

Ultraschallprüfung an sehr dünnwandigen Rundrohrschweißnähten – Herausforderungen und Lösungen (HUGE- NDT)

Susanne HILLMANN¹, Frank UHLEMANN², David Maximilian SCHILLER-
BECHERT¹, Zsolt BOR¹

¹ Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme, Institutsteil
Materialdiagnostik (IKTS-MD), Dresden, susanne.hillmann@ikts.fraunhofer.de

² Ingenieurbüro Prüfdienst Uhlemann, Peitz

Kurzfassung

Dünnwandige Rohrrundschweißnähte an Rohren mit Wanddicken wurden bisher hauptsächlich mit der Röntgenprüfung geprüft. Auch die aktuelle Normung sieht hier zurzeit nur die Durchstrahlungsprüfung vor. Dabei hat die Röntgenprüfung hier durchaus Grenzen: zum einen sind Schweißnahtfehler mit Kerbwirkung (Risse, Bindefehler) nicht optimal erkennbar, zum anderen müssen die umfangreichen Auflagen des Strahlenschutzes beachtet werden. Zusätzlich sind vor allem in Kraftwerken und in der petrochemischen Industrie die verfügbaren Zeiten, in denen geröntgt werden kann, sehr kurz, wodurch die Stillstandszeiten der Anlagen unnötig hoch sind. An austenitischen Rohren hat die Röntgenprüfung große Nachteile, hier sind wegen des groben Gefüges Risse und Bindefehler nur sehr schwer detektierbar.

Ultraschallverfahren sind für diese Prüfung wesentlich besser geeignet: sie sind wesentlich schneller, können im Mehrschichtbetrieb eingesetzt werden, finden die relevanten Fehler mit Kerbwirkung viel besser und es muss kein Strahlenschutz beachtet werden. Die Ultraschallverfahren haben aber auch ihre Herausforderungen: gerade in den dünnwandigen, stark gekrümmten Rohrwänden kommt es zu sehr starker Defokussierung und Aufweitung des Schallbündels bei sehr kurzen Schallwegen zwischen den einzelnen Umlenkungen, zusätzlich dominieren die geometrischen Einflüsse der Nahtgeometrie die Signale.

Der vorliegende Beitrag präsentiert eine Methode auf Basis von Phased Array, die diese Herausforderungen meistert und sehr sichere Prüfergebnisse liefert. Sie funktioniert sowohl an ferritischen, als auch an austenitischen Rohrmaterialien. Das Verfahren mit Namen HUGE-NDT ist ausgiebig getestet und optimiert worden. Es ist validiert und bereits seit Monaten als Ersatz der Radiographie in verschiedenen Kraftwerk im Einsatz.

ULTRASCHALLPRÜFUNG AN RUNDSCHWEISSNÄHTEN DÜNNWANDIGER ROHRE

S. Hillmann¹, D. Schiller-Bechert¹, Z. Bor¹, F. Uhlemann²

¹ Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, ² Ing.-Büro Prüfdienst Uhlemann



MOTIVATION

Kraftwerksbetreiber verwenden heutzutage das klassische Radiographie-Verfahren, um dünnwandige Rohrrundschweißnähte mit Wanddicken kleiner 6 mm zu prüfen. Dieses Verfahren verursacht allerdings sehr lange Stillstandzeiten der Anlagen, weil die zulässigen Strahlungsfenster sehr klein sind. Darüber hinaus ist die Radiographie bezüglich des physikalischen Effekts im Material nicht optimal dazu geeignet, die relevanten Fehler mit Kerbwirkung in den Nähten zu detektieren.

Hier punktet das neuentwickelte Verfahren der Ultraschall-Phased-Array-Prüfung (UT-PA) **HUGE-NDT**.

ERGEBNISSE

Mit dem HUGE-NDT-Verfahren lassen sich Fehler mit Kerbwirkung sicher finden und die Auswertung ist im Vergleich zur herkömmlichen Röntgentechnik sehr viel einfacher. Die wirklich kritischen Fehler, die die Stabilität der Nähte beeinflussen, lassen sich damit mit > 95% Auffindwahrscheinlichkeit detektieren.

Zudem ist das HUGE-NDT-Verfahren nahezu fünf Mal schneller als das Röntgenverfahren: Selbst inkl. Rüstzeit und vollständiger Auswertung kann man für die Aufnahme einer HUGE-NDT-Messung an einer Naht 4,2 Minuten kalkulieren, während man hier für die Röntgenprüfung 21 Minuten ansetzen muss.



Prüfgeräteanordnung.

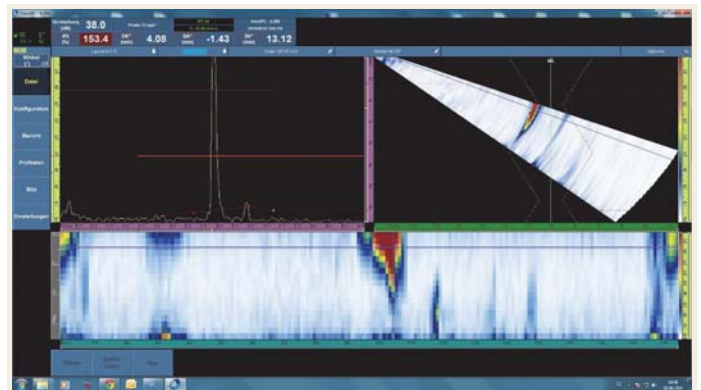
Applikation am Rohr.

Kraftwerk Jämschwalde.

HERAUSFORDERUNGEN

Folgende Effekte verhinderten bisher den Einsatz des Ultraschall-Phased-Array Verfahrens:

- Die Defokussierung des Schallfelds durch die starke Krümmung.
- Die kurzen Schallwege aufgrund der geringen Wanddicken und die dadurch auftretende Nahfeldproblematik.
- Die Schweißnahtgeometrie (speziell Wurzel und Decklage) ist bei dünnwandigen Rohren sehr groß im Vergleich zur Rohrgeometrie. Dadurch kommt es zu Reflexionen, die ungeprüfte Bereiche in der Naht verursachen und zusätzlich die Ortszuordnung der Signale sehr erschweren.



A-Bild, Sektorbild und Abwicklungsdarstellung an einem Fehler mit Kerbwirkung.

HUGE-NDT funktioniert an ferritischen Stählen genauso gut wie an austenitischen Stählen.

Erste Rohr-Geometriebereiche wurden bereits durch das Fraunhofer IKTS validiert. Die zulassenden Stellen in den Kraftwerken ließen diese Validierungen als Alternative zur genormten Radiographieprüfung zu, wodurch das neue Prüfverfahren bereits mehrfach und sehr erfolgreich von unserem Partner, dem Ingenieurbüro Prüfdienst Uhlemann, unter Praxisbedingungen im Kraftwerk eingesetzt werden konnte. So wurden schon über 6000 Nähte geprüft.

Für weitere Informationen besuchen Sie uns auf www.HUGE-NDT.com.



Geometrische Aufweitung des Strahlenbündels für zwei Rohrdurchmesser (links 60,3 mm, rechts 21,3 mm).

Durch die Reflexionen der Schallstrahlen an der Nahtgeometrie entstehen ungeprüfte Bereiche.