

# Ein Vergleich verschiedener Ultraschallverfahren für die Prüfung reparaturgeschweißter CuNiAl-Bronzen

Alexander DILLHÖFER\*, Hans RIEDER\*, Martin SPIES\*

\* Fraunhofer Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM

67663 Kaiserslautern, +49-631-31600-4666, Alexander.Dillhoefer@itwm.fraunhofer.de

## Kurzfassung

Schwer prüfbare Werkstoffe wie zum Beispiel CuNiAl-Bronzen sind gekennzeichnet durch eine grobe Kornstruktur und haben dadurch für die Ultraschallprüfung ein stark schallschwächendes Verhalten. Diese Eigenschaften erschweren die Detektion von Fehlstellen und deren anschließender Bewertung nach Ort, Form, Größe und Orientierung. Ein Einsatzgebiet dieser Bronzen sind Antriebskomponenten von Schiffen wie zum Beispiel Schiffspropeller. Durch die Größe dieser Bauteile und den damit verbundenen Kosten bei einer Neuherstellung werden Reparaturen, auch in kritischen Bereichen, durchgeführt. Nach der Schweißung entstehen verschiedenartige Gefügestrukturen innerhalb der zu prüfenden Zone und deren Randbereiche, welche die Auswertung unter Umständen weiter erschweren. Dieser Beitrag vergleicht die Leistungsfähigkeit verschiedener Ultraschallverfahren zur Inspektion von Schweißnähten in gegossenen CuNiAl-Bronzen. Wir werden Ergebnisse präsentieren, die durch konventionellen Ultraschall mit anschließender SAFT Rekonstruktion, elektromagnetisch angeregter Ultraschall (EMUS) und SAFT Rekonstruktion sowie Phased-Array mit Matrix Sensoren gewonnen wurden. Betrachtet werden die unterschiedlichen Möglichkeiten, die sich durch die Verfahren bezüglich ihrer Einsatzbereiche ergeben. Diese ergeben sich unter anderem durch unterschiedliche Flankenvorbereitungen sowie den zu erwartenden Fehlertypen und deren Orientierungen. Die Ergebnisse dieses Beitrags wurden durch die Verwendung von Testkörpern mit künstlichen und natürlichen Reflektoren und realen Bauteilen erzielt.



# Ein Vergleich verschiedener Ultraschallverfahren für die Prüfung reperaturgeschweißter CuNiAl-Bronzen

Alexander Dillhöfer, Hans Rieder, Martin Spies

Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM, Fraunhofer-Platz 1, 67663 Kaiserslautern, www.itwm.fraunhofer.de

## Ausgangssituation

- Schwer prüfbare Werkstoffe, z.B. CuNiAl-Bronzen, sind gekennzeichnet durch eine grobe Kornstruktur.
- Dies führt zu einem stark schallschwächenden Verhalten bei der Prüfung mit Ultraschall -> Bewertung von Fehlstellen wird erheblich erschwert.
- Kosten und Größe der Komponenten führen dazu, dass Reparaturen aus wirtschaftlichen Gründen in kritischen Bereichen durchgeführt werden.

## Problem

- Die Reparaturschweißung von Schiffspendellern, z.B. bei einem Abbruch einer Flügelspitze, ist nur dann möglich, wenn eine zerstörungsfreie Bewertung nach den Vorschriften der Klassifikationsgesellschaft durchgeführt wird.
- Nach einer Schweißung entstehen verschiedenartige Gefügestrukturen welche die Aus- und Bewertung weiter erschweren.

## Mögliche Prüfansätze

Vergleich der folgenden Verfahrensansätze:

- konventionelle Ultraschallprüfung (42° Einschallwinkel) mit SAFT
- elektromagnetisch angeregter Ultraschall (52° Einschallwinkel) mit SAFT
- Phased Array Prüfung mit Lineararray und Vorlaufkeil



Beispiel Flügelabbruch



Schweißreparatur



Bearbeitete Schweißnaht



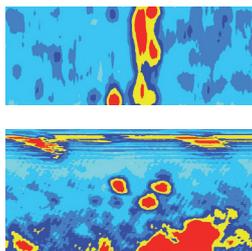
Schweißnahtprüfung vor Ort

## Ergebnisse der Schweißnahtprüfung

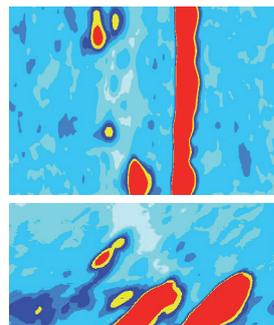
Testkörper 1: 40 mm V-Naht



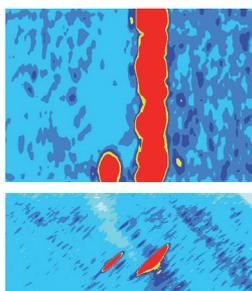
EMUS 680 kHz SAFT



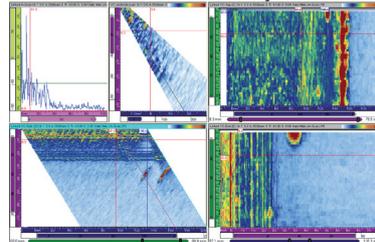
1 MHz SAFT



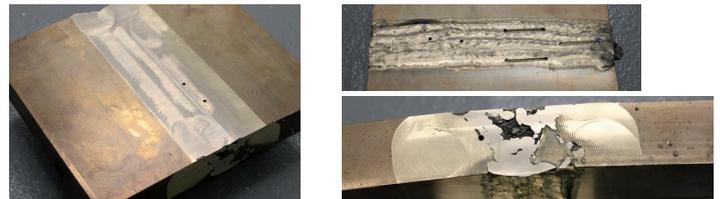
2.25 MHz SAFT



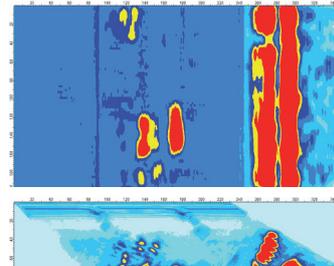
2.25 MHz Phased Array



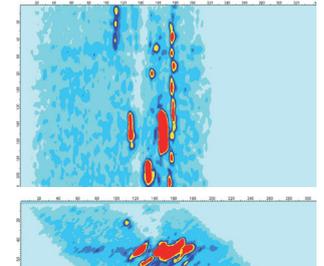
Testkörper 2: 49 mm V-Naht



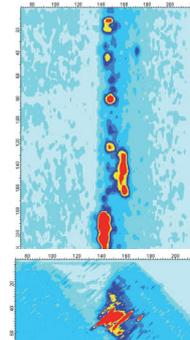
EMUS 680 kHz SAFT



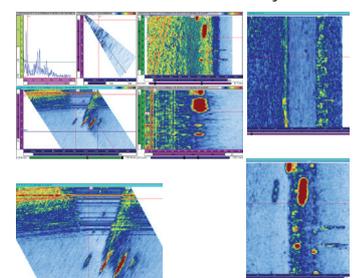
1 MHz SAFT



2.25 MHz SAFT



2.25 MHz Phased Array



## Fazit

- Unterschiedliche Gefüge- und Schalleigenschaften machen Prüfung für alle Verfahren schwierig
- Auswahl des Verfahrens in Abhängigkeit der zu erwartenden Fehlergeometrien und des zu prüfenden Bauteilbereichs