

Vergleich von Prüfergebnissen aus der FMC/TFM Methode mit Phase Coherence Imaging – was sind die Unterschiede

Heiko KÜCHLER¹, Anton SCHÖNBAUER¹, Alexander ZINK¹,
Wilbert ROOYAKKERS¹
¹ Evident Europe GmbH, Hamburg

Kontakt E-Mail: heiko.kuechler@evidentscientific.com

Kurzfassung

Die Ultraschall FMC/TFM Methode wird seit einiger Zeit zur erweiterten Analyse von Anzeigen in der Praxis eingesetzt. Sie eignet sich besonders gut für die Darstellung kleiner Anzeigen und damit unter anderem der verbesserten Bewertung von Schweißnahtfehlern. Um hier insbesondere kleine Anzeigen noch vom Rauschen im Gefüge unterscheiden zu können, eignet sich die Auswertung mittels Phase Coherence Imaging (PCI). Hierbei handelt es sich um eine amplitudenfreie Technik. Zunächst werden die erfassten A-Scans normalisiert. Dann wird die Phasenverteilung der einzelnen A-Scans für jede Position in der TFM-Zone verglichen. Je höher der Kohärenzgrad zwischen den A-Scans für eine bestimmte Position ist, desto stärker ist die Signalantwort für diese Position (mit einem Maximum von 100 %). Reflexionen und Beugungen von Defekten führen letztendlich zu einer kohärenten Antwort, verglichen mit der inkohärenten Antwort der erfassten Signale von hochfrequentem Hintergrundrauschen. Dies macht die Identifizierung von Defekten, insbesondere bei kleinen Defekten in verrauschten oder dämpfenden Materialien, sehr einfach.

Ultraschallscans, die erst mit der FMC/TFM Methode aufgenommen wurden, werden dann direkt mit der PCI Methode verglichen. Es ist gut zu erkennen, dass verrauschte Anzeigen aus dem TFM Bild in PCI deutlich realer und klarer dargestellt werden können. Dadurch birgt sich hier ein enormer Vorteil bei der Prüfung von Schweißnähten mit groben Gefüge, gute Darstellung von Einschlüssen und Poren, deutlichere Erkennung von Schädigungen am Gefüge bei Stählen in einem sehr frühen Stadium wie z.B. bei HTHA.



EVIDENT

HEIKO KÜCHLER | MAI 2023 | FRIEDRICHSHAFEN

Vergleich von Prüfergebnissen aus der FMC/TFM Methode mit Phase Coherence Imaging – was sind die Unterschiede

1

Agenda

- 01** Kurzbetrachtung der FMC / TFM Methode
- 02** Kurzbetrachtung der Phase Coherence Imaging (PCI) Methode
- 03** Prüfergebnisse im Vergleich
- 04** Ausblick

