

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15015-01-12 nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018

Gültig ab: 08.01.2020

Ausstellungsdatum: 08.01.2020

Urkundeninhaber:

Trescal GmbH

mit ihrem Standort:

**Niederlassung Wetzlar
Friedenstraße 26, 35578 Wetzlar**

Kalibrierungen in den Bereichen:

Elektrische Messgrößen

Gleichstrom und Niederfrequenz

- Gleichspannung ^{a)}
- Wechselspannung ^{a)}
- Gleichstromstärke ^{a)}
- Wechselstromstärke ^{a)}
- Gleichstromwiderstand ^{a)}
- Elektrische Leistung ^{a)}
- Leistungsfaktor ^{a)}

Zeit und Frequenz

- Frequenz und Drehzahl

Hochfrequenzmessgrößen

Oszilloskopmessgrößen

- Anstiegszeit ^{a)}

Thermodynamische Messgrößen

Temperaturmessgrößen

- Widerstandthermometer ^{a)}
- Thermopaare, Thermoelemente ^{a)}
- Temperaturanzeigergeräte und
-simulatoren ^{a)}
- Direktanzeigende Thermometer ^{a)}

Mechanische Messgrößen

- Druck ^{a)}

^{a)} auch Vor-Ort-Kalibrierung

verwendete Abkürzungen: siehe letzte Seite

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15015-01-12

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gleichstrom und Niederfrequenz				
Gleichspannung Messgeräte	100 µV bis < 1 mV 1 mV bis < 2 mV 2 mV bis < 20 mV 20 mV bis < 200 mV 200 mV bis < 2 V 2 V bis < 20 V 20 V bis < 200 V 200 V bis 1000 V		$1,0 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,0 \mu\text{V}$ $18 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,0 \mu\text{V}$ $1,4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,0 \mu\text{V}$ $1,0 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,0 \mu\text{V}$ $3,5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,0 \mu\text{V}$ $3,8 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $5,2 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $6,2 \cdot 10^{-6} \cdot U$	$U = \text{Messwert}$
Gleichstromstärke Messgeräte	100 µA bis < 200 µA 200 µA bis < 2 mA 2 mA bis < 20 mA 20 mA bis < 200 mA 200 mA bis < 2 A 2 A bis 2,2 A > 2,2 A bis 10 A		$27 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $35 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $35 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $35 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $71 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $35 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $0,21 \cdot 10^{-3} \cdot I$	$I = \text{Messwert}$
Stromzangen	1 mA bis 20 A > 20 A bis 900 A		$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $4,0 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
Wechselspannung Messgeräte	10 mV bis < 20 mV 20 mV bis < 200 mV 200 mV bis < 2 V 2 V bis < 20 V 20 V bis < 200 V 200 V bis 1000 V	40 Hz bis 330 Hz > 330 Hz bis 3,3 kHz > 3,3 kHz bis 33 kHz > 33 kHz bis 100 kHz 40 Hz bis 330 Hz > 330 Hz bis 3,3 kHz > 3,3 kHz bis 33 kHz > 33 kHz bis 100 kHz 40 Hz bis 330 Hz > 330 Hz bis 3,3 kHz > 3,3 kHz bis 33 kHz > 33 kHz bis 100 kHz 40 Hz bis 330 Hz > 330 Hz bis 3,3 kHz > 3,3 kHz bis 33 kHz > 33 kHz bis 100 kHz	$0,28 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,0 \mu\text{V}$ $0,27 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,0 \mu\text{V}$ $0,27 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,0 \mu\text{V}$ $0,28 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,0 \mu\text{V}$ $38 \cdot 10^{-6} \cdot U + 5,0 \mu\text{V}$ $55 \cdot 10^{-6} \cdot U + 5,0 \mu\text{V}$ $38 \cdot 10^{-6} \cdot U + 5,0 \mu\text{V}$ $57 \cdot 10^{-6} \cdot U + 5,0 \mu\text{V}$ $47 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,0 \mu\text{V}$ $54 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,0 \mu\text{V}$ $50 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,0 \mu\text{V}$ $40 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,0 \mu\text{V}$ $38 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $42 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $46 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $48 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $44 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $48 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $43 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $42 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $38 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $47 \cdot 10^{-6} \cdot U$	$U = \text{Messwert}$
Wechselstromstärke Messgeräte	100 µA bis < 200 µA	40 Hz bis 330 Hz > 330 Hz bis 3,3 kHz > 3,3 kHz bis 5 kHz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $91 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $0,16 \cdot 10^{-3} \cdot I$	$I = \text{Messwert}$

