

# Kontaktlose Ultraschallprüfung mit breitbandigen Signalen bis 20 MHz

Thomas WINDISCH<sup>1</sup>, Bernd KÖHLER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme, Institutsteil Materialdiagnostik (IKTS-MD), Dresden

## Kurzfassung

Die klassische Ultraschallmesstechnik ist in der Regel auf die Verwendung von Koppelmitteln angewiesen. Ist jedoch eine Prüfung bei hohen Temperaturen, in Vakuum oder unter besonderen Reinheitsanforderungen notwendig, muss auf die niederfrequent arbeitende und damit gröber auflösende Luftultraschallmesstechnik ausgewichen oder ganz auf die Prüfung mit Ultraschall verzichtet werden.

Eine Alternative bietet die laser-akustische Messtechnik. Hierbei wird mit Hilfe eines Anregungslasers ein breitbandiger Schallimpuls direkt in der Probenoberfläche erzeugt und nach Ausbreitung im Testvolumen durch ein zweites Lasersystem erfasst. Auf diese Weise entstehen klassische A-Bilder, welche durch ein scannendes Verfahren B- und C-Bilder entstehen lassen.

Im Beitrag werden erste Untersuchungen an metallischen Testkörpern präsentiert, welche stets ohne erkennbare Oberflächenbeschädigungen durchgeführt wurden. In Transmissionsmessungen konnten Testfehler mit einem Durchmesser von 0.7 mm nachgewiesen werden. Reflexionsmessungen zeigten die Nachweisbarkeit von Ersatzreflektoren mit KSR = 1 mm bis in 4,5 mm Tiefe. Darüber hinaus wird im Beitrag auf die zugrundeliegenden Messsignale eingegangen und die Übertragbarkeit auf eine praxisingerechte Anwendung diskutiert.

## KONTAKTLOSE ULTRASCHALLPRÜFUNG MIT BREITBANDIGEN SIGNALLEN BIS 20 MHz

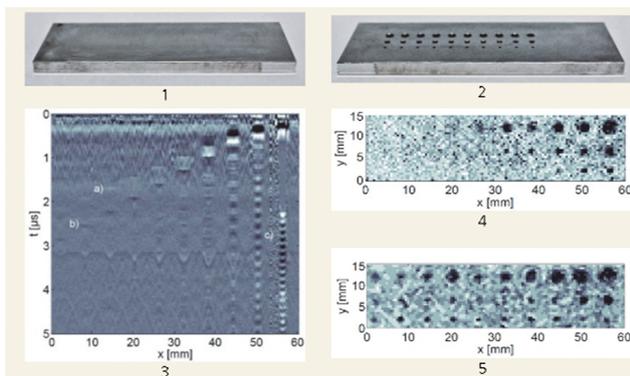
Thomas Windisch  
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS

### KONTAKTLOSE ULTRASCHALLPRÜFUNG

Die kontaktlose zerstörungsfreie Prüfung und Materialcharakterisierung mit Ultraschall ist für Frequenzen größer 1 MHz eine Herausforderung. Problematisch sind dabei die hohen Amplitudenverluste beim Schallübergang zwischen Luft und Material oder Aspekte der Oberflächenreinheit und Löslichkeit bei der Verwendung von Koppelfluiden. Ein speziell entwickelter Messplatz am Fraunhofer IKTS belegt die praxisgerechte Anwendung der laserakustisch-thermoelastischen Anregung und Detektion von Ultraschall.

### BEISPIEL 1: NACHWEIS DER ABBILDUNGSGRENZEN ANHAND FLACHBODENBOHRUNGEN

Zur Beurteilung der Abbildungsgrenzen wurde ein Referenzkörper aus Aluminium gefertigt, welcher rückseitig ein Raster von Flachbodenbohrungen mit 1, 2 und 3 mm Durchmesser sowie Restwanddicken von 500 µm bis 4,5 mm besitzt. Gemessen wurde laserakustisch unter Nutzung der zerstörungsfreien und reversiblen thermoelastischen Anregung hochfrequenter Schallwellen. Die Bandbreite beträgt 20 MHz. Vorteilhaft wirkt sich dies in Form kurzer Signalfanken und damit in einer hohen Vertikalauflösung aus. Das B-Bild zeigt eine Vielzahl von Reflexionen, die zur Bildgebung genutzt werden können. Auffällig ist die zeitliche Staffelung der Stirnseitenreflexionen entsprechend ihrer Tiefenlage. Sie treten jeweils zweifach als Reflexion der Longitudinalwelle (a) und der Transversalwelle (b) auf. Legt man ein Zeitfenster auf die frühen Reflexionen, so entsteht ein C-Bild (4). Eine oberflächennahe Totzone kann nicht festgestellt werden. Das C-Bild der Rückseitenreflexion ist in (5) dargestellt. Hier zeigt sich die Nachweisbarkeit bis zu einer Reflektorgröße KSR = 1 mm in 4,5 mm Tiefe.



Vorder- und Rückseite des Testkörpers (Bild 1, 2), B-Bild entlang einer Bohrungsreihe (Bild 3), C-Bilder der Stirnseiten- und Rückseitenreflexion (Bild 4, 5).

### SIMULATION

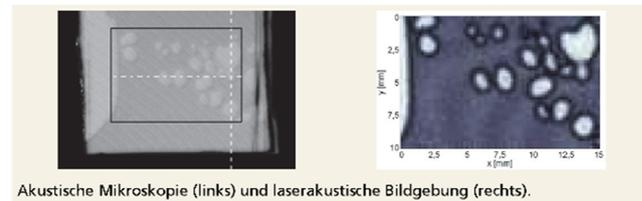
Ein speziell entwickeltes Softwarepaket simuliert die thermischen und akustischen Felder. Typische Aufgabenstellungen sind die Berechnung der maximalen Temperaturerhöhung sowie die akustische Ausleuchtung und Fokusbildung im Probenvolumen.



Simulationsergebnis der akustischen Wellenfronten nach Anregung an zwei Orten.

### BEISPIEL 2: ANBINDUNGSFEHLER IN EINEM BONDINGINTERFACE

Beispiel 2 zeigt einen Vergleich zwischen einem Bild der akustischen Mikroskopie (SAM) und der laserakustischen Abbildung. Beide Methoden ergeben die gleichen Fehleranzeigen des Interfaces.



Akustische Mikroskopie (links) und laserakustische Bildgebung (rechts).

### BEISPIEL 3: MATERIALCHARAKTERISIERUNG AN KERAMIKPROBEN

Kontaktlose Messungen an Keramikproben belegen die Anwendbarkeit der Laserakustik zur Materialcharakterisierung. Beispielhaft ist die Abhängigkeit des akustischen Signals von der relativen Materialdichte gezeigt.

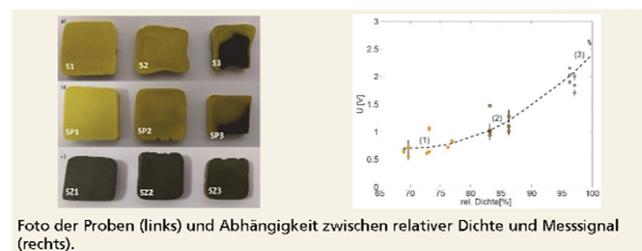


Foto der Proben (links) und Abhängigkeit zwischen relativer Dichte und Messsignal (rechts).

