

## Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

**Beliehene gemäß § 8 Absatz 1 AkkStelleG i.V.m. § 1 Absatz 1 AkkStelleGBV**  
Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen  
von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung

# Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass das Kalibrierlaboratorium

### **Trescal GmbH**

mit seinem Standort

**Niederlassung Darmstadt**  
**Borsigstraße 11, 64291 Darmstadt**

die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 besitzt, Kalibrierungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

#### **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>
  - Kapazität <sup>a)</sup>
  - Induktivität
- ##### **Leistung und Energie**
- Elektrische Leistung <sup>a)</sup>

#### **Zeit und Frequenz**

- Frequenz <sup>a)</sup>
- Zeitintervall <sup>a)</sup>

#### **Hochfrequenzmessgrößen**

- HF-Spannung
- Oszilloskopmessgrößen <sup>a)</sup>
- Anstiegszeit <sup>a)</sup>
- Bandbreite <sup>a)</sup>

#### **Thermodynamische Messgrößen**

##### **Temperaturmessgrößen**

- Temperaturanzeigergeräte und  
- simulatoren <sup>a)</sup>

<sup>a)</sup> auch Vor-Ort-Kalibrierung und Kalibrierung im mobilen Laboratorium

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 08.01.2020 mit der Akkreditierungsnummer D-K-15015-01. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 29 Seiten.

Registrierungsnummer der Urkunde: **D-K-15015-01-01**

Braunschweig, 08.01.2020

Im Auftrag Dr. Heike Manke  
Abteilungsleiterin



# Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Standort Berlin  
Spittelmarkt 10  
10117 Berlin

Standort Frankfurt am Main  
Europa-Allee 52  
60327 Frankfurt am Main

Standort Braunschweig  
Bundesallee 100  
38116 Braunschweig

Die auszugsweise Veröffentlichung der Akkreditierungsurkunde bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkKS). Ausgenommen davon ist die separate Weiterverbreitung des Deckblattes durch die umseitig genannte Konformitätsbewertungsstelle in unveränderter Form.

Es darf nicht der Anschein erweckt werden, dass sich die Akkreditierung auch auf Bereiche erstreckt, die über den durch die DAkKS bestätigten Akkreditierungsbereich hinausgehen.

Die Akkreditierung erfolgte gemäß des Gesetzes über die Akkreditierungsstelle (AkkStelleG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2625) sowie der Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten (Abl. L 218 vom 9. Juli 2008, S. 30).

Die DAkKS ist Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen zur gegenseitigen Anerkennung der European co-operation for Accreditation (EA), des International Accreditation Forum (IAF) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Die Unterzeichner dieser Abkommen erkennen ihre Akkreditierungen gegenseitig an.

Der aktuelle Stand der Mitgliedschaft kann folgenden Webseiten entnommen werden:

EA: [www.european-accreditation.org](http://www.european-accreditation.org)

ILAC: [www.ilac.org](http://www.ilac.org)

IAF: [www.iaf.nu](http://www.iaf.nu)

# Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

## Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15015-01-01 nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018

**Gültig ab: 08.01.2020**

Ausstellungsdatum: 08.01.2020

Urkundeninhaber:

**Trescal GmbH**

mit ihrem Standort:

**Niederlassung Darmstadt  
Borsigstraße 11, 64291 Darmstadt**

Kalibrierungen in den Bereichen:

### 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>
- Kapazität <sup>a)</sup>
- Induktivität

#### Leistung und Energie

- Elektrische Leistung <sup>a)</sup>

### Zeit und Frequenz

- Frequenz <sup>a)</sup>
- Zeitintervall <sup>a)</sup>

### Hochfrequenzmessgrößen

- HF-Spannung
- Oszilloskopmessgrößen <sup>a)</sup>
- Anstiegszeit <sup>a)</sup>
- Bandbreite <sup>a)</sup>

### Thermodynamische Messgrößen

#### Temperaturmessgrößen

- Temperaturanzeigergeräte und  
- simulatoren <sup>a)</sup>

<sup>a)</sup> auch Vor-Ort-Kalibrierung und Kalibrierung im mobilen Laboratorium

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.

verwendete Abkürzungen: siehe letzte Seite

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
<b>Gleichstrom und Niederfrequenzmess- größen</b> Gleichspannung Messgeräte	0 V		0,5 $\mu$ V	Kurzschlussadapter
	0,1 V 1 V 10 V; 100 V; 1000 V		$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $1,7 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $2,5 \cdot 10^{-6} \cdot U$	$U$ = Messwert Kalibrieren mit Fluke 732A und 752A
	0 mV bis 0,22 V > 0,22 V bis 2,2 V > 2,2 V bis 11 V > 11 V bis 22 V > 22 V bis 220 V > 220 V bis 1100 V		$6 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2 \mu$ V $7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3 \mu$ V $8 \cdot 10^{-6} \cdot U + 6 \mu$ V $6 \cdot 10^{-6} \cdot U + 20 \mu$ V $10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,25$ mV $10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1,3$ mV	Kalibrieren mit Kalibrator Fluke 5700A
	0 mV bis 0,2 V > 0,2 V bis 2 V > 2 V bis 20 V > 20 V bis 200 V > 200 V bis 1000 V		$2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2 \mu$ V $2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3 \mu$ V $2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 20 \mu$ V $4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,24$ mV $5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1,2$ mV	Kalibrieren mit Substitutionsverfahren mit DMM Fluke 8508A
	0,1 V 1 V 10 V; 100 V; 1000 V		$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $1,9 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $2,5 \cdot 10^{-6} \cdot U$	Kalibrieren mit Fluke 732A und 752A
Gleichspannung Quellen	0 mV bis 0,12 V > 0,12 V bis 1,2 V > 1,2 V bis 12 V > 12 V bis 100 V > 100 V bis 200 V > 200 V bis 500 V > 500 V bis 700 V > 700 V bis 1000 V		$5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2 \mu$ V $4,5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2 \mu$ V $7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3 \mu$ V $15 \cdot 10^{-6} \cdot U + 40 \mu$ V $7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,17$ mV $10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,17$ mV $13 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,17$ mV $20 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,17$ mV	Kalibrieren mit DMM HP 3458A
	0 mV bis 0,2 V > 0,2 V bis 2 V > 2 V bis 20 V > 20 V bis 200 V > 200 V bis 1000 V		$1 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2 \mu$ V $2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3 \mu$ V $2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 20 \mu$ V $3 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,23$ mV $4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1,2$ mV	Kalibrieren mit DMM Fluke 8508A
	1 kV bis 6 kV		$1 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Kalibrieren mit Multimeter und Hochspannungsteiler

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Permanentes Laboratorium**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Gleichspannung Quellen	0 V		1,5 µV	Kalibrieren mit DMM Fluke 8508A
	50 mV		2 µV	
	100 mV		2 µV	
	500 mV		2,5 µV	
	1 V		3 µV	
	1,9 V		15 µV	
	4 V		15 µV	
	5 V		20 µV	
	6 V		20 µV	
	8 V		25 µV	
	10 V		25 µV	
	12 V		35 µV	
	15 V		40 µV	
	19 V		45 µV	
	50 V		0,2 mV	
100 V		0,32 mV		
500 V		2,2 mV		
1000 V		3,3 mV		
Gleichstromstärke Messgeräte	1 µA bis 0,12 mA		$20 \cdot 10^{-6} \cdot I + 2 \text{ nA}$	$I = \text{Messwert}$ Substitutionsverfahren mit DMM HP 3458A und Shunt Fluke Y5020
	> 0,12 mA bis 1,2 mA		$20 \cdot 10^{-6} \cdot I + 15 \text{ nA}$	
	> 1,2 mA bis 12 mA		$20 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,15 \mu\text{A}$	
	> 12 mA bis 0,12 A		$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 1,5 \mu\text{A}$	
	> 0,12 A bis 1,05 A		$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 15 \mu\text{A}$	
	> 1,05 A bis 11 A		$30 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,4 \text{ mA}$	
	> 11 A bis 20 A		$35 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,22 \text{ mA}$	
	100 nA bis 200 µA		$11 \cdot 10^{-6} \cdot I + 1 \text{ nA}$	Substitutionsverfahren mit DMM HP 8508A
	> 200 µA bis 2 mA		$11 \cdot 10^{-6} \cdot I + 10 \text{ nA}$	
	> 2 mA bis 20 mA		$12 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,1 \mu\text{A}$	
	> 20 mA bis 200 mA		$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 1 \mu\text{A}$	Substitutionsverfahren mit DMM HP 3458A / H&B 0,01 Ω
	> 0,2 A bis 2 A		$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot I + 20 \mu\text{A}$	
> 2 A bis 20 A		$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,5 \text{ mA}$		
> 20 A bis 50 A		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5 \text{ mA}$		
Gleichstromstärke Messgeräte mit Wandlerverfahren	> 10 A bis 16,5 A		$6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ A}$	Kalibrierung mit Fluke 5500A / Coil
	> 16,5 A bis 150 A		$6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2 \text{ A}$	
	> 150 A bis 1025 A		$6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,5 \text{ A}$	
Gleichstromstärke Quellen	1 µA bis 0,12 mA		$20 \cdot 10^{-6} \cdot I + 2 \text{ nA}$	Kalibrieren mit DMM HP 3458A
	> 0,12 mA bis 1,2 mA		$20 \cdot 10^{-6} \cdot I + 8 \text{ nA}$	
	> 1,2 mA bis 12 mA		$20 \cdot 10^{-6} \cdot I + 80 \text{ nA}$	
	> 12 mA bis 0,12 A		$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,7 \mu\text{A}$	
	> 0,12 A bis 1,05 A		$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 15 \mu\text{A}$	
	> 1,05 A bis 11 A		$30 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,4 \text{ mA}$	Kalibrieren mit DMM HP 3458A u. Shunt Fluke Y 5020
> 11 A bis 20 A		$35 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,22 \text{ mA}$		

