



MANTIS

Kompaktes Phased-Array-Ultraschallprüfgerät
mit TFM, TOFD und konventionellem Ultraschall

KARL DEUTSCH

MANTIS - Kompaktes Phased-Array-Ultraschallprüfgerät

Der MANTIS ist ein kosteneffizientes, kompaktes wie leistungsstarkes Phased-Array-Ultraschallprüfgerät für den Einsatz im Feld, in der Werkstatt oder im Labor. Auf dem Stand der Technik bietet er neben Standard-Phased-Array-Techniken, wie Sektor- und Linear-Scan schon in der Grundausstattung TOFD (Beugungslaufzeittechnik) und TFM (Total Focusing Method) in Echtzeit.

Intuitive Benutzeroberfläche

Basierend auf dem GEKKO, der sich zur Referenz der portablen High-End-Prüfgeräte entwickelt hat, ist der MANTIS mit der gleichen Software ausgestattet. Diese zeichnet sich durch eine intuitive Benutzerführung aus, die die Verwendung eines Handbuches überflüssig macht. Zusammen mit dem hochpräzisen berührungssensitiven 8,4"-Bildschirm ermöglicht die Software dem Einsteiger und Experten gleichermaßen schnell, den MANTIS für die Prüfaufgabe zu konfigurieren.



den. Als Ausgangs-Modelle stehen Ebene, Zylinder, Stützen* und Stöße* zur Verfügung. Bei komplexeren Prüfgegenständen können 2D-Zeichnungen im DXF-Format eingelesen und eingeblendet werden.

Wegaufnehmer

Für die ortsgetreue Darstellung der Ultraschalldaten in B-, C- und D-Bildern stehen zwei bzw. drei* Encodeingänge zur Verfügung. Ist kein Wegaufnehmer zur Hand, lassen sich alternativ auch zeitabhängige Scans aufnehmen.

Vielfältige Echohöhenbewertung

Zur Echohöhenbewertung stehen beim MANTIS für klassische Phased-Array-Anwendungen die Methoden TCG/ACG und AVG für alle Prüfköpfe und für alle Winkel zur Verfügung. Im TFM-Betrieb steht ein manueller, sowie ein automatischer TCG zur Verfügung. Bei konventionellen Ultraschallanwendungen besteht die Wahl zwischen DAC und TCG.

Darstellung der Bauteilgeometrie

Zur visuellen Unterstützung bei der Auswertung können im MANTIS Bauteil- und Schweißnahtgeometrien konfiguriert und visualisiert werden.

Zugriffsrechte

Durch die Prüfaufsicht kann der MANTIS für Prüfaufgaben konfiguriert werden und der Zugriff des Prüfers auf bestimmte Einstellungen eingeschränkt werden.

Detailanalyse am PC

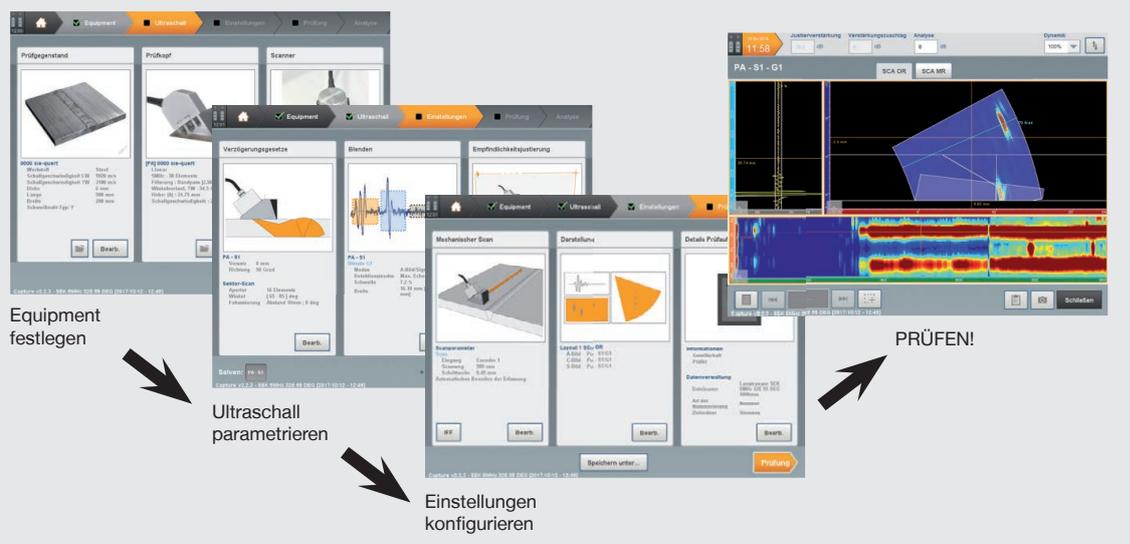
Zum Lieferumfang des MANTIS gehört die Software CAPTURE® für Offline-Analysen am PC (wie auch beim GEKKO). Die optionale Software ENLIGHT bietet noch mehr Analyse-Möglichkeiten. Außerdem können die Prüfdaten in CIVA und CIVA Analysis importiert und verarbeitet werden.

