

# Widerstandsmessung Materialprüfung



Wir beraten qualifiziert und individuell

# Widerstandsmessgeräte

Das Präzisions-Widerstandsmessgerät Milli-TO 3 ist eine Weiterentwicklung des seit mehr als 30 Jahren gefertigten und mit großem Erfolg verkauften Milli-TO 2.

Mit dem Milli-TO 3 wurde ein Messgerät entwickelt, das den technischen Widerstandsmessbereich abdeckt.

Das Milli-TO 3 kommt z.B. zur Messung von kleinen Kontaktwiderständen mit einer Auflösung von  $10^{-5} \Omega$  oder von Isolationswiderständen gemessen nach geltenden Normen mit vorgewählten stabilen Messspannungen von 1 bis 500 V zum Einsatz.

Die integrierte Strommessung kontrolliert bei Hochohmmessungen den Verlauf von Ladungen und Entladungen der Messproben.

Weiterhin können über die Strommessung Leckströme von Materialproben und Bauelementen zwischen 0,1 pA ( $10^{-13}$  A) Auflösung und 1,1 mA ( $10^{-3}$  A) gemessen werden.

Bei der Bedienung und Programmierung des Milli-TO 3 besteht die Möglichkeit zur Wahl zwischen der Eingabe und Menüführung am Gerät und der Steuerung über einen PC.

Die Anzeige der Messwerte und Einstellungsgrößen erfolgt in wissenschaftlicher Form. Bei der Wahl der Messspannung stehen drei Festwerte (10 V, 100 V und 500 V) sowie eine variable Spannungswahl zur Verfügung. Die Messspannungsquelle hat eine geringe Restwelligkeit und im Kurzschlussfall eine sehr kleine gespeicherte Impulsenergie. Der Dauerkurzschlussstrom beträgt ca. 3 mA.

Alle Funktionen können von der PC-Oberfläche aus eingestellt und gesteuert werden. Somit wird auch eine Fernsteuerung des Messgerätes möglich. Die Auswertung und Speicherung der Messdaten kann dann bequem am PC erfolgen.

## Messverfahren

### Niederohmbereich

Der Niederohmbereich erstreckt sich über 7 Messbereiche bis maximal 180 k $\Omega$ . Die Auflösung im empfindlichsten Bereich beträgt 10  $\mu\Omega$ . Die Messgleichspannung am Prüfling erreicht 180 mV bei einer Anzeige von 1800 Digit. Sie ist bei Wahl eines falschen Messbereiches auf max. 4 V begrenzt. Der maximale Messgleichstrom ist im niedrigsten Widerstandsbereich 1 A. Niederohmige Prüflinge werden zur Ausblendung der Messleitungswiderstände in Vierpoltechnik (Vierleiter-Messprinzip nach Kelvin) gemessen, in dem der am Prüfling auftretende Spannungsabfall über getrennte Leitungen den Sense-Klemmen zugeführt wird. Prüflinge, bei denen die Messleitungswiderstände zu vernachlässigen sind, lassen sich auch sehr gut in Zweipoltechnik messen.

### Allgemeine Daten

Messung:	Steuerung über START-/STOP-Taste, Remote oder internen Timer
Messrate:	ca. 1 Messung pro Sekunde
Messbereiche:	7 Bereiche, manuell oder automatisch umschaltend
Bedienung:	über die Tasten, seriell RS 232 oder Remote-Anschluss
Warmlaufzeit:	für Präzisionsmessungen 10 Minuten
Anzeigen:	2 LCD Anzeigen mit je 2 x 20 Zeichen Messbereichsdarstellung in wissenschaftlicher Form (z.B. 16,55 E9 für 16,55 G $\Omega$ ) Kontroll-LED für Messspannung und Fault sowie LED in allen Tasten
Funktionen:	Grenzwert / Limit - Kontaktausgabe und akustisches Signal über Beeper bei Über- oder Unterschreitung des programmierbaren Limitfensters; Kontakt max. 24 V/ 0,5 A Messbereichsüber- oder -unterschreitung wird im Display als OVERRANGE oder UNDERRANGE angezeigt und über RS 232 ausgegeben
Anschlüsse:	an der Rückseite für LIMIT und Remote über SUB-D 9-polig sowie für GND und Gehäuseschirm über 4 mm Einbaubuchsen
Schutzklasse:	Schutzklasse 1
Schutzart:	Schutzart IP 40
Temperatur:	Betrieb: 15°C - 23°C - 35°C Lager: -10°C bis +60°C
rel. Luftfeuchte:	max. 50 %, nicht kondensierend!
Gehäuse:	Tischgehäuse aus Aluminium mit Trage- und Aufstellgriff
Maße in mm:	340 x 150 x 300 B/H/T

### Hochohmbereich

Der Hochohmbereich erfasst in 8 Messbereichen Widerstände von 1 k $\Omega$  bis 1,6 P $\Omega$ . Hoch- und Niederohmbereich überlappen sich somit gut. Die Messspannungsquelle für die drei vorwählbaren Messgleichspannungen 10 V, 100 V und 500 V hat außergewöhnlich gute Eigenschaften. Die Restwelligkeit ist sehr klein. Dadurch kann der wahre Isolationswiderstand von kapazitätsbehafteten Prüflingen, besonders von Kondensatoren, Folien oder anderen dünnen Proben, ohne Verfälschung durch ständige Lade- und Entladevorgänge problemlos gemessen werden. Der Kurzschlussstrom der Messspannungen ist für gefahrloses Arbeiten auf ca. 3 mA begrenzt. Da die Stabilisierung rein elektronisch ohne Glättungskondensatoren am Messspannungsausgang erfolgt, tritt im Kurzschlussfall keine Stromspitze auf.

## Milli- und TeraOhmmeter Milli-TO 3



### High-Ohm (Hochohmmessung)

Messumfang:

bei Messspannung 1 V:  $0,9 \times 10^3$  bis  $3,3 \times 10^{12} \Omega$   
 10 V:  $9 \times 10^3$  bis  $33 \times 10^{12} \Omega$   
 100 V:  $90 \times 10^3$  bis  $0,33 \times 10^{15} \Omega$   
 500 V:  $450 \times 10^3$  bis  $1,6 \times 10^{15} \Omega$   
 über Strommessung bis  $2 \times 10^{15}$  nachweisbar

Messfehler: bei 23 °C +/- 1 K innerhalb 12 Monate:  
 Messbereich 1 bis 5: +/- 0,3 % + 2 Digit  
 6: +/- 0,5 % + 2 Digit  
 7: +/- 1 % + 2 Digit

Temperaturfehler: 15 °C bis 35 °C: +/- 0,1 % / K

Messspannung: Festspannungen: 10 V, 100 V, 500 V;  
 oder variabel 1 V bis 500 V

Messspannungsfehler: bei 23 °C: +/- 0,2 %

Temperaturfehler  
 der Messspannung: +/- 0,01 % / K

Messstrom: max. 3 mA bei 10 k $\Omega$  Lastwiderstand

Messspannungsquelle: dauerkurzschlussfest

zulässige

Fremdspannung bei:

$V_M$  10 V: 20 VDC

$V_M$  100 V: 200 VDC

$V_M$  500 V: 750 VDC

var.  $V_M$  1 V bis 500 V: doppelter Variablenwert, max. 750 VDC

Messspannung aus:  
 (OFF) der Prüfling wird über 10 k $\Omega$  entladen  
 (der Anschluss  $V_M$  liegt über einen  
 10 k $\Omega$  Widerstand an GND)

zulässige Fremd-  
 spannung bei  $V_M$  OFF: +/- 100 VDC

$R_x/I_x$  Anschluss: Koaxiale Buchse 4 mm/13 mm  
 DIN 47284

$V_M$  und GND: Einbaubuchse 4 mm

### Low-Ohm (Niederohmmessung)

Messbereich: 10  $\mu\Omega$  bis 180 k $\Omega$

Auflösung bei 4½ stelliger Anzeige: Messbereich 1: 10  $\mu\Omega$   
 Messbereich 7: 10  $\Omega$

