

Automatisierte Ultraschallprüfung der Längsschweißnaht von Rohren aus nichtrostenden Stählen und metallurgisch plattierten Werkstoffen mit der Phased-Array-Technik

Carsten KÖHLER, Norbert WEIDL
VOGT Ultrasonics GmbH, Ehlbeek 15, D-30938 Burgwedel
Butting GmbH & Co. KG, Gifhorner Str. 59, D-29379 Wittingen-Knesebeck

Kurzfassung. Ein technischer Überblick über die Anlagenauslegung hinsichtlich der Prüfmechanik, der optimalen Prüfkopfauswahl in Verbindung mit CIVA Simulationssoftware und der Prüftechnik der Firma M2M bis hin zur Definition und Einhaltung der Prüfeigenschaften gemäß der gängigen Prüfspezifikationen wie z.B. API5L, DNV-OS-F101, SEP 1914/15/16/17, EN 1712/13/14, ASTM A578 oder Shell.

0 Allgemeines

Seit 30 Jahren entwirft und konfiguriert VOGT Ultrasonics GmbH Prüfgeräte und –systeme für die mechanisierte und automatisierte Ultraschallprüfung und erbringt Dienstleistungen unter der Verwendung aller Methoden der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung.

VOGT Ultrasonics GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025 und ISO 9001 sowie EN 9199 zertifiziert akkreditiert.

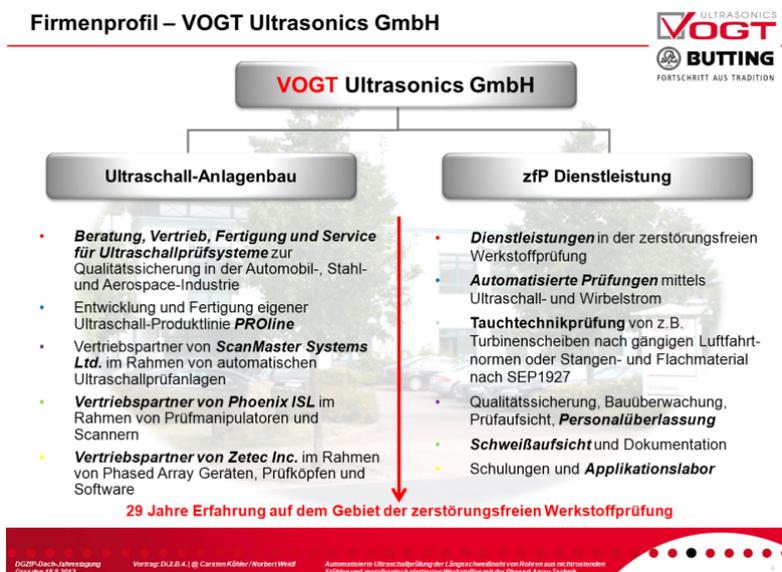


Bild 1 Portfolio der VOGT Ultrasonics GmbH



Neben der Entwicklung und Fertigung eigener Ultraschallprüfsysteme konzipiert und projiziert die VOGT GmbH zusammen mit den Partnern ScanMaster Systems Ltd. Ultraschallprüfanlagen für die automatisierte Qualitätssicherung.

Für die vielfältigen Anwendungen bieten wir unterschiedlichste Systemlösungen für Anwendungen im Labor als auch in der Produktion.

Die Firma ist ein weltweit führender Hersteller von Rohren, ansässig in Knesebeck im Kreis Gifhorn.

Firmenprofil - H. Butting GmbH & Co. KG




Im niedersächsischen Knesebeck / Kreis Gifhorn ist BUTTING fest verwurzelt. Seit 1945 sind wir hier Zuhause. Zunächst beheimatet im Knesebecker Schützenhaus, begann 1949 der Wiederaufbau der Produktion auf dem Gelände einer stillgelegten Ziegelei.

