

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00
nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018

Gültig ab: 31.07.2020

Ausstellungsdatum: 31.07.2020

Urkundeninhaber:

esz AG calibration & metrology
Max-Planck-Straße 16, 82223 Eichenau

Kalibrierungen in den Bereichen:

Elektrische Messgrößen

Gleichstrom- und Niederfrequenzmessgrößen

- Gleich- und Wechselspannung ^{a)}
- Gleich- und Wechselstromstärke ^{a)}
- Hochspannungsmessgrößen ^{a)}
- Gleich- und Wechselstromwiderstand ^{a)}
- Ladung ^{a)}
- Elektrische Leistung ^{a)}
- Induktivität und Kapazität ^{a)}

Zeit und Frequenz

- Zeitintervall ^{a)}
- Frequenz und Drehzahl ^{a)}

Thermodynamische Messgrößen

Temperaturmessgrößen

- Widerstandsthermometer ^{a)}
- Thermopaare, Thermoelemente ^{a)}
- Direktanzeigende Thermometer ^{a)}
- Temperaturanzeigergeräte und -simulatoren ^{a)}
- Klimaschränke (Temperatur) ^{a)}

Feuchtemessgrößen

- Klimaschränke (Feuchte) ^{a)}
- Messgeräte für relative Feuchte ^{a)}
- Messgeräte für absolute Feuchte ^{a)}

Dimensionelle Messgrößen

Länge

- Durchmesser
- Gewinde
- Parallelendmaße
- Längenmessmittel
- Strichmaße, Abstände ^{a)}

Winkel

- Neigung

Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen

Hochfrequenzmessgrößen

- HF-Spannung ^{a)}
- HF-Stromstärke ^{a)}
- HF-Impedanz (Reflexionsfaktor) ^{a)}
- HF-Leistung ^{a)}
- HF-Dämpfung ^{a)}
- Pulsförmige Messgrößen ^{a)}
- Oszilloskopmessgrößen ^{a)}
- Anstiegszeit ^{a)}
- Bandbreite ^{a)}

Optische Messgrößen

- Radiometrie ^{a)}
- Photometrie ^{a)}

Mechanische Messgrößen

Druck ^{a)}

Kraft ^{a)}

Messgeräte im Kraftfahrwesen (MIK)

- Rollenbremsprüfstände ^{b)}
- Plattenbremsprüfstände ^{b)}
- Scheinwerfer-Einstell-Prüfgeräte (SEP) ^{b)}
- Aufstellflächen für Scheinwerfer-Einstell-Prüfgerät (ASEP) ^{b)}
- Aufstellflächen für Kraftfahrzeuge ^{b)}
- Abgasmessgeräte für Fremdzündungsmotoren ^{b)}
- Abgasmessgeräte für Kompressionszündungsmotoren ^{b)}

Durchflussmessgrößen

- Durchfluss von Gasen ^{a)}

^{a)} auch Vor-Ort Kalibrierung

^{b)} nur Vor-Ort-Kalibrierung

Innerhalb der mit ^{c)} 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.

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.

Elektrische Messgrößen - Gleichstrom- und Niederfrequenzmessgrößen, Gleich- und Wechselspannung
Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gleichspannung	0 V		35 nV	Kurzschlussbrücke
	0 V bis 200 mV	Kalibrierung mit dem Josephson- Spannungsnormal	14 nV	Kalibrierung von Spannungsquellen
	> 200 mV bis 2 V		0,10 µV	
	> 2 V bis 10 V		0,16 µV	
	0 mV bis < 200 mV		12 nV	
	200 mV bis < 2 V		40 nV	Kalibrierung der Nichtlinearität von Voltmetern
	2 V bis 10 V		0,25 µV	
	> 0 mV bis < 2 V		0,12 µV	Kalibrierung der Abweichung von Voltmetern
	2 V bis 10 V		0,27 µV	
	> 10 V bis 100 V	linearer Step-Up/Down	$0,28 \cdot 10^{-6} \cdot U - 0,34 \mu\text{V}$	U = Messwert
> 100 V bis 1050 V	$0,24 \cdot 10^{-6} \cdot U + 64 \mu\text{V}$			
Hochspannung	1 kV bis 10 kV		$7,9 \cdot 10^{-6} \cdot U + 17 \text{ mV}$	
	> 10 kV bis 60 kV		$46 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,95 \text{ V}$	
Wechselspannung	2 mV bis 10 mV	10 Hz; 12,5 Hz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,11 \mu\text{V}$	U = Messwert Kalibrierung am Josephson-Voltmeter. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Lastimpedanz und die Wiederholbarkeit zu berücksichtigen.
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz	$28 \cdot 10^{-6} \cdot U + 23 \text{ nV}$	
		48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,11 \mu\text{V}$	
		625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,12 \mu\text{V}$	
	> 10 mV bis 60 mV	10 Hz; 12,5 Hz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,19 \mu\text{V}$	
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz	$8,6 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,16 \mu\text{V}$	
		48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,16 \mu\text{V}$	
		625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$9,1 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,16 \mu\text{V}$	
	60 mV bis 7,2 V	10 Hz; 12,5 Hz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,14 \mu\text{V}$	
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz	$2,2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,16 \mu\text{V}$	
48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz		$4,2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,14 \mu\text{V}$		
625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz		$1,4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,16 \mu\text{V}$		

- 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.

