

## Schichtdickenmessung

## MiniTest 3100



### Messen von

- unmagnetischen Schichten wie Lack oder Zink auf Eisen und Stahl
- isolierenden Schichten wie Lack oder Eloxal auf NE-Metallen
- NE-Metallschichten auf Isolierwerkstoffen

**Verschleißfeste Sonden für universellen Einsatz  
Hohe Messgenauigkeit und Reproduzierbarkeit  
Speichern und Dokumentieren der Messwerte**

# Schichtdickenmessung mit MiniTest

ElektroPhysik entwickelt und produziert seit über 60 Jahren ein umfangreiches Programm von Präzisionsmessgeräten für die Oberflächentechnik. Als Pionier auf dem Gebiet der zerstörungsfreien Schichtdickenmessung hat ElektroPhysik in Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Normierungsgremien, Forschungsinstituten, Universitäten und der Industrie die Entwicklung und weltweite Standardisierung der Schichtdickenmessung erfolgreich vorangetrieben. Zahlreiche Patente sind der Beleg für die führende Position von ElektroPhysik.

## MiniTest 3100

### Anwendung

Das universelle und handliche MiniTest-Gerät wird für die zerstörungsfreie Schichtdickenmessung eingesetzt. Hauptanwendungsgebiete sind die Bereiche des industriellen Korrosionsschutzes, sowohl beim Hersteller als auch beim Abnehmer, bei Behörden, Gutachtern, in Galvanik- und Lackierbetrieben, in der chemischen Industrie, im Automobil-, Schiffs- und Flugzeugbau sowie im Apparate- und Maschinenbau. Namhafte Automobilhersteller und Firmen fast aller Industriezweige vertrauen seit langer Zeit bei der Qualitätssicherung auf die Messtechnik aus dem Hause ElektroPhysik.

### Beschreibung

An das MiniTest 3100 können unterschiedliche Sonden angeschlossen werden. Die Auswahl der Sonde richtet sich u.a. nach der Dicke der zu messenden Schicht, dem Grundwerkstoff und den geometrischen Eigenschaften des Messobjektes. ElektroPhysik bietet Ihnen für Standard- wie für Spezialanwendungen eine optimale Sondauswahl an. Für Messungen auf Stahl verwendet man das magnet-induktive Messverfahren. Somit können alle isolierenden Schichten wie Lacke, Emails etc., aber auch NE-Metallschichten auf Eisen und ferromagnetischen Stählen gemessen werden. Sonden, die nach diesem Verfahren arbeiten, bezeichnen wir als F-Sonden.

Werden isolierende Schichten auf NE-Metall-Grundwerkstoffen gemessen, kommt das Wirbelstromverfahren zur Anwendung. Diese Sonden bezeichnen wir als N-Sonden.

### Leistungsmerkmale

- Anschluss aller Sonden möglich
- RS 232-Schnittstelle zum Anschluss des transportablen Datendruckers MiniPrint 4100 oder eines PCs
- Kalibrierfähigkeit (Ein- und Zweipunktkalibrierung)

MiniTest 3100 verfügt über einen Datenspeicher für 10.000 Messwerte. Hier können unterschiedliche Messreihen applikationsbezogen abgelegt werden. Das Gerät bietet 10 Applikationsspeicher mit je 10 Untergruppenspeichern. Einmal durchgeführte Kalibrierungen bleiben der Anwendung zugeordnet gespeichert. Die Statistikfunktion ermöglicht auch hier zu jeder Messreihe eine Beurteilung der Beschichtung wie Mittelwert, min., max., Standardabweichung und Anzahl der durchgeführten Messungen innerhalb einer Messreihe.

### DIN EN ISO 9000 ff./QS 9000/ISO/IEC 17025 (Guide 25)

Die Dokumentation und Analyse von Messdaten nach DIN EN ISO 9000 ff./QS 9000/ISO/IEC 17025 (Guide 25) erfordert die Erfüllung fest definierter Anforderungen.

