

Modernisierte Ultraschallanlage für längsnahtgeschweißte Großrohre und der Weg zu NDE4.0

Marcel CEMBROWSKI¹, Patrick LABUD¹, David KRIX¹, Oliver NEMITZ¹,
Thomas ORTH¹, Till SCHMITTE¹, Ludwig OESTERLEIN², Marcel WADAS²

¹ Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Duisburg

² EUROPIPE GmbH, Mülheim an der Ruhr

Kontakt E-Mail: p.labud@du.szmf.de

Kurzfassung

Leitungsrohre aus Stahl werden für den Transport von Öl oder Gas über große Entfernungen durch On- und Offshore-Pipelines verwendet. Aufgrund der Produktion müssen längsnahtgeschweißte Stahlrohre in großen Mengen pro Tag hergestellt werden, um eine kontinuierliche Versorgung der Rohrverlegeunternehmen mit Rohren zu gewährleisten. Gleichzeitig werden durch Normen und Kundenanforderungen hohe Anforderungen an die Qualitätskontrolle gestellt.

Beide Randbedingungen führen zu der Notwendigkeit hochautomatisierter Prüfsysteme, die vollständig in die Produktionsschritte integriert sind und Risiken für Engpässe im Produktionsablauf vermeiden, aber gleichzeitig eine sehr zuverlässige Prüfung zur Erfüllung der Kundenanforderungen bieten. In diesem Beitrag soll als umgesetztes Beispiel das kürzlich modernisierte Ultraschall-Prüfsystem (Ultraschall-Abnahmeprüfung) der Firma EUROPIPE (Mülheim an der Ruhr) vorgestellt werden, das konsequent die Phased-Array-Technik sowohl für die Längs- als auch Querfehlerprüfung einsetzt. Außerdem zeichnet sich das Bedienkonzept der Anlage durch eine ergonomische Software und der Möglichkeit mechanische wie ultraschalltechnische Einstelldaten zu speichern und zu laden aus, um die Umbauzeiten deutlich reduzieren zu können.

Mit dieser Modernisierung sind Aspekte für Industrie 4.0, respektive NDE4.0, bereits realisiert worden oder können noch in das System eingebracht werden. Es wird vorgestellt welche Aspekte das sind und welche Hürden bei der vollständigen Umsetzung zu einem Gesamtsystem 4.0 zu überwinden sind.



Modernisierte Ultraschallanlage für längsnahtgeschweißte Großrohre und der Weg zu NDE4.0

**M. Cembrowski, P. A. Labud, D. Krix, O. Nemitz, T. Orth, T. Schmitte,
L. Oesterlein, M. Wadas**

DGZfP-Jahrestagung, 10./11. Mai 2021

Session 6 – V23

1

Fragestellung und Motivation

- 🔄 Die bisherige Ultraschallanlage US2 (Abnahmeprüfung expandierter Rohre) des Rohrerstellers EUROPIPE sollte nach 12 Jahren modernisiert und erweitert werden
- 🔄 Die Anforderungen von EUROPIPE an die neue Anlage waren:
 - 🔺 Prüfung des Schweißnahtvolumens in zwei Richtungen auf Längs- und Querfehler; max. 90s je Rohr
 - 🔺 Phased-Array-Prüftechnik und konventionelle Technik mit verlustarmer Elektrotechnik
 - 🔺 Querfehlerprüfung für Nahtbereich und Wärmeeinflusszone
 - 🔺 ungeprüftes Rohrende max. 10 mm für LF und max. 2xWanddicke für QF
 - 🔺 ergonomische Software
 - 🔺 effizientes Bedienkonzept: Neu-Umbau in 45 min; Wiederholungsumbau in 15 min
 - 🔺 mobiles, drahtloses Bedienpanel

2

bisherige US2



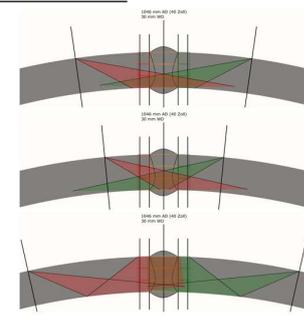
- 🔗 Schweißnahtprüfung mit konventioneller Technik, zwei Ebenen mit Phased-Array-Technik
- 🔗 8 Längsfehler Ebenen + Querfehler Ebenen, Sondierung der Wärmeeinflusszone
- 🔗 Umfangsposition via Druckluftschrauber einstellbar
- 🔗 Vor-Ort-Bedienpanel