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Permanentes Laboratorium**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Gleichstromstärke Quellen	> 20 A bis 50 A		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5 \text{ mA}$	Kalibrierung mit DMM HP 3458A und H&B 0,01 $\Omega$
	100 nA bis 200 $\mu\text{A}$ > 200 $\mu\text{A}$ bis 2 mA > 2 mA bis 20 mA > 20 mA bis 200 mA > 0,2 A bis 2 A > 2 A bis 20 A		$10 \cdot 10^{-6} \cdot I + 1 \text{ nA}$ $10 \cdot 10^{-6} \cdot I + 10 \text{ nA}$ $10 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,1 \mu\text{A}$ $38 \cdot 10^{-6} \cdot I + 1 \mu\text{A}$ $0,15 \cdot 10^{-3} \cdot I + 20 \mu\text{A}$ $0,34 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,5 \text{ mA}$	Kalibrieren mit Fluke 8508A
Gleichstromleistung Messgeräte	0,1 W bis 336 W 1 W bis 3059 W 10 W bis 20,9 kW	0,33 mA bis < 0,33 A 0,33 A bis < 3 A 3 A bis 20,5 A	$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $1 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$P$ = Messwert Kalibrierung mit Kalibrator Fluke 5520 A
Gleichstromwiderstand Widerstände	10 m $\Omega$ 1 $\Omega$ ; 10 k $\Omega$		$35 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $5,2 \cdot 10^{-6} \cdot R$	$R$ = Messwert
	1 m $\Omega$ bis 10 m $\Omega$ > 10 m $\Omega$ bis 0,1 $\Omega$ > 0,1 $\Omega$ bis 1 $\Omega$		$40 \cdot 10^{-6} \cdot R + 1 \mu\Omega$ $20 \cdot 10^{-6} \cdot R + 10 \mu\Omega$ $10 \cdot 10^{-6} \cdot R + 25 \mu\Omega$	Vergleich mit Shunt Fluke Y 5020 und mit Normalwiderstand Tinsley 5685B-1 $\Omega$
	> 1 $\Omega$ bis 12 $\Omega$ > 12 $\Omega$ bis 120 $\Omega$ > 120 $\Omega$ bis 1,2 k $\Omega$ > 1,2 k $\Omega$ bis 12 k $\Omega$ > 12 k $\Omega$ bis 120 k $\Omega$ > 120 k $\Omega$ bis 1,2 M $\Omega$ > 1,2 M $\Omega$ bis 12 M $\Omega$ > 12 M $\Omega$ bis 120 M $\Omega$		$19 \cdot 10^{-6} \cdot R + 70 \mu\Omega$ $13 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0,7 \text{ m}\Omega$ $11 \cdot 10^{-6} \cdot R + 1,5 \text{ m}\Omega$ $11 \cdot 10^{-6} \cdot R + 15 \text{ m}\Omega$ $11 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0,15 \Omega$ $15 \cdot 10^{-6} \cdot R + 4 \Omega$ $60 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0,2 \text{ k}\Omega$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2 \text{ k}\Omega$	Kalibrieren mit DMM HP 3458A
	> 1 $\Omega$ bis < 2 $\Omega$ 2 $\Omega$ bis < 20 $\Omega$ 20 $\Omega$ bis < 200 $\Omega$ 200 $\Omega$ bis < 2 k $\Omega$ 2 k $\Omega$ bis < 20 k $\Omega$ 20 k $\Omega$ bis < 200 k $\Omega$ 200 k $\Omega$ bis < 2 M $\Omega$ 2 M $\Omega$ bis < 20 M $\Omega$ 20 M $\Omega$ bis < 200 M $\Omega$ 200 M $\Omega$ bis < 2 G $\Omega$		$15 \cdot 10^{-6} \cdot R + 10 \mu\Omega$ $8 \cdot 10^{-6} \cdot R + 50 \mu\Omega$ $7 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0,5 \text{ m}\Omega$ $6 \cdot 10^{-6} \cdot R + 5 \text{ m}\Omega$ $6 \cdot 10^{-6} \cdot R + 50 \text{ m}\Omega$ $6 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0,5 \Omega$ $7 \cdot 10^{-6} \cdot R + 5 \Omega$ $10 \cdot 10^{-6} \cdot R + 50 \Omega$ $40 \cdot 10^{-6} \cdot R + 1,5 \text{ k}\Omega$ $0,4 \cdot 10^{-3} \cdot R + 0,1 \text{ M}\Omega$	Kalibrieren mit Fluke 8508A
Gleichstromwiderstand Widerstands- messgeräte	0 $\Omega$		20 $\mu\Omega$	Kurzschlussadapter an Fluke 8508A

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Permanentes Laboratorium**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Gleichstromwiderstand Widerstands- messgeräte	10 mΩ		$40 \cdot 10^{-6} \cdot R$	Kalibrieren mit Kalibrator Fluke 5700A, Kalibrierung bei 0,01 Ω mit Shunt Fluke Y5020, Kalibrierung bei 1 Ω u. 10 kΩ mit Normalwiderständen Tinsley 5685B-1 Ω u. 10 kΩ
	0,1 Ω		$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	1 Ω		$5,2 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1,9 Ω		$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	10 Ω		$35 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	19 Ω		$33 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 Ω		$23 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	190 Ω		$23 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 kΩ		$16 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1,9 kΩ		$16 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	10 kΩ		$5 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	19 kΩ		$15 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 kΩ		$16 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	190 kΩ		$18 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 MΩ		$22 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
1,9 MΩ	$25 \cdot 10^{-6} \cdot R$			
10 MΩ	$50 \cdot 10^{-6} \cdot R$			
19 MΩ	$60 \cdot 10^{-6} \cdot R$			
100 MΩ	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot R$			
	0,01 Ω bis 0,1 Ω > 0,1Ω bis 1 Ω > 1 Ω bis 10 Ω		$0,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 20 \mu\Omega$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 0,2 \text{ m}\Omega$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2 \text{ m}\Omega$	Kalibrierung mit Shunt Fluke Y5020 und HP 3458 nach der Strom/ Spannungsmethode
	10 Ω bis 100 Ω > 100 Ω bis 1kΩ > 1 kΩ bis 10 kΩ > 10 kΩ bis 100 kΩ > 100 kΩ bis 1 MΩ > 1 MΩ bis 10 MΩ > 10 MΩ bis 100 MΩ > 100 MΩ bis 10 GΩ		$0,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 20 \text{ m}\Omega$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 0,2 \Omega$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2 \Omega$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 20 \Omega$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 0,2 \text{ k}\Omega$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2 \text{ k}\Omega$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot R + 20 \text{ k}\Omega$ $7 \cdot 10^{-3} \cdot R + 0,2 \text{ M}\Omega$	Kalibrierung mit einem beliebigen Widerstand und einem Multimeter im Substitutionsverfahren
Wechselspannung Messgeräte	0,1 V	20 Hz; 40 Hz; 1 kHz 10 kHz; 20 kHz 50 kHz 100 kHz	25 μV 25 μV 40 μV 50 μV	Kalibrieren mit Kalibrator Fluke 5700A / 5725A
	1 V	20 Hz 40 Hz; 1 kHz; 10 kHz 20 kHz 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz 200 kHz 500 kHz 1 MHz	0,1 mV 70 μV 80 μV 0,1 mV 0,2 mV 1 mV 2 mV	
	4 V	1 kHz; 10 kHz	0,25 mV	
	6 V	1 kHz; 10 kHz	0,35 mV	
	8 V	1 kHz; 10 kHz	0,4 mV	

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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	10 V	20 Hz 40 Hz; 1 kHz 10 kHz; 20 kHz 50 kHz 70 kHz; 100 kHz 200 kHz 500 kHz 1 MHz	0,7 mV 0,5 mV 0,6 mV 1 mV 1,2 mV 3 mV 10 mV 15 mV	Kalibrieren mit Kalibrator Fluke 5700A / 5725A	
	13 V	1 kHz; 10 kHz	0,5 mV		
	15 V	1 kHz; 10 kHz	0,8 mV		
	18 V	1 kHz; 10 kHz	1 mV		
	20 V	1 kHz; 10 kHz	1,1 mV		
	100 V	20 Hz 40 Hz; 1 kHz 10 kHz; 20 kHz 50 kHz 70 kHz 100 kHz	10 mV 7 mV 7 mV 20 mV 30 mV 37 mV		
	700 V	50 Hz; 500 Hz; 1 kHz	80 mV		
	1000 V	50 Hz; 500 Hz; 1 kHz	0,1 V		
	2 mV bis 2,2 mV	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz > 300 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	$0,61 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7 \mu\text{V}$ $0,24 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7 \mu\text{V}$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7 \mu\text{V}$ $0,41 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7 \mu\text{V}$ $1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \mu\text{V}$ $1,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 18 \mu\text{V}$ $2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 35 \mu\text{V}$ $3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 40 \mu\text{V}$		$U = \text{Messwert}$
	> 2,2 mV bis 22 mV	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz > 300 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	$0,59 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \mu\text{V}$ $0,22 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \mu\text{V}$ $0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \mu\text{V}$ $0,39 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \mu\text{V}$ $1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$ $1,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$ $2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 40 \mu\text{V}$ $3,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 40 \mu\text{V}$		
	> 22 mV bis 0,22 V	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz > 300 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	$0,63 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$ $0,25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 15 \mu\text{V}$ $0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 15 \mu\text{V}$ $0,37 \cdot 10^{-3} \cdot U + 15 \mu\text{V}$ $0,9 \cdot 10^{-3} \cdot U + 35 \mu\text{V}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 40 \mu\text{V}$ $2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 50 \mu\text{V}$ $3,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,13 \text{ mV}$		

