

Structural Health Monitoring (SHM) in Faserverbund-Metall-Laminaten (FML)

Liv Rittmeier

Technische Universität Braunschweig | Institut für Adaptronik und Funktionsintegration

l.rittmeier@tu-bs.de Telefon +49 (0) 531 391 -2682

SHM über geführte Ultraschallwellen

- Structural Health Monitoring (SHM) ist eine Methode zur Strukturüberwachung
- In die zu überwachende Struktur sind Piezokeramiken oder -patches integriert, die Ultraschallwellen anregen
- In dünnen, plattenförmigen Strukturen findet eine Überlagerung der Ultraschallwellen zu Lambwellen statt
- Lambwellen existieren in zwei Moden: dem symmetrischen S-Moden und dem antisymmetrischen A-Moden
- Eine weitläufige Ausbreitung der Ultraschallwellen über die Struktur ist möglich
- Entstehendes Wellenfeld ermöglicht Identifikation von Schäden und Schadensorten
- Geführte Ultraschallwellen bzw. Lambwellen besitzen eine höhere Reichweite im Vergleich zu konventionellen (Ultraschall-) Durchschallungsverfahren
- Wellenreflexionen an Strukturschäden zeigen sich im Wellenfeld und ermöglichen eine Detektion, bevor schwerwiegendes Strukturversagen eintritt

