

akkreditiert durch die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS)  
Mitglied im Deutschen Kalibrierdienst



## Kalibrierzertifikat Nr. 130391-01

in Toleranz

Gegenstand	Digitalmultimeter Keithley 2000
Seriennummer	123456
Auftraggeber	Muster AG Musterstr. 1 12345 Musterstadt
esz ID	130391
Prüfmittelnummer	654321
Inventarnummer	n.a.
Bestellnummer	Kunden-BK-Muster
Auftragsnummer	BK-Muster
Rückführbarkeit	Dieser Kalibrierschein dokumentiert die metrologische Rückführbarkeit auf das internationale Einheitensystem (SI, <i>Système international d'unités</i> ). Qualitätsmanagementsystem, Grundsätze und Verfahren der Kalibrierung gemäß DIN EN ISO/IEC 17025 sind durch die DAkkS akkreditiert. Die DAkkS ist Unterzeichnerin der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine.
Kalibrierdatum	2022-06-22
Nächste Kalibrierung	2023-06 Für die Festlegung und Einhaltung von Fristen zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.
Freigabe durch	Katharina Schwarzenbrunner am 2022-06-22
Laborleiter	Bearbeiter



Philip M. Fleischmann



Andreas Böck



### 6. Messunsicherheiten (MU)

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor  $k = 2$  ergibt. Sie wurde gemäß EA-4/02 M: 2022 ermittelt und setzt sich zusammen aus den Messunsicherheiten des Kalibrierverfahrens und denen des Kalibriergegenstandes während der Kalibrierung. Ein Anteil für die Langzeitstabilität des Kalibriergegenstandes ist nicht enthalten. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Werteintervall. Dimensionslose Messunsicherheiten beziehen sich auf den Kalibrierwert (Kalibrierung von Messgeräten) bzw. auf den Messwert (Kalibrierung von Quellen oder Normalen).

### 7. Methode der Lageberechnung

Die Lage im Toleranzfeld (%TOL) wurde relativ zum Spezifikationsbereich berechnet und prozentual angegeben.

### 8. Durchgeführte Zusatzarbeiten

Abgleich       Reparatur       Funktionstest       Reinigung

### 9. Auswertung

Alle spezifizierten Messwerte liegen innerhalb der genannten Spezifikationen. Die Spezifikationen wurden mit dem Auftraggeber auf Basis der Herstellerangaben oder Anwendungsanforderungen vereinbart. Die Berücksichtigung der Messunsicherheit und die Bewertung auf die Übereinstimmung (PASS) oder Nichtübereinstimmung (FAIL) mit den in der Spalte "Spezifikation" benannten Spezifikationen erfolgt jeweils anhand der Entscheidungsregel "ILAC-Auswertung PASS".

Für Messwerte ohne Spezifikationen entfällt die Konformitätsbewertung. Nähere Erläuterungen zu Begriffen, Legende und Entscheidungsregeln stehen als Download unter [www.esz-ag.de/Begriffe.pdf](http://www.esz-ag.de/Begriffe.pdf) bereit.

Die Spezifikationen wurden anhand folgender Quelle(n) abgeleitet:  
Dateipfad(e): K:\Dokumentation Hersteller\Keithley\2000\2000\_repairmanual.pdf

### 10. Anmerkungen

keine

### 11. Messwerte:

Die Auswahl der Messpunkte und Festlegung des Kalibrierumfanges erfolgte unter Berücksichtigung der Messmöglichkeiten und der technischen Infrastruktur des Laboratoriums anhand folgender Quelle(n):  
Dateipfad(e): N:\AA0097-Kalibrierumfang-Multimeter.doc

Als Dezimaltrennzeichen wird das Komma verwendet.

### Gleichspannung

#### Messgeschwindigkeit-Slow (10 PLC), Filter-ON

Bereich	Kalibrierwert	Messwert	Spezifikation	Abweichung	%TOL	MU	Bem.
100 mV	0,0000 mV	0,0003 mV	±35 ppmFS	0,0003 mV	9 %	$0,068 \cdot 10^{-3}$ mV	
100 mV	-100,0000 mV	-99,9996 mV	±50 ppm; ±35 ppmFS	$4,0 \cdot 10^{-6}$	5 %	$12 \cdot 10^{-6}$	
100 mV	100,0000 mV	100,0004 mV	±50 ppm; ±35 ppmFS	$4,0 \cdot 10^{-6}$	5 %	$12 \cdot 10^{-6}$	
1 V	-1,000000 V	-0,999996 V	±30 ppm; ±7 ppmFS	$4,0 \cdot 10^{-6}$	11 %	$4,0 \cdot 10^{-6}$	
1 V	1,000000 V	1,000003 V	±30 ppm; ±7 ppmFS	$3,0 \cdot 10^{-6}$	8 %	$4,0 \cdot 10^{-6}$	
10 V	-10,00000 V	-9,99998 V	±30 ppm; ±5 ppmFS	$2,0 \cdot 10^{-6}$	6 %	$3,7 \cdot 10^{-6}$	
10 V	4,00000 V	4,00005 V	±30 ppm; ±5 ppmFS	$12,5 \cdot 10^{-6}$	29 %	$3,4 \cdot 10^{-6}$	
10 V	6,00000 V	6,00005 V	±30 ppm; ±5 ppmFS	$8,3 \cdot 10^{-6}$	22 %	$3,5 \cdot 10^{-6}$	

esz AG calibration & metrology

Max-Planck-Str. 16    D-82223 Eichenau    +49-8141-88887-0    info@esz-ag.de    www.esz-ag.de

Bereich	Kalibrierwert	Messwert	Spezifikation	Abweichung	%TOL	MU	Bem.
10 V	8,00000 V	8,00005 V	±30 ppm; ±5 ppmFS	$6,3 \cdot 10^{-6}$	17 %	$3,6 \cdot 10^{-6}$	
10 V	10,00000 V	10,00002 V	±30 ppm; ±5 ppmFS	$2,0 \cdot 10^{-6}$	6 %	$3,7 \cdot 10^{-6}$	
100 V	-100,0000 V	-99,9998 V	±45 ppm; ±6 ppmFS	$2,0 \cdot 10^{-6}$	4 %	$4,2 \cdot 10^{-6}$	
100 V	100,0000 V	100,0004 V	±45 ppm; ±6 ppmFS	$4,0 \cdot 10^{-6}$	8 %	$4,2 \cdot 10^{-6}$	
1000 V	-1000,000 V	-999,998 V	±45 ppm; ±6 ppmFS	$2,0 \cdot 10^{-6}$	4 %	$6,5 \cdot 10^{-6}$	
1000 V	1000,000 V	1000,003 V	±45 ppm; ±6 ppmFS	$3,0 \cdot 10^{-6}$	6 %	$6,5 \cdot 10^{-6}$	

