

Neue Phased-Array-Ultraschall-Portalprüfanlage mit erweiterten Prüffunktionen zur Prüfung nahtlos gewalzter Stahlrohre

Christof BREIDENBACH*,
Stephan FALTER*, Reinhard PRAUSE*, Thomas WÜRSCHIG*
* GE Sensing & Inspection Technologies GmbH,
Robert-Bosch-Str. 3, D-50354 Hürth

Edson EUFRÁSIO**, Paulo BRUSCHI**
** Vallourec & Mannesmann do Brasil
Raphael MICHEL ***
*** Vallourec Research Aulnoye

Kurzfassung

In der automatisierten Ultraschallprüfung von nahtlos gewalzten Rohren werden seit Jahren konventionelle und auch Phased-Array basierte Prüflösungen angeboten. Spezielle Ultraschall-Anlagen - "Scanner" oder auch "Portal-Anlagen" genannt - haben in der letzten Zeit eine steigende Nachfrage am Markt erfahren. Mit diesem Anlagentyp lassen sich sehr hohe Reproduzierbarkeiten bei der Fehlerauffindung erreichen. Gleichzeitig decken diese Anlagentypen einen großen Durchmesser- und Wanddickenbereich der zu prüfenden Rohre ab. Typisch sind hier das Prüfen auf Längs-, Quer- und Wanddickenfehler (Dopplungen) sowie Wanddickenmessung. Vereinzelt wurde ebenfalls die Prüfung auf einzelne Schrägfehlerlagen nachgefragt. Vor diesem Hintergrund bietet die von GE Sensing & Inspection Technologies neu entwickelte Scanner-Rohrprüfanlage mit 5- oder 7- Array Prüfkopfhaltern pro Prüfwagen neue maximierte Prüfleistungen. Erreicht wird dies mit der konsequent für den Einsatz in automatisierten Prüfanlagen neu entwickelten und kompakten Ultraschallelektronik USIPlxx mit erweiterter sogenannter Paint-Brush-Funktionalität zusammen mit maximierter paralleler Auswerte-Rechenleistung. Dies ermöglicht nach Kundenwunsch das optimierte Prüfen auf Längs-, Quer- und Wanddickenfehler (Dopplungen) sowie Wanddickenmessung zusammen mit der lückenlosen Schrägfehlerprüfung im Bereich von 0° bis $\pm 45^\circ$ mit Paint-Brush-Methode sowie gleichzeitig mehrere spezifische Schräglagen von z.B. $\pm 55^\circ$ oder $\pm 67^\circ$. Hiermit folgt die Scanner-Prüftechnik den internationalen Standards/Forderungen von z.B. API5CT oder Exxon, etc. nach paralleler Detektierung von verschiedenen Schrägfehlerlagen. Dies erfolgt bei gleichzeitig hoher Prüf- & Durchsatzleistung (z.B. 120 mm Prüfspirale und 2,2 m/s Rohroberflächengeschwindigkeit; sowie optimierten ungeprüften Enden).



Neue Phased-Array-Portalanlage mit erweiterten Prüffunktionen zur Prüfung nahtlos gewalzter Stahlrohre

DGZfP-Jahrestagung Dresden 2013

Christof Breidenbach,

Reinhard Prause, Stephan Falter, Thomas Würschig

Edson Eufrásio, Paulo Bruschi (VMB – Vallourec & Mannesmann do Brasil)

Raphael Michel (VRA – Vallourec Research Aulnoye);



GE imagination at work

Einführung

- Groß-Rohr-Prüfanlage (GRP)

Typ. Leistungsdaten

Dimensionsbereich (Großrohre)

Länge: ~ 15 m
Durchmesser: 60 ... 500 mm
Wanddicke: 5 ... 40 mm

Prüfdaten

25 ... 45 sec / Rohr
Helix: 120 mm

Full-body (100% Prüfung)

Oberflächenfehler, Einschlüsse
Wanddickenmessung
Kalibriermodus
Autom. Empfindlichkeitsabgleich



