

Ultraschallprüfung von Radsatzwellen und Schienen mit Phased Arrays

Helge RAST¹, Wolfram A. Karl DEUTSCH¹, Werner ROYE¹, Martin GUMBIOWSKI²

¹ KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG, Wuppertal

² W.S. Cert GmbH, Mülheim an der Ruhr

Kurzfassung

In diesem Vortrag werden neue Methoden beim Einsatz von Phased Arrays an Radsatzwellen und Schienen vorgestellt:

1. Radsatzwellen werden bisher entweder mit konventionellen Monoelement-Winkelprüfköpfen oder mit Phased Array-Winkelprüfköpfen geprüft, wobei über mehrere Prüfkopfpositionen eingeschallt wird. Neu ist nun die Möglichkeit, mit einem sehr großen Array mit 64 Elementen fokussierbare Sektorscans zu erzeugen, die es erlauben die Welle von nur einer Position am Ende der Welle zu prüfen. Dabei wird der Effekt genutzt, dass das große Array mit 64 Elementen ein sehr langes Nahfeld erzeugt und dadurch die Möglichkeit bietet, das Schallfeld auch bei sehr langen Schallwegen von mehr als 1200 mm noch zu fokussieren und auswertbare Echoanzeigen zu erhalten.

2. Bisher werden Schienen mit 3 oder 5 SE-Prüfköpfen, die in einen Schienenroller montiert sind, geprüft. Neu ist nun die Phased Array-Technik für diese Prüfaufgabe: Zwei Phased Array-Winkelprüfköpfe sind so angeordnet, dass sie Sektorscans vorwärts und rückwärts in einem Winkelbereich von 35° bis 85° erzeugen. Damit werden zum einen Schienenfehler im Kopf, Steg und Fuß sicher erfasst. Zum anderen ist die Interpretation der Sektorbilder für den Prüfer deutlich einfacher als die Interpretation eines A-Bildes, das gleichzeitig die Echos von 3 oder 5 konventionellen Prüfköpfen darstellt. Um auch „Squats“ (Überwälzungen an der Lauffläche) sicher zu detektieren, wird zusätzlich ein spezieller SE-Prüfkopf eingesetzt.

Im Vortrag werden Modellrechnungen und praktische Ergebnisse vorgestellt.

ECHOGRAPH

Ultraschallprüfung von Schienen und Radsatzwellen mit Phased Arrays

Helge Rast¹, Wolfram A. Karl Deutsch¹, Werner Roye¹,
Martin Gumbiowski²

¹KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH, Wuppertal

²W.S. cert GmbH, Mülheim an der Ruhr

9. Fachtagung ZfP im Eisenbahnwesen
15. – 17. März 2016, Wittenberge

KARL DEUTSCH

Übersicht

- Firmenporträt
KARL DEUTSCH
- Schienenprüfung mit
Phased Arrays
- Prüfung von
Radsatzvollwellen vom
Schenkel



KARL DEUTSCH, Wuppertal

- Geräte und Anlagen für die Verfahren PT, MT und UT
- Handgeräte zur Messung von Schichtdicken, Wandstärken und Magnetfeldstärken
- Mobile UT-Prüfgeräte (konventionell und Phased Array)



Echograph Ultraschall-Prüfgerät

ECHOGRAPH 1095:



- Großes (7"), kontrastreiches Farbdisplay
- Gewicht 2 kg
- Einfache Bedienung (Wizards für AVG etc.)
- 3 Blenden
- Rückwandecho-Absenkung in Blende 3
- Rechtecksender
- Erfüllt DIN EN ISO 12668-1
- Zulassung durch DB Systemtechnik im Mai 2015

Das Universal-Ultraschall-Prüfgerät GEKKO

Bis zu
64x
parallele Phased
Array-Kanäle

Bis zu
4x
konventionelle
UT-Kanäle

Mehr als
50 dB
Übersprech-
dämpfung

Bis zu
3x
Positionskoder

Bis zu
6x
Salven pro Scan

Bis zu
10 kHz
Impulsfolge-
Frequenz

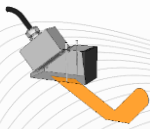
Bis zu
20 MHz
bei Phased Array-
Prüfköpfen