¹⁾ 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-15015-01-12

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstromstärke Messgeräte	200 µA bis < 2 mA	40 Hz bis 330 Hz > 330 Hz bis 3,3 kHz > 3,3 kHz bis 5 kHz	$88 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $69 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $54 \cdot 10^{-6} \cdot I$	$I =$ Messwert
	2 mA bis < 20 mA	40 Hz bis 330 Hz > 330 Hz bis 3,3 kHz > 3,3 kHz bis 5 kHz	$93 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $30 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $94 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	20 mA bis < 200 mA	40 Hz bis 330 Hz > 330 Hz bis 3,3 kHz > 3,3 kHz bis 5 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $50 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $99 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	200 mA bis < 2 A	40 Hz bis 330 Hz > 330 Hz bis 3,3 kHz > 3,3 kHz bis 5 kHz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,11 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	2 A bis 2,2 A	40 Hz bis 330 Hz > 330 Hz bis 3,3 kHz > 3,3 kHz bis 5 kHz	$40 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $36 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 2,2 A bis 10 A	40 Hz bis 330 Hz > 330 Hz bis 3,3 kHz	$0,31 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,51 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
Stromzangen	1 mA bis 20 A > 20 A bis 900 A	45 Hz bis 400 Hz	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $4,0 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
Gleichstromleistung Messgeräte	100 mW bis 12 kW	Produkt aus U und I ; $1 \text{ V} \leq U \leq 600 \text{ V}$ $0,1 \text{ A} \leq I \leq 20 \text{ A}$	$1,6 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$P =$ Messwert
Wechselstromwirk- leistung Messgeräte	100 mW bis 12 kW	45 Hz bis 65 Hz $0,5 \leq \cos \varphi \leq 1,0$ $1 \text{ V} \leq U \leq 600 \text{ V}$ $0,1 \text{ A} \leq I \leq 20 \text{ A}$	$0,44 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
Leistungsfaktor Messgeräte	$\geq 0,5$ bis $\leq 1,0$	230 V; 2,5 A 45 Hz bis 65 Hz	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot \cos \varphi$	$\cos \varphi =$ Messwert
Gleichstromwiderstand Messgeräte	1 Ω		$45 \cdot 10^{-6} \cdot R$	$R =$ Messwert mit Kalibratoren mit Vier-Leiter-Anschluss als Normale
	10 Ω		$24 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 Ω		$12 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 kΩ		$11 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	10 kΩ		$7,0 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 kΩ		$9,0 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 MΩ		$8,0 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	10 MΩ		$30 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
100 MΩ		$95 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
Gleichstromwiderstand Messgeräte	10 Ω		$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot R$	$R =$ Messwert mit Kalibratoren mit Zwei-Leiter-Anschluss als Normale
	100 Ω		$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	1 kΩ		$12 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	10 kΩ		$23 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 kΩ		$10 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 MΩ		$32 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	10 MΩ		$23 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 MΩ		$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot R$	

¹⁾ 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-15015-01-12

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gleichstromwiderstand Messgeräte	0,001 Ω		$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot R$	<i>R</i> = Messwert mit Festwiderständen als Normale
	0,01 Ω		$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	0,1 Ω		$41 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 Ω		$14 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	10 Ω		$26 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 Ω		$22 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 kΩ		$30 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	10 kΩ		$21 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 kΩ		$20 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 MΩ		$46 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	10 MΩ		$86 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 MΩ		$61 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
1 GΩ		$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
Frequenz	10 Hz bis 1 GHz		$1,0 \cdot 10^{-9} \cdot f$	<i>f</i> = Messwert
Gleichspannung Quellen	10 mV bis 100 mV		$5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,5 \mu V$	<i>U</i> = Messwert
	> 100 mV bis 1 V		$10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,0 \mu V$	
	> 1 V bis 10 V		$9,0 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3,0 \mu V$	
	> 10 V bis 100 V		$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	> 100 V bis 1000 V		$19 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
Gleichstromstärke Quellen	100 μA bis 1 mA		$73 \cdot 10^{-6} \cdot I$	<i>I</i> = Messwert
	> 1 mA bis 10 mA		$73 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	> 10 mA bis 100 mA		$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 100 mA bis 1 A		$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
Wechselspannung Quellen	10 mV bis 100 mV	40 Hz bis 100 Hz	$0,62 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,5 \mu V$	<i>U</i> = Messwert
		> 100 Hz bis 2 kHz	$0,50 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5,0 \mu V$	
		> 2 kHz bis 10 kHz	$0,62 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,5 \mu V$	
	> 100 mV bis 1 V	40 Hz bis 100 Hz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,5 \mu V$	
		> 100 Hz bis 2 kHz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5,0 \mu V$	
		> 2 kHz bis 10 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,0 \mu V$	
	> 1 V bis 10 V	40 Hz bis 100 Hz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		> 100 Hz bis 2 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	> 10 V bis 100 V	> 2 kHz bis 10 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		40 Hz bis 100 Hz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
> 100 V bis 1000 V	> 100 Hz bis 2 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
	> 2 kHz bis 10 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
	40 Hz bis 100 Hz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
Wechselstromstärke Quellen	100 μA bis 1 mA	40 Hz bis 100 Hz	$0,49 \cdot 10^{-3} \cdot I$	<i>I</i> = Messwert
		> 100 Hz bis 1 kHz	$0,48 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 1 mA bis 10 mA	40 Hz bis 100 Hz	$0,48 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
> 10 mA bis 100 mA	> 100 Hz bis 1 kHz	$0,47 \cdot 10^{-3} \cdot I$		
	40 Hz bis 100 Hz	$0,49 \cdot 10^{-3} \cdot I$		
> 100 Hz bis 1 kHz	$0,47 \cdot 10^{-3} \cdot I$			

¹⁾ 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-15015-01-12

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstromstärke Quellen	> 100 mA bis 1 A	40 Hz bis 100 Hz > 100 Hz bis 1 kHz	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $1,1 \cdot 10^{-3} \cdot I$	$I =$ Messwert
Gleichstromwiderstand Widerstände	1 Ω bis 10 Ω > 10 Ω bis 100 Ω > 100 Ω bis 1 k Ω > 1 k Ω bis < 10 k Ω 10 k Ω bis 100 k Ω > 100 k Ω bis 1 M Ω > 1 M Ω bis 10 M Ω > 10 M Ω bis 100 M Ω		$52 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $27 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $18 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $25 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $16 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $22 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $55 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $0,59 \cdot 10^{-3} \cdot R$	$R =$ Messwert in Vier-Leiter- Schaltung
Hochfrequenzmessgrößen				
Oszilloskopmessgrößen Vertikalablenkung	1 mV bis 5 V 5 mV bis 200 V	50 Ω 1 M Ω	$2,0 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,15$ mV	$U =$ Messwert
Horizontalablenkung	2 ns bis 10 ns 20 ns bis 1 μ s 2 μ s bis 5 s		6 ps $50 \cdot 10^{-6} \cdot t + 0,6$ ns $4,0 \cdot 10^{-3} \cdot t$	$t =$ Messwert
Anstiegszeit	≥ 1 ns	25 mV bis 1 V	$50 \cdot 10^{-3} \cdot t + 3$ ps	$t =$ Messwert bei 1 MHz
Temperaturmessgrößen				
Widerstandsthermometer, auch direktanzeigend	-50 $^{\circ}$ C bis 250 $^{\circ}$ C -80 $^{\circ}$ C bis -45 $^{\circ}$ C > -45 $^{\circ}$ C bis 100 $^{\circ}$ C > 100 $^{\circ}$ C bis 650 $^{\circ}$ C	DKD-R 5-1:2018 im Ölbad DKD-R 5-1:2018 im Blockkalibrator	50 mK 0,3 K 0,1 K 0,2 K	Vergleich mit Normalwiderstands- thermometern
Thermoelemente, auch direkt anzeigend	-50 $^{\circ}$ C bis 250 $^{\circ}$ C -80 $^{\circ}$ C bis -45 $^{\circ}$ C > -45 $^{\circ}$ C bis 100 $^{\circ}$ C > 100 $^{\circ}$ C bis 650 $^{\circ}$ C	DKD-R 5-3:2018 im Ölbad DKD-R 5-3:2018 im Blockkalibrator	0,3 K 0,5 K 0,4 K 0,5 K	
Temperatur-Anzeigeegeräte für Widerstands- thermometer	-200 $^{\circ}$ C bis 850 $^{\circ}$ C	DKD-R 5-5:2018	30 mK	Kennlinie nach DIN EN 60751:2009
Temperatur-Anzeigeegeräte für unedle Thermo- elemente Typ J, T, E, K, N	-200 $^{\circ}$ C bis -50 $^{\circ}$ C > -50 $^{\circ}$ C bis 1300 $^{\circ}$ C		0,2 K 0,15 K	Kennlinie nach DIN EN 60584:2014 ohne Vergleichsstellen- kompensation
Temperatur-Anzeigeegeräte für edle Thermoelemente Typ R, S	0 $^{\circ}$ C bis 100 $^{\circ}$ C > 100 $^{\circ}$ C bis 400 $^{\circ}$ C > 400 $^{\circ}$ C bis 1760 $^{\circ}$ C		0,6 K 0,5 K 0,3 K	
Temperatur-Anzeigeegeräte für edle Thermoelemente Typ B	600 $^{\circ}$ C bis 700 $^{\circ}$ C > 700 $^{\circ}$ C bis 1100 $^{\circ}$ C > 1100 $^{\circ}$ C bis 1800 $^{\circ}$ C		0,6 K 0,4 K 0,3 K	

¹⁾ 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-15015-01-12

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Temperatur-Anzeigeegeräte für unedle Thermo- elemente Typ J, T, E, K, N	-200 °C bis 1300 °C		0,35 K	Kennlinie nach DIN EN 60584:2014 mit Vergleichsstellen- kompensation
Temperatur-Anzeigeegeräte für edle Thermoelemente Typ R, S	0 °C bis 100 °C > 100 °C bis 1800 °C		0,7 K 0,5 K	
Temperatur-Anzeigeegeräte für edle Thermoelemente Typ B	600 °C bis 700 °C > 700 °C bis 1200 °C > 1200 °C bis 1800 °C	DKD-R 5-5:2018	0,6 K 0,5 K 0,4 K	Kennlinie nach DIN EN 60584:2014 mit Vergleichsstellen- kompensation
Simulation von Wider- standsthermometern	-200 °C bis 850 °C		25 mK	Kennlinie nach DIN EN 60751:2009
Druck Positiver Überdruck	0 bar bis 14 bar	DKD-R 6-1:2014	$0,4 \text{ mbar} + 1,0 \cdot 10^{-4} \cdot p_e$	p_e = Messwert Druckmedium: Gas

