

Zusammenfassung

IGF-Vorhaben-Nr.: 19610 BG

Wirtschaftliche Zustandsüberwachung von Leichtbaustrukturen aus faserverstärkten Kunststoffen mit kosteneffizienten Filamentsensoren auf Basis von pseudoelastischen Formgedächtnislegierungen (EFFI-Sens)

Ziel des Projektes war es, kostengünstige und langlebige Sensoren zur gezielten Dehnungserfassung bereitzustellen und so Leichtbaustrukturen aus Faserverbundkunststoffen (FVK) zu überwachen.

Ein großes Lösungspotenzial bieten Filamentsensoren auf der Basis von Formgedächtnislegierungen (FGL). Mit ihrer hohen Standfestigkeit gegenüber zyklischer Dauerbelastung bei gleichzeitig hoher elastischer Dehnbarkeit (bis 3 %) sowie einer dem DMS ähnlichen messtechnischen Umsetzbarkeit vereinen sie gleich mehrere Vorteile gegenüber anderen Systemen. Neben offenen Fragestellungen in Bezug auf das generelle physikalische Verständnis für die Funktionsweise eines entsprechenden FGL-Filamentsensors in einer FVK-Struktur (Anbindung, Eigenspannungen, Materialauswahl, etc.), wurden vor allem anwendungsbezogene Fragestellungen, wie die Konzeption und Umsetzung von konkreten Messelementen, deren Integration und das Handling während der FVK-Fertigung sowie die Messgenauigkeit unter Einsatzbedingungen eingehend untersucht. Damit sollte diese neuartige Variante, Sensoren in FVK-Strukturen einzubringen, einem breiten Anwendungsspektrum - zunächst im Rahmen von überwiegend manuell gefertigten FVK-Leichtbaustrukturen - zugänglich gemacht werden. Der Kostenvorteil gegenüber bestehenden Lösungen beträgt schätzungsweise 80 % gegenüber faseroptischen Sensoren. Diese Kostenreduktion ermöglicht erstmals auch der vorwiegend kleinen und mittelständisch (KMU) geprägten FVK-Industrie ihre Produkte mit innovativen Sensorsystemen auszustatten, so ihre Wettbewerbsfähigkeit zu steigern und damit einen Mehrwert und wirtschaftlichen Vorteil zu erzielen.

Der Proof-of-Concept für die Technologie wurde anhand von Sensoren aus FGL-Draht erbracht. Eine Vielzahl von Drahtwerkstoffen und -varianten wurde systematisch untersucht. Die elastische Dehnbarkeit (wiederholbar bis mind. 6 %), der k-Faktor (über 5) und die Ermüdungseigenschaften (mind. 106 Zyklen bei 0,8 % Dehnung) wurden dabei, als wesentliche Kennwerte für Dehnungssensoren, umfassend charakterisiert und sind im Vergleich zu Dehnungsmessstreifen (DMS) deutlich besser. Da die bisherigen Ermüdungsversuche bei 106 Zyklen abgebrochen wurden, stellen die bisher ermittelten Werte noch nicht die obere Grenze dar, liefern aber bereits einen Nachweis für die bessere Ermüdungsbeständigkeit im Vergleich zu DMS. Es wurde ein Benchmark zu DMS und Faser-Bragg-Gitter-Sensoren aufgestellt. Die FGL-Sensorik zeichnet sich bei diesem Vergleich insbesondere durch die deutlich bessere elastische Dehnbarkeit im Vergleich zu DMS aus (das 4-fache in Bezug auf die Dauerfestigkeit). Gleichzeitig sind FGL-Sensoren sensitiver als beide Vergleichssensoren. Für den Anwendungstemperaturbereich ist bei FGL-Sensoren durch die aktuellen Erkenntnisse eine Nutzung zwischen -40 °C und 120 °C abgesichert.

„Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht“

Danksagung und Bestellhinweis

Das IGF-Vorhaben 19610 BG der Forschungsvereinigung FSKZ e.V. wurde über die Arbeitsgemeinschaft industrielle Forschungsvereinigungen (AiF) im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die gesamten Forschungsergebnisse können einem umfangreichen Forschungsbericht entnommen werden, der über SKZ bestellt werden kann.