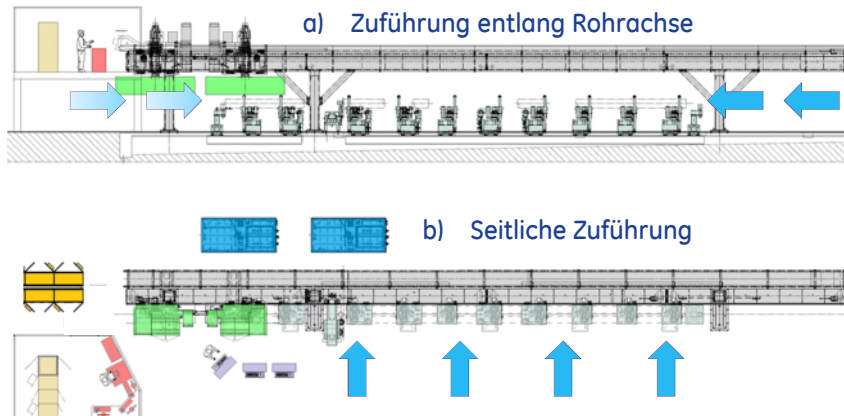
GE imagination at work

Copyright © 2013 General Electric Company

2

Einführung

• Rohrtransportarten

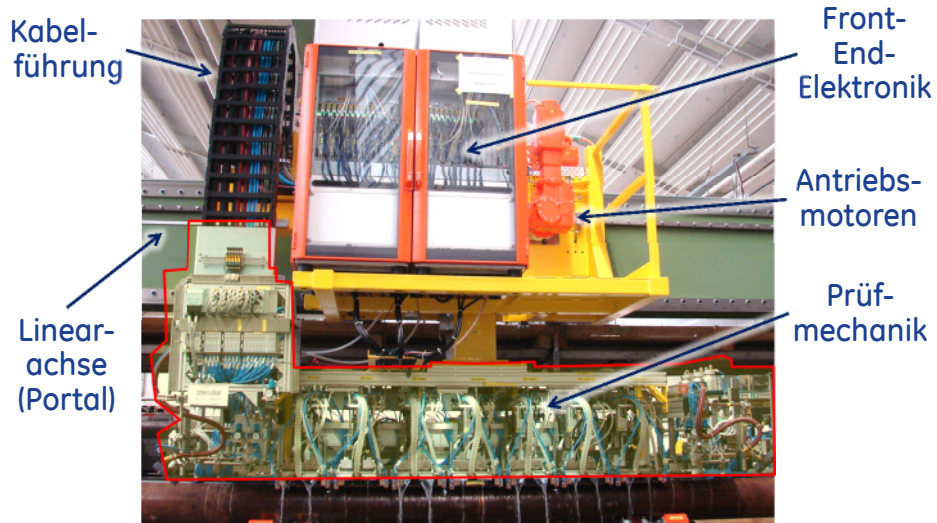


GE imagination at work

Copyright © 2013 General Electric Company

3

GRP: Prüfwagen (Carriage)



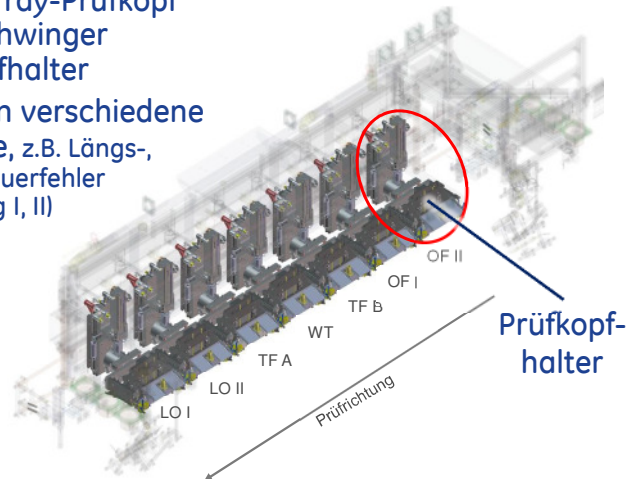
GE imagination at work

Copyright © 2013 General Electric Company

4

GRP: Prüfmechanik

- 1 Phased-Array-Prüfkopf
+ 1 Einzelschwinger
pro Prüfkopfhalter
- Bis zu sieben verschiedene
Prüfsysteme, z.B. Längs-,
Schräg- und Querfehler
(Schallrichtung I, II)
+ Wanddicke



