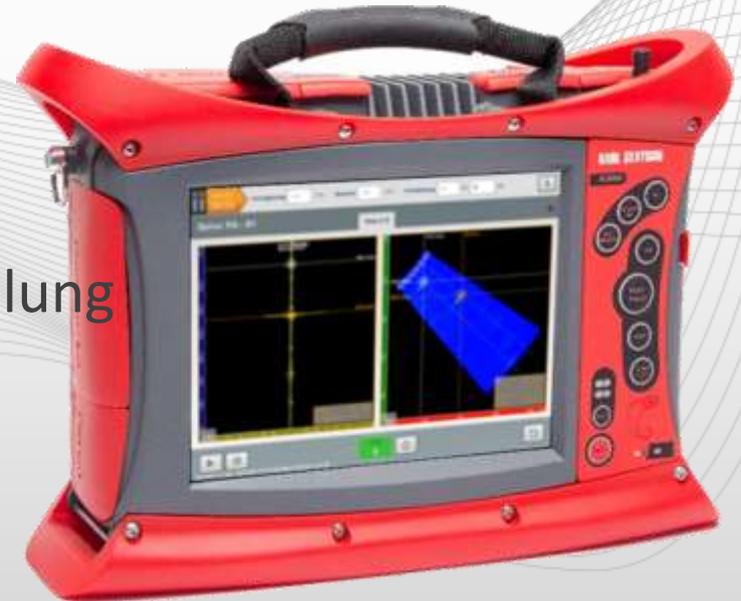


Hochaufgelöste Reflektordarstellung mobiler Ultraschall-Prüfgeräte

Dr. H. Rast, Dr. W. Roye, Dr. W. Deutsch

KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG

- I. Geräteeigenschaften des GEKKOs
- II. Prüftechniken
 - a. Standardmethoden
 - b. Möglichkeiten mit 64+ parallelen Prüfkanälen
- III. Hochaufgelöste Reflektordarstellung mit der Total Focusing Method



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



Nützliche Werkzeuge

- ✓ Prüfung auf gekrümmten Oberflächen
- ✓ Time-Corrected-Gain (TCG) + Angle-Corrected-Gain (ACG)
- ✓ Element-Empfindlichkeits-Messung und Abgleich
- ✓ Synchronisations-Blenden
- ✓ Schweißnaht-Assistent
- ✓ Vorlaufkeil-Vermessung

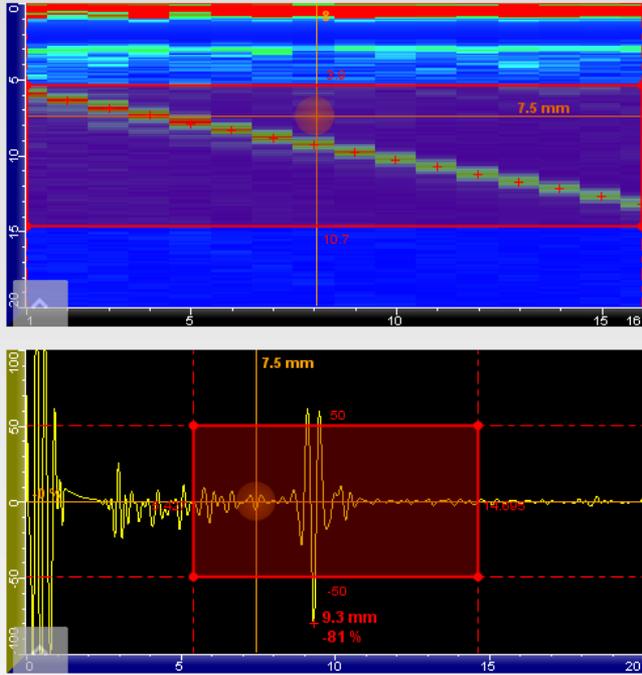


Vorlaufkeil-Vermessung

25.09.2014 10:36

Verzögerung mm Bereich mm Verstärkung dB

Winkel- und Höhen-Prüfung

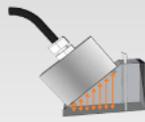


Konfiguration

Sender	Prüfkopf
Spannung : 80 V	Frequenz : 5 MHz
Pulsbreite : 100 µs	Anzahl Elemente : 16

Anweisungen

- Befestigen Sie die Prüfkopf auf dem Keil
- Wählen Sie den Prüfbereich so, dass für jeden Kanal das Bodenecho vom Keil angezeigt wird
- Stellen Sie eine Blende um alle Bodenechos ein
- Messen Sie

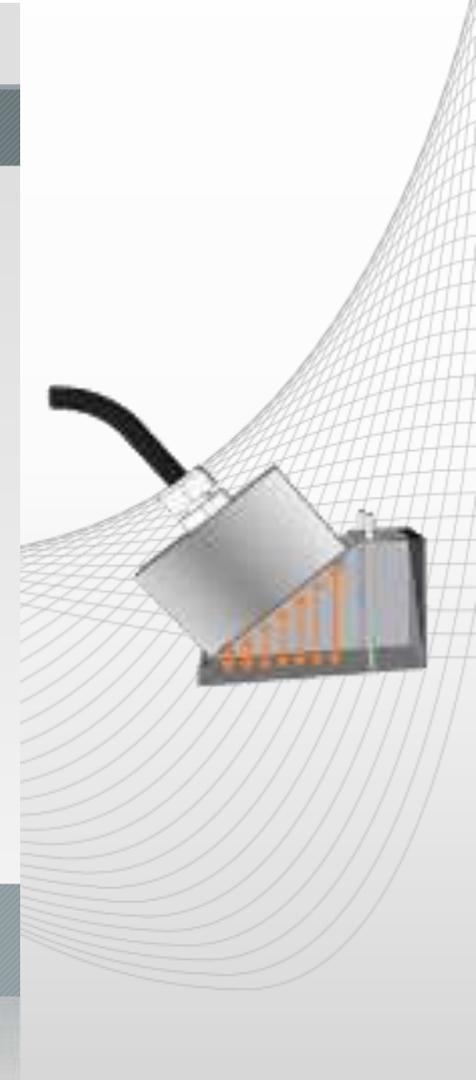


Messen Messung erfolgreich

Keilwinkel	<input type="text" value="40.3"/> grad	40.3 grad
Keilhöhe	<input type="text" value="12.55"/> mm (A)	3.0 mm

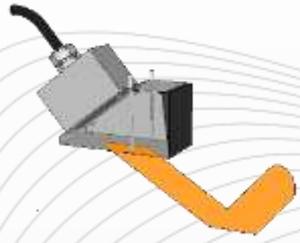
Zurücksetzen Messen Abbrechen OK

Version 1.0.b9

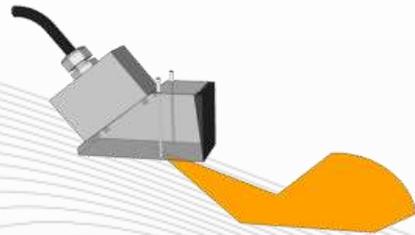


Prüftechniken

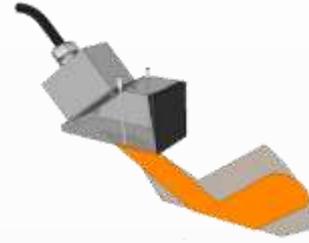
Standardtechniken (Phased Array- und Monoelement-Prüfköpfe)