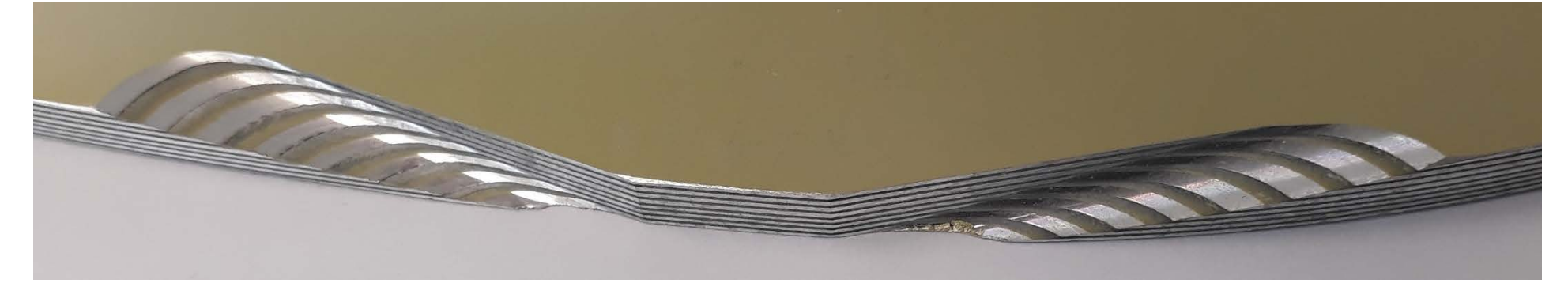


Abb. 1: FML (GLARE) im Rumpf vom A380

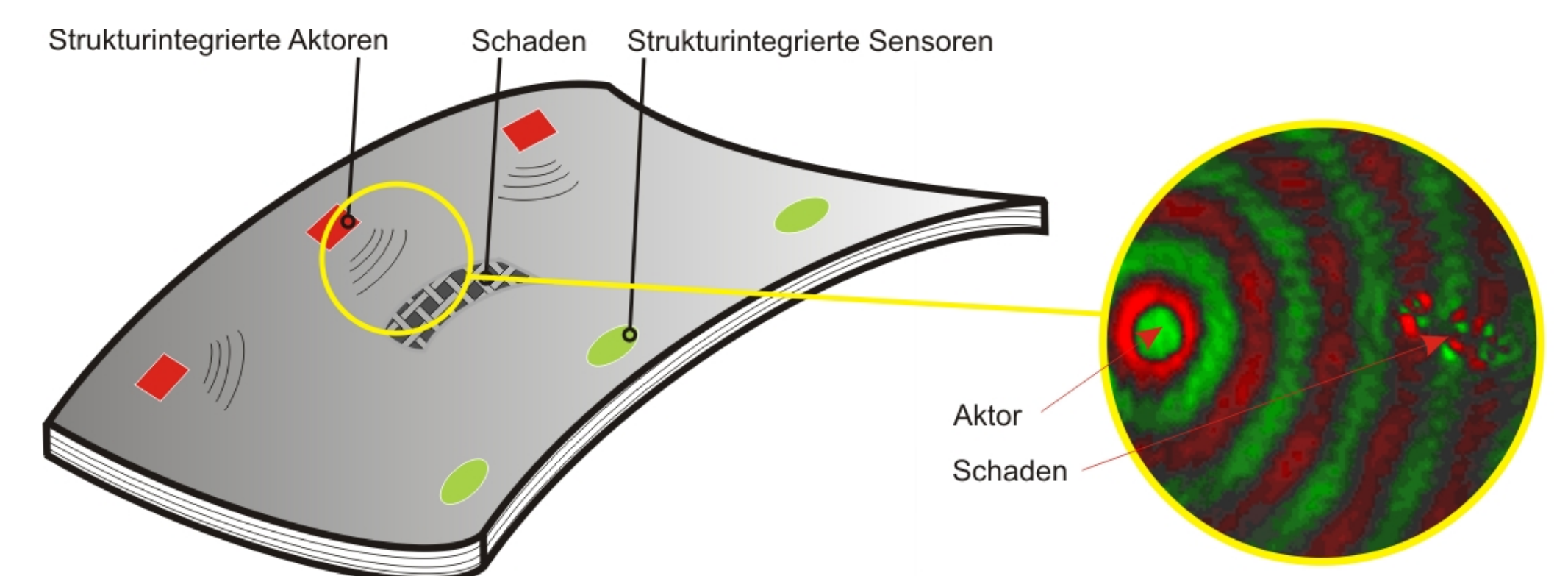


Abb. 2: Schema eines SHM-Systems

Forschungshypothese:

FML sind eine neue Werkstoffklasse und weisen ein spezifisches Ultraschallwellenausbreitungsverhalten auf, welches sich von der Ultraschallwellenausbreitung in reinem Faserverbundkunststoff und reinem Metall unterscheidet.

- FML kombinieren Materialien, die sich in ihren Eigenschaften stark unterscheiden (z.B. bzgl. E-Modul, Dichte, etc.)
- bekanntes Beispiel für FML ist GLARE (Glass Reinforced Aluminium Laminate), welches im A380 verbaut ist (Abb. 1)
- Simulationen zeigen, dass sich die Wellenmoden in FML anders ausprägen, als in reinen Metallen (s. Abb. 5)
- Eine Erfassung der Wellenausbreitung im Laminatinneren ist notwendig (z.B. über FBG-Sensoren, s. Abb. 4)
- Sensoren an verschiedenen Orten innerhalb des Laminats ermöglichen eine Modenseparation
- Ein Vergleich der out-of-plane Bewegung und der in-plane-Bewegung zur Charakterisierung der Wellenausbreitung
- In Abhängigkeit vom verwendeten Material unterscheiden sich die Ausbreitungsgeschwindigkeiten im Laminat (vgl. Abb. 3)

