

Sensitive Textilstrukturen zur Erschließung neuer Anwendungsmöglichkeiten in der Bau- und Sicherheitstechnik

Forschungsstelle 1: Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. Chemnitz

Forschungsstelle 2: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

Forschungsstelle 3: Prof. Lieberenz, Professur Eisenbahnbau an der TFH Dresden

Erdfälle in Bodensenkungsgebieten, Felsstürze oder Geröllabrisse an Verkehrswegen, wie z. B. der Felssturz an der Eisenbahntrasse in Kröv/Mosel, erfordern nachhaltige Maßnahmen zur Sicherung von Eisenbahntrassen und Autostraßen. In solchen Fällen werden Geokunststoffmatten zur Verfestigung bzw. Entschärfung von Hängen oder Gleitzonen eingesetzt, die exemplarisch mit Sensorik (z. B. Kupferdraht-Dehnungssensoren oder diskrete Sensoren) ausgestattet werden, um in besonders schwierigen Geländen das Verhalten des Untergrunds bzw. schwingungsinduzierte Schädigungen bewerten zu können. Nachgefragt sind jedoch Geomatten, die bereits in der Fertigung mit großflächigen, blitzsicheren Sensornetzen bzw. Sensorfasern ausgestattet werden, um eine Online-Überwachung der eingebauten Geomatte - und damit des gesicherten Geländes - zu ermöglichen.

Weltweit gibt es erste Versuche, faseroptische Sensoren mit ihren besonderen Eigenschaften für die Überwachung von Textilien zu nutzen. Aus der Vielzahl der physikalischen Wirkprinzipien, die in der Fasersensorik für Messaufgaben (nicht nur für die Detektion von Veränderungen!) eingesetzt werden, scheiden einige wegen der hier vorhandenen hohen Anforderungen an Langzeitstabilität und Langzeit-zuverlässigkeit aus. Intensiometrische Fasersensoren können Dehnungen nicht langzeitzuverlässig messen (Problem: fehlende Streckenneutralität). Lokal messende Faser-Bragg-Gitter-Sensoren gestatten nicht die bei einer großflächigen Überwachung geforderte integrale Verformungsaussage; lediglich ihre dynamischen Eigenschaften können für Baudynamik-Fragestellungen genutzt werden. Großflächige Verformungen können langzeitzuverlässig allein mit sog. verteilten faseroptischen Sensoren auf Basis nichtlinearer optischer Effekte bzw. auf der Grundlage von Laufzeitmessungen gemessen werden. Da Geomatten für die oben beschriebenen Problemfälle begrenzte Ausdehnungen haben (einige 100 m), bieten sich Fasersensoren auf der Basis von Kunststofflichtwellenleitern (POF) an. Der Vorteil von POF gegenüber Glasfasern ist deren höhere Elastizität, höhere mechanische Belastbarkeit sowie besseres Handling bei Herstellung und Verlegung. Erst seit kurzer Zeit gibt es die perfluorierten optischen Fasern (z. B. CYTOP/Japan), die Dämpfungen $<25\text{dB/km}$ besitzen, wodurch ein sensorischer Einsatz über mehrere Hundert Meter möglich wird. Bisher wurde ihre Eignung für die Dehnungsprofilmessung nicht untersucht. Daher wird als Produktinnovation die Entwicklung von Geomatten, die im Produktionsprozess mit derartigen Sensorfasern ausgestattet werden, angestrebt.

Im STFI liegen bereits Erfahrungen in der Integration von polymeroptischen Fasern (POF) für Beleuchtungszwecke vor. Aufbauend auf diese technologische Erfahrungen sollen im Forschungsvorhaben POF-Lichtwellenleiter in Textilien als Dehnungssensoren eingebracht werden und optional mit dynamisch sensitiven Fasersensoren kombiniert werden. Da in der BAM das für solche Untersuchungen das notwendige Know how auf den Gebieten Zuverlässigkeitsuntersuchungen an POF sowie Fasersensorik einschl. der Nutzung nichtlinearer optischer Effekte zur Verfügung steht, soll dieses mit dem Know how des STFI und dem der Industriepartner in diesem Verbundforschungsvorhaben zusammengebracht werden, damit sensitive Textilstrukturen - Innovationen von internationaler Bedeutung - entstehen können. Eine Nutzung der Forschungsergebnisse in anderen Wirtschaftszweigen, wo intelligente Textilstrukturen Mess-, Prüf- oder Warnfunktionen übernehmen, z. B. in Sicherheitssystemen technischer Anlagen oder in Textilien mit Lastensensor zur Überlast-Warnung, ist erkennbar.