Luftultraschallprüfung von CFK mit senkrechter Einschallung und Schrägeinschallung

Elmar DOHSE [1], Mate GAAL [1], Jürgen BARTUSCH [1], Marc KREUTZBRUCK [2]
[1] BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
[2] Institut für Kunststofftechnik (IKT), Stuttgart

Kurzfassung

In der Automobilindustrie und Luftfahrt leisten Leichtbaustrukturen einen wichtigen Beitrag zur Reduktion des Energieverbrauchs. Für die Prüfung von Faserkunststoffverbunden und hybrider Werkstoffverbunde, die im Trend der Leichtbaukonstruktionen eine stetig zunehmende Anwendung finden, bietet sich für eine Reihe von Prüfproblemen die luftgekoppelte und damit berührungslose Ultraschallprüfung an. Um eine gute akustische Ankopplung zu gewährleisten, wurden Luftultraschall-Wandler aus zellulärem Polypropylen entwickelt, einem piezoelektrischen Material, das aufgrund seiner geringer Dichte und Schallgeschwindigkeit an die niedrige akustische Impedanz der Luft sehr gut angepasst ist. Die Verwendung von weiteren üblichen Anpassschichten entfällt somit. Luftultraschallprüfung wird i.d.R. in Durchschallung ausgeführt. Dabei können bei einer Schrägeinschallung Lamb-Wellen angeregt werden. Dies erhöht den Signal-Rausch-Abstand deutlich.

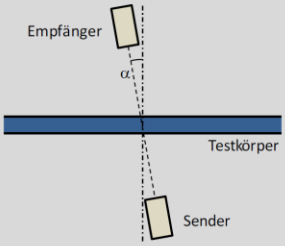
Es wurden verschiedene CFK-Testkörper in Durchschallung mit Luftultraschall untersucht. Als Testkörper wurden eine Platte mit T-Stringern aus dem Seitenleitwerk eines Flugzeugs und mehrere Platten mit künstlich eingebrachten Fehlern verwendet. Bei den Fehlern handelt es sich vor allem um Einschlüsse mit einer Mindestgröße von 1 mm. Der Prüfaufbau ermöglicht sowohl die senkrechte Einschallung als auch die Schrägeinschallung mit angepaßten Winkeln. Es zeigt sich, dass bei Schrägeinschallung der Signal-Rausch-Abstand der Fehleranzeigen um mehrere dB verbessert wird, aber das laterale Auflösungsvermögen hingegen sich leicht verringert.

Lizenz: http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/

Luftultraschallprüfung von CFK mit senkrechter Einschallung und Schrägeinschallung

Elmar Dohse[1], Dr. Mate Gaal[1], Jürgen Bartusch[1], Prof. Dr. rer. nat. habil. Marc Kreutzbruck[2]
[1] BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Unter den Eichen 87, 12205 Berlin
[2] Universität Stuttgart, Institut für Kunststofftechnik, Pfaffenwaldring 32, 70569 Stuttgart

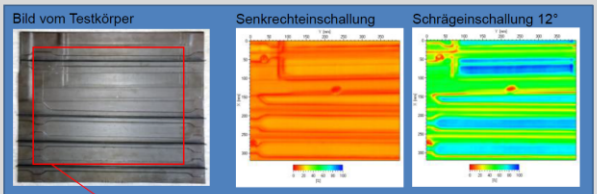
In der Automobilindustrie und der Luftfahrt leisten Leichtbaustrukturen aus CFK einen wichtigen Beitrag zur Reduktion des Energieverbrauchs. Die berührungslose Ultraschallprüfung solcher Verbundwerkstoffe steht im Mittelpunkt der aktuellen Forschung. Die Luftultraschallprüfung wird meist in Durchschallung ausgeführt. Bei einer Schrägeinschallung werden Lambwellen angeregt. Dadurch wird der Signal-Rausch-Abstand deutlich erhöht.
Für die Untersuchung wurden an mehreren Testkörpern mit unterschiedlichen Prüfkopftypen und Prüffrequenzen vergleichende Messungen mit Senkrecht- und Schrägeinschallung vorgenommen.



Messablauf

Durch das Schwenken der Einheit von Sender und Empfänger wurde die Maximalamplitude ermittelt. Der dazugehörige Winkel wurde gemessen und der Testkörper gescannt. Danach wurde der Testkörper mit sonst gleichen Messparametern in Senkrechteinschallung vermessen.
Zuvor wurde die Messmethode an einer Aluminiumplatte, von der alle Parameter bekannt sind, verifiziert. Der messtechnisch ermittelte Winkel wurde mit den theoretischen Ergebnissen aus den Dispersionskurven für Lambwellen verglichen. Dabei stellt sich heraus, dass die A_0-Mode angeregt wird.

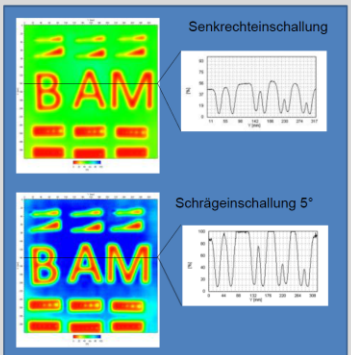
Testkörper „Leitwerk mit T-Stringern und Impactschäden“



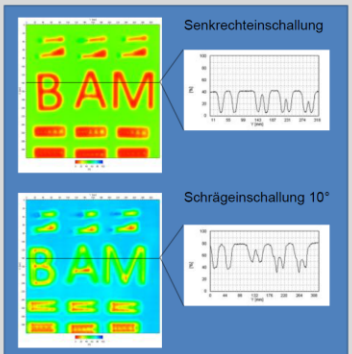
* Prüfkopf aus zellulärem Polypropylen, BAM-Eigenentwicklung

zPP-Prüfköpfe*, 280 kHz
Verstärkung 55 dB
Abstand 64 mm

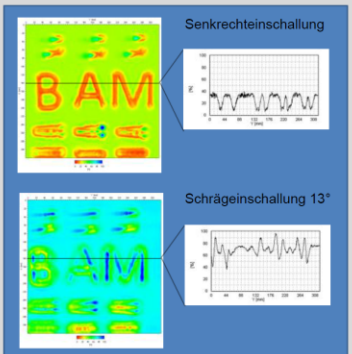
Testkörper „BAM“



zPP-Prüfköpfe*, 280 kHz
Verstärkung 58 dB
Abstand 64 mm

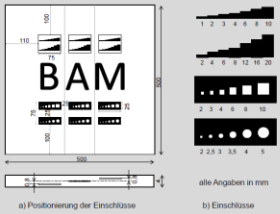


Konventionelle Prüfköpfe, 200 kHz
Verstärkung 40 dB
Abstand 53 mm



Konventionelle Prüfköpfe, 80 kHz
Verstärkung 44 dB
Abstand 46 mm

Aufbau Testkörper „BAM“



Fazit

- Schrägeinschallung:
  - erhöht die Signalamplitude ☺
  - verbesserter Nachweis von Impactschäden ☺
  - bei niedriger Prüffrequenz kein eindeutiger Nachweis von Delaminationen (Entstehung von Interferenzen) ☹
- der Prüfkopftyp hat keine Auswirkung

Kontakt:
Dipl.-Ing. Elmar Dohse,
Tel.: 030 8104 4644,
Email: Elmar.Dohse@bam.de