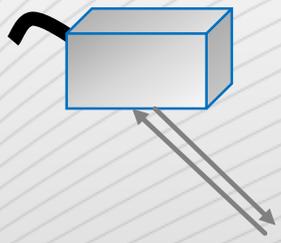
Linearscan



Sektorscan



Multi-Salvo

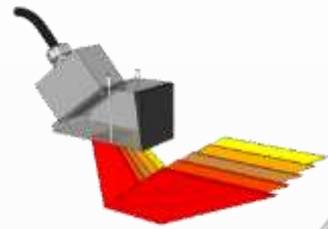


Monoelement

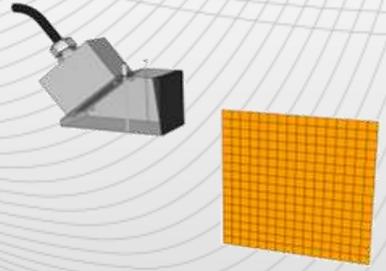


TOFD

Techniken mit 64+ parallelen Kanälen

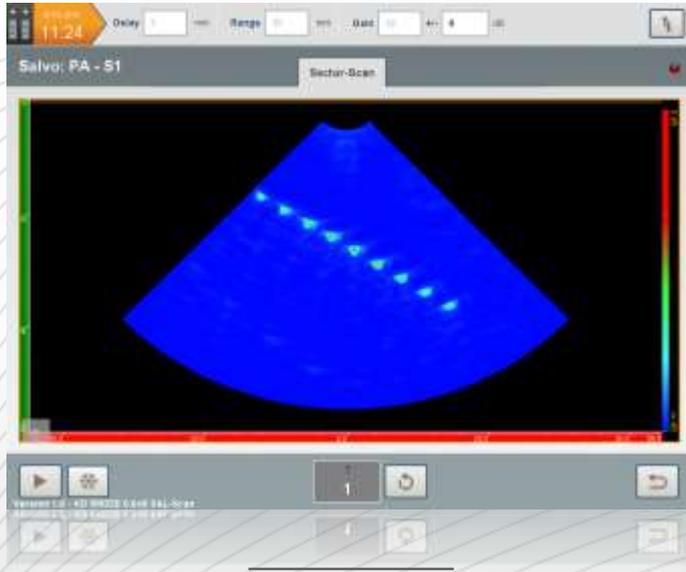


Matrix-Array



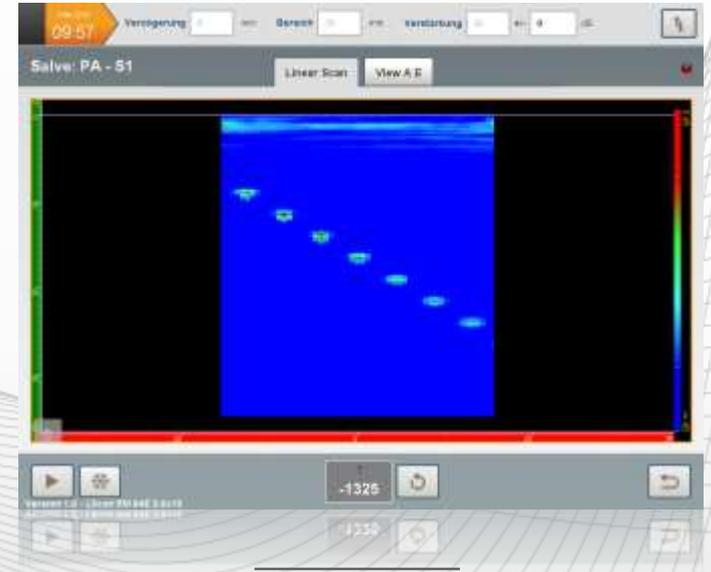
TFM

Standard Phased Array-Methoden



Sektorscan

Mehr als
50 dB
Übersprech-
dämpfung



Linearscan

- ✓ Hoher Bild-Kontrast durch geringes Übersprechen der Kanäle

Mehrkanalprüfung

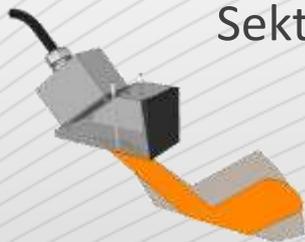
- Mehrere Prüfköpfe

z.B.: 2 x 32 Elemente Phased Array + 2 x TOFD

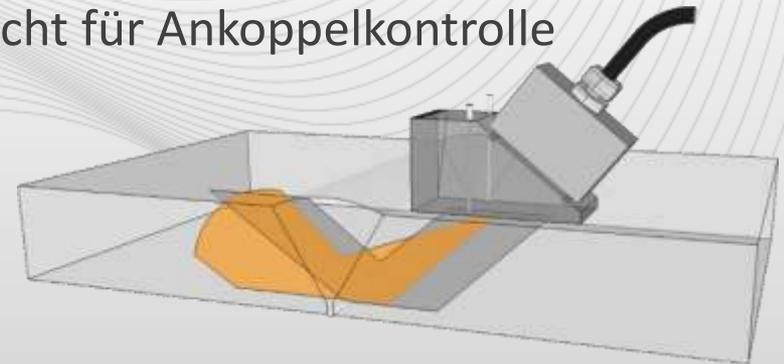
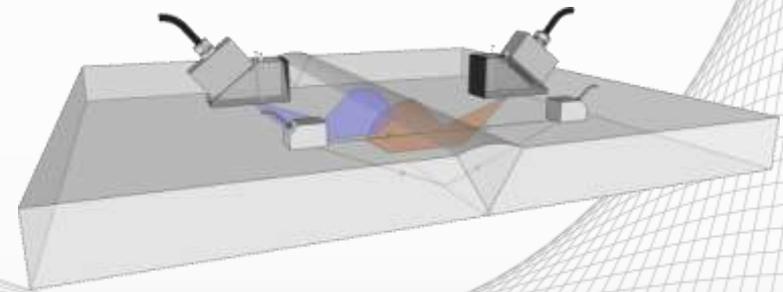
- Mehrere Salven pro Prüfkopf

z.B. für Phased Array-Winkelprüfkopf:

