

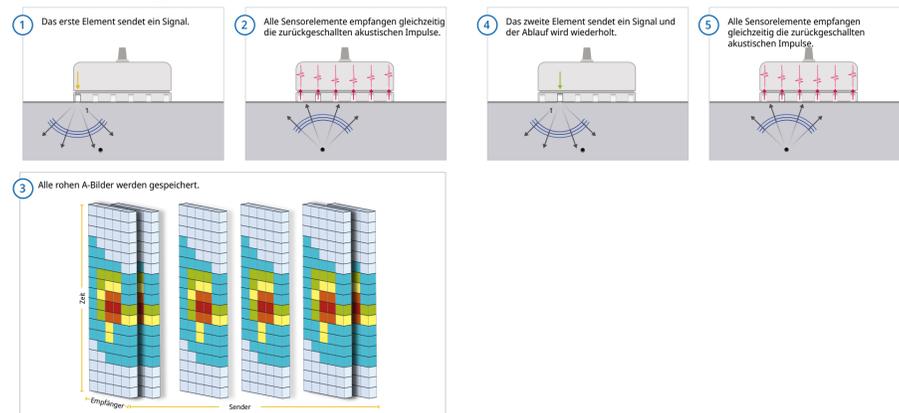
FMC- und TFM-Technologie

Warum TFM?

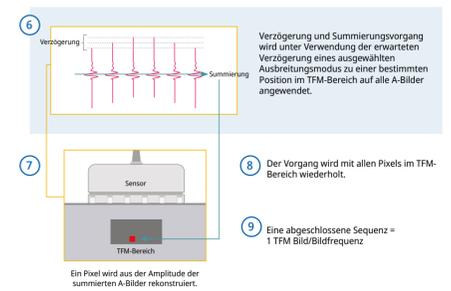
Die Phased-Array-Ultraschallprüfung ermöglicht die elektronische Steuerung und Fokussierung der Schallbündel eines Sensors, wodurch mehrere A-Bilder erzeugt werden, die mit relativ hoher Verarbeitungsgeschwindigkeit zu Bildern zusammengesetzt werden. Der Nachteil ist jedoch, dass die Einzelbilder nur an einer konstanten Tiefe fokussiert werden. Reflektoren außerhalb des Fokusbereichs erscheinen verschwommen und etwas größer wie der gleiche Reflektor im Fokusbereich.

Die Total Focusing Method (TFM), die die Daten des FMC-Datensatzes verwendet, kann dieses Auflösungsproblem lösen und dabei ein akzeptables Produktivitätsniveau beibehalten. Die TFM-Verarbeitung behält nur die Amplitude an fokussierten Punkten des Prüfbereichs (des TFM-Bereichs) bei, wodurch ein Bild des gesamten Bereichs, und nicht nur an einer einzelnen Tiefenlinie, in hoher Auflösung erzeugt wird.

FMC-Datenerfassung



TFM-Bildrekonstruktion



Modi der Total Focusing Method

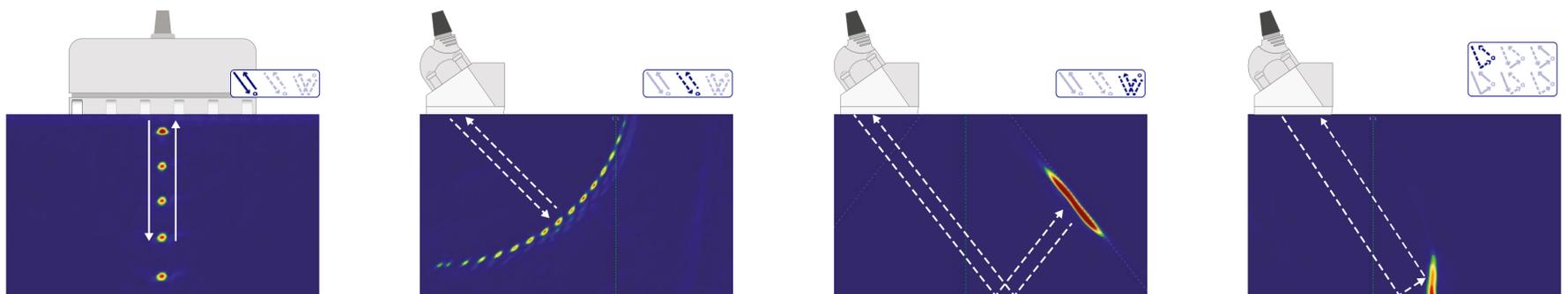
Impuls-Echo-Modus

Eine Prüfung mit Impuls-Echo-Modus und TFM ähnelt einer Phased-Array-Prüfung, die durch Longitudinalwellen und Transversalwellen an der ersten oder zweiten Umlenkung erfolgt. Im Impuls-Echo-Modus mit TFM bewegt sich das Schallbündel direkt vom Sensor zum Fehler und wieder zurück zum Sensor oder direkt vom Sensor zur Rückwand, zum Fehler, zurück zur Rückwand und wieder zurück zum Sensor.

Longitudinalwellen werden im Impuls-Echo-Modus normalerweise mit der Kontakttechnik bei 0° verwendet, z. B. bei der Korrosionserkennung. Transversalwellen werden im Impuls-Echo-Modus zur Überwachung von Volumenfehlern (wie Einschlüssen und Porosität) verwendet. Transversalwellen an der zweiten Umlenkung können zur Erkennung von schräg verlaufenden Fehlern (z. B. entlang der Fase der Schweißnaht) verwendet werden.