Folie 3 11.05.2021 SZMF-EDZ

3

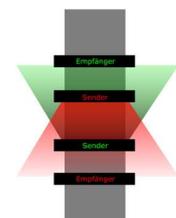
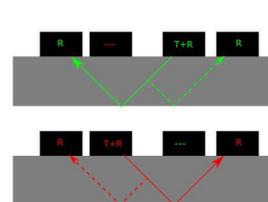
Anlagenkonzept – ZfP-Anteil

- 🔗 **6 Längsfehler- und 2 Querfehler Ebenen**
 - je 2 Phased-Array-Prüfköpfe à 32 Elemente
- 🔗 **zusätzliche Prüfmöglichkeiten**
 - an 3 Längsfehler Ebenen kann **konventionelle** Technik eingesetzt werden
 - eine Längsfehler Ebene ist für **Tandem-Phased-Array-Längsfehlerprüfung** vorbereitet (in der Erprobung)
- 🔗 **Phased-Array-System**
 - 9x Ultraschallgeräte mit je 64 Kanälen → **576 Kanäle**
 - Prüfschüsse sind synchronisiert und parallel, fünf Prüfwinkel je Prüfkopf
 - **Prüfgeschwindigkeit** bis 700 mm/s bei einer Abtastung von 0,5 mm (max. Prüfgeschwindigkeit abhängig von Wanddicke, Winkelauswahl und -anzahl)
 - **Kalibrierung** der Elektronik automatisiert
- 🔗 **Phased-Array-Prüfköpfe**
 - per **CIVA-Simulation** auf das Produktportfolio von EUROPIPE angepasst
- 🔗 Mobiles Bedienteil (Tablet) zum Einstellen der Anlage vor Ort
- 🔗 Bedienkonzept mit intuitiven Hilfen, um Umbauzeiten zu reduzieren
- 🔗 präzises automatisiertes Anfahren von Testfehlern



IE & Tandem-on-bead: seitliche Ansicht

IE & Tandem-on-bead: Draufsicht



Folie 4 11.05.2021 SZMF-EDZ

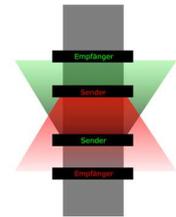
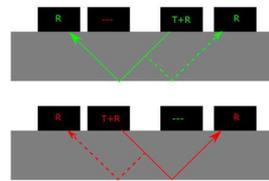
4

Querfehlerprüfung Sondierung der Wärmeeinflusszone der Schweißnaht

Phased-Array-Prüfkopf: Elemente quer zur Naht aneinandergereiht

IE & Tandem-on-bead: seitliche Ansicht

IE & Tandem-on-bead: Draufsicht



Schallimpulsschwenkbarkeit in Nahrichtung und Wärmeeinflusszone

Im Einstellmodus

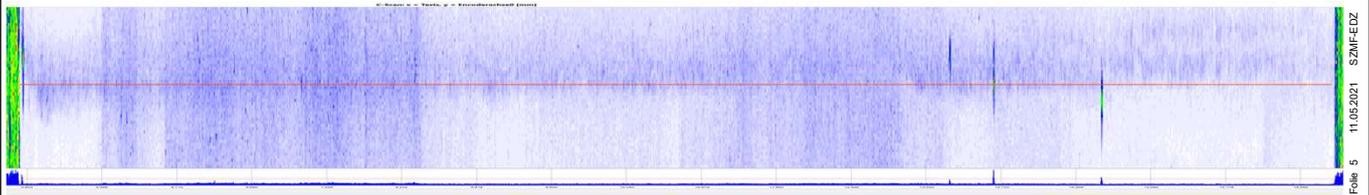
- gesamter Sektorscan zur Auswahl von Schwenkwinkeln für den Prüfmodus