* nur in den Paketen EXPERT und MASTER (siehe Seite 7)

Benutzerführung und einfache Justierung

In nur wenigen Schritten und geführt vom intuitiven Assistenten erfolgt die Justierung von

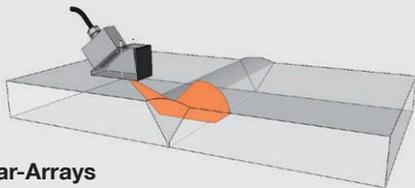
- Schallgeschwindigkeit
- relativer Empfindlichkeit der Elemente
- Keilwinkel und Keilhöhe
- Prüfempfindlichkeit je nach Anwendung mit DAC, TCG/ACG oder AVG



Universal-Phased-Array-Ultraschallprüfgerät

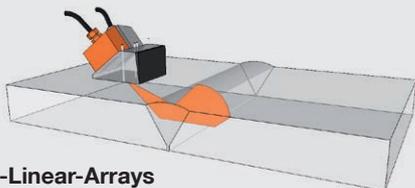
Der MANTIS bietet alle gängigen Ultraschall-Prüftechniken in einem Gerät. Dazu gehören einerseits klassische Phased-Array-Prüftechniken, wie Linear- und Sektorscans mit linearen Arrays, aber auch konventionelle Ultraschallprüftechniken mit Einschwinger- oder SE-Prüfköpfen und TOFD. Zusätzlich bietet der MANTIS Techniken wie Dual Linear Arrays (DLA), Matrix Arrays* und Dual Matrix Arrays (DMA)* für anspruchsvolle Prüfaufgaben und die Total Focusing Method (TFM) in Echtzeit in einem günstigen, kompakten und mobilen Phased-Array-Prüfgerät.

Phased-Array-Prüftechniken



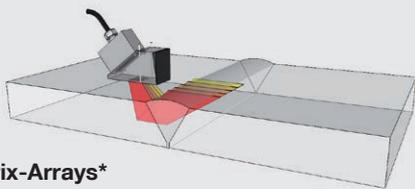
Linear-Arrays

für alle Standard Phased Array Prüfaufgaben, wie Sektorscans und Linearscans



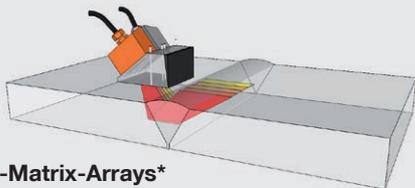
Dual-Linear-Arrays

z. B. für die Prüfung austenitischer Schweißnähte mit fokussierten Schallfeldern



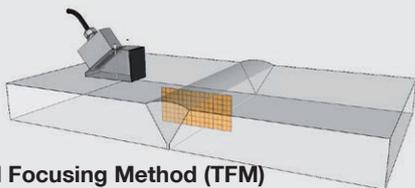
Matrix-Arrays*

z. B. für die Prüfung auf Fehler mit unterschiedlicher Orientierung oder bei kleiner Koppelfläche



Dual-Matrix-Arrays*

z. B. für die Prüfung austenitischer Schweißnähte mit punktfokussierten Schallfeldern



Total Focusing Method (TFM)

ermöglicht mit allen Phased-Array-Prüfköpfen die extrem hochauflöste Ultraschallprüfung

Konventionelle Ultraschall-Prüftechniken



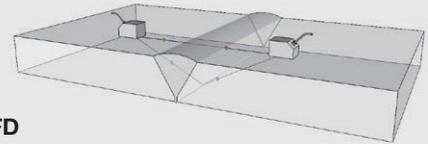
Einschwinger-Prüfköpfe

für alle konventionellen Ultraschall-Prüfaufgaben, z. B. Volumenprüfung oder Schweißnahtprüfung



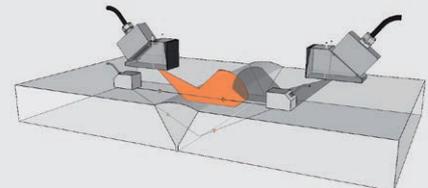
Sender-Empfänger-Prüfköpfe

für alle konventionellen Ultraschall-Prüfaufgaben, z. B. für oberflächennahe Fehler



TOFD

als bildgebendes Prüfverfahren für die Schweißnahtprüfung



Mehrfachgruppen (Multi-Salvo)

Kombination von Prüftechniken, z.B.

