

Vergleichende Schallfeldberechnungen für 2D-Phased-Array Prüfköpfe mittels Generalisierter Punktquellensynthese und CIVA 10

Martin SPIES*, Thomas ORTH**

* Fraunhofer Institut Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM, Fraunhofer-Platz 1, 67663
Kaiserslautern, Tel. 0631-31600-4276, Email martin.spies@itwm.fraunhofer.de

** Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Systemtechnik - Zerstörungsfreie Prüfung,
Ehinger Strasse 200, 47259 Duisburg, Tel. 0203-999-3234, Email t.orth@du.szmf.de

Kurzfassung. Simulationsverfahren gewinnen in der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung eine immer größere Bedeutung. Auf der Basis geeigneter Modelle helfen sie beim Verständnis komplexer Wellenausbreitungsphänomene, bei der Optimierung von Prüfparametern und bei der Interpretation experimenteller Ergebnisse. Eine ganze Reihe von analytischen, halb-analytischen und numerischen Verfahren steht im Bereich der Ultraschallsimulation zur Verfügung. In diesem Beitrag berichten wir über Ergebnisse vergleichender Berechnungen, die wir mittels der halb-analytischen Generalisierten Punktquellensynthese GPSS des Fraunhofer ITWM einerseits und der kommerziellen Simulations-Software CIVA in der Version 10 andererseits durchgeführt haben. Obwohl beide Programme die Simulation vollständiger Prüfsituationen im Bereich der Ultraschall-Fehlerprüfung erlauben, haben wir uns in einem ersten Schritt mit der Berechnung von Prüfkopfschallfeldern auseinandergesetzt. Die Vielzahl der Prüfkopf-Parameter von 2D-Phased-Arrays erfordert eine geeignete Evaluierung der Prüfkopf-Eigenschaften. Wir zeigen repräsentative Resultate in direktem Vergleich und diskutieren die erzielte Übereinstimmung, aber auch die festgestellten Unterschiede.

Vergleichende Schallfeldberechnungen für 2D-Phased-Array Prüfköpfe mittels Generalisierter Punktquellensynthese GPSS und CIVA 10

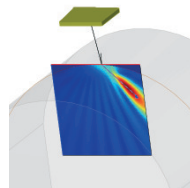
Martin Spies Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM, Fraunhofer-Platz 1, 67663 Kaiserslautern, www.itwm.fraunhofer.de
 Thomas Orth Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Systemtechnik - Zerstörungsfreie Prüfung, Ehingerstrasse 200, 47259 Duisburg, www.szmf.de

Schallfeldsimulation

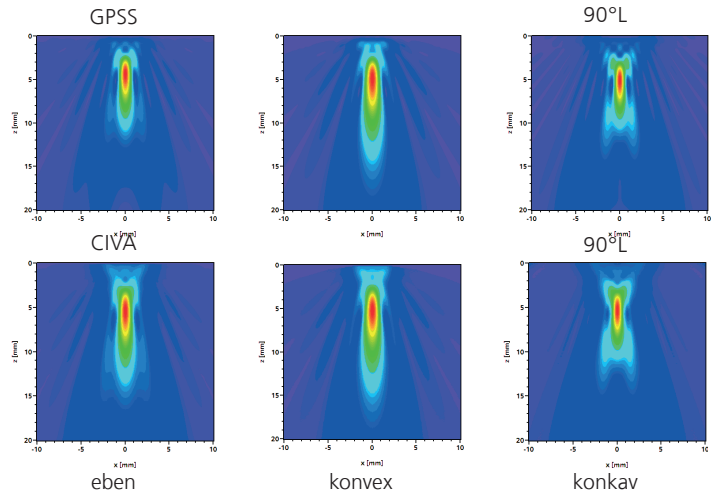
- ⊞ wachsende Bedeutung von Simulationsverfahren in der ZfP
- ⊞ physikalische Modelle als Basis zur Simulation der Ultraschallprüfung
- ⊞ Vorteile:
 - Verständnis komplexer Wellenausbreitungsvorgänge
 - Vorhersage/Interpretation experimenteller Ergebnisse
 - Optimierung von Prüfparametern
- ⊞ quantitative Erfassung der Gegebenheiten
- ⊞ Berechnung und Visualisierung des Inspektionsvolumens
- ⊞ Optimierung konventioneller und Entwicklung neuer Prüfmethoden