### Wechselspannung, Sinus, effektiv





Bereich	Bedingung	Kalibrierwert	Messwert	Spezifikation	Abweichung	%TOL	MU	Bem.
100 mV	10 Hz	100,0000 mV	100,0004 mV	±0,06 %; ±0,03 %FS	$4,0 \cdot 10^{-6}$	0 %	0,063 %	
100 mV	50 Hz	100,0000 mV	100,0003 mV	±0,06 %; ±0,03 %FS	$3,0 \cdot 10^{-6}$	0 %	0,018 %	
100 mV	400 Hz	100,0000 mV	100,0003 mV	±0,06 %; ±0,03 %FS	$3,0 \cdot 10^{-6}$	0 %	0,018 %	
100 mV	1 kHz	100,0000 mV	100,0001 mV	±0,06 %; ±0,03 %FS	$1,0 \cdot 10^{-6}$	0 %	0,018 %	
100 mV	50 kHz	100,0000 mV	100,0001 mV	±0,12 %; ±0,05 %FS	$1,0 \cdot 10^{-6}$	0 %	0,036 %	
1 V	50 Hz	1,000000 V	1,000004 V	±0,06 %; ±0,03 %FS	$4,0 \cdot 10^{-6}$	0 %	$71 \cdot 10^{-6}$	
1 V	400 Hz	1,000000 V	1,000003 V	±0,06 %; ±0,03 %FS	$3,0 \cdot 10^{-6}$	0 %	$71 \cdot 10^{-6}$	
1 V	1 kHz	1,000000 V	1,000002 V	±0,06 %; ±0,03 %FS	$2,0 \cdot 10^{-6}$	0 %	$71 \cdot 10^{-6}$	
1 V	10 kHz	1,000000 V	1,000001 V	±0,06 %; ±0,03 %FS	$1,0 \cdot 10^{-6}$	0 %	$71 \cdot 10^{-6}$	
1 V	50 kHz	1,000000 V	1,000000 V	±0,12 %; ±0,05 %FS		0 %	0,013 %	
1 V	100 kHz	1,000000 V	1,000001 V	±0,6 %; ±0,08 %FS	$1,0 \cdot 10^{-6}$	0 %	0,028 %	
10 V	50 Hz	10,00000 V	10,00000 V	±0,06 %; ±0,03 %FS		0 %	$71 \cdot 10^{-6}$	
10 V	400 Hz	10,00000 V	10,00004 V	±0,06 %; ±0,03 %FS	$4,0 \cdot 10^{-6}$	0 %	$71 \cdot 10^{-6}$	
10 V	1 kHz	10,00000 V	10,00010 V	±0,06 %; ±0,03 %FS	$10 \cdot 10^{-6}$	1 %	$71 \cdot 10^{-6}$	
10 V	10 kHz	10,00000 V	10,00004 V	±0,06 %; ±0,03 %FS	$4,0 \cdot 10^{-6}$	0 %	$71 \cdot 10^{-6}$	
10 V	50 kHz	10,00000 V	10,00013 V	±0,12 %; ±0,05 %FS	$13 \cdot 10^{-6}$	1 %	0,013 %	
100 V	50 Hz	100,0000 V	100,0000 V	±0,06 %; ±0,03 %FS		0 %	$78 \cdot 10^{-6}$	
100 V	400 Hz	100,0000 V	100,0001 V	±0,06 %; ±0,03 %FS	$1,0 \cdot 10^{-6}$	0 %	$78 \cdot 10^{-6}$	
100 V	1 kHz	100,0000 V	100,0000 V	±0,06 %; ±0,03 %FS		0 %	$78 \cdot 10^{-6}$	
100 V	10 kHz	100,0000 V	100,0000 V	±0,06 %; ±0,03 %FS		0 %	$78 \cdot 10^{-6}$	
100 V	50 kHz	100,0000 V	100,0003 V	±0,12 %; ±0,05 %FS	$3,0 \cdot 10^{-6}$	0 %	0,023 %	
750 V	50 Hz	700,000 V	699,996 V	±0,06 %; ±0,03 %FS	$-5,7 \cdot 10^{-6}$	1 %	$75 \cdot 10^{-6}$	
750 V	400 Hz	700,000 V	699,996 V	±0,06 %; ±0,03 %FS	$-5,7 \cdot 10^{-6}$	1 %	$75 \cdot 10^{-6}$	
750 V	1 kHz	700,000 V	700,002 V	±0,06 %; ±0,03 %FS	$2,9 \cdot 10^{-6}$	0 %	$75 \cdot 10^{-6}$	

### Wechselspannung, Sinus, effektiv

#### Linearität

Bereich	Bedingung	Kalibrierwert	Messwert	Spezifikation	Abweichung	%TOL	MU	Bem.
10 V	400 Hz	2,00000 V	1,99997 V	±0,06 %; ±0,03 %FS	$-15 \cdot 10^{-6}$	1 %	$68 \cdot 10^{-6}$	
10 V	400 Hz	4,00000 V	4,00001 V	±0,06 %; ±0,03 %FS	$2,5 \cdot 10^{-6}$	0 %	$80 \cdot 10^{-6}$	
10 V	400 Hz	6,00000 V	5,99997 V	±0,06 %; ±0,03 %FS	$-5,0 \cdot 10^{-6}$	0 %	$75 \cdot 10^{-6}$	
10 V	400 Hz	8,00000 V	8,00001 V	±0,06 %; ±0,03 %FS	$1,3 \cdot 10^{-6}$	0 %	$73 \cdot 10^{-6}$	

esz AG calibration & metrology

Max-Planck-Str. 16  D-82223 Eichenau  +49-8141-88887-0  info@esz-ag.de  www.esz-ag.de