Bei der Auswahl eines optimalen Messsystems sollte der Anwender daher neben einer geeigneten Auswertemöglichkeit besonders auf die Messwertauflösung und Reproduzierbarkeit achten. ElektroPhysik-Präzisionssonden ermöglichen Auflösungen bis zu 0,1 µm im Bereich von 0... 100 µm. Das Auswertegerät MiniTest 3100 bietet anwendungsbezogene Speichermöglichkeiten und statistische Auswertung von Messreihen.

## MiniTest-Standardsonden – Spezialsonden

Die Sonde ist das Herzstück des Schichtdickenmessgerätes. Um den unterschiedlichen Anforderungen gerecht zu werden, bieten wir für den überwiegenden Teil der Aufgabenstellungen Sonden aus unserem Standardlieferprogramm. Für außergewöhnliche Aufgabenstellungen kann ElektroPhysik kundenspezifische Sonden fertigen.

Die von ElektroPhysik angebotenen Sonden sind das Ergebnis einer gelungenen Kombination aus dem Einsatz modernster Werkstoff- und Fertigungstechnologien sowie dem in mehr als fünf Jahrzehnten gereiften Wissen um die speziellen Anforderungen in der Oberflächenmesstechnik.

### Intelligente Sonden

Das von ElektroPhysik entwickelte Konzept der „intelligenten Sonden“ ermöglicht ein einfaches Wechseln der Sonde bei sich ändernder Aufgabenstellung.

Innerhalb des Sondensteckers wird die Kennlinie der Sonde gespeichert und vom Mikroprozessor des Schichtdickenmessgerätes ausgewertet. Hierdurch besteht die Möglichkeit, für spezielle Aufgabenstellungen (z.B. besondere Legierungen, besondere Geometrien) kundenspezifische Kennlinien einzuprogrammieren.

### Verschleißschutz

Bei der Herstellung der Sonden setzt die Firma ElektroPhysik feinmechanische Präzisionsteile ein. Zur Erzielung langer Standzeiten sind die Sensoren verschleißfest konstruiert. In Verbindung mit sorgfältiger Behandlung ist eine jahrelange Lebensdauer gewährleistet. Der berührende Messpol wird durch Rubine, Hartmetalle oder spezielle Legierungen aus dem Werkzeugbau verschleißfest gemacht. Die Oberfläche jedes Messpols wird feinstpoliert, sodass auch empfindliche Messgüter nicht zerkratzt werden.

### Neuartige Kombisonde

ElektroPhysik bietet speziell für Anwender, die sowohl auf Stahl als auch auf NE-Metallen messen, neuartige FN-Kombisonden an, die beide Messaufgaben in einer Sonde lösen.

### Notwendigkeit der Kalibrierung

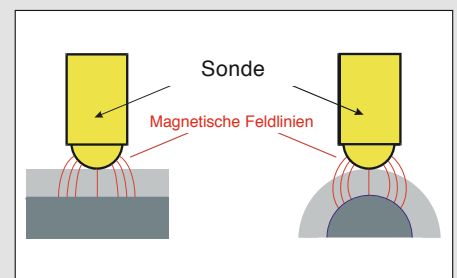
Zur optimalen Anpassung der Sonden an die Aufgabenstellung des Anwenders kann eine Kalibrierung durchgeführt werden. Hierdurch werden die Einflüsse des Grund- und Schichtwerkstoffs, der Geometrie und der Oberflächenbeschaffenheit des Messobjektes kompensiert und die Messgenauigkeit noch erhöht.