2

01

Kurzbetrachtung der FMC / TFM Methode

3

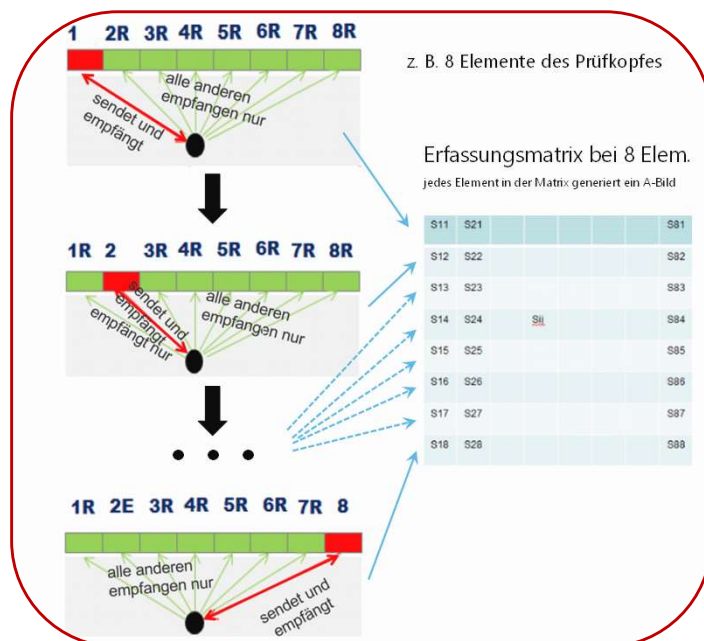
FMC

FMC = Full Matrix Capture

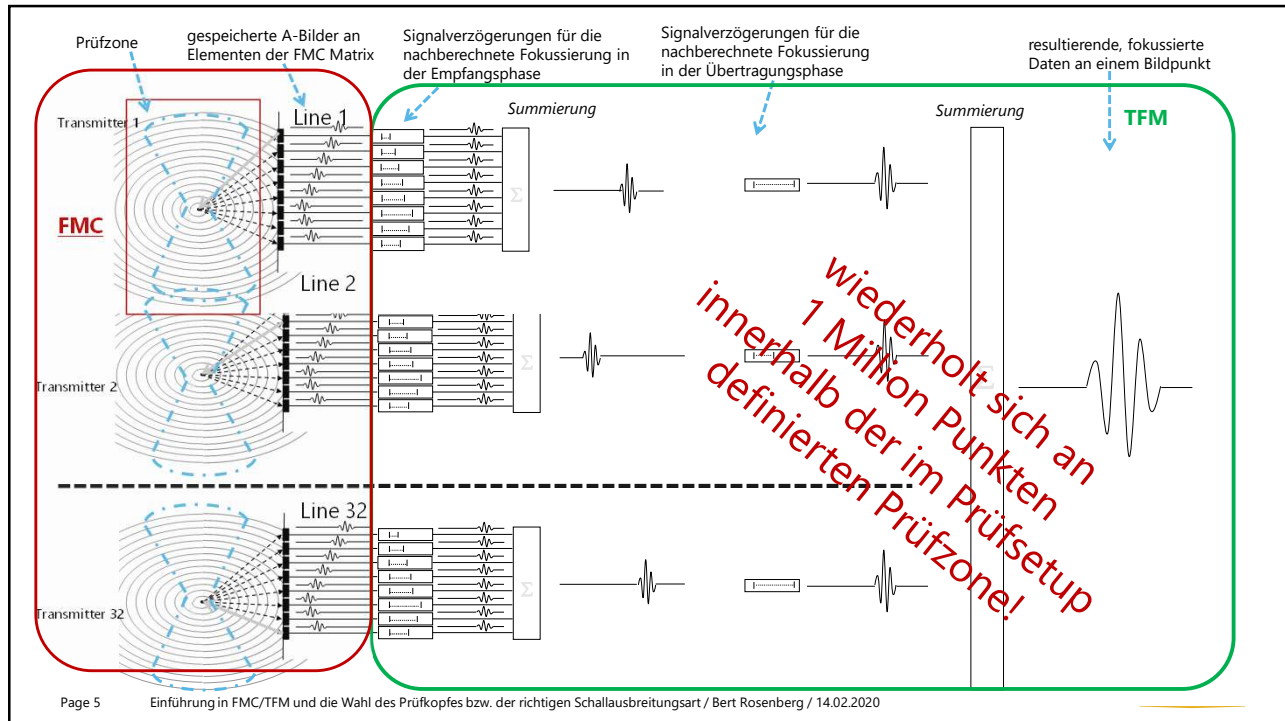
- Impuls nur am 1. Element, alle empfangen
- Impuls nur auf 2. Element, alle empfangen
- Impuls nur auf letztes Element, alle empfangen
- ...

Eine komplette MATRIX entsteht und generiert eine sehr hohe Menge an Daten. Beispiel:
 32 x 32 Elemente = 1024 Elemente
 1000 Matrizen x 1024 = ca.1 Mio Punkte

