

# Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

## Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-18366-01-00 nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018

**Gültig ab:** 08.06.2022

Ausstellungsdatum: 08.06.2022

Urkundeninhaber:

**MK-Kalibrierlabor GmbH**  
**Madridstraße 2, 97424 Schweinfurt**

Kalibrierungen in den Bereichen:

### **Dimensionelle Messgrößen**

#### **Länge**

- Längenmessmittel
- Durchmesser
- Formabweichung
- Gewinde
- Längenmessgeräte <sup>a)</sup>

#### **Koordinatenmesstechnik**

- Anwendung Koordinatenmessgeräte

### **Elektrische Messgrößen**

#### **Gleichstrom und Niederfrequenz**

- Gleichspannung <sup>a)</sup>
- Wechselspannung <sup>a)</sup>
- Gleichstromstärke <sup>a)</sup>
- Wechselstromstärke <sup>a)</sup>
- Gleichstromwiderstand <sup>a)</sup>

#### **Mechanische Messgrößen**

- Druck

<sup>a)</sup> auch Vor-Ort-Kalibrierung

Für die mit \* gekennzeichneten Messgrößen/Kalibriergegenstände ist dem Kalibrierlaboratorium, ohne dass es einer vorherigen Information und Zustimmung der DAkKS bedarf, die Anwendung der hier aufgeführten Normen/Kalibrierrichtlinien mit unterschiedlichen Ausgabeständen gestattet.

Das Kalibrierlaboratorium verfügt über eine aktuelle Liste aller Normen/Kalibrierrichtlinien im flexiblen Akkreditierungsbereich.

*Die Anforderungen an das Managementsystem in der DIN EN ISO/IEC 17025 sind in einer für Kalibrierlaboratorien relevanten Sprache verfasst und stehen insgesamt in Übereinstimmung mit den Prinzipien der DIN EN ISO 9001.*

*Die Urkunde samt Urkundenanlage gibt den Stand zum Zeitpunkt des Ausstellungsdatums wieder. Der jeweils aktuelle Stand des Geltungsbereiches der Akkreditierung ist der Datenbank akkreditierter Stellen der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkKS) zu entnehmen. <https://www.dakks.de/content/datenbank-akkreditierter-stellen>*

**Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-18366-01-00**

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
<b>Länge</b> Messschieber für Außen-, Innen- und Tiefenmaße *	0 mm bis 300 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 9.1:2006	$30 \mu\text{m} + 30 \cdot 10^{-6} \cdot l$	$l =$ gemessene Länge
	> 300 mm bis 1000 mm		$50 \mu\text{m} + 30 \cdot 10^{-6} \cdot l$	
Tiefenmessschieber *	0 mm bis 300 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 9.2:2006	$30 \mu\text{m} + 30 \cdot 10^{-6} \cdot l$	
	> 300 mm bis 1000 mm		$50 \mu\text{m} + 30 \cdot 10^{-6} \cdot l$	
Höhenmessschieber *	0 mm bis 1000 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 9.3:2006	$30 \mu\text{m} + 30 \cdot 10^{-6} \cdot l$	
Bügelmessschrauben *	0 mm bis 725 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 10.1:2001	$3 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot l$	725 mm / 1500 mm = Endwert des Messbereichs
	> 725 mm bis 1500 mm		$5 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot l$	
Einstellmaße für Bügelmessschrauben *	25 mm bis 300 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.4:2009	$2 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot l$	$l =$ gemessene Länge
	> 300 mm bis 1500 mm		$3 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot l$	
Feinzeigermess- schrauben *	0 mm bis 200 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 10.3:2002	$3 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot l$	
Tiefenmessschrauben *	0 mm bis 300 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 10.5:2010	$3 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot l$	
Innenmessschrauben mit 2-Punkt-Berührung *	25 mm bis 300 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 10.7:2010	$3 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot d$	$d =$ gemessener Durchmesser
	> 300 mm bis 1500 mm		$5 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot d$	
Innenmessschrauben mit 3-Linien-Berührung *	3 mm bis 130 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 10.8:2002	$3 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot d$	
Messuhren mit Skalenanzeige *	bis 100 mm	VDI/VDE/DGQ/DKD 2618 Blatt 11.1:2021	$3 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot l$	$l =$ gemessene Länge
Feinzeiger *	bis 3 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 11.2:2002	1,1 $\mu\text{m}$	
Fühlhebelmessgeräte *	bis 1,6 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 11.3:2002	1,2 $\mu\text{m}$	
Messuhren mit Ziffernanzeige *	bis 100 mm	VDI/VDE/DGQ/DKD 2618 Blatt 11.4:2020	$3 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot l$	
Hebelmessgeräte (Schnelltaster) für Außenmessungen *	bis 100 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 12.1:2005	10 $\mu\text{m}$	Messtiefe: bis 50 mm
			15 $\mu\text{m}$	Messtiefe: > 50 mm bis 100 mm
Hebelmessgeräte (Schnelltaster) für Innenmessungen *	2,5 mm bis 100 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 13.1:2005	10 $\mu\text{m}$	Messtiefe: bis 50 mm
			15 $\mu\text{m}$	Messtiefe: > 50 mm bis 100 mm