### Besondere Eigenschaften

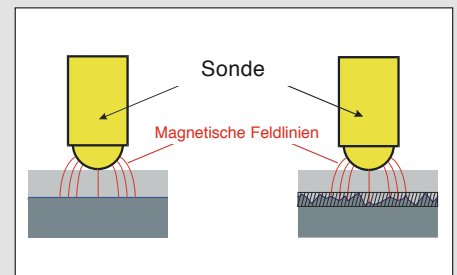
Für die Messung auf gekrümmten Oberflächen kann die Sonde an die geometrischen Eigenschaften des Messobjektes angepasst werden. Der Einfluss bei Messungen auf gekrümmten Oberflächen auf das Messergebnis kann der Bediener durch entsprechendes Kalibrieren beheben.

Bei der Messung auf rauen Oberflächen kann durch eine spezielle Eigenschaft des MiniTest die physikalisch bedingte Erhöhung der Messunsicherheit ausgeglichen werden.

Für die Messung auf heißen Oberflächen können wir unsere Sonden in einer Spezialausführung liefern, die kurzzeitig bis zu 350°C einsetzbar ist.













Beeinflussung des Feldlinienverlaufs durch Messung auf gekrümmter Oberfläche











Beeinflussung des Feldlinienverlaufs durch Messung auf rauer Oberfläche

# MiniTest FN- und F-Sonden

Sondentyp	Messbereich/ kleinste Messfläche	Anwendungsgebiet	Abbildungen
FN 1.6	0 ... 1600 $\mu\text{m}$ $\varnothing$ 5 mm	unmagnetische Schichten auf Stahl und isolierende Schichten auf NE-Metallen, mit hoher Auflösung von 0,1 $\mu\text{m}$ im unteren Messbereich	
FN 1.6 P	0 ... 1600 $\mu\text{m}$ $\varnothing$ 30 mm	pulvrige Schichten auf Stahl und NE-Metallen vor dem Einbrennen	
FN 1.6/90	0 ... 1600 $\mu\text{m}$ $\varnothing$ 5 mm	unmagnetische Schichten auf Stahl und isolierende Schichten auf NE-Metallen, speziell zur Messung in Rohren und an schwer zugänglichen Stellen	
FN 2/90	0 ... 2000 $\mu\text{m}$ $\varnothing$ 5 mm		
F 05	0 ... 500 $\mu\text{m}$ $\varnothing$ 3 mm	sehr dünne Metall-, Oxid- oder Lackschichten auf kleinen ferromagnetischen Metallteilen, mit hoher Auflösung von 0,1 $\mu\text{m}$ im unteren Messbereich	
F 1.6	0 ... 1600 $\mu\text{m}$ $\varnothing$ 5 mm	unmagnetische Schichten auf Stahl, mit hoher Auflösung von 0,1 $\mu\text{m}$ im unteren Messbereich	
F 3	0 ... 3000 $\mu\text{m}$ $\varnothing$ 5 mm	unmagnetische Schichten auf Stahl, dickere Lack- und Emailsichten	
F 1.6/90	0 ... 1600 $\mu\text{m}$ $\varnothing$ 5 mm	unmagnetische Schichten auf Stahl, speziell zur Messung in Rohren und an schwer zugänglichen Stellen, mit hoher Auflösung von 0,1 $\mu\text{m}$ (F1.6/90) im unteren Messbereich	
F 2/90	0 ... 2000 $\mu\text{m}$ $\varnothing$ 5 mm		
F 10	0 ... 10 mm $\varnothing$ 20 mm	Korrosionsschutzschichten im Tank-, Rohrleitungs- und Behälterbau wie Glas, Kunststoff, Gummi und Beton	
F 20	0 ... 20 mm $\varnothing$ 40 mm	Korrosionsschutzschichten im Tank-, Rohrleitungs- und Behälterbau wie Glas, Kunststoff, Gummi und Beton	
F 50	0 ... 50 mm $\varnothing$ 300 mm	Korrosionsschutzschichten im Tank-, Rohrleitungs- und Behälterbau wie Glas, Kunststoff, Gummi und Beton, Antiröhnschichten	

