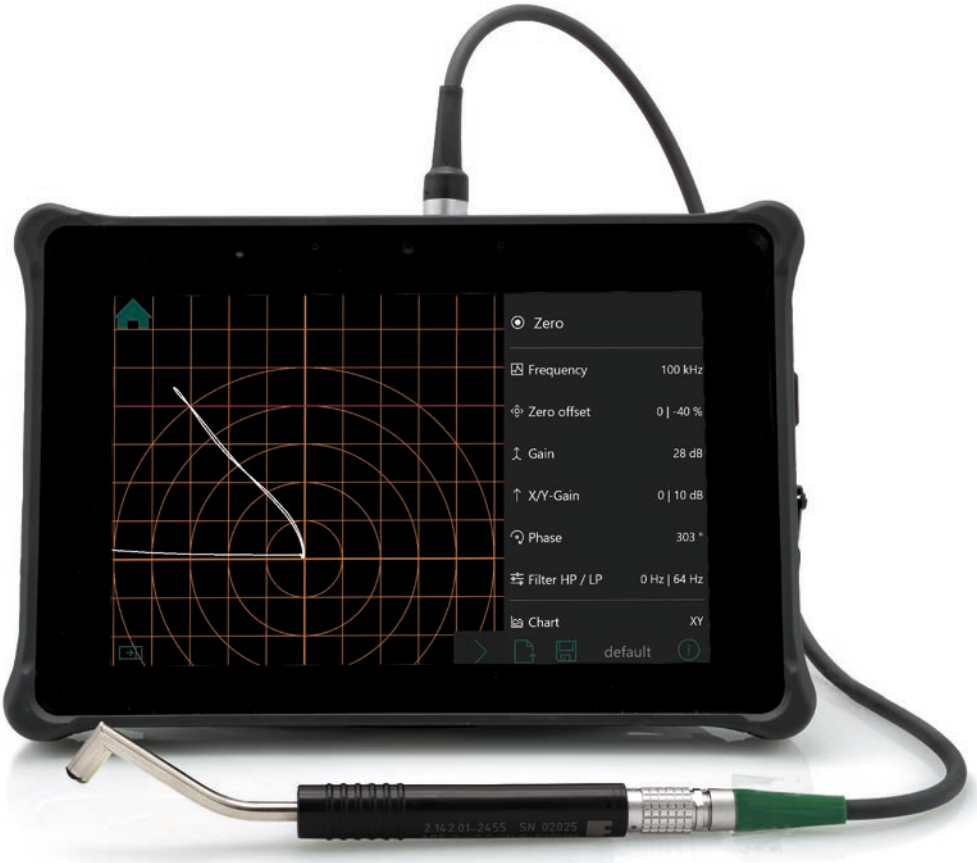
TCM 2.142

Mobiles Universalgerät zur zerstörungsfreien Wirbelstromprüfung

FOERSTER



proof.

Das Unternehmen

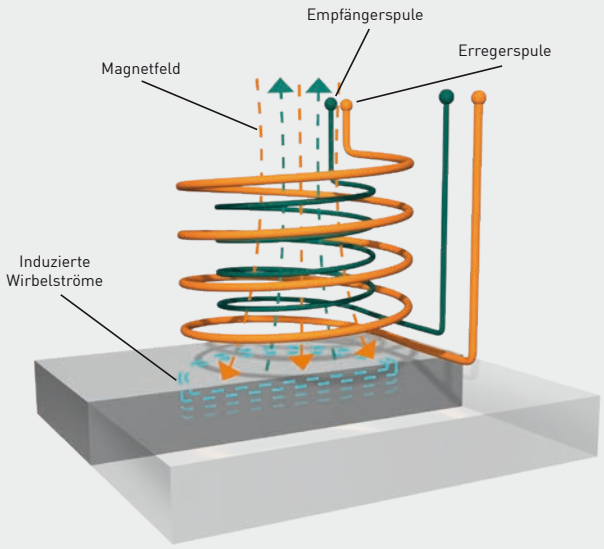
FOERSTER ist einer der Technologieführer auf dem Weltmarkt der zerstörungsfreien Prüfung metallischer Werkstoffe. Als „Hidden Champion“ ist FOERSTER mit einem Netzwerk aus elf eigenen Tochterunternehmen und qualifizierten Vertretungen in mehr als 60 Ländern weltweit aktiv und immer nah am Kunden.