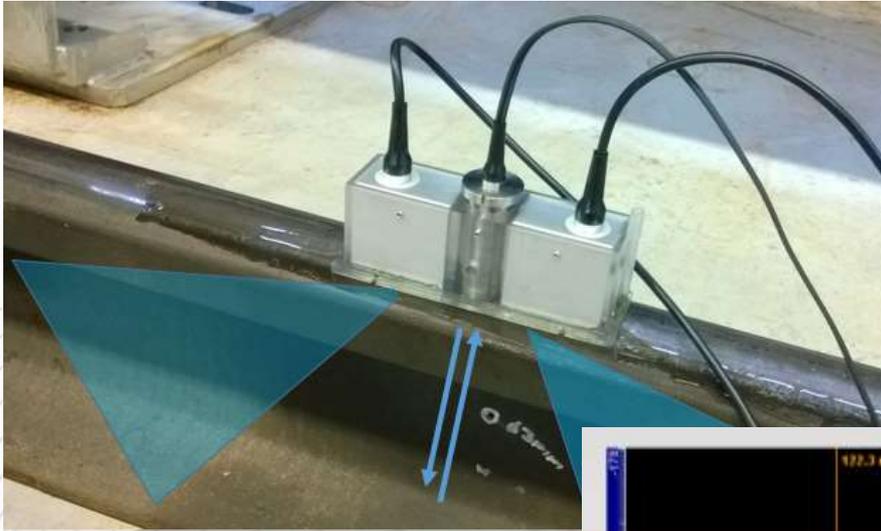
Sektor-Scan + Linear-Scan + senkrecht für Ankoppelkontrolle



Multi-Salvo



Mehrkanalprüfung



Squat-Anzeige



Beispiel:
Schienenprüfung
2 x 16 Elemente PA + SE

Darstellungsarten

- ✓ A-,B-,C- und D-Bild für Linear-, Sektor- und TFM-Scans
- ✓ Echodynamikkurven
- ✓ TOFD



Das D-Bild eignet sich gut für Korrosionsmessungen

Möglichkeiten mit 64+ parallelen Prüfkanälen

Beispiel: Radsatzwelle

Prüfkopf:

- ✓ 2 MHz
- ✓ 64 Elemente
- ✓ 1 mm Pitch

→ Nahfeld in Stahl: $N = 630$ mm

→ Langes, schlankes Schallfeld



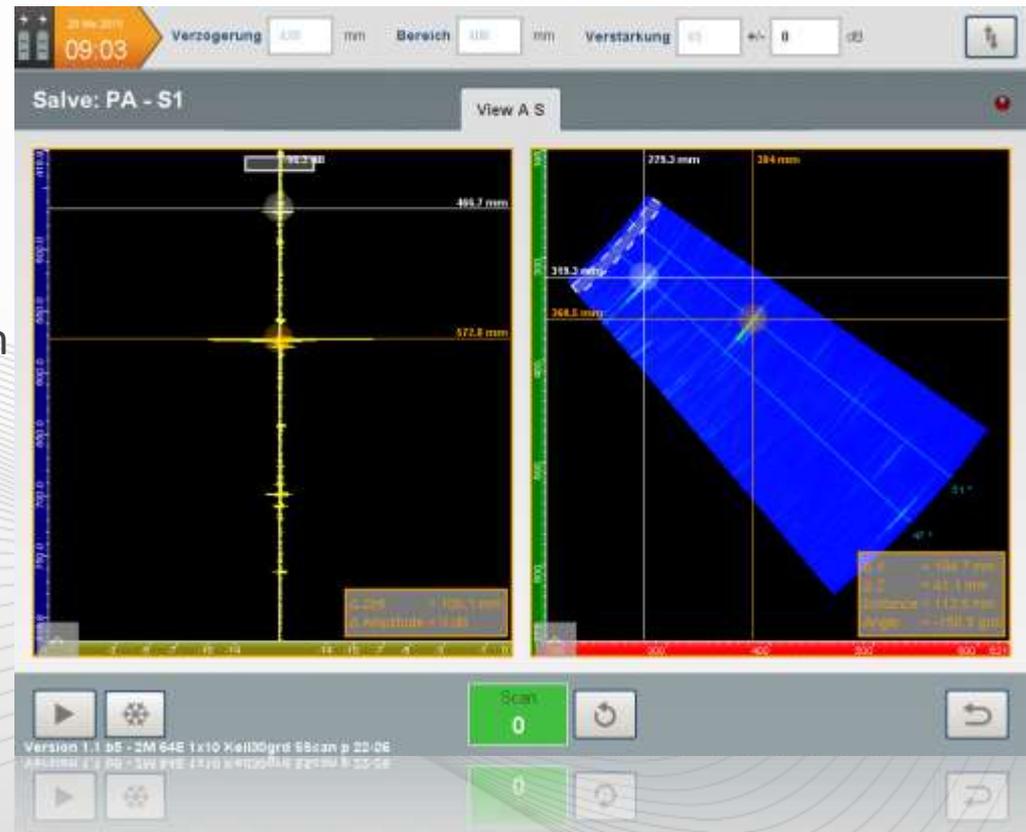
Radsatzwelle, Länge = 2180 mm

Prüfung großer Objekte mit fokussiertem Schallfeld

Beispiel: Radsatzwelle

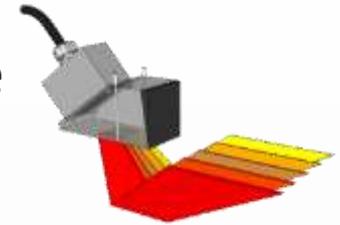
Quernut in der Mitte der Welle

- Tiefe = 1 mm
- Gesamter Schallweg = 1146 mm

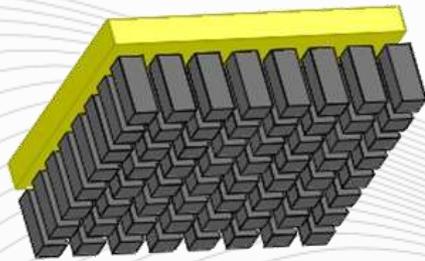


Matrix-Prüfköpfe

- ✓ 64 parallele Phased Array Kanäle ermöglichen die Verwendung von Matrix-Prüfköpfen



