

Referenzpanel für die zerstörungsfreie Prüfung von CFK-Reparaturen an Flugzeugen

Strukturbauteile aus carbonfaserverstärkten Kunststoffen, wie beispielsweise der Hauptfahrwerksklappe des Kampfflugzeuges F/A-18, werden nach der Herstellung oder Reparatur mittels der Ultraschalltechnik zerstörungsfrei geprüft. Für die Überprüfung einer neuen Reparaturmethode der Hauptfahrwerksklappe werden neue Referenzprüfkörper mit künstlichen Fehlern benötigt. Die Erzeugung von künstlichen Fehlern in Laminaten oder Verklebungen ist immer mit Unsicherheiten verbunden, da sich diese Fehler von realen Fehlern unterscheiden.

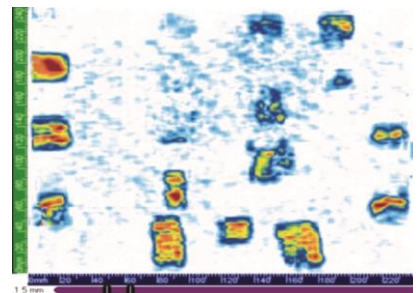
Ziel der Arbeit ist, neuartige künstliche Fehler zu erzeugen, die in der zerstörungsfreien Ultraschall- und Thermografieprüfung zu einer eindeutig interpretierbaren Anzeige führen.

Dazu sind quadratische Fehlerstellen mit den Seitenlängen 5 mm, 10 mm und 20 mm in monolithische Laminat, in der Klebeschicht zweier verklebter Laminat und in der Klebeschicht zwischen einem Decklaminat und einer Aluminiumwabe eingelegt worden. Die Fehlerstellen bestehen aus verschiedenen Kunststoffen, Elastomeren und Geweben. Erstmals wurde auch versucht, die eingelegten Folien und Gewebe wieder zu entfernen, um eine wirkliche Fehlstelle oder Fehllebung zu erzeugen. Mit einer materialographischen Untersuchung konnte die Dicke einer künstlich produzierten Delamination von nur 100 µm Dicke nachgewiesen werden. Drei mit Fehlerstellen versehene Probekörper wurden mit Phased-Array-Ultraschall bei RUAG Aviation und mit Lockin-Thermografie am ICP der ZHAW geprüft. Die Thermografieprüfung erweist sich bei Delaminationen und Fehlereinlagen ab 10 mm Breite als eine zuverlässige Prüfmethode. Die Ultraschallprüfung ermöglicht jedoch eine Detektion aller verwendeten Fehlerstellen. Zusätzlich können genaue Rückschlüsse zu der Reflektionsstärke und der Reflektionstiefe der Fehlerstellen und der Rückwand einer Struktur gemacht werden. Mit den gewonnenen Erkenntnissen wird abschliessend ein Vorschlag für ein Fehlerstellenlayout in einem Testartikel einer F/A-18-Hauptfahrwerksklappe erstellt.

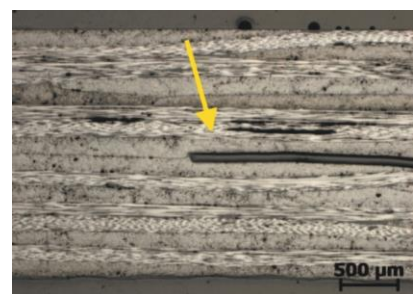


Diplomierende
Lukas Hachen
Simeon Klein

Dozent
Gregor Peikert



Der C-Scan einer Ultraschallprüfung ermöglicht die Detektion von Fehlerstellen. Die Fehlerstellen bestehen aus Kunststoffen, Metallen und Geweben. Delaminationen werden durch das Entfernen von Materialeinlagen nach dem Härtingsprozess gebildet.



Mit einem Schliffbild konnte die Dicke der künstlich produzierten Delamination von nur 100 µm Dicke nachgewiesen werden (gelber Pfeil).