Im Prüfmodus

- ausgewählte Prüfwinkel

C-Scan: Demonstration der Sondierbarkeit der Wärmeeinflusszone

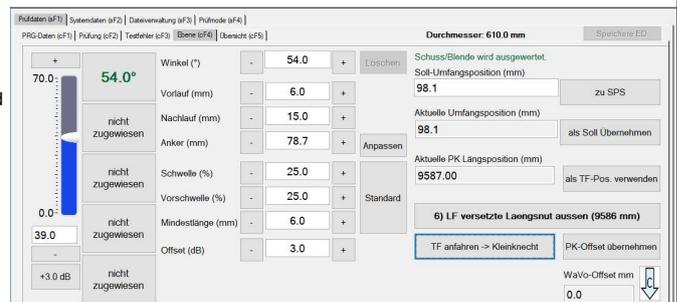
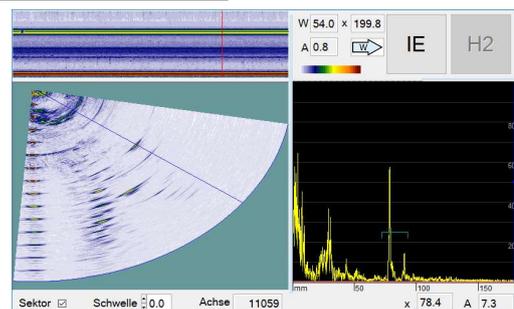
- 3 Durchgangsbohrungen: Nahtmitte (orangene Linie), sowie links und rechts neben Nahtmitte



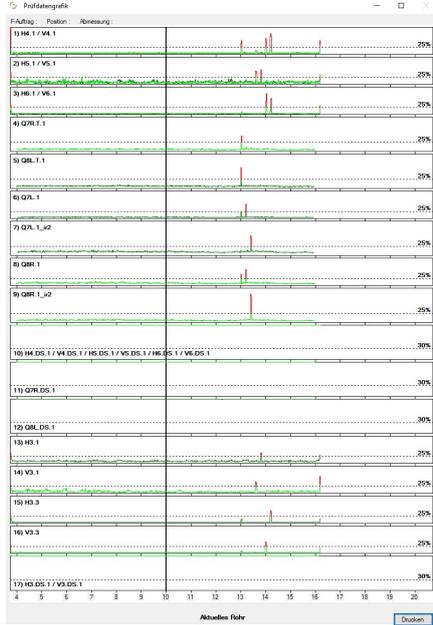
Anlagenkonzept – ZfP-Anteil

Software aus eigener Entwicklung; maßgeschneidert auf die Kundenanforderung - MESUSpro PA

- Kommunikation mit dem werkübergreifenden Produktionssystem (Informationen über zu prüfende Rohre bekommen, Ergebnisse an dieses System senden)
- ergonomische GUI
- Grundeinstellung des Auftrages übersichtlich dargestellt
- Ebenenweise Einstellungen (kopierbar innerhalb einer Ebene): Winkel, Amplitude, Blende, Schwellen, Fehlerlänge, Umfangsposition, Testfehler
- Testfehler direkt anfahrbar
- Digitales Sichtteil, A-Scan, Sektor-Scan
- Testfehlerliste
- Übersichtliche Darstellung der Gesamteinstellung
- Prüfmode mit A-Scans und PRG-Schrieben live, schnelle Auswertung und Ergebnisübermittlung an das Produktionssystem
- manuelle Einstelldaten, Einstelldaten Los, frühere Prüfergebnisse (PRG-Schriebe und verschiedene Protokollstufen) aufrufbar
- Statistikauswertung zu den geprüften Rohren



Software – Prüfergebnis Testrohr und Protokollierung



US2 EDM
Europipe GmbH, Mülheim

MESUSPro-PA
SZMF GmbH

Testrohr-Protokoll detailliert

- Kunde: [Redacted] - Produktions-Nr.: 710119 - Prüflart: [Redacted]
 - Auftrag: 4585010 - Abmessung (mm): [Redacted] - Prüfer: [Redacted]
 - Startdatum: 30.09.2020 08:32:38 - Werkstoff: [Redacted] - Schicht: 108-32-38

Ebene	LF vorne						LF hinten						QF Nord		QF Süd		
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	H1	H2	H3	H4	H5	H6	Q7L (E) BL1/2	Q7R (T)	Q8L (T)	Q8R (E) BL1/2	
W1, KK																	
W1			SIB/ 60.0	SIB/ 0.0	SIB/ 0.0	SIB/ 0.0			SIB/ 60.0	SIB/ 0.0	SIB/ 0.0	SIB/ 0.0	SIB/ 0.0	SIB/ 0.0	SIB/ 0.0	SIB/ 0.0	SIB/ 0.0
W2			vLNw/ 56.0	DB/ 0.0	vLNw/ 0.0	vLNw/ 0.0			vLNw/ 56.0	DB/ 0.0	vLNw/ 0.0	vLNw/ 0.0	ONw/ 0.0	DB/ 0.0	DB/ 0.0	ONw/ 0.0	ONw/ 0.0
W3			vLNw/ 70.0						vLNw/ 70.0								
W4																	
W5																	
Abschnitt	L & A	L & A	L & A	L & A	L & A	L & A	L & A	L & A	L & A	L & A	L & A	L & A	L & A	L & A	L & A	L & A	L & A
0.				23 75					7 37	21 90	16 48						
10																	
- 33																	
(3742																	
- 3765)																	
SIB									10 31								
1.				10 45						10 47				6 63	8 100	8 43 / 0 0	
9284																	
- 9310																	
(13016																	
- 13042)																	
DB																	
2.													8 59 / 0 0			8 50 / 0 0	
9489																	
- 9496																	
(13291																	
- 13228)																	
QNs																	
3.													0 0 / 12 62			0 0 / 14 93	
9684																	
- 9701																	
(13416																	
- 13433)																	
QNs																	
4.				25 44		35 40											
9884																	
- 9922																	
(13616																	
- 13654)																	
vLNw																	

