

Laservibrometrische Vermessung von Phased Array-Prüfköpfen zur Charakterisierung und Schadensbewertung

Andreas GOMMLICH, Frank SCHUBERT

Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP Institutsteil Dresden (IZFP-D)
Maria-Reiche-Straße 2, 01109 Dresden

Kurzfassung

Ultraschallwandler, die nach dem Phased Array-Prinzip arbeiten, bestehen aus mehreren Einzelementen. Diese Einzelschwinger lassen sich phasenversetzt ansteuern. Nach dem Huygens'schen Prinzip werden dadurch Schallbündel geschwenkt und fokussiert. Diese Arbeitsweise ermöglicht einen flexiblen Einsatz im Bereich der zerstörungsfreien Materialprüfung.

Im Unterschied zu Ultraschallwandlern, die nur aus einem einzelnen Schwinger bestehen, führt der Teil- oder Totalausfall eines Array-Elements oder eine andere örtlich begrenzte Beschädigung des Phased Arrays nicht zwangsläufig zum Totalausfall des Prüfkopfes. Je nach Arbeitsweise des Ultraschallwandlers und dem Grad der Beschädigung kann die gewünschte Ausprägung des Schallbündels dann nicht oder nur unzureichend umgesetzt werden. Die Einschränkung des Arbeitsbereiches, die Reduzierung der Auflösung und somit unzureichende Messergebnisse sind die Folge.

Eine bekannte Methode zur Charakterisierung von Phased Array-Prüfköpfen ist die Vermessung mittels elektromagnetischer Sonde an einem definierten Testkörper. Dafür muss der Prüfkopf an diesen Testkörper akustisch angekoppelt werden. Das Resultat liefert eine indirekte und nur recht grobe Aussage zur Funktion des angeregten Array-Elements in einem gewissen Abstand vom Prüfkopf.

Bei der scannenden Laservibrometrie handelt es sich um eine berührungslose Messmethode. Die schallaussendende Fläche des Prüfkopfes kann dabei direkt und hochaufgelöst mit dem Vibrometer abgetastet werden. Das lokale Schwingungsverhalten der Einzelemente, welches durch Beschädigung oder Alterung beeinträchtigt sein kann, wird detailliert erfasst und im Zeit- und Frequenzbereich analysiert. Die bildbasierte Analyse der Vermessung ermöglicht darüber hinaus Aussagen zur Lage, Ausdehnung und Art einer Schädigung. Somit können mit dieser Methode ortsgenaue Bewertungen von Phased Array-Prüfköpfen gemacht und Aussagen bezüglich der Zuverlässigkeit von Messungen getroffen werden. Weiterhin lassen sich mit dem vorgestellten Ansatz Daten zur Korrektur und Optimierung von Focal Laws für individuelle Phased Array-Prüfköpfe gewinnen.

Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren, Institutsteil Dresden IZFP-D
 Maria-Reiche-Str. 2, 01109 Dresden
 andreas.gommlich@izfp-d.fraunhofer.de
 www.izfp-d.fraunhofer.de

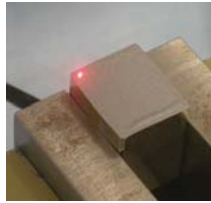
Laservibrometrische Vermessung von Phased Array-Prüfköpfen zur Charakterisierung und Schadensbewertung

Einführung und Motivation

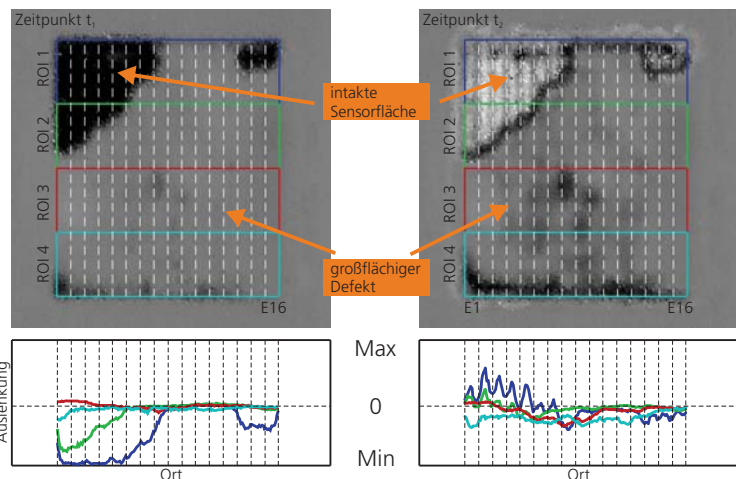
Lokale Evaluierung von Phased Array Ultraschallwandlern mittels berührungsloser, bildgebender Messverfahren
 LDV: Tatsächliche Auslenkung der Prüfkopfschle (Amplitude und Phase)
 SAM: Art und Tiefe der Schädigung (hier Delamination)