Bis zu
25 MHz
bei konventionellen
Prüfköpfe

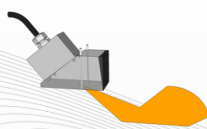


GEKKO Prüftechniken

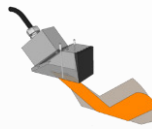
Standardtechniken
(Phased Array- und Monoelement-Prüfköpfe)



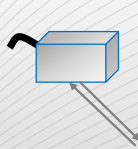
Linearscan



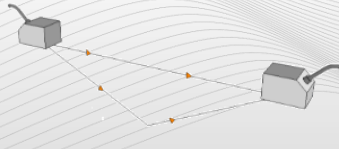
Sektorscan



Multi-Salvo

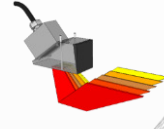


Monoelement

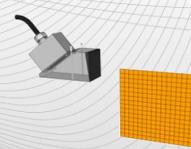


TOFD

Techniken mit 64+
parallelen Kanälen



Matrix-Array



TFM

GEKKO: Einfache Bedienung

The screenshot displays the GEKKO software interface with the following sections:

- Delay laws:** Shows a diagram of a probe tip. Text: PA - Imasonic 104768103, Index offset (X) : 0.0 mm, Index offset (Y) : 0.0 mm, Skew angle : 0.0 deg. Sector scan: Aperture : 64 Elements, Angle : [35° - 60°], Depth : [35 - 35].
- Gates:** Shows a waveform with a gate. Text: PA - S1, Gate G1, Mode : AscansIGNAL, Threshold : 20.53 dB, Start : 27.65 µs, Width : [27.65 - 89.38] µs.
- TCG Calibration:** Shows a diagram of a probe tip. Text: PA - S1, Computed, 51 Shots, 7 Curve points, Zone 1: 29.63mm, Zone 2: 39.21mm.

Navigation buttons: Home, Equipment, Coverage, Settings, Inspection, Analysis. Bottom bar: Inspections PA - S1, Version 0.10.1, Next.

GEKKO @ DGZfP-Dortmund: Phased Array Kurs



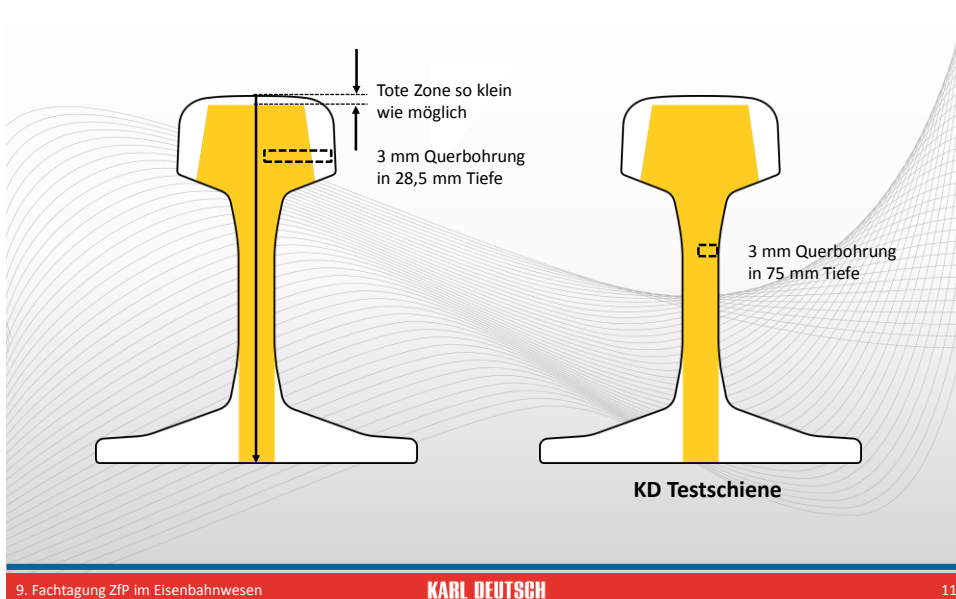
Handgeführte Schienenprüfung mit Phased Arrays