## MiniTest FN- und CN-Sonden

Sondentyp	Messbereich/ kleinste Messfläche	Anwendungsgebiet	Abbildungen
N 08 CR	0 ... 80 $\mu\text{m}$ $\varnothing$ 5 mm	für die Messung von Chrom auf Kupfer	
N 02	0 ... 200 $\mu\text{m}$ $\varnothing$ 2 mm	sehr dünne isolierende Schichten wie Lack, Email oder Eloxyal auf NE-Metallen, mit hoher Auflösung von 0,1 $\mu\text{m}$ im unteren Messbereich, definierte Auflagekraft von 25 g	
N 1.6	0 ... 1600 $\mu\text{m}$ $\varnothing$ 5 mm	dünne isolierende Schichten wie Lack oder Eloxyal auf NE-Metallen, mit hoher Auflösung von 0,1 $\mu\text{m}$ im unteren Messbereich	
N 1.6/90	0 ... 1600 $\mu\text{m}$ $\varnothing$ 5 mm	dünne isolierende Schichten wie Lack oder Eloxyal auf NE-Metallen, speziell zur Messung in Rohren und an schwer zugänglichen Stellen, mit hoher Auflösung von 0,1 $\mu\text{m}$ (N1.6/90) im unteren Messbereich	
N 2/90	0 ... 2000 $\mu\text{m}$ $\varnothing$ 5 mm		
N 10	0 ... 10 mm $\varnothing$ 50 mm	isolierende Schichten wie Gummi, Kunststoff, Glas etc. auf NE-Metallen	
N 20	0 ... 20 mm $\varnothing$ 70 mm	isolierende Schichten wie Gummi, Kunststoff, Glas etc. auf NE-Metallen	
N 100	0 ... 100 mm $\varnothing$ 200 mm	isolierende Schichten wie Gummi, Kunststoff, Glas, Verbundwerkstoffe etc. auf NE-Metallen	
CN 02	10 ... 200 $\mu\text{m}$ $\varnothing$ 7 mm	Kupferschichten auf isolierenden Grundwerkstoffen	

# Zubehör MiniTest

## Abbildungen

MiniPrint 4100, Portabler Datendrucker, seitlich in MiniTest einsteckbar, zum Ausdruck der Mess- und Statistikwerte, mit eingebautem Akku und Ladegerät



Die Staubschutzhülle schützt MiniTest vor Verschmutzung wie Staub, Pulver, Spänen



Bereitschaftstasche für Messgerät und Drucker zum sicheren Transport



Auswerteprogramme MSAVE zur Datenerfassung und MSOFT 41 zur Weiterverarbeitung der Messwerte, Statistikwerte und Histogramme



NiMH-Akku mit Ladeteil 230 V für MiniTest



Präzisionssondenstativ für Serienmessungen und Messungen an Kleinteilen



Kalibrierstandards in unterschiedlichen Dicken; ab 10  $\mu\text{m}$  bis 8 mm für die Kalibrierung von MiniTest  
Option: Herstellerprüfzertifikat M nach DIN 55350 Teil 18 zum Nachweis der Messgenauigkeit von MiniTest und für Kalibrierstandards erhältlich