- 1 oder 2 Phased-Array-Prüfköpfe + TOFD
- 1 oder 2 Phased-Array-Prüfköpfe + konventioneller Ultraschall
- 1 oder 2 Phased-Array-Prüfköpfe im Multi-Salvo-Betrieb mit verschiedenen Einstellungen (Linear-/Sektorscan, Apertur, Fokus etc.).

Kombinationen (Multi-Salvo)

* nur im Paket MASTER (siehe Seite 7)

Schweißnahtprüfung mit Sektorscans

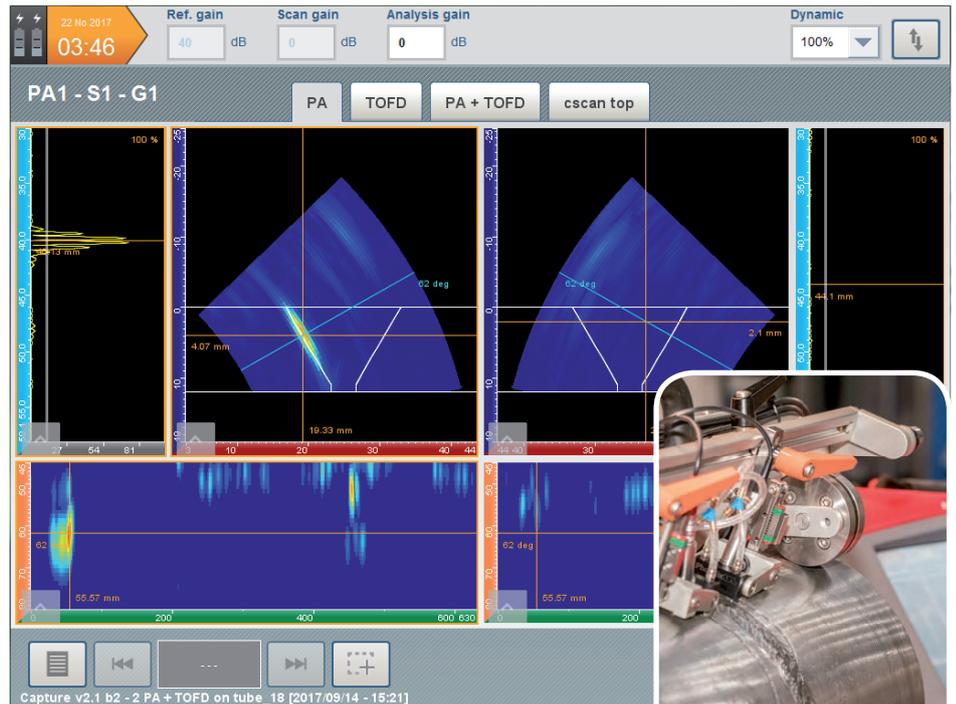
Dieses Verfahren ist die Standard-Phased-Array-Array-Prüftechnik bei der Schweißnahtprüfung. Der MANTIS kann Aperturen mit bis zu bis 16 Elementen ansteuern und abhängig vom Vorsatzkeil mit allen Phased-Array-Prüfkopftypen Sektorscans von 0° bis 90° durchführen. TCG/ACG und AVG steht zur Echohöhenbewertung für alle Prüfköpfe und Winkel zur Verfügung.

Mit Hilfe eines Scanners können Schweißnähte mit mehreren Prüfköpfen in Mehrfachgruppenkonfigurationen schnell und effizient gleichzeitig geprüft werden.