Schienenprüfung mit Phased Arrays

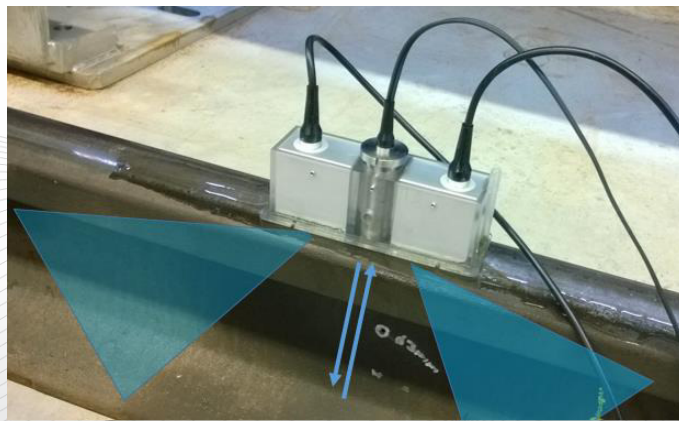
- Gemäß DB-Anforderungsdokument vom 9.1.2014
„Ultraschallprüfung an Schienen mit hand-
geführten Prüfsystemen“
- Prüfung auf:
 - Risse
 - Squats
Tiefe > 3 mm unter Fahrspiegel
 - Head-Checks



Prüfbereich



Schienenprüfung mit mehreren Kanälen

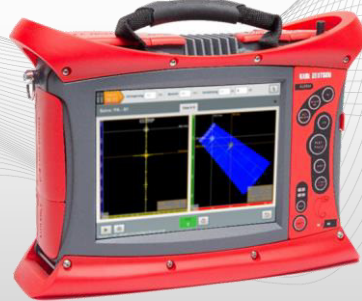


Mehrkanalprüfung:

- Risse: 2x Phased-Array-Prüfköpfe
- Squats: Senkrechtprüfung mit einem SE-Prüfkopf

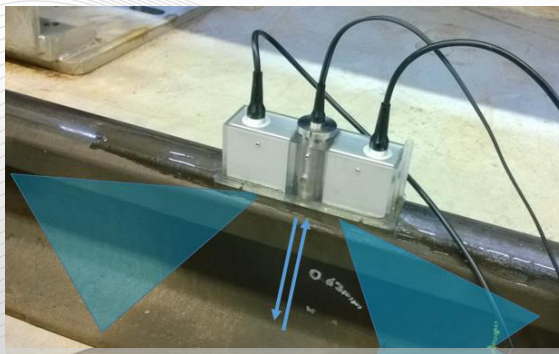
Setup

- Prüfgerät: GEKKO
 - 64x64 Phased Array-Kanäle + 4 Monoelement-Kanäle
 - Multi-Salvo-Technik
- 2x Phased Array Prüfkopf
 - Elemente: 16
 - Frequenz: 2 MHz
 - Pitch: 0.9 mm
 - Elementbreite: 10 mm
- 1x SE Prüfkopf
 - KD STSE 18/25 P4



Scanparameter

- Sektorscan 35°-89° in 2°-Schritten (28 Schüsse pro Scan)
- Indexschrittweite: 3 mm
- max. mögliche Impulsfolgefrequenz: 5,92 kHz (57 Einzelschüsse)
- Prüfungsgeschwindigkeit ca. 1,1 km/h