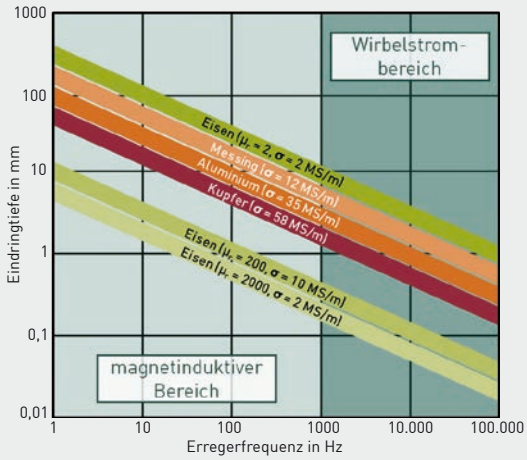
FOERSTER Business Unit Mobile Testing (MT)
Die Business Unit MT hat sich auf mobile Geräte und Systeme zur manuellen und halb-automatischen Prüfung sicherheitsrelevanter Bauteilen spezialisiert. Die kompakten Mess- und Prüfgeräte kommen überwiegend im Wartungsbereich der Luft- und Raumfahrt, in der Automobilindustrie, im Energie- und Chemiesektor sowie im Maschinen- und Anlagenbau zum Einsatz. Für möglichst optimale Prüfergebnisse steht ein großes Spektrum an unterschiedlichen Sensoren zur Rissprüfung zur Verfügung, wie z.B. umfassende Spulen für rotationssymmetrische Bauteile, Tastsonden für einfache oder komplexe Oberflächengeometrien sowie Rotiersonden für Bohrungen.

Als physikalische Messgröße kann mit der Wirbelstromtechnik auch die elektrische Leitfähigkeit von metallischen Werkstoffen bestimmt werden.

Ein weiterer wichtiger Schwerpunkt von MT ist die mobile und stationäre Härteprüfung mit den zerstörungsarmen UCI- und Leeb-Prüfverfahren. Die Geräte lassen sich durch die kompakten Messsonden bzw. -sensoren auch in schwierigen Prüfpositionen und bei komplexen Bauteilgeometrien einsetzen. Einsatzgebiete sind z.B. die Wareneingangskontrolle, Verwechslungsprüfung, Produktionskontrolle, Qualitätssicherung, Schweißnahtprüfung, Schnittkantenprüfung, Wartung an eingebauten Komponenten sowie der Ersatz von dynamischen Härteprüfgeräten bei geringer Materialdicke (unterhalb 5 mm, z.B. Kessel, Rohre).

Prüfen mit Wirbelstrom





Abhängigkeit von Frequenz und Eindringtiefe

Die regelmäßige Wartung von z.B. Flugzeugen, Schienenfahrzeugen oder Kraftwerken ist unerlässlich für den sicheren Betrieb. Dazu gehört auch die zerstörungsfreie Prüfung kritischer Bereiche oder eine 100%-Prüfung der Bauteile und Konstruktionen.

Das Wirbelstromverfahren

Das Wirbelstromverfahren nach DIN EN ISO 15548 ist ein zerstörungsfreies und berührungsloses Verfahren zur Prüfung von metallischen Materialien.

Eine stromdurchflossene Spule erzeugt mit ihrem elektromagnetischen Wechselfeld an der Oberfläche der Bauteile Wirbelströme. Fehler oder Unregelmäßigkeiten ändern das Wirbelstromverhalten und damit die Impedanz der Spule. Diese Spannungsänderungen werden erfasst, um so Materialien auf deren Materialzusammensetzung, Wärmebehandlungszustand, Risse und die Restwandstärke zu überprüfen.