Messschaltung: 2- oder 4-polig nach Kelvin  
 dekadischer Konstantstrom

Thermospannungskontrolle und  
 Kompensation: 0 bis +/- 20 mV zulässig

Messfehler: bei 23 °C +/- 1K: +/- 0,2 %  
 vom Messwert +/- 2 Digit  
 (typisch 0,1 %)

Temperaturfehler (15 bis 30 °C): +/- 0,1 % / K

Maximale Spannung am Prüfling: < 4 VDC

Zulässige Fremdspannung  
 zwischen den Source-Klemmen: - 24 VDC und + 3 VDC

Zulässige Fremdspannung  
 zwischen den Sense-Klemmen: +/- 48 VDC

$R_x$  Anschlüsse: 4 x Buchse 4 mm oder 5-pol.  
 DIN-Buchse

Schutzsicherung im Messkreis: 1,6 AMT (mittelträge) an der  
 Geräterückwand

### $I_x$ (Strommessung)

Messumfang: 0,01 x  $10^{-12}$  A Auflösung  
 bis 1,1 x  $10^{-3}$  A

Anzeige: 3½ Stellen (0,0 bis 1,100)

Messfehler bei 23 °C +/- 1 K:  
 Messbereich 1 bis 5: +/- 0,2 % + 2 Digit  
 Messbereich 6: +/- 0,5 % + 2 Digit  
 Messbereich 7: +/- 1 % + 2 Digit

Temperaturfehler (15 bis 35 °C): +/- 0,02 % / K

Innenwiderstand der Messschaltung ( $R_i$ ):  
 Messbereich 1: 200  $\Omega$  (auto) und 1,1 k $\Omega$   
 Messbereich 2: 10,1 k $\Omega$   
 Messbereich 3: 100 k $\Omega$   
 Messbereich 4: 1 M $\Omega$   
 Messbereich 5: 10 M $\Omega$   
 Messbereich 6: 100 M $\Omega$   
 Messbereich 7: 1 G $\Omega$

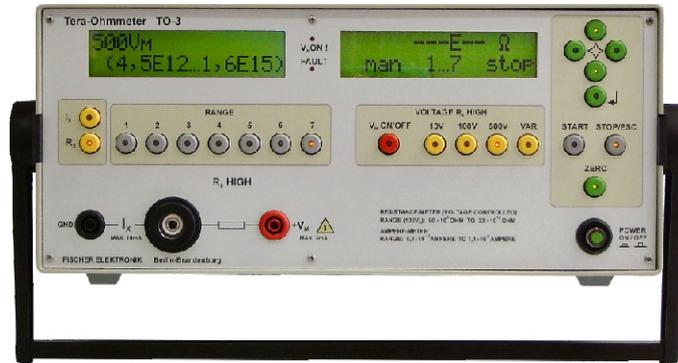
Maximal zulässige Spannung  
 am Eingang  $R_x/I_x$ : +/- 10 VDC

Maximal zulässiger  
 Dauereingangsstrom  $R_x/I_x$ : +/- 10 mADC

### Sonderausführung: Milli-TO 3 cable

Für Messungen an einseitig geerdeten Prüflingen oder unter  
 Verwendung eines netzunabhängige Bezugspotentials, wie zum  
 Beispiel zur Bestimmung des Durchgangswiderstandes verlegter  
 Fußbodenbeläge oder Messungen im Wasserbad, steht Ihnen die  
 Sonderausführung unseres Milli-TO 3, das **Milli-TO 3 cable**, zur  
 Verfügung

# TeraOhmmeter TO 3



## Anwendung

Mit dem Präzisions-Widerstandsmessgerät TO 3 lassen sich Widerstände von 1 kOhm bis 1,6 PetaOhm leicht und zuverlässig messen und mit der Strommessung kleinste Probenströme nachweisen.

Bei der Bedienung und Programmierung des Gerätes können Sie zwischen direkter Menüführung am Messgerät oder PC wählen. Das TO 3 verfügt über eine Schnittstelle, die eine Weiterverarbeitung der gemessenen Werte sowie die Fernsteuerung des Gerätes erlaubt.

Die Messwerte werden in wissenschaftlicher Form angezeigt.

Sie können zwischen den drei Festspannungen 10 V, 100 V und 500 V oder einer variablen, in 1 V Schritten von 1 V bis 500 V einstellbaren, Messspannung wählen.

Die Messspannung hat eine geringe Restwelligkeit und im Kurzschlussfall eine sehr kleine gespeicherte Impulsenergie. Der Dauerkurzschlussstrom ist ca. 3 mA.

### Ix (Strommessung)

Messumfang:	0,01 x 10 <sup>-12</sup> A Auflösung bis 1,1 x 10 <sup>-3</sup> A
Anzeige:	3½ Stellen (0,0 bis 1,100)
Messfehler bei 23 °C +/- 1 K:	
Messbereich 1 bis 5:	+/- 0,2 % + 2 Digit
Messbereich 6:	+/- 0,5 % + 2 Digit
Messbereich 7:	+/- 1 % + 2 Digit
Temperaturfehler (15 bis 35 °C):	+/- 0,02 % / K
Innenwiderstand der Messschaltung (R <sub>i</sub> ):	
Messbereich 1:	200 Ω (auto) und 1,1 kΩ
Messbereich 2:	10,1 kΩ
Messbereich 3:	100 kΩ
Messbereich 4:	1 MΩ
Messbereich 5:	10 MΩ
Messbereich 6:	100 MΩ
Messbereich 7:	1 GΩ
Maximal zulässige Spannung am Eingang R <sub>x</sub> /I <sub>x</sub> :	+/- 10 VDC
Maximal zulässiger Dauereingangsstrom R <sub>x</sub> /I <sub>x</sub> :	+/- 10 mADC

### High-Ohm (Hochohmmessung)

Messumfang:

bei Messspannung 1 V:	0,9 x 10 <sup>3</sup> bis 3,3 x 10 <sup>12</sup> Ω
10 V:	9 x 10 <sup>3</sup> bis 33 x 10 <sup>12</sup> Ω
100 V:	90 x 10 <sup>3</sup> bis 0,33 x 10 <sup>15</sup> Ω
500 V:	450 x 10 <sup>3</sup> bis 1,6 x 10 <sup>15</sup> Ω bis 2 x 10 <sup>15</sup> nachweisbar

Messfehler:

bei 23 °C +/- 1 K innerhalb 12 Monate:	
Messbereich 1 bis 5:	+/- 0,3 % + 2 Digit
6:	+/- 0,5 % + 2 Digit
7:	+/- 1 % + 2 Digit

Temperaturfehler:

15 °C bis 35 °C:	+/- 0,1 % / K
------------------	---------------

Messspannung:

Festspannungen:	10 V, 100 V, 500 V; oder variabel 1 V bis 500 V
-----------------	--

Messspannungsfehler:

bei 23 °C:	+/- 0,2 %
------------	-----------

Temperaturfehler  
der Messspannung:

	+/- 0,01 % / K
--	----------------

Messstrom:

	max. 3 mA bei 10 kΩ Lastwiderstand
--	------------------------------------

Messspannungsquelle:

	dauerkurzschlussfest
--	----------------------

zulässige  
Fremdspannung bei:

V <sub>M</sub> 10 V:	20 VDC
V <sub>M</sub> 100 V:	200 VDC
V <sub>M</sub> 500 V:	750 VDC
var. V <sub>M</sub> 1 V bis 500 V:	doppelter Variablenwert, max. 750 VDC

Messspannung aus:  
(OFF)

der Prüfling wird über 10 kΩ entladen (der Anschluss V <sub>M</sub> liegt über einen 10 kΩ Widerstand an GND)
---

zulässige Fremd-  
spannung bei V<sub>M</sub> OFF:

	+/- 100 VDC
--	-------------

R<sub>x</sub>/I<sub>x</sub> Anschluss:

	Koaxiale Buchse 4 mm/13 mm DIN 47284
--	---

### Sonderausführung: TeraOhmmeter TO 3 cable

Für Messungen an einseitig geerdeten Prüflingen oder unter Verwendung eines netzunabhängigen Bezugspotentials, wie z.B. zur Bestimmung des Durchgangswiderstandes verlegter Fußbodenbeläge oder bei Messungen im Wasserbad, steht Ihnen die Sonderausführung des TeraOhmmeters TO 3, das **TO 3 cable**, zur Verfügung.

# Hochohm-Schutzringelektrode FE 50

## Anwendungen mit Standardelektrode FE 50

Hochohm-Messelektrode für Widerstandsmessung von Volumen und an Oberflächen nach DIN IEC 62631, ISO 21178 u.a.

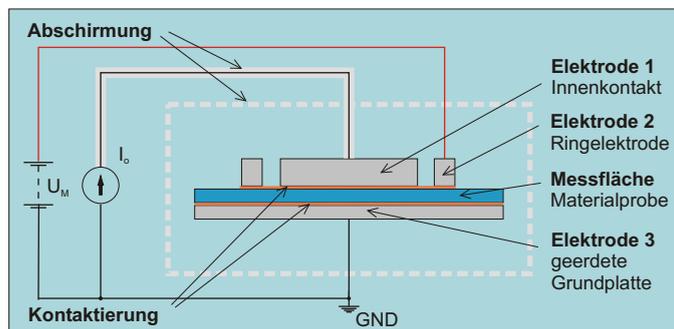
### Messung spezifischer Oberflächenwiderstand

Der Oberflächenwiderstand der Messfläche berechnet sich nach dem ohmschen Gesetz aus dem Quotienten der angelegten Spannung und dem z.B. nach 1 Minute zwischen den Elektroden 1 und 2 (vgl. Schaltbild unten) fließenden Strom.

Der spezifische Oberflächenwiderstand einer Probe aus festem, elektrisch isolierendem Werkstoff muss unter Berücksichtigung der geometrischen Form der verwendeten Ringelektrode (Geometriefaktor der Elektrode) berechnet werden. Für die Ringelektrode FE 50 ergibt sich auf die charakteristische Messfläche bezogen ein Elektrodenfaktor von 34,56.



Messung Oberflächenwiderstand mit Grundplatte GP 14 und Milli-TO 3



Grundschialtung für geschützte Elektroden zum Messen des spezifischen Oberflächenwiderstandes am Beispiel der Ringelektrode FE 50

Unsere TeraOhmmeter TO 3 und Milli-TO 3 führen die Berechnung des spezifischen Widerstandes nach Eingabe des Elektrodenfaktors und entsprechender Menüwahl automatisch durch.

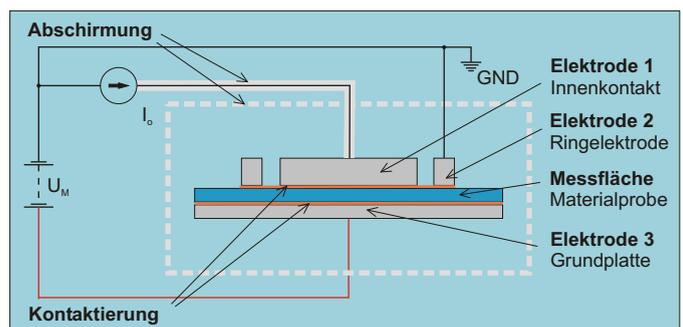
### Technische Daten FE 50:

Edelstahlausführung (V2A)	
Messflächendurchmesser:	50 mm
Schutzringdurchmesser:	80 mm außen 60 mm innen
resultierender Messspalt:	5 mm
Messspalt mit Volumenring:	1 mm
effektive Messfläche bei Volumenwiderstandsmessung:	20,43 cm <sup>2</sup>
maximale Messspannung:	500 V
empfohlener Messbereich:	10 <sup>5</sup> bis 10 <sup>15</sup> Ohm

### Messung spezifischer Durchgangswiderstand

Der Durchgangswiderstand des Probematerials berechnet sich nach dem ohmschen Gesetz, aus dem Quotienten der angelegten Spannung und dem zwischen den Elektroden 1 und 3 (vgl. Schaltbild unten) fließenden Strom.

Der spezifische Durchgangswiderstand einer Probe aus festem, elektrisch isolierendem Werkstoff muss unter Berücksichtigung der geometrischen Form der verwendeten Ringelektrode (Geometriefaktor) und der Probendicke berechnet werden. Der für die Geometrie der Ringelektrode charakteristische Elektrodenfaktor ist der Quotient der effektiven Fläche der geschützten Elektrode und der mittleren Dicke der Materialprobe.



Grundschialtung für geschützte Elektroden zum Messen des spezifischen Durchgangswiderstandes am Beispiel der Ringelektrode FE 50

# Hochohm-Kalibrierbox KB-FE50

zur Überprüfung der Hochohm-Schutzringelektrode FE 50 in Verbindung mit Normwiderständen



KB-FE50 mit FE 50 (optional) und Normalwiderstand (optional)

- ▶ Kalibrierbox zur einfachen und schnellen Überprüfung/Kalibration der Hochohm-Schutzringelektrode FE 50
- ▶ exakte Positionierung und sichere Kontaktierung der Elektrode
- ▶ flexibel durch Anschlussmöglichkeit für Normwiderstände mit verschiedenen Widerstandswerten
- ▶ 4 mm Anschlussbuchsen
- ▶ Umschaltbar für Messung Oberflächen- und Volumenwiderstand
- ▶ Anschluss an Milli-TO 3 und TO 3
- ▶ maximale Messspannung: 500 V
- ▶

Die Kalibrierbox KB-FE50 wurde speziell zur einfachen und schnellen Überprüfung der Hochohm-Schutzringelektrode FE 50 entwickelt.

In Verbindung mit den Messgeräten Milli-TO 3 / TO-3 und unseren optionalen Hochohm-Kalibrierwiderständen sind präzise reproduzierbare Messungen zur Überprüfung des gesamten Messaufbaues möglich.

Die Hochohm-Kalibrierbox ist in verschiedenen Ausführungen und mit diversen Adaptern auch für andere Messelektroden verfügbar.