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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	> 0,22 V bis 2,2 V	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz > 300 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	$0,64 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,13 \text{ mV}$ $0,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 40 \text{ } \mu\text{V}$ $85 \cdot 10^{-6} \cdot U + 18 \text{ } \mu\text{V}$ $0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U + 30 \text{ } \mu\text{V}$ $0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 90 \text{ } \mu\text{V}$ $0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,17 \text{ mV}$ $1,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,45 \text{ mV}$ $2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,2 \text{ mV}$	Kalibrieren mit Kalibrator Fluke 5700A / 5725A
	> 2,2 V bis 22 V	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz > 300 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	$0,64 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \text{ mV}$ $0,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,35 \text{ mV}$ $90 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,13 \text{ mV}$ $0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,25 \text{ mV}$ $0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,45 \text{ mV}$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \text{ mV}$ $1,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5,5 \text{ mV}$ $3,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \text{ mV}$	
	> 22 V bis 220 V	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \text{ mV}$ $0,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,7 \text{ mV}$ $0,25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,8 \text{ mV}$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \text{ mV}$	
	> 220 V bis 1,1 kV	40 Hz bis < 50 Hz 50 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 20 kHz	$80 \cdot 10^{-6} \cdot U + 25 \text{ mV}$ $80 \cdot 10^{-6} \cdot U + 25 \text{ mV}$ $0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \text{ mV}$	
Wechselspannung Quellen	0,1 V	20 Hz; 40 Hz; 1 kHz 10 kHz; 20 kHz 50 kHz 100 kHz	25 $\mu\text{V}$ 25 $\mu\text{V}$ 40 $\mu\text{V}$ 50 $\mu\text{V}$	Substitutionsverfahren mit Kalibrator Fluke 5700A / 5725A
	1 V	20 Hz 40 Hz; 1 kHz; 10 kHz 20 kHz 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz 200 kHz 500 kHz 1 MHz	0,1 mV 70 $\mu\text{V}$ 80 $\mu\text{V}$ 0,1 mV 0,2 mV 1 mV 2 mV	
	4 V	1 kHz; 10 kHz	0,25 mV	
	6 V	1 kHz; 10 kHz	0,35 mV	
	8 V	1 kHz; 10 kHz	0,4 mV	

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Permanentes Laboratorium**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)					
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen	
Wechselspannung Quellen	10 V	20 Hz 40 Hz; 1 kHz 10 kHz; 20 kHz 50 kHz 70 kHz; 100 kHz 200 kHz 500 kHz 1 MHz	0,7 mV 0,5 mV 0,6 mV 1 mV 1,2 mV 3 mV 10 mV 15 mV	Substitutionsverfahren mit Kalibrator Fluke 5700A / 5725A	
	13 V	1 kHz; 10 kHz	0,5 mV		
	15 V	1 kHz; 10 kHz	0,8 mV		
	18 V	1 kHz; 10 kHz	1 mV		
	20 V	1 kHz; 10 kHz	1,1 mV		
	100 V	20 Hz 40 Hz; 1 kHz 10 kHz; 20 kHz 50 kHz 70 kHz 100 kHz	10 mV 7 mV 7 mV 20 mV 30 mV 37 mV		
	700 V	50 Hz; 500 Hz; 1 kHz	80 mV		
	1000 V	50 Hz; 500 Hz; 1 kHz	0,1 V		
	0,1 V bis 0,22 V	20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$0,25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 15 \mu\text{V}$ $0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 15 \mu\text{V}$ $0,37 \cdot 10^{-3} \cdot U + 15 \mu\text{V}$ $0,9 \cdot 10^{-3} \cdot U + 35 \mu\text{V}$		U = Messwert
	> 0,22 V bis 2,2 V	20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz > 300 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	$0,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 40 \mu\text{V}$ $80 \cdot 10^{-6} \cdot U + 25 \mu\text{V}$ $0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U + 30 \mu\text{V}$ $0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 90 \mu\text{V}$ $0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,17 \text{ mV}$ $1,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,45 \text{ mV}$ $2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,2 \text{ mV}$		
	> 2,2 V bis 22 V	20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz > 300 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	$0,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,35 \text{ mV}$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,15 \text{ mV}$ $0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,28 \text{ mV}$ $0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,45 \text{ mV}$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \text{ mV}$ $1,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5,5 \text{ mV}$ $3,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \text{ mV}$		
	> 22 V bis 220 V	20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$0,22 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$ $0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,7 \text{ mV}$ $0,25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,8 \text{ mV}$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \text{ mV}$		
	> 220 V bis 1,1 kV	40 Hz bis < 50 Hz 50 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 20 kHz	$90 \cdot 10^{-6} \cdot U + 25 \text{ mV}$ $90 \cdot 10^{-6} \cdot U + 25 \text{ mV}$ $0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \text{ mV}$		

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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 Quellen	1 mV bis 2,2 mV	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz > 300 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	$1,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3 \mu\text{V}$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3 \mu\text{V}$ $0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3 \mu\text{V}$ $0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \mu\text{V}$ $1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \mu\text{V}$ $2,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 6 \mu\text{V}$ $2,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \mu\text{V}$ $3,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 11 \mu\text{V}$	$U$ = Messwert Kalibrierung mit Fluke 5790A im Direktmessverfahren
	> 2,2 mV bis 7 mV	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz > 300 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	$0,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \mu\text{V}$ $0,29 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \mu\text{V}$ $0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \mu\text{V}$ $0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \mu\text{V}$ $0,58 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7 \mu\text{V}$ $1,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 11 \mu\text{V}$ $2,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$	
	> 7 mV bis 22 mV	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz > 300 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 6 \mu\text{V}$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U + 6 \mu\text{V}$ $0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U + 6 \mu\text{V}$ $0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U + 6 \mu\text{V}$ $0,29 \cdot 10^{-3} \cdot U + 6 \mu\text{V}$ $0,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 9 \mu\text{V}$ $0,95 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$ $1,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 15 \mu\text{V}$	
	> 22 mV bis 70 mV	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz > 300 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$ $0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U + 6 \mu\text{V}$ $50 \cdot 10^{-6} \cdot U + 6 \mu\text{V}$ $0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 6 \mu\text{V}$ $0,27 \cdot 10^{-3} \cdot U + 6 \mu\text{V}$ $0,56 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \mu\text{V}$ $0,74 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 15 \mu\text{V}$	
	> 70 mV bis 220 mV	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz > 300 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$ $80 \cdot 10^{-6} \cdot U + 8 \mu\text{V}$ $30 \cdot 10^{-6} \cdot U + 9 \mu\text{V}$ $65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 8 \mu\text{V}$ $0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7 \mu\text{V}$ $0,25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \mu\text{V}$ $0,41 \cdot 10^{-3} \cdot U + 17 \mu\text{V}$ $1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 27 \mu\text{V}$	

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Wechselspannung Quellen	> 220 mV bis 700 mV	10 Hz bis 20 Hz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$	<i>U</i> = Messwert Kalibrierung mit Fluke 5790A im Direktmessverfahren
		> 20 Hz bis 40 Hz	$80 \cdot 10^{-6} \cdot U + 7 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U + 11 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$55 \cdot 10^{-6} \cdot U + 9 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$85 \cdot 10^{-6} \cdot U + 9 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,18 \cdot 10^{-6} \cdot U + 33 \mu\text{V}$	
> 700 mV bis 2,2 V		10 Hz bis 20 Hz	$0,22 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot U + 8 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U + 17 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot U + 11 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot U + 12 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U + 80 \mu\text{V}$	
> 2,2 V bis 7 V		10 Hz bis 20 Hz	$0,22 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot U + 17 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U + 40 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$55 \cdot 10^{-6} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$90 \cdot 10^{-6} \cdot U + 28 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,2 \text{ mV}$	
> 7 V bis 22 V		10 Hz bis 20 Hz	$0,22 \cdot 10^{-3} \cdot U + 40 \mu\text{V}$	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot U + 83 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,16 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$55 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,11 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$90 \cdot 10^{-6} \cdot U + 95 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \text{ mV}$	
> 22 V bis 70 V		10 Hz bis 20 Hz	$0,22 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,18 \text{ mV}$	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,36 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,62 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,42 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,38 \text{ mV}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,1 \text{ mV}$	
> 70 V bis 220 V		10 Hz bis 20 Hz	$0,22 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1 \text{ mV}$	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1,7 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,8 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1,7 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,6 \text{ mV}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,55 \text{ mV}$	

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Permanentes Laboratorium**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Wechselspannung Quellen	> 220 V bis 700 V	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$0,22 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5,3 \text{ mV}$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 9,7 \text{ mV}$ $35 \cdot 10^{-6} \cdot U + 16 \text{ mV}$ $0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7,8 \text{ mV}$ $0,56 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8,2 \text{ mV}$	$U$ = Messwert Kalibrierung mit Fluke 5790A im Direktmessverfahren
	> 700 V bis 1000 V	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$0,22 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8,5 \text{ mV}$ $0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U + 13 \text{ mV}$ $35 \cdot 10^{-6} \cdot U + 25 \text{ mV}$ $0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 13 \text{ mV}$ $0,57 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \text{ mV}$	
	1 kV bis 6 kV	50 Hz	$2 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Kalibrieren mit Multimeter und Hochspannungsteiler
	1 mV bis 2,2 mV	> 1,2 kHz bis 120 kHz > 120 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1,2 MHz > 1,2 MHz bis 2 MHz > 2 MHz bis 10 MHz > 10 MHz bis 20 MHz > 20 MHz bis 30 MHz	$0,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \mu\text{V}$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \mu\text{V}$ $0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$ $0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$ $1,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$ $2,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$ $7,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3 \mu\text{V}$	Kalibrierung mit Kalibrator Fluke 5790A (Wide Band) im Direktmessverfahren
	> 2,2 mV bis 7 mV	> 1,2 kHz bis 120 kHz > 120 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1,2 MHz > 1,2 MHz bis 2 MHz > 2 MHz bis 10 MHz > 10 MHz bis 20 MHz > 20 MHz bis 30 MHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3 \mu\text{V}$ $0,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3 \mu\text{V}$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$ $1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 6 \mu\text{V}$ $1,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$ $4,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \mu\text{V}$	
	> 7 mV bis 22 mV	> 1,2 kHz bis 120 kHz > 120 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1,2 MHz > 1,2 MHz bis 2 MHz > 2 MHz bis 10 MHz > 10 MHz bis 20 MHz > 20 MHz bis 30 MHz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \mu\text{V}$ $0,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3 \mu\text{V}$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$ $1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7 \mu\text{V}$ $2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$ $4,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3 \mu\text{V}$	
	> 22 mV bis 70 mV	> 1,2 kHz bis 120 kHz > 120 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1,2 MHz > 1,2 MHz bis 2 MHz > 2 MHz bis 10 MHz > 10 MHz bis 20 MHz > 20 MHz bis 30 MHz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \mu\text{V}$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \mu\text{V}$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3 \mu\text{V}$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3 \mu\text{V}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3 \mu\text{V}$ $1,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \mu\text{V}$ $4,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1 \mu\text{V}$	