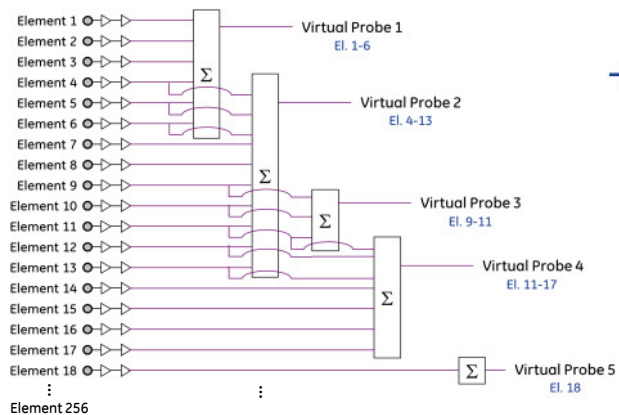
GE imagination at work

Copyright © 2013 General Electric Company

5

Phased-Array Technologie

- Überlappung virtueller Prüfköpfe
 - Synchronisierte Ansteuerung des Arrays durch Elektronik
 - Zusammenfassung einzelner Elementen



→ Variable
Einstellung
für
effektive
Breite der
virtuellen
Prüfköpfe



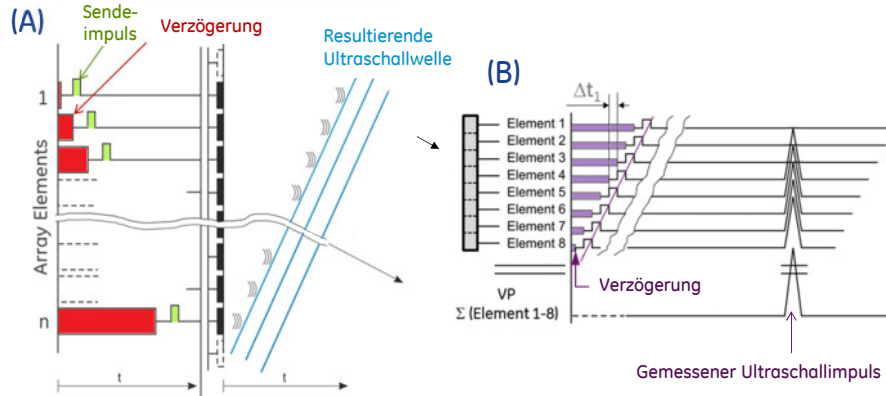
GE imagination at work

Copyright © 2013 General Electric Company

6

Phased-Array Technologie

• Elementverzögerung (Sender- und Empfängerseite)



- (A) Einstellung des Schallaustrittswinkels (Steering)
(B) Richtungssensitiver Empfang von Ultraschallsignalen