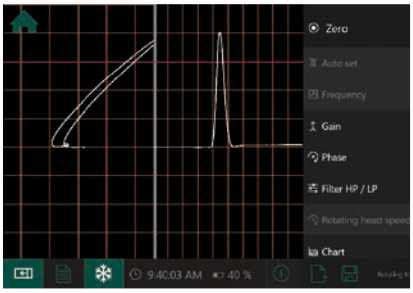
Die Prüffrequenz – ein ausschlaggebender Faktor

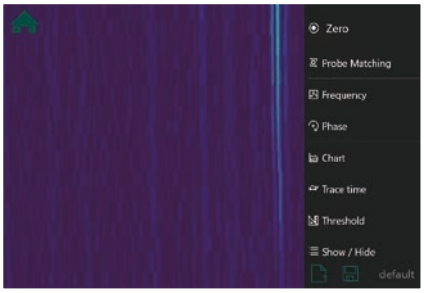
Die Auswahl der passenden Prüffrequenz kann herausfordernd sein. Denn diese beeinflusst, zusammen mit der elektrischen Leitfähigkeit und der magnetischen Permeabilität des Werkstoffs, maßgeblich die Wirbelstromeindringtiefe.

Die korrekte Einstellung der Wirbelstromeindringtiefe ist wichtig für den Erfolg einer Applikation. So muss z.B. für die Prüfung der Restwand eines Aluminiumbleches die Frequenz so niedrig gewählt werden, dass das Material vollständig durchdrungen wird. Bei der Leitfähigkeitsmessung ist wiederum darauf zu achten, dass die Materialdicke die 3-fache Wirbelstromeindringtiefe nicht unterschreitet, da es ansonsten zu Messfehlern kommt. Bei der Rissprüfung wird für kleine Risse eine hohe Frequenz ausgewählt, da eine hohe Frequenz eine geringe Eindringtiefe und damit eine hohe Ortsauflösung bedeutet.

Mit der neuen Plattform TCM von FOERSTER lassen sich diese verschiedenen Anwendungen mit nur einem Gerät durchführen.

TCM 2.142 – Eine Plattform für alle Ihre Wirbelstromprüfverfahren





Konzipiert für den universellen Einsatz
Für die mobile Prüfung sind häufig verschiedene Prüfsysteme erforderlich. In der neuen TCM-Plattform vereint FOERSTER nun die etablierten Produkte zur Prüfung mit Wirbelstrom.

In einem einzigen Gerät sind die tief eindringende Niederfrequenzprüfung (LF) mit DEFECTOSCOP zur Restwandstärkeprüfung sowie die Hochfrequenzprüfung (HF) des DEFECTOMETER zur Detektion kleinster Risse integriert. Auch die Leitfähigkeitsmessung von nicht ferromagnetischen Materialien deckt die TCM-Plattform ab.