# Technische Daten

Sonden		Messbereich	Anfangs-empfindlichkeit	Messunsicherheit (vom Messwert) <sup>1)</sup>	Kleinster Krümmungsradius (konvex/konkav)	Kleinste Messfläche	Kleinste Dicke des Grundwerkstoffes	Maße in mm	
Magnet-induktives Verfahren	Kombisonden	FN 1.6	0 ... 1600 µm	0,1 µm	± (1% + 1 µm)	1,5 mm / 10 mm	Ø 5 mm	F 0,5 mm/N 50µm	Ø 15x62
		FN 1.6 P	0 ... 1600 µm	0,1 µm	± (1% + 1 µm)	nur ebene Flächen	Ø 30 mm	F 0,5 mm/N 50µm	Ø 21x89
		FN 1.6/90 Rohrrinnensonde	0 ... 1600 µm	0,1 µm	± (1% + 1 µm)	eben / 6 mm	Ø 5 mm	F 0,5 mm/N 50µm	Ø 8x11x159
		FN 2/90 Rohrrinnensonde	0 ... 2000 µm	0,2 µm	± (1% + 1 µm)	eben / 6 mm	Ø 5 mm	F 0,5 mm/N 50µm	Ø 8x11x159
	Magnet-induktives Verfahren	F 05	0 ... 500 µm	0,1 µm	± (1% + 0,7 µm)	0,75 mm / 5 mm	Ø 3 mm	0,1 mm	Ø 12x49
		F 1.6	0 ... 1600 µm	0,1 µm	± (1% + 1 µm)	1,5 mm / 10 mm	Ø 5 mm	0,5 mm	Ø 15x62
		F 3*	0 ... 3000 µm	0,2 µm	± (1% + 1 µm)	1,5 mm / 10 mm	Ø 5 mm	0,5 mm	Ø 15x62
		F 1.6/90	0 ... 1600 µm	0,1 µm	± (1% + 1 µm)	eben / 6 mm	Ø 5 mm	0,5 mm	Ø 8x11x159
		F 2/90	0 ... 2000 µm	0,2 µm	± (1% + 1 µm)	eben / 6 mm	Ø 5 mm	0,5 mm	Ø 8x11x159
		F 10	0 ... 10 mm	5 µm	± (1% + 10 µm)	5 mm / 16 mm	Ø 20 mm	1 mm	Ø 25x46
		F 20	0 ... 20 mm	10 µm	± (1% + 10 µm)	10 mm / 30 mm	Ø 40 mm	2 mm	Ø 40x65
		F 50	0 ... 50 mm	10 µm	± (3% + 50 µm)	50 mm / 200 mm	Ø 300 mm	2 mm	Ø 45x70
Wirbelstromverfahren	N08 CR	0 ... 80 µm	0,1 µm	± (1% + 1 µm)	2,5 mm / 10 mm	Ø 5 mm	≥ 100 µm bei Kupfer	Ø 16x70	
	N 02	0 ... 200 µm	0,1 µm	± (1% + 0,5 µm)	1 mm / 5 mm	Ø 2 mm	50 µm	Ø 16x70	
	N 1.6	0 ... 1600 µm	0,1 µm	± (1% + 1 µm)	1,5 mm / 10 mm	Ø 5 mm	50 µm	Ø 15x62	
	N 1.6/90 Rohrrinnensonde	0 ... 1600 µm	0,1 µm	± (1% + 1 µm)	eben / 6 mm	Ø 5 mm	50 µm	Ø 8x11x159	
	N 2/90 Rohrrinnensonde	0 ... 2000 µm	0,2 µm	± (1% + 1 µm)	eben / 6 mm	Ø 5 mm	50 µm	Ø 8x11x159	
	N 10	0 ... 10 mm	10 µm	± (1% + 25 µm)	25 mm / 100 mm	Ø 50 mm	50 µm	Ø 60x50	
	N 20	0 ... 20 mm	10 µm	± (1% + 50 µm)	25 mm / 100 mm	Ø 70 mm	50 µm	Ø 65x75	
	N 100	0 ... 100 mm	100 µm	± (1% + 0,3 mm)	100 mm / eben	Ø 200 mm	50 µm	Ø 126x155	
	CN 02 <sup>2)</sup> für Kupferschichten auf isoliertem Grundstoff	10 ... 200 µm	0,2 µm	± (3% + 1µm)	nur ebene Flächen	Ø 7 mm	beliebig	Ø 17x80	

Stromversorgung: 1 x 9 V-Alkaline-Batterie, (< 10.000 Messungen),  
Akku, Steckernetzteil  
Normen: DIN 50981, 50982, 50984,  
ISO 2178, 2360/BS 5411/ASTM B499, B244-CE