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2022 enthalten. Diese sind im Rahmen der Akkreditierung die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor  $k = 2$ . Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

**Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-18366-01-00**

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Innenmessgeräte mit 2-Punkt-Brührung *	bis 3 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 13.2:2005, Bild 1	0,8 µm	Anwendungsbereich: mit Messspitzen: $d = 1,75 \text{ mm bis } 25 \text{ mm}$
	bis 3 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 13.2:2005, Bild 2	0,8 µm	Anwendungsbereich: bis $d = 300 \text{ mm}$
	bis 3 mm		1,2 µm	Anwendungsbereich: $d > 300 \text{ mm bis } 600 \text{ mm}$
	bis 3 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 13.2:2005, Bild 3	0,8 µm	Anwendungsbereich: bis $d = 100 \text{ mm}$
Feinzeigerrachenlehren	0 mm bis 200 mm	AA_038:2018-03	$0,5 \mu\text{m} + 5 \cdot 10^{-6} \cdot l$	$l =$ gemessene Länge
Induktive Messtaster mit Anzeigegerät *	bis 10 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 14.1:2010	0,8 µm	
Elektronische Taster mit Anzeigegerät	bis 100 mm	AA_048:2021-04	$0,67 \mu\text{m} + 7,8 \cdot 10^{-6} \cdot l$	
ohne Anzeigegerät	bis 100 mm	AA_054:2021-12	$0,6 \mu\text{m} + 7 \cdot 10^{-6} \cdot l$	
Flachlehren	0,05 mm bis 50 mm	AA_052:2020-03	$0,5 \mu\text{m} + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot l$	
Zylindrische Normale Einstell-, Lehrringe *	3 mm bis 250 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.1:2006, Option 3 und 4	$0,8 \mu\text{m} + 2 \cdot 10^{-6} \cdot d$	$d =$ gemessener Durchmesser
Einstell-, Lehrdorne Durchmesser	1 mm bis 250 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.1:2006, Option 3 und 4	$0,8 \mu\text{m} + 2 \cdot 10^{-6} \cdot d$	
Innenzylinder, Dorne und Außenzylinder *	bis 30 µm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.1:2006, Option 1 und 2	$0,3 \mu\text{m} + 1 \cdot 10^{-2} \cdot RONt$	$RONt =$ Rundheitsab- weichung Durchmesser: 3 mm bis 250 mm
Rundheitsabweichung				
Geradheitsabweichung der Mantellinie	bis 30 µm		0,5 µm	Axiale Länge: bis 30 mm
Parallelitätsabweichung der Mantellinie	bis 30 µm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.1:2006, Option 1	0,5 µm	Axiale Länge: bis 30 mm
Prüfstifte * Durchmesser	1 mm bis 20 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.2:2007	$0,8 \mu\text{m} + 2 \cdot 10^{-6} \cdot d$	$d =$ gemessener Durchmesser
Kegelnormale und Kegellehren *	6 mm bis 200 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.12:2007, Option 2	$1,7 \mu\text{m} + 2 \cdot 10^{-6} \cdot d$	$d =$ gemessener Durchmesser
Durchmesser in den Bezugsebenen				
Kegelwinkel			$(0,2 \cdot m / l)''$	$l =$ axiale gemessene Länge in m

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2022 enthalten. Diese sind im Rahmen der Akkreditierung die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor  $k = 2$ . Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

**Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-18366-01-00**

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Gewindelehren * (ein- und mehrgängige zylindrische Außen- gewinde mit gerad- linigen Flanken und symmetrischem Profil, mit Nennsteigung 0,2 mm bis 6,0 mm)				
Außengewinde Einfacher Flankendurchmesser	Nenndurchmesser 1 mm bis 200 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.8:2006, Option 1 Dreidrahtmethode senkrecht zur Gewindeachse	$3 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot d$	$d$ = gemessener Flankendurchmesser
Außengewinde Flankendurchmesser	Nenndurchmesser 1 mm bis 200 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.8:2006, Option 1 bis Option 5 Scanningverfahren	3 $\mu\text{m}$	$l_F$ = Flankenlänge
Außendurchmesser			2 $\mu\text{m}$	
Kerndurchmesser bzw. Einstichdurchmesser			5 $\mu\text{m}$	
Steigung bzw. Teilung			1,5 $\mu\text{m}$	
Gewindeprofilwinkel $\alpha$			$\geq 27^\circ$	
Innengewinde Flankendurchmesser	Nenndurchmesser 3 mm bis 200 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.9:2006, Option 1 bis Option 5 Scanningverfahren	3 $\mu\text{m}$	
Außendurchmesser bzw. Einstichdurchmesser			5 $\mu\text{m}$	
Kerndurchmesser			2 $\mu\text{m}$	
Steigung bzw. Teilung			1,5 $\mu\text{m}$	
Gewindeprofilwinkel $\alpha$			$\geq 27^\circ$	

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2022 enthalten. Diese sind im Rahmen der Akkreditierung die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor  $k = 2$ . Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

**Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-18366-01-00**

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Gewindelehren * (ein- und mehrgängige kegelige Außengewinde mit geradlinigen Flanken und symmetrischem Profil, mit Nennsteigung 0,2 mm bis 6,0 mm)				
Außengewinde	Nenndurchmesser 1 mm bis 200 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.8:2006, Option 1 bis Option 5 Scanningverfahren AA_31:2019-09	$3 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot d$	$d = \text{gemessener Flankendurchmesser}$
Flankendurchmesser				
Außendurchmesser				
Kerndurchmesser bzw. Einstichdurchmesser				
Steigung bzw. Teilung				
Gewindeprofilwinkel $\alpha$	$\geq 27^\circ$		$(3 + 1 \text{ mm} / l_F)'$ , jedoch nicht kleiner als $6'$	$l_F = \text{Flankenlänge}$
Innengewinde	Nenndurchmesser 5 mm bis 200 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.9:2006, Option 1 bis Option 5 Scanningverfahren AA_30:2019-09	$3 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot d$	$d = \text{gemessener Flankendurchmesser}$
Flankendurchmesser				
Außendurchmesser bzw. Einstichdurchmesser				
Kerndurchmesser				
Steigung bzw. Teilung				
Gewindeprofilwinkel $\alpha$	$\geq 27^\circ$		$(3 + 1 \text{ mm} / l_F)'$ , jedoch nicht kleiner als $6'$	$l_F = \text{Flankenlänge}$
Kugel Durchmesser	0,2 mm bis 100 mm	AA_039:2018-04 Scanningverfahren	$0,2 \mu\text{m} + 5 \cdot 10^{-6} \cdot d$	$d = \text{gemessener Durchmesser}$
Vertikale Längenmessgeräte *	0 mm bis 610 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 16.1:2009	$1,7 \mu\text{m} + 3 \cdot 10^{-6} \cdot l$	$l = \text{gemessene Länge}$
Geradheits- und Rechtwinkligkeits- abweichung	bis 30 $\mu\text{m}$	Bis 500 mm Führungslänge	$1,9 \mu\text{m} + 3 \cdot 10^{-6} \cdot l_z$	$l_z = \text{Führungslänge}$

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2022 enthalten. Diese sind im Rahmen der Akkreditierung die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor  $k = 2$ . Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-18366-01-00

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
<b>Koordinatenmesstechnik</b> Prismatische, kegel- und kugelförmige Werkstücke	Koordinatenmessgerät mit einem kalibrierten Mess- volumen von: X = 900 mm Y = 1150 mm Z = 800 mm	AA-044: 2018-11 Taktile Messung in Form von Einzelpunkt- antastungen mit einem Koordinatenmessgerät und Bestimmung von Regelgeometrien, die durch geometrische Parameter bestimmt sind (Einzelpunkte, Geraden, Ebenen, Kreise, Kugeln, Zylinder, Tori), mit der Auswerte-Software des KMGs. Einzelpunktantastungen als „selbstzentrierende Antastungen“ werden im Rahmen der Akkreditierung nicht verwendet. Für die Sicherstellung der Rückführbarkeit wird die Kalibrierung eines vergleichbaren Normals durchgeführt. Darüber hinaus sind folgende Einschränk- ungen zu beachten: - Messpunkte müssen gleichmäßig über Formelemente verteilt werden können; - Abdeckung von min- destens 50 % der Oberfläche von Formelementen; - Auswertung mittlerer Formelemente	Die Messunsicherheit wird ermittelt durch eine Messunsicherheitsbilanz auf Basis der Richtlinie VDI/VDE 2617 Blatt 11:2011. Sie ist aufgabenspezifisch und wird für eine Überdeckungs- wahrscheinlichkeit von 95 % angegeben (Erwei- terungsfaktor $k = 2$ ) Beispielhafte Messun- sicherheit für eine Messaufgabe: Parallelendmaß mit Nennmaß von 1000 mm, verwendet wurde ein seitlich auskragender Taster mit einer Länge von 150 mm, ermittelt wurde die erweiterte Messunsicherheit des Prüfmerkmals „Abstand“: $U = 3,9 \mu\text{m}$	Die ermittelte Messun- sicherheit kann sich von der beispielhaft ange- gebenen Unsicherheit deutlich unterscheiden.
<b>Druck *</b> positiver Überdruck $p_e$	0 bar; 1 bar bis 60 bar > 60 bar bis 700 bar	DKD-R 6-1:2014	$2,0 \cdot 10^{-4} \cdot p_e$ , jedoch nicht < 8 mbar  $2,0 \cdot 10^{-4} \cdot p_e$ , jedoch nicht < 29 mbar	Druckmedium: Öl $p_e = \text{Messwert}$

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2022 enthalten. Diese sind im Rahmen der Akkreditierung die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor  $k = 2$ . Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-18366-01-00

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
<b>Gleichstrom und Niederfrequenz</b> Gleichspannung Quellen	10 mV bis 100 mV		$15 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,5 \mu\text{V}$	$U$ = Messwert mit Agilent 3458A
	> 100 mV bis 1 V		$10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,5 \mu\text{V}$	
	> 1 V bis 10 V		$11 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	> 10 V bis 100 V		$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	> 100 V bis 1 kV		$28 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
Gleichspannung Messgeräte	22 mV bis 220 mV		$15 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1,5 \mu\text{V}$	$U$ = Messwert mit Fluke 5700A
	> 220 mV bis 2,2 V		$15 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,5 \mu\text{V}$	
	> 2,2 V bis 11 V		$12 \cdot 10^{-6} \cdot U$	$U$ = Messwert mit Fluke 5502A
	> 11 V bis 22 V		$11 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	> 22 V bis 1100 V		$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	33 mV bis 330 mV		$70 \cdot 10^{-6} \cdot U + 5 \mu\text{V}$	
	> 330 mV bis 3,3 V		$60 \cdot 10^{-6} \cdot U + 7 \mu\text{V}$	
	> 3,3 V bis 33 V		$60 \cdot 10^{-6} \cdot U + 60 \mu\text{V}$	
	> 33 V bis 330 V		$65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,6 \text{ mV}$	
	> 330 V bis 1020 V		$65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1,8 \text{ mV}$	
Gleichstromstärke Quellen	10 $\mu\text{A}$ bis 100 $\mu\text{A}$		$10 \cdot 10^{-6} \cdot I + 15 \text{ nA}$	$I$ = Messwert mit Agilent 3458A
	> 100 $\mu\text{A}$ bis 1 mA		$25 \cdot 10^{-6} \cdot I + 15 \text{ nA}$	
	> 1 mA bis 10 mA		$25 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,15 \mu\text{A}$	
	> 10 mA bis 100 mA		$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 1,3 \mu\text{A}$	
	> 100 mA bis 1 A		$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot I + 17 \mu\text{A}$	
Gleichstromstärke Messgeräte	22 $\mu\text{A}$ bis 220 $\mu\text{A}$		$0,8 \cdot 10^{-3} \cdot I$	$I$ = Messwert mit Fluke 5700A
	> 220 $\mu\text{A}$ bis 220 mA		$0,2 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 220 mA bis 2,2 A		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I$	mit Fluke 5220A
	> 2,2 A bis 20 A		$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,5 \text{ mA}$	
	33 $\mu\text{A}$ bis 330 $\mu\text{A}$		$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot I + 30 \text{ nA}$	
	> 330 $\mu\text{A}$ bis 3,3 mA		$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 70 \text{ nA}$	
	> 3,3 mA bis 33 mA		$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,3 \mu\text{A}$	
	> 33 mA bis 330 mA		$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 3 \mu\text{A}$	
	> 330 mA bis 3 A		$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot I + 50 \mu\text{A}$	
	> 3 A bis 11 A		$0,70 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,59 \text{ mA}$	
> 11 A bis 20,5 A		$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,87 \text{ mA}$		
Gleichstromwiderstand Widerstände / Quellen	1 $\Omega$ bis 10 $\Omega$		$20 \cdot 10^{-6} \cdot R + 65 \mu\Omega$	$R$ = Messwert mit Agilent 3458A
	> 10 $\Omega$ bis 100 $\Omega$		$15 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0,65 \text{ m}\Omega$	
	> 100 $\Omega$ bis 1 k $\Omega$		$12 \cdot 10^{-6} \cdot R + 1,5 \text{ m}\Omega$	
	> 1 k $\Omega$ bis 10 k $\Omega$		$12 \cdot 10^{-6} \cdot R + 15 \text{ m}\Omega$	
	> 10 k $\Omega$ bis 100 k $\Omega$		$12 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0,15 \Omega$	
	> 100 k $\Omega$ bis 1 M $\Omega$		$18 \cdot 10^{-6} \cdot R + 3 \Omega$	
	> 1 M $\Omega$ bis 10 M $\Omega$		$60 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0,12 \text{ k}\Omega$	
	> 10 M $\Omega$ bis 100 M $\Omega$		$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	> 100 M $\Omega$ bis 1 G $\Omega$		$6 \cdot 10^{-3} \cdot R$	

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2022 enthalten. Diese sind im Rahmen der Akkreditierung die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor  $k = 2$ . Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-18366-01-00

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Gleichstromwiderstand Messgeräte	1 Ω, 1,9 Ω 10 Ω, 19 Ω, 100 Ω 190 Ω, 1 kΩ, 1,9 kΩ 10 kΩ, 19 kΩ, 100 kΩ 190 kΩ, 1 MΩ, 1,9 MΩ 10 MΩ, 19 MΩ 100 MΩ	Festwerte	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $50 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $50 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $50 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $50 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $1 \cdot 10^{-3} \cdot R$	R = Messwert mit Fluke 5700A
Gleichstromwiderstand Messgeräte	1 Ω bis 11 Ω 11 Ω bis 33 Ω 33 Ω bis 110 Ω 110 Ω bis 330 Ω 330 Ω bis 1,1 kΩ 1,1 kΩ bis 33 kΩ 33 kΩ bis 110 kΩ 110 kΩ bis 330 kΩ 330 kΩ bis 1,1 MΩ 1,1 MΩ bis 3,3 MΩ 3,3 MΩ bis 11 MΩ 11 MΩ bis 33 MΩ 33 MΩ bis 110 MΩ 110 MΩ bis 330 MΩ 330 MΩ bis 1,1 GΩ	Festwerte	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot R + 1,7 \text{ m}\Omega$ $0,14 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2,0 \text{ m}\Omega$ $0,11 \cdot 10^{-3} \cdot R + 1,8 \text{ m}\Omega$ $0,11 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2,4 \text{ m}\Omega$ $0,12 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $0,11 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $0,14 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $0,18 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $0,19 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $1,3 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $5,8 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $6,9 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $18 \cdot 10^{-3} \cdot R$	R = Messwert mit Fluke 5502A
Wechselspannung Quellen	10 mV bis 100 mV  1 V  10 V  100 V  700 V	10 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz  10 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz  10 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz  10 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$85 \cdot 10^{-6} \cdot U + 7,5 \mu\text{V}$ $80 \cdot 10^{-6} \cdot U + 6 \mu\text{V}$ $0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U + 6 \mu\text{V}$ $0,30 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \mu\text{V}$ $0,77 \cdot 10^{-3} \cdot U + 24 \mu\text{V}$  $96 \cdot 10^{-6} \cdot U + 47 \mu\text{V}$ $95 \cdot 10^{-6} \cdot U + 25 \mu\text{V}$ $0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu\text{V}$ $0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 29 \mu\text{V}$ $0,92 \cdot 10^{-3} \cdot U + 39 \mu\text{V}$  $96 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,47 \text{ mV}$ $94 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,25 \text{ mV}$ $0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,25 \text{ mV}$ $0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,27 \text{ mV}$ $0,93 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,28 \text{ mV}$  $0,25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,7 \text{ mV}$ $0,24 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,5 \text{ mV}$ $0,24 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,5 \text{ mV}$ $0,41 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,9 \text{ mV}$ $1,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$  $0,49 \cdot 10^{-3} \cdot U + 24 \text{ mV}$ $0,72 \cdot 10^{-3} \cdot U + 24 \text{ mV}$ $1,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \text{ mV}$	U = Messwert mit Agilent 3458A

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2022 enthalten. Diese sind im Rahmen der Akkreditierung die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor  $k = 2$ . Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.



**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen		
Wechselspannung Messgeräte	100 mV bis 220 mV	40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U$	$U$ = Messwert mit Fluke 5700A		
	> 220 mV bis 2,2 V	40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$0,2 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $0,8 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
	> 2,2 V bis 22 V	40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$0,2 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
	> 22 V bis 220 V	40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
	> 220 V bis 1100 V	50 Hz bis 1 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		33 mV bis 330 mV	45 Hz bis 10 kHz > 10 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu\text{V}$ $0,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 29 \mu\text{V}$ $1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 70 \mu\text{V}$	$U$ = Messwert mit Fluke 5502A	
		> 330 mV bis 3,3 V	45 Hz bis 10 kHz > 10 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 70 \mu\text{V}$ $0,81 \cdot 10^{-3} \cdot U + 75 \mu\text{V}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 85 \mu\text{V}$		
		> 3,3 V bis 33 V	45 Hz bis 10 kHz > 10 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \text{ mV}$ $0,81 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \text{ mV}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \text{ mV}$		
		> 33 V bis 330 V	45 Hz bis 1 kHz 1 kHz bis 10 kHz > 10 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz	$0,58 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$ $0,92 \cdot 10^{-3} \cdot U + 11 \text{ mV}$ $1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 11 \text{ mV}$ $1,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \text{ mV}$		
		> 330 V bis 1020 V	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $1 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
Wechselstromstärke Quellen		1 mA bis 10 mA	20 Hz bis 45 Hz > 45 Hz bis 100 Hz > 100 Hz bis 5 kHz	$2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,5 \mu\text{A}$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,5 \mu\text{A}$ $0,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,5 \mu\text{A}$		$I$ = Messwert mit Agilent 3458A
		> 10 mA bis 100 mA	20 Hz bis 45 Hz > 45 Hz bis 100 Hz > 100 Hz bis 5 kHz	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 25 \mu\text{A}$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 25 \mu\text{A}$ $0,38 \cdot 10^{-3} \cdot I + 25 \mu\text{A}$		
		> 100 mA bis 1 A	20 Hz bis 45 Hz > 45 Hz bis 100 Hz > 100 Hz bis 5 kHz	$2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,25 \text{ mA}$ $0,95 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,25 \text{ mA}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,25 \text{ mA}$		

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2022 enthalten. Diese sind im Rahmen der Akkreditierung die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor  $k = 2$ . Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-18366-01-00

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Wechselstromstärke Messgeräte	100 µA bis 220 µA	40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $1,5 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $3,5 \cdot 10^{-3} \cdot I$	<i>I</i> = Messwert mit Fluke 5700A
	> 220 µA bis 2,2 mA	40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $4 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $8 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 2,2 mA bis 220 mA	40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $4 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $8 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 220 mA bis 2,2 A	40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $3 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $15 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 2,2 A bis 20 A	40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz	$0,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,5 \text{ mA}$ $4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 7 \text{ mA}$	mit Fluke 5220A
	100 µA bis 330 µA	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,12 \text{ µA}$ $3,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,18 \text{ µA}$ $9,3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,24 \text{ µA}$	<i>I</i> = Messwert mit Fluke 5502A
	> 330 µA bis 3,3 mA	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,17 \text{ µA}$ $2,3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,23 \text{ µA}$ $5,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,35 \text{ µA}$	
	> 3,3 mA bis 33 mA	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,47 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,4 \text{ µA}$ $0,92 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,5 \text{ µA}$ $2,3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 3,5 \text{ µA}$	
	> 33 mA bis 330 mA	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,47 \cdot 10^{-3} \cdot I + 24 \text{ µA}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 60 \text{ µA}$ $2,3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,12 \text{ mA}$	
	> 330 mA bis 1,1 A	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,58 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,12 \text{ mA}$ $6,9 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,2 \text{ mA}$ $29 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5,8 \text{ mA}$	
	> 1,1 A bis 3 A	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,12 \text{ µA}$ $7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,2 \text{ mA}$ $29 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5,8 \text{ mA}$	
	> 3 A bis 11 A	45 Hz bis 100 Hz > 100 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz	$0,72 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,3 \text{ mA}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,3 \text{ mA}$ $35 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
> 11 A bis 20,5 A	45 Hz bis 100 Hz > 100 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5,8 \text{ mA}$ $1,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5,8 \text{ mA}$ $35 \cdot 10^{-3} \cdot I$		

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2022 enthalten. Diese sind im Rahmen der Akkreditierung die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor  $k = 2$ . Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-18366-01-00

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>		
<b>Gleichstrom und Niederfrequenz</b> Gleichspannung Quellen	10 mV bis 100 mV > 100 mV bis 1 V > 1 V bis 10 V > 10 V bis 100 V > 100 V bis 1 kV		$15 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,5 \mu\text{V}$ $10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,5 \mu\text{V}$ $11 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $17 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $28 \cdot 10^{-6} \cdot U$	$U = \text{Messwert}$ mit Agilent 3458A	
Gleichspannung Messgeräte	22 mV bis 220 mV > 220 mV bis 2,2 V > 2,2 V bis 11 V > 11 V bis 22 V > 22 V bis 1100 V		$15 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1,5 \mu\text{V}$ $15 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,5 \mu\text{V}$ $12 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $11 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	$U = \text{Messwert}$ mit Fluke 5700A	
	33 mV bis 330 mV > 330 mV bis 3,3 V > 3,3 V bis 33 V > 33 V bis 330 V > 330 V bis 1020 V		$70 \cdot 10^{-6} \cdot U + 5 \mu\text{V}$ $60 \cdot 10^{-6} \cdot U + 7 \mu\text{V}$ $60 \cdot 10^{-6} \cdot U + 60 \mu\text{V}$ $65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,6 \text{ mV}$ $65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1,8 \text{ mV}$	$U = \text{Messwert}$ mit Fluke 5502A	
Gleichstromstärke Quellen	10 $\mu\text{A}$ bis 100 $\mu\text{A}$ > 100 $\mu\text{A}$ bis 1 mA > 1 mA bis 10 mA > 10 mA bis 100 mA > 100 mA bis 1 A		$10 \cdot 10^{-6} \cdot I + 15 \text{ nA}$ $25 \cdot 10^{-6} \cdot I + 15 \text{ nA}$ $25 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,15 \mu\text{A}$ $40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 1,3 \mu\text{A}$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot I + 17 \mu\text{A}$	$I = \text{Messwert}$ mit Agilent 3458A	
	22 $\mu\text{A}$ bis 220 $\mu\text{A}$ > 220 $\mu\text{A}$ bis 220 mA > 220 mA bis 2,2 A > 2,2 A bis 20 A		$0,8 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,2 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,5 \text{ mA}$	$I = \text{Messwert}$ mit Fluke 5700A mit Fluke 5220A	
Gleichstromstärke Messgeräte	33 $\mu\text{A}$ bis 330 $\mu\text{A}$ > 330 $\mu\text{A}$ bis 3,3 mA > 3,3 mA bis 33 mA > 33 mA bis 330 mA > 330 mA bis 3 A > 3 A bis 11 A > 11 A bis 20,5 A		$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot I + 30 \text{ nA}$ $0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 70 \text{ nA}$ $0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,3 \mu\text{A}$ $0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 3 \mu\text{A}$ $0,45 \cdot 10^{-3} \cdot I + 50 \mu\text{A}$ $0,70 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,59 \text{ mA}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,87 \text{ mA}$	$I = \text{Messwert}$ mit Fluke 5502A	
	1 $\Omega$ bis 10 $\Omega$ > 10 $\Omega$ bis 100 $\Omega$ > 100 $\Omega$ bis 1 k $\Omega$ > 1 k $\Omega$ bis 10 k $\Omega$ > 10 k $\Omega$ bis 100 k $\Omega$ > 100 k $\Omega$ bis 1 M $\Omega$ > 1 M $\Omega$ bis 10 M $\Omega$ > 10 M $\Omega$ bis 100 M $\Omega$ > 100 M $\Omega$ bis 1 G $\Omega$		$20 \cdot 10^{-6} \cdot R + 65 \mu\Omega$ $15 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0,65 \text{ m}\Omega$ $12 \cdot 10^{-6} \cdot R + 1,5 \text{ m}\Omega$ $12 \cdot 10^{-6} \cdot R + 15 \text{ m}\Omega$ $12 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0,15 \Omega$ $18 \cdot 10^{-6} \cdot R + 3 \Omega$ $60 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0,12 \text{ k}\Omega$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $6 \cdot 10^{-3} \cdot R$	$R = \text{Messwert}$ mit Agilent 3458A	

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2022 enthalten. Diese sind im Rahmen der Akkreditierung die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor  $k = 2$ . Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

**Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-18366-01-00**
**Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren			
Gleichstromwiderstand Messgeräte	1 Ω, 1,9 Ω 10 Ω, 19 Ω, 100 Ω 190 Ω, 1 kΩ, 1,9 kΩ 10 kΩ, 19 kΩ, 100 kΩ 190 kΩ, 1 MΩ, 1,9 MΩ 10 MΩ, 19 MΩ 100 MΩ	Festwerte		0,15 · 10 <sup>-3</sup> · R	R = Messwert mit Fluke 5700A
				50 · 10 <sup>-6</sup> · R	
				50 · 10 <sup>-6</sup> · R	
				50 · 10 <sup>-6</sup> · R	
				50 · 10 <sup>-6</sup> · R	
				0,5 · 10 <sup>-3</sup> · R	
Gleichstromwiderstand Messgeräte	1 Ω bis 11 Ω 11 Ω bis 33 Ω 33 Ω bis 110 Ω 110 Ω bis 330 Ω 330 Ω bis 1,1 kΩ 1,1 kΩ bis 33 kΩ 33 kΩ bis 110 kΩ 110 kΩ bis 330 kΩ 330 kΩ bis 1,1 MΩ 1,1 MΩ bis 3,3 MΩ 3,3 MΩ bis 11 MΩ 11 MΩ bis 33 MΩ 33 MΩ bis 110 MΩ 110 MΩ bis 330 MΩ 330 MΩ bis 1,1 GΩ	Festwerte		0,12 · 10 <sup>-3</sup> · R + 1,7 mΩ	R = Messwert mit Fluke 5502A
				0,14 · 10 <sup>-3</sup> · R + 2,0 mΩ	
				0,11 · 10 <sup>-3</sup> · R + 1,8 mΩ	
				0,11 · 10 <sup>-3</sup> · R + 2,4 mΩ	
				0,12 · 10 <sup>-3</sup> · R	
				0,11 · 10 <sup>-3</sup> · R	
				0,13 · 10 <sup>-3</sup> · R	
				0,14 · 10 <sup>-3</sup> · R	
				0,18 · 10 <sup>-3</sup> · R	
				0,19 · 10 <sup>-3</sup> · R	
				0,7 · 10 <sup>-3</sup> · R	
				1,3 · 10 <sup>-3</sup> · R	
				5,8 · 10 <sup>-3</sup> · R	
				6,9 · 10 <sup>-3</sup> · R	
Wechselspannung Quellen	10 mV bis 100 mV	10 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz		85 · 10 <sup>-6</sup> · U + 7,5 μV	U = Messwert mit Agilent 3458A
				80 · 10 <sup>-6</sup> · U + 6 μV	
				0,15 · 10 <sup>-3</sup> · U + 6 μV	
				0,30 · 10 <sup>-3</sup> · U + 10 μV	
				0,77 · 10 <sup>-3</sup> · U + 24 μV	
	> 100 mV bis 1 V	10 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz		96 · 10 <sup>-6</sup> · U + 47 μV	
				95 · 10 <sup>-6</sup> · U + 25 μV	
				0,17 · 10 <sup>-3</sup> · U + 25 μV	
				0,35 · 10 <sup>-3</sup> · U + 29 μV	
				0,92 · 10 <sup>-3</sup> · U + 39 μV	
	> 1 V bis 10 V	10 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz		96 · 10 <sup>-6</sup> · U + 0,47 mV	
				94 · 10 <sup>-6</sup> · U + 0,25 mV	
				0,17 · 10 <sup>-3</sup> · U + 0,25 mV	
				0,36 · 10 <sup>-3</sup> · U + 0,27 mV	
				0,93 · 10 <sup>-3</sup> · U + 0,28 mV	
	> 10 V bis 100 V	10 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz		0,25 · 10 <sup>-3</sup> · U + 4,7 mV	
				0,24 · 10 <sup>-3</sup> · U + 2,5 mV	
				0,24 · 10 <sup>-3</sup> · U + 2,5 mV	
				0,41 · 10 <sup>-3</sup> · U + 2,9 mV	
				1,4 · 10 <sup>-3</sup> · U + 3,5 mV	
> 100 V bis 700 V	40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz		0,49 · 10 <sup>-3</sup> · U + 24 mV		
			0,72 · 10 <sup>-3</sup> · U + 24 mV		
			1,4 · 10 <sup>-3</sup> · U + 25 mV		

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2022 enthalten. Diese sind im Rahmen der Akkreditierung die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor k = 2. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-18366-01-00