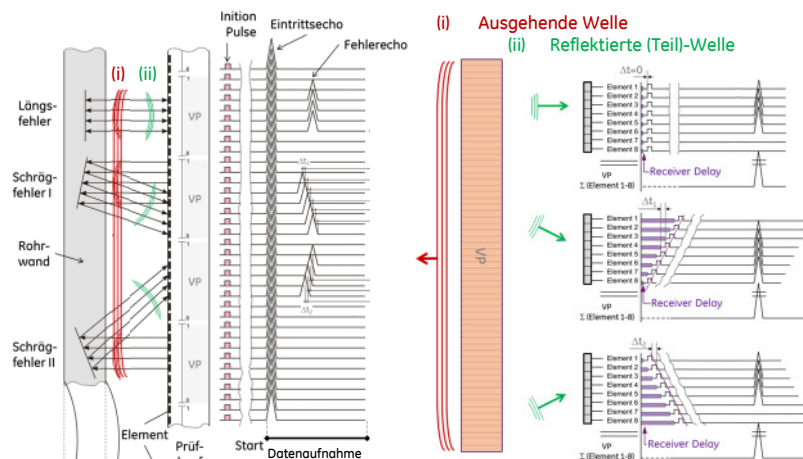


GE imagination at work

Copyright © 2013 General Electric Company

7

Paint-Brush Auswertung



- Auswertung mehrerer Fehlerlagen in einem Prüfzyklus

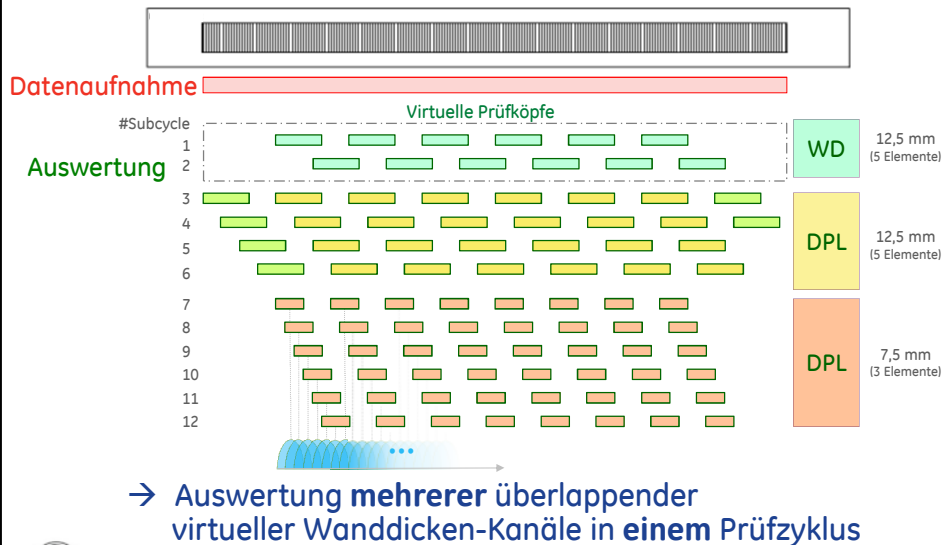


GE imagination at work

Copyright © 2013 General Electric Company

8

Typische Prüfkopf-Anordnung



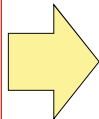
GE imagination at work

Copyright © 2013 General Electric Company

9

Neue GRP-Generation

- Phased-Array-Technologie
- Parallele Datenaufnahme
- Paint-Brush Auswertung
- Variable Auswertung in verschiedenen Unterzyklen



- ✓ Hohe Flexibilität
- ✓ Erweiterte Prüffunktionen
- ✓ Hohe Auflösungsgenauigkeit
- ✓ Großes Stör-Nutzverhältnis
- ✓ Hohe Reproduzierbarkeit
- ✓ Online-Auswertung
- ✓ Rohdaten-Schnittstellen
- ✓ Hoher Durchsatz

→ Einführung der Hochleistungselektronik **USIP|xx**



GE imagination at work

Copyright © 2013 General Electric Company

10

USIP|xx-Portal: Features

- Anzahl der Prüfkänäle: > 950 / Wagen
- Prüffunktionen: > 6500, u.a.:
 - Längs- und Querfehler
 - **Lückenloser Nachweis von Schrägfehlern** im Bereich von 0° bis $\pm 45^\circ$ ($\pm 55^\circ$, $\pm 67^\circ$)
 - Wanddickenmessung und Exzentrizität
 - Dopplungsprüfung ($\varnothing 6,3$ und $\varnothing 3,2$ FBH)
 - Prüfung auf Innenwandverformung
 - C-Scan
- Prüfhelix: 120 mm, ~20% Überlapp / Schussabstand: ca. 1 ... 2 mm
- Typ. Stör-Nutzabstand: > 18 dB
- Typ. Dimensionsbereich: $\varnothing 60 - 500$ mm, WD = 4 ... 40 mm
- Oberflächen-Prüfgeschwindigkeit: 2,2 m/s
- **Optimierte Überlappung virtueller Prüfköpfe**



