

Vermessung und Simulation der Ultraschall-Wellenausbreitung in Schweißnähten mit magnetisch beeinflusster Kornstruktur

Frank SCHUBERT*, Martin BARTH*, Bernd KÖHLER*,
Sabine WAGNER**, Sandra DUGAN**

* Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren, Institutsteil Dresden IZFP-D,
Maria-Reiche-Straße 2, 01109 Dresden,
Frank.Schubert@izfp-d.fraunhofer.de

** Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart, Referat ZfP im Anlagen- und
Maschinenbau, Pfaffenwaldring 32, 70569 Stuttgart,
Sabine.Wagner@mpa.uni-stuttgart.de

Kurzfassung

Austenitische Schweißnähte sind in den meisten Fällen nur schwer mittels Ultraschall zu prüfen, da die durch das Schweißen entstehenden großen Stengelkristalle das Schallfeld durch ihre Anisotropie stark streuen und verformen. In der Vergangenheit wurden daher zur Verbesserung meist erweiterte Bildauswerteverfahren wie SAFT eingesetzt, allerdings nur mit mäßigem Erfolg. Ein neuer interessanter Ansatz zur Verbesserung der Prüfbarkeit von Schweißnähten besteht darin, die Ausbildung der Kornstruktur bereits während des Schweißens zu beeinflussen, z.B. durch magnetische Felder. Dadurch können im Idealfall feinkörnigere Strukturen mit zufälligen Kornorientierungen erzeugt werden, die den Ultraschall weniger stark streuen und im Mittel isotrope Eigenschaften aufweisen. Im vorliegenden Beitrag werden transiente Ultraschallfelder in Schweißnähten mit magnetisch beeinflusster Kornstruktur untersucht und miteinander verglichen. Die Untersuchungen erfolgten experimentell mittels Laservibrometrie und mit Hilfe bildbasierter numerischer Simulationen. Die für die Simulationen notwendigen Modellparameter wurden dabei durch eine neue Ultraschall-Nahfeldmikroskopie (GIUM: Grazing Incidence Ultrasound Microscopy) ermittelt, die auf der Basis raumzeitlicher Wellenfrontbilder die Kornstruktur sowie lokale Gruppengeschwindigkeiten in der Schweißnaht ermitteln kann. Die Ergebnisse an verschiedenen Schweißnähten werden im Hinblick auf die verbesserte Prüfbarkeit diskutiert. Zusätzlich werden metallographische Schliffbilder herangezogen und den Wellenfrontbildern sowie den kontaktlos ermittelten GIUM-Bildern gegenübergestellt.

¹Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren
Institutsteil Dresden IZFP-D
Maria-Reiche-Straße 2, 01109 Dresden
Frank.Schubert@izfp-d.fraunhofer.de
www.izfp-d.fraunhofer.de

²Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart
Referat ZfP im Anlagen- und Maschinenbau
Pfaffenwaldring 32, 70569 Stuttgart
Sabine.Wagner@mpa.uni-stuttgart.de
www.mpa.uni-stuttgart.de

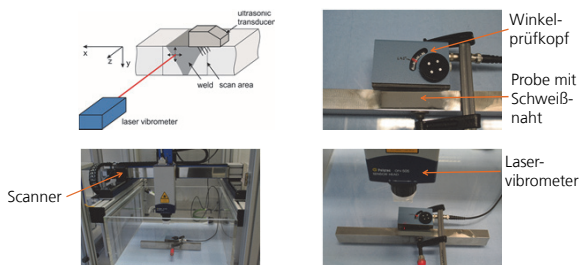
Gefördert durch:



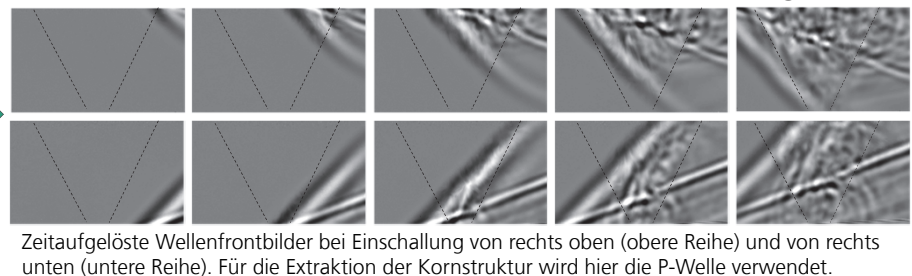
Vermessung und Simulation der Ultraschall-Wellenausbreitung in Schweißnähten mit magnetisch beeinflusster Kornstruktur