Schienenprüfung mit mehreren Kanälen

- Installation z.B. in vorhandene Schienenrollern



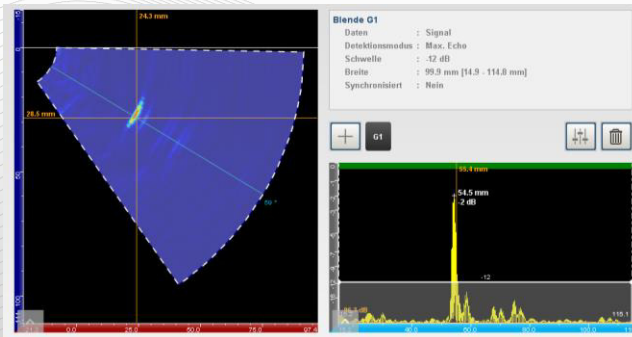
Kompakte Kabellösung



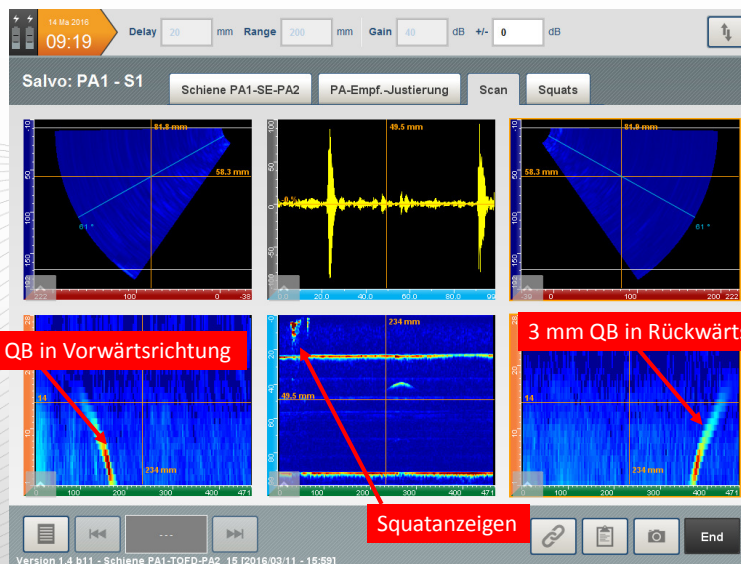
- Adapter 2x LEMO 16 auf IPEX + 2x LEMO 00

Empfindlichkeitsjustierung

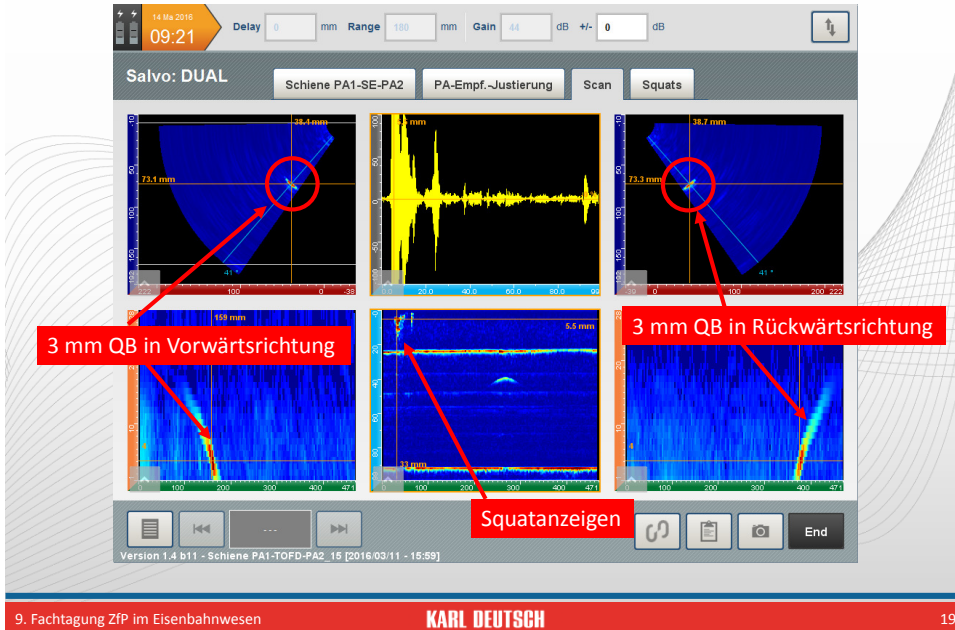
- Referenzreflektor:
 - 3 mm Querbohrung
 - Prüfung in Kirchmöser: Tiefe 28,5 mm (DB-Vorgabe)
 - Prüfung bei KARL DEUTSCH: Tiefe 75 mm
- Echos aller Prüfköpfe auf 80% BSH
 - Berücksichtigung unterschiedlicher Fehlertiefen über dB-Zuschlag



