

Problemstellung und Möglichkeiten bei der Ultraschallprüfung von Leichtbauwerkstoffen in der Luftfahrtindustrie

Ludwig von BERNUS, Q NET Engineering, Saarbrücken;
Andrei BOULAVINOV, Dieter JONEIT, Michael KRÖNING, Krishna Mohan REDDY,
Fraunhofer IZFP, Saarbrücken;
Randolf HANKE, Fraunhofer EZRT, Fürth

Kurzfassung. In der Luft- und Raumfahrt werden Geometrien und Materialien verwendet, die aus Sicht der klassischen Ultraschallprüfung als schwer prüfbar gelten. Beispielsweise sind die Rückwände oft nicht parallel zur den Einschalloberflächen oder die zu prüfenden Teile weisen stellenförmig starke Krümmungen auf. Beliebte sind Kohlefaserverbundwerkstoffe mit inhomogener und anisotroper Schallgeschwindigkeit.

In isotropen Medien sind die Wellenfronten von Elementarwellen sphärisch, der Schall breitet sich senkrecht zur Wellenfront aus. In anisotropen Medien sind die Wellenfronten nicht sphärisch, das Schallfeld – plausibel argumentiert – wird verzerrt.

Die Phasenbeziehungen von Elementarwellen, die mit Hilfe des getakteten Gruppenstrahlers gemessen werden, können unter Berücksichtigung der Anisotropie des Werkstoffes so angepasst werden, dass eine quasi Standardprüfsituation auch für anisotrope Werkstoffe erreicht wird. Die Schallaufzeiten von einem Bildpunkt zu einem Sensorelement werden dazu berechnet z.B. aus der Steifigkeitsmatrix oder auch unter Verwendung experimentell erhaltener, richtungsabhängiger Schallgeschwindigkeiten. Dieses Verfahren kann als ‚inverse Phasen Anpassung‘ bezeichnet werden.

Für die Berechnung der Schallausbreitung können die entsprechend dem Stand der Technik verfügbaren Algorithmen genutzt werden.

Durch die ‚inverse Phasen Anpassung‘ ergeben sich folgende Vorteile:

1. Die ‚Sampling Phased Array Technik‘ mit inverser Phasen Anpassung ermöglicht einen Fehlernachweis und eine Fehlerbildrekonstruktion für anisotrope Werkstoffe.
2. Die Technik ermöglicht durch rechnerische Variation der Strukturannahmen eine Charakterisierung anisotroper Werkstoffe.
3. Die Anzahl der sendenden Elemente, der Abstand und die Anordnung des Sensorsystems können optimiert bzw. minimiert werden in Abhängigkeit von den Anisotropieparametern des Prüflings.

Da die Prüfung in Tauchtechnik als eine Prüfung von heterogenen Materialien behandelt werden kann, können komplizierte Oberflächengeometrien geprüft werden ohne aufwendige Justage der Sensorelemente. Dies führt zu Erleichterungen bei der Einrichtung des Prüfsystems und zu geringeren Kosten beim Aufbau der mechanischen Sensorhalterung und -führung.