

3R INTERNATIONAL

Zeitschrift für die Rohrleitungspraxis

Phased Array – der Weg zur zukünftigen Schweißnahtprüfung?

Phased Array – the path to future weld inspection?

Gerd Köppke

Sonderdruck aus „3R international“, 47. Jahrgang, Heft 12 · 2008, Seiten 707–709

Phased Array – der Weg zur zukünftigen Schweißnahtprüfung?

Phased Array – the path to future weld inspection?

Von Gerd Köppke

Über die Gruppenstrahlertechnik ist schon viel geschrieben und berichtet worden, doch die praktische Umsetzung steckt noch in den Kinderschuhen. Einige Faktoren, wie z. B. die Akzeptanz durch Kunden, erschweren die Anwendung dieser modifizierten Ultraschallprüftechnik. Die Vorteile und die Qualität dieser Prüftechnik schildert der folgende Fachbeitrag anhand eines Vergleichstestes, der bei der Holter Regelarmaturen GmbH & Co. KG durchgeführt wurde.

Although much has already been written and reported concerning phased-array inspection systems, practical implementation still remains in its infancy. A number of factors, such as customer-acceptance, for example, complicate the application of this modified ultrasonic inspection method. The following technical article examines the advantages and quality of this inspection procedure on the basis of a comparative test performed at Holter Regelarmaturen GmbH.



Bild 3: Armaturengehäuse mit aufgesetzten Anschweißende

Fig. 3: Valve body with welding end in position

Ultraschall Gruppenstrahler (Phased Array Technik) werden seit ca. 40 Jahren in der medizinischen Diagnostik und seit mehr als zehn Jahren erfolgreich in automatischen Ultraschall-Prüfanlagen eingesetzt. Ein Phased Array-Prüfkopf besteht aus einer Vielzahl von Einzelschwinger/Elemente (z. B. 16 Elemente).

Mit den Fortschritten in der Elektronik und Computertechnik wurde es in den 80er Jahren möglich, das Schallfeld des Gruppenstrahlers durch zeitlich gesteuerte Anregung zu manipulieren. Die lineare Ab-

tastung durch Multiplexen und zeitlich konstante Verzögerung der Elementgruppen ersetzt die mechanische Bewegung des Prüfkopfes.

Durch spezielle Zeitverzögerungen der einzelnen Elemente kann das Schallfeld bei der Phased Array-Technik, anders als bei der herkömmlichen Ultraschalltechnik mit einem festen Einschwingerprüfkopf, zusätzlich geschwenkt oder fokussiert werden.

Aus **Bild 1** und **Bild 2** ist die Ungängendarstellung erkennbar. Geprüft wurde hier der

gleiche Prüfgegenstand mit gleicher Ungängenlage und -größe. Die registrierungspflichtigen Anzeigen sind im A-Bild durch die große Amplitude (Bild 1) und im C-Bild (Bild 2) durch die rote Farbe im Schallsektor zu erkennen.

Vergleich zwischen herkömmlicher Ultraschalltechnik und Phased Array-Technik

Bei der Holter Regelarmaturen GmbH und Co. KG (HORA) wurden in Zusammenarbeit mit dem akkreditierten Ingenieur Büro Witte Vergleichsprüfungen zwischen der herkömmlichen Ultraschalltechnik und der Phased Array-Technik durchgeführt.

Immer größer werdende Schweißnahtdimensionen (bezüglich der Wanddicke) lassen schnell die Grenzen der Durchstrahlungsprüfung erkennen.