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Permanentes Laboratorium**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Wechselspannung Quellen	> 70 mV bis 220 mV	> 1,2 kHz bis 120 kHz > 120 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1,2 MHz > 1,2 MHz bis 2 MHz > 2 MHz bis 10 MHz > 10 MHz bis 20 MHz > 20 MHz bis 30 MHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1 \mu\text{V}$ $0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1 \mu\text{V}$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \mu\text{V}$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \mu\text{V}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \mu\text{V}$ $1,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1 \mu\text{V}$ $4,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1 \mu\text{V}$	Kalibrierung mit Kalibrator Fluke 5790A (Wide Band) im Direktmessverfahren
	> 220 mV bis 700 mV	> 1,2 kHz bis 120 kHz > 120 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1,2 MHz > 1,2 MHz bis 2 MHz > 2 MHz bis 10 MHz > 10 MHz bis 20 MHz > 20 MHz bis 30 MHz	$0,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \mu\text{V}$ $0,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \mu\text{V}$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \mu\text{V}$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \mu\text{V}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \mu\text{V}$ $1,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1 \mu\text{V}$ $4,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1 \mu\text{V}$	
	> 700 mV bis 2,2 V	> 1,2 kHz bis 120 kHz > 120 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1,2 MHz > 1,2 MHz bis 2 MHz > 2 MHz bis 10 MHz > 10 MHz bis 20 MHz > 20 MHz bis 30 MHz	$0,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \mu\text{V}$ $0,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \mu\text{V}$ $0,61 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \mu\text{V}$ $0,61 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \mu\text{V}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \mu\text{V}$ $1,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1 \mu\text{V}$ $4,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1 \mu\text{V}$	
	> 2,2 V bis 7 V	> 1,2 kHz bis 120 kHz > 120 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1,2 MHz > 1,2 MHz bis 2 MHz > 2 MHz bis 10 MHz > 10 MHz bis 20 MHz > 20 MHz bis 30 MHz	$0,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 11 \mu\text{V}$ $0,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 11 \mu\text{V}$ $0,61 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \mu\text{V}$ $0,61 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \mu\text{V}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \mu\text{V}$ $1,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3 \mu\text{V}$ $4,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1 \mu\text{V}$	
Wechselstromstärke Messgeräte	0,2 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz	90 nA	Kalibrierung mit Kalibrator Fluke 5700A / 5725A
	0,5 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz	0,14 $\mu\text{A}$	
	1 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz	0,24 $\mu\text{A}$	
	2 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz	0,4 $\mu\text{A}$	
	5 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz	1 $\mu\text{A}$	
	10 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz	2 $\mu\text{A}$	
	20 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz	3 $\mu\text{A}$	
	50 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz	10 $\mu\text{A}$	

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Permanentes Laboratorium**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren			
	0,1 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		20 µA	Kalibrieren mit Kalibrator Fluke 5700A / 5725A
	0,2 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		40 µA	
	0,5 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		0,12 mA	
	1 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		0,22 mA	
	2 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		0,4 mA 0,45 mA	
	3 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		1 mA	
	5 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		1,5 mA	
	10 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		3 mA	
Wechselstromstärke Messgeräte	50 µA bis 220 µA	10 Hz bis 20 H > 20 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz		0,81 · 10 <sup>-3</sup> · I + 50 nA 0,44 · 10 <sup>-3</sup> · I + 50 nA 0,16 · 10 <sup>-3</sup> · I + 50 nA 0,7 · 10 <sup>-3</sup> · I + 0,1 µA 2 · 10 <sup>-3</sup> · I + 0,2 µA	I = Messwert Kalibrieren mit Kalibrator Fluke 5700A / 5725A
	> 220 µA bis 2,2 mA	10 Hz bis 20 H > 20 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz		0,81 · 10 <sup>-3</sup> · I + 0,1 µA 0,44 · 10 <sup>-3</sup> · I + 0,1 µA 0,16 · 10 <sup>-3</sup> · I + 0,1 µA 0,7 · 10 <sup>-3</sup> · I + 0,8 µA 2 · 10 <sup>-3</sup> · I + 1,5 µA	
	> 2,2 mA bis 22 mA	10 Hz bis 20 H > 20 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz		0,81 · 10 <sup>-3</sup> · I + 0,7 µA 0,44 · 10 <sup>-3</sup> · I + 0,7 µA 0,16 · 10 <sup>-3</sup> · I + 0,7 µA 0,7 · 10 <sup>-3</sup> · I + 7 µA 2 · 10 <sup>-3</sup> · I + 15 µA	
	> 22 mA bis 220 mA	10 Hz bis 20 H > 20 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz		0,81 · 10 <sup>-3</sup> · I + 6 µA 0,44 · 10 <sup>-3</sup> · I + 6 µA 0,16 · 10 <sup>-3</sup> · I + 7 µA 0,7 · 10 <sup>-3</sup> · I + 60 µA 2 · 10 <sup>-3</sup> · I + 0,15 mA	
	> 220 mA bis 2,2 A	> 20 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz		0,75 · 10 <sup>-3</sup> · I + 60 µA 0,87 · 10 <sup>-3</sup> · I + 0,14 mA 11 · 10 <sup>-3</sup> · I + 0,24 mA	
	> 2,2 A bis 11 A	> 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz		0,45 · 10 <sup>-3</sup> · I + 0,38 mA 0,98 · 10 <sup>-3</sup> · I + 0,53 mA 4 · 10 <sup>-3</sup> · I + 0,9 mA	

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Permanentes Laboratorium**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)					Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne		Messbedingungen / Verfahren			
Wechselstromstärke Messgeräte Wandlerverfahren, Toroidwandler	10 A bis 16,5 A	> 16,5 A bis 150 A	45 Hz bis 65 Hz		$5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ A}$ $5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2 \text{ A}$ $5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2 \text{ A}$	I = Messwert Kalibrieren mit Kalibrator Fluke Spule 5500A/Coil
	> 16,5 A bis 150 A	> 150 A bis 1025 A	65 Hz bis 440 Hz		$11 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ A}$ $11 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2 \text{ A}$ $11 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2 \text{ A}$	
Wechselstromstärke Messgeräte Wandlerverfahren, beliebige Wandler	10 A bis 16,5 A	> 16,5 A bis 150 A	45 Hz bis 65 Hz		$8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ A}$ $8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,3 \text{ A}$ $8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1 \text{ A}$	
	> 16,5 A bis 150 A	> 150 A bis 1025 A	65 Hz bis 440 Hz		$14 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ A}$ $14 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,3 \text{ A}$ $14 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1 \text{ A}$	
Wechselstromstärke Quellen	1 mA bis 10 mA		10 Hz bis 20 Hz		$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,3 \mu\text{A}$ $82 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,4 \mu\text{A}$ $50 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,4 \mu\text{A}$	I = Messwert Direktmessung mit Shunt Fluke A40
	> 10 mA bis 20 mA		> 20 Hz bis 40 Hz		$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2 \mu\text{A}$ $95 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,3 \mu\text{A}$ $60 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,5 \mu\text{A}$	
	> 20 mA bis 50 mA		> 40 Hz bis 10 kHz		$0,26 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,8 \mu\text{A}$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,4 \mu\text{A}$ $70 \cdot 10^{-6} \cdot I + 1,6 \mu\text{A}$	
	> 50 mA bis 100 mA		10 Hz bis 20 Hz		$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,9 \mu\text{A}$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2 \mu\text{A}$ $70 \cdot 10^{-6} \cdot I + 2,5 \mu\text{A}$	
	> 100 mA bis 200 mA		> 20 Hz bis 40 Hz		$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,5 \mu\text{A}$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot I + 3 \mu\text{A}$ $70 \cdot 10^{-6} \cdot I + 4 \mu\text{A}$	
	> 200 mA bis 500 mA		> 40 Hz bis 10 kHz		$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot I + 30 \mu\text{A}$ $0,11 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \mu\text{A}$ $95 \cdot 10^{-6} \cdot I + 40 \mu\text{A}$	
	> 500 mA bis 1 A		10 Hz bis 20 Hz		$0,25 \cdot 10^{-3} \cdot I + 25 \mu\text{A}$ $0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 41 \mu\text{A}$ $0,95 \cdot 10^{-3} \cdot I + 50 \mu\text{A}$	
	> 1 A bis 2 A		> 20 Hz bis 40 Hz		$0,25 \cdot 10^{-3} \cdot I + 32 \mu\text{A}$ $0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 60 \mu\text{A}$ $90 \cdot 10^{-6} \cdot I + 65 \mu\text{A}$	
	> 2 A bis 3 A		> 40 Hz bis 10 kHz		$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ mA}$ $75 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,18 \text{ mA}$ $40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,24 \text{ mA}$	
	> 3 A bis 5 A		10 Hz bis 20 Hz		$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,13 \text{ mA}$ $75 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,13 \text{ mA}$ $40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,13 \text{ mA}$	

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Permanentes Laboratorium**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren			
Wechselstromstärke Quellen	> 5 A bis 10 A	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 10 kHz		$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot I + 53 \mu\text{A}$ $95 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,15 \text{ mA}$ $50 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,22 \text{ mA}$	$I$ = Messwert Direktmessung mit Shunt Fluke A40
	> 10 A bis 20 A	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis 40 Hz > 40 Hz bis 10 kHz		$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot I + 60 \mu\text{A}$ $95 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,15 \text{ mA}$ $50 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,22 \text{ mA}$	
	0,2 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		90 nA	Substitutionsverfahren mit Kalibrator Fluke 5700A / 5725A
	0,5 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		0,14 $\mu\text{A}$	
	1 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		0,24 $\mu\text{A}$	
	2 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		0,4 $\mu\text{A}$	
	5 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		1 $\mu\text{A}$	
	10 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		2 $\mu\text{A}$	
	20 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		3 $\mu\text{A}$	
	50 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		10 $\mu\text{A}$	
	0,1 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		20 $\mu\text{A}$	
	0,2 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		40 $\mu\text{A}$	
	0,5 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		0,12 mA	
	1 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		0,22 mA	
	2 A	40 Hz 100 Hz 500 Hz; 1 kHz		0,4 mA 0,45 mA 0,5 mA	
	3 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		1 mA	
	5 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		1,5 mA	
	10 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		3 mA	