Seitdem sind wir durch Kompetenz, Mut, Fleiß und Innovationen sowie einen wachsenden Markt für unsere Produkte aus nicht rostenden Stählen kontinuierlich gewachsen. Auf dem inzwischen mehr als 450.000 m² umfassenden Werkgelände werden jährlich mehr als 50.000 t nicht rostende Stähle verarbeitet.

Heute ist BUTTING einer der größten Arbeitgeber in der Region. Mehr als 1.000 Mitarbeiter sind im Knesebecker Werk tätig, kontinuierlich werden knapp 90 Lehrlinge in 9 Ausbildungsberufen ausgebildet.

Der Schwerpunkt der Tätigkeiten in Knesebeck liegt in der Fertigung längsnahtgeschweißter Rohre aus Band und Blech, der Weiterverarbeitung zu einbaufertigen Rohrkomponenten im Rahmen umfassender Vorfertigungskapazitäten und in der Rohrtechnik.

DIGIP-Dach Jahrestagung Graz den 18.8.2012
Vortrag: D1.2.8.4 | @ Carsten Köhler / Norbert Weiß
Automatisierte Ultraschallprüfung der Längsnahtschweißnähte von Rohren aus nichtrostenden Stählen und metallurgisch plattierten Werkstoffen mit der Phased-Array-Technik

Bild 2 Portfolio der H. Butting GmbH & Co. KG

In enger Zusammenarbeit mit der H. Butting GmbH & Co. KG hat die VOGT Ultrasonics GmbH mit den folgenden Kooperationspartnern ein Rohrprüfsystem entwickelt und installiert, welches der Prüfung von längsnahtgeschweißten Rohren aus nichtrostenden Stählen und metallurgisch plattierten Werkstoffen mit der Phased-Array-Technik dient.

- ScanMaster Systems Ltd.
(AS200 Rohrprüfsystem - Prüfmechanik, Steuerung, Software)
- M2M
(Multi2000 Phased Array Gerät)
- Imasonic SAS
(Prüfköpfe und Verschleißsohlen)

ScanMaster



IMASONIC

1 Projektanforderungen

Zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung der Längsschweißnaht von in Serie gefertigten Rohren aus nichtrostenden Stählen haben sich die folgenden Verfahren etabliert:

- Wirbelstrom
- Röntgen

Die Ultraschallprüfung spielte für diese Prüfaufgabe bisher nur eine untergeordnete Rolle, weil die geringe Wanddicke der Rohre (< 6 mm) und das akustisch anisotrope Verhalten der Schweißgüter der nichtrostenden Werkstoffe eine sehr aufwändige Anpassung der Prüftechnik erfordern und die Prüfergebnisse oftmals schwer zu interpretieren sind.

Mit der Nachfrage nach immer größeren Rohrwanddicken und vor allem mit dem starken Anstieg des Bedarfs an Rohren aus metallurgisch plattierten Werkstoffen entwickelt sich bei den Rohrherstellern in zunehmendem Maße die Notwendigkeit der Anwendung automatisierter Ultraschallprüfung zur Ermittlung der Qualität der gefertigten Längsschweißnähte.

Die Prüfanforderungen der eingesetzten Phased Array Ultraschallprüfanlage sind wie folgt definiert:

Prüfobjekt:	längsnahtgeschweißte Rohre mit einer X-Nahtgeometrie	
	min.	max.
Rohrlänge:	2.000 mm	- 12.500 mm
Rohrdurchmesser:	150 mm	- 1.200 mm
Wanddicke (Rohr):	10 mm	- 70 mm
Wanddicke (Plattierung):	2 mm	- 5 mm
Wärmeeinflußzone:	± 50 mm	
Material:	nichtrostender Stahl, ferritisch-austenitischer Stahl, austenitischer Stahl, plattierter Stahl	
Prüfnormen:	<ul style="list-style-type: none">• DNV-OS-F101• API5L• SEP 1914, 1915, 1916, 1917, EN 1712, 1713, 1714• EN 10246-8, 10246-9 ISO-5817, 9765, 10124, 13663• ASTM A578• EN 10246-15 (für Dopplungen), EN 10160 und EN 10307 (Flacherzeugnisse)• SEL 072/77 (für Dopplungen)	

Im Rahmen von vielen Ideen, ersten Konzepten und kreativen Phasen entstanden die ersten Systementwürfe.