Matrix-Array



2D-Array, 8 x 8 Elemente

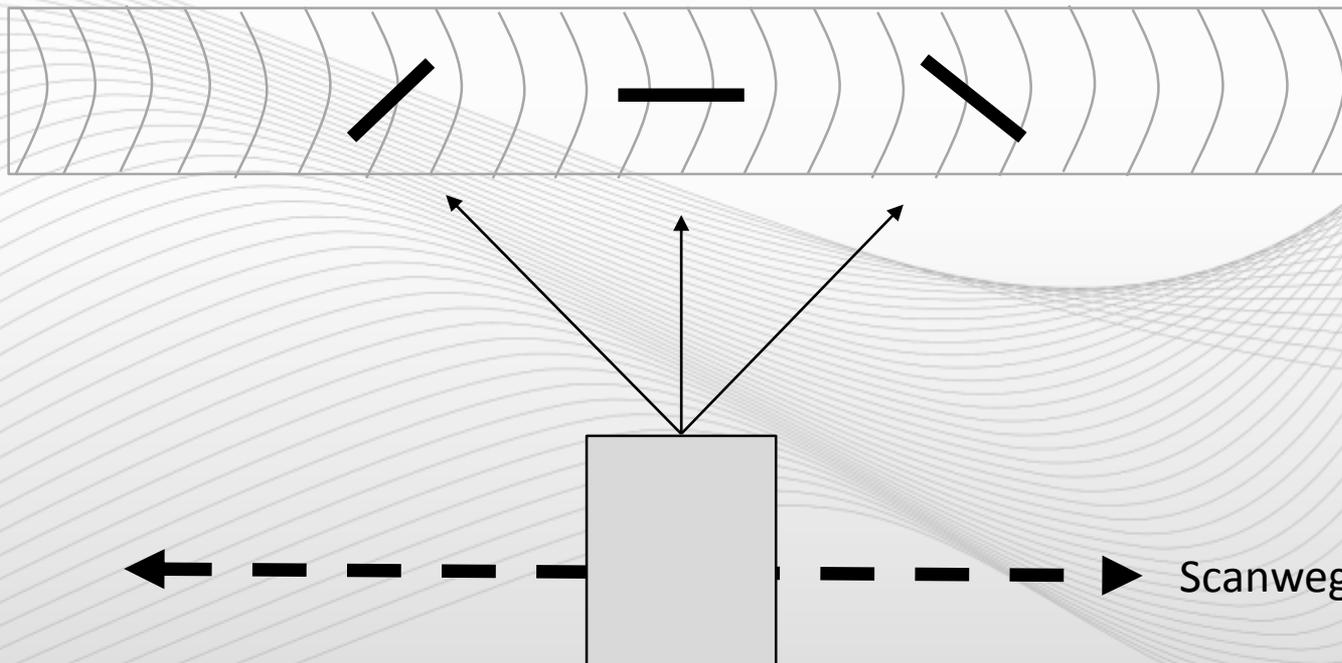


Axiale Fokussierung
und Winkelschwenk
in 2 Richtungen



Matrix-Prüfköpfe

Beispiel: Schweißnahtprüfung



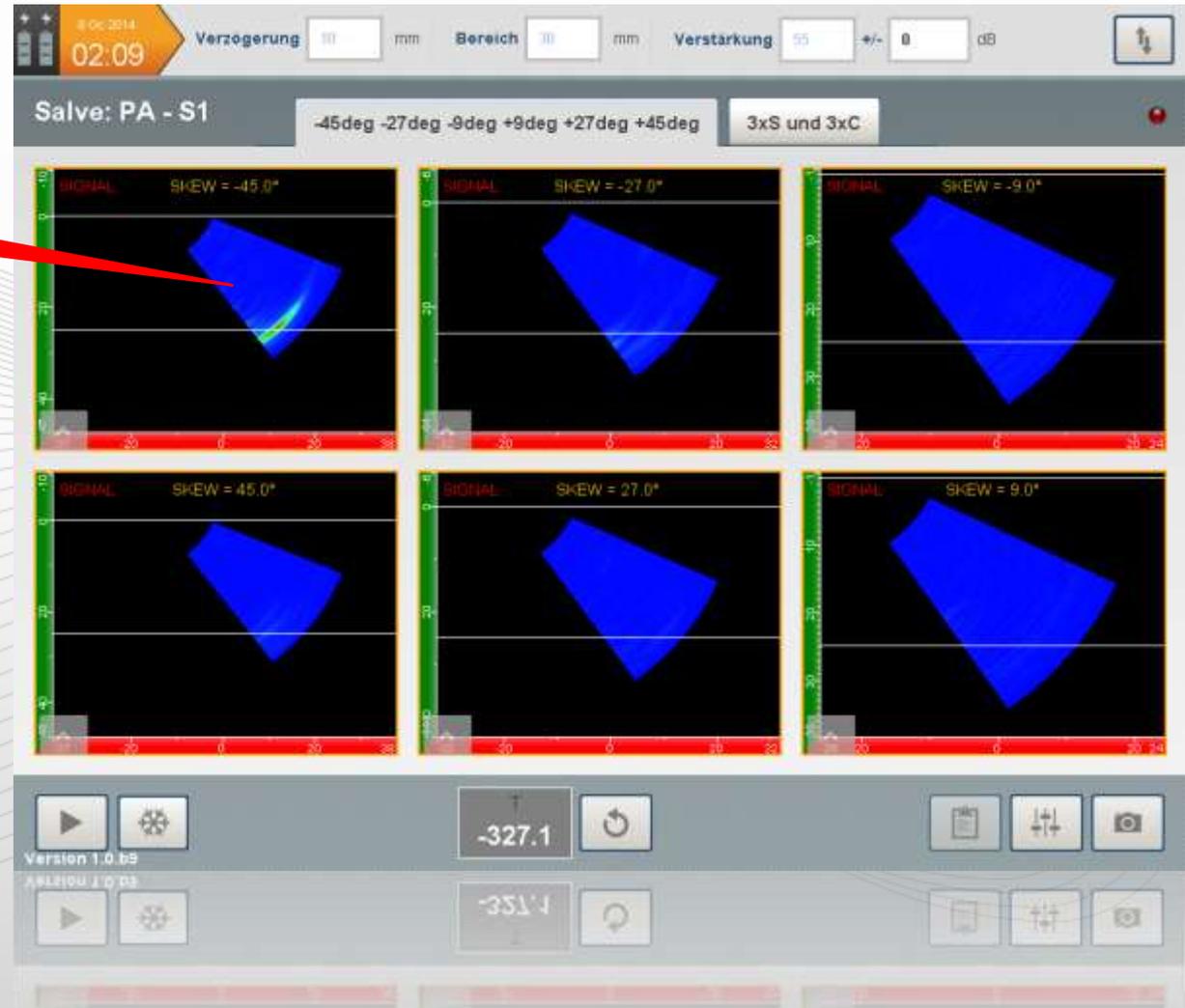
Prüfung auf Längs- und Schrägfehler gleichzeitig