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Wechselstromstärke Quellen	220 µA bis 2,2 mA > 2,2 mA bis 22 mA > 22 mA bis 220 mA > 220 mA bis 2,2 A > 2,2 A bis 11 A > 11 A bis 20 A	40 Hz bis 1 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \mu\text{A}$ $0,15 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,8 \mu\text{A}$ $0,37 \cdot 10^{-3} \cdot I + 7 \mu\text{A}$ $0,75 \cdot 10^{-3} \cdot I + 60 \mu\text{A}$ $0,44 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,35 \text{ mA}$ $0,31 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,5 \text{ mA}$	$I =$ Messwert  mit Shunt Y5020
Wechselstromwirk- leistung Messgeräte	0,1 W bis 9,15 W 0,1 W bis 33,5 W 0,1 W bis 91,5 W 0,1 W bis 336,5 W 1 W bis 917 W 1 W bis 2243 W 10 W bis 4589 W 10 W bis 20,9 kW	3,3 mA bis < 9 mA 9 mA bis < 33 mA 33 mA bis < 90 mA 90 mA bis < 0,33 A 0,33 A bis < 0,9 A 0,9 A bis < 2,2 A 2,2 A bis < 4,5 A 4,5 A bis 20,5 A	$2 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $1,7 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $2 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $1,7 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $2 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $1,8 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $2 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $1,8 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$P =$ Messwert Kalibrieren mit Fluke 5520A Frequenzen von 45 Hz bis 65 Hz $\cos \varphi = 1$
Kapazität Messgeräte	0,19 nF bis 0,39 nF 0,4 nF bis 1,09 nF 1,1 nF bis 3,29 nF 3,3 nF bis 10,9 nF 11 nF bis 32,9 nF 33 nF bis 109,9 nF 110 nF bis 329 nF 0,33 µF bis 1,09 µF 1,1 µF bis 3,29 µF 3,3 µF bis 10,99 µF	10 Hz bis 10 kHz 10 Hz bis 10 kHz 10 Hz bis 3 kHz 10 Hz bis 1 kHz 10 Hz bis 1 kHz 10 Hz bis 1 kHz 10 Hz bis 1 kHz 10 Hz bis 600 Hz 10 Hz bis 300 Hz 10 Hz bis 150 Hz	$40 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $18 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $12 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $5 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $5 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $5 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $5 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $5 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $5 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $5 \cdot 10^{-3} \cdot C$	$C =$ Messwert mit Kalibrator Fluke 5520A
Kapazität Kondensatoren	1 pF; 10 pF 100 pF; 1000 pF 10 nF; 100 nF 1 µF	10 kHz 1 kHz und 10 kHz 100 kHz 1 kHz 1 kHz	$0,63 \cdot 10^{-3}$ $0,63 \cdot 10^{-3}$ $0,67 \cdot 10^{-3}$ $0,63 \cdot 10^{-3}$ $0,61 \cdot 10^{-3}$	Direktmessung von Kondensatoren
Kapazität Kondensatoren	1 pF; 10 pF 100 pF; 1000 pF 10 nF; 100 nF; 1 µF	10 kHz 1 kHz und 10 kHz 100 kHz 1 kHz	$0,26 \cdot 10^{-3}$ $0,26 \cdot 10^{-3}$ $0,36 \cdot 10^{-3}$ $0,26 \cdot 10^{-3}$	Kalibrieren von Kondensatoren im Substitutionsverfahren
Kapazitätsmessbrücken	1 pF; 10 pF 100 pF; 1000 pF 10 nF; 100 nF; 1 µF	10 kHz 1 kHz und 10 kHz 100 kHz 1 kHz	$0,25 \cdot 10^{-3}$ $0,25 \cdot 10^{-3}$ $0,30 \cdot 10^{-3}$ $0,25 \cdot 10^{-3}$	
Induktivität Induktivitäten	100 µH 1 mH; 10 mH; 100 mH; 1 H	1 kHz und 10 kHz 100 Hz und 1 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3}$ $1,5 \cdot 10^{-3}$	Direktmessung von Induktivitäten

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Permanentes Laboratorium**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Induktivitäten	100 µH	1 kHz 10 kHz	$0,50 \cdot 10^{-3}$ $0,55 \cdot 10^{-3}$	Kalibrieren von Induktivitäten im Substitutionsverfahren
	1 mH; 10 mH; 100 mH; 1 H	100 Hz 1 kHz	$0,50 \cdot 10^{-3}$ $0,50 \cdot 10^{-3}$	
Induktivitäts- messbrücken	100 µH	1 kHz 10 kHz	$0,50 \cdot 10^{-3}$ $0,50 \cdot 10^{-3}$	
	1 mH; 10 mH; 100 mH; 1 H	100 Hz 1 kHz	$0,50 \cdot 10^{-3}$ $0,50 \cdot 10^{-3}$	
Gleichspannung Rechteckgeneratoren	0 V bis < 0,12 V 0,12 V bis < 1,2 V 1,2 V bis 12 V > 12 V bis 120 V > 120 V bis 1000 V	DC	$19 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3 \mu\text{V}$ $10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3 \mu\text{V}$ $7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3 \mu\text{V}$ $10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 30 \mu\text{V}$ $12 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,10 \text{ mV}$	U = Messwert Ermittlung mittels DMM; HP 3458
Rechteckspannung Rechteckgeneratoren	0 V bis < 0,12 V 0,12 V bis < 1,2 V 1,2 V bis 12 V > 12 V bis 120 V > 120 V bis 1000 V	10 Hz, 100 Hz, 1 kHz	$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 6 \mu\text{V}$ $0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 6 \mu\text{V}$ $0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 6 \mu\text{V}$ $0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,2 \text{ mV}$ $0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,2 \text{ mV}$	Ermittlung mittels Sample-DMM; HP 3458
Rechteckspannung Rechteckgeneratoren	0,06 V bis < 0,12 V 0,12 V bis < 1,2 V 1,2 V bis 12 V > 12 V bis 120 V	10 kHz, 100 kHz	$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,1 \text{ mV}$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,9 \text{ mV}$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 9 \text{ mV}$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 90 \text{ mV}$	Ermittlung mittels Sample-DMM; HP 3458
Impulsamplitude Impulsgeneratoren	5 mV bis 50 V	50 Ω	$85 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Ermittlung mittels Oszilloskop $t_r, t_H > 10 \cdot t_{r \text{ System}}$ $t_r$ : Impulsanstiegszeit, $t_H$ : Impulshalbwertbreite $t_{r, \text{ System}}$ : Anstiegszeit des Messsystems
Anstiegszeit Impulsgeneratoren	825 ps bis 100 ms		$60 \cdot 10^{-3} \cdot t_r + U_{TF}$	Die Systemanstiegszeit muss bei der Ermittlung von $t_r$ mittels Oszilloskop berücksichtigt werden
Periodendauer Impulsgeneratoren	1 ns bis 1 s		$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot t + 0,2 \text{ ns}$	Ermittlung mittels Oszilloskop
	0,33 ns bis 1 s		$1 \cdot 10^{-10} \cdot t + U_{TF}$	Ermittlung über 1/Frequenz $U_{TF}$ : Triggerunsicherheit

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Permanentes Laboratorium**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)					
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen	
Oszilloskopfunktionen Vertikalablenkung	6 mV bis 200 V	1 MΩ (1 kHz)	$5 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Die Messunsicherheit bezieht sich auf die Generierung der Kalibrier-signale inkl. einem Ablesefehler von 0,1 % bei DSOs mit selbstschreibendem Raster	
	6 mV bis 3 V	50 Ω (1 kHz)	$5 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
Oszilloskopfunktionen Vertikalablenkung	6 mV bis 200 V	1 MΩ (1 kHz)	$6 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Die Messunsicherheit bezieht sich auf die Generierung der Kalibrier-signale inkl. einem Ablesefehler von 0,3 % bei Bildröhren mit festem Raster	
	6 mV bis 3 V	50 Ω (1 kHz)	$6 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
Oszilloskopfunktionen Ablenkung horizontal Periodendauer	10 ns; 80 ns; 160 ns 400 ns bis 5 s		$4 \cdot 10^{-3} \cdot t$	Ablesefehler von 0,3 % bei Bildröhren mit festem Raster	
	10 ns; 80 ns; 160 ns 400 ns bis 5 s		$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot t$	Ablesefehler von 0,1 % bei DSOs mit selbstschreibendem Raster	
Oszilloskopfunktionen Bandbreite	100 kHz bis 1 GHz	0,1 V bis 1 V	$40 \cdot 10^{-3} \cdot b$	$b$ = Messwert Ermittlung des 3-dB-Punktes mittels Powersplitter und HF-Spannungsmessung	
	> 1 GHz bis 3 GHz	0,1 V bis 1 V	$60 \cdot 10^{-3} \cdot b$		
Oszilloskopfunktionen Anstiegszeit	360 ps bis 10 ns		15 ps	Wiederholrate 10 Hz bis 1 MHz, mit Tektronix-Pulskopf	
HF-Spannung HF-Generatoren	0,1 V bis 2 V	100 kHz bis 1 GHz > 1 GHz bis 3 GHz > 3 GHz bis 18 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $30 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $40 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Direktmessung der Spannung mit R&S Z-51	
HF-Spannung HF-Spannungsmessgeräte HF-Generatoren	0,5 V bis 1 V	100 kHz bis 10 MHz > 10 MHz bis 30 MHz > 30 MHz bis 50 MHz > 50 MHz bis 500 MHz > 500 MHz bis 1 GHz	$2 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $3 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $5 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $10 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $15 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Spannungsgenerierung über T-Stück, N-Konnektor, bei anderen Konnektoren erhöht sich die Messunsicherheit	
HF-Spannung HF-Spannungsmessgeräte	0,1 V bis 1 V	100 kHz bis 10 MHz > 1 GHz bis 3 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $35 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Direktmessung am Generator R&S SMT-03	
	0,1 V bis 1 V	100 kHz bis 1 GHz > 1 GHz bis 3 GHz > 3 GHz bis 18 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $30 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $45 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Spannungsgenerierung über Powersplitter; Spannungsmessung mit R&S Z-51	

