

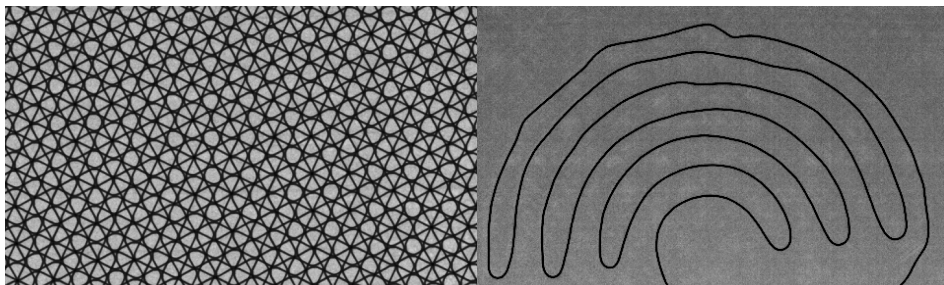
Entwicklung eines elektromagnetischen Ultraschall-Prüfsystems auf Basis von geführten Wellen für Composite-Flugzeugstrukturen

Motivation und Ziel

In der Luftfahrt werden zur Anregung und für den Empfang von Ultraschall nahezu ausschließlich Wandler verwendet, die auf dem piezoelektrischen Effekt basieren. Diese piezoelektrischen Wandler müssen in aller Regel mit einem Koppelmittel auf der Oberfläche betrieben werden. Im Bereich der Forschung werden piezoelektrische Wandler auch für das Structural-Health-Monitoring (SHM) eingesetzt. In diesem Fall sind die Wandler fest mit der zu überwachenden Struktur verbunden. Elektromagnetische Wandler wie EMAT (Electro-Magnetic Acoustic Transducer), die berührungsfrei agieren, wurden bisher nur in Vorversuchen in der wissenschaftlichen Forschung im Zusammenhang mit geführten Ultraschallwellen in Faserkunststoffverbunden eingesetzt. Diese Wandler setzen elektrisch leitendes oder magnetisches Erregermaterial in der zu untersuchenden Struktur voraus, was aber in vielen industriell in der Luftfahrt eingesetzten Außenhautstrukturen durch die Verwendung von GLARE (Glass Laminate Aluminium Reinforced Epoxy) oder den integrierten Blitzschutz intrinsisch gegeben ist. Auch beim sogenannten drahtlosen SHM bietet die EMAT-Technologie einige wesentliche Vorteile gegenüber der Anregung von geführten Wellen durch piezoelektrische Schallelemente. Da die leitfähige Deckschicht als Vermittler zwischen Elektromagnetik und Akustik dient, kann der Wandler völlig frei auf der Oberfläche positioniert werden und es muss kein zusätzliches Messequipment integriert oder auch nur während des Fluges mitgeführt werden, wie es zum Beispiel bei drahtlosen piezoelektrischen Systemen der Fall ist. Zudem fallen keine zusätzlichen Kosten für die Wandler an. Es sind für die Anwendung des EMAT-Systems keine Designänderungen an der Struktur erforderlich und damit auch keine Änderungen bei den Zulassungskriterien. Dieses Verbundvorhaben hat sich daher vorgenommen, das bisher nicht in der Luftfahrt genutzte Potenzial von geführten Wellen mit elektromagnetischen Ultraschallwandlern (EMAT) in Faserkunststoffverbundbauteilen zu kombinieren und industriell verfügbar zu machen.