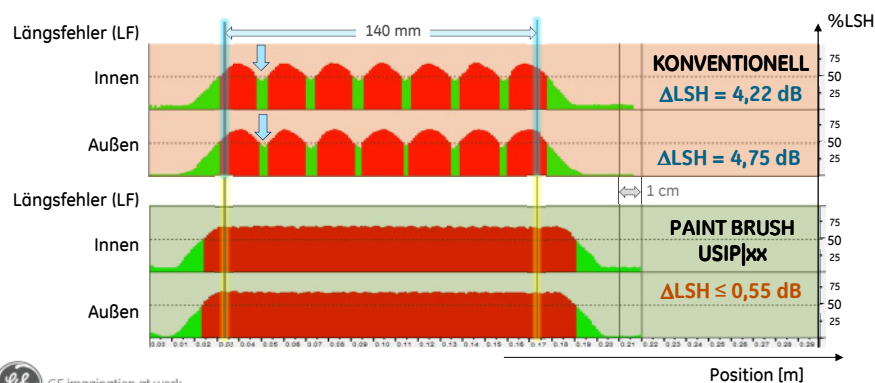
GE imagination at work

Copyright © 2013 General Electric Company

11

Optimierte Überlappung

- Ergebnisse: Prüfspuren bei Kalibrierungsmessung
(Scan-Fahrt im Millimeter-Raster über Testfehler)
- **Homogene Überlappung über gesamte Arraybreite**
(Schwankungen ~ 0,5 dB)



GE imagination at work

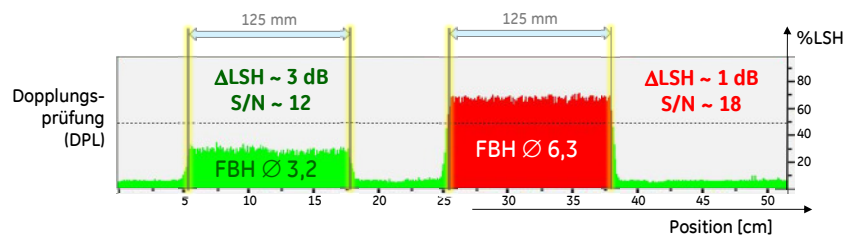
Copyright © 2013 General Electric Company

12

Dopplungsprüfung

- Scan-Fahrt über FBH $\varnothing$ 6,3 mm und FBH $\varnothing$ 3,2 mm
 - Prüfspuren bei Kalibrierungsmessung
(Scan-Fahrt im Millimeter-Raster über Testfehler)

→ Gute Reproduzierbarkeit mit hohem
Stör-Nutz-Verhältnis (S/N)

