

Allerdings ist das Arbeiten mit „nackten“, also nicht für den beabsichtigten Anwendungszweck konfektionierten, FBGs für den Endanwender oft nicht praktikabel. Einige der wichtigsten anwendungsspezifischen Anpassungen betreffen die Fixierung des Sensors am Messobjekt, den mechanischen Schutz der Glasfaser im Sensorbereich und in den Zuleitungen, die Kompensation von Querempfindlichkeiten (beispielsweise zur Unterscheidung von Dehnung und Temperatur) sowie Lösungen zur Erfassung nicht direkt messbarer Größen. >>> *bitte umblättern*



Bild 1: Sensoren zum Kleben, Verschweißen, Verschrauben und Vergießen



Bild 2: Versuchsanordnung von Dehnungssensoren an Eisenbahnschienen

Polytec bietet deshalb eine umfassende Palette fertig konfektionierter FBG-Sensoren an, die die genannten Anforderungen für eine Vielzahl von Anwendungen erfüllen. Die Messgrößen, die derzeit erfasst werden können, sind Temperatur, Dehnung, Beschleunigung und Neigung. Alle Sensortypen lassen sich sowohl einzeln als auch in einer Messkette betreiben, wobei sich Sensoren für unterschiedliche Parameter auch gemischt nutzen lassen. Die einzelnen Sensoren werden durch ihre charakteristische Wellenlänge auf jedem Messkanal voneinander unterschieden. So entstehen auf einfache Weise komplette Sensornetze, die mehrere Messgrößen gleichzeitig erfassen.

Dehnungssensoren (Bild 1)

Für Dehnungsmessungen im Labor ist ein Polyimid-basiertes Patch verfügbar, das von seinem Handling einem klassischen elektrischen Dehnungsmessstreifen (DMS) entspricht. Das heißt, nach der Oberflächenbehandlung des Messobjekts wird das Patch auf den Messpunkt geklebt und überträgt so die Dehnungen des Messobjekts auf den eingebetteten FGB-Sensor. Für raue Umgebungsbedingungen, insbesondere im Außenbereich, ist zusätzlich eine Karbonfaser-verstärkte Variante erhältlich. Die Bilder 2 bis 5 zeigen einige interessante Außenanwendungen.

Für Einsätze, bei denen Kleben nicht möglich ist, stehen Sensoren zum Aufschrauben zur Verfügung, die aufgrund ihrer ausgedehnten Länge (10 oder 100 cm) integral arbeiten. Für den Dauereinsatz beispielsweise in Betonbauteilen gibt es zudem vergussfähige Ausführungen (Bild 5), die direkt bei der Herstellung in das Bauteil integriert werden können.

Um die prinzipiell in FBGs vorhandene Querempfindlichkeit zwischen Temperatur und Dehnung zu unterdrücken, kann man die Temperatur mit einem separaten Temperatursensor in der Nähe des Mess-

ortes erfassen, so dass der unbeabsichtigt gemessene Temperatureffekt herausgerechnet werden kann. Eine elegante Alternative besteht in der Verwendung von athermischen FBGs, bei denen der Temperatureffekt durch den inneren Aufbau des Gesamtsensors kompensiert ist. Für den Anwender agiert dieser Sensor als reiner Dehnungssensor.

Der Messbereich der Dehnungssensoren liegt zwischen 0 und 4000 $\mu\text{m}/\text{m}$ bei einer Auflösung von 1 $\mu\text{m}/\text{m}$.

Temperaturmessung

Durch ein geeignetes Gehäusedesign kann ein FBG auch als reiner Temperatursensor konfiguriert werden, zum Beispiel durch stressfreie Lagerung im Inneren eines kompakten Gehäuses. Um die thermische und mechanische Anbindung an das Messobjekt möglichst einfach zu halten, sind eine Reihe unterschiedlicher Gehäuseformen entwickelt worden. Neben dem Universalgehäuse kann ein schweißbares oder ein vergussfähiges Gehäuse genutzt werden. Der Temperaturbereich reicht von $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ für Standard-sensoren und bis $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$ für Hochtemperatursensoren.

Beschleunigungs- und Neigungsmessung

Wenn andere als die bisher betrachteten mechanischen Größen mit einem FBG erfasst werden sollen, muss die Messgröße auf eine Dehnung beziehungsweise Stauchung der Faser zurückgeführt werden. Dies geschieht durch einen mechanischen Überträger, so dass man über einen entsprechenden Eichfaktor aus der Wellenlängen-Änderung des Bragg-Gitters die Messgröße erhält. Polytec hat beispielsweise einachsige Beschleunigungsaufnehmer im Programm, die Beschleunigungen bis $\pm 40\text{ G}$ erfassen. Durch die Verkettung von drei Sensoren können auf diese Weise auch Messwerte in allen drei Raumrichtungen aufgenommen werden. Des weiteren sind Neigungssensoren erhältlich, die Neigungen bis zu 10 Grad mit einer Genauigkeit von 0,01 Grad nachweisen. Diese hohe Sensibilität macht den Sensor auch für Sicherheitsanwendungen interessant.

Bild 5: Vergussfähiges Dehnungssensor vor dem Betonverguss in einer Brücke



Bild 3: Faseroptischer Temperatursensor an einer Hochspannungsleitung

Kontakt · Mehr Info
 Tel. +49 (0)7243 604-174
www.polytec.de/fo-sensorik



Bild 4: Installation eines Dehnungssensors an der Oberfläche eines tragenden Brückenteils