Optionale Hochohm-Kalibrierwiderstände:

Typ	Wert *	Kalibriertoleranz
N3	1 E 3 Ω (1 kΩ)	0,1 % bei 1 Volt Messspannung
N4	1 E 4 Ω (10 kΩ)	0,1 % bei 10 Volt Messspannung
N5	1 E 5 Ω (100 kΩ)	0,1 % bei 100 Volt Messspannung
N6	1 E 6 Ω (1 MΩ)	0,1 % bei 100 Volt Messspannung
N7	1 E 7 Ω (10 MΩ)	0,3 % bei 100 Volt Messspannung
N8	1 E 8 Ω (100 MΩ)	0,5 % bei 100 Volt Messspannung
N9	1 E 9 Ω (1 GΩ)	0,5 % bei 100 Volt Messspannung
N10	1 E 10 Ω (10 GΩ)	0,5 % bei 100 Volt Messspannung
N11	1 E 11 Ω (100 GΩ)	1 % bei 100 Volt Messspannung
N12	1 E 12 Ω (1 TΩ)	1 % bei 100 Volt Messspannung

\* Nennwerttoleranz +0 bis -10 %



KB-FE50 mit Adapter\* für Schutzringelektrode FE25\*, (\* optional)



KB-FE50 mit FE 50\*, Kalibrierwiderstand\* und Milli-TO 3\* (\* optional)

**Optionales Zubehör:**

- Hochohm-Kalibrierwiderstände
- Hochohm-Schutzringelektrode FE 50/FE 25
- TeraOhmmeter Milli-TO 3 / TO 3
- Adapterset für Elektroden FE 25 bzw. FE 25-1

## Kalibrierwiderstände

zur Überprüfung und Kalibrierung von Widerstandsmessgeräten

### Hochohm-Kalibrierwiderstände $10^3$ bis $10^{12} \Omega$

Typ	Wert *	Kalibriertoleranz
N3	1 E 3 $\Omega$ (1 k $\Omega$ )	0,1 % gemessen bei 1 Volt
N4	1 E 4 $\Omega$ (10 k $\Omega$ )	0,1 % gemessen bei 10 Volt
N5	1 E 5 $\Omega$ (100 k $\Omega$ )	0,1 % gemessen bei 100 Volt
N6	1 E 6 $\Omega$ (1 M $\Omega$ )	0,1 % gemessen bei 100 Volt
N7	1 E 7 $\Omega$ (10 M $\Omega$ )	0,3 % gemessen bei 100 Volt
N8	1 E 8 $\Omega$ (100 M $\Omega$ )	0,5 % gemessen bei 100 Volt
N9	1 E 9 $\Omega$ (1 G $\Omega$ )	0,5 % gemessen bei 100 Volt
N10	1 E 10 $\Omega$ (10 G $\Omega$ )	0,5 % gemessen bei 100 Volt
N11	1 E 11 $\Omega$ (100 G $\Omega$ )	1 % gemessen bei 100 Volt
N12	1 E 12 $\Omega$ (1 T $\Omega$ )	1 % gemessen bei 100 Volt

\* Nennwerttoleranz +0 bis -10 %

- ▶ **Optionales Zubehör:**
  - Hochohm-Kalibrierbox zur einfachen und schnellen Überprüfung und Kalibrierung von Hochohm-Messelektroden
  - Sonderausführung für Cable-Geräte



für direkten Anschluss an Milli-TO 3 und TO 3 (auch mit 4 mm Anschlussbuchsen verfügbar)

### Niederohm-Kalibrierwiderstände $10^{-2} \Omega$ bis $10^3 \Omega$ (4-polig)

Typ	Wert	Kalibriertoleranz
N001N	0,01 $\Omega$	0,1 % gemessen bei 1 A Messstrom
N01N	0,1 $\Omega$	0,1 % gemessen bei 1 A Messstrom
N0N	1 $\Omega$	0,1 % gemessen bei 0,1 A Messstrom
N1N	10 $\Omega$	0,1 % gemessen bei 0,01 A Messstrom
N2N	100 $\Omega$	0,1 % gemessen bei 1mA Messstrom
N3N	1 k $\Omega$	0,1 % gemessen bei 0,1 mA Messstrom
N4N	10 k $\Omega$	0,1 % gemessen bei 0,01mA Messstrom
N5N	100 k $\Omega$	0,1 % gemessen bei 0,001 mA Messstrom

- ▶ Werkskalibrierschein serienmäßig (DAkKS-Kalibrierung auf Anfrage)
- ▶ weitere Widerstandswerte und Sonderausführungen auf Anfrage



für direkten Anschluss an Milli-TO 3 und MO 3 (auch mit 4 mm Anschlussbuchsen verfügbar)

Typ FE 50: 20 cm<sup>2</sup>; Messspalt 1/5/10 mm  
 Typ FE 25: 5 cm<sup>2</sup>; Messspalt 1/5/6,5 mm  
 Typ 3604 FE: 4,6 cm<sup>2</sup>; Messspalt 1 mm  
 Typ 3605 FE: 19,2 cm<sup>2</sup>; Messspalt 1 mm  
 Typ 3607 FE: 20 cm<sup>2</sup>; Messspalt 5 mm

## Schutzringelektroden

nach DIN, EN, IEC, ASTM u.a.  
zur Messung von Oberflächen- und

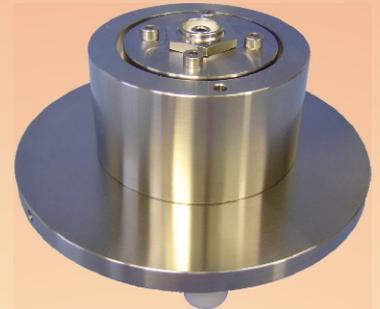
Volumenwiderständen

- Edelstahlausführung (V2A)
- max. Messspannung 500 V
- Messbereich: 10<sup>3</sup> bis 10<sup>15</sup> Ω

FE 25



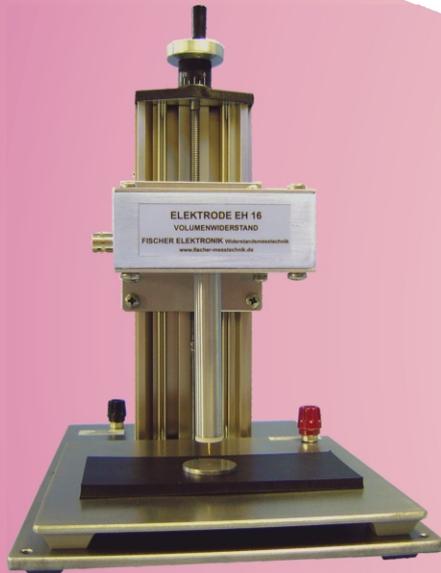
Ableitelektrode  
AE 30-DIN/ANSI



Schutzringelektrode  
FE 50 mit Grundplatte GP 14

## Elektroden für kleine Proben

- Ringelektroden für Oberflächen- und Volumenwiderstandsmessungen an kleinen plattenförmigen Proben nach DIN
- Messung von Farbproben



EH 16



EH 15/20



Fußbodenelektrode  
FBE 1



Flüssigkeitselektrode  
FSE 2



Flüssigkeitselektrode  
FSE 3



Fußbodenelektrode  
FBE 4



Fördergurtelektrode  
FGE 1



Textil-Streifenlektrode  
TSE 1

## Spezialelektroden

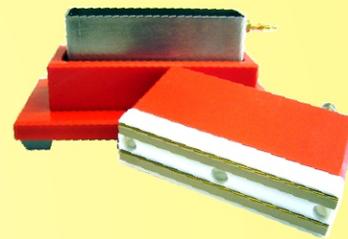
- für unterschiedlichste Anwendungen
- speziell entwickelt und abgestimmt

## Federzungenenelektrode

- zur Messung des Oberflächenwiderstandes an Folien nach DIN EN 62631-3-2
- feine und präzise Kontaktstreifen im Abstand von 10 mm, Messlänge 100 mm
- Messbereich  $10^5$  bis  $10^{15} \Omega$  bei max. 500 V Messspannung



Federzungenenelektrode  
3501 FE



Handoberflächenelektrode  
HOW 1



Handoberflächenelektrode  
HOW 3 mit GP 14



Handoberflächenelektrode  
HOW 16

**Handoberflächenelektroden**  
- für die Messung des Oberflächenwiderstandes nach DIN, EN und IEC  
- optimiert für die Messung an Oberflächen von Objekten, an lackierten Probeplatten oder Pads

Typ HOW 1: Messfläche 100 x 10 mm  
Typ HOW 3: Messfläche 50 x 5 mm  
Typ HOW 16: Messfläche 16,5 cm<sup>2</sup>; mit Federkontakten für gewölbte Oberflächen



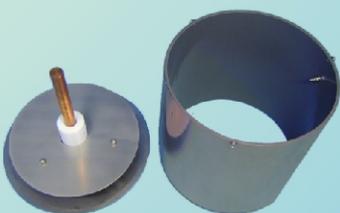
Bügelelektrode  
BUE 01



Pulverelektrode PE 01



Luft- und Raumfahrtelektrode  
HOF 1



Pipelinelektrode PCE-1



Textilelektrode TE 50



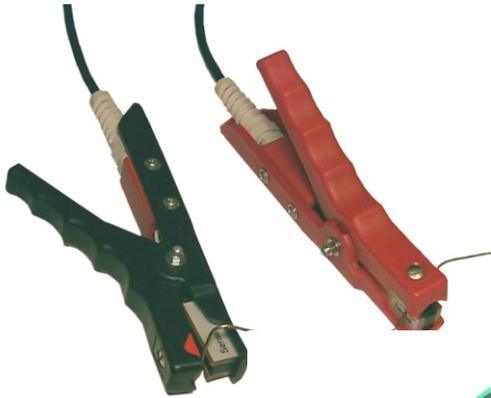
Wir entwickeln nach Ihren Wünschen und Anforderungen Ihre spezielle Elektrode.

Sprechen Sie uns an!

# Niederohmmessung - Zubehör

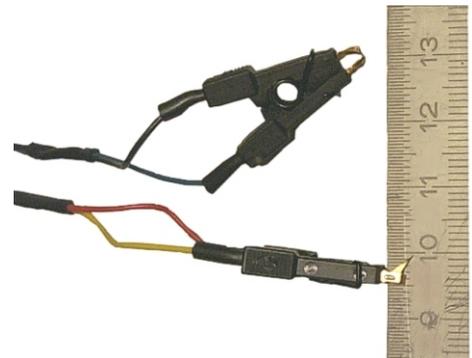
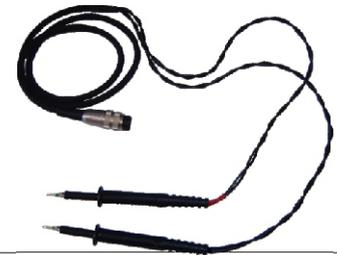
## Kelvinzangen:

Typ KEZ Micro:	für sehr dünne Drähte und feinste Kontaktstellen
Typ KEZ Mini:	für Kontaktstellen 0,5 mm - 5 mm
Typ KEZ Standard RE:	für Kontaktstellen 1 mm - 15 mm
Typ KEZ Max:	für Kontaktstellen 5 mm - 15 mm
Typ KEZ 60:	für Kontaktstellen 10 mm - 60 mm
Typ KEZ Zwinde:	maximale Öffnungsweite 150 mm



## Kelvintaster:

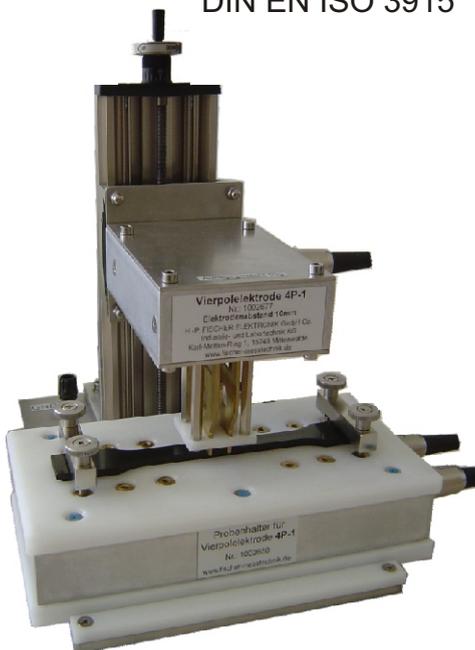
Typ KT 1:  
Vierpoltasterpaar



## Vierpolelektroden:

Typ 4P-1: Vierpolelektrode nach  
DIN EN ISO 3915

Typ VE-D991: Vierpolelektrode nach  
ASTM D 991



## Hochohm-Schirmkammer TOM 300-2



TOM 300-2 mit TO 3 und  
Hochohm-Messelektrode FE 50

### Anwendung

Die Messkammer TOM 300-2 dient zur Abschirmung äußerer Einflüsse beim Messen von hohen Oberflächen- oder Volumenwiderständen mit einem Tera-Ohmmeter.

In Verbindung mit den Messgeräten Milli-TO 3 und TO 3 können präzise Messungen im Hochohmbereich reproduzierbar durchgeführt werden.

Der konstruktive Aufbau und der große Messraum von ca. 300 mm x 300 mm x 250 mm gestattet eine schnelle Bestückung und Kontrolle der Messanordnung.

Der Hochohm-Messeingang der Schirmkammer TOM 300-2 ist mit einer Schutzschaltung versehen, die eine Entladung des Prüflings ermöglicht.

Maße in mm:	310 x 370 x 265 (B/H/T)
geschirmtes Volumen:	300 x 300 x 250 mm <sup>3</sup>
Betriebsspannung:	Steckernetzteil 230 VAC / 12 VDC
maximale Messspannung:	500 V
empfohlener Messbereich:	1 x 10 <sup>3</sup> bis 1 x 10 <sup>15</sup> Ω
Anschlüsse:	DIN 4/13 und 4 mm Laborstecker
Gewicht:	7,0 kg

## Kleine Hochohm-Schirmkammer TOM 5

### Anwendung

Die kleine Messkammer TOM 5 dient zur Abschirmung äußerer Einflüsse beim Messen von hohen Oberflächen- oder Volumenwiderständen mit einem Tera-Ohmmeter.

In Verbindung mit den Messgeräten Milli-TO 3 und TO 3 sind präzise und reproduzierbare Messungen im Hochohmbereich durchführbar.

Der konstruktive Aufbau gestattet es, bei Verwendung von Standard-Krokoklemmen oder von kundenspezifischen Kontaktierhilfen, schnelle Messungen durchzuführen.

Zur Kontrolle der Umgebungstemperatur des Prüflings kann, durch die Öffnung am Deckel, ein Temperaturfühler in die geschlossene Messkammer eingeführt werden.

Ferner können dünne PTFE Drähte zur zusätzlichen Steuerung mitgeführt werden.

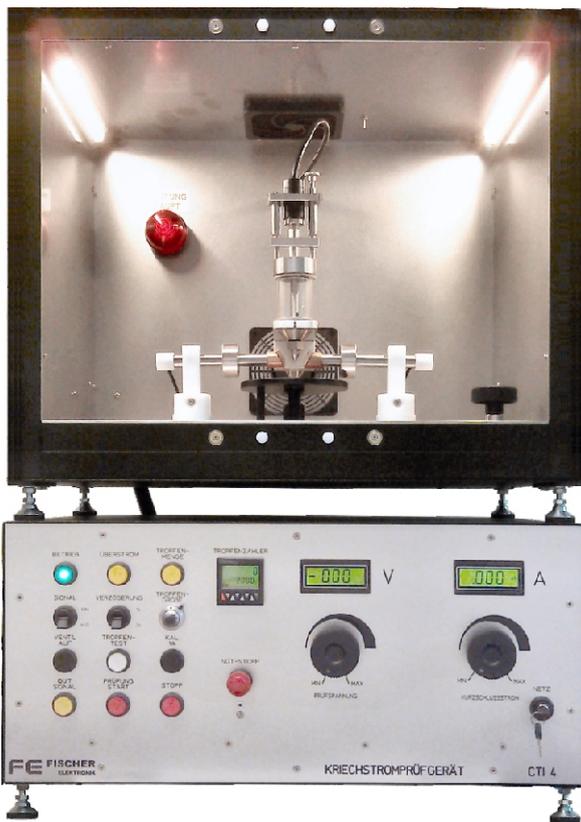
TOM 5 mit Standard-Krokoklemmen



Maße:	145 x 95 x 90 mm
geschirmtes Volumen:	140 x 90 x 40 mm <sup>3</sup>
Maximaler Kontaktabstand:	je nach Bauform des Prüflings bis ca. 140 mm
maximale Messspannung:	500 V
empfohlener Messbereich:	1 x 10 <sup>3</sup> bis 1 x 10 <sup>15</sup> Ω
Anschlüsse:	DIN 4/13 und 4 mm Laborstecker