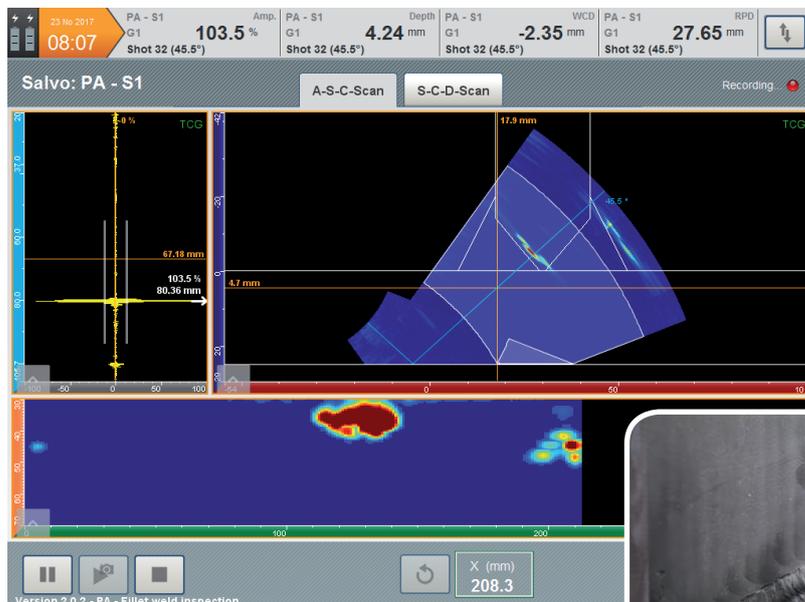
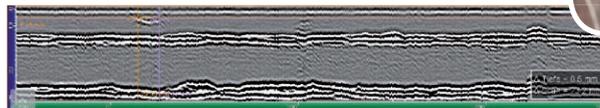
TOFD (Beugungslaufzeittechnik)

Die TOFD-Technik kann ergänzend zu Sektorscans oder einzeln angewendet werden. Die Stärken der TOFD-Technik, z.B. innen liegende vertikale oder horizontale Inhomogenitäten zur Anzeige zu bringen, gleichen entsprechende Schwächen der Phased-Array-Technik aus.

In Kombination können beide Techniken für manche Anwendungen die Röntgenprüfung ersetzen.



Schweißnahtscanner auf Rundnaht mit Multi-Salvo-Anwendung (2 x PA + TOFD)



PA-Prüfkopf an T-Stoß mit Rollenencoder

Kehlnähte in T, K- und Y-Stößen und Stützen*

Das EXPERT-Paket erlaubt die Konfiguration und effiziente Prüfung von komplizierteren Prüfsituationen. Die Geometrie von T-, K- und Y-Stößen können im MANTIS frei konfiguriert werden. Der MANTIS berechnet während der Prüfung die Schallumlenkung entsprechend der Geometrie korrekt und vereinfacht so die Auswertung der Prüfergebnisse deutlich.

Die Verwendung eines 3-Achsen-Scanners* erlaubt die sichere Prüfung von Stützen auch auf der Mantelfläche von Behältern. Mit der Prüfkopfposition kann der Scanner die gekrümmte 3D-Geometrie im Sektorscan korrekt darstellen und den Sprung entsprechend berechnen.

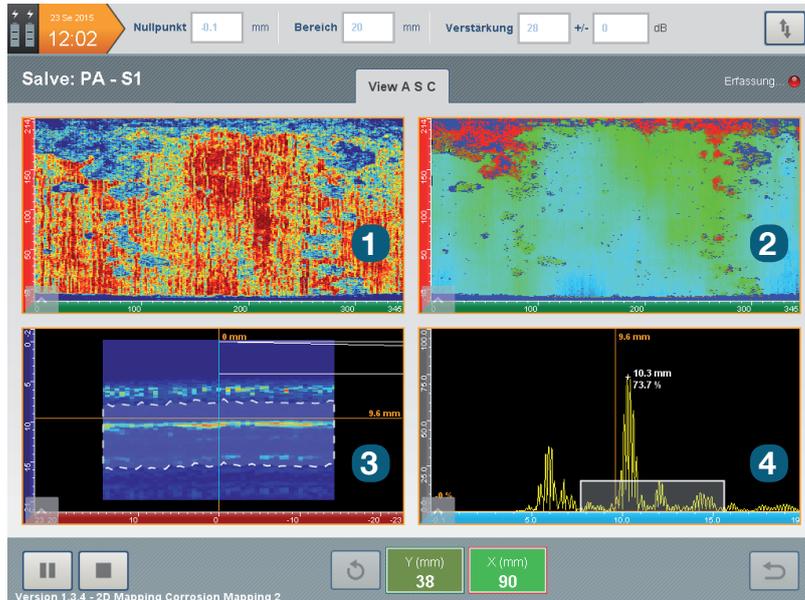


* nur in den Paketen EXPERT und MASTER (siehe Seite 7)