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Permanentes Laboratorium**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
<b>Zeit und Frequenz</b> Frequenz	100 kHz; 1 MHz 5 MHz; 10 MHz	Phasenzeitdifferenzmessungen über Messzeiten $\geq 2$ h	$5 \cdot 10^{-11} \cdot f$	$f$ = Frequenz
	1 Hz bis 3 GHz	Digitale Frequenzmessung auf Zählbasis	$1 \cdot 10^{-10} \cdot f + U_{Tf}$	$U_{Tf}$ = Triggerunsicherheit
	3 GHz bis 26,5 GHz		$2 \cdot 10^{-10} \cdot f + 1$ Hz	
	1 Hz bis 10 kHz		3,3 mHz	Optische Verfahren (Drehzahlmesser)
Zeitintervall	10 ms bis 10 s		$6 \cdot 10^{-11} \cdot t + 2$ ns + $U_{Tt}$	$U_{Tt}$ = Triggerunsicherheit $t$ = Zeitintervall
<b>Temperaturmessgrößen</b> Temperaturanzeigeräte * für Thermoelemente Typ K und Typ N	-200 °C bis -100 °C > -100 °C bis 120 °C > 120 °C bis 1000 °C > 1000 °C bis 1370 °C	DKD-R 5-5:2018	0,4 K 0,25 K 0,35 K 0,5 K	Simulation des Thermospannungssignals mittels elektrischem Kalibrator Kennlinien nach DIN EN 60584-4:2014
	Thermoelemente Typ J		-210 °C bis -100 °C > -100 °C bis 760 °C > 760 °C bis 1200 °C	

**Vor-Ort-Kalibrierung und Mobiles Laboratorium**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
<b>Gleichstrom und Niederfrequenzmessgrößen</b> Gleichspannung Messgeräte	0 mV bis 0,22 V > 0,22 V bis 2,2 V > 2,2 V bis 11 V > 11 V bis 22 V > 22 V bis 220 V > 220 V bis 1,1 kV		$8 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3$ $\mu$ V $9 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3$ $\mu$ V $10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 6$ $\mu$ V $8 \cdot 10^{-6} \cdot U + 20$ $\mu$ V $12 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,25$ mV $12 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1,3$ mV	$U$ = Messwert Kalibrieren mit Kalibrator Fluke 5700A
	Gleichspannung Quellen	0 mV bis 0,12 V > 0,12 V bis 1,2 V > 1,2 V bis 12 V > 12 V bis 100 V > 100 V bis 200 V > 200 V bis 500 V > 500 V bis 700 V > 700 V bis 1 kV		$6 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,5$ $\mu$ V $5,5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,5$ $\mu$ V $10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3$ $\mu$ V $15 \cdot 10^{-6} \cdot U + 80$ $\mu$ V $8 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,17$ mV $11 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,17$ mV $14 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,17$ mV $21 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,17$ mV

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Vor-Ort-Kalibrierung und Mobiles Laboratorium**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Gleichspannung Quellen	1 kV bis 6 kV		$1 \cdot 10^{-3} \cdot U$	$U$ = Messwert Kalibrieren mit Multimeter und Hochspannungsteiler
Gleichstromstärke Messgeräte	1 $\mu$ A bis 0,12 mA > 0,12 mA bis 1,2 mA > 1,2 mA bis 12 mA > 12 mA bis 0,12 A > 0,12 A bis 1,05 A > 1,05 A bis 11 A > 11 A bis 20 A		$25 \cdot 10^{-6} \cdot I + 3 \text{ nA}$ $25 \cdot 10^{-6} \cdot I + 25 \text{ nA}$ $25 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,25 \mu\text{A}$ $45 \cdot 10^{-6} \cdot I + 2 \mu\text{A}$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot I + 21 \mu\text{A}$ $50 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,4 \text{ mA}$ $60 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,25 \text{ mA}$	$I$ = Messwert Substitutionsverfahren mit DMM HP 3458A
	> 20 A bis 50 A		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5 \text{ mA}$	Substitutionsverfahren mit DMM HP 3458 / Shunt H&B 0,01 $\Omega$
Gleichstromstärke Messgeräte mit Wandlerverfahren	> 10 A bis 16,5 A > 16,5 A bis 150 A > 150 A bis 1025 A		$6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ A}$ $6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2 \text{ A}$ $6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,5 \text{ A}$	Kalibrierung mit Fluke 5500A / Coil
Gleichstromstärke Quellen	1 $\mu$ A bis 0,12 mA > 0,12 mA bis 1,2 mA > 1,2 mA bis 12 mA > 12 mA bis 0,12 A > 0,12 A bis 1,05 A		$25 \cdot 10^{-6} \cdot I + 2 \text{ nA}$ $25 \cdot 10^{-6} \cdot I + 15 \text{ nA}$ $25 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,15 \mu\text{A}$ $45 \cdot 10^{-6} \cdot I + 1,3 \mu\text{A}$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot I + 21 \mu\text{A}$	Kalibrieren mit DMM HP 3458A
	> 1,05 A bis 11 A > 11 A bis 20 A		$50 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,4 \text{ mA}$ $55 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,25 \text{ mA}$	Kalibrieren mit DMM HP 3458A u. Shunt Fluke Y5020
	> 20 A bis 50 A		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5 \text{ mA}$	Substitutionsverfahren mit HP 3458A und H&B 0,01 $\Omega$
Gleichstromwiderstand Widerstände	1 m $\Omega$ bis 10 m $\Omega$ > 10 m $\Omega$ bis 100 m $\Omega$ > 0,1 $\Omega$ bis 1 $\Omega$		$45 \cdot 10^{-6} \cdot R + 5 \mu\Omega$ $45 \cdot 10^{-6} \cdot R + 50 \mu\Omega$ $40 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0,1 \text{ m}\Omega$	$R$ = Messwert Vergleich mit Shunt Fluke Y 5020 und mit Normalwiderstand Tinsley 5685B-1 $\Omega$
	> 1 $\Omega$ bis 12 $\Omega$ > 12 $\Omega$ bis 120 $\Omega$ > 120 $\Omega$ bis 1,2 k $\Omega$ > 1,2 k $\Omega$ bis 12 k $\Omega$ > 12 k $\Omega$ bis 120 k $\Omega$ > 120 k $\Omega$ bis 1,2 M $\Omega$ > 1,2 M $\Omega$ bis 12 M $\Omega$ > 12 M $\Omega$ bis 120 M $\Omega$		$26 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0,1 \text{ m}\Omega$ $21 \cdot 10^{-6} \cdot R + 1 \text{ m}\Omega$ $17 \cdot 10^{-6} \cdot R + 1 \text{ m}\Omega$ $17 \cdot 10^{-6} \cdot R + 10 \text{ m}\Omega$ $17 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0,1 \Omega$ $20 \cdot 10^{-6} \cdot R + 8 \Omega$ $80 \cdot 10^{-6} \cdot R + 250 \Omega$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2,5 \text{ k}\Omega$	Kalibrieren mit DMM HP 3458A

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Vor-Ort-Kalibrierung und Mobiles Laboratorium**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Gleichstromwiderstand Widerstandsmess- geräte	0,01 Ω		$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot R$	Kalibrierung bei 0,01 Ω mit Shunt Fluke Y 5020, Kalibrierung ab 1 Ω mit Kalibrator Fluke 5700A
	1 Ω		$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	1,9 Ω		$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	10 Ω		$42 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	19 Ω		$49 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 Ω		$27 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	190 Ω		$24 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 kΩ		$19 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1,9 kΩ		$19 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	10 kΩ		$18 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	19 kΩ		$18 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 kΩ		$21 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	190 kΩ		$29 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 MΩ		$28 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1,9 MΩ		$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
10 MΩ		$82 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
19 MΩ		$0,64 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
100 MΩ		$0,61 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
	0,01 Ω bis 0,1 Ω > 0,1 Ω bis 1 Ω > 1 Ω bis 10 Ω		$0,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 20 \mu\Omega$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 0,2 \text{ m}\Omega$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2 \text{ m}\Omega$	Kalibrierung mit Shunt Fluke Y5020 und HP 3458 nach der Strom/ Spannungsmethode
	10 Ω bis 100 Ω > 100 Ω bis 1 kΩ > 1 kΩ bis 10 kΩ > 10 kΩ bis 100 kΩ > 100 kΩ bis 1 MΩ > 1 MΩ bis 10 MΩ > 10 MΩ bis 100 MΩ > 100 MΩ bis 10 GΩ		$0,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 20 \text{ m}\Omega$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 0,2 \Omega$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2 \Omega$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 20 \Omega$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 0,2 \text{ k}\Omega$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2 \text{ k}\Omega$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot R + 20 \text{ k}\Omega$ $7 \cdot 10^{-3} \cdot R + 0,2 \text{ M}\Omega$	Kalibrierung mit einem beliebigen Widerstand und einem Multimeter im Substitutionsverfahren
Gleichstromleistung Messgeräte	0,1 W bis 336 W	3,3 mA bis < 0,33 A	$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$P$ = Messwert Kalibrieren mit Kalibrator Fluke 5520A
	1 W bis 3059 W	0,33 A bis < 3 A	$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10 W bis 20,9 kW	3 A bis 20,5 A	$1 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
Wechselspannung Messgeräte	0,1 V	20 Hz; 40 Hz; 1 kHz	25 μV	Kalibrieren mit Kalibrator Fluke 5700A
		10 kHz; 20 kHz	25 μV	
		50 kHz	40 μV	
		100 kHz	50 μV	
	1 V	20 Hz	0,1 mV	
		40 Hz; 1 kHz; 10 kHz	70 μV	
		20 kHz	80 μV	
		50 kHz; 70 kHz; 100 kHz	0,1 mV	
		200 kHz	0,2 mV	
		500 kHz	1 mV	
1 MHz	2 mV			
4 V	1 kHz; 10 kHz	0,25 mV		
6 V	1 kHz; 10 kHz	0,35 mV		

