

Anwendung der Ultraschalltauchtechnik für die zerstörungsfreie Prüfung von diffusionsgeschweißten Komponenten aus EUROFER

Tatiana MARTIN^{*,1}, Stefan KNAAK^{*}, Widodo Widjaja BASUKI^{*}, Jarir AKTAA^{*}

^{*} Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Hermann-von-Helmholtz-Platz 1,
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

¹ Tel.: +49 (0) 7247/82-4569, Fax: +49 (0) 7247/82-4566, E-Mail: Tatiana.Martin@kit.edu

Kurzfassung. Diffusionsschweißen ist eine Festkörperverbindungstechnik, die bei der Herstellung von Kühlplatten der Ersten Wand zukünftiger Fusionsreaktoren eingesetzt werden soll. Als Strukturwerkstoff für die Erste-Wand-Komponenten wird der neu entwickelte niedrigaktivierbare ferritisch-martensitische Stahl EUROFER favorisiert. In dem im Bau sich befindlichen Experimenteller Fusionsreaktor ITER sollen unter anderem Erste-Wand-Module aus EUROFER getestet werden, die aus einer Vielzahl von diffusionsgeschweißten Kühlplatten bestehen. Um die Qualität von Schweißverbindungen zu bestätigen ist die zerstörungsfreie Prüfung mittels Ultraschalltauchtechnik geplant.

Die auftretenden Defekte an den Verbindungsgrenzflächen diffusionsgeschweißter Proben sind erfahrungsgemäß sehr klein und deren Größe liegt bereits im Mikrobereich. Um die Eignung der Ultraschalltechnik für die Detektion solcher kleinen Defekte zu untersuchen wurden an Schweißproben vor dem Diffusionsschweißen sehr feine unterschiedliche künstliche Fehler (im Bereich zwischen 200µm und 30µm) mittels Laserstrukturierung auf der zu schweißenden Flächen eingebracht. Nach dem Diffusionsschweißen wurden zur Ermittlung dieser Fehler die geschweißten Teile mit der Ultraschalltauchtechnik geprüft. Für die Verifikation der Ergebnisse wurden ausgewählte Proben zusätzlich mit der Computertomographie bei der Fa. GE (München) untersucht.

Anwendung der Ultraschalltauchtechnik für die zerstörungsfreie Prüfung von diffusionsgeschweißten Komponenten aus EUROFER

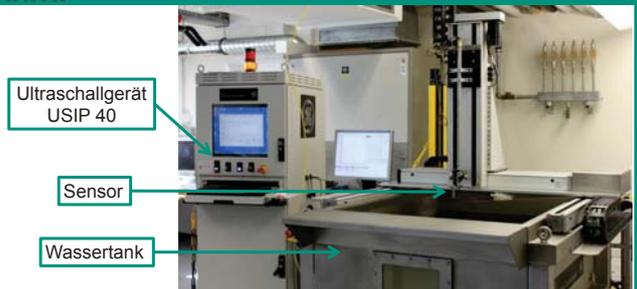
Tatiana Martin, Stefan Knaak, Widodo W. Basuki, Jarir Aktaa

Einleitung

Um die Eignung der Ultraschalltauchtechnik zur Detektion feinsten Defekte in diffusionsgeschweißten Komponenten aus dem niedrigaktivierbaren ferritisch-martensitischen Stahl EUROFER zu untersuchen, wurden Defekte auf der zu schweißenden Flächen der Diffusionsschweißproben als künstlichen Fehler im Bereich zwischen 30 und 200 μm mittels Laserstrukturierung eingebracht. Nach dem Diffusionsschweißen wurden zur Ermittlung dieser Fehler die geschweißten Teile mit der Ultraschalltauchtechnik geprüft und für die Verifikation der Ergebnisse ausgewählte Proben zusätzlich mit der Computertomographie untersucht.

Versuchstechnik

- Laserstrukturierung: Anlage Basel BLS 600, Frequenz 4 kHz, Lampenstrom 19 A, Multimode-Betrieb, Abschwächer 80% / 90%
- Einachsiges Diffusionsschweißen in Vakuum: $T=1030\text{ }^{\circ}\text{C}$, 15 MPa für 2,5 h
- Tauchtechnik-Anlage KC 200 der Fa. GE Inspection Technologies:
 - Prüfkopf TS 6PB 4-20 P50 (Frequenz 20 MHz, Wandler 6 mm im Durchmesser, Fokus 50 mm im Wasser) von der Fa. Karl Deutsch
- Computertomographieanlage Nanotom der Fa. GE, Sensing & Inspection Technologies GmbH, München München