Umgebungstemperatur:  
Gerät: 0 ... 50°C; Sonde: -10°C ... 70°C, kurzzeitig 120°C  
Maße/Gewicht des Gerätes: 150 mm x 82 mm x 35 mm/270 g

\*Hochtemperatur-Sonden F2 HT  
bis 350°C lieferbar

<sup>1)</sup> Bezogen auf die mitgelieferten Standards unter Laborbedingungen <sup>2)</sup> Eine unterschiedliche Kupferzusammensetzung unserer Standards und des Messobjekts erfordert die Anfertigung eines Referenzstandards (z. B. per Querschiff)

# Leistungsmerkmale

## Datenspeicherung

Anzahl der Applikationsspeicher für Messreihen mit unterschiedlicher Kalibrierung	10
Anzahl der Gruppen (BATCHES) je Applikationsspeicher für Messreihen mit gleicher Kalibrierung	10
Anzahl der speicherbaren Messreihen in getrennten Gruppen	max. 100
Speicherbare Messwerte insgesamt	10.000

## Statistische Auswertung

Einzelwertstatistik: $\bar{x}$ , $\sigma$ , kvar, n, max., min.
Einzelwertstatistik: $\bar{x}$ , $\sigma$ , kvar, n, max., min., CP, CPK
Blockwertstatistik: $\bar{x}$ , $\sigma$ , kvar, n, max., min.
Blockwertstatistik: $\bar{x}$ , $\sigma$ , kvar, n, max., min., CP, CPK
Statistik über alle Untergruppen (BATCH) innerhalb einer Applikation (APPL)
Ausdruck der Mess- und Statistikwerte getrennt nach APPL-BATCH-Gruppen, Histogramm
Anzeige und Ausdruck des Datums und der Uhrzeit zum Zeitpunkt des Ausdrucks und der Messreihenaufnahme nach Jahr, Monat, Tag, Stunde und Minute

## Kalibrierverfahren

Kalibrieren auf der beschichteten Oberfläche, wenn der Grundwerkstoff nicht zugänglich ist (CTC)
Messung auf rauen Oberflächen. Durch Mittelwertbildung der Kalibrierwerte kann der Rauheitseinfluss weitgehend eliminiert werden.
Offset-Funktion für die Addition bzw. Subtraktion eines konstanten Wertes zum/vom Messwert
Externe Startmöglichkeit (Triggern) für die Messwertübernahme in einen Messwertspeicher
Verriegelbare Tastatur zur Verhinderung von nicht gewünschter Tastaturbedienung
Datensicherung bei Batteriewechsel
Frei wählbare Grenzwerte
Messeinheit umschaltbar von metrischem ( $\mu\text{m}$ , mm) auf Zollsystem (mils, inch)
Kontinuierlicher Messmodus zum schnellen Erkennen von Schichtdickenänderungen
Abschaltbarer Messwertfilter im kontinuierlichen Modus für eine unverzögerte schnelle Anzeige (Messrate 7/s)
Messwertübertragung wahlweise im Format Fließkomma oder Fixkomma z.B. für die Ansteuerung von PCs oder Datalogger
Auslesen der Daten auch ohne angeschlossene Sonde möglich
Späterer Ausdruck einzelner Messwerte einer Messreihe
Minimum-Anzeige im kontinuierlichen Modus

**ElektroPhysik**  
Pasteurstr. 15  
D-50735 Köln  
Tel.: +49 (0) 221 7 52 04-0  
Fax: +49 (0) 221 7 52 04-67  
www.elektrophysik.com  
info@elektrophysik.com

**ElektroPhysik USA**  
778 West Algonquin Rd.  
Arlington Heights IL 60005  
Tel.: +1 847 437-66 16  
Fax: +1 847 437-00 53  
www.elektrophysik.com  
epusa@elektrophysik.com

# ElektroPhysik