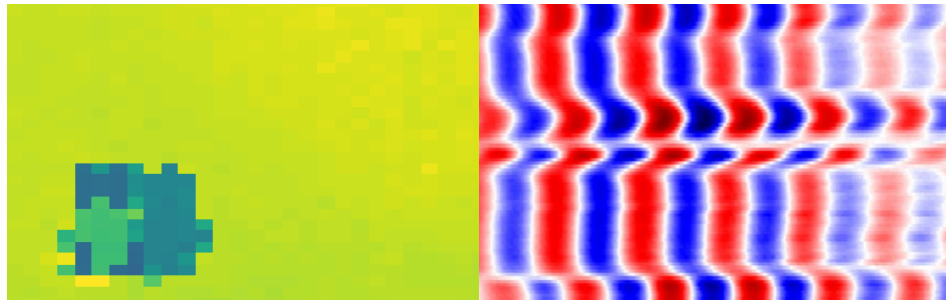
Lösungsansätze

Das Projekt verfolgt zur Entwicklung eines elektromagnetischen Ultraschall-Prüfsystems auf Basis von geführten Wellen für Composite-Flugzeugstrukturen folgenden Weg. Zuerst findet die Entwicklung, Herstellung und Charakterisierung von elektromagnetischen Wandler-Systemen für Metall-Composite-Hybridstrukturen statt. Anschließend wird das Koppelverhalten elektromagnetisch angeregter Ultraschallwellen untersucht. Nach der Auswahl und dem Entwurf der Erregermaterialien, Applikationen und Einsätze erfolgen die Prüfkörperherstellung sowie die Qualifizierung der Erregermaterialien und deren Integration für die Anregung. Der Einfluss der integrierten Erregermaterialien auf die System- und Strukturintegrität wird ermittelt. Parallel wird die Simulation und Verifikation von elektromagnetisch angeregten geführten Wellen in idealisierten Faserkunststoffver-



Röntgenbilder von Erregerstrukturen

bundplatten durchgeführt. Dazu werden Referenzplatten mit luftfahrttypischem Aufbau hergestellt und die viskoelastischen Kennwerte ermittelt, die als Eingangswerte für die Simulation dienen. Die Wellensimulation erfolgt auf Basis der höheren Laminat- und Plattentheorie und berücksichtigt Dämpfung und Temperatureinfluss auf das System. Ein weiterer Schritt ist die Schaffung der Vergleichsprüfkörper, deren Charakterisierungen mit einem Mikroröntgencomputertomographen erfolgen. Das Verhalten der geführten Wellen an komplexen Strukturen wird modenselektiv untersucht, und es werden unter anderem Verfahren zur vereinfachten Baselineaufnahme des Gutzustands und zur Temperaturkompensation erarbeitet. Zuletzt erfolgt der Aufbau eines Labordemonstrators unter Beachtung der Luftfahrtvorschriften für Ultraschallprüfsysteme.



Ultraschallmessergenergebnisse an Referenzplatten

Mögliche Anwendungen

Anwendungen des Prüfsystems eröffnen sich in Abhängigkeit von der Detektionswahrscheinlichkeit von Fehlern in Faserverbundwerkstoffen mit Erregerstrukturen mittels EMAT-angeregten, geführten akustischen Wellen in vielen Bereichen. Durch die fortschreitende Gewichtsreduktion in der kommerziellen Luftfahrt wird sich der mögliche Einsatzbereich eines mobilen EMAT-Prüfsystems auf eine Vielzahl von Flugzeugtypen erstrecken. Neben der Verwendung der Projektergebnisse im Luftfahrtbereich ist auch eine Ausdehnung der Prüfmethode auf andere Branchen denkbar, in denen faserverstärkte Composite-Kunststoffmaterialien verwendet werden.

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Michael Koerdts · Telefon: +49 (0)421 218 586 59 · mkoerdts@faserinstitut.de

Gefördert durch

Das Forschungsvorhaben (Förderkennzeichen 20W1703B) wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert, wofür ausdrücklich gedankt wird.

Projektpartner

■ ROSEN Technology and Research Center GmbH, Lingen (Federführung)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Faserinstitut Bremen e. V.

Das Faserinstitut Bremen e. V. (FIBRE) nimmt Forschungs- und Entwicklungsaufgaben auf den Gebieten der Prüfung, Weiterentwicklung und Verarbeitung von Fasern, textilen Halbzeugen und Faserverbundwerkstoffen wahr. Im Kompetenzfeld Messsysteme und Monitoring werden Messsysteme entwickelt, um Prozesse von der Faserherstellung über das textile Halbzeug bis zum Bauteil qualitätssichernd zu begleiten sowie das Materialverständnis zu verbessern. Damit bildet dieses Kompetenzfeld eine Schnittstelle zu den material- und prozessbezogenen Kompetenzfeldern des FIBRE.

Faserinstitut Bremen e. V. · Am Biologischen Garten 2 (IW3) · 28359 Bremen · Germany
 Telefon +49 (0)421 218 587 00 · Telefax +49 (0)421 218 587 10 · www.faserinstitut.de