## Kriechstromprüfgerät CTI 4

zur Bestimmung der Prüfzahl und der Vergleichszahl der Kriechwegbildung von festen, isolierenden Werkstoffen nach DIN EN 60112 (IEC 60112)



Die Kriechstromfestigkeit wird mit dem CTI-Wert (Comparative Tracking Index) bestimmt und mit dem PTI-Wert (Proof Tracking Index) geprüft.

Der CTI-Wert sagt aus, bis zu welcher Spannung das Basismaterial kein Tracking (Basismaterial wird unter Spannung leitfähig) zeigt, wenn 50 Tropfen einer genormten Elektrolytlösungen aufgetropft werden. Gemessen wird auf der Oberfläche des Prüfkörpers, wobei alle 30 Sekunden ein Tropfen zwischen zwei Platin-Elektroden fällt.

Der Funktionsaufbau gestattet es, durch feine Einstellmöglichkeiten von Prüfspannung, Strombegrenzung, Abschaltzeit, Tropfengröße und Tropfenzahl genaueste Prüfungen vorzunehmen.

Die Prüfspannung ist bis 600 V einstellbar.

### Technische Daten:

Maße in mm:	Steuereinheit:	610 x 305 x 600 (B/H/T)
	Prüfeinheit:	610 x 550 x 450 (B/H/T)
Gewicht:	Steuereinheit:	ca. 35 kg
	Prüfeinheit:	ca. 30 kg
Betriebsspannung:	230 VAC ( $\pm 5\%$ ), 50 Hz, max. 4 A	
Elektrodenspannung:	100 bis 600 VAC	

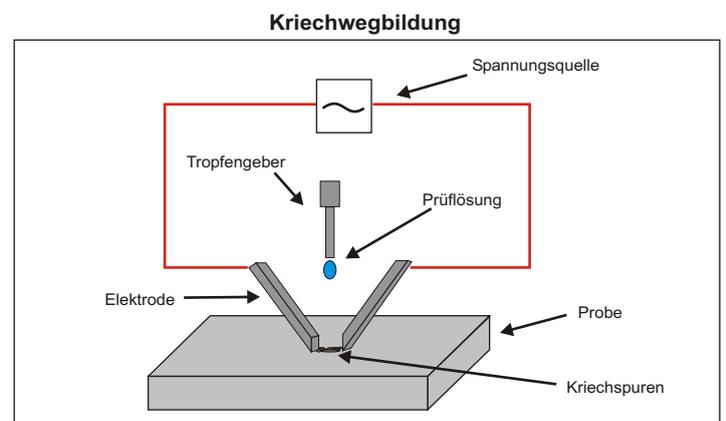
### Zubehör:

Platinelektroden  
Dichtungssatz für Tropfengeber  
Glasscheibe für Prüftisch

### Sonderausführungen:

**CTI 4-XXL** - Für Kriechstromprüfungen an größeren Fertigteilen (z.B. Keramikisolatoren) und Baugruppen. Die Prüfeinheit besitzt eine höhere Prüfkammer und verfügt zusätzlich über einen Scheren-Hubtisch zur Positionierung des Prüflings.

**CTI 4-ASTM** - Für Kriechstromprüfungen nach ASTM D3638.



- ▶ Prüfgerät zur Ermittlung des relativen Widerstandes fester isolierender Werkstoffe gegen Kriechwegbildung
- ▶ Prüfung nach DIN EN 60112 (IEC 60112)
- ▶ Ermittlung der Vergleichs- und Prüfzahl zur Kriechwegbildung (CTI / PTI)
- ▶ Einstellung von Prüfspannung, Strombegrenzung, Abschaltzeit, Tropfengröße und Tropfenzahl
- ▶ Echteffektivwertanzeige von Strom und Spannung
- ▶ Tropfenintervall 30 s

## Kriechstromprüfgerät CTI 5

**Neu**

zur Bestimmung der Prüfzahl und der Vergleichszahl der Kriechwegbildung von festen, isolierenden Werkstoffen nach DIN EN 60112 (IEC 60112)



Die Kriechstromfestigkeit wird mit dem CTI-Wert (Comparative Tracking Index) bestimmt und mit dem PTI-Wert (Proof Tracking Index) geprüft.

Der CTI-Wert sagt aus, bis zu welcher Spannung das Basismaterial kein Tracking (Basismaterial wird unter Spannung leitfähig) zeigt, wenn 50 Tropfen einer genormten Elektrolytlösungen aufgetropft werden. Gemessen wird auf der Oberfläche des Prüfkörpers, wobei alle 30 Sekunden ein Tropfen zwischen zwei Platin-Elektroden fällt.

Der Funktionsaufbau gestattet es, durch feine Einstellmöglichkeiten von Prüfspannung, Strombegrenzung, Abschaltzeit, Tropfengröße und Tropfenzahl genaueste Prüfungen vorzunehmen.

Die Prüfspannung ist von 100 V bis 950 V einstellbar.

### Technische Daten:

Maße in mm:	Steuereinheit:	610 x 305 x 600 (B/H/T)
	Prüfeinheit:	610 x 550 x 450 (B/H/T)
Gewicht:	Steuereinheit:	ca. 50 kg
	Prüfeinheit:	ca. 30 kg
Betriebsspannung:	230 VAC ( $\pm 5\%$ ), 50 Hz, max. 8 A	
Elektrodenspannung:	100 bis 950 VAC	

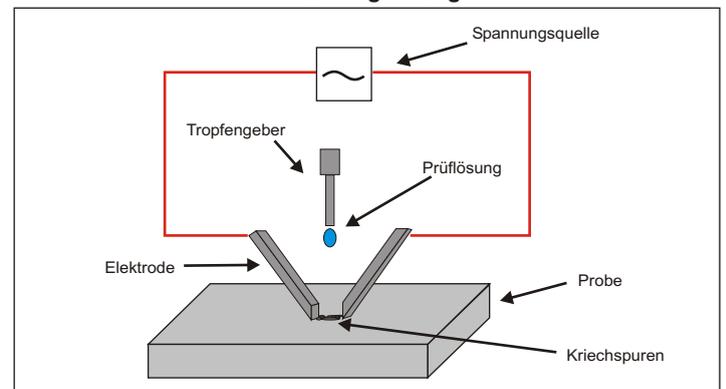
### Zubehör:

Platinelektroden  
Dichtungssatz für Tropfengeber  
Glasscheibe für Prüftisch

### Sonderausführungen:

**CTI 4-XXL** - Für Kriechstromprüfungen an größeren Fertigteilen (z.B. Keramikisolatoren) und Baugruppen. Die Prüfeinheit besitzt eine höhere Prüfkammer und verfügt zusätzlich über einen Scheren-Hubtisch zur Positionierung des Prüflings.