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Vor-Ort-Kalibrierung und Mobiles Laboratorium**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	
Wechselspannung Messgeräte	8 V	1 kHz; 10 kHz	0,4 mV	Kalibrieren mit Kalibrator Fluke 5700A
	10 V	20 Hz	0,7 mV	
		40 Hz; 1 kHz	0,5 mV	
		10 kHz; 20 kHz	0,6 mV	
		50 kHz	1 mV	
		70 kHz; 100 kHz	1,2 mV	
		200 kHz	3 mV	
		500 kHz 1 MHz	10 mV 15 mV	
	13 V	1 kHz; 10 kHz	0,5 mV	
	15 V	1 kHz; 10 kHz	0,8 mV	
	18 V	1 kHz; 10 kHz	1 mV	
	20 V	1 kHz; 10 kHz	1,1 mV	
	100 V	20 Hz	10 mV	
40 Hz; 1 kHz		7 mV		
10 kHz; 20 kHz		7 mV		
50 kHz 70 kHz 100 kHz		20 mV 30 mV 37 mV		
700 V	50 Hz; 500 Hz; 1 kHz	80 mV		
1000 V	50 Hz; 500 Hz; 1 kHz	0,1 V		
0,1 V bis 0,22 V	20 Hz bis < 40 Hz	$0,25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 15 \mu\text{V}$	U = Messwert	
	40 Hz bis 20 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 15 \mu\text{V}$		
> 0,22 V bis 2,2 V	> 20 kHz bis 50 kHz	$0,37 \cdot 10^{-3} \cdot U + 15 \mu\text{V}$		
	> 50 kHz bis 100 kHz	$0,9 \cdot 10^{-3} \cdot U + 35 \mu\text{V}$		
	20 Hz bis < 40 Hz	$0,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 40 \mu\text{V}$		
	40 Hz bis 20 kHz	$85 \cdot 10^{-6} \cdot U + 18 \mu\text{V}$		
	> 20 kHz bis 50 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U + 30 \mu\text{V}$		
	> 50 kHz bis 100 kHz	$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 90 \mu\text{V}$		
> 2,2 V bis 22 V	> 100 kHz bis 300 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,17 \text{ mV}$		
	> 300 kHz bis 500 kHz	$1,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,45 \text{ mV}$		
	> 500 kHz bis 1 MHz	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,2 \text{ mV}$		
	20 Hz bis < 40 Hz	$0,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,35 \text{ mV}$		
	40 Hz bis 20 kHz	$90 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,13 \text{ mV}$		
	> 20 kHz bis 50 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,25 \text{ mV}$		
> 22 V bis 220 V	> 50 kHz bis 100 kHz	$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,45 \text{ mV}$		
	> 100 kHz bis 300 kHz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \text{ mV}$		
	> 300 kHz bis 500 kHz	$1,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5,5 \text{ mV}$		
	> 500 kHz bis 1 MHz	$3,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \text{ mV}$		
	20 Hz bis < 40 Hz	$0,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$		
> 50 kHz bis 100 kHz	40 Hz bis 20 kHz	$0,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,7 \text{ mV}$		
	> 20 kHz bis 50 kHz	$0,25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,8 \text{ mV}$		
	> 50 kHz bis 100 kHz	$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \text{ mV}$		

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Vor-Ort-Kalibrierung und Mobiles Laboratorium**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)					
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen	
Wechselspannung Messgeräte	> 220 V bis 1,1 kV	40 Hz bis < 50 Hz 50 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 20 kHz	$80 \cdot 10^{-6} \cdot U + 25 \text{ mV}$ $80 \cdot 10^{-6} \cdot U + 25 \text{ mV}$ $0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \text{ mV}$	$U = \text{Messwert}$	
Wechselspannung Quellen	0,1 V	20 Hz; 40 Hz; 1 kHz 10 kHz; 20 kHz 50 kHz 100 kHz	25 $\mu\text{V}$ 25 $\mu\text{V}$ 40 $\mu\text{V}$ 50 $\mu\text{V}$	Substitutionsverfahren mit Kalibrator Fluke 5700A	
	1 V	20 Hz 40 Hz; 1 kHz; 10 kHz 20 kHz 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz 200 kHz 500 kHz 1 MHz	0,1 mV 70 $\mu\text{V}$ 80 $\mu\text{V}$ 0,1 mV 0,2 mV 1 mV 2 mV		
	4 V	1 kHz; 10 kHz	0,25 mV		
	6 V	1 kHz; 10 kHz	0,35 mV		
	8 V	1 kHz; 10 kHz	0,4 mV		
	10 V	20 Hz 40 Hz; 1 kHz 10 kHz; 20 kHz 50 kHz 70 kHz; 100 kHz 200 kHz 500 kHz 1 MHz	0,7 mV 0,5 mV 0,6 mV 1 mV 1,2 mV 3 mV 10 mV 15 mV		
	13 V	1 kHz; 10 kHz	0,5 mV		
	15 V	1 kHz; 10 kHz	0,8 mV		
	18 V	1 kHz; 10 kHz	1 mV		
	20 V	1 kHz; 10 kHz	1,1 mV		
	100 V	20 Hz 40 Hz; 1 kHz 10 kHz; 20 kHz 50 kHz 70 kHz 100 kHz	10 mV 7 mV 7 mV 20 mV 30 mV 37 mV		
	700 V	50 Hz; 500 Hz; 1 kHz	80 mV		
	1000 V	50 Hz; 500 Hz; 1 kHz	0,1 V		
	1 kV bis 6 kV	50 Hz	$2 \cdot 10^{-3} \cdot U$		$U = \text{Messwert}$ Kalibrieren mit Multimeter und Hochspannungsteiler

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Vor-Ort-Kalibrierung und Mobiles Laboratorium**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren			
Wechselspannung Quellen	0,1 V bis 0,22 V	20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	0,25 · 10 <sup>-3</sup> · U + 15 µV 0,12 · 10 <sup>-3</sup> · U + 15 µV 0,37 · 10 <sup>-3</sup> · U + 15 µV 0,9 · 10 <sup>-3</sup> · U + 35 µV	U = Messwert	
	> 0,22 V bis 2,2 V	20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz > 300 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	0,2 · 10 <sup>-3</sup> · U + 40 µV 80 · 10 <sup>-6</sup> · U + 25 µV 0,15 · 10 <sup>-3</sup> · U + 30 µV 0,3 · 10 <sup>-3</sup> · U + 90 µV 0,5 · 10 <sup>-3</sup> · U + 0,17 mV 1,3 · 10 <sup>-3</sup> · U + 0,45 mV 2,5 · 10 <sup>-3</sup> · U + 1,2 mV		
	> 2,2 V bis 22 V	20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz > 300 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	0,2 · 10 <sup>-3</sup> · U + 0,35 mV 0,1 · 10 <sup>-3</sup> · U + 0,15 mV 0,15 · 10 <sup>-3</sup> · U + 0,28 mV 0,3 · 10 <sup>-3</sup> · U + 0,45 mV 0,6 · 10 <sup>-3</sup> · U + 2 mV 1,6 · 10 <sup>-3</sup> · U + 5,5 mV 3,2 · 10 <sup>-3</sup> · U + 10 mV		
	> 22 V bis 220 V	20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	0,22 · 10 <sup>-3</sup> · U + 3,5 mV 0,12 · 10 <sup>-3</sup> · U + 1,7 mV 0,25 · 10 <sup>-3</sup> · U + 4,8 mV 0,7 · 10 <sup>-3</sup> · U + 10 mV		
	> 220 V bis 1,1 kV	40 Hz bis < 50 Hz 50 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 20 kHz	90 · 10 <sup>-6</sup> · U + 25 mV 90 · 10 <sup>-6</sup> · U + 25 mV 0,15 · 10 <sup>-3</sup> · U + 20 mV		
	0,2 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz	90 nA		Kalibrierung mit Kalibrator Fluke 5700A / 5725A
0,5 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz	0,14 µA			
1 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz	0,24 µA			
2 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz	0,4 µA			
5 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz	1 µA			
10 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz	2 µA			
20 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz	3 µA			
50 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz	10 µA			
0,1 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz	20 µA			

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Vor-Ort-Kalibrierung und Mobiles Laboratorium**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren			
Wechselstromstärke Messgeräte	0,2 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		40 µA	Kalibrierung mit Kalibrator Fluke 5700A / 5725A
	0,5 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		0,12 mA	
	1 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		0,22 mA	
	2 A	40 Hz 100 Hz 500 Hz; 1 kHz		0,4 mA 0,45 mA 0,5 mA	
	3 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		1 mA	
	5 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		1,5 mA	
	10 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		3 mA	
		220 µA bis 2,2 mA > 2,2 mA bis 22 mA > 22 mA bis 220 mA > 220 mA bis 2,2 A > 2,2 A bis 11 A	40 Hz bis 1 kHz		$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \mu\text{A}$ $0,15 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,7 \mu\text{A}$ $0,37 \cdot 10^{-3} \cdot I + 6 \mu\text{A}$ $0,75 \cdot 10^{-3} \cdot I + 60 \mu\text{A}$ $0,44 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,35 \text{ mA}$
Wechselstromstärke Messgeräte Wandlerverfahren, Toroidwandler	10 A bis 16,5 A > 16,5 A bis 150 A > 150 A bis 1025 A	45 Hz bis 65 Hz		$5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ A}$ $5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2 \text{ A}$ $5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2 \text{ A}$	Kalibrieren mit Kalibrator Fluke Spule 5500A / Coil
	10 A bis 16,5 A > 16,5 A bis 150 A > 150 A bis 1025 A	> 65 Hz bis 440 Hz		$11 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ A}$ $11 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2 \text{ A}$ $11 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2 \text{ A}$	
	10 A bis 16,5 A > 16,5 A bis 150 A > 150 A bis 1025 A	45 Hz bis 65 Hz		$8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ A}$ $8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,3 \text{ A}$ $8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1 \text{ A}$	
Wechselstromstärke Messgeräte Wandlerverfahren, beliebige Wandler	10 A bis 16,5 A > 16,5 A bis 150 A > 150 A bis 1025 A	45 Hz bis 65 Hz		$8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ A}$ $8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,3 \text{ A}$ $8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1 \text{ A}$	
	10 A bis 16,5 A > 16,5 A bis 150 A > 150 A bis 1025 A	> 65 Hz bis 440 Hz		$14 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ A}$ $14 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,3 \text{ A}$ $14 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1 \text{ A}$	
	10 A bis 16,5 A > 16,5 A bis 150 A > 150 A bis 1025 A	45 Hz bis 65 Hz		$8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ A}$ $8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,3 \text{ A}$ $8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1 \text{ A}$	
Wechselstromstärke Quellen	0,2 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		90 nA	Substitutionsverfahren mit Kalibrator Fluke 5700A / 5725A
	0,5 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		0,14 µA	
	1 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		0,24 µA	
	2 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		0,4 µA	