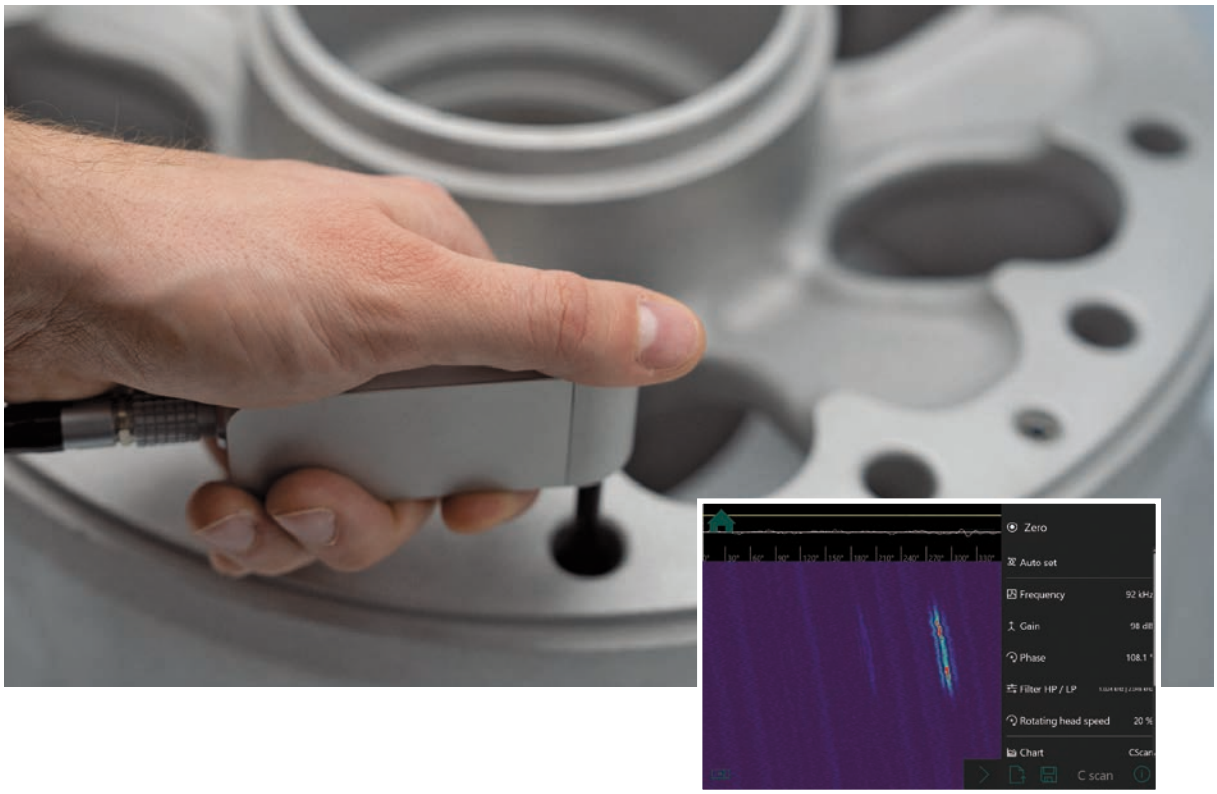
Über die intuitive Touch-Oberfläche können Sie die einzelnen Anwendungen auswählen. Die automatische Sondenerkennung hilft Ihnen dabei, die optimalen Prüf- und Messparameter zu wählen, um beste Ergebnisse zu erzielen.

Verfügbare Software-Module
- **DEFECTOSCOP:** Universelle Wirbelstromprüfung mit Rotier-, HF- und LF- Sonden.
- **SIGMATEST:** Messung der elektrischen Leitfähigkeit nicht ferromagnetischer Metalle.
- **ECA (Eddy Current Array):** Wirbelstromprüfung mit Sensorarrays mit bis zu 512 Kanälen.

Bereit für die unterschiedlichsten Anwendungen
Mit dem robusten Design und den jeweiligen Funktionsmodulen ist das TCM die Lösung für verschiedenste Anwendungen wie:

- **Sortierprüfungen:** Materialunterscheidung oder Sortierung von harten und weichen Bauteilen.
- **Leitfähigkeitsmessung an Flugzeugstrukturen**
- **Rissprüfung an Brücken und Schienen**
- **Rissprüfung an geschliffenen Oberflächen:** Auffinden von Rissen ab 20 µm Tiefe.