Matrix-Prüfköpfe: Seitliches Schwenken

Matrix-Array:
2MHz, 8x8 E, 1x1 mm

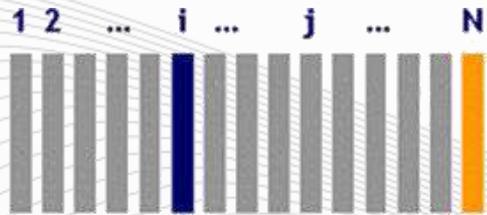
Rissanzeige bei -45°

6 Sektorbilder für
- 45° / -27° / -9°
+ 45° / +27° / +9°



Hochaufgelöste Reflektordarstellung mit der Total Focusing Method

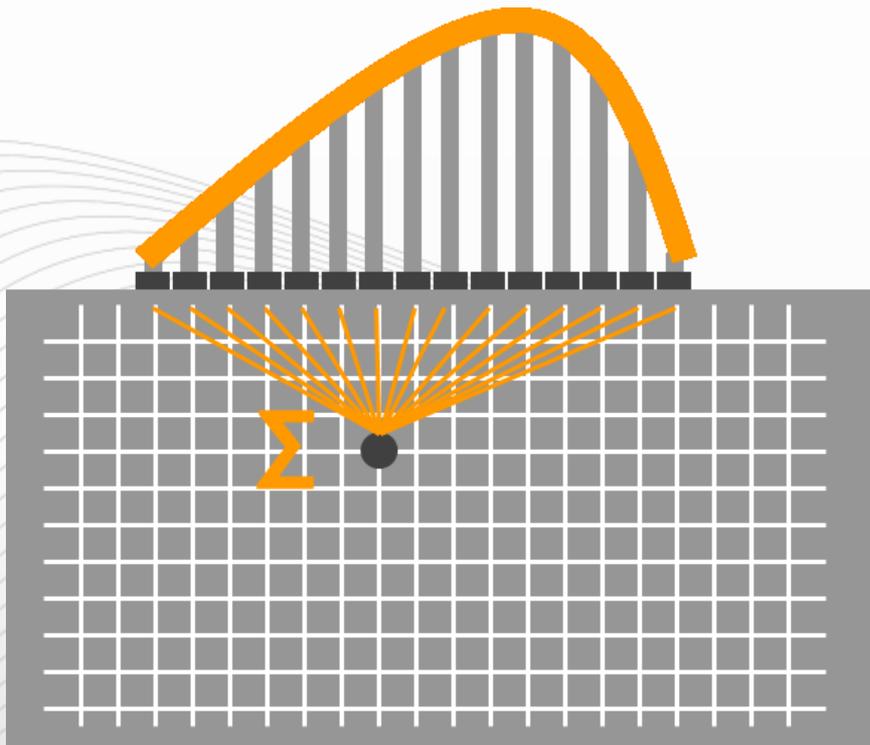
Total Focusing Method (TFM)



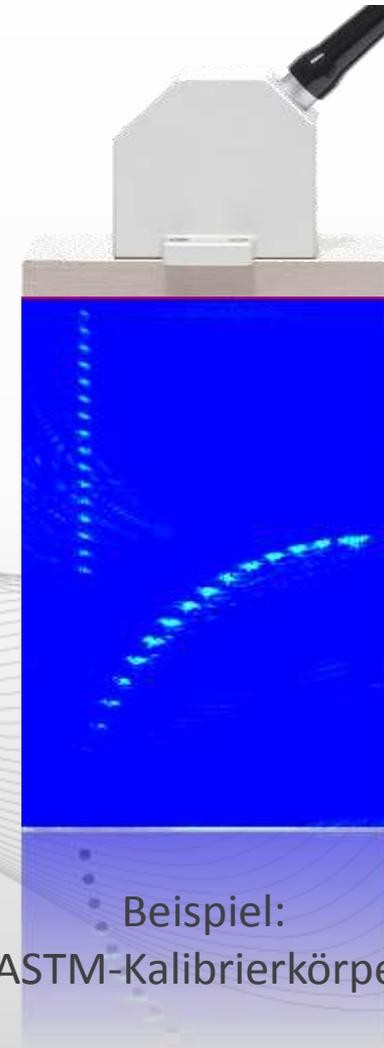
 Transmitting element
 Receiving element

- ✓ Full-Matrix-Capture-Daten-Akquisition
- ✓ Element i des Prüfkopfes sendet in alle Richtungen
- ✓ Alle anderen $N-1$ Elemente empfangen
- ✓ Anschließend Bildrekonstruktion in der Region-of-Interest durch TFM

Total Focusing Method (TFM)

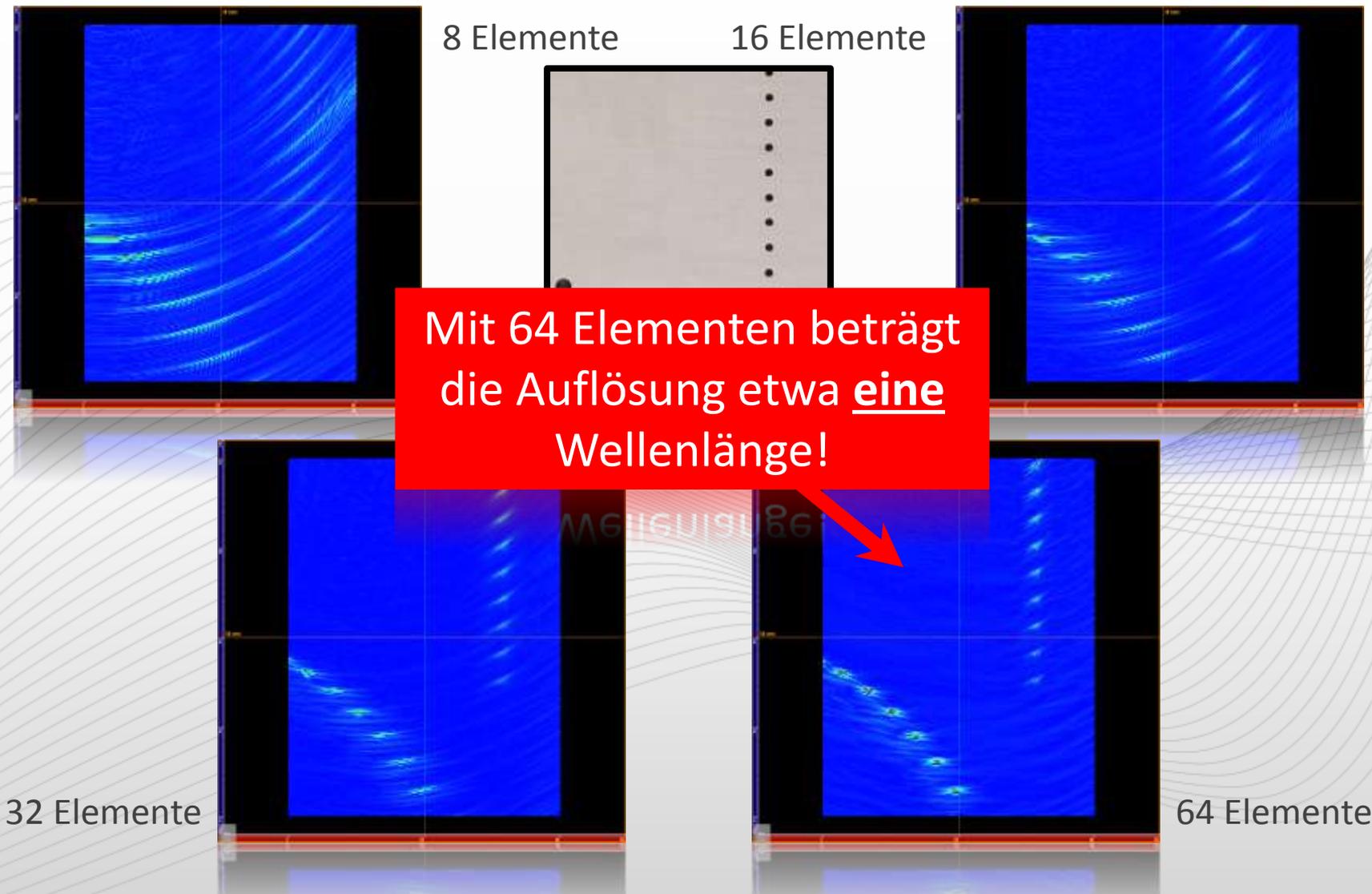


Integration der Wechselwirkungen aller Prüfkopfelemente mit allen Gitterpunkten liefert das B-Bild