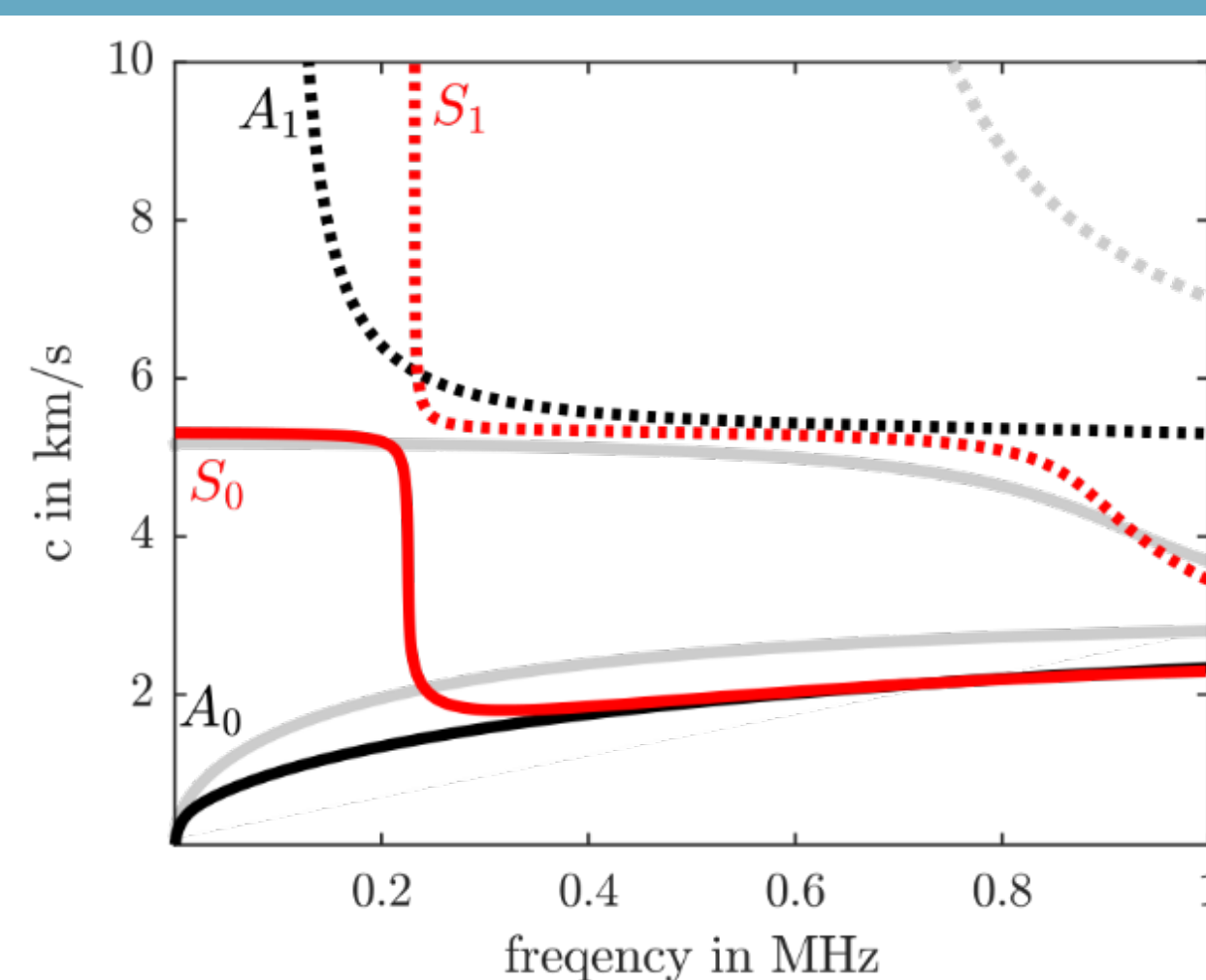


Abb. 3: Dispersionsdiagramm

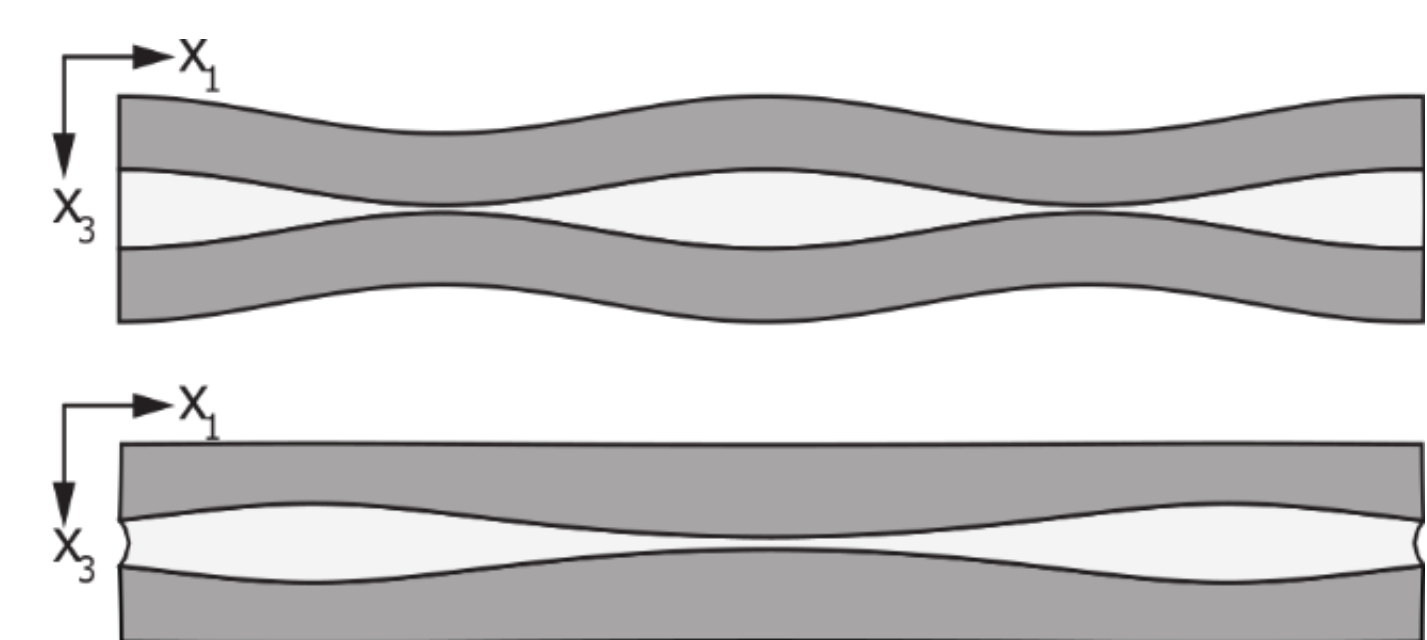


Abb. 4: S-Mode in verschiedenen Erscheinungsformen in einem dreischichtigen Laminat



Messung der Wellenausbreitung auf der Laminatoberfläche über z.B. Laservibrometrie