- Austenitische Schweißnähte** sind nur schwer mittels Ultraschall zu prüfen, da die durch das Schweißen entstehenden großen Stengelkristalle das Schallfeld durch Ihre Anisotropie stark streuen und verformen.
- Ein neuer Ansatz zur Verbesserung der Prüfbarkeit von Schweißnähten besteht darin, die Ausbildung der Kornstruktur während des Schweißens zu beeinflussen, z.B. durch magnetische Felder. Dadurch entstehen im Idealfall feinkörnigere Strukturen mit zufälligen Kornorientierungen, die den Ultraschall weniger stark streuen und im Mittel isotrope Eigenschaften aufweisen.
- In der vorliegenden Arbeit wurden transiente Ultraschallfelder in Schweißnähten mit **magnetisch beeinflusster Kornstruktur** untersucht und miteinander verglichen. Die Untersuchungen erfolgten experimentell mittels **Laservibrometrie** und mit Hilfe **bildbasierter numerischer Simulationen**. Die für die Simulationen notwendigen Modellparameter wurden dabei durch eine neue Ultraschall-Nahfeldmikroskopie (**GIUM: Grazing Incidence Ultrasound Microscopy**) ermittelt, die auf der Basis raumzeitlicher Wellenfrontbilder die Kornstruktur sowie lokale Gruppengeschwindigkeiten in der Schweißnaht bestimmen kann.

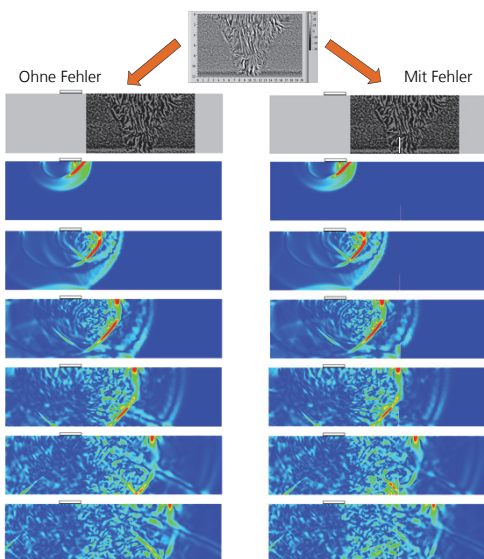
Versuchsaufbau Laservibrometrie



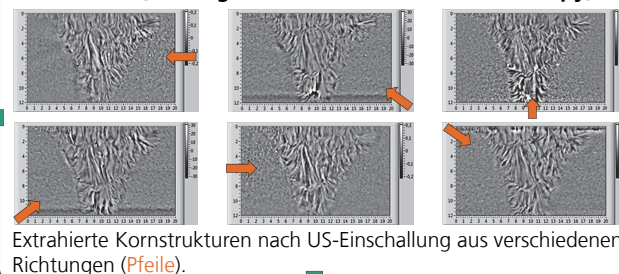
Laservibrometrische Wellenfeldvermessung



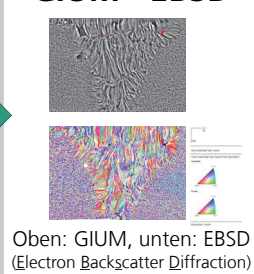
Bildbasierte EFIT-Simulation



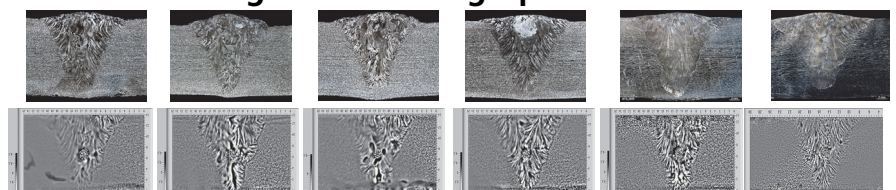
Extraktion der Kornstruktur mittels GIUM (Grazing Incidence Ultrasound Microscopy)



Vergleich GIUM - EBSD



Vergleich Metallographie - GIUM



Fazit und Ausblick

- GIUM** erlaubt die **Ermittlung der Kornstruktur** sowie der ortsabhängigen **Gruppengeschwindigkeit** auf Basis von laservibrometrisch vermessenen Wellenfrontbildern. GIUM- und EBSD-Bilder stimmen sehr gut überein. GIUM erweitert die klassische Metallographie.
- Aus den GIUM-Ergebnissen lassen sich **Modellparameter** für die numerische Simulation der Ultraschallausbreitung in Schweißnähten gewinnen.
- Durch **Magnetfeldbeeinflussung** entstehen Änderungen im Schweißnahtgefüge. Eine **zielgerichtete** Verbesserung der Kornstruktur erweist sich derzeit allerdings noch als schwierig. Dazu sind weiterführende Untersuchungen zur **Magnetohydrodynamik** der Schmelze notwendig.