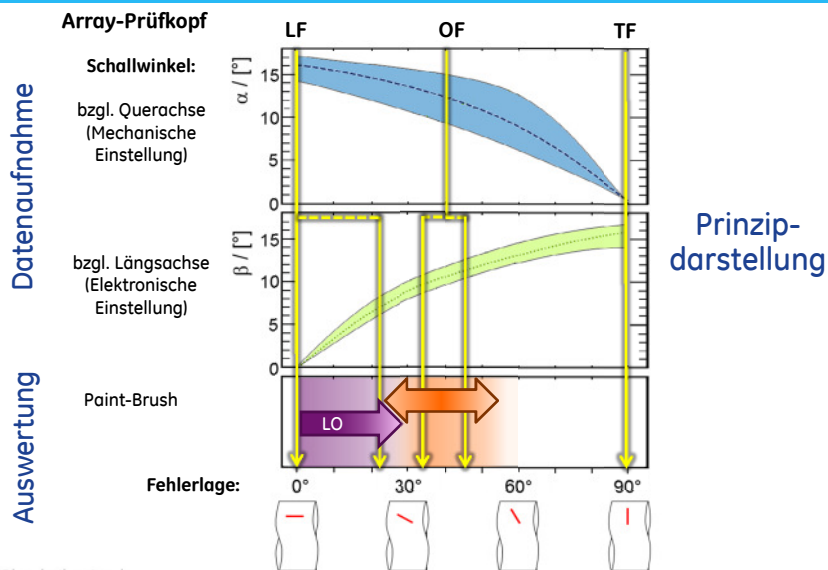


GE imagination at work

Copyright © 2013 General Electric Company

13

Lückenlose Fehler-Auffindbarkeit



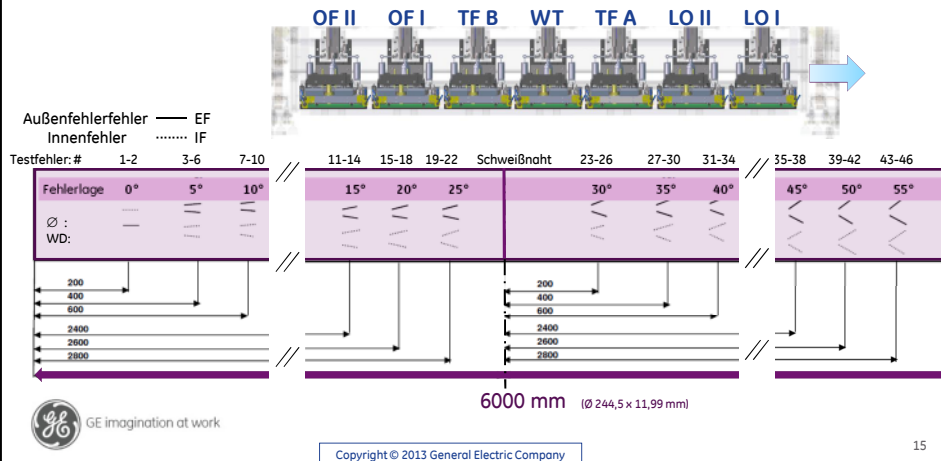
GE imagination at work

Copyright © 2013 General Electric Company

14

Lückenlose Fehler-Auffindbarkeit

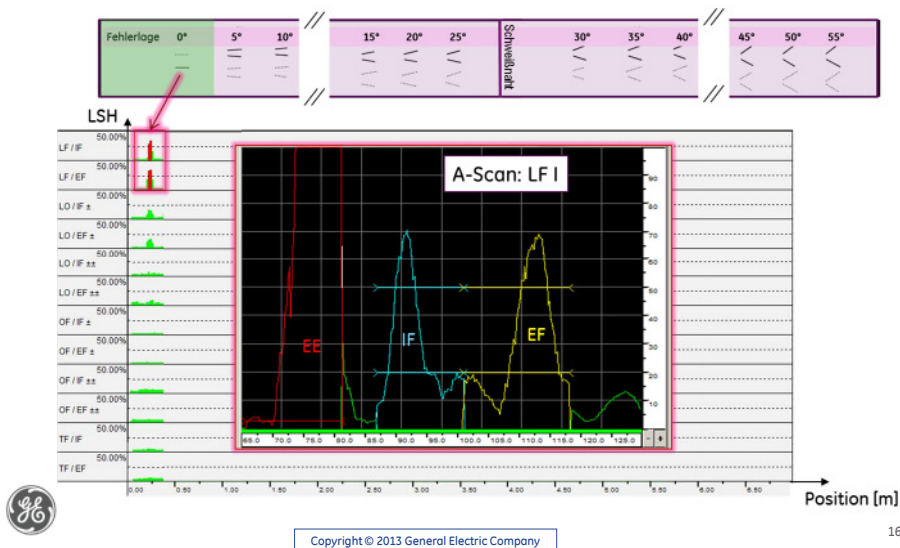
- Praktische Validierung am Testrohr
 - Testrohr mit Schrägfehlerlagen ($0^\circ \dots \pm 55^\circ$, $\Delta=5^\circ$)
 - Fehlerauswertung mit 7 Array-Prüfköpfen



