

FLÄCHENDECKENDER EINSATZ VON FASER-BRAGG-GITTER-SENSOREN (FBG) WÄHREND DER HERSTELLUNG VON FASERVERBUNDBAUTEILEN IM FASERWICKELVERFAHREN

Technologieentwicklung zur Integration von FBG-Sensorik

07/2018 – 02/2021

Ausgangssituation

Die Erfassung von inneren Defekten in Faserverbundbauteilen stellt eine besondere Herausforderung dar, da anfängliche Schädigungen abrupt zu einem kollateralen Globalversagen führen können und nicht, wie bei metallischen Strukturen in einer plastischen Dehnung münden.

Falsch dimensionierte Strukturen können dann eine erhebliche Gefahr für den Anwender und seine Umwelt darstellen. Daher werden entweder regelmäßige, kostenintensive Wartungsintervalle erforderlich oder bereits im Auslegungsprozess der Compositebauteile unverhältnismäßig hohe Sicherheitsfaktoren beaufschlagt, die wiederum dem eigentlichen Leichtbaugedanken widersprechen. Zielführender scheint an dieser Stelle die permanente Überwachung solcher Strukturen, um bereits mikroskopisch kleine Schädigungen detektieren zu können und entsprechende Schritte gegen einen weiteren Versagensfortschritt einzuleiten. Mit Hilfe von faseroptischen Sensoren ist eine solche Strukturüberwachung bereits heute im Laborumfeld technisch möglich. Zur Anwendung im Bereich von Serienbauteilen fehlen zum jetzigen Zeitpunkt hingegen wiederholgenaue und automatisierte Technologien, um flächendeckend die Anwendung von strukturüberwachten Compositebauteilen zu ermöglichen.

Forschungsziel

Das Ziel des vorliegenden Vorhabens bestand in der automatisierten und reproduzierbaren Integration von Sensormesstechnik (Faser-Bragg-Gitter-Sensoren, kurz: FBG-Sensoren) während der Herstellung von Faserverbundbauteilen im Faserwickelverfahren. Dabei sollte der Sensor – bei dem es sich um einen klassischen Lichtwellenleiter (kurz: LWL, Glasfaser) mit eingeschriebenem Faser-Bragg-Gitter handelt – analog zum eigentlichen Faserroving vollkommen automatisiert durch die Maschine abgelegt werden. Durch diese Herangehensweise sollte eine exakte Positionierung des Faser-Bragg-Gitters im späteren Bauteil sichergestellt und ein serientauglicher Prozess zur Integration von Structural-Health-Monitoring-(SHM-) Systemen in rotationssymmetrischen Compositebauteilen geschaffen werden. Die Integration des Sensorsystems in unterschiedlichen Faserlagen bringt neben dem Schutz des Sensorsystems vor äußeren Einflüssen auch den Vorteil mit sich, dass die inneren Vorgänge in der Struktur genauestens erfasst werden können.

Ergebnis

Als Ergebnis des Projektes entstanden mehrere Demonstratoren mit erfolgreich integrierter Messsensorik auf Basis von Faser-Bragg-Gittersensoren (FBG). Die Integration der Sensorfaser erfolgte dabei weitgehend automatisiert mit Hilfe eines speziell entwickelten Zusatzmoduls an der CNC-gesteuerten Wickelanlage und konnte im Rahmen der technologischen Versuchsreihen reproduziert werden. Mit dem im Projekt verfolgten Integrationsansatz wurde die Ausbildung eines Harzauges sowie eine mechanische Beeinflussung der tragenden Laminatstruktur gänzlich vermieden. Die Integration eignet sich dabei vornehmlich für zugbeanspruchte Laminatstrukturen wie Druckbehälter, Hydraulikzylinder oder Antriebswellen. Die Stecker der Sensorik können dabei wahlweise im Laminat integriert oder aus Selbigem herausgeführt werden. Im Rahmen von umfangreichen Messreihen konnte die Vergleichbarkeit von, mittels FBG- und DMS-Sensoren gemessenen Dehnungen gezeigt werden. Darüber hinaus ermöglichen die Sensoren auch die Erfassung der Prozesse während der Fertigung sowie der Aushärtung der Lamine (Faserstauchung, chemische Schwindung, Exothermie, etc.).



Bedeutung

Die Möglichkeit zur permanenten Überwachung von Faserverbundstrukturen hat eine große Bedeutung für die weitere Verbreitung dieser Materialien. Insbesondere im Bereich von innendruckbelasteten Strukturen werden zum Teil deutlich überhöhte Sicherheitsfaktoren eingesetzt. Hier können die Projektergebnisse dazu beitragen, diese Faktoren zu reduzieren. Durch die permanente Überwachung des Belastungszustandes kann bei kritischen Lastzuständen sofort reagiert werden kann und nicht mehr nur, wie im Stand der Technik üblich, gelegentliche Wartungsintervalle durchgeführt werden.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages