

# MiniTest 650

Technisches Handbuch und Bedienungsanleitung

Wir gehen Oberflächen auf den Grund **ElektroPhysik**

© 11/2014 / B37-A5

Technische Änderungen vorbehalten.

ElektroPhysik Dr. Steingroever GmbH & Co. KG

Pasteurstr. 15

50735 Köln

Deutschland

Tel.: +49 221 75204-0

Fax.: +49 221 75204-67

web: [www.elektrophysik.com](http://www.elektrophysik.com)

mail: [info@elektrophysik.com](mailto:info@elektrophysik.com)

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Allgemeine Informationen .....</b>	<b>D-1</b>
<b>1.1 Anwendung .....</b>	<b>D-1</b>
<b>1.2 Gerätebeschreibung .....</b>	<b>D-2</b>
<b>1.3 Lieferumfang .....</b>	<b>D-2</b>
1.3.1 Zubehör .....	D-2
<b>1.4 Aufbau der Sonden.....</b>	<b>D-3</b>
<b>2. Gerätevorbereitung.....</b>	<b>D-3</b>
<b>2.1 Stromversorgung .....</b>	<b>D-3</b>
<b>2.2 Batteriewechsel .....</b>	<b>D-4</b>
<b>2.3 Initialfunktionen .....</b>	<b>D-4</b>
2.3.1 Total-Reset .....	D-4
2.3.2 LCD-Segment-Test .....	D-5
<b>2.4 Grundeinstellungen .....</b>	<b>D-5</b>
<b>2.4.1 Umschaltung Kurz-/ Dauerbetrieb .....</b>	<b>D-6</b>
2.4.2 KEYLOCK .....	D-6
2.4.3 LCD Beleuchtung .....	D-7
2.4.4 Maßeinheit umschalten .....	D-7
<b>3. Kalibrieren und Messen .....</b>	<b>D-7</b>
<b>3.1 Allgemeine Hinweise zum Kalibrieren D-7</b>	
3.1.1 Kalibriermethoden .....	D-7
3.1.2 Übernahme der Kalibrierwerte .....	D-8
3.1.3 Kalibrierbeispiel .....	D-8
3.1.4 Einfluss der Grundwerkstoff-Dicke ...	D-9
3.1.5 Kalibriermethode für genaueres Messen	D-9
3.1.6 Saubere Messstelle .....	D-9
3.1.7 Signalton .....	D-9
3.1.8 Stabilität der Kalibrierung .....	D-10
<b>3.2 Spezielle Hinweise zum Kalibrieren . D-10</b>	
3.2.1 Standard-Kalibrierung aktivieren .....	D-10
3.2.2 Einpunkt-Kalibrierung .....	D-11
3.2.3 Zweipunkt-Kalibrierung .....	D-11

---

3.2.4 Kalibrieren u. Messen mit MiniTest 650 FN .....	D-13	<b>6. Schnittstellenbeschreibung .....</b>	<b>D-18</b>
3.2.5 Kalibrieren und Messen auf gestrahlten Oberflächen .....	D-13	<b>7. Zubehör .....</b>	<b>D-18</b>
3.2.6 Urkalibrierung korrigieren .....	D-15	<b>8. Pflege .....</b>	<b>D-18</b>
<b>3.3 Allgemeine Hinweise zum Messen ....</b>	<b>D-15</b>	<b>9. Kundendienst .....</b>	<b>D-18</b>
<b>4. Messen mit Statistik .....</b>	<b>D-15</b>	<b>10. Störungssuche .....</b>	<b>D-18</b>
4.1 Begriffe zur Statistik .....	D-16	<b>11. Bedienbeispiel MiniTest 650 .....</b>	<b>D-19</b>
4.2 Aufnahme einer Messreihe mit Statistikberechnung .....	D-16	<b>12. Technische Daten .....</b>	<b>D-21</b>
4.3 Überschreiten der Speicherkapazität	D-16	<b>13. Schematische Darstellung.....</b>	<b>D-22</b>
4.4 Anzeige und Ausdruck der 5 Statistik- werte einer Messreihe .....	D-17	<b>Index.....</b>	<b>D-23</b>
<b>5. Löschraktionen .....</b>	<b>D-17</b>		
5.1 Löschen des letzten Messwerts .....	D-17		
5.2 Löschen der Statistikwerte .....	D-17		

---

# 1. Allgemeine Informationen

## 1.1 Anwendung

Die Schichtdickenmessgeräte arbeiten je nach Gerätetyp und Sonde nach dem magnet-induktiven Verfahren und/oder nach dem Wirbelstrom-Verfahren und entsprechen den Normen:

DIN 50981, 50982, 50984, DIN EN ISO 2178, 2360, ASTM B499, B244, BS 5411.

Die DIN-Normen DIN 50981 und 50984 wurden 1995 durch die Normen DIN EN ISO 2178 und DIN EN ISO 2360 ersetzt.

Das kleine, handliche Taschengerät wird für die zerstörungsfreie, schnelle und präzise Schichtdickenmessung eingesetzt. Die Anwendung findet im Bereich des industriellen Korrosionsschutzes statt, sowohl beim Hersteller als auch beim Abnehmer, bei Behörden und Gutachtern, in Galvanisier- wie in Lackierbetrieben, in der chemischen Industrie, im Automobil-, Schiffs- und Flugzeugbau sowie im Apparate- und Maschinenbau.

Der Anwendungsbereich ergibt sich aus dem Gerätetyp:

- Das Gerät MiniTest 650 F arbeitet nach dem magnet-induktiven Verfahren und ist bestimmt für unmagnetische Schichten wie Aluminium, Chrom, Kupfer, Zink, Lacke, Emails, Gummi, usw. auf Eisen und Stahl, auch auf legierten und gehärteten magnetischen Stählen.
- Das Gerät MiniTest 650 N arbeitet nach dem Wirbelstromverfahren und ist bestimmt für alle isolierenden Schichten auf allen NE-Metallen, auch auf austenitischen Stählen, z.B. Lacke, Eloxal-schichten, Keramik, etc., auf Aluminium, Kupfer, Zinkdruckguss, Messing, etc.
- Das Gerät MiniTest 650 FN arbeitet mit der Universalsonde sowohl nach dem magnet-induktiven als auch nach dem Wirbelstrom-Verfahren. Dies ermöglicht das Messen auf Stahl und auch auf NE-Metall. Die FN-Universalsonde erkennt den Grundwerkstoff und stellt automatisch das richtige Verfahren ein.

---

## 1.2 Gerätebeschreibung

MiniTest ist batteriebetrieben. Über ein 1m langes Kabel ist das Gerät mit einer Messsonde verbunden. Das Gerät verfügt über ein großes LC-Display zur guten Ablesbarkeit der Messwerte. Für Messungen in dunkler Umgebung sind alle Modelle mit Display-Beleuchtung ausgestattet.

Das Gerät ist einfach zu bedienen. Die Messwerte werden automatisch gespeichert (max. 9999) und statistisch ausgewertet.

### Hinweis:

Die Geräteversion MiniTest 650 FN verfügt über einen Hand- und einen Automatik-Modus.

- Im Hand-Modus wird über die Pfeiltasten entweder der F-Teil, also das magnetische Verfahren oder der N-Teil, also das Wirbel-stromverfahren aktiviert.
- Im Automatik-Modus wird durch einen besonderen Auswertalgorithmus immer die richtige Schichtdicke nach entsprechender Kalibrierung angezeigt, unabhängig davon, ob auf ferromagnetischem Stahl oder auf NE-Metallen gemessen wird.

Die auf Stahl oder NE-Metallen gewonnenen Statistikwerte ( $n$ ,  $\bar{x}$ ,  $s$ , max, min) werden in getrennten Statistikspeichern gehalten.

Alle Gerätetypen MiniTest 650 sind auch für besondere Anwendungsfälle, z.B. für Messungen auf speziellen Geometrien angepasst. Dies wird durch Speichern der entsprechenden Kenndaten im Gerät erreicht und beim Messen automatisch berücksichtigt.

## 1.3 Lieferumfang

- Gerät inklusive Sonde und drei Batterien
- Kontrollstandard(s),
- Kalibriernormale
- Bedienungsanleitung
- Softtasche

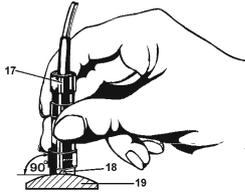
### 1.3.1 Zubehör

- Präzisionsmessstativ für Messungen an Kleinteilen
- Datenübertragungsprogramm Msoft7000 basic edition
- Aufladbare Batterien mit Ladegerät
- USB-Anschlusskabel

## 1.4 Aufbau der Sonden

Die Sondensysteme aller Gerätetypen sind federnd in der Griffhülse montiert. Die Konstruktion gewährleistet ein sicheres und kippfreies Aufsetzen der Sonde bei konstanter Auflagekraft. Die V-Nut in der Griffhülse der Sonden erlaubt zuverlässige Messungen auch auf kleinen, zylindrischen Teilen.

Die Sonde wird an der federnden Griffhülse gehalten. Der halbkugelförmige Messspol besteht aus einem harten und verschleißfesten Werkstoff.



- 17 Federnde Griffhülse zum Halten der Sonde
- 18 V-Nut in der Griffhülse zum sicheren Aufsetzen auf gekrümmten Oberflächen
- 19 Messgegenstand

## 2. Gerätevorbereitung

### 2.1 Stromversorgung

1. 3 x 1,5 Volt Micro AAA Batterie oder 3 x 1,2 Volt Akku
2. Batteriezustand prüfen: ON-Taste drücken.
  - **Keine Anzeige auf dem LC-Display:** Es sind keine Batterien oder Akkus eingesetzt oder die Restladung der Batterien reicht nicht mehr zum Betrieb der Anzeige aus.
  - **Keine BATT-Anzeige:** Batterien sind ausreichend geladen.
  - **Blinkende-BATT-Anzeige und das Gerät schaltet nach ca. 1 Sekunde wieder ab:** Die Batterien müssen sofort gewechselt werden.
  - **Blinke BATT-Anzeige während der Messung oder nach dem Einschalten und Gerät schaltet nach ca. 1 Sekunde von selbst ab:** Die Batterien müssen vor dem erneuten Einschalten gewechselt werden.

Fehlmessungen wegen zu geringer Versorgungsspannung können nicht auftreten!

---

## 2.2 Batteriewechsel

1. Gerät mit der Gerätefrontseite auf eine Unterlage legen.
2. Batteriefachdeckel aufschrauben und abheben.
3. Batterien entfernen.
4. Neu Batterien einsetzen.
5. Batteriefachdeckel wieder auflegen und festschrauben.

### Achtung:

Beachten Sie beim Einsetzen der Batterien unbedingt die Polarität. Eine falsche Polarität führt zum Verlust aller gespeicherten Daten.

Die neuen Batterien müssen innerhalb von 30 Sekunden nach Entfernen der alten Batterien eingesetzt werden, andernfalls werden die Kalibrierwerte und Grundeinstellungen gelöscht.

## 2.3 Initialfunktionen

Die MiniTest 650 Geräteserie verfügt über einige Funktionen, die nur beim Einschalten des Geräts aufgerufen bzw. aktiviert werden können.

Funktion	Tastenkombination
Total-Reset	ZERO + CLEAR + ON
LCD-Test	↑-key + ON
Grundeinstellungen	ZERO + ON

### 2.3.1 Total-Reset

Es werden alle Statistik- und Kalibrierwerte gelöscht und die Grundeinstellungen auf die Modus-Einstellung

(ZERO - : / 0, siehe 2.4) zurückgesetzt.

1. Gerät ausschalten.

- 
2. CLEAR- und ZERO-Taste gedrückt halten, dann ON-Taste drücken.

**Hinweis:**

Ein langer Signalton bestätigt den Löschvorgang.

### 2.3.2 LCD-Segment-Test

Der LCD-Segment Test ermöglicht es, alle Segmente des LC-Displays darzustellen und zu überprüfen.

1. Gerät ausschalten.
2. PFEIL-( $\uparrow$ ) und ON-Taste gedrückt halten. Solange Sie die Pfeil-Taste ( $\uparrow$ ) drücken, werden auf dem LC-Display alle Segmente dargestellt.

### 2.4 Grundeinstellungen

1. Gerät ausschalten.
2. ZERO- und ON-Taste gedrückt halten, bis ein Signalton erklingt. Es wird ein Nummernpaar 1:0 oder 1:1 angezeigt.

**Hinweis:**

Bei den Gerätetypen MiniTest 650 FN können Sie manuell mit Hilfe der Pfeiltasten den F-( $\uparrow$ ) Teil bzw. den N-Teil ( $\downarrow$ ) aktivieren. Alternativ können Sie 3 Sekunden abwarten, bis die automatische Umschaltung aktiviert ist.

3. Mittels der ZERO-Taste können Sie die Funktionen 1 bis 4 nacheinander aufrufen:

1	Ausschaltmodus
2	Keylock
3	Beleuchtung
4	Maßeinheit

Die gewünschte Einstellung (0) bzw. (1) der jeweiligen Funktion erfolgt durch Drücken der Pfeil-Tasten  $\uparrow$  bzw.  $\downarrow$ .

4. Zum Zurückkehren in den Messmodus ZERO-Taste drücken.

**Wichtiger Hinweis:**

Nach jeder Änderung der Initialparametereinstellung (Ausschaltmodus, Keylock, Beleuchtung, Maßeinheit) muss das Gerät ausgeschaltet und erneut eingeschaltet werden.

## Tabelle der Grundeinstellungen

Zero-Taste / Funktion	Pfeiltaste / Einstellung	Modus	Einstellung
1	0	Ausschaltmodus	Kurzzeitbetrieb
	1		Dauerbetrieb
2	0	Keylockfunktion für ZERO, CAL	Aus
	1		Keylock (Tastensperre)
3	0	Anzeigebeleuchtung	Aus
	1		Ein
4	0	Maßeinheit	metrisch / $\mu\text{m}$
	1		imperial / mils

### 2.4.1 Umschaltung Kurzzeit- / Dauerbetrieb

Das automatische Ausschalten des Geräts (ca. 1,5min. nach der letzten Messung oder nach dem letzten Tastendruck) kann in besonderen Situationen hinderlich sein. Sie können das Gerät daher in den Modus 'Dauerbetrieb' umschalten.

Die Einstellung erfolgt mit der ZERO- und Pfeil-Taste, wie in Kapitel 2.4 und in der Tabelle der Grundeinstellungen beschrieben.

### 2.4.2 KEYLOCK- für ZERO und CAL Tasten

Eine unbeabsichtigte Neukalibrierung kann durch die KEYLOCK-Funktion (Verriegelung der Kalibrier-tasten) verhindert werden.

Die Einstellung erfolgt mit der ZERO- und Pfeil-Taste, wie in Kapitel 2.4 und in der Tabelle der Grundeinstellungen beschrieben.

---

### 2.4.3 LCD Beleuchtung

Die Geräte MiniTest 650 sind mit einer zuschaltbaren Anzeigen-Beleuchtung ausgestattet. Ist die Beleuchtung aktiviert, wird nach jeder Messwernerfassung die Beleuchtung für ca. 2 Sek. eingeschaltet. Berücksichtigen Sie bitte den erhöhten Stromverbrauch bei aktivierter Beleuchtung.

Die Einstellung erfolgt mit der ZERO- und Pfeil-Taste, wie in Kapitel 2.4 und in der Tabelle der Grundeinstellungen beschrieben.

### 2.4.4 Maßeinheit umschalten

Die Schichtdickenwerte können in metrischen Einheiten ( $\mu\text{m}$ , mm) oder in Zoll-Einheiten (mils) ermittelt und angezeigt werden:

Die Einstellung erfolgt mit der ZERO- und Pfeil-Taste, wie in Kapitel 2.4 und in der Tabelle der Grundeinstellungen beschrieben.

## 3. Kalibrieren und Messen

### 3.1 Allgemeine Hinweise zum Kalibrieren

#### 3.1.1 Kalibriermethoden

Die Geräte der Serie MiniTest 650 können nach drei verschiedenen Methoden kalibriert werden:

- Standard-Kalibrierung  
geeignet zur Messung auf ebenen Flächen und wenn größere Messfehler als bei der Einpunkt-Kalibrierung zugelassen sind
- Einpunkt-Kalibrierung: Nullen ohne Kalibrierfolie  
geeignet, wenn ein Fehler von 4 % vom Messwert plus dem sondenabhängigen konstanten Fehleranteil von  $\pm 2 \mu\text{m}$  zugelassen wird.
- Zweipunkt-Kalibrierung: Nullen und Kalibrieren mit einer Kalibrierfolie  
geeignet, wenn in der Nähe des Kalibrierwerts mit einem Fehler von 2 % vom Messwert plus dem sondenabhängigen konstanten Fehleranteil von  $\pm 2 \mu\text{m}$  gemessen werden soll.

---

### 3.1.2 Übernahme der Kalibrierwerte

Eine einmal für einen Anwendungsfall durchgeführte Kalibrierung bleibt immer gespeichert (siehe auch 3.1.8 'Stabilität der Kalibrierung').

Wollen Sie die Kalibrierung ändern, müssen Sie einfach eine neue Kalibrierung durchführen. Die alte Kalibrierung ist somit gelöscht und die neue Kalibrierung ist aktiv und gespeichert.

#### **Hinweis:**

Das Kalibrieren muss neu begonnen werden, wenn

- beim Kalibrieren ein falscher Messwert aufgenommen wurde oder
- eine Fehlbedienung beim Kalibrieren ausgeführt wurde oder
- das Gerät sich während des Kalibrier-vorgangs abgeschaltet hat.

### 3.1.3 Kalibrierbeispiel

Kalibrieren ist die wichtigste Voraussetzung für präzise Messungen. Je größer die Übereinstimmung zwischen Kalibrier- und Messgegenstand ist, desto genauer ist die Kalibrierung und damit die Messung.

Kalibrier- und Messgegenstand sollten in den folgenden Eigenschaften übereinstimmen:

- Krümmungsradius der Oberfläche
- Grundwerkstoffeigenschaften
- Grundwerkstoffdicke
- Größe der Messfläche

Nähere Angaben entnehmen Sie bitte den technischen Daten (s. Kapitel 12).

Die Kalibrierposition auf dem Kalibriergegenstand und die Messposition auf dem Messgegenstand müssen insbesondere bei Kleinteilen bzw. an Kanten und Ecken immer gleich sein.

Hier wird die Verwendung des Präzisionsmessstativs empfohlen.

---

### 3.1.4 Einfluss der Grundwerkstoff-Dicke

Bei Stahlteilen hat die Dicke keinen nachteiligen Einfluss, sofern sie größer ist als der ungefähre Messbereich der verwendeten Sonde.

Bei NE-Metallen reicht eine Grundwerkstoffdicke von 50  $\mu\text{m}$ . Voraussetzung ist, dass der metallische Grundwerkstoff stabil genug ist und ein Eindringen des Sondenpolns nicht zulässt (z.B. dünn beschichtete Aluminiumfolie, die auf einem harten Trägerwerkstoff aufgeklebt ist).

Die dem Gerät beigegefügte Referenznullplatte, je nach Modell aus Eisen oder Aluminium, dient in der Regel nur der Funktionskontrolle, nicht zum Kalibrieren.

#### **Ausnahme:**

Auf der Referenznullplatte aus Eisen darf kalibriert werden, wenn das Messobjekt glatt und eben (nicht gestrahlt) ist und der Stahlgrundwerkstoff dicker als 1mm ist.

Auf der Referenznullplatte aus Aluminium darf kalibriert werden, wenn das Messobjekt glatt und eben ist und der Aluminiumgrundwerkstoff dicker als 50  $\mu\text{m}$  ist.

### 3.1.5 Kalibriermethode für genaueres Messen

Um genauere Messwerte zu erzielen, empfiehlt es sich, mehrere Kalibrierwerte (Nullwerte und Werte der Kalibrierstandards) hintereinander zu erfassen. Das Gerät bildet daraus automatisch den Mittelwert (siehe auch Hinweise in den Abschnitten 'Kalibrieren' 3.2.2 bis 3.2.3). Dies wirkt sich besonders positiv beim Kalibrieren auf nicht glatten, z. B. gestrahlten Oberflächen aus.

### 3.1.6 Saubere Messstelle

Vor dem Kalibrieren müssen Messstelle und Messpol von Fett, Öl, Metallspänen u.ä. gesäubert werden. Jede Unsauberkeit wird mitgemessen und verfälscht den Messwert.

### 3.1.7 Signalton

Bei allen Kalibrier- und Messvorgängen muss die Sonde solange aufgesetzt bleiben, bis der Signalton ertönt; dann können Sie die Sonde abheben.

---

### 3.1.8 Stabilität der Kalibrierung

Das Gerät kompensiert automatisch Temperatur- und andere Drifteinflüsse. Eine einmal durchgeführte Kalibrierung braucht daher nicht wiederholt zu werden.

### 3.2 Spezielle Hinweise zum Kalibrieren

Als Grundregel für das Kalibrieren unter den Punkten 3.2.2 bis 3.2.3 gilt immer:

1. Drücken Sie die Kalibrier-Start-Taste (ZERO oder CAL), um die Kalibrierung zu initiieren.
2. Setzen Sie die Messsonde mehrmals auf den Kalibrierstandard auf.
3. Stellen Sie bei der CAL-Kalibrierung gegebenenfalls den Foliendickenwert mit den Pfeiltasten **↑** und **↓** auf der LC-Anzeige ein.
4. Drücken Sie die Kalibrier-Start-Taste, um die Kalibrierung abzuschließen.

### 3.2.1 Standard-Kalibrierung aktivieren

Die Sonde muss mindestens 50 mm von Metallteilen entfernt sein.

1. Drücken Sie die ZERO- und CLEAR-Taste.
2. Jetzt können Sie die Messung durchführen.

Die im Gerät gespeicherte Standard-Kalibrierung darf nur für Messungen auf ebenen Flächen verwendet werden, wie z.B.:

- a. Stahlteile aus handelsüblichem Konstruktionsstahl
- b. Aluminiumteile und andere NE-Metalle wie Cu, Zn, Messing etc.

#### Hinweis:

Überprüfen Sie in jedem Fall, ob auf einem unbeschichteten Messgegenstand hinreichend genau Null angezeigt wird, sonst muss die Einpunkt- oder Zweipunkt-Kalibrierung durchgeführt werden.

---

### 3.2.2 Einpunkt-Kalibrierung ohne Kalibrierfolie (nur Nullen)

1. Drücken Sie die ZERO-Taste, um die ZERO-Kalibrierung zu initiieren. Auf dem LC-Display erscheint "ZERO" (blinkt) und "MEAN" (blinkt nicht). Die Anzeige "MEAN" weist darauf hin, dass der Mittelwert der Messungen angezeigt wird.
2. Sonde mehrmals auf den unbeschichteten Messgegenstand (Schichtdicke Null) aufsetzen und nach dem Signalton wieder abheben. Es wird immer der Mittelwert der letzten Messwerte angezeigt.

Sie können die ZERO-Kalibrierung durch Drücken der CLEAR-Taste unterbrechen.

3. Drücken Sie die ZERO-Taste, um die ZERO-Kalibrierung abzuschließen. Auf dem LC-Display erscheint "ZERO" nicht blinkend.
4. Sonde auf die zu messende Schicht aufsetzen und nach dem Signalton wieder abheben.
5. Messwert im Display ablesen.

Löschen der ZERO-Kalibrierung, weil z.B. falscher Null-Wert eingegeben wurde:

- a. ZERO- und CLEAR-Taste drücken. Die ZERO-Kalibrierung und eine evtl. vorhandene CAL-Kalibrierung werden gelöscht.

#### Hinweis:

Die gespeicherte Standardkalibrierung für ebene Flächen ist jetzt aktiviert.

### 3.2.3 Zweipunkt-Kalibrierung (Nullen und Kalibrieren mit einer Folie)

Diese Methode eignet sich für Präzisionsmessungen, Messungen an Kleinteilen sowie auf gehärteten und niedrig legierten Stählen.

1. ZERO-Taste drücken, um die ZERO-Kalibrierung zu initiieren. Auf dem LC-Display erscheinen "ZERO" (blinkt) und "MEAN" (blinkt nicht). "MEAN" weist darauf hin, dass der angezeigte Wert ein Mittelwert ist.
2. Sonde mehrmals hintereinander auf den unbeschichteten Messgegenstand (Schichtdicke Null) aufsetzen und nach dem Signalton abheben.

---

Es wird immer der Mittelwert der letzten Messwerte angezeigt.

Sie können die Null-Kalibrierung durch Drücken der CLEAR-Taste unterbrechen.

3. ZERO-Taste drücken, um die ZERO-Kalibrierung abzuschließen. Auf dem LC-Display erscheint "ZERO" (blinkt nicht).
4. CAL-Taste drücken, um die Folienkalibrierung zu initialisieren. Auf dem LC-Display erscheinen "CAL" (blinkt) und "MEAN". (blinkt nicht). MEAN" weist darauf hin, dass der angezeigte Wert ein Mittelwert ist.
5. Kalibrierfolie auf den unbeschichteten Messgegenstand legen. Sonde mehrmals hintereinander aufsetzen und nach dem Signalton wieder abheben. Es wird immer der Mittelwert der letzten Messwerte angezeigt.

Die Foliendicke sollte in der Nähe der zu erwartenden Schichtdicke sein. Der kleinste einstellbare Kalibrierwert beträgt 20  $\mu\text{m}$ . Ein Kalibrierwert von 50 $\mu\text{m}$  sollte jedoch nicht unterschritten werden.

**Hinweis:**

Sollten Sie einen falschen Kalibrierwert gemessen haben, kann der Kalibriervorgang durch Drücken der CLEAR-Taste abgebrochen werden. Das Gerät befindet sich danach wieder im Messmodus mit der vorherigen Kalibrierung.

6. Foliendicke mit den PFEIL-Tasten  $\uparrow$  und  $\downarrow$  einstellen.
7. CAL-Taste drücken, um die CAL-Kalibrierung abzuschließen. Auf dem LC-Display erscheint "CAL" (blinkt nicht) .
8. Sonde auf die zu messende Schicht aufsetzen und nach dem Signalton abheben.

Löschen der CAL-Kalibrierung, weil z. B. falsch kalibriert wurde:

- a. CAL- und CLEAR-Taste drücken. Die CAL-Kalibrierung und eine evtl. vorhandene ZERO-Kalibrierung werden gelöscht.

**Hinweis:**

- Die gespeicherte Standard-Kalibrierung für ebene Flächen ist jetzt aktiviert.

- 
- Die Folienkalibrierung kann während der Aufnahme einer Messreihe beliebig oft durchgeführt werden. Die gespeicherte Folienkalibrierung wird dann jeweils überschrieben; die ZERO-Kalibrierung bleibt jedoch erhalten.

### 3.2.4 Kalibrieren u. Messen mit MiniTest 650 FN

Die Geräte der Serie FN arbeiten sowohl nach dem magnet-induktiven Verfahren als auch nach dem Wirbelstromverfahren. Der Messbereich der Geräte MiniTest 650 FN beträgt für Stahl 0 ... 2000µm (F) und für NE-Metall 0...2000µm (N).

Sie können das gewünschte Messverfahren nach dem Betätigen der ON-Taste auswählen. Es erscheint blinkend „Ferr“.

- PFEIL-Taste (↑) drücken, um das magnet-induktive Verfahren („Ferrous“) zu aktivieren.
- PFEIL-Taste (↓) drücken, um das Wirbelstromverfahren („Non-Ferr“) zu aktivieren.

Der Automatik-Modus wird aktiviert, wenn Sie innerhalb von 3 Sekunden nach dem Einschalten keine Auswahl mittels der Pfeiltasten treffen.

Dieser Modus kann eingesetzt werden, wenn die Art des Grundwerkstoffs (Stahl oder NE-Metall) nicht bekannt ist.

Das Kalibrieren im Automatik-Modus verlangt zuvor eine Messung auf dem unbeschichteten Stahl- oder NE-Metall-Teil. Es wird entweder „Ferr“ oder „Non-Ferr“ angezeigt.

Jetzt kann in der gewohnten Weise wie unter Abschnitt 3.2.2, 3.2.3 oder 3.2.5 kalibriert werden.

Wenn Sie später sowohl auf Stahl als auch auf NE-Metall messen möchten, muss die Kalibrierung für beide Grundwerkstoffe (jeweils auf einem unbeschichteten Teil) durchgeführt werden.

### 3.2.5 Kalibrieren und Messen auf gestrahlten Oberflächen

Auf gestrahlten Oberflächen werden physikalisch bedingt zu hohe Schichtdickenwerte angezeigt. Aus diesem Grund ist es angezeigt, die mittlere Schichtdicke über den Spitzen zu bestimmen (hier wird die Verwendung des Statistik-Programms empfohlen):

---

**Methode A (Rz > 20µm)**

1. Kalibrierung nach 3.2.2. oder 3.2.3 durchführen. Das Musterteil für die Kalibrierung sollte glatt (ungestrahlt) sein, den gleichen Krümmungsradius haben und aus dem gleichen Grundwerkstoff bestehen wie das spätere Messobjekt.
2. Danach ca. 10 Messungen auf einem rauhen (gestrahlten), unbeschichteten Musterteil durchführen. Auch hier sollten Grundwerkstoff und Krümmungsradius mit dem späteren Messobjekt übereinstimmen. Bilden Sie aus den 10 Messungen den Mittelwert  $\bar{x}_0$ .
3. Abschließend ca. 10 Messungen auf einem beschichteten, rauhen (gleichartig gestrahlten) Messgegenstand durchführen und den Mittelwert  $\bar{x}_m$  bilden.
4. Die Differenz  $(\bar{x}_m - \bar{x}_0) \pm s$  ist die mittlere Schichtdicke  $\bar{x}_{eff}$  über den Spitzen; s ist die größere Standardabweichung der beiden Werte  $\bar{x}_m$  und  $\bar{x}_0$ .

$$\bar{x}_{eff} = (\bar{x}_m - \bar{x}_0) \pm s$$

**Methode B (bei Rz < 20µm)**

1. Auf dem gestrahlten unbeschichteten Grundwerkstoff eine Null-Kalibrierung mit 10 Messungen durchführen. Danach Folienkalibrierung auf dem unbeschichteten Grundwerkstoff durchführen. Der Folienwert wird aus mehreren Einzelfolien von je max. 50 µm zusammengesetzt und sollte dem zu erwartenden Schichtdickenwert ungefähr entsprechen.
2. Die Schichtdicke kann direkt abgelesen werden und sollte aus 5...10 Einzelwerten gemittelt werden (Statistik-Funktion).

**Hinweis:**

Bei Schichtdicken über 300 µm ist der Einfluss der Rauigkeit im allgemeinen nur noch unbedeutend, und es kann auf og. Kalibriermethoden verzichtet werden.

---

### 3.2.6 Urkalibrierung korrigieren

Unter bestimmten Umständen ist es erforderlich, die Urkalibrierung der Sonden zu ändern, z.B.

- wenn der Messpol verschlissen ist
- im Falle von Spezialanwendungen

Die Urkalibrierung kann angepaßt an Ihr Musterteil geändert werden. Bitte wenden Sie sich an ElektroPhysik.

### 3.3 Allgemeine Hinweise zum Messen

Wenn die Kalibrierung sorgfältig durchgeführt wurde, liegt die Messung innerhalb der garantierten Messunsicherheit (siehe techn. Daten). Starke magnetische Felder z.B. in der Nähe von Leistungstransformatoren oder Stromschienen mit hohen Stromstärken können die Messanzeige verzögern oder beeinflussen.

Wenn Sie das Statistikprogramm von MiniTest verwenden, wird empfohlen, zur Mittelwertbildung die Sonde an einer typischen Messstelle mehrmals aufzusetzen. Eventuelle „Ausreißer“ können mit der CLEAR-Taste gelöscht werden.

Die vollständige Angabe eines Messwertes ergibt sich aus dem Ergebnis der statistischen Berechnung und aus der garantierten Messunsicherheit des Gerätes:

**Schichtdicke**     **D** =  $\bar{X} \pm s \pm u$

## 4. Messen mit Statistik

Die Geräte MiniTest 650 berechnen aus einer Messreihe von max. 9 999 Messwerten die Statistik. Die Ausgabe liefert die jeweiligen Statistikwerte ohne Einzelwerte (siehe 4.4). Einzelwerte können direkt während der Messung über die USB-Schnittstelle ausgegeben werden.

Die Messwerte einer Messreihe werden immer automatisch erfasst und statistisch ausgewertet. Die Auswertung liefert je Messreihe folgende Statistikwerte in der Anzeige und in der Ausgabe:

N:	Anzahl der Einzelwerte
MEAN ( $\bar{x}$ ):	Mittelwert der Einzelwerte
STD.DEV (s):	Standardabweichung
MAX:	größter Einzelwert
MIN:	kleinster Einzelwert

---

Das Statistikprogramm ermittelt aus mindestens zwei Einzelwerten die 5 oben genannten Statistikwerte.

#### 4.1 Begriffe zur Statistik

- Mittelwert  $\bar{x}$  (MEAN)

Summe der Einzelmesswerte dividiert durch die Anzahl der Messwerte

$$\text{MEAN} = \bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

- Standardabweichung s (STD. DEV.)

Die Standardabweichung ist ein Maß für die Streuung der Messwerte - je größer die Streuung, desto größer die Standardabweichung.

s ergibt sich aus der positiven Quadratwurzel aus der Varianz  $s^2$ .

Die Varianz ist die Summe der quadrierten Abweichungen der Messwerte von ihrem arithmetischen Mittelwert dividiert durch die um 1 verminderte Anzahl der Messwerte.

$$\text{Varianz: } s^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}$$

$$\text{Standardabweichung: } s = \sqrt{s^2}$$

#### 4.2 Aufnahme einer Messreihe mit Statistikberechnung

1. Alle Messwerte werden automatisch durch das Statistikprogramm erfasst.
2. Prüfen Sie, ob kalibriert werden muss und/oder die Statistikwerte gelöscht werden müssen.
3. Die neue Kalibrierung erfolgt durch Überschreiben der alten Kalibrierung.
4. Sie können die alten Statistikwerte durch Drücken der STATS-Taste und CLEAR-Taste löschen.

#### 4.3 Überschreiten der Speicherkapazität

Wenn mehr als 9999 Werte gemessen wurden, werden die 5 Statistikwerte nicht mehr aktualisiert. Es kann jedoch weiter gemessen werden. Jeder Messwert, der aufgrund von Überschreitung der Speicherkapazität nicht mehr in die Statistik mit einfließt, wird mit einer kurz angezeigten Fehlermeldung E11 gekennzeichnet.

---

#### 4.4 Anzeige und Ausgabe der 5 Statistikwerte einer Messreihe

Die Statistikwerte können wie folgt angezeigt bzw. über die Schnittstelle ausgegeben werden:

- STATS-Taste drücken. Es wird der erste Statistikwert angezeigt. Zum Anzeigen der anderen Statistikwerte STATS jeweils erneut drücken. Die Statistikwerte werden in der Reihenfolge N, MEAN, STD.DEV., MAX, MIN angezeigt.
- Ist ein PC angeschlossen werden die Statistikwerte über die USB Schnittstelle an diesen übertragen.

##### Hinweis:

Die Statistikwerte können beliebig oft aufgerufen werden, auch während der Aufnahme von Messwerten.

### 5. Löschfunktionen

#### 5.1 Löschen des letzten Messwerts

Drücken Sie unmittelbar nach der letzten Messung einmal die CLEAR-Taste. Ein kurzer Signalton bestätigt den Löschvorgang.

#### 5.2 Löschen der Statistikwerte

STATS- und CLEAR-Taste drücken. Ein kurzer Signalton bestätigt den Löschvorgang.