15

Praktische Validierung am Testrohr

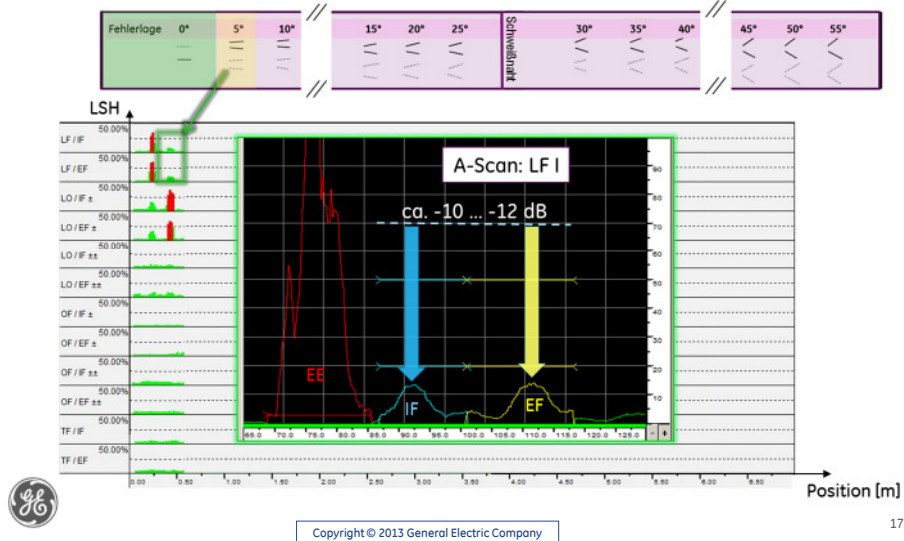
- Prüfspuren für Testrohr-Messung



16

Praktische Validierung am Testrohr

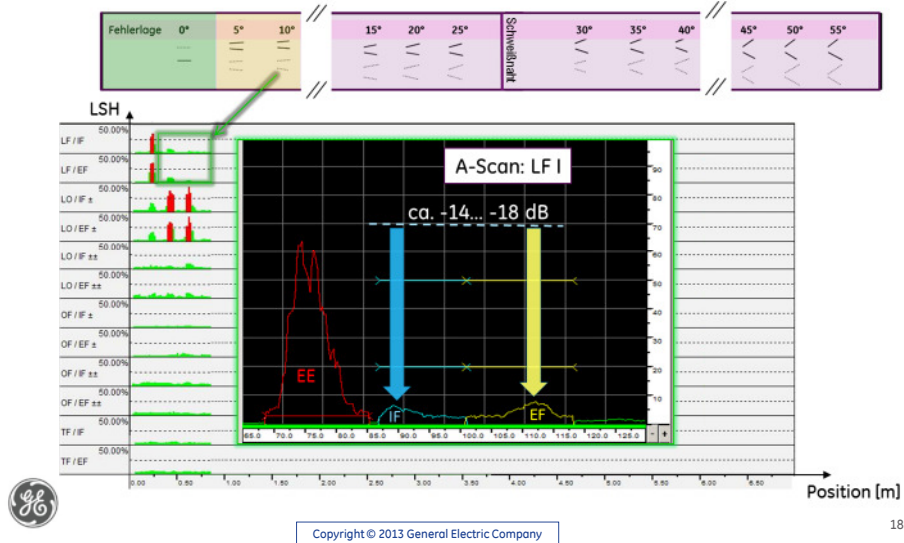
• Prüfspuren für Testrohr-Messung



17

Praktische Validierung am Testrohr

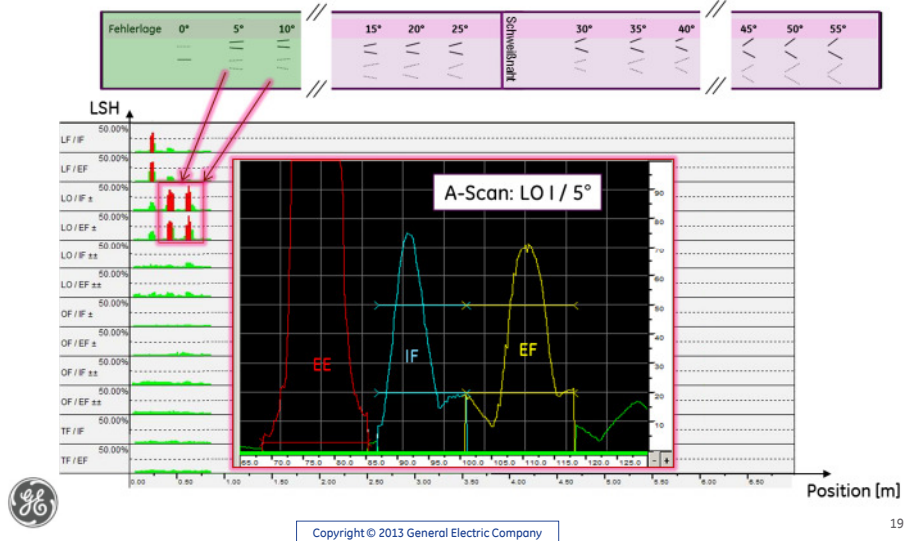
• Prüfspuren für Testrohr-Messung



18

Praktische Validierung am Testrohr

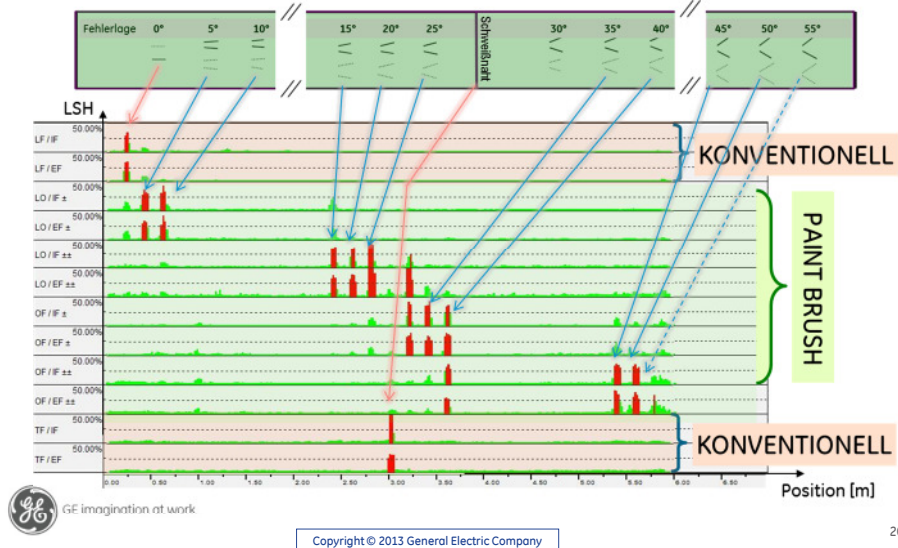
• Prüfspuren für Testrohr-Messung



19

Praktische Validierung am Testrohr

→ Lückenlose Fehlererkennung im Bereich von mind. $\pm 45^\circ$



20

Zusammenfassung

Phased-Array-Portalanlagen mit neuer Hochleistungselektronik USIP|xx:

- Anlage zur Online-Prüfung im Walzwerk
Erstentwicklung in Zusammenarbeit mit V&M do Brazil (VMB)
- Flexibles Layout zur Anpassung an Standort,
Dimensionsbereich und Prüfaufgaben
- Hohe Performance bei gleichzeitig großer
Durchsatzgeschwindigkeit
 - **Lückenlose** Fehler-Auffindbarkeit
im Bereich von 0° bis $\pm 45^\circ$ ($\pm 55^\circ$, $\pm 67^\circ$)
 - Hohe Reproduzierbarkeit
durch homogene Schallfeldüberlappung
 - Kurze ungeprüfte Enden



GE imagination at work

Copyright © 2013 General Electric Company

21



GE
Measurement & Control