Ausstellungsdatum: 31.07.2020

Gültig ab: 31.07.2020

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselspannung Bereiche	2 mV bis 22 V 2 mV	10 Hz bis 1 MHz 10 Hz; 20 Hz; 40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz; 200 kHz; 300 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot U$	<i>U</i> = Messwert. Kalibrierung an AC/DC- Transfornormal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschlussimpedanz und die Wiederhol- barkeit zu berücksichtigen. Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit.
		500 kHz	$0,32 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		1 MHz	$0,43 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	6 mV	10 Hz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		20 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz; 200 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		300 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		500 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		1 MHz	$0,22 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	10 mV	10 Hz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		20 Hz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz; 200 kHz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		300 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		500 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		1 MHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	20 mV	10 Hz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		20 Hz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz; 200 kHz	$86 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		300 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		500 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
1 MHz		$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
60 mV	10 Hz	$54 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	20 Hz; 40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	200 kHz; 300 kHz	$46 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	500 kHz	$60 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	1 MHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U$		

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.

Permanentes Laboratorium

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	
Wechselspannung Bereiche	100 mV	10 Hz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot U$	<i>U</i> = Messwert. Kalibrierung an AC/DC- Transfornormal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschlussimpedanz und die Wiederhol- barkeit zu berücksichtigen.
		20 Hz; 40 Hz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$34 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 MHz	$53 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	200 mV	10 Hz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot U$	Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit.
		20 Hz; 40 Hz	$18 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$12 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$33 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	600 mV	10 Hz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz; 40 Hz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$11 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$33 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	1 V	10 Hz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz; 40 Hz	$11 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$7 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 MHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$	

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.

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselspannung Bereiche	2 V	10 Hz	$38 \cdot 10^{-6} \cdot U$	<i>U</i> = Messwert. Kalibrierung an AC/DC- TransfERNormal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschlussimpedanz und die Wiederhol- barkeit zu berücksichtigen. Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit
		20 Hz; 40 Hz	$12 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$7 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$11 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 MHz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	4 V; 6 V	10 Hz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz; 40 Hz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz	$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 MHz	$35 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		8 V; 10 V	10 Hz	
	20 Hz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	40 Hz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz	$8 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	200 kHz; 300 kHz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	500 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	1 MHz	$47 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	20 V	10 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz	$14 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		40 Hz	$11 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz		$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
100 kHz		$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
200 kHz; 300 kHz		$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
500 kHz		$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
1 MHz		$49 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
12 V; 15 V; 19 V	1 kHz; 10 kHz; 100 kHz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$		

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.

Permanentes Laboratorium

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen	
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾		
Wechselspannung Bereiche	> 22 V bis 70 V 60 V	10 Hz bis 300 kHz			<i>U</i> = Messwert. Kalibrierung an AC/DC- Transfornormal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschlussimpedanz und die Wiederhol- barkeit zu berücksichtigen. Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit.
		10 Hz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		20 Hz; 40 Hz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		55 Hz; 120 Hz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		70 kHz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		100 kHz	$14 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	200 kHz; 300 kHz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	> 70 V bis 110 V 100 V	10 Hz bis 200 kHz			
		10 Hz; 20 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		40 Hz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		70 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		100 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		200 kHz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	> 110 V bis 700 V 200 V	10 Hz bis 100 kHz			
		10 Hz	$27 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		20 Hz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		40 Hz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		55 Hz; 120 Hz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz;	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		70 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		100 kHz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		600 V	40 Hz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz		$14 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz		$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
70 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U$				
100 kHz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot U$				
> 700 V bis 1000 V 1000 V	10 Hz bis 100 kHz				
	40 Hz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz	$14 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	50 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	70 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	100 kHz	$42 \cdot 10^{-6} \cdot U$			

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.

Permanentes Laboratorium

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾		
Hochspannung Quellen	1 kV bis 10 kV	10 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2 \text{ V}$ $0,34 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,6 \text{ V}$ $1,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,9 \text{ V}$	U = Messwert	
	> 10 kV bis 40 kV	10 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,7 \text{ V}$ $0,43 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,1 \text{ V}$ $1,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \text{ V}$		
Messgeräte	1 kV bis 10 kV	45 Hz bis 65 Hz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2 \text{ V}$		
	10 kV bis 30 kV		$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,7 \text{ V}$		
Rechteckspannung	5 mV bis 220 mV	1 Hz bis 10 kHz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,36 \mu\text{V} + 6,4 \cdot 10^{-9} \text{ V/Hz} \cdot f$	Abtastverfahren an 10 MΩ Last Bereichsangabe in Spannung Spitze- Spitze U = Betragsspitze der Spannung f = Frequenz Der Zusatzeinfluss abweichender Lastbedingungen (wie z. B. 50 Ω oder 1 MΩ ist zu berücksichtigen)	
	> 220 mV bis 2,2 V		$9,3 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,35 \mu\text{V} + 7,0 \cdot 10^{-9} \text{ V/Hz} \cdot f$		
	> 2,2 V bis 22 V		$9,3 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,58 \mu\text{V} + 14 \cdot 10^{-9} \text{ V/Hz} \cdot f$		
	> 22 V bis 220 V		$12 \cdot 10^{-6} \cdot U + 35 \mu\text{V} + 75 \cdot 10^{-9} \text{ V/Hz} \cdot f$		
Wechselspannung Amplitudenparameter	5 mV bis 5 V	DC bis 10 MHz > 10 MHz bis 100 MHz > 100 MHz bis 300 MHz > 300 MHz bis 1 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,2 \mu\text{V}$ $37 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,5 \mu\text{V}$ $44 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,4 \mu\text{V}$ $70 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Oszilloskop als Normal U = Messwert	
	> 5 V bis 50 V	DC bis 2 kHz > 2 kHz bis 10 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \mu\text{V}$ $25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \mu\text{V}$		

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.

Gleich- und Wechselstromstärke

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstromstärke Messgeräte, Kalibratoren der Serie Fluke 57x0A	100 µA bis 2 A	Kalibrierung mit Josephson- Quantenkalibrator gemäß QMH Kap. VIa Vers. 5.0 10 Hz bis 1 kHz	2,2 nA bis 61 µA	/ = Messwert f = Frequenz Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
	100 µA; 200 µA; 500 µA	10 Hz; 12,5 Hz; 20 Hz	$62 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz; 625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	1 mA	10 Hz; 12,5 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		20 Hz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	2 mA	25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz; 625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$18 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		10 Hz; 12,5 Hz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	5 mA; 10 mA; 20 mA	20 Hz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz; 625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$14 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	50 mA	10 Hz; 12,5 Hz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz; 625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot f$	

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.

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstromstärke Messgeräte, Kalibratoren der Serie Fluke 57x0A	100 mA; 200 mA	10 Hz; 12,5 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot f$	f = Messwert f = Frequenz Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz; 625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	500 mA; 1 A	10 Hz; 12,5 Hz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		20 Hz	$28 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz; 625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz	$24 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	2 A	10 Hz; 12,5 Hz; 20 Hz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz; 625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$45 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	Wechselstromstärke	100 µA bis 100 A	QMH Kap. VIa Vers. 5.0	
10 Hz bis 10 kHz				
100 µA		10 Hz; 20 Hz	$76 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$44 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		10 kHz	$47 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
200 µA		10 Hz; 20 Hz	$68 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		40 Hz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$36 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		10 kHz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
0,5 mA		10 Hz; 20 Hz	$64 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz	$28 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$27 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		10 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
1 mA		10 Hz	$33 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		20 Hz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		40 Hz; 55 Hz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
			10 kHz	$27 \cdot 10^{-6} \cdot f$

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.

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstromstärke	2 mA	10 Hz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot f$	<i>f</i> = Messwert <i>f</i> = Frequenz Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		20 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$24 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	5 mA	10 Hz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		20 Hz; 40 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$24 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	10 mA	10 Hz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		20 Hz	$24 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		10 kHz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	20 mA	10 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		20 Hz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		10 kHz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	50 mA	10 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		20 Hz; 40 Hz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		10 kHz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	100 mA	10 Hz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		20 Hz; 40 Hz	$24 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$18 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
1 kHz; 10 kHz		$20 \cdot 10^{-6} \cdot f$		
200 mA	10 Hz	$27 \cdot 10^{-6} \cdot f$		
	20 Hz; 40 Hz	$24 \cdot 10^{-6} \cdot f$		
	55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$18 \cdot 10^{-6} \cdot f$		
	10 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot f$		
500 mA	10 Hz	$36 \cdot 10^{-6} \cdot f$		
	20 Hz	$34 \cdot 10^{-6} \cdot f$		
	40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot f$		

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.

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstromstärke	1 A	10 Hz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot f$	<i>f</i> = Messwert <i>f</i> = Frequenz Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		20 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	2 A	10 Hz; 20 Hz	$40 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$34 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	5 A; 10 A	10 Hz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		20 Hz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	20 A	10 Hz; 20 Hz	$57 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$53 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	50 A	10 Hz; 20 Hz	$64 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$59 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		1 kHz; 10 kHz	$68 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	100 A	10 