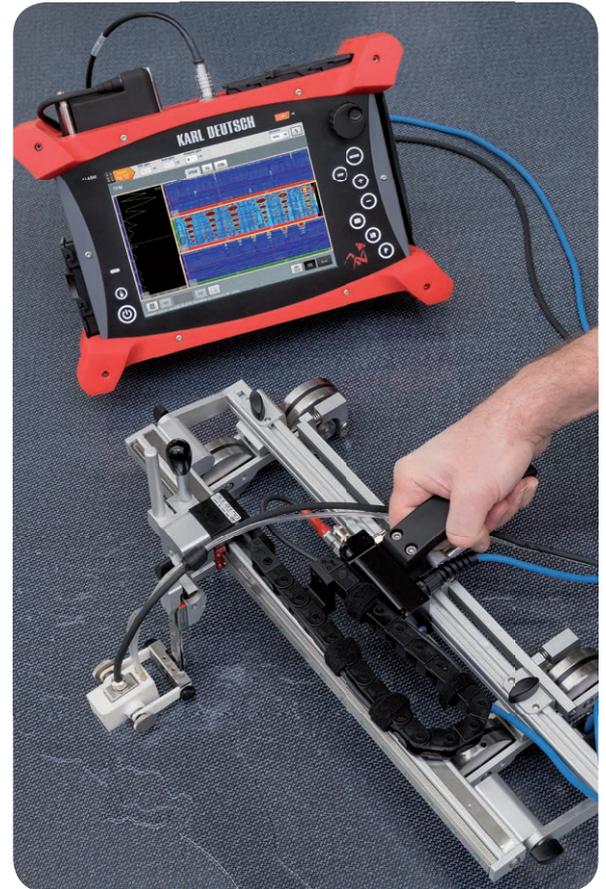
Anwendungen

2D-Kartierung zur CFK/GFK- und Korrosionsprüfung

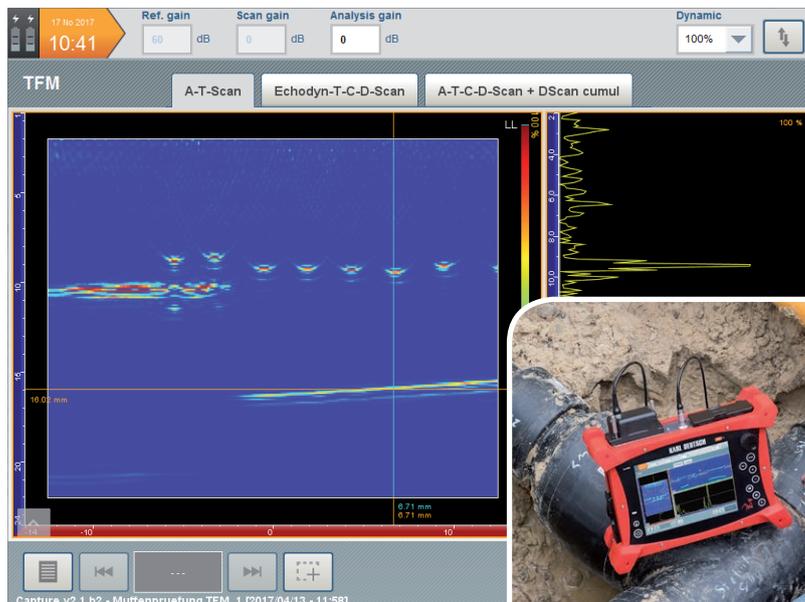
Bei der Korrosionsprüfung oder der Prüfung von CFK/GFK-Werkstoffen wird senkrecht in den Werkstoff eingeschallt. Dabei wird mittels Linearscan ein virtueller Prüfkopf elektronisch über die gesamte Prüfkopfbreite verschoben. Mit Hilfe eines 2D-Scanners werden dann überlappende Prüfspuren auf dem zu prüfenden Bauteil gefahren und die Resultate am Gerätebildschirm zusammengefügt. Dadurch können auch große Flächen schnell und sicher zu 100% geprüft und Fehlstellen anhand eines C-Bildes unmittelbar erkannt werden.



1 C-Bild für Fehlstellen (Amplitude) 2 T-Bild für Wanddicke (Laufzeit) 3 B-Bild 4 A-Bild



xy-Scanner für 2D-Kartierung



Prüfergebnis: Gute Rohrverbindung



Prüfung von Elektroschweißmuffen an PE-Rohren

PE-Rohre, z. B. von Gasleitungen im städtischen Bereich, werden mit Elektroschweißmuffen verbunden und verschweißt. Für die Dichtigkeit der Rohre ist die Einstecktiefe und Schweißqualität relevant. Durch Anwendung der Total Focusing Method, siehe auch Seite 6, kann diese Verbindung schnell und elegant geprüft werden. Die ohnehin schon einfache Gerätebedienung vereinfacht sich noch weiter. Es genügt die Eingabe der Schallgeschwindigkeit des Materials, welche für Standardmaterialien bekannt ist und die Auswahl des Prüfvolumens (Δx , Δy).