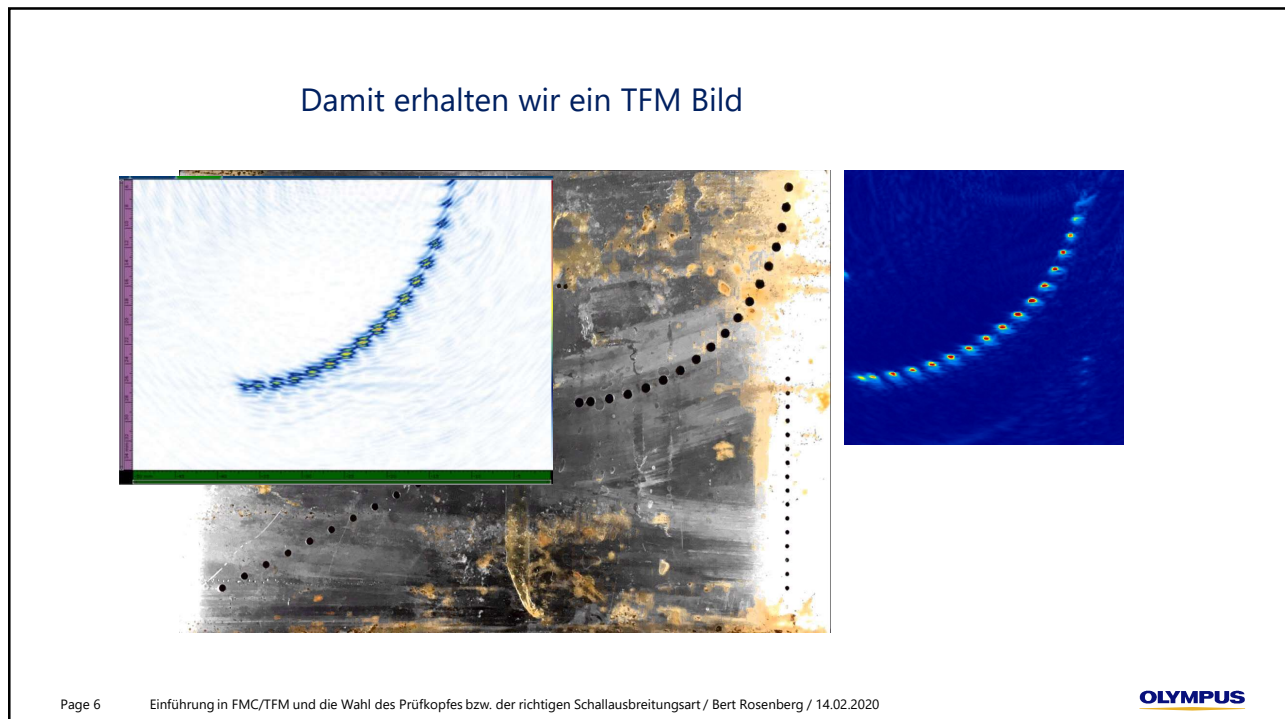
Aus dieser Matrix werden 1 Million Bildpunkte berechnet



4



5



6

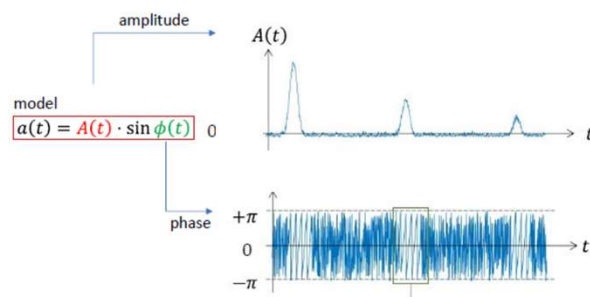
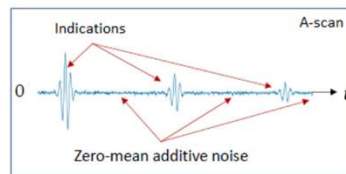
02

Kurzbetrachtung der Phase Coherence Imaging (PCI) Methode

7

Phase Coherence Imaging

- Die Phasenkohärenzabbildung (PCI) ist eine neue Technologie, die A-Scan-Phaseninformationen verwendet.
- Als amplitudenfreie Variante der TFM verwendet PCI FMC-Daten, die für den/die ausgewählten Wellensatz/Wellensätze gesammelt wurden.
- Das Signal wird so behandelt, dass nur die Phaseninformation erhalten bleibt und die Amplitude verworfen wird.
- Ein TFM-Bild wird dann aus dem Grad der Phasenkohärenz zwischen A-Scans und nicht aus der Summe der Signalamplituden erstellt. - Die Phasenkohärenz wird durch die Analyse der Frequenzverteilung des A-Scans verglichen.

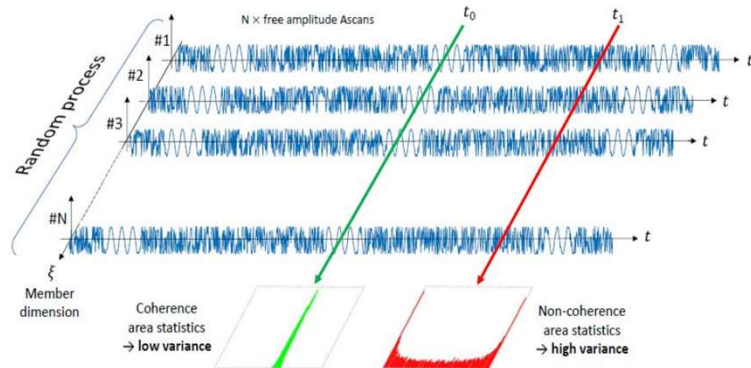


8

Phase Coherence Imaging

Signalrauschen = geringe Kohärenz
(hochfrequentes Varianzrauschen)

Indikation = hohe Kohärenz
(niederfrequente Varianz)