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren			
Wechselspannung Messgeräte	100 mV bis 220 mV	40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U$	$U$ = Messwert mit Fluke 5700A
	> 220 mV bis 2,2 V	40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz		$0,2 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $0,8 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	> 2,2 V bis 22 V	40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz		$0,2 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	> 22 V bis 220 V	40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz		$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	> 220 V bis 1100 V	50 Hz bis 1 kHz		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U$	$U$ = Messwert mit Fluke 5502A
	33 mV bis 330 mV	45 Hz bis 10 kHz > 10 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz		$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu\text{V}$ $0,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 29 \mu\text{V}$ $1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 70 \mu\text{V}$	
	> 330 mV bis 3,3 V	45 Hz bis 10 kHz > 10 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz		$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 70 \mu\text{V}$ $0,81 \cdot 10^{-3} \cdot U + 75 \mu\text{V}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 85 \mu\text{V}$	
	> 3,3 V bis 33 V	45 Hz bis 10 kHz > 10 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz		$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \text{ mV}$ $0,81 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \text{ mV}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \text{ mV}$	
	> 33 V bis 330 V	45 Hz bis 1 kHz 1 kHz bis 10 kHz > 10 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz		$0,58 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$ $0,92 \cdot 10^{-3} \cdot U + 11 \text{ mV}$ $1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 11 \text{ mV}$ $1,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 11 \text{ mV}$	
	> 330 V bis 1020 V	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz		$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $1 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
Wechselstromstärke Quellen	1 mA bis 10 mA	20 Hz bis 45 Hz > 45 Hz bis 100 Hz > 100 Hz bis 5 kHz		$2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,5 \mu\text{A}$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,5 \mu\text{A}$ $0,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,5 \mu\text{A}$	$I$ = Messwert mit Agilent 3458A
	> 10 mA bis 100 mA	20 Hz bis 45 Hz > 45 Hz bis 100 Hz > 100 Hz bis 5 kHz		$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 25 \mu\text{A}$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 25 \mu\text{A}$ $0,38 \cdot 10^{-3} \cdot I + 25 \mu\text{A}$	
	> 100 mA bis 1 A	20 Hz bis 45 Hz > 45 Hz bis 100 Hz > 100 Hz bis 5 kHz		$2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,25 \text{ mA}$ $0,95 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,25 \text{ mA}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,25 \text{ mA}$	

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2022 enthalten. Diese sind im Rahmen der Akkreditierung die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor  $k = 2$ . Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-18366-01-00

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren			
Wechselstromstärke Messgeräte	100 µA bis 220 µA	40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $1,5 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $3,5 \cdot 10^{-3} \cdot I$	I = Messwert mit Fluke 5700A
	> 220 µA bis 2,2 mA	40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz		$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $4 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $8 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 2,2 mA bis 220 mA	40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $4 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $8 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 220 mA bis 2,2 A	40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz		$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $3 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $15 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 2,2 A bis 20 A	40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz		$0,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,5 \text{ mA}$ $4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 7 \text{ mA}$	mit Fluke 5220A
	100 µA bis 330 µA	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz		$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,12 \text{ µA}$ $3,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,18 \text{ µA}$ $9,3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,24 \text{ µA}$	I = Messwert mit Fluke 5502A
	> 330 µA bis 3,3 mA	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz		$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,17 \text{ µA}$ $2,3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,23 \text{ µA}$ $5,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,35 \text{ µA}$	
	> 3,3 mA bis 33 mA	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz		$0,47 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,4 \text{ µA}$ $0,92 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,5 \text{ µA}$ $2,3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 3,5 \text{ µA}$	
	> 33 mA bis 330 mA	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz		$0,47 \cdot 10^{-3} \cdot I + 24 \text{ µA}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 60 \text{ µA}$ $2,3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,12 \text{ mA}$	
	> 330 mA bis 1,1 A	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz		$0,58 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,12 \text{ mA}$ $6,9 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,2 \text{ mA}$ $29 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5,8 \text{ mA}$	
> 1,1 A bis 3 A	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz		$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,12 \text{ µA}$ $7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,2 \text{ mA}$ $29 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5,8 \text{ mA}$		
> 3 A bis 11 A	45 Hz bis 100 Hz > 100 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz		$0,72 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,3 \text{ mA}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,3 \text{ mA}$ $35 \cdot 10^{-3} \cdot I$		
> 11 A bis 20,5 A	45 Hz bis 100 Hz > 100 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz		$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5,8 \text{ mA}$ $1,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5,8 \text{ mA}$ $35 \cdot 10^{-3} \cdot I$		

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2022 enthalten. Diese sind im Rahmen der Akkreditierung die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor  $k = 2$ . Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

**Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-18366-01-00**

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren			
<b>Länge</b>					
Vertikale Längenmessgeräte *	0 mm bis 610 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 16.1:2009		$1,7 \mu\text{m} + 3 \cdot 10^{-6} \cdot l$	$l =$ gemessene Länge
Geradheits- und Rechtwinkligkeits- abweichung	bis 30 $\mu\text{m}$	Bis 500 mm Führungslänge		$1,9 \mu\text{m} + 3 \cdot 10^{-6} \cdot l_2$	$l_2 =$ Führungslänge

**Verwendete Abkürzungen:**

AA	Kalibrieranweisung der MK-Kalibrierlabor GmbH
CMC	Calibration and measurement capabilities (Kalibrier- und Messmöglichkeiten)
DGQ	Deutsche Gesellschaft für Qualität e. V.
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DKD	Deutscher Kalibrierdienst
DKD-R	Kalibrierrichtlinie des Deutschen Kalibrierdienstes, herausgegeben von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e. V.
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e. V.

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2022 enthalten. Diese sind im Rahmen der Akkreditierung die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor  $k = 2$ . Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.