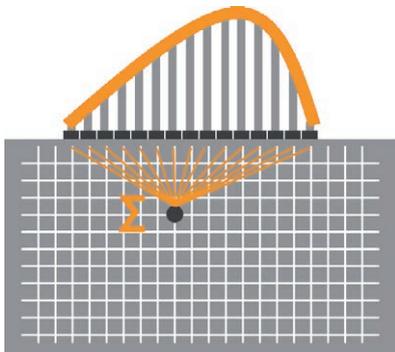
Das Ergebnis der Prüfung ist ein Schnittbild der Muffe, das so hochaufgelöst und klar zu erkennen ist, dass es auch von Ultraschall-Laien problemlos verstanden und ausgewertet werden kann.

Das Ergebnis der Prüfung ist ein Schnittbild der Muffe, das so hochaufgelöst und klar zu erkennen ist, dass es auch von Ultraschall-Laien problemlos verstanden und ausgewertet werden kann.

Total Focusing Method (TFM)

TFM-Prinzip

Bei dieser Technik wird zunächst das Full-Matrix-Capture-Verfahren (FMC) angewandt, indem jedes einzelne Prüfkopfelement nacheinander gepulst wird,



während alle Prüfkopfelemente das resultierende Ultraschallechosignal aufzeichnen. Aus den in dieser Matrix von Ultraschallsignalen enthaltenen Informationen wird durch Summation über alle Signale mittels eines speziellen Rekonstruktionsalgorithmus, der Total

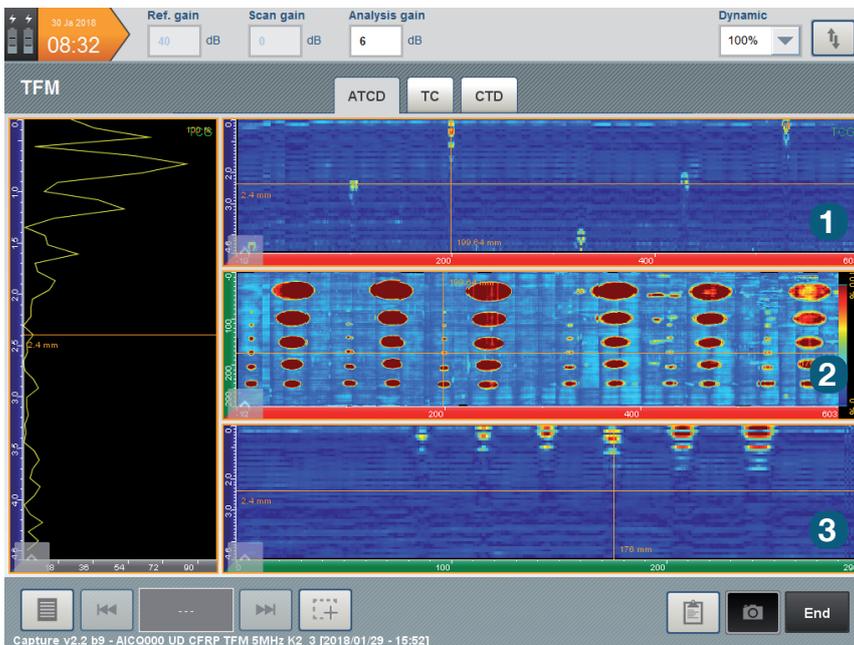
Focusing Method, ein B-Bild berechnet, das in jedem einzelnen Bildpunkt fokussiert ist. So erhält der Prüfer ein hochaufgelöstes B-Bild.

Echtzeitdarstellung

TFM war lange Zeit ein mächtiges Analysewerkzeug, das aber nur offline, z. B. in Forschungseinrichtungen zur Verfügung stand. Der MANTIS macht diese Technik feldtauglich und liefert TFM-Ergebnisse online in Echtzeit mit 80 Bildern pro Sekunde.

Einfache Konfiguration

Die Konfiguration der TFM-Prüfung ist sehr einfach: Prüfkopf auswählen, Schallgeschwindigkeit eingeben, Bildbereich (Prüfvolumen, Δx , Δy) wählen, prüfen!