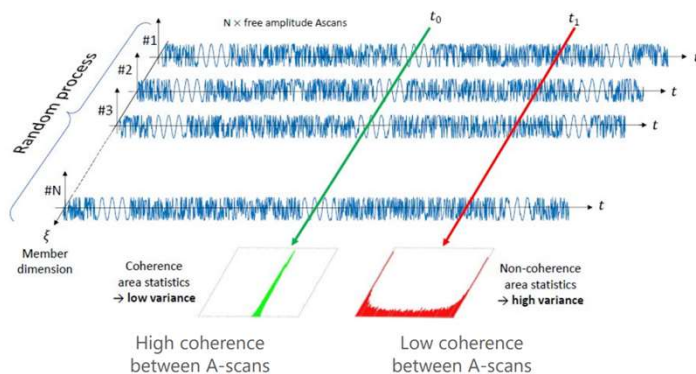


- Das bedeutet, dass die Phasenkohärenzbildgebung weniger von der Dämpfung beeinflusst wird, da die Frequenzinformation unabhängig von der Amplitude ist.
- Die PCI-Technik bietet auch eine bessere Leistung in verrauschten Materialien. In vielen Fällen verbessert sich die Bildqualität bei hohem Signalrauschen durch die größere Varianz der Frequenzverteilung verbessert.
- Die Beugung von kleinen Defekten und Rissspitzen erzeugt im Vergleich zu großen Reflektoren ein hochkohärentes Signal, was zu einem besseren SNR im Vergleich zu amplitudenbasierten Techniken.

9

Phase Coherence Imaging

- Das TFM-Bild wird durch den Vergleich der Kohärenz der elementaren A-Abtastungen für jeden Punkt in der Matrix erzeugt.
- Der maximale Kohärenzwert beträgt 100 %, was bedeutet, dass alle elementaren A-Bilder für diesen Punkt der Matrix die gleiche Häufigkeitsverteilung haben. Häufigkeitsverteilung für diesen Punkt in der Matrix haben.



10

03

Prüfergebnisse im Vergleich

11

Testergebnisse

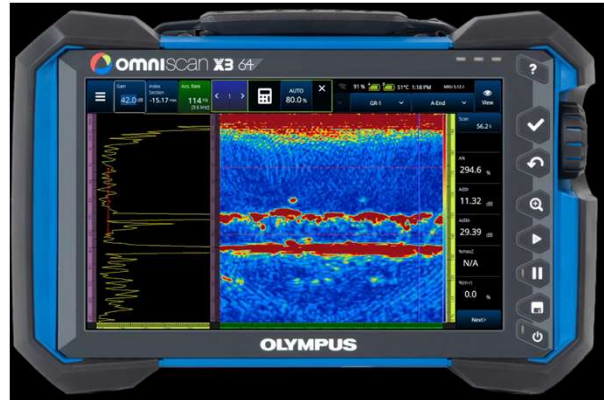
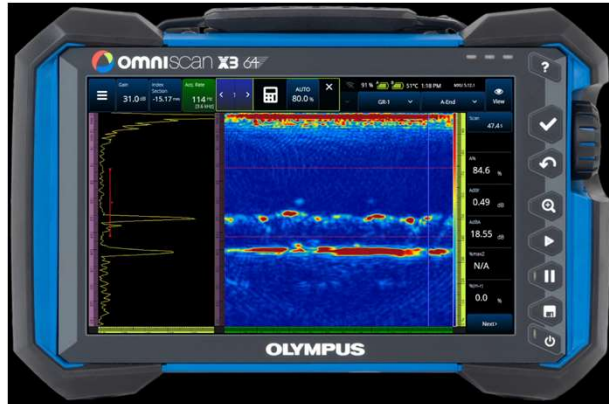
- Testteil ist ein mit Rissen übersätes Testblech,
- CCO Crom-Carbide Overlayed



12

Testergebnisse

10L64-A32 Prüfkopf (Pitch 0,5mm)
TFM, zwei Verstärkungen



EvidentScientific.com

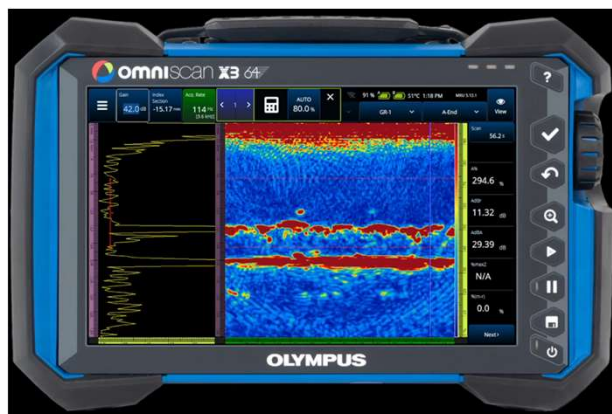
Presentation title | Date (Insert → header and footer)

13

13

Testergebnisse

Gleiche Position als PCI Bild, kein Überkoppelecho, klare Anzeigen , nicht Verstärkungsabhängig.