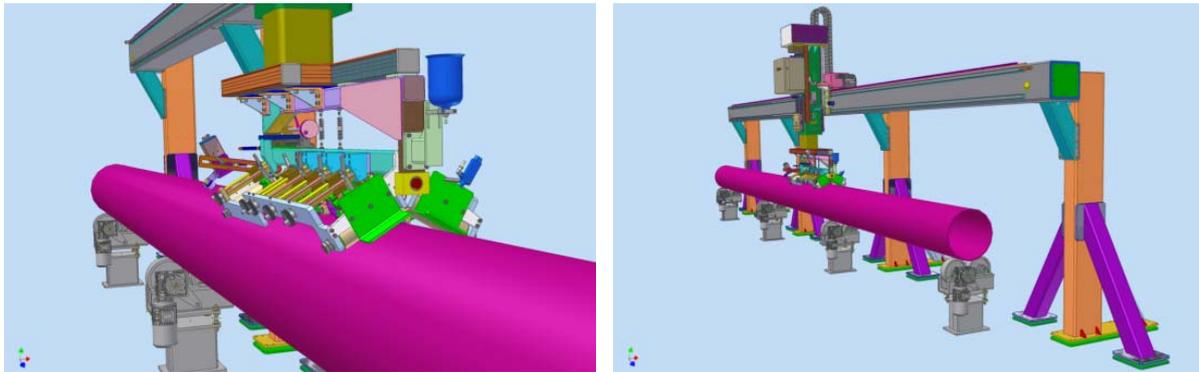


Bild 3 Erste Systemkonzepte des Rohrprüfsystems

2 Phased Array Technologie

Das Rohrprüfsystem ist mit einer modernen Phased Array Elektronik der Firma M2M ausgerüstet. Die Phased Array Technologie kommt zum Einsatz, weil sie wesentliche Vorteile aufgrund der Möglichkeit des Elektronischen Scannens (Vorteil: z.B. breitere Prüfspuren ohne mechanische Bewegung) und Schwenkens der Schallbündel (Vorteil: z.B. ein Phased Array Prüfkopf ersetzt mehrere Winkelprüfköpfe) bietet.

2 Technisches Prüf- und Anlagenkonzept / Prüfmechanik

Die Definitionen und Vorgehensweisen sowie die Wahl der konstruktiv und prüftechnisch praktikabelsten Mechanik erfolgten innerhalb dieser Projektphase.

Es wurde wie folgt vorgegangen:

1). *Erstellung des Testkörpers gemäß DNV-OS-F101*



Bild 4 Erstellung des Testkörpers gemäß DNV-OS-F101

2). Simulation mittels CIVA

Anhand einer CIVA-Simulation wurde die Prüfanordnung gemäß der notwendigen Prüfkopf- und Gerätecharakteristik bestimmt.

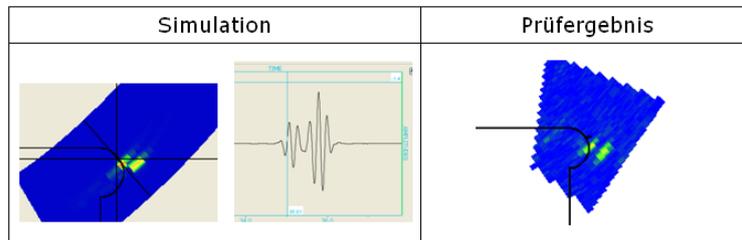


Bild 5 Bsp. einer CIVA-Simulation

3). Definition des Phased Array Prüfkopfes

Auf Basis der CIVA-Simulation wurde ein lineares Array mit 32 Elementen, 2 MHz und einem Pitch Abstand von 0,25 mm (nicht fokussiert) definiert und gefertigt.