Universelle Wirbelstromprüfung mit DEFECTOSCOP



Ihre Vorteile

- **Universelle Wirbelstromprüfung für rotierende und HF-, NF-Anwendungen:** Lösen Sie verschiedenste Prüfaufgaben mit eigenen oder von FOERSTER angepassten Sensoren.
- **C-Scan:** Die Daten der Handrotiersonde können in einem hochaufgelösten C-Scan dargestellt werden.
- **Mehrfrequenzprüfung mit bis zu 8 Frequenzen:** Prüfen Sie in einer Bewegung verschiedene Materialtiefen auf Ungänzen oder reduzieren Sie Störsignale mit dem Frequenzmixing.
- **Nachbearbeitung eingefrorener Wirbelstromdaten:** Bearbeiten Sie am stehenden Wirbelstromsignal Parameter wie Gain, Phase, Hochpass- und Tiefpassfilter.
- **Flexible Sondenwahl:** Verbinden Sie verschiedenste Sensoren wie parametrische, transformatorische oder Brückensonden.

Konventionelle Wirbelstromprüfung in Impedanzebenendarstellung

Das Modul DEFECTOSCOP nutzt alle typischen Parameter eines universellen Wirbelstromprüfgeräts und stellt die Messdaten z.B. in der Impedanzebene dar. Die Liste der verfügbaren Parameter kann im Expertenmodus einfach vom jeweiligen Nutzer angepasst und im Prüfprogramm gespeichert werden. Für einen schnellen und einfachen Start des Moduls können Favoriten definiert werden. Durch einen Wechsel vom Expertenmodus in den Bedienermodus werden die Parameterliste und verschiedene Systemeinstellungen zur Bearbeitung gesperrt.

Optional können dem Prüfprogramm mehrere Frequenzen hinzugefügt werden, sodass parallel in verschiedenen Wirbelstromeindringtiefen geprüft werden kann. Die Farbdarstellung der Frequenzen kann beliebig angepasst werden.

Aufnahmen von rotierenden Bauteilen oder Handrotiersonden können direkt in einem hochaufgelösten C-Scan dargestellt werden. So wird der Prüfbereich einfach bewertet und vollständig dokumentiert. Alternativ können auch die Rohdaten des Wirbelstromsignals aufgenommen und im Nachgang am Arbeitsplatzrechner ausgewertet werden.

Messung der elektrischen Leitfähigkeit mit SIGMATEST

Ihre Vorteile

- **Großer Frequenzbereich:** Ermöglicht die Messung unterschiedlicher Materialstärken.
- **Abgeschirmte Sonden:** Diese dienen zur Vermeidung von Kanteneffekten.
- **Reduzierter Verschleiß:** Eigens dafür konzipiert wurden die langlebigen Sonden mit Titanschutz.
- **Einfache Handhabung:** Automatische Erkennung der Sonden und Laden der Kalibrierkurven.

Präzise und zuverlässige Leitfähigkeitsmessung

Die Leitfähigkeitsmessung ermittelt physikalische und technische Materialeigenschaften. Das SIGMATEST wird sowohl zur Qualitätskontrolle von Fertigungserzeugnissen als auch zur Prüfung von Materialzusammensetzungen sowie zur Sortierung von Metallen, Legierungen und Schrott eingesetzt. Weitere Anwendungsgebiete finden sich bei der Wartung von Flugzeugen zur Bestimmung von Hitzeschäden sowie in der Metallindustrie zur Prozesskontrolle in der Produktion.

Das SIGMATEST Modul wird mit speziellen Leitfähigkeitssonden genutzt. Diese werden im FOERSTER Kalibrierlabor bei 20 °C auf rückführbare Leitfähigkeitsstandards (PTB/NIST oder NPL) justiert. Die Daten der Justierung sind auf dem Sensor gespeichert und werden vom TCM abgerufen. So wird eine exakte Leitfähigkeitsmessung ermöglicht.

Die Einzelmessung wird per Touch ausgelöst. Ist ein Scan der Oberfläche gefordert, so können kontinuierlich Messwerte ausgegeben und in einem Zeitdiagramm dargestellt werden.

Großflächige Prüfung mit ECA

Ihre Vorteile

- **Großflächige Prüfung:** Prüfung mit bis zu 512 Sondenelementen parallel.
- **Einfache Handhabung:** Automatische Erkennung der Sonden und Einstellung aller relevanten Hardwareparameter.
- **Lokalisierung von Ungänzen:** Ortsaufgelöste Wirbelstromdaten für eine positionsgenaue Fehlererkennung.
- **100% Dokumentation:** Speichern der Wirbelstrombilder als PNG möglich.