DIN EN 12952-6 „Wasserrohrkessel und Anlagenkomponente“ lässt in den Stahlgruppen 4 und 6 bei bestimmten Schweißnahtabmessungen (z. B. Rundnähte mit Wanddicken $e > 25$ mm oder einem Durchmesser $d_0 > 142$ mm) nur die Ultraschallprüfung zu. Fehlende Prüflängen, durch begrenzte Einbaulängen

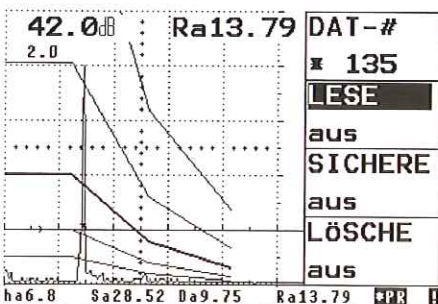


Bild 1: Herkömmliche Ultraschalltechnik mit A-Bild

Fig. 1: Conventional ultrasonic inspection method, showing "A" image

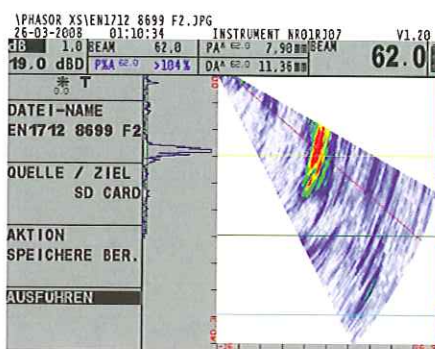


Bild 2: Phased Array mit A- und C-Bild

Fig. 2: Phased Array, showing "A" and "C" image

von Armaturen, machen eine normgerechte Ultraschallprüfung nicht möglich, da die Prüfflächenbreite neben der Schweißnaht in Bezug auf den Sprungabstand nicht zur Verfügung steht.

Für dickwandig aufgesetzte Stutzen (**Bild 3**) auf ein Armaturengehäuse mit unterschiedlichen Schweißfasenwinkeln wurden drei Testkörper hergestellt (**Bild 4**).

Die Materialdicke des Stutzens beträgt 82,5 mm. Die Testkörper haben Schweißfasenwinkel von 0° bis 45°. Sacklochbohrungen aus der angedeuteten Schweißfaser und eine mitgehende Nut im definierten Abstand von der Schweißfaser im Schweißnahtwurzelbereich simulieren eine gedachte Schweißfaser (rote Linie) vom Decklagenbereich bis zur Wurzel. Dabei verläuft der Sacklochgrund parallel zur angedeuteten Schweißfasenfläche (**Bild 5**). Hierdurch ist es möglich, die Anzeigen von möglichen Flankenbindefehlern und Wurzelfehlern in verschiedenen Reflektionswinkeln zu bewerten und zu vergleichen.

Der Testkörper hat eine Prüfflächenbreite in Bezug auf den Sprungabstand, die es ermöglicht, mit der herkömmlichen Ultraschallprüfung die Anzeigen aus der Phased Array-Technik vergleichen zu können.

An einer Schweißnaht mit definierter Rissanzeige wurden zwei Vergleichsprüfungen mittels herkömmlicher UT-Technik durchgeführt. Die erste Prüfung erfolgte mit dem Sitiescan 110. Hierbei wurde eine Entfernung-Amplituden-Kurve (DAC genannt) von +6 dB über der Registriergrenze ermittelt. Mit der zweiten Prüfung bei Verwendung des Prüfgerätes der Firma GE Inspection USM 25 wurden +7 dB über der Registriergrenze ermittelt. Beide Prüfungen erfolgten mit einem 70°-Winkelprüfkopf.

Die Phased Array-Prüfung erfolgte mittels Phasor XS der Firma GE Inspection. Es konnte eine DAC +8 dB über der Registriergrenze erreicht werden. Die optimale Reflektion am



Bild 4: Segmente des aufgesetzten Stutzens
Fig. 4: Segments of the top-mounted socket

Bild 6: Schweißnahtprüfung am Bypassventil
Fig. 6: Weld inspection of the bypass valve



Riss erfolgte bei einem Einschallwinkel von 56° – 63° (in Bild 2 sind es 62°).

Weitere Vergleichsprüfungen wurden an unterschiedlichen Testkörpern durchgeführt. Die Prüfungen erfolgten nach DIN EN 1714, Methode 1 (Ø 3,0 mm – DAC). Die Anzeigen wurden nach DIN EN 1712 bewertet.