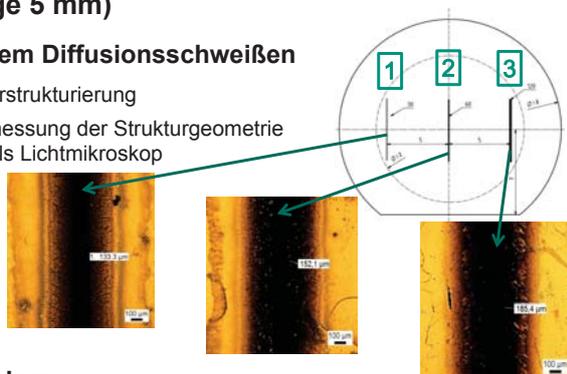


Versuchsablauf und Ergebnisse

- Probe mit drei Strichen (Breite 30, 60, 120 μm , Länge 5 mm)

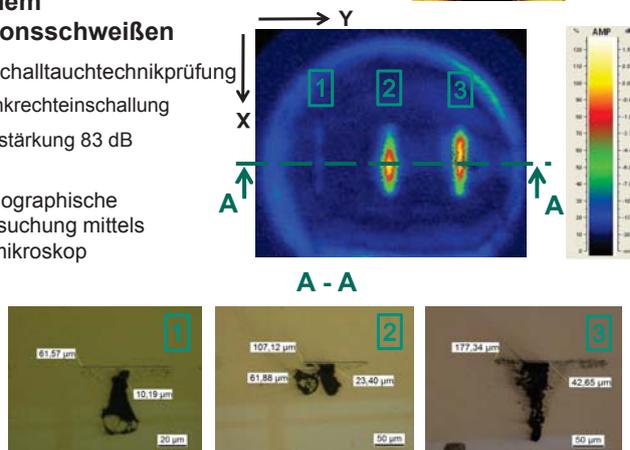
- Vor dem Diffusionsschweißen

- Laserstrukturierung
- Vermessung der Strukturgeometrie mittels Lichtmikroskop



- Nach dem Diffusionsschweißen

- Ultraschalltauchtechnikprüfung
 - Senkrechteinschallung
 - Verstärkung 83 dB
- Metallographische Untersuchung mittels Lichtmikroskop



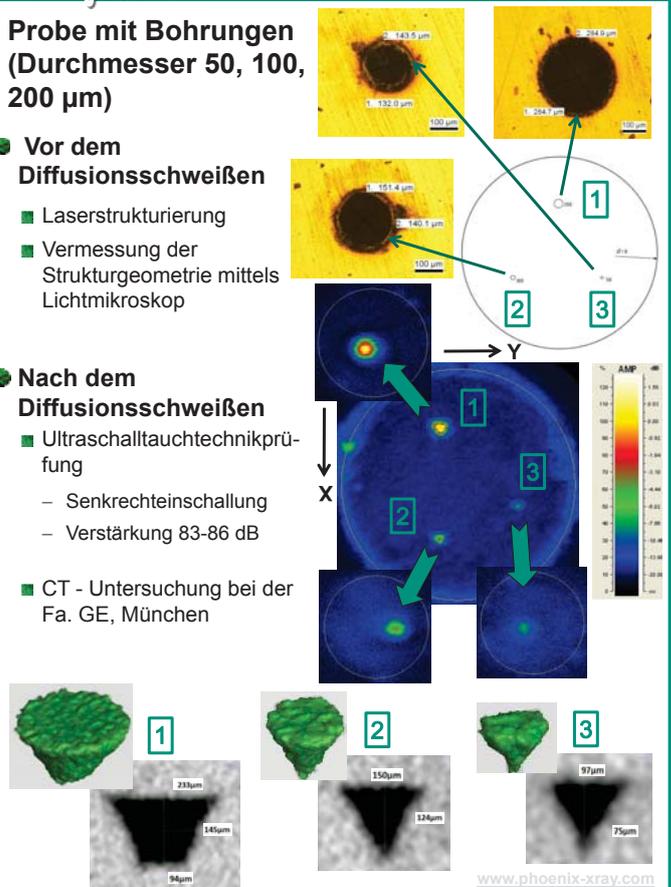
- Probe mit Bohrungen (Durchmesser 50, 100, 200 μm)

- Vor dem Diffusionsschweißen

- Laserstrukturierung
- Vermessung der Strukturgeometrie mittels Lichtmikroskop

- Nach dem Diffusionsschweißen

- Ultraschalltauchtechnikprüfung
 - Senkrechteinschallung
 - Verstärkung 83-86 dB
- CT - Untersuchung bei der Fa. GE, München



Zusammenfassung

Mit der Ultraschalltauchtechnik konnten die feinsten künstlich eingebrachten Fehler (Striche und Bohrungen) an den Diffusionsschweißproben aus niedrigaktivierbaren ferritisch-martensitischen Stahl EUROFER im Bereich von 40-230 μm ermittelt werden. Die Ergebnisse wurden mittels Metallographie und Computertomographie qualitativ sowie quantitativ verifiziert.