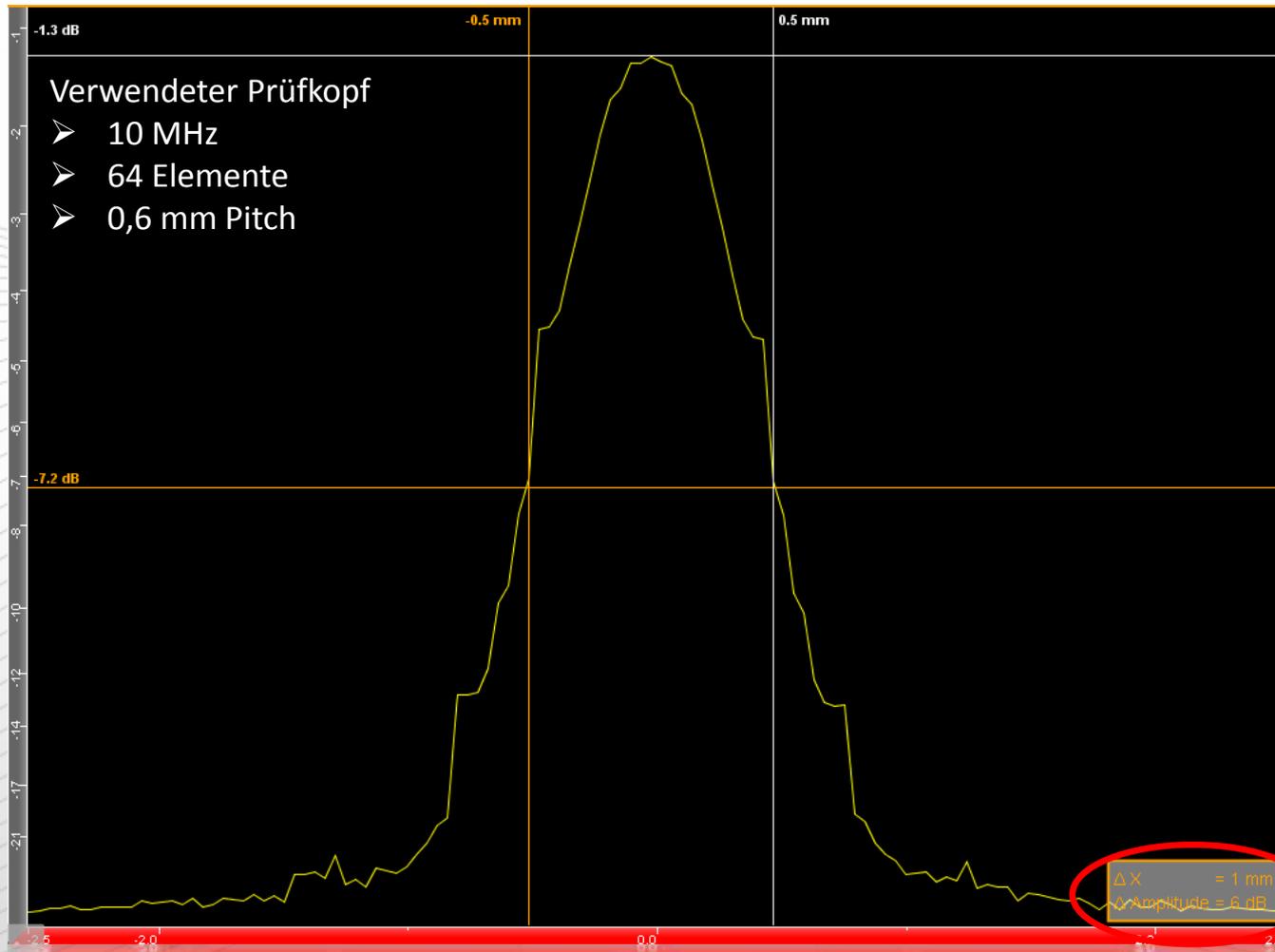


Beispiel:
ASTM-Kalibrierkörper

Auflösung Total Focusing Method (TFM)