Wirbelstromprüfung mit Sensorarrays

Sollen große Flächen gescannt werden, dann kann die konventionelle Wirbelstromprüfung sehr zeitaufwendig sein. Zudem besteht die Gefahr, dass aufgrund der manuellen Sondenführung ungeprüfte Bereiche entstehen. Mit dem Modul ECA können große sowie formangepasste Arraysonden betrieben werden. Damit können große Flächen schnell und ohne ungeprüfte Bereiche gescannt werden.

Arraysonden bestehen aus mehreren Einzelsensoren, welche z.B. in einer Reihe in einem Gehäuse, angeordnet sind. So kann mit mehreren Sonden eine Fläche gescannt werden. Dabei wird weiterhin die Auflösung einer einzelnen Sonde erreicht.

Sonden und Standards für die Wirbelstromprüfung und Leitfähigkeitsmessung

Für jede Applikation die passende Sonde

Für die **Wirbelstromprüfung** gibt es verschiedenste Sondenelemente mit entsprechenden Eigenschaften.

- **Absolutsonde:** Nicht richtungsabhängig; hoher Einfluss des Grundmaterials.
- **Differenzsonde:** Richtungsabhängig (blind für Längsfehler); geringer Materialeinfluss.
- **Kreuzwickelsonde:** Richtungsabhängig (blind für 45° Fehler); geringer Materialeinfluss.

Jedes dieser Sondenelemente kann in unterschiedlichste Sondenformen integriert werden. Neben einer großen Auswahl an Standardsensoren, bietet FOERSTER auch kundenindividuelle Sensorgeometrien, um selbst schwierigste Prüfpositionen zu erreichen. Ebenso kann in die Sonde eine integrierte Führungsmöglichkeit oder ein Verschleißschutz z.B. aus Titan integriert werden. Jedes Sondenelement kann auch als Arraysonde mit bis zu 512 integrierten Elementen aufgebaut werden.

Für die **Leitfähigkeitsmessung** können alle verfügbaren Sonden des bewährten SIGMATEST 2.070 eingesetzt werden. Alle Sonden gibt es auch als robuste Ausführung mit Titanschutz. Folgende Durchmesser sind verfügbar.

- **14 mm**
- **8 mm**
- **5 mm**

Exaktes Einstellen und Überprüfen mit Rissnormalen & Referenzstandards

Zur **Rissprüfung** werden meist flache Rissnormale aus dem zu prüfenden Material eingesetzt, um die Sensitivität des Prüfsystems einzustellen. Da die Prüfempfindlichkeit von der Qualität des Rissnormals abhängt, müssen die Normale höchste Maßtoleranzen einhalten. Um die Qualität nach der punktuellen Vermessung zusätzlich abzusichern, bietet FOERSTER optional eine exakte Bestimmung der Maße mit einem Lasermikroskop an.

Zum Einrichten von Prüfsystemen mit **Rotiersonden** zur Rissprüfung werden Standards mit Bohrungen aus dem zu prüfenden Material verwendet. Die Standards werden in zwei Varianten angeboten:

- **Kalibrierblock SCCS (geteilt)**
- **Kalibrierblock CSRP (mit Nut)**

Zum Überprüfen und Einrichten der **Leitfähigkeitsmessung** mit dem SIGMATEST Modul werden entsprechende Leifähigkeitsstandards verwendet. Je besser die Qualität dieses Referenzstandards, desto besser ist auch das finale Messergebnis. Daher muss bereits das Rohmaterial verschiedene Anforderungen, z.B. ein homogenes Materialgefüge, erfüllen. FOERSTER bietet Leitfähigkeitsstandards rückgeführt auf eine AC-Messung des NPL (National Physical Laboratory) als auch auf eine DC-Messung des PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) an.