Die Firma Witte stellte eine Farbpalette auf, die die Bewertung der Anzeigen entsprechend Norm erleichterte.

Bei einer Schweißnaht eines Bypassventils (DN 250/600, 81 mm Wandung, 270 bar, 545 °C, aus X10CrMoVNb9-1) wurde mittels herkömmlicher UT-Volumenprüfung eine nicht registrierpflichtige Anzeige (DAC: -9 dB) selektiert. Diese Anzeige konnte mit der Phased Array-Technik bei einer DAC von -8 dB bestätigt werden.

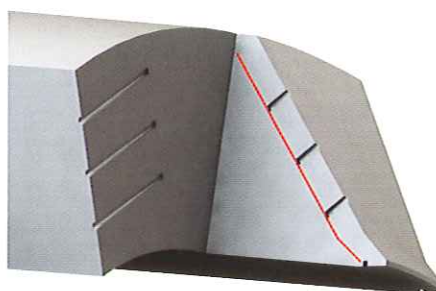


Bild 5: Segmente aus dem aufgesetzten Stutzen
Fig. 5: Segments taken from the top-mounted socket

Die Schweißnaht eines Einsitzregelventils konnte in der Vergangenheit (**Bild 7**) bei den Stahlgruppen 4 und 6 nur einwändig nach Bild 2 der DIN EN 1435 durchstrahlt werden. Hierzu setzte HORA zusätzlich die UT-Querfehlerprüfung als ergänzendes Prüfverfahren ein.

Durch die Phased Array-Technik und eine neue Konstruktion der Schweißenden reicht eine geringere Prüfflächenbreite in Bezug auf den Sprungabstand aus, um eine 100%-ige Volumenprüfung zu erreichen.

Fazit

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die 2-dimensionale Darstellung des Prüfquerschnittes mit A-Bild und C-Bild durch einen Stufe 2 Prüfer nach DIN EN 473 mit Aufbau-

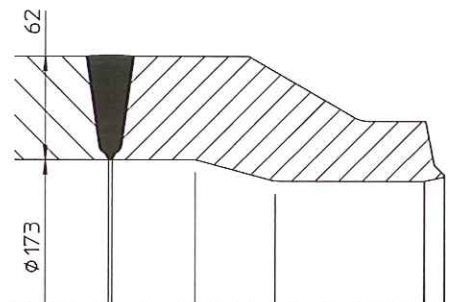


Bild 7: Schweißendenkonstruktion alter Baureihe für Einsitzregelventile
Fig. 7: Weld-end design of former series for single-seat control valves

kursen (Expertenkursen) eine sichere Prüfung sein wird. Diese Aufbaukurse beziehen sich direkt auf die Phased Array-Technik.

Die Prüfung mittels Phased Array-Technik ist eine schnellere Prüfung als die herkömmliche Prüfung, da ein größeres Prüfvolumen pro Zeiteinheit geprüft werden kann.

Entscheidend für die Fehlerauffindwahrscheinlichkeit ist die Vielzahl an Einschallwinkeln, durch die eine mögliche Ungänge angeschallt werden kann.

Zu beachten ist bei der Prüfung mit der Phased Array-Technik die etwas größere

Prüfkopfkopplung gegenüber den herkömmlichen Miniaturwinkelprüfköpfen. Zudem muss auf eine höhere Qualität der Prüfflächen geachtet werden; die Kontaktfläche Prüfkopfsohle zur Prüffläche darf die Phasensteuerung der Elemente nicht behindern.

Literatur:

- [1] Prüfbericht Sonaspection International LTD
- [2] Vortragsunterlagen von Michael Berke, GE Inspection, zur FDBR Tagung 2008

- [3] Vortragsunterlagen von Heiko Witte, Ingenieurbüro Witte, zur FDBR Tagung 2008
- [4] ZfP-Normen

Autor:

Gerd Köppke
HORA Holter Regelarmaturen
GmbH & Co. KG, Schloß Holte-
Stukenbrock



Tel. +49(0)5207/8903 28
E-Mail: GKoeppke@hora.de