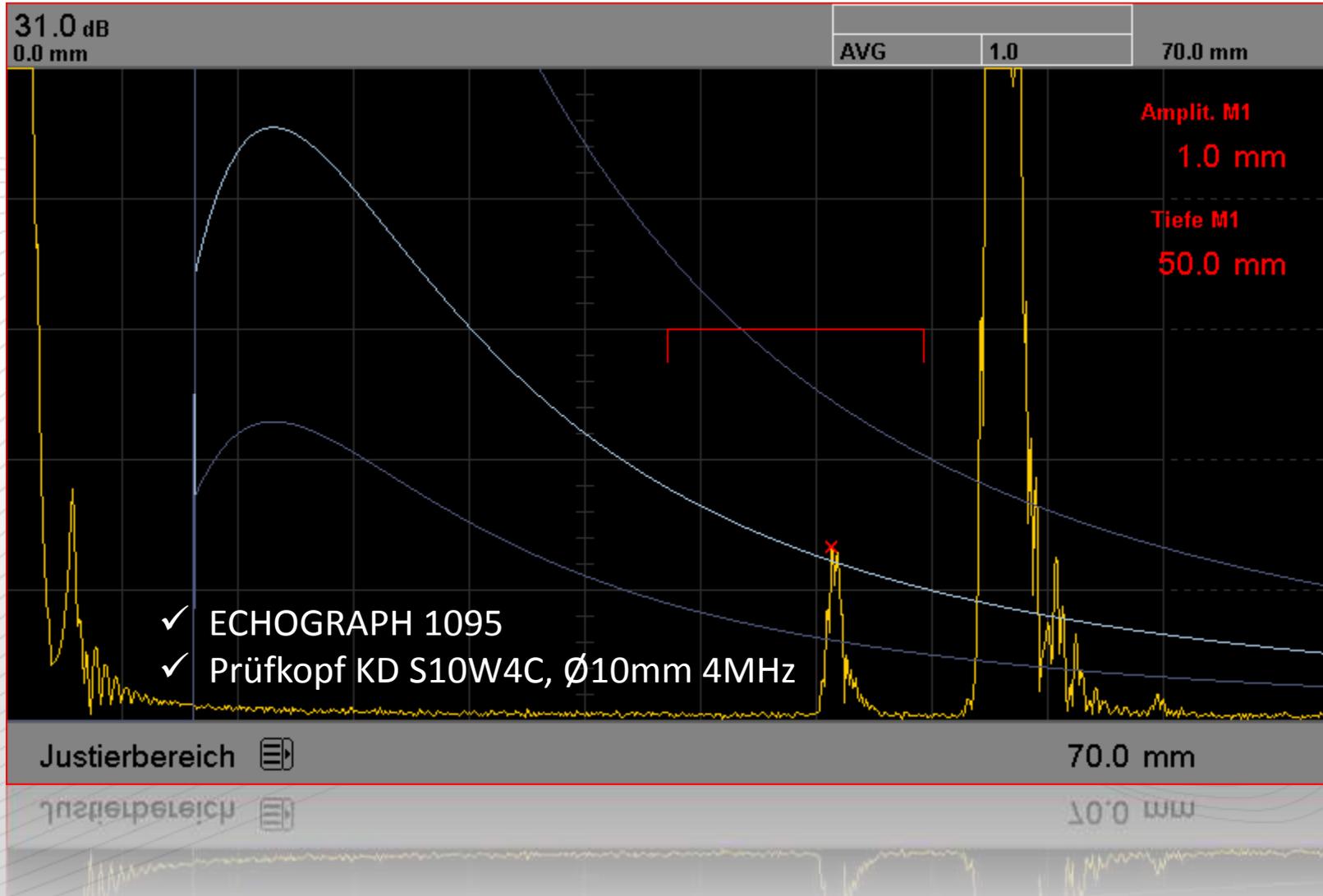


Fehlergrößenbestimmung mit TFM



Beispiel: 1mm KSR in 50mm Tiefe

Vergleich mit AVG-konventionell



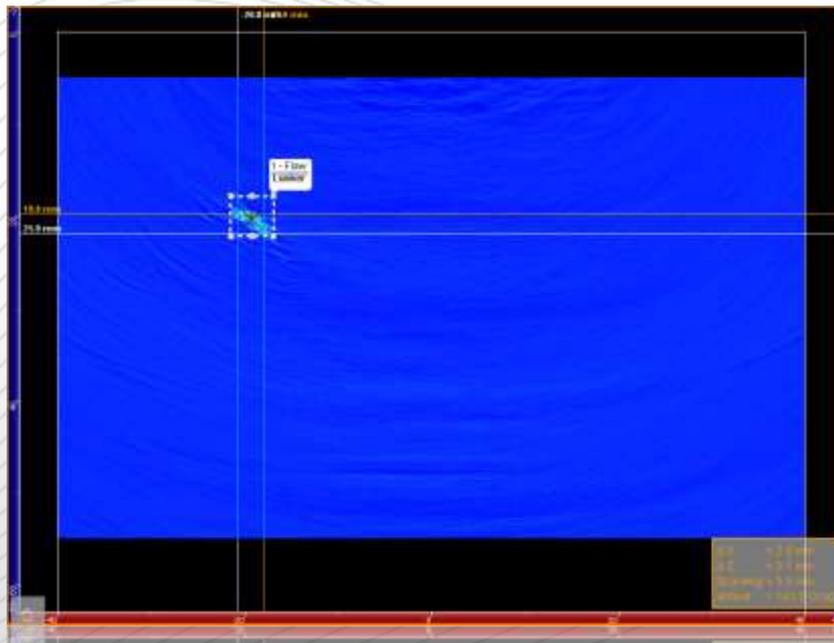
Beispiel: Prüfung an einem Gussteil



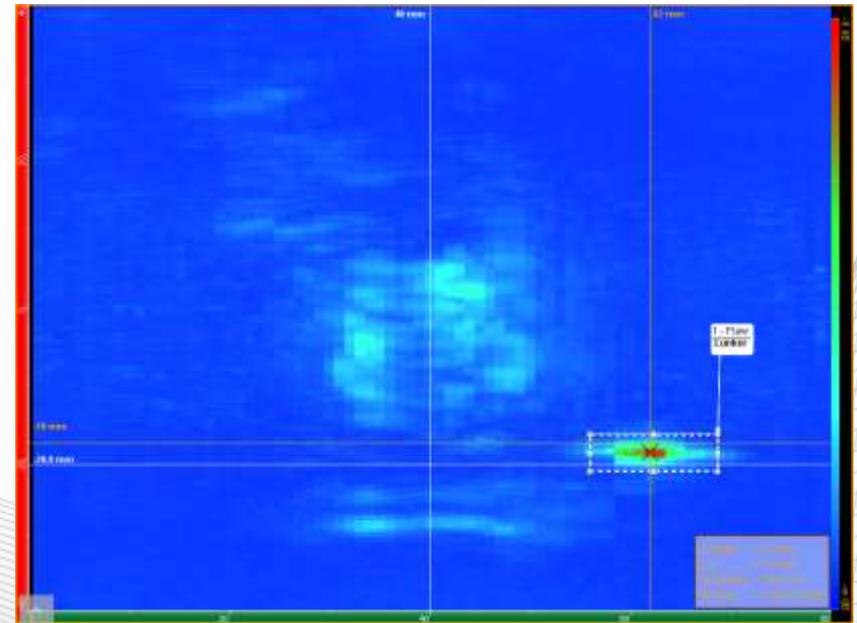
- ✓ Mit TFM Anschallung aus verschiedenen Winkeln
- ✓ z.B. dendritische Lunker lassen sich so leicht finden



Fehlergrößenbestimmung mit TFM



T-Scan (B-Bild mit TFM)



C-Bild (TFM)