TFM Darstellung einer CFK-Platte (schematische Ansicht rechts) mit Testfehlern unterschiedlicher Größe und Tiefe, in der rechten Hälfte der Platte abgedeckt: 1 TFM-E-Bild, 2 C-Bild, 3 kumuliertes B-Bild



TFM-Darstellung einer Schraube mit Graustufenskala bei kopfseitiger Einschallung

Tiefenausgleich (TCG)

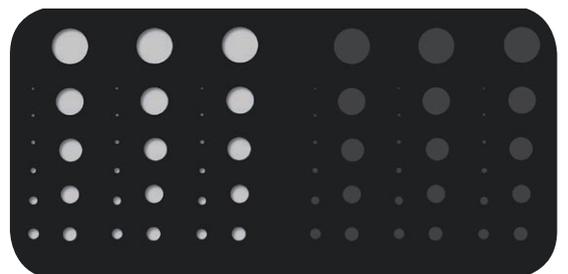
Um eine gleichmäßige Prüfeempfindlichkeit für alle Bildpunkte zu erhalten, steht ein TCG-Assistent zur Verfügung, mit dem die TCG-Kurve mit wenigen Tastendrücken erstellt ist. Alternativ können tiefenabhängige Verstärkungswerte manuell eingegeben werden. Dies ist dann praktisch, wenn kein geeigneter Testkörper für den TCG-Assistenten zur Verfügung steht.

Prüfköpfe für TFM

Die Auflösung des TFM-Bildes hängt mit der Prüffrequenz und der Apertur des Prüfkopfes zusammen. Je größer die Apertur und je mehr Prüfkopfelemente zur Verfügung stehen, desto mehr Informationen stehen dem Algorithmus zur Verfügung, um das Bild zu berechnen.

In der ADEPT-Version kann der MANTIS 16 Prüfkopfelemente zur Rekonstruktion des TFM-Bildes verwenden. Die volle Leistung des MANTIS wird durch die MASTER-Version freigesetzt, die Prüfköpfe mit bis zu 64 Elementen nutzen kann.

Sollte es den idealen Prüfkopf für eine Anwendung nicht geben, kann KARL DEUTSCH auf Kundenwunsch spezielle auf die jeweilige Anwendung angepasste Prüfköpfe auslegen und fertigen.



MANTIS-Ausbaustufen & Technische Daten

MASTER

- EXPERT-Funktionen
- ADEPT-Funktionen

- + Hochauflösendes TFM
- + Matrix-Arrays
- + Dual Linear Arrays (DLA)
- + Dual Matrix Arrays (DMA)
- + Full Matrix Capture (FMC)

EXPERT

- ADEPT-Funktionen

- + 3-Achsen-Encoder
- + Live 3D-Overlays
- + erhöhte Pulsfolgefrequenz (20 kHz)

ADEPT

- + PAUT + TOFD + UT + TFM
- + Overlay-Schweißnahtgeometrie
- + CAD Import
- + Multi-Gruppen-Setups (Multi-Salvo)
- + TCG | DAC | AVG
- + Kalibrier-Assistenten
- + PC-Software CAPTURE
- + kompatibel zu CIVA und ENLIGHT
- + Ethernet-Datentransfer und USB 3.0

Der MANTIS ist in drei unterschiedlichen Ausbaustufen erhältlich vom Basispaket ADEPT über das erweiterte EXPERT-Paket hin zum vollausgestatteten MASTER-Paket. Die ADEPT- und EXPERT-Pakete können jederzeit nachträglich auf eine höhere Ausbaustufe erweitert werden.

Technische Daten

Anschlüsse	
Prüfköpfe	<ul style="list-style-type: none"> • PA: 1 x IPEX (2 x IPEX über Adapter) • UT und TOFD: 2 x LEMO 00 (1 PR - 1R)
Encodereingänge	2 (3*)
USB 2.0 / USB 3.0	1 / 1
Monitorausgang	1 x Mini-Displayport
Ethernet	1 x RJ45

* nur in den Paketen EXPERT und MASTER

Analyse	
PC-Software	<ul style="list-style-type: none"> • CAPTURE® (enthalten) und freier Viewer • Enlight (optional) • CIVA Analysis (optional)
Ansichten	<ul style="list-style-type: none"> • A-, B-, C-, T-Bild • Echodynamik • 3D • Draufsicht und Seitenansicht
Sonstiges	<ul style="list-style-type: none"> • 800% Amplitudenbereich • Prüfberichtserstellung

