

Modale Erregung nichtlinearer Mechanismen zur Überwachung dünnwandiger Bauteile aus geschichteten Faser-Kunststoff-Verbunden – Tobias Rademacher

Durch ihre überlegenen mechanischen Eigenschaften nehmen faserverstärkte Kunststoffe (FVK) im Leichtbau, und hier insbesondere bei dünnwandigen Strukturelementen, eine Schlüsselrolle ein. Im Gegensatz zu metallischen Strukturen bleiben Schlagschäden optisch meist unauffällig, was ihre Detektion, Lokalisierung und Bewertung sehr teuer und zeitintensiv macht.

Ziel dieser Arbeit ist es, eine grobe räumliche Einschränkung des schadhafte Gebiets zu ermöglichen. Dazu wird ein neuartiger Ansatz zur Detektion und Lokalisierung von Schäden an dünnwandigen FKV-Strukturen entwickelt. Dessen Kernidee ist es, den Zusammenhang zwischen erregter Schwingform, Defektposition und der defektbedingten nichtlinearen Schwingungsantwort zu nutzen. Um möglichst unabhängige räumliche Informationen über die Schadensposition zu erhalten, werden als Schwingformen verschiedene tieffrequente Moden erregt. Die Kopplung aus Eigenform und gemessener nichtlinearer Schwingungsantwort ermöglicht die Bildung lokaler Schadensindizes, welche mögliche Defektpositionen anzeigen.

Als modal gekoppelte nichtlineare Maße werden hier sowohl die Höherharmonischen der erregten Eigenfrequenz als auch die Intermodulationsprodukte bei zusätzlicher Erregung mit einer hochfrequenten Trägerfrequenz genutzt. Aufwendige numerische Parameterstudien mit ebenen Plattenstrukturen belegen, dass die vorgeschlagenen Schadensindizes unabhängig von der Defekt- und Messposition die schadhafte Stelle identifizieren können. Zudem deuten die Ergebnisse eines experimentellen Konzepttests darauf hin, dass insbesondere die vom Schaden induzierten Intermodulationsprodukte hinreichend sensitiv für die praktische Anwendung der hier vorgeschlagenen Methodik sind.

Modal excitation of nonlinear mechanisms for monitoring thin-walled structures made of fiber-reinforced plastics – Tobias Rademacher

Due to their superior mechanical properties, fiber-reinforced plastics (FRP) play a key role in lightweight construction, especially for thin-walled structural elements. In contrast to structures made of metallic materials, damage caused by medium and low impacts usually remains barely visible. This makes their detection, localization and evaluation very expensive and time-consuming.

The aim of this work is to give a rough spatial estimate of the damaged area. For this purpose, a novel approach for the detection and localization of damage to thin-walled FRP structures is being developed. Its main idea is to exploit the relationship between excited vibration mode, defect position and the defect-related non-linear vibrational response. In order to obtain the most independent spatial information possible, various low-frequency eigenmodes are excited. The coupling of eigenform and measured nonlinear response allows to define local damage indices, which indicate possible defect positions.

As a modal coupled nonlinear measure, both, the higher harmonics of the excited eigenfrequency and the intermodulation products, caused by an additional excitation with a high carrier frequency, are utilized. Extensive numerical parameter studies with planar plate structures prove that the proposed damage indices can identify the defective spot independently of the defect position and the chosen measurement points. In addition, the results of an experimental concept test indicate that, in particular, the damage-induced intermodulation products are sufficiently sensitive regarding the practical application of the methodology proposed here.