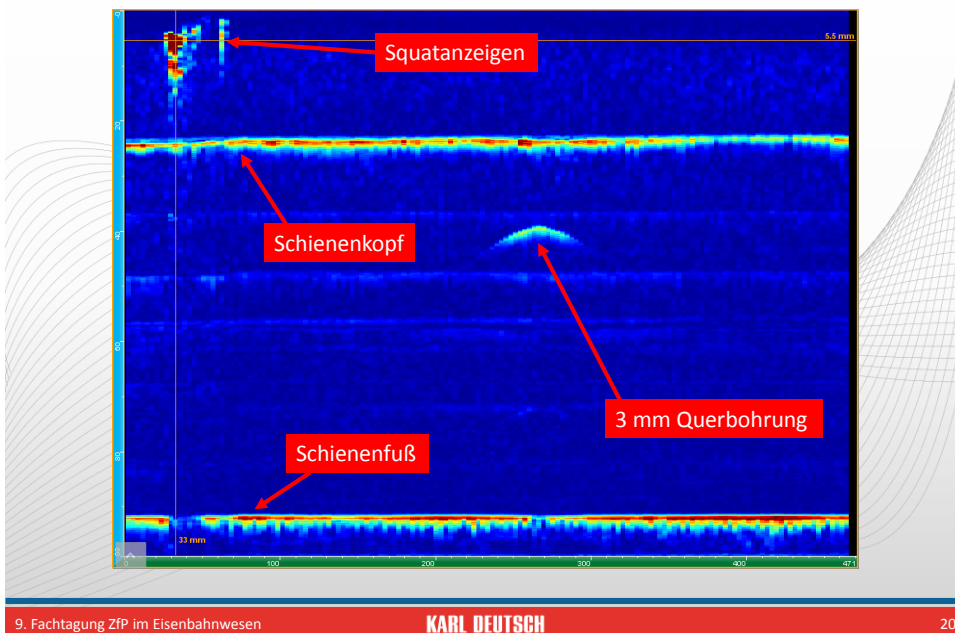
Prüfergebnis (3mm QB + Squats)



Prüfergebnis (3mm QB + Squat)

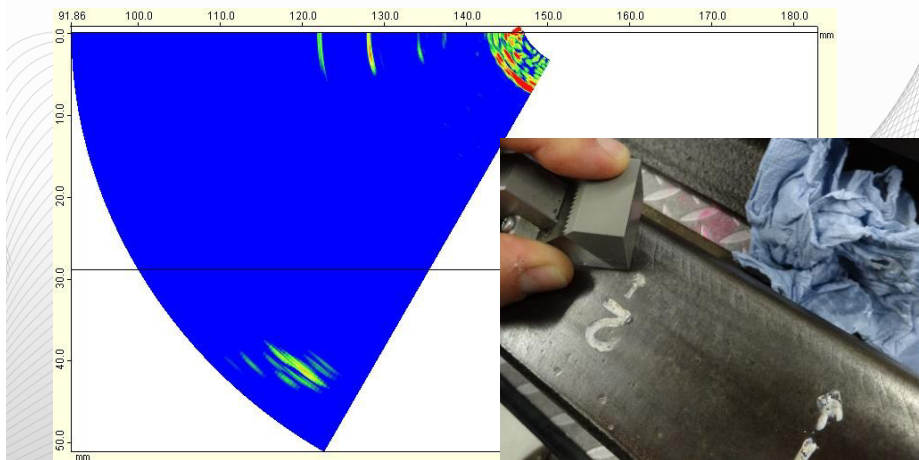


Prüfergebnis (Squat + Testreflektor)



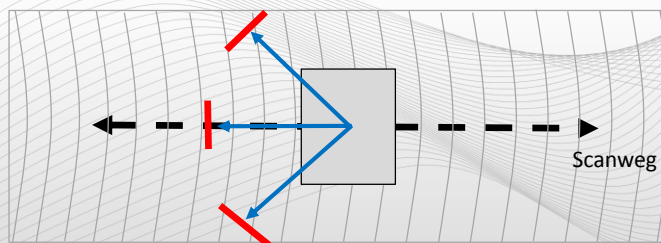
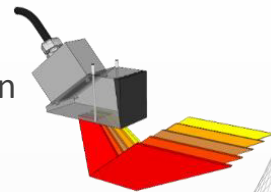
Prüfung auf Head-Checks