Umfangreiches Zubehör für vielfältige Anwendungen

Handrotierkopf für die Prüfung von Bohrlöchern
Der Handrotierkopf treibt die Sonde an und überträgt die Sensorsignale zum Prüfgerät. Der FOERSTER Handrotierkopf dreht mit bis zu 3000 U/min.

Docking Station für den Arbeitsplatz
Mit der Docking Station wird das TCM zu einem vollwertigen Arbeitsrechner. Die Leistung durch den Intel Prozessor und die Verwendung von Windows 10 erlauben einen normalen Arbeitseinsatz, wie Sie es von einem Laptop gewohnt sind. Mit der Docking Station kann das TCM direkt in den Arbeitsplatz integriert und Berichte oder andere Dokumentationen können direkt am TCM geschrieben und bearbeitet werden. Schließen Sie dazu einfach Bildschirm und Tastatur an die Docking Station an.

Verlängerte Laufzeit mit Zusatz-Akkus
Der jeweilige Akku kann in einer separaten Ladestation oder direkt im TCM geladen werden. Durch die Schnellladefunktion ist der Akku nach wenigen Minuten wieder vollständig aufgeladen.

Komfortabel unterwegs mit dem Schultergurt
Für länger dauernde Prüfaufgaben bietet FOERSTER einen komfortablen Schultergurt, der den mobilen Einsatz deutlich erleichtert - und Sie haben die Hände für andere Dinge frei.

Bestens gerüstet auch bei widrigen Bedingungen
Das TCM ist gewappnet für jegliche Anwendungen. Auf dem 8“ HD-Touch-Display werden die Signale klar dargestellt. Mit 800 Nits (Einheit für die Leuchtdichte) ist der Bildschirm selbst bei starker Sonnenlichteinstrahlung gut lesbar. Auch der Einsatz unter Extrembedingungen stellt für das TCM keine Herausforderung dar. Das robuste Design hält einem Fall aus 1,8 m stand sowie Temperaturen bis 50 °C. Und wenn es einmal nass werden sollte, ist das Dank des IP66 Schutzes auch kein Problem.

Keine Hand frei? Dann nutzen Sie die Sprachsteuerung, um Befehle wie ZERO oder FREEZE durchzuführen.

Besuchen Sie unseren YouTube-Kanal für Grundlagen- und Bedienervideos.

Technische Daten

Produkteigenschaften	TCM – allgemein
Display	■ 8.0“ Touchbildschirm, 1280 x 800, 800 Nits, sonnenlichtlesbar ■ Wechsel zwischen Finger- und Handschuhbedienung ■ Verschiedene Farben für die Signaldarstellung wählbar ■ Auswählbares Raster und Kreisraster
Schutz	IP 66, 1,8 m Fallhöhe
Gewicht	1,3 kg
Maße	227 x 150 x 20,5 mm (L x B x H)
Temperatur	-20 °C bis +50 °C
Versorgung	Akkulaufzeit: 6 h
Hauptspannungsversorgung	100 – 240 V, 50 – 60 Hz, 65 W
USB-C Spannungsversorgung	5 V, 2 A (Verbindung einer Standard-Powerbank)
Akku	3,8 V, 14.400 mAh
Kamera	Rückseitenkamera 8.0 MP, Frontkamera 2.0 MP
Speicher	128 GB SSD
Schnittstellen	19-pin LEMO, Thunderbolt 4, USB 3.2 Gen2 (type C), microSD Leser
Kommunikation	Wi-Fi 6E, Bluetooth V5.2
Audio	Audioeingang, -ausgang (Kombianschluss)
Dokumentation	Speichern/Exportieren von Rohdaten, Screenshots, Berichten
Betriebssystem	Windows 10 LTSC (Long Term Servicing Channel)
Integrierte Hilfe	Informationen in jeder Einstellung und jedem Dialog auffindbar für eine schnelle und sichere Bedienung
Sprache	Englisch, Deutsch, Spanisch, Japanisch, Chinesisch, Tschechisch, Italienisch, Französisch