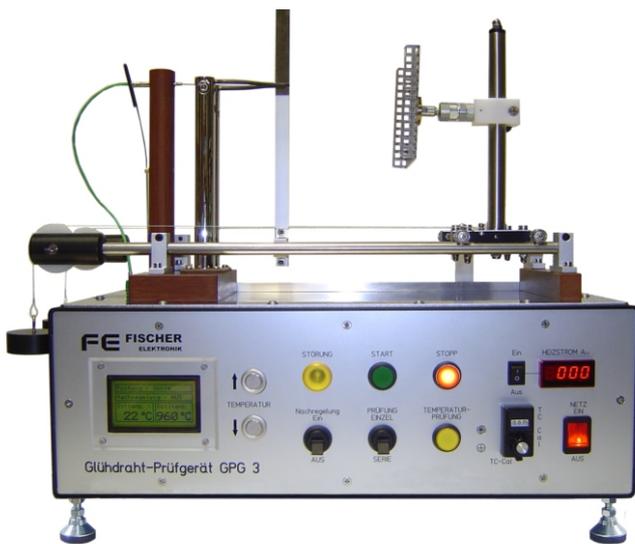
### Kriechwegbildung



- ▶ Prüfgerät zur Ermittlung des relativen Widerstandes fester isolierender Werkstoffe gegen Kriechwegbildung
- ▶ Prüfung nach DIN EN 60112 (IEC 60112)
- ▶ Ermittlung der Vergleichs- und Prüfzahl zur Kriechwegbildung (CTI / PTI)
- ▶ Einstellung von Prüfspannung, Strombegrenzung, Abschaltzeit, Tropfengröße und Tropfenzahl
- ▶ Echteffektivwertanzeige von Strom und Spannung
- ▶ Tropfenintervall 30 s

# Glühdrahtprüfgerät GPG 3

automatisches prozessorgeregeltes Prüfgerät zur Glühdrahtprüfung nach DIN EN 60695-2-10;2014 an Werkstoffen, Enderzeugnissen und Baugruppen



- ▶ Prüfgerät zur Ermittlung des Glühdrahtentflammbarkeitsindex(GWFI), der Glühdrahtentzündungstemperatur(GWIT) und der Glühdrahttemperatur(GWT)
- ▶ Prüfung nach DIN EN 60695-2-10;2014
- ▶ Einstellung der Glühdrahttemperatur von 100 bis 999 °C
- ▶ prozessorgeregelter Prüfablauf
- ▶ automatische Positionierung des Messwagens
- ▶ automatische Begrenzung der Prüfdauer
- ▶ elektronische Auswertung der Eindringtiefe
- ▶ Echteffektivwertanzeige des Heizstromes
- ▶ Andruckkraft 1 N
- ▶ Messskala für Flammenhöhe
- ▶ Grafikdisplay

**Technische Daten:**

Maße in mm : 570 x 550 x 340 (B/ H/ T)  
Gewicht: ca. 27 kg  
Betriebsspannung: 230 V

**Zubehör:**

Glühdrahtschleife mit Bohrung für Thermoelement Ø 1 mm  
Thermoelement Typ K Ø 1 mm  
Silberfolie 20 cm, Holzbrett, Seidenpapier  
Schnellwechsel-Probenhalter(optional)

Das Gerät eignet sich zur Glühdrahtprüfung nach DIN EN 60695-2-10;2014 und entspricht dem in dieser Norm dargestellten Aufbau.

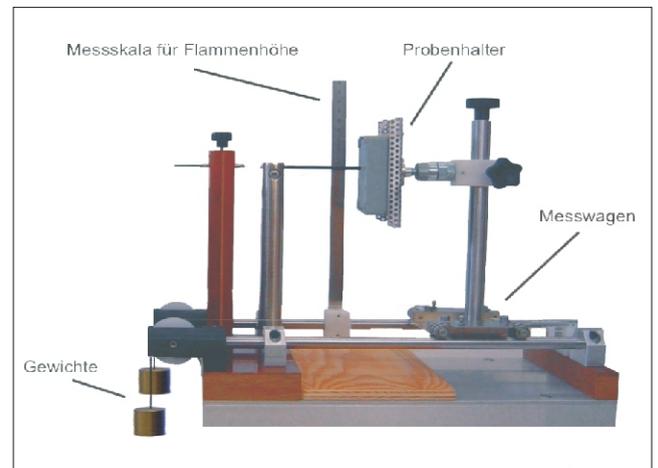
Dabei können Glühdrahttemperaturen von 100 bis 999 °C eingestellt werden.

Der Prüfwagen ist über Seilzüge mit 2 Gewichten (Andruckkraft 1 N) verbunden.

Es können Prüfungen an festen Isolierstoffen oder anderen festen Materialien vorgenommen werden.

Die Positionierung des Prüfwagens sowie die Auswertung der Eindringtiefe erfolgen automatisch. Zur Bestimmung der Flammenhöhe dient eine Messskala.

Die Halterung für den Probekörper ist einstellbar.



**GWFI - Glow Wire Flammability Index**

Der Glühdrahtentflammbarkeitsindex bezeichnet die höchste Temperatur, in der sich (in drei aufeinander folgenden Tests) die Probe nicht entzündet oder die Nachbrenn- oder Nachglühzeit nach Ende der Einwirkzeit des Glühdrahtes 30 s beträgt und brennende Tropfen nicht zur Entzündung der Unterlage führen.

**GWIT - Glow Wire Ignition Temperature**

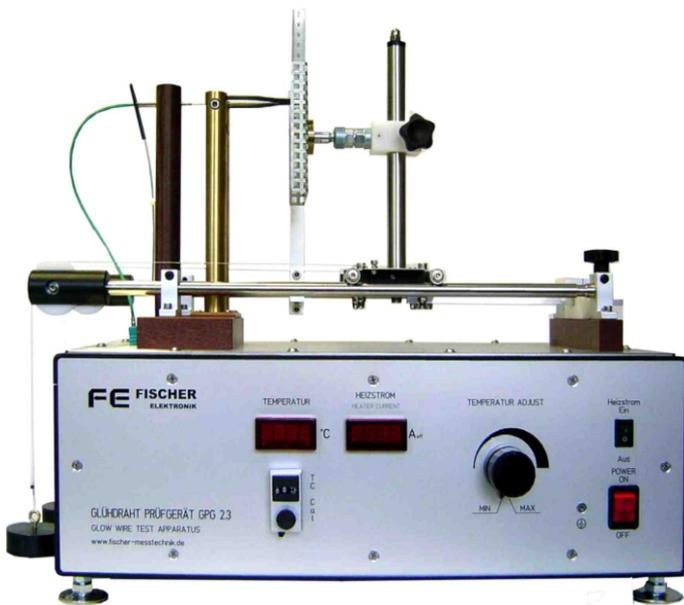
Die Glühdrahtentzündungstemperatur bezeichnet die Temperatur, die 25 K höher ist, als die höchste Temperatur, bei der sich die Probe bei drei aufeinander folgenden Prüfungen nicht entzündet.

**GWT - Glow Wire Temperature**

Die Glühdrahttemperatur wird am Fertigteil ermittelt. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn keine Flammenbildung oder kein Glühen auftritt oder alle nachfolgende Bedingungen erfüllt sind: Flammen oder Glühvorgänge erlöschen innerhalb von 30 s nach Entfernen des Glühdrahtes, keine Entzündung des Seidenpapiers erfolgt.