30.09.2020 08:32:43

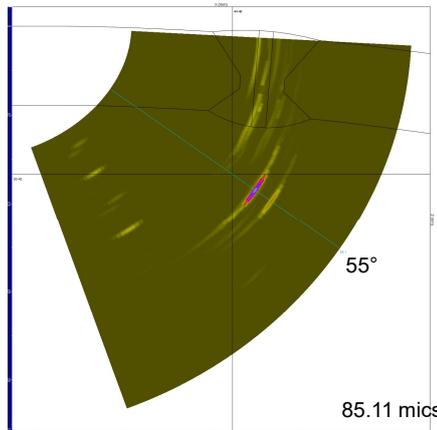
Prüfergebnisse (LOS: SF741D5A, Startzeit: 30.09.2020 07:53:30)

1

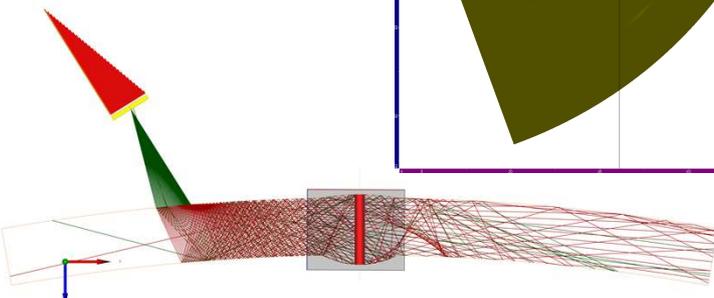
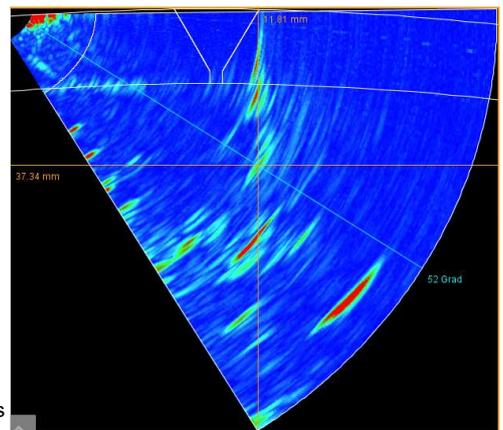
CIVA-Simulationen zur Optimierung der Prüfkopfparameter

- Optimierung der Prüfkopfparameter durch CIVA-Simulationen
- Beispiel hier: anhand Durchgangsbohrung
- Mittenfrequenz: 4 MHz
- Elemente 32
- pitch = 0,4 mm