Laservibrometrie (LDV):

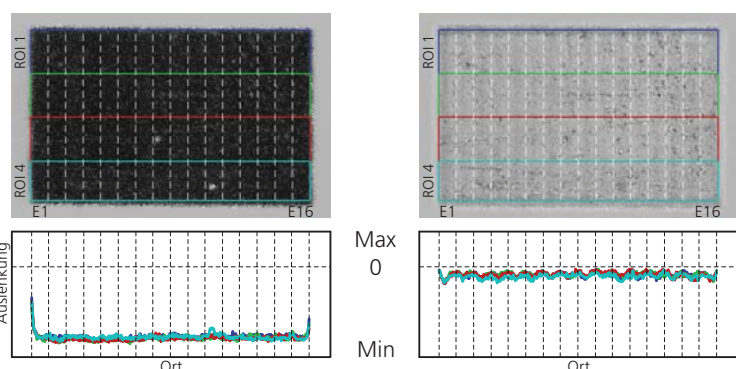
- transiente Anregung des US-Wandlers
- scannende Erfassung der Auslenkung
- Bewertung des mittleren / lokalen Schwingungsverhaltens



Beispiel 1: Lineares Phased Array (16 Elemente) - mit Beschädigung



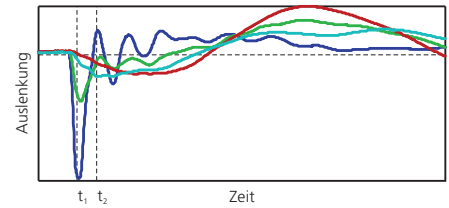
Beispiel 2: Lineares Phased Array (16 Elemente) - ohne Beschädigung



Auslenkungszeitverläufe eines Einzelelements - mit Beschädigung

gemittelte Auslenkungskurven von Element 4 aus Beispiel 1 für ROI 1 bis 4

- ROI 1: keine Anomalie
- ROI 2: geringe Amplitude
- ROI 3: anomale Auslenkung
- ROI 4: anomale Auslenkung

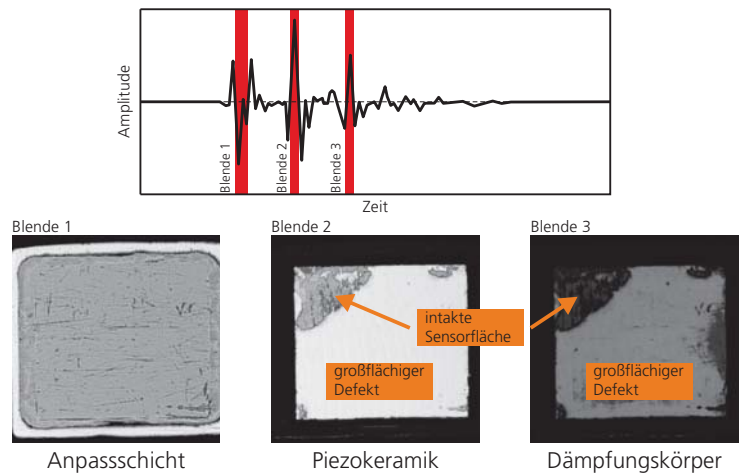


Scannende Akustische Mikroskopie (SAM):

- scannende Impuls/Echo-Messung mit monolithischem US-Wandler (immersiv)
- Bewertung der Echofolgen in jedem Messpunkt
- Aussagen bzgl. Schädigung via Auswertung der C-Scans



A-Scan mit verschiedenen Blenden und dazugehörigen C-Scans



Fazit und Ausblick

- Messungen mit LDV und SAM korrespondieren
- lokale Schadensanalyse qualitativ und quantitativ möglich (Art, Größe und Position)
- Charakterisierung des lokalen Schwingungsverhaltens über dem Ort zur Schadensbewertung (LDV und SAM als Referenz)
- elementweise Charakterisierung des lokalen Schwingungsverhaltens über der Zeit zur Optimierung der „Focal Laws“ bei US Phased Array