weiter auf Seite 8

Technische Daten

Phased-Array / Konventioneller Ultraschall	
PA-Techniken	<ul style="list-style-type: none"> • Linear-Scan (E-Scan) • Sektor-Scan (S-Scan) • Compound-Scan
Prüfköpfe	<ul style="list-style-type: none"> • PA: Lineare Arrays, Matrix-Arrays**, Dual Linear Array (DLA)*, Dual Matrix Arrays (DMA)** • UT: Monoelement, SE, TOFD
Verzögerungsgesetze (Delay Laws)	<ul style="list-style-type: none"> • bis zu 2048 • max. 6 Prüfköpfe • max. 8 Gruppen • CIVA-gestützte Berechnung • kurze Rechenzeit
Geometrien	<ul style="list-style-type: none"> • eben • zylindrisch • T*- und Y*-Stoß • Stützen*
Fokussierung	<ul style="list-style-type: none"> • Tiefe • Schallweg • Projektion
Empfindlichkeits-einstellung	<ul style="list-style-type: none"> • PA: TCG/ACG-, TCG-, AVG-Justierassistent • UT: TCG-, DAC-Justierassistent

Total Focusing Method (TFM) in Echtzeit	
Kanäle	16 bis 64**
Bildauflösung	max. 65.000 Bildpunkte im rekonstruierten Bild
Bildwiederholrate	80 Bilder/s
Schallwege	<ul style="list-style-type: none"> • direkt (L oder S) • indirekt (L oder S)** • Modenumwandlung**
Empfindlichkeits-einstellung	TCG/ACG-, TCG-Justierassistent

Digitalisierung	
Datenauflösung	16 Bit
Max. Abtastfrequenz	100 MHz
Digitalisierungstiefe	max. 16.000 Punkte
Länge A-Bild / Verzögerung	max. 65.000 Punkte
Filter	FIR-Filter
Echtzeit-Mittelung	max. 32-fach
Signaldarstellung	<ul style="list-style-type: none"> • Hochfrequenz (RF) • Gleichgerichtet • Einhüllende
Sonstiges	Digitalisierung und Echtzeit-Summutation auf 16 Kanälen

* nur in den Paketen EXPERT und MASTER

** nur im Paket MASTER

Impulsgenerator / Empfänger	
Kanäle	<ul style="list-style-type: none"> • PA: 16:64 • UT und TOFD: 2
Apertur	max. 16 Elemente
Impulsform	negativer Rechteckpuls
Impulsbreite	<ul style="list-style-type: none"> • PA: 35 ns bis 1250 ns • UT und TOFD: 30 ns bis 1250 ns
Spannung	<ul style="list-style-type: none"> • PA: 12 V bis 90 V in 1-V-Schritten • UT und TOFD: 12 V bis 200 V in 1-V-Schritten
Impulsfrequenz (IFF)	max. 12 kHz bis 20 kHz*
Eingangsimpedanz	50 Ω
Frequenzbereich	<ul style="list-style-type: none"> • PA: 0,4 MHz bis 20 MHz • UT und TOFD: 0,6 MHz bis 25 MHz
max. Eingangssignal	<ul style="list-style-type: none"> • PA: 2 Vss • UT und TOFD: 2 Vss
Verstärkung	max. 120 dB in 0,1-dB-Schritten
Kanal-Übersprechen	< 50 dB

Datenaufzeichnung	
Blenden	Hardware-Datenaufzeichnungsblenden
Anzahl Blenden	4
Datenaufzeichnung	<ul style="list-style-type: none"> • A-Bild • Spitzenwert • Full Matrix Capture (FMC)**
Speicher	128 GB SSD, max. 150 MB/s
Größe Prüfdatensatz	max. 10 GB
Trigger Datenaufzeichnung	<ul style="list-style-type: none"> • Zeit • Ereignis • Encoder

Allgemeines	
Abmessungen (B x H x T)	320 mm x 220 mm x 100 mm
Zulässige Temperatur	<ul style="list-style-type: none"> • Betrieb: -10 °C bis 45 °C • Lagerung: -10 °C bis 60 °C (mit Batterie)
Betriebszeit	4 h, Batterie hot-swap-fähig
Bildschirmgröße	8,4", resistiver Touchscreen mit hohem Kontrast
Bildschirmauflösung	1024 x 768 Punkte
Gewicht	4,4 kg (inkl. Batterie)
Schutzklasse	IP65 gemäß CEI60529
Stoßfestigkeit	MIL-STD-810G
Normen	<ul style="list-style-type: none"> • DIN EN ISO 18563-1 • DIN EN ISO 12668-1

KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG
 Otto-Hausmann-Ring 101 · 42115 Wuppertal · Deutschland
 Telefon (+49-202) 7192-0 · Fax (+49-202) 71 49 32
 info@karldeutsch.de · www.karldeutsch.de

DIN EN ISO
9001
zertifiziert

KARL DEUTSCH