EvidentScientific.com

Presentation title | Date (Insert → header and footer)

14

14

Testergebnisse



10L64-DLA Prüfkopf



15

Testergebnisse

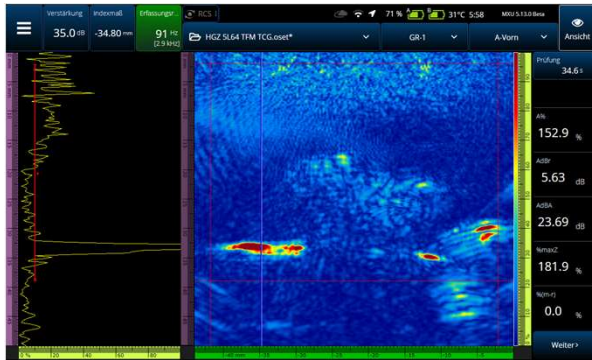


Testteil Guss mit porigen Anzeigen

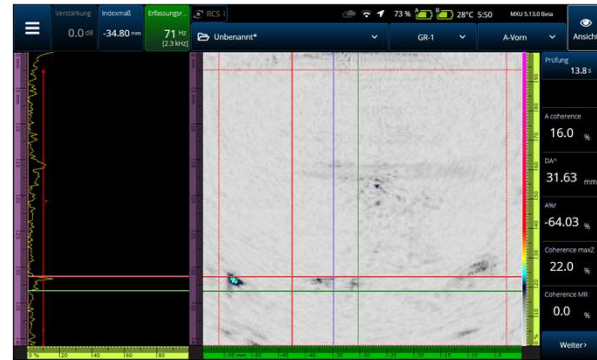
Prüfkopf 5L64-A12

16

Testergebnisse



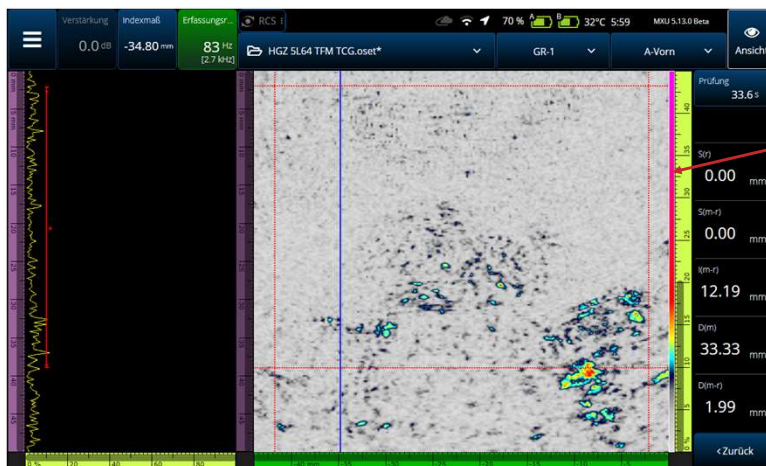
- In der Darstellung mit TFM, justiert mit TCG an einem Gusstück sind die porigen Anzeigen sehr gut zu sehen



- Nach dem Umschalten auf PCI sind die porigen Anzeigen nicht direkt gut zu sehen, weil die Poren keine guten phasengleichen Anzeigen erzeugen, da sind Risspitzen (vgl. TOFD..) deutlich besser

17

Testergebnisse



- Wenn man allerdings die Farbscalierung anpasst, sind die Poren wieder sehr gut zu sehen

18

04

Ausblick

19

Ausblick

Beide Technologien – TFM und PCI sind gut geeignet, um kleine Ultraschallanzeigen zu erkennen. TFM ist amplitudengesteuert, hier kann es durch zu viel Verstärkung zur Überinterpretation von Anzeigen kommen.

Als Ergänzung liefert PCI als Darstellung phasengleicher Anzeigen verstärkungsunabhängige Anzeigen. Durch die Auswahl des Prüfkopfes sind weitere Verbesserungen der Darstellung möglich.

PCI spielt seine Stärken bei Rissanzeigen aus, ist allerdings bei Poren weniger überzeugend.

Durch Anpassung der Farbscalierung sind diese Anzeigen wieder gut zu erkennen.

20