Beim Model MiniTest 650 FN wird die Statistik für den F- bzw. N-Teil separat gelöscht.

- Aktivieren Sie im Automatik-Modus das gewünschte Messverfahren (F-Teil oder N-Teil), indem Sie eine Messung auf dem entsprechenden Grundwerkstoff (Stahl für den F-Teil, z.B. Aluminium für den N-Teil) durchführen. STATS- und CLEAR-Taste drücken. Ein kurzer Signalton bestätigt das Löschen der Statistikwerte für das zuletzt aktive Messverfahren.
- Sie können auch das MiniTest 650 FN Gerät ausschalten und beim Wiedereinschalten mit Hilfe der Pfeiltasten den F-(↑) oder den N-Teil (↓) aktivieren. STATS- und CLEAR-Taste drücken. Ein kurzer Signalton bestätigt das Löschen der Statistikwerte für das ausgewählte Messverfahren.

---

## 6. Schnittstellenbeschreibung

Die Geräte MiniTest 650 können über eine USB-Schnittstelle an einen Rechner angeschlossen werden für Online-Messungen oder zur Anzeige der Statistik. Voraussetzung ist jedoch ein USB-Anschlusskabel, welches als Zubehör lieferbar ist.

## 7. Zubehör

- Präzisionsmessstativ für Messungen an Kleinteilen
- Datenübertragungsprogramm Msoft7000 basic edition
- Aufladbare Batterien mit Ladegerät
- USB-Anschlusskabel
- NiMH-Akkus mit Ladegerät 230V AC oder 110V AC

## 8. Pflege

Bis auf einen gelegentlichen Batteriewechsel sind keine besonderen Pflegemaßnahmen erforderlich. Verbrauchte Batterien müssen sofort aus dem MiniTest Gerät entfernt und ordnungsgemäß entsorgt werden.

## 9. Kundendienst

Ein beschädigtes Gerät oder ein Gerät mit Fehlfunktion senden Sie bitte über Ihren Händler oder direkt an uns zur Funktionskontrolle bzw. Reparatur. Geben Sie uns bitte kurze Hinweise über die Fehlfunktionen des Geräts.

## 10. Störungssuche

Hinweise zur Erkennung und Beseitigung von Störungen finden Sie in der nachstehenden Fehlerliste. Sämtliche Fehlermeldungen beginnen mit dem Buchstaben „E“ (E = error = Fehler).

Fehler, bei denen das Gerät abschaltet:

- E 3: Sonde defekt. Diese Fehlermeldung erscheint beim Einschalten des Geräts.
- E 4: Sonde liefert instabile Messwerte (z.B. durch Einwirkung starker magnetischer Wechselfelder oder bei Messungen auf duktilen Schichten).
- E 5: Sonde wurde beim Einschalten nicht genügend weit entfernt von Metall gehalten.
- E 6: Batteriespannung zu niedrig.

---

Fehlermeldungen, die nur für die Dauer von ca. 1,5 Sekunden erscheinen:

E 11: Messwertspeicher ist voll.

Keine E-Meldung, jedoch Fehler wie:

- Messgerät schaltet nicht automatisch ab
- Gerät läßt keine weiteren Messungen zu
- Tasten ohne Funktion
- unlogische Anzeigewerte

**Abhilfe: Total-Reset!**

**Hinweis:**

Ein langer Signalton bestätigt den Löschvorgang. Der letzte Messwert, die Kalibrierwerte und die Statistikwerte wurden gelöscht.

Sollte das Ausschalten des MiniTest-Geräts durch die Tastatur nicht möglich sein, müssen vor dem Total-Reset kurzzeitig die Batterien entfernt werden.

## 11. Bedienbeispiel MiniTest 650

Bitte verwenden Sie folgende Prüflinge:

- für die Erstbenutzung:  
beigefügte Referenznullplatte aus FE oder AL und Kalibrierfolien
- für den Praxiseinsatz:  
unbeschichteter Messgegenstand und Kalibrierfolien

1. ON-Taste drücken.

Je nach Gerätetyp erscheinen "Ferr" oder "Non-Ferr" sowie "µm" oder "mils".

Für MiniTest 650 FN gilt:

- a. es erscheint blinkend „Ferr“. Drücken Sie innerhalb von 3 Sekunden die Pfeiltasten:
- Pfeiltaste (↑): Messungen auf Stahl („Ferr“)
  - Pfeiltaste (↓): Messungen auf NE-Metallen („Non-Ferr“)

