

Zusammenfassung

Intrinsische Faser-Bragg-Gitter (FBG) sind periodische oder aperiodische longitudinale Brechungsindexmodulationen im Kern einer Glasfaser. Aufgrund wichtiger Eigenschaften wie einer hervorragenden Multiplexbarkeit, einer hohen Langzeitstabilität, einer sehr guten Reproduzierbarkeit sowie einer geringen Störanfälligkeit weisen optische Dehnungssensoren auf der Basis von Faser-Bragg-Gittern das Potenzial auf, herkömmliche Dehnungsmessstreifen zu substituieren. Für einen vermehrten industriellen Einsatz fehlt jedoch bisher eine robuste, preiswerte Auswerteeinheit für die Signalerfassung und -verarbeitung der FBG-Sensorsignale.

In dieser Arbeit erfolgt der Entwurf und die Realisierung von Netzwerken aus Faser-Bragg-Gitter-Sensoren für die Online-Erfassung dynamischer mechanischer Belastungsgrößen.

Zunächst wird die stützstellenbasierende Belastungsrekonstruktion mit diskreten Dehnungssensoren aufgezeigt. Für die Auswahl der Messstellen und der Interpolationspunkte sowie die Beurteilung der Approximationsgüte werden topologische Untersuchungen durchgeführt. Anhand eines Ablaufdiagramms wird das Vorgehen zum Auffinden einer "optimalen Topologie" im Sinne eines minimalen quadratischen Fehlers für eine feste Anzahl von Stützstellen dargestellt und am Beispiel einer einseitig eingespannten Biegezone für die ersten drei Schwingungsmoden erläutert. Ferner werden bei der experimentellen Verifikation zur Rekonstruktion von durch Biegung und Torsion überlagerten Belastungsverläufen die Vorteile der FBG-Sensoren für die Belastungserfassung im Vergleich zu konventionellen Dehnungsmessstreifen an elastischen Trägern in Kasten- und Fachwerkbauweise demonstriert. Die geringen Abmessungen des faseroptischen Sensorelementes ermöglichen auch den Einsatz für geometrisch kleine mechanische Systeme wie z. B. schlanke Stäbe. Aufgrund der guten Applizierbarkeit ist ein Aufkleben bei komplizierter Sensorausrichtung möglich. Bedingt durch die hohe Messempfindlichkeit kann der Nachweis geringer, konstruktiv oder verbindungstechnisch bedingter Abweichungen geführt werden. Bei einer gleichzeitigen Biege- und Torsionsbelastung an einem elastischen Träger in Kastenbauweise ist eine geringe Querempfindlichkeit des FBG-Sensors nachweisbar.

Ferner wird für den Entwurf von FBG-Sensornetzwerken die Modellierung und Simulation des Bauelementeverhaltens sowohl für die FBG-Sensoren als auch zuvor definierter Netzwerkkomponenten für ausgewählte Topologien durchgeführt. Ausgehend von den Ergebnissen eines Bewertungsprozesses wird der Entwurf des Gesamtsystems unter Verwenden einer passiv optischen Filterung für die Signalerfassung der Dehnungssensorsignale durchgeführt. Dabei wird ein Weg aufgezeigt, wie FBG-Netzwerke applikationsspezifisch entworfen und aufgebaut werden können und bei nicht allzu kleinen Stückzahlen auch preisgünstig realisierbar sind.