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gleichstrom und Nieder- frequenz				
Gleichspannung Messgeräte	30 mV bis < 330 mV 330 mV bis < 3,3 V 3,3 V bis < 33 V 33 V bis < 330 V 300 V bis 1000 V		$60 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3,0 \mu\text{V}$ $60 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,0 \mu\text{V}$ $60 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $65 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $60 \cdot 10^{-6} \cdot U$	U = Messwert
Gleichstromstärke Messgeräte	100 μA bis < 3,3 mA 3,3 mA bis < 33 mA 33 mA bis < 330 mA 330 mA bis < 2,2 A 2,2 A bis 10 A		$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 50 \text{ nA}$ $0,15 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \mu\text{A}$ $0,18 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,0 \mu\text{A}$ $0,40 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,65 \cdot 10^{-3} \cdot I$	I = Messwert
Stromzangen	1 mA bis 10 A > 10 A bis 500 A		$3,0 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $5,0 \cdot 10^{-3} \cdot I$	I = Messwert mit Spulen mit 1 Windung bis 50 Windungen
Wechselspannung Messgeräte	10 mV bis < 33 mV	45 Hz bis 10 kHz > 10 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$1,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$ $1,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$ $2,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$ $3,0 \cdot 10^{-3} \cdot U + 30 \mu\text{V}$	U = Messwert

¹⁾ 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-15015-01-12

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselspannung Messgeräte	33 mV bis < 330 mV	45 Hz bis 10 kHz > 10 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$ $0,9 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$ $1,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 40 \mu\text{V}$ $2,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,15 \text{ mV}$	U = Messwert
	330 mV bis < 3,3 V	45 Hz bis 10 kHz > 10 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$0,28 \cdot 10^{-3} \cdot U + 50 \mu\text{V}$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 50 \mu\text{V}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,3 \text{ mV}$ $2,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,5 \text{ mV}$	
	3,3 V bis < 33 V	45 Hz bis 10 kHz > 10 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$0,38 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,5 \text{ mV}$ $0,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,5 \text{ mV}$ $1,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5,0 \text{ mV}$ $2,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 15 \text{ mV}$	
	33 V bis < 330 V	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz > 10 kHz bis 20 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \text{ mV}$ $0,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \text{ mV}$ $1,0 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \text{ mV}$	
	330 V bis 1000 V	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 70 \text{ mV}$ $1,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,1 \text{ V}$ $1,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,5 \text{ V}$	
Wechselstromstärke Messgeräte	100 μA bis < 330 μA	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,3 \mu\text{A}$ $3,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,15 \mu\text{A}$	I = Messwert
	330 μA bis < 3,3 mA	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz	$0,9 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,3 \mu\text{A}$ $2,0 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2 \mu\text{A}$	
	3,3 mA bis < 33 mA	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz	$0,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 3,0 \mu\text{A}$ $2,0 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,0 \mu\text{A}$	
	33 mA bis < 330 mA	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz	$0,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 30 \mu\text{A}$ $2,0 \cdot 10^{-3} \cdot I + 20 \mu\text{A}$	
	330 mA bis < 2,2 A	45 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz	$0,9 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,3 \text{ mA}$ $7,0 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,25 \text{ mA}$	
	2,2 A bis 10 A	45 Hz bis 65 Hz > 65 Hz bis 500 Hz > 500 Hz bis 1 kHz	$0,55 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,0 \text{ mA}$ $0,9 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,0 \text{ mA}$ $2,9 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,0 \text{ mA}$	
Stromzangen	1 mA bis 10 A > 10 A bis 500 A	45 Hz bis 400 Hz	$4,0 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $5,0 \cdot 10^{-3} \cdot I$	I = Messwert mit Spulen mit 1 Windung bis 50 Windungen
Gleichstromleistung Messgeräte	100 mW bis 10 kW	Produkt aus U und I ; $100 \text{ mV} \leq U \leq 1000 \text{ V}$ $1 \text{ mA} \leq I \leq 10 \text{ A}$	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot P$	P = Messwert
Gleichstromwiderstand Messgeräte	1 Ω 10 Ω 100 Ω 1 k Ω 10 k Ω 100 k Ω		$7,9 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $0,9 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $0,25 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $0,15 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $0,15 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $0,15 \cdot 10^{-3} \cdot R$	R = Messwert Widerstandsmess- geräte mit Vier- Leiter-Anschluss