Bild 6 Bsp. eines Phased Array Prüfkopfes, inkl. Vorlaufschuh der Firma Imasonic

4). Definition des Phased Array Gerätes

Aufgrund der Prüfkopfauswahl und der Anzahl der einzusetzenden Prüfköpfe kam das M2M Phased Array Gerät Multi 2000 64/256 zum Einsatz. Aufgrund der technischen Auslegung können auch konventionelle Ultraschallprüfköpfe für die Prüfung der Wärmeeinflußzone als auch der Rohrenden angeschlossen werden.



Bild 7 Multi2000 Phased Array Gerät

5). Definition Anlagenkonzept/Prüfmechanik

Die im folgenden Bild dargestellte Rohrprüfanlage ist das Ergebnis der Projektphase der technischen Prüf- und Anlagenkonzeptionierung.



Bild 8 AS 200 Rohrprüfsystem basierend auf der Phased Array Technologie

Die Anwendung bestimmt die Anzahl und Anordnung der notwendigen Prüfköpfe pro Prüfkopfhalter/-spinne. Sie hängt u.a. von der zu prüfenden Rohrabmessung (Durchmesser/Wanddicke) und den Prüfstandards ab.

Die Prüfspinne ist dabei eine sehr komplexe mechanische Komponente, die u.a. neben den Prüfköpfen auch die Wasserführung für die Ankopplung der Prüfköpfe, das Lasersystem für die Schweißnahtnachführung als auch das direkte Bedienerterminal aufnimmt.

Das folgende Bild vermittelt einen kleinen Eindruck dieser Komplexität für eine Prüfspinne mit Phased Array Ultraschallprüfköpfen.



Bild 9 Beispiel einer Prüfspinne mit Phased Array Ultraschallprüfköpfen

Das folgende Bild zeigt dabei schematisch die Anordnung der Prüfköpfe und deren Einsatzmöglichkeiten bzgl. Längs- und Querfehlernachweis.

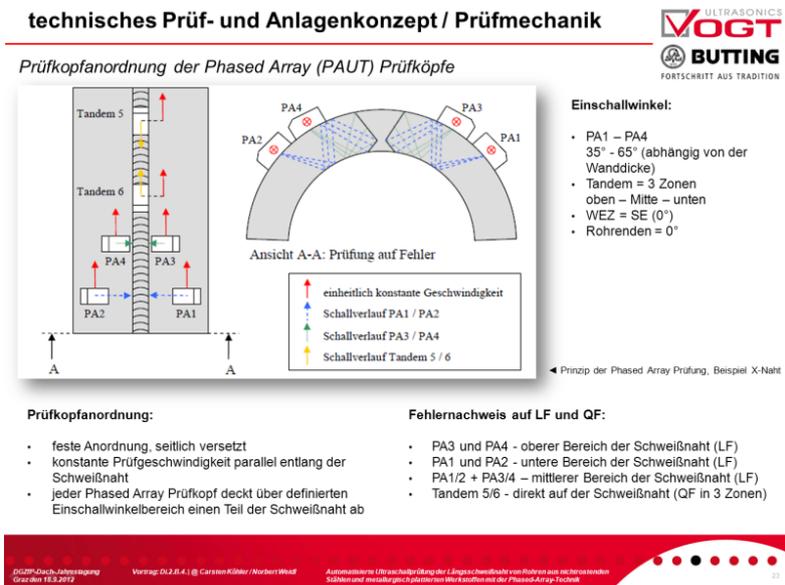


Bild 10 Schematische Anordnung der Prüfköpfe und deren Fehlernachweis

4 Bedienerkonzept

Das Bedienerkonzept wird durch die Integrationstiefe und die Prüfstandards bestimmt.