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Vor-Ort-Kalibrierung und Mobiles Laboratorium**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren			
Wechselstromstärke Quellen	5 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		1 µA	Substitutionsverfahren mit Kalibrator Fluke 5700A / 5725A
	10 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		2 µA	
	20 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		3 µA	
	50 mA	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		10 µA	
	0,1 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		20 µA	
	0,2 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		40 µA	
	0,5 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		0,12 mA	
	1 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		0,22 mA	
	2 A	40 Hz 100 Hz 500 Hz; 1 kHz		0,4 mA 0,45 mA 0,5 mA	
	3 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		1 mA	
	5 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		1,5 mA	
	10 A	40 Hz; 100 Hz; 500 Hz; 1 kHz		3 mA	
		220 µA bis 2,2 mA > 2,2 mA bis 22 mA > 22 mA bis 220 mA > 220 mA bis 2,2 A > 2,2 A bis 11 A > 11 A bis 20 A	40 Hz bis 1 kHz		
Wechselstromwirk- leistung Messgeräte	0,1 W bis 9,15 W	3,3 mA bis < 9 mA		2 · 10 <sup>-3</sup> · P	P = Messwert Kalibrieren mit Fluke 5520A Frequenzen von 45 Hz bis 65 Hz cos φ = 1
	0,1 W bis 33,5 W	9 mA bis < 33 mA		1,7 · 10 <sup>-3</sup> · P	
	0,1 W bis 91,5 W	33 mA bis < 90 mA		2 · 10 <sup>-3</sup> · P	
	0,1 W bis 336,5 W	90 mA bis < 0,33 mA		1,7 · 10 <sup>-3</sup> · P	
	1 W bis 917 W	0,33 A bis < 0,9 A		2 · 10 <sup>-3</sup> · P	
	1 W bis 2243 W	0,9 A bis < 2,2 A		1,8 · 10 <sup>-3</sup> · P	
	10 W bis 4589 W	2,2 A bis < 4,5 A		2 · 10 <sup>-3</sup> · P	
10 W bis 20,9 kW	4,5 A bis 20,5 A		1,8 · 10 <sup>-3</sup> · P		

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Vor-Ort-Kalibrierung und Mobiles Laboratorium**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Kapazität Messgeräte	0,19 nF bis 0,39 nF	10 Hz bis 10 kHz	$40 \cdot 10^{-3} \cdot C$	C = Messwert mit Kalibrator Fluke 5520A
	0,4 nF bis 1,09 nF	10 Hz bis 10 kHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	1,1 nF bis 3,29 nF	10 Hz bis 3 kHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	3,3 nF bis 10,9 nF	10 Hz bis 1 kHz	$5 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	11 nF bis 32,9 nF	10 Hz bis 1 kHz	$5 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	33 nF bis 109,9 nF	10 Hz bis 1 kHz	$5 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	110 nF bis 329 nF	10 Hz bis 1 kHz	$5 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	0,33 µF bis 1,09 µF	10 Hz bis 600 Hz	$5 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
1,1 µF bis 3,29 µF	10 Hz bis 300 Hz	$5 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
3,3 µF bis 10,99 µF	10 Hz bis 150 Hz	$5 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
Gleichspannung Rechteckgeneratoren	0 V bis < 0,12 V	DC	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U + 5 \mu\text{V}$	U = Messwert Ermittlung mittels DMM HP 3458
	0,12 V bis < 1,2 V		$15 \cdot 10^{-6} \cdot U + 5 \mu\text{V}$	
	1,2 V bis 12 V		$10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 5 \mu\text{V}$	
	> 12 V bis 120 V		$15 \cdot 10^{-6} \cdot U + 70 \mu\text{V}$	
	> 120 V bis 1000 V		$15 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,20 \text{ mV}$	
Rechteckspannung Rechteckgeneratoren	0 V bis < 0,12 V	10 Hz, 100 Hz, 1 kHz	$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 6 \mu\text{V}$	Ermittlung mittels Sample-DMM; HP 3458
	0,12 V bis < 1,2 V		$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 6 \mu\text{V}$	
	1,2 V bis 12 V		$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 6 \mu\text{V}$	
	> 12 V bis 120 V		$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,2 \text{ mV}$	
	> 120 V bis 1000 V		$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,2 \text{ mV}$	
	0 V bis < 0,12 V	10 kHz, 100 kHz	$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,1 \text{ mV}$	
	0,12 V bis < 1,2 V		$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,9 \text{ mV}$	
	1,2 V bis 12 V		$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 9 \text{ mV}$	
	> 12 V bis 120 V		$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 90 \text{ mV}$	
	> 120 V bis 1000 V		$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 90 \text{ mV}$	
Impulsamplitude Impulsgeneratoren	5 mV bis 50 V	50 Ω	$85 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Ermittlung mittels Oszilloskop $t_r, t_H > 10 \cdot t_{r \text{ System}}$ $t_r$ = Impulsanstiegszeit, $t_H$ = Impulshalbwertbreite $t_{r, \text{ System}}$ = Anstiegszeit des Messsystems
Anstiegszeit Impulsgeneratoren	825 ps bis 100 ms		$60 \cdot 10^{-3} \cdot t_r + U_{Tr}$	Die Systemanstiegszeit muss bei der Ermittlung von $t_r$ mittels Oszilloskop berücksichtigt werden
Periodendauer Impulsgeneratoren	1 ns bis 1 s		$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot t + 0,2 \text{ ns}$	Ermittlung mittels Oszilloskop
	0,33 ns bis 1 s		$1 \cdot 10^{-10} \cdot t + U_{Tr}$	Ermittlung über 1/Frequenz $U_{Tr}$ : Triggerunsicherheit

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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-15015-01-01

**Vor-Ort-Kalibrierung und Mobiles Laboratorium**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)					
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen	
Oszilloskopfunktionen Vertikalablenkung	6 mV bis 200 V	1 MΩ (1 kHz)	$5 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Die Messunsicherheit bezieht sich auf die Generierung der Kalibrier-signale inkl. einem Ablesefehler 0,1 % bei DSOs mit selbstschreibendem Raster	
	6 mV bis 3 V	50 Ω (1 kHz)	$5 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
	6 mV bis 200 V	1 MΩ (1 kHz)	$6 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Die Messunsicherheit bezieht sich auf die Generierung der Kalibrier-signale inkl. einem Ablesefehler von 0,3 % bei Bildröhren mit festem Raster	
	6 mV bis 3 V	50 Ω (1 kHz)	$6 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
Oszilloskopfunktionen Horizontalablenkung	10 ns; 80 ns; 160 ns 400 ns bis 5 s		$4 \cdot 10^{-3} \cdot t$	Ablesefehler von 0,3 % bei Bildröhren mit festem Raster	
	10 ns; 80 ns; 160 ns 400 ns bis 5 s		$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot t$	Ablesefehler von 0,1 % bei DSOs mit selbstschreibendem Raster	
Oszilloskopfunktionen Bandbreite	100 kHz bis 1 GHz	0,1 V bis 1 V	$40 \cdot 10^{-3} \cdot b$	$b$ = Messwert Ermittlung des 3-dB-Punktes mittels Powersplitter und HF-Spannungsmessung	
	> 1 GHz bis 3 GHz	0,1 V bis 1 V	$60 \cdot 10^{-3} \cdot b$		
Oszilloskopfunktionen Anstiegszeit	360 ps bis 10 ns	Spannungsbereich 20 mV bis 1 V $R_i = 50 \Omega$	15 ps	$t_r$ = Anstiegszeit Wiederholrate 10 Hz bis 1 MHz mit Tektronix-Pulskopf	
<b>Zeit und Frequenz</b> Frequenz	1 Hz bis 3 GHz	Digitale Frequenz- messung auf Zählbasis	$2 \cdot \sqrt{(10^{-10} \cdot f)^2 + U_{TF}^2}$	$f$ = Frequenz $U_{TF}$ : Triggerunsicherheit	
	3 GHz bis 26,5 GHz		$2 \cdot \sqrt{(10^{-10} \cdot f)^2 + (1 \text{ Hz})^2 / 3}$		
Zeitintervall $t$	10 ms bis 10 s		$2 \cdot \sqrt{(10^{-10} \cdot t)^2 + (1 \text{ ns})^2 / 3 + U_{TF}^2}$	$t$ = Zeitintervall $U_{TF}$ : Triggerunsicherheit	
<b>Temperaturmessgrößen</b> Temperaturanzei- geräte * für Thermoelemente Typ K und Typ N	-200 °C bis -100 °C > -100 °C bis 120 °C	DKD-R 5-5:2018	0,4 K 0,25 K	Simulation des Thermo- spannungssignals mittels elektrischem Kalibrator Kennlinien nach DIN EN 60584-4:2014	
	> 120 °C bis 1000 °C > 1000 °C bis 1370 °C		0,35 K 0,5 K		
Thermoelemente Typ J	-210 °C bis -100 °C > -100 °C bis 760 °C > 760 °C bis 1200 °C		0,35 K 0,25 K 0,3 K		

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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.

**verwendete Abkürzungen:**

CMC	Calibration and measurement capabilities (Kalibrier- und Messmöglichkeiten)
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DKD-R	Richtlinie des Deutschen Kalibrierdienstes (DKD), herausgegeben von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 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.