- Prüfkopf schräg anstellen
- Oberflächennahe Transversalwelle



Prüfung auf Head-Checks

- Alternativ denkbar:
2x 8x4-Matrix-Arrays verwenden
-> 64 parallele Prüfkanäle



Prüfung von Radsatzvollwellen

Radsatzwellenprüfung

- Aktuell: Prüfung der Vollwelle unter verschiedenen Winkeln vom Wellenschaft aus
- Beschichtung soll/kann teilweise aus verschiedenen Gründen nicht entfernt werden
- Prüfung vom Schaft aus nicht mehr möglich
- Prüfung daher vom Schenkel

Prüfbereich

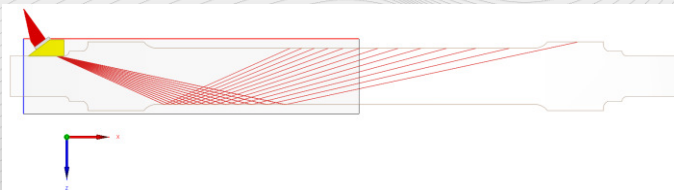
- 2 Prüfbereiche:

- Radsitz



- Wellenschaft

(Im gefügten Zustand kann der Radsitz nicht als Reflexionsfläche genutzt werden, Schrumpfsitz schalldurchlässig)



Prüfung von Radsatzwellen

GEKKO-Prüfgerät:

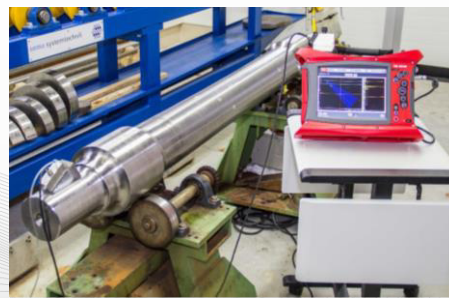
- ✓ 64 parallele Kanäle!

Prüfkopf:

- ✓ 2 MHz
- ✓ 64 Elemente
- ✓ 1 mm Pitch
- ✓ Angepasster Winkelvorlauf
- ✓ Wasserspaltankopplung