¹⁾ 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-15015-01-12

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gleichstromwiderstand Messgeräte	1 MΩ 10 MΩ 100 MΩ		$0,2 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $4,6 \cdot 10^{-3} \cdot R$	R = Messwert Widerstandsmess- geräte mit Zwei- Leiter-Anschluss
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 1000 V		$0,25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,0 \mu\text{V}$ $60 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,0 \mu\text{V}$ $75 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,0 \mu\text{V}$ $0,1 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$	U = Messwert
Gleichstromstärke Quellen	100 μA bis 10 mA > 10 mA bis 100 mA > 100 mA bis 1 A		$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $9,9 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $1,9 \cdot 10^{-3} \cdot I$	I = Messwert
Wechselspannung Quellen	10 mV bis 100 mV > 100 mV bis 1 V > 1 V bis 10 V > 10 V bis 100 V > 100 V bis 750 V	40 Hz bis 10 kHz	$4,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,0 \mu\text{V}$ $4,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,0 \mu\text{V}$ $4,5 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $4,5 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $3,6 \cdot 10^{-3} \cdot U$	U = Messwert
Wechselstromstärke Quellen	1 mA bis 10 mA > 10 mA bis 100 mA > 100 mA bis 1 A	40 Hz bis 1 kHz	$0,56 \cdot I$ $56 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $7,0 \cdot 10^{-3} \cdot I$	I = Messwert
Gleichstromwiderstand Widerstände	1 Ω bis 10 Ω > 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		$0,2 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $0,18 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $85 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $85 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $0,15 \cdot 10^{-3} \cdot R$	R = Messwert in Vier-Leiter- Anschluss
Gleichstromwiderstand Widerstände	> 1 MΩ bis 10 MΩ > 10 MΩ bis 100 MΩ		$0,52 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $1,9 \cdot 10^{-3} \cdot R$	R = Messwert in Zwei-Leiter- Anschluss
Hochfrequenzmessgrößen				
Oszilloskopmessgrößen Vertikalablenkung	1 mV bis 5 V 5 mV bis 200 V	50 Ω 1 MΩ	$2,0 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,15 \text{ mV}$	U = Messwert
Horizontalablenkung	2 ns bis 10 ns 20 ns bis 1 μs 2 μs bis 5 s		6 ps $50 \cdot 10^{-6} \cdot t + 0,6 \text{ ns}$ $4,0 \cdot 10^{-3} \cdot t$	t = Messwert
Anstiegszeit	≥ 1 ns	25 mV bis 1 V	$50 \cdot 10^{-3} \cdot t + 3 \text{ ps}$	t = Messwert bei 1 MHz
Temperaturmessgrößen				
Widerstandsthermometer, direktanzeigend	-30 °C bis 150 °C > 150 °C bis 250 °C	DKD-R 5-1:2018 im Mikrobad	0,1 K 0,15 K	Vergleich mit Normalwiderstands- thermometern
Thermoelemente, auch direkt anzeigend	-30 °C bis 250 °C	DKD-R 5-3:2018 im Mikrobad	0,5 K	

¹⁾ 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-15015-01-12

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren			
Temperatur-Anzeigegeräte für Widerstands- thermometer	-200 °C bis 850 °C	DKD-R 5-5:2018		40 mK	Kennlinie nach DIN EN 60751:2009
Temperatur-Anzeigegeräte für unedle Thermo- elemente: Typ K, J, E, N, T	-200 °C bis -50 °C > -50 °C bis 900 °C > 900 °C bis 1300 °C			0,5 K 0,3 K 0,4 K	Kennlinie nach DIN EN 60584:2014 ohne Vergleichsstellen- kompensation
Temperatur-Anzeigegeräte für edle Thermo- elemente: Typ R, S	0 °C bis 100 °C > 100 °C bis 1800 °C			1,5 K 1,0 K	
Temperatur-Anzeigegeräte für edle Thermo- elemente: Typ B	600 °C bis 800 °C > 800 °C bis 1800 °C			1,5 K 1,0 K	
Simulatoren für Widerstandsthermometer	-200 °C bis 850 °C			30 mK	Kennlinie nach DIN EN 60751:2009
Druck Positiver Überdruck	0 bar bis 14 bar		DKD-R 6-1:2014		0,4 mbar + $1,0 \cdot 10^{-4} \cdot p_e$

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

¹⁾ 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.