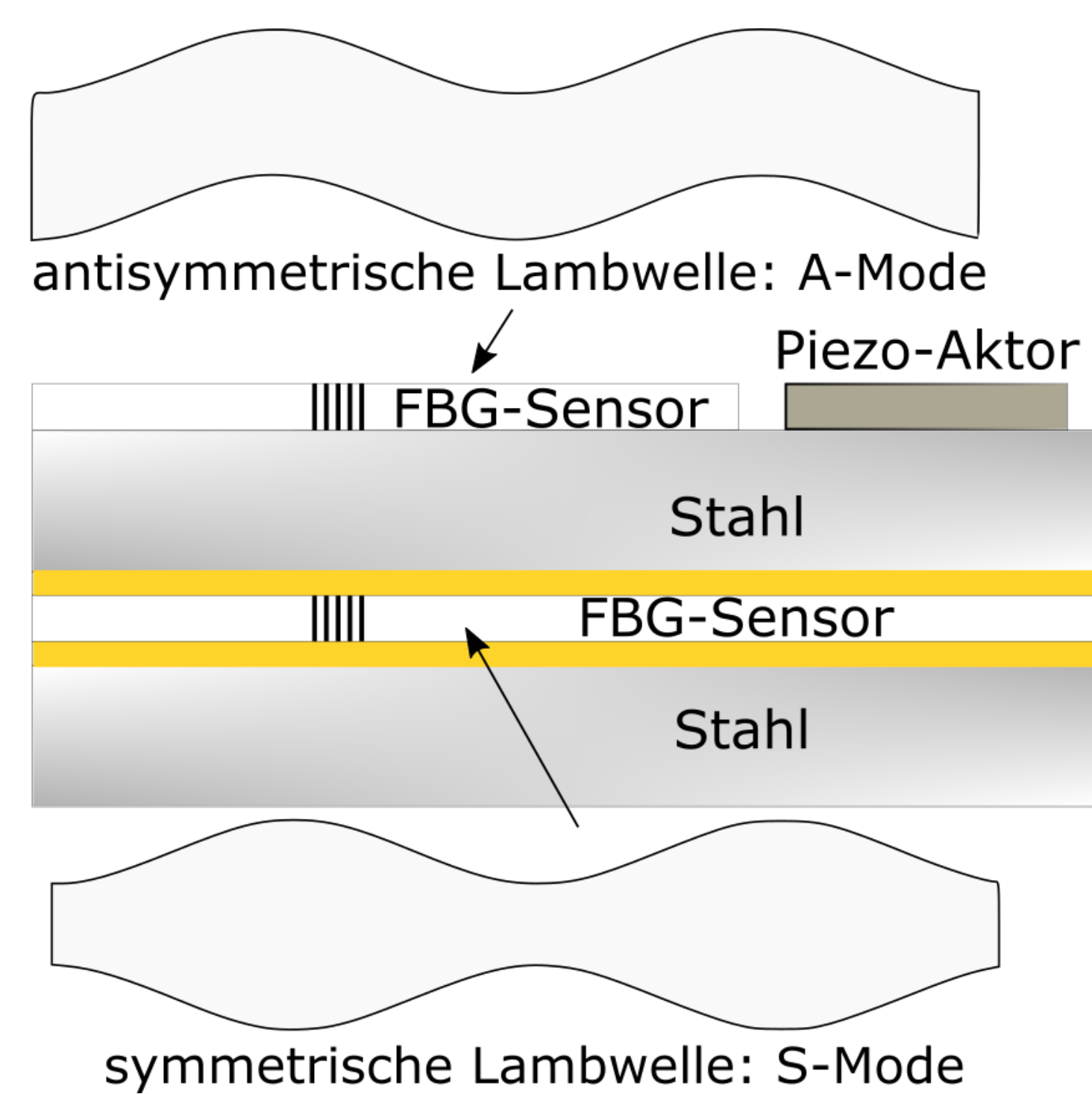
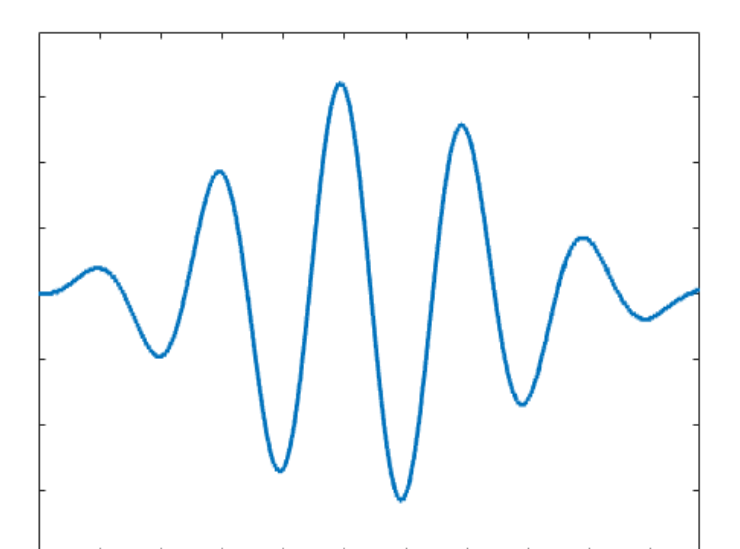


Abb. 5: Laminat mit FBG-Sensoren



Anregung des Laminats über einen gefensterten Burst
Messung der Wellenausbreitung im Laminat über z.B. FBG-



Quelle: MIO-PAS

Ausblick

In Hinblick auf die Entwicklung von SHM-Systemen ist auch die Beschreibung des Wellenausbreitungsverhaltens bei Strukturschäden geplant. Ebenfalls ist die Entwicklung eines Verstärkers notwendig, der eine ausreichende Signaleinkopplung in die Strukturen ermöglicht.