## Glühdrahtprüfgerät GPG 2.3

Prüfgerät zur Glühdrahtprüfung nach DIN EN 60695-2-10;2014 an Werkstoffenn, Enderzeugnissen und Baugruppen



- ▶ Prüfgerät zur Ermittlung des Glühdrahtentflammbarkeitsindex(GWFI), der Glühdrahtentzündungstemperatur(GWIT) und der Glühdrahttemperatur(GWT)
- ▶ Prüfung nach DIN EN 60695-2-10;2014
- ▶ Einstellung der Glühdrahttemperatur von 50 °C bis 999 °C
- ▶ Strom- und Temperaturanzeige
- ▶ Echteffektivwertanzeige des Heizstromes
- ▶ Andruckkraft 1 N
- ▶ Messskala für Flammenhöhe
- ▶ Messanschlag und Skala für Eindringtiefe

### Technische Daten:

Maße in mm: 570 x 550 x 340 (BxHxT)  
Gewicht: ca. 27 kg  
Betriebsspannung: 230 V

### Zubehör:

Glühdrahtschleife mit Bohrung für Thermoelement Ø 1 mm  
Thermoelement Typ K Ø 1 mm  
Silberfolie 20 cm, Holzbrett, Seidenpapier  
Schnellwechsel-Probenhalter(optional)

Das Gerät eignet sich zur Glühdrahtprüfung nach DIN EN 60695-2-10;2014 und entspricht dem in dieser Norm dargestellten Aufbau.

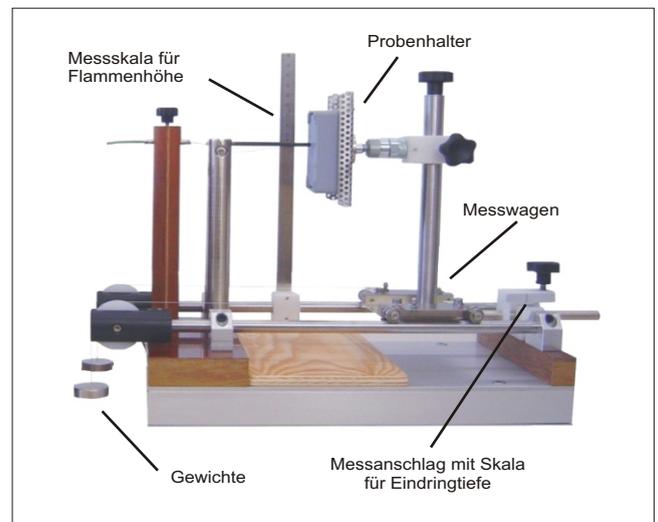
Dabei können Glühdrahttemperaturen von 50 °C bis 999 °C eingestellt werden.

Der Prüfwagen ist über Seilzüge mit 2 Gewichten (Andruckkraft 1 N) verbunden.

Es können Prüfungen an festen Isolierstoffen oder anderen festen Materialien vorgenommen werden.

Das Gerät ist mit einer Messskala zur Ermittlung der Flammenhöhe und einem Messanschlag mit Skala zum Ablesen der Eindringtiefe ausgestattet.

Die Halterung für den Probekörper ist einstellbar.



### GWFI - Glow Wire Flammability Index

Der Glühdrahtentflammbarkeitsindex bezeichnet die höchste Temperatur, in der sich (in drei aufeinander folgenden Tests) die Probe nicht entzündet oder die Nachbrenn- oder Nachglühzeit nach Ende der Einwirkzeit des Glühdrahtes 30 s beträgt und brennende Tropfen nicht zur Entzündung der Unterlage führen.

### GWIT - Glow Wire Ignition Temperature

Die Glühdrahtentzündungstemperatur bezeichnet die Temperatur, die 25 K höher ist, als die höchste Temperatur, bei der sich die Probe bei drei aufeinander folgenden Prüfungen nicht entzündet.

### GWT - Glow Wire Temperature

Die Glühdrahttemperatur wird am Fertigteil ermittelt. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn keine Flammenbildung oder kein Glühen auftritt oder alle nachfolgende Bedingungen erfüllt sind: Flammen oder Glühvorgänge erlöschen innerhalb von 30 s nach Entfernen des Glühdrahtes, keine Entzündung des Seidenpapiers erfolgt.

# Das Unternehmen

Die H.-P. FISCHER ELEKTRONIK GmbH & Co. Industrie- und Labortechnik KG, mit Sitz in Mittenwalde bei Berlin, ist als mittelständisches Unternehmen seit über 40 Jahren auf dem Gebiet der Mess- und Prüftechnik tätig.

Auf dem Spezialgebiet der Widerstandsmesstechnik sind wir führend im Bereich der Hoch- und Niederohmmessung. Vor allem in der Werkstoff- und Materialforschung, der Materialentwicklung, aber auch der Qualitätssicherung und im Umfeld der Produktion sind FISCHER ELEKTRONIK Mess- und Prüfgeräte vielfach bewährt.

Ein breites Spektrum an Messgeräten, Prüfeinrichtungen sowie Messhilfsmitteln zeigt unsere Erfahrung und unser Know-how im Lösen einfacher und anspruchsvoller Messaufgaben.

Kernanwendungen liegen bei

- Widerstandsmessung im Hochohm- und Niederohmbereich
- Messelektroden für unterschiedlichste Material- und Applikationsanforderungen nach den geltenden DIN, EN, IEC und ASTM Normen sowie kundenspezifische Lösungen
- Prüfungen zur Ermittlung der Entflammbarkeit (GWFI), Entzündbarkeit (GWIT) und Glühdrahttemperatur (GWT) von Werkstoffen, Enderzeugnissen, Baugruppen (Glühdrahtprüfung) nach DIN EN 60695-2-10;2014
- Prüfungen zur Ermittlung des relativen Widerstandes fester isolierender Werkstoffe gegen Kriechwegbildung (Kriechstromprüfung) nach DIN EN 60112



Die Geräteserie Milli-TO vereint langjährige Erfahrung mit modernen und exakten Messmethoden für präzise und reproduzierbare Messergebnisse.

Das dazugehörige Spektrum an Elektroden umfasst Varianten für die vielfältigsten Anwendungen, entwickelt nach geltenden Normen DIN, EN, IEC, ASTM und weiteren Industrie- und Kundenvorschriften.

Unsere Stärken sind die Analyse und die Aufbereitung Ihrer Messaufgabe. Wir fertigen nicht nur normenkonforme Geräte, wir erarbeiten für Sie auch kundenspezifische Lösungen. Basierend auf einer geschlossenen Kette von Produktidee, Entwicklung und Konstruktion, über Prototypenbau und Fertigung bis hin zur Inbetriebnahme und Betreuung vor Ort sowie Wartung einschließlich Kalibrierung der Geräte, bieten wir Ihnen eine optimale Dienstleistung an. Unser Service führt Sie zu einer zuverlässigen, maßgeschneiderten und preiswerten Lösung.

Anspruchsvolle Probleme sehen wir als willkommene Herausforderung. Auf Wunsch entwickeln wir maßgeschneiderte Produkte und Lösungen, die Ihre individuellen Anforderungen und Rahmenbedingungen berücksichtigen und erfüllen.

Anwendungsgebiete für die Widerstandsmessung zur Ermittlung von Materialeigenschaften und Kenngrößen liegen u. a. in der Forschung und Entwicklung neuer Materialien und Werkstoffe, der Produktion und Qualitätssicherung sowie Qualitätskontrolle.

Das Spektrum ist weit gefasst; als Beispiele sind die Kunststoffindustrie, die Herstellung von Kabeln und Leitungen, die Fertigung von Bodenbelägen oder Lacken, aber auch die pharmazeutische oder die Textilindustrie sowie die Automobilindustrie in unterschiedlichen Anwendungsbereichen zu nennen.

Fordern Sie uns und vertrauen Sie uns Ihre Messaufgabe an.

Wir beraten Sie, qualifiziert und individuell, telefonisch oder vor Ort. Nutzen Sie unser Know-how und unsere Erfahrung. Wir sind gern für Sie da. Sprechen Sie uns an!

