

Frühzeitige Erkennung von Materialschädigungen aufgrund mechanischer Belastung mittels Thermografie

Das Verhalten von Verbundwerkstoffen mit etwaigen Spannungskonzentrationen (z. B. an Poren, Rissen oder Einschlüssen von Fremdmaterialien) ist aufgrund des Schadenswachstums bei mechanischer Belastung von großem Interesse für die konstruktive Auslegung. Die Hauptversagensmechanismen bei Ermüdung sind Querrisse in der Matrix, Faser-Matrix-Ablösungen, Faserbruch und Lagen-Delamination. Die Analyse der initialen Schädigung und des Schadensverlaufs bei einem multidirektionalen Laminat ist wesentlich komplexer als die eines homogenen Körpers. Um das Ermüdungsverhalten und die Schädigungsprozesse zu verstehen, wird die Thermografie als zerstörungsfreie Methode zur in-situ-Charakterisierung der Schädigungsentwicklung mit zunehmenden Belastungszyklen eingesetzt. In dieser Studie werden Hochleistungsblitzlichter zur thermischen Anregung verwendet und das zeitabhängige Temperaturfeld mit einer Megapixel-Infrarot Kamera gemessen. Die hohe räumliche Auflösung der IR-Kamera mit einer Pixelgröße von nur 50 Mikrometern und die Nachbearbeitung der Temperaturdaten ermöglicht eine detaillierte Untersuchung des Schadensmechanismus. Abbildung 1 zeigt die initiale Schädigung bei einem Fremdkörpereinschluss und das Delaminationswachstum während der zyklischen Belastung. Eine Ethylen-Vinylacetat-Folie in der Mitte des CFK-Testcoupons mit einer Größe von (10×10) mm² führt zu einer Faserwelligkeit und damit zu einer Spannungskonzentration während der mechanischen Zugbelastung. Die Delamination beginnt zwischen 10.000 und 15.000 Zyklen und wächst weiter an, bis das Ende des Delaminationsbereichs einen bestimmten Abstand erreicht hat, bei dem die Faserwelligkeit keinen Einfluss mehr hat. Der Vergleich mit einem aus 3D-Röntgen-Computertomographie-Daten (3D-XCT) gewonnenen Projektionsbild zeigt eine hervorragende Übereinstimmung.

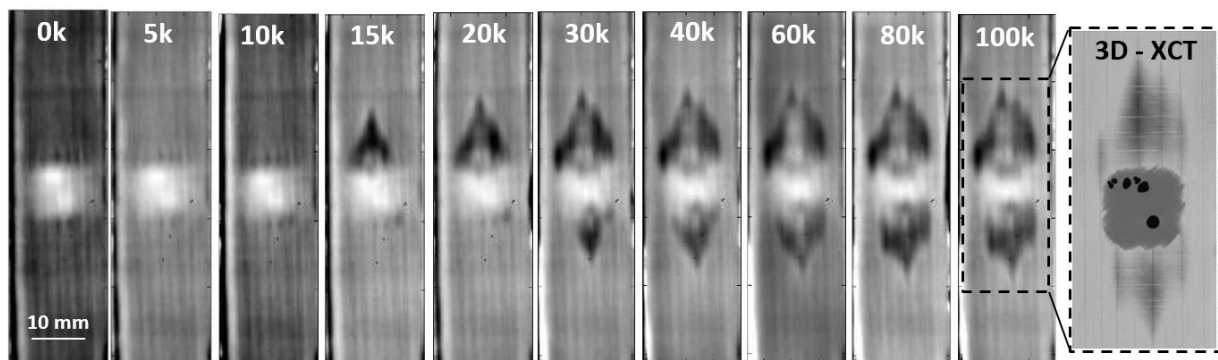


Abbildung 1: Die thermographischen Ergebnisbilder zeigen den Fremdkörpereinschluss und die bei mechanischer Belastung daraus resultierende Delamination zwischen 0 und 100 000 Zyklen. Das Ergebnisbild bei 100k Belastungszyklen wird mit 3D-XCT verglichen.