CIVA-Simulation



Messung



Modernisierte Ultraschallanlage und der Weg zu NDE4.0

Anlagenfotos

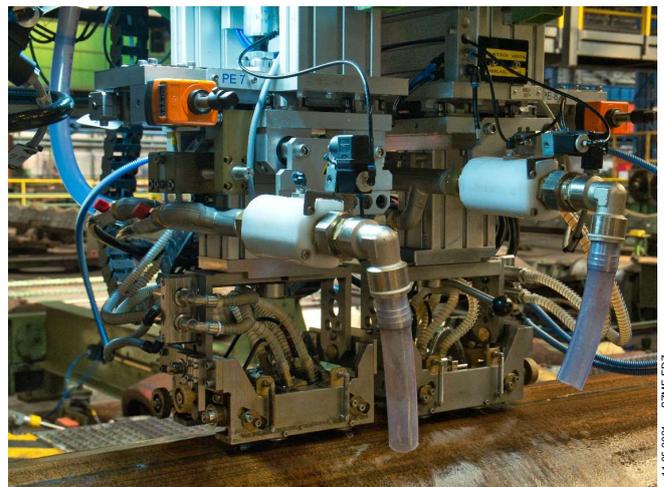


Folie 9 11.05.2021 SZJF-EDZ

9

Modernisierte Ultraschallanlage und der Weg zu NDE4.0

Anlagenfotos



Folie 10 11.05.2021 SZJF-EDZ

10

Anlagenfotos

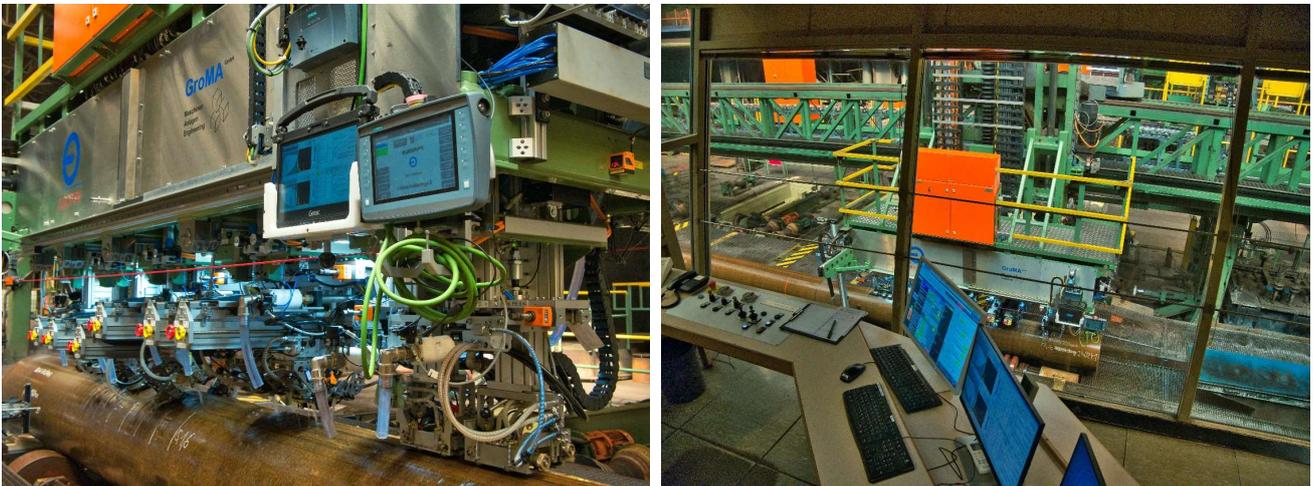


Foto 11 11.05.2021 SZNF-EDZ

11

Weg zu NDE4.0

Industrierevolutionen

-  1.0: Mechanisierung
-  2.0: Elektrifizierung
-  3.0: Digitalisierung
-  4.0: erweiterte Digitalisierung: Vernetzung, flexibler Zustandszugang, sowie autonome dezentrale Entscheidungsprozesse

Revolutionen „NDE“

-  1.0: die Möglichkeit ZfP via eines „Werkzeuges“ auszuüben
-  2.0: Nutzung von analoger Technik
-  3.0: Nutzung von digitaler Technik + Datenverarbeitung
-  4.0: erweiterte Digitalisierung: Vernetzung, flexibler Zustandszugang, sowie autonome dezentrale Entscheidungsprozesse

Komponenten von 4.0

-  Digitaler Zwilling, Cloud, Internet der Dinge, 5G, Künstliche Intelligenz, Big Data, Blockchain

-  NDE4.0, innerhalb des verschmolzenen Industrieprozesses „Industrie und NDE 4.0“, hat nicht allein das Ziel der Prüfung von Prüflingen, um **Ungängen nachzuweisen**, sondern dient als Rückkopplung im vernetzten Produktionsprozess zur **Vermeidung von Ungängen**.

Foto 12 11.05.2021 SZNF-EDZ

12

Hürden auf dem Weg zu Industrie 4.0/NDE4.0

Darstellung des Nutzens eines umfassend vernetzten Produktionsprozesses



Transformationskosten



Aufrechterhaltung des Umgestaltungs-
willens über einen langen Zeitraum



Übergang von funktionierenden Einzel-
systemen zu vernetzten Systemen



Nachvollziehbarkeit von
dezentralen Entscheidungen



geltende Regelwerke: bislang
keine Entscheidungen durch KI
sondern qualifizierte Prüfer



Was auch immer Sie vorhaben ...