Je nachdem ob die konventionelle Ultraschall- oder die Phased Array Technologie verwendet wird, beide Einheiten zueinander bieten einfache und bedienerfreundliche Schnittstellen zu- und miteinander. Dabei können z.B. die komplexen Dateninformationen einer Phased Array Prüfung (siehe Bild 11) direkt in eine einfachere Liniendarstellung (siehe Bild 12) online pro Prüfkopf übertragen werden.

Die Prüfdaten werden somit auf einen wesentlichen Umfang reduziert und erleichtern somit die Prüfdatenbeurteilung des Bedieners der Anlage sinnvoll.

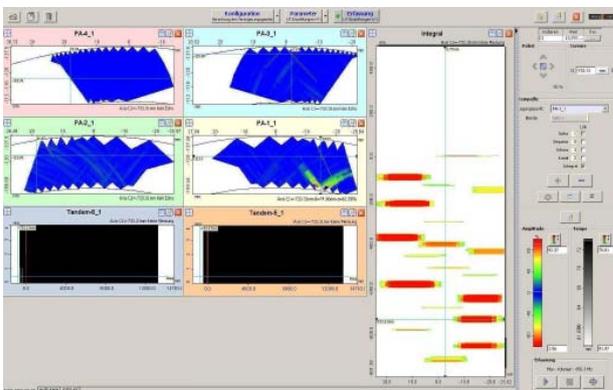


Bild 11 Typische Phased Array Prüfdatendarstellung

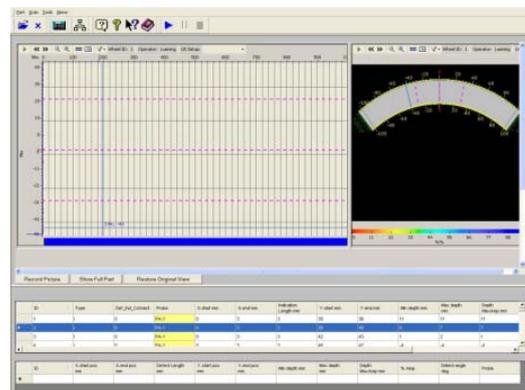


Bild 12 Typische Phased Array Prüfdatendarstellung

Das Bild 13 zeigt einen typischen Bedienerstand/-konsole für den Einsatz der Phased Array Technologie über das die Gesamtanlage bedient wird.



Bild 13 Beispiel, 2 Bedienerstände/-konsolen

Im Servicefall ist über eine Remote-Verbindung ein direkter Zugriff auf die Anlage möglich, so dass eine schnelle Serviceverfügbarkeit besteht.

5 Schlussfolgerung

Die VOGT Ultrasonics GmbH bietet kompakte und modulare aufgebaute Rohrprüfsysteme für geschweißte Großrohre an. Die Prüfmechanik, die Prüfelektronik als auch die notwendige Anwender-Software stammen aus einer Hand.

Die Prüfung von Schweißnähten, hier im speziellen an denen der längsnahtgeschweißten Rohren der H. Butting GmbH & Co. KG, haben gezeigt dass eine sinnvolle und zielführende Prüftechnik zum Einsatz gekommen ist durch:

- eine gezielte Simulation der Prüfdaten im Vorfeld
- eine geeignete Auswahl an Phased Array Prüfköpfen
- sowie der gezielten Anpassung der Phased Array Geräte-Software

Die gewählte Prüftechnik lässt sich sehr einfach auf andere Prüfanforderungen übertragen, durch:

- Know-how des Anwenders und Lieferanten
- Praxis-orientierte Projektarbeit und -verfolgung

Vergleichbar mit anderen Projekten, in welchen die Phased Array Technologie für die Schweißnahtprüfung in unserem Haus zum Einsatz kam, kann man mit Recht sagen, dass diese Technologie in der Serienprüfung komplexer Prüfobjekte (z.B. plattierte Rohre) angekommen ist.

Literatur

- [1] H. Butting GmbH & Co. KG, Knesebeck
- [2] M2M, Les Ulis
- [3] ScanMaster Systems Ltd., Rosh-Haain
- [4] Imasonic SAS, Voray-sur-l'Ognon