### Gleichstromstärke

Bereich	Kalibrierwert	Messwert	Spezifikation	Abweichung	%TOL	MU	Bem.
10 mA	0,00000 mA	0,00000 mA	±80 ppmFS		0 %	0,0099 • 10 <sup>-3</sup> mA	
10 mA	10,00000 mA	9,99996 mA	±500 ppm; ±80 ppmFS	-4,0 • 10 <sup>-6</sup>	1 %	48 • 10 <sup>-6</sup>	
10 mA	-10,00000 mA	-10,00000 mA	±500 ppm; ±80 ppmFS		0 %	48 • 10 <sup>-6</sup>	
100 mA	100,00000 mA	100,00000 mA	±500 ppm; ±800 ppmFS		0 %	58 • 10 <sup>-6</sup>	
100 mA	-100,00000 mA	-100,00003 mA	±500 ppm; ±800 ppmFS	-3,0 • 10 <sup>-6</sup>	0 %	58 • 10 <sup>-6</sup>	
1 A	1,000000 A	0,999997 A	±800 ppm; ±80 ppmFS	-3,0 • 10 <sup>-6</sup>	0 %	90 • 10 <sup>-6</sup>	
1 A	-1,000000 A	-1,000002 A	±800 ppm; ±80 ppmFS	-2,0 • 10 <sup>-6</sup>	0 %	90 • 10 <sup>-6</sup>	
3 A	2,00000 A	1,99996 A	±1200 ppm; ±40 ppmFS	-20 • 10 <sup>-6</sup>	2 %	0,012 %	
3 A	-2,00000 A	-2,00004 A	±1200 ppm; ±40 ppmFS	-20 • 10 <sup>-6</sup>	2 %	0,012 %	

### Wechselstromstärke, Sinus, effektiv

Bereich	Bedingung	Kalibrierwert	Messwert	Spezifikation	Abweichung	%TOL	MU	Bem.
1 A	1 kHz	1,000000 A	0,999997 A	±0,1 %; ±0,04 %FS	-3,0 • 10 <sup>-6</sup>	0 %	0,059 %	
1 A	5 kHz	1,000000 A	0,999999 A	±0,1 %; ±0,04 %FS	-1,0 • 10 <sup>-6</sup>	0 %	0,073 %	
3 A	1 kHz	2,00000 A	2,00003 A	±0,15 %; ±0,06 %FS	15 • 10 <sup>-6</sup>	1 %	0,057 %	

### Gleichstromwiderstand

#### 4-Draht-Technik, Messgeschwindigkeit-Slow, Filter ON

Bereich	Kalibrierwert	Messwert	Spezifikation	Abweichung	%TOL	Bem.
100 Ω	0,0000 Ω	-0,0002 Ω	±40 ppmFS	-0,0002 Ω	5 %	
100 Ω	100,0070 Ω	99,9999 Ω	±100 ppm; ±40 ppmFS	-71 • 10 <sup>-6</sup>	51 %	
1 kΩ	1,000011 kΩ	0,999996 kΩ	±100 ppm; ±10 ppmFS	-15 • 10 <sup>-6</sup>	14 %	
10 kΩ	9,99987 kΩ	10,00003 kΩ	±100 ppm; ±10 ppmFS	16 • 10 <sup>-6</sup>	15 %	
100 kΩ	100,0009 kΩ	99,9997 kΩ	±100 ppm; ±10 ppmFS	-12 • 10 <sup>-6</sup>	11 %	
1 MΩ	0,999966 MΩ	1,000002 MΩ	±100 ppm; ±10 ppmFS	36 • 10 <sup>-6</sup>	33 %	

### Gleichstromwiderstand

#### 2-Draht-Technik, Messgeschwindigkeit-Slow, Filter ON

Bereich	Kalibrierwert	Messwert	Spezifikation	Abweichung	%TOL	Bem.
10 MΩ	9,99912 MΩ	10,00001 MΩ	±400 ppm; ±10 ppmFS	89 • 10 <sup>-6</sup>	22 %	
100 MΩ	100,0146 MΩ	99,9997 MΩ	±1500 ppm; ±30 ppmFS	-0,015 %	10 %	

### Frequenz

#### Rechtecksignal, rate - Slow

Bereich	Bedingung	Kalibrierwert	Messwert	Spezifikation	Abweichung	%TOL	MU	Bem.
100 kHz	1 V	75,00000 kHz	75,00003 kHz	±0,01 %	0,40 • 10 <sup>-6</sup>	0 %	10 • 10 <sup>-6</sup>	