Beispiel: Risserkennung mit TFM

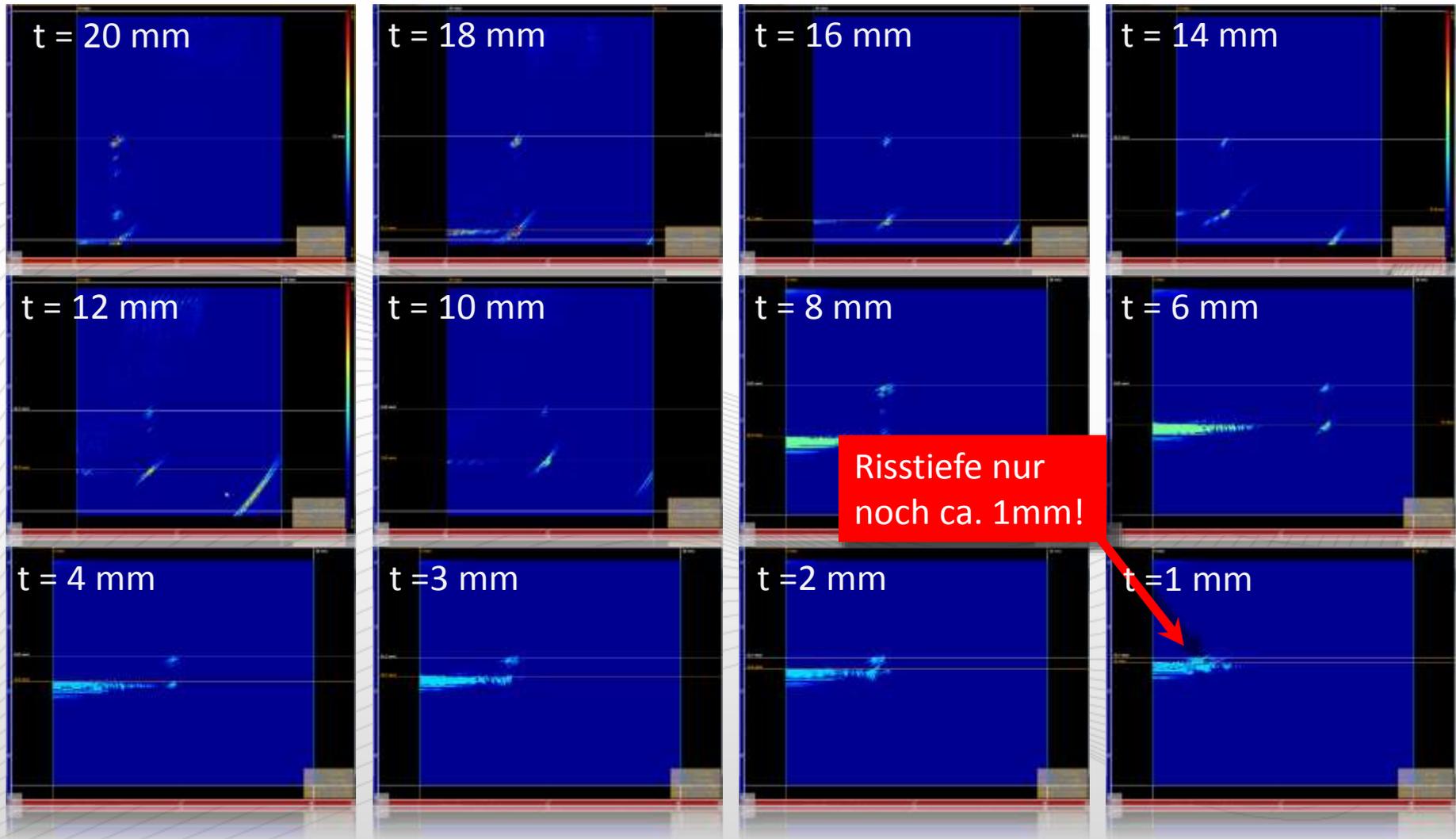
- Riss durch eine zyklische Belastung mit Zugkraft
 - Risstiefe ca. 21 mm
- Schrittweise 1-2 mm weggefräst
- Prüfkopf:
 - Elemente: 64
 - Frequenz: 10 MHz
 - Pitch: 0,3 mm



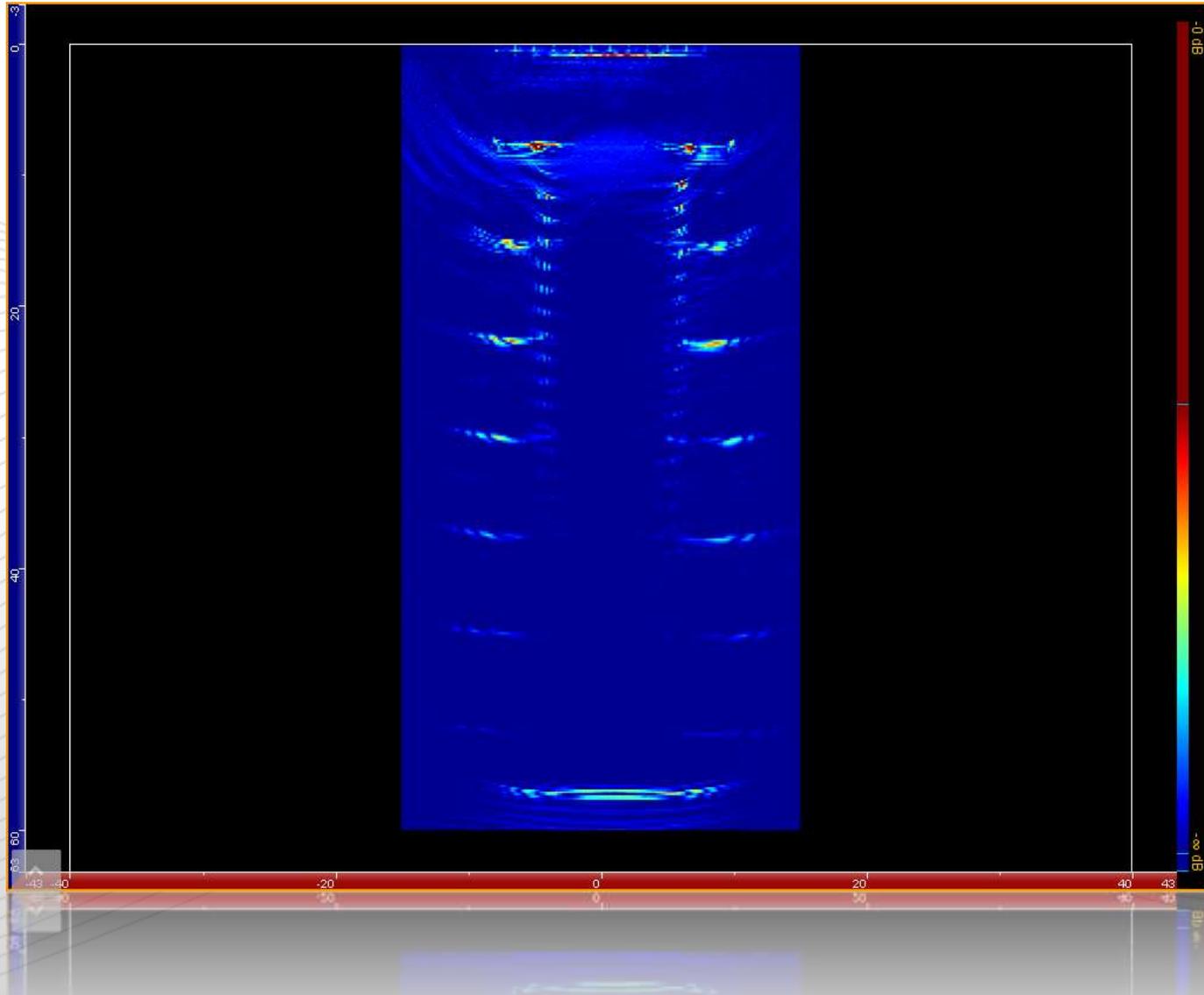
Bild: K. Kudla, Universität Stuttgart

Versuchsreihe in Kooperation mit dem *Institut für Konstruktion und Entwurf, Universität Stuttgart*, Dank an K. Kudla et al.

Risserkennung mit TFM



Beispiel: M8-Schraubengewinde



Zusammenfassung

- ✓ Moderne mobile Ultraschallprüfgeräte beherrschen Monoelement-Techniken und Phased Array-Techniken
- ✓ Geringes Kanalübersprechen resultiert in hohem Bildkontrast
- ✓ 64+ parallele Kanäle ermöglichen
 - ✓ die fokussierte Prüfung großer Objekte
 - ✓ die Ansteuerung von Matrix-Arrays
 - ✓ Total Focusing Method (TFM)
- ✓ Ortsauflösungen im Wellenlängenbereich
- ✓ Echtes Messen von Reflektorgrößen



Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!

Besuchen Sie uns / Visit us
@ A4 - 024

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

Positionenkoder

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

www.karldeutsch.de

info@karldeutsch.de