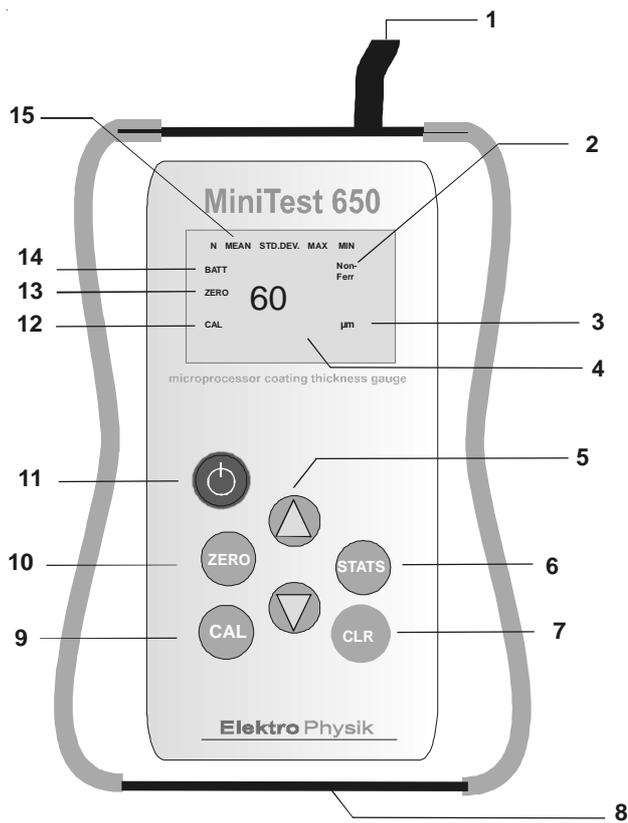
- 
- b. Nach 3 Sekunden schaltet das Gerät in den Automatik-Modus, d.h. unabhängig ob auf Stahl oder auf NE-Metallen gemessen wird, zeigt das Gerät nach entsprechender Kalibrierung die richtige Schichtdicke an.
2. ZERO-Taste drücken. Es erscheint „ZERO“ (blinkt).
3. Sonde mehrmals auf die beigefügte Referenznullplatte (Fe oder Al) bzw. auf den unbeschichteten Messgegenstand aufsetzen.
4. ZERO-Taste drücken. Es erscheint „ZERO“ (blinkt nicht).
5. Jetzt kann mit der durchgeführten Einpunkt-Kalibrierung (ZERO-Kalibrierung) gemessen werden.
- Erstbenutzung:  
Kalibrierfolie wählen, auf die Referenznullplatte legen, Sonde aufsetzen und Messwert im Display ablesen.
  - Praxiseinsatz:
6. Zur Erhöhung der Messgenauigkeit kann eine weitere Kalibrierung mit Hilfe einer Folie durchgeführt werden.
- CAL-Taste drücken. Es erscheint „CAL“ (blinkt).
7. Eine (oder mehrere übereinandergelegte Kalibrierfolien) auf die Referenznullplatte oder den unbeschichteten Messgegenstand legen und Sonde mehrmals aufsetzen.
8. Mit den Pfeiltasten  $\leftarrow$  und  $\rightarrow$  den aufgedruckten Dickenwert der Kalibrierfolie einstellen.
9. CAL-Taste drücken. Es erscheinen „ZERO“ und „CAL“ sowie „ $\mu\text{m}$ “ oder „mils“.
10. Jetzt können Sie den Messvorgang beginnen.
-

## 12. Technische Daten

Gerätetyp	650 F	650 FN	650 N
für Grundwerkstoff	Stahl	Stahl und NE-Metall	NE-Metall
Verfahren	magnet-induktiv	magnet-induktiv / Wirbelstrom	Wirbelstrom
Messbereich	0 ... 3000 $\mu\text{m}$	F: 0... 2000 $\mu\text{m}$ N: 0... 2000 $\mu\text{m}$	0 ... 2000 $\mu\text{m}$
Anfangsempfindlichkeit	1 $\mu\text{m}$		
Garantierte Messunsicherheit	$\pm$ (2 % vom Messwert + 2 $\mu\text{m}$ )		
Kleinsten Krümmungsradius	5 mm konvex		
	25 mm konkav		

Gerätetyp	650 F	650 FN	650 N
Kleinste Messfläche	$\varnothing$ 20 mm	$\varnothing$ 20 mm	$\varnothing$ 20 mm
Kleinste Dicke des Grundwerkstoffs	0,5 mm	0,5 mm (F) 50 $\mu\text{m}$ (N)	50 $\mu\text{m}$
Abmessungen	Gehäuse: 70 mm x 122 mm x 32 mm Sonde: $\varnothing$ 15 mm x 62 mm		
Gewicht	225 g		
Stromversorgung	3 Micro-AAA Batterien für mehr als 10.000 Messungen		
Normen	Messverfahren DIN, ISO, BS, ASTM konform		
Umgebungstemperatur	Gerät: 0°C...50 °C Sonde: -10°C...70°C		
Schnittstelle	USB		

## 13. Schematische Darstellung



- 1 Sonde
- 2 Non-Ferr, Betriebsanweisung für Messung auf Eisen (Ferr) oder Nicht-Eisen (Non-Ferr).
- 3 Maßeinheit schaltet sich abhängig vom Meßwert automatisch um: µm, mm oder mils
- 4 4stelliges LC-Display mit Fließkomma (bei mm)
- 5 Pfeil-Tasten für alle Einstellungen (z.B. Kalibrierwerte)
- 6 Taste zum Abruf der Statistikwerte
- 7 Löschtaste (Clear)
- 8 Batteriefach auf der Rückseite
- 9 Taste zum Kalibrieren mit Standards
- 10 Taste zum „Nullen“ ohne Kalibrierstandards
- 11 Taste zum Ein- und Ausschalten des Gerätes
- 12 Hinweis für Kalibrierung mit Folienstandards
- 13 Hinweis für Nullung
- 14 BATT: Hinweis für Batteriewechsel oder Akku-Ladung
- 15 Hinweis: Ziffernanzeige ist ein Statistikwert

---

# Index

## A

Akku.....D-18

Anwendung.....D-1

Ausschaltmodus.....D-6

automatische Abschaltung.....D-6

automatischer Modus.....D-13

## B

Batteriefach.....D-4

## E

Einpunkt-Kalibrierung.....D-7, D-11

## F

Fehlermeldung.....D-18

Fehlmessungen.....D-3

Folienkalibrierung.....D-11–D-12

## G

Grundeinstellung.....D-5

Grundwerkstoff.....D-8, D-13

## H

Hintergrundbeleuchtung.....D-7

## I

Initialisierung.....D-4

## K

Kalibrierstandard.....D-10

Kalibrierwert.....D-8

Krümmungsradius.....D-8

## L

Löschfunktion.....D-17

## M

Magnetinduktion.....D-13

---

manueller Modus.....D-2

Maßeinheit.....D-7

Messfläche.....D-8

Messpol.....D-3

Messreihe.....D-15

metrisch.....D-7

Mittelwert.....D-11

N

Normen.....D-1

Nullkalibrierung.....D-11, D-11–D-12

P

Präzisionsmessung.....D-8

R

raue Oberflächen.....D-14

S

Schnittstelle.....D-18

Schnittstelle.....D-17

Signal.....D-9

Sondenpol.....D-9

Speicherkapazität.....D-16

Standardabweichung.....D-15

Standardkalibrierung.....D-7

Statistik.....D-16

T

Tastensperre.....D-6

Temperatur.....D-10

Total Reset.....D-19

V

V-Nut.....D-3

Varianz.....D-16

W

Wirbelstrom.....D-1

---

Z

Zweipunkt-Kalibrierung.....D-11

Zweipunktkalibrierung.....D-7

zylindrische Teile.....D-3