Self-Tandem-Modus

Im Self-Tandem-Modus mit TFM bewegt sich das Schallbündel vom Sensor zur Rückwand, zum Fehler und wieder zurück zum Sensor. Reflexionen von der Rückwand oder einem Fehler erzeugen mittels Modenwandlung entsprechende Signale. Im Self-Tandem-Modus erfolgt die Berechnung des Bilds mithilfe einer Kombination aus den Signalen der Modenwandlung von Longitudinalwellen und von Transversalwellen. Sie werden normalerweise für vertikale oder schräg verlaufende Fehler der Fase der Schweißnaht verwendet.



Was gibt es bei der Verwendung von TFM zu berücksichtigen?

Einstellen des TFM-Bereichs

Der TFM-Bereich ist der Prüfbereich des Prüfteils, von dem das Bild angezeigt werden soll. Dieser wird vom Prüfer eingestellt und er kann an eine beliebige Stelle des Prüfteilvolumens verschoben werden.

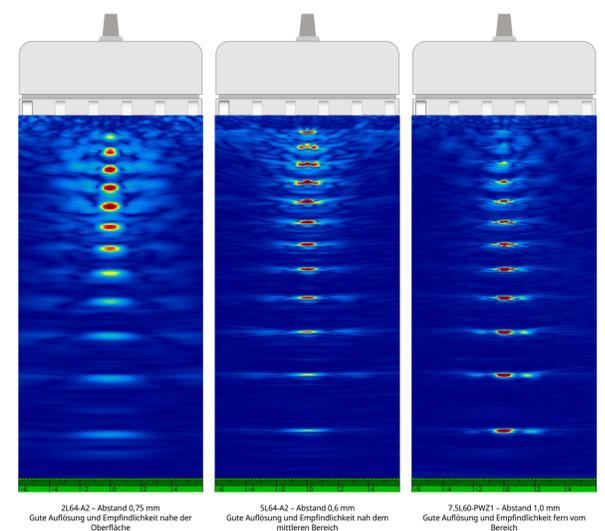


Bei Erweiterung des TFM-Bereichs über die Nahfeldtiefe des Sensors hinaus, erscheinen die Pixel dieses Bildausschnitts unscharf. Für weitere Informationen zu Einschränkungen des Sensors mit TFM siehe den Abschnitt „Auswahl des richtigen Sensors“.



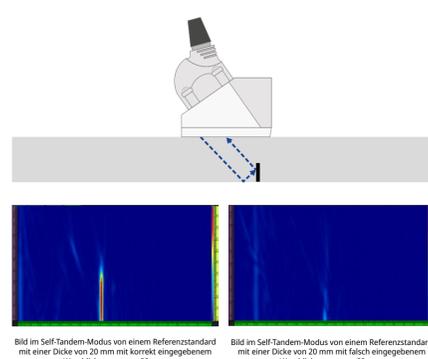
Auswahl des richtigen Sensors

Die Sensoreigenschaften sind bei der TFM-Bildgebung genauso einflussreich wie bei der Bildgebung mit herkömmlichem UT oder PA. Obwohl die TFM-Schallbündelbildung basierend auf FMC-Daten synthetisch (beim Senden und Empfangen) erreicht wird, haben Faktoren, wie Größe der Sensorapertur, Elementabstand und Frequenz, einen wichtigen Einfluss auf die Bildgebung von TFM-Bildern. TFM verwendet die gleichen Sensoren wie die Phased-Array-Technik, sodass die Fokussierung des TFM-Bereichs durch die gleichen physikalischen Gesetze eingeschränkt ist. Hochfrequente Sensoren können normalerweise weiter in das Prüfteil und niederfrequente Sensoren können näher am Sensor fokussieren. Sensoren mit größeren Aperturen können weiter vom Sensor und Sensoren mit kleineren Aperturen können näher am Sensor fokussieren.



Auswirkungen von Prüfteileigenschaften

Die angezeigte Amplitude im TFM-Bild ist abhängig von der Übereinstimmung der angenommenen Prüfteileigenschaften mit den tatsächlichen Prüfteileigenschaften. Erfolgt im Impuls-Echo-Modus die Eingabe der Schallgeschwindigkeit im Prüfteil, die erheblich vom tatsächlichen Wert abweicht, können die TFM-Ergebnisse Indikationen von falschen Stellen enthalten, und die modellierte Fokussierung stimmt nicht mit der tatsächlichen Fokussierung überein, was sich auf die angezeigte Amplitude auswirkt. Im Self-Tandem-Modus wirkt sich eine falsche Eingabe des Wanddickenwerts erheblich auf die Amplitude aus, da sich die gesendeten und empfangenen Schallbündel nicht an der erwarteten Position kreuzen.



AIM als Prüfplanhilfe

Mit der AIM-Funktion (Acoustic Influence Map) des OmniScan X3 Prüfgeräts kann die angenommene Schallausbreitung für verschiedene Modi im TFM-Bereich im Voraus modelliert werden. So kann auch sichergestellt werden, dass die Sensor- und Vorlaufkeil-Konfiguration geeignet für die Prüfung ist. Sie dient der Erstellung eines effektiven Prüfplans.