Produkteigenschaften	TCM – Prüfkanal
Frequenzbereich	4 Hz – 20 MHz einstellbar in 1 Hz Schritten
Mehrfrequenz	■ Bis zu 8 Frequenzen parallel ■ Mix von zwei Frequenzen zur Reduzierung von Störsignalen
Filter	Tiefpass- und Hochpassfilter 1 Hz – 20.000 Hz
Gain	-20 dB bis +120 dB in 0,1 dB Schritten
Phase	0 – 360° in 0,1° Schritten
X- und Y-Gain	0 – 60 dB in 0,1 dB Schritten
X/Y Offset	-50/+50 in 5 % Schritten
Sondenerkennung	Automatische Einstellung des Eingangsverstärkers und maximalen Ausgangsstromes
Vorverstärker	-18, -12, -6, 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36 dB
Max. Ausgangsstrom	400 mA (peak), 10 V peak-peak
Datenauflösung	32 bit
Samplingrate	Bis zu 40.000 Werte/s
Nachleuchten	0,1 – 60 Sekunden, Unendlich, Rot-Sync
Diagramme	x/y, t, x/y + t, C-Scan
Schwellen	Linie, Kreis, Box, Sektor
Freeze-Modus	Signal einfrierbar: Parameter wie Gain Phase weiterhin veränderbar
Dokumentation	■ Bericht kann angepasst und als PDF gespeichert werden ■ Screenshots als PNG aufnehmen ■ Aufzeichnung von Rohdaten und nachträgliches Laden für weitere Anpassungen ■ Automatische Dokumentation aller relevanten Wirbelstromparameter
Arraytechnologie	Bis zu 512 Sondenelementen
Unterstützte Sonden	■ Rotierköpfe und Sonden (5 – 24 V) ■ Alle transformatorischen Sonden wie Absolut-, Differenz- und weitere parametrische Sonden ähnlich den DEFECTOMETER-Sonden ■ Brückensonden (Einstellbarer Widerstand 5, 25, 50, 100, 200 Ω) ■ Sonden von anderen Herstellern funktionieren mit dem TCM
Leitfähigkeitsmessung Frequenz	60, 120, 240, 480 kHz
Leitfähigkeitsmessung Genauigkeit	+/- 0,7 % des Messwertes bei 60 kHz, 14 mm Sonde
Leitfähigkeitsmessung Auflösung	+/- 0,1 % des Messwertes
Leitfähigkeitsmessung Messbereich	0,5 bis 65 MS/m (1-112 % IACS)
Assistenten	Auto-Set Assistent für ■ Absolutsonden und die Lift-Off Einstellung ■ Einstellung von Filtern für die Nutzung von Rotiersonden
Erfüllte Normen	DIN EN ISO 15548

foerstergroup.com

FOERSTER

Weltweite Vertriebs- und Service-Niederlassungen

Zentrale

- Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG, Deutschland

Tochterfirmen

- FOERSTER Tecom, s.r.o., Tschechische Republik
- FOERSTER France SAS, Frankreich
- FOERSTER Italia S.r.l., Italien
- FOERSTER U.K. Limited, Vereinigtes Königreich
- FOERSTER (Shanghai) NDT Instruments Co., Ltd., China
- FOERSTER Instruments India Pvt. Ltd., Indien
- FOERSTER Japan Limited, Japan
- NDT Instruments Pte Ltd, Singapur
- FOERSTER Middle East, VAE
- FOERSTER Instruments Inc., USA

Die FOERSTER Group wird weltweit in über 60 Ländern durch Tochterfirmen und Vertretungen repräsentiert.

Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG
Business Unit Mobile Testing
In Laisen 70
72766 Reutlingen
Deutschland
+49 7121 140 0
sales.mt.de@foerstergroup.com

Printed in Germany ▪ Edition 09/2023 ▪ © Copyright Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG ▪ Änderungen vorbehalten ▪ Bestell-Nr. 2297027