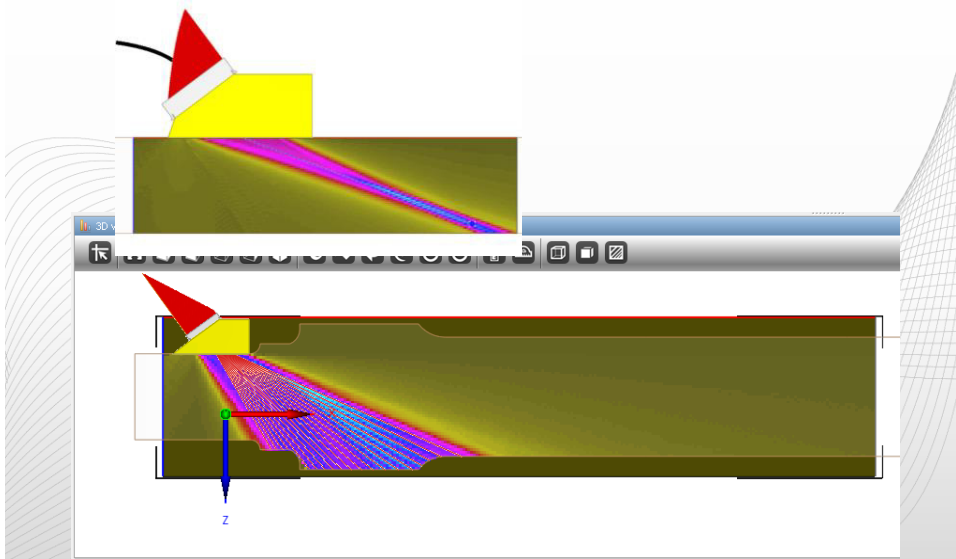
→ Nahfeldlänge: $N = 630 \text{ mm}$

→ Langes, schlankes Schallfeld

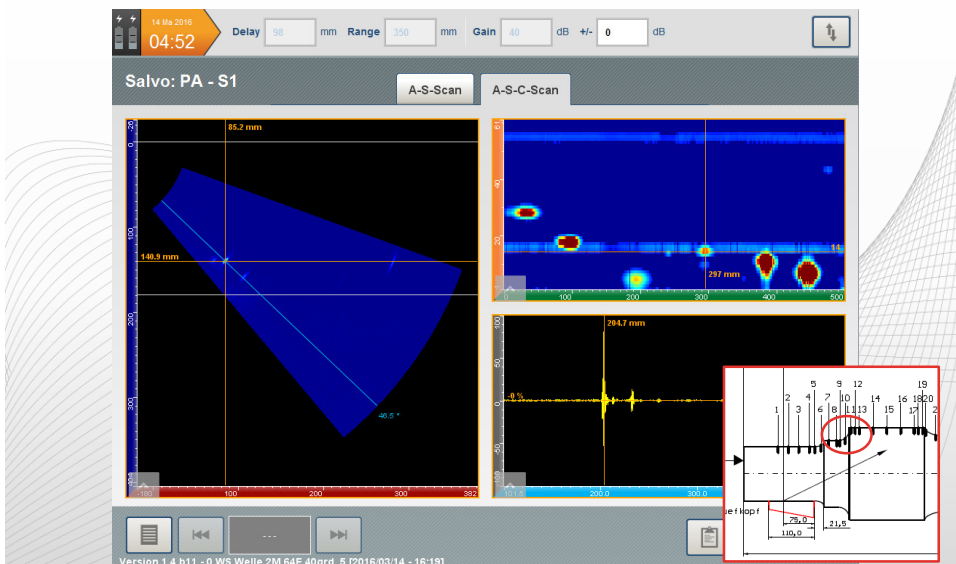


Testwelle gestellt durch W.S. Werkstoffservice, Essen

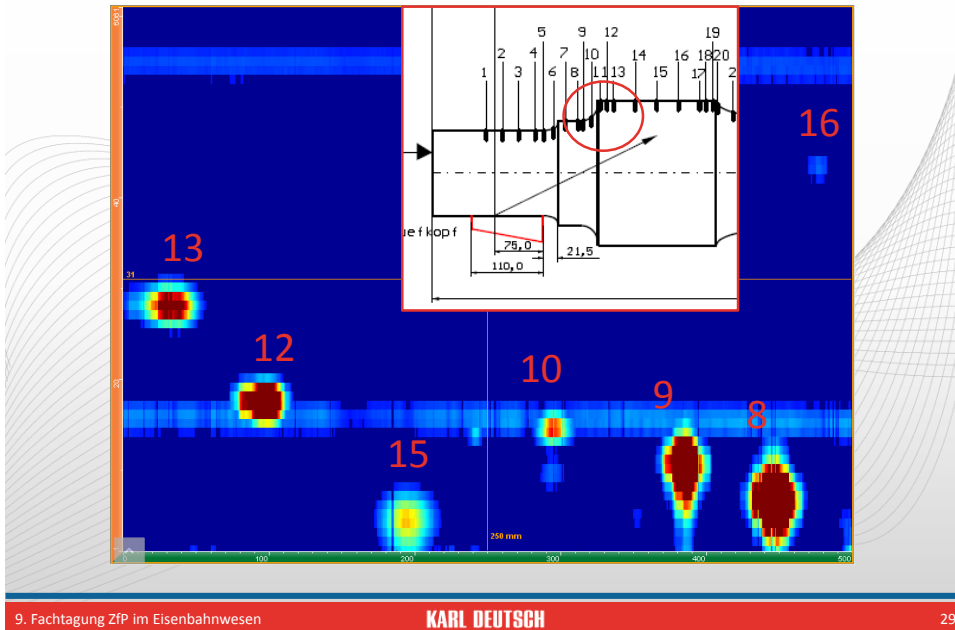
Simulation mit CIVA



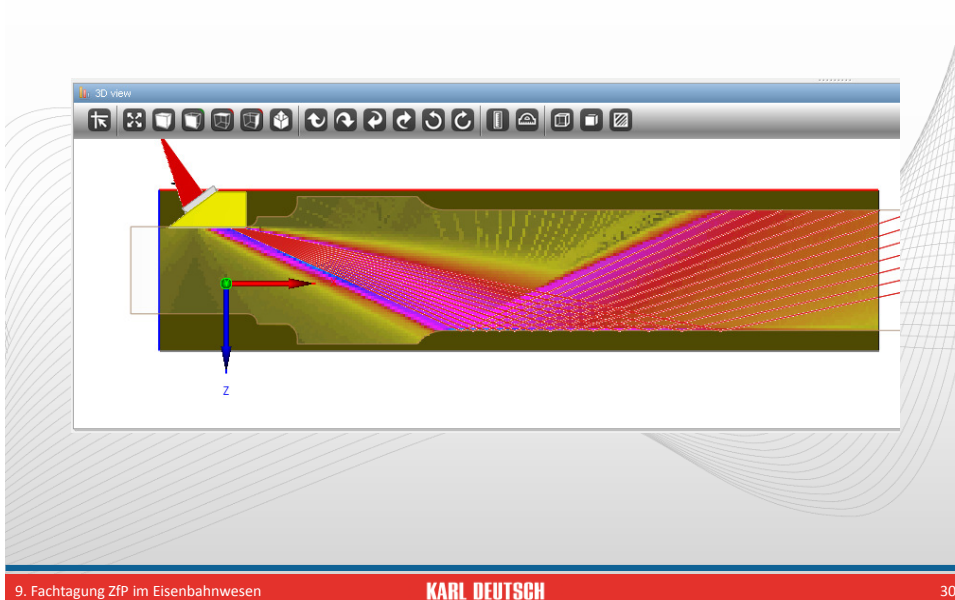