2D-Matrix-Phased-Array

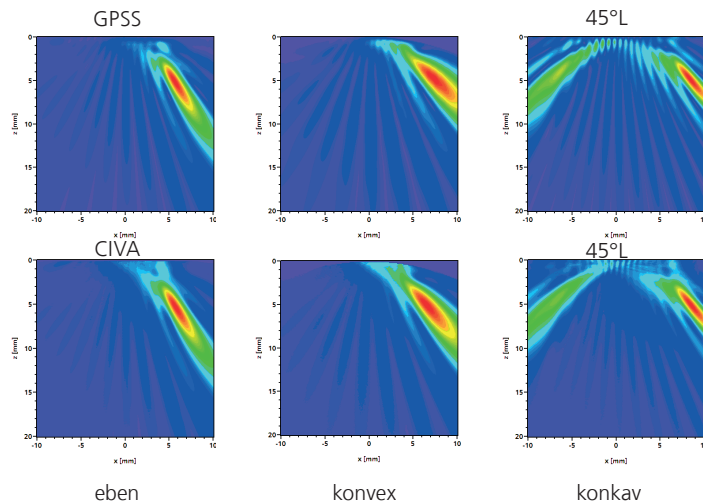
- ⊞ 16 x 16 Elemente Array, Frequenz 5.0 MHz,
- ⊞ Elementgröße 0.5 mm, Schnittbreite 0.1 mm
- ⊞ aktive Fläche 9.5 x 9.5 mm
- ⊞ Immersionstechnik, Wasservorlauf 10 mm
- ⊞ Berechnung der Verzögerungszeiten für ferritischen Stahl, Fokustiefe 5 mm
- ⊞ Bauteiloberfläche eben, konvex und konkav, Radius 25.4 mm (1 Zoll)



Senkrechteinschallung Longitudinalwelle



Winkelseinschallung Longitudinalwelle



Simulationsverfahren

- ⊞ halb-analytisch, validiert
- ⊞ wellenartsspezifische Berechnung von Schallfeldern und Ultraschallsignalen im Zeit- und Frequenzbereich
- ⊞ Berücksichtigung von Schallschwächung, Anisotropien, Schichten, ...

Berechnungsmodus

- ⊞ hier monochromatisch

Generalisierte Punktquellensynthese GPSS

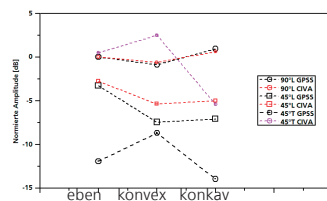
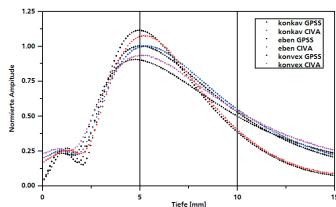
- ⊞ Beschränkung auf Volumenwellen
- ⊞ Module unterschiedlicher Komplexität, einzeln lauffähig
- ⊞ Aufwandsminimierung durch problemangepasste Modulauswahl

CIVA („Pencil Method“)

- ⊞ kommerzielle Simulations-Software
- ⊞ komplexe Menüführung zur Problemauswahl
- ⊞ zahlreiche Module und Kombinationsmöglichkeiten

Quantitative Vergleiche

- ⊞ Axialprofile bei Senkrechteinschallung
- ⊞ geringe Abweichungen (weniger als 1 dB)



- ⊞ Maximalamplituden größte Abweichungen ca. 2 dB
- ⊞ andere Normierung für T-Welle bei CIVA, daher Offset

Fazit

- ⊞ vergleichbare Leistungsfähigkeit
- ⊞ Unterschiede in den Ergebnissen für stark gekrümmte Oberflächen
- ⊞ GPSS: Dienstleistungs- & Modulangebot - CIVA: ‚All-in-one‘

Winkelseinschallung Transversalwelle