Prüfergebnis (Nuten im Radsitz)



Prüfergebnis (Nuten im Radsitz)

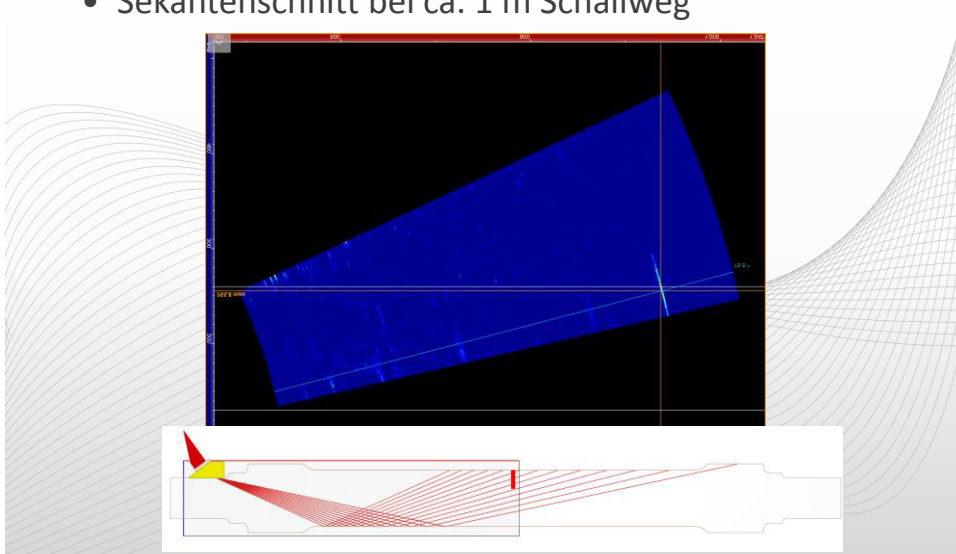


Simulation mit CIVA



Prüfung mit fokussiertem Schallfeld

- Sekantenschnitt bei ca. 1 m Schallweg



Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Helge Rast
Anwendungstechnisches Labor
rast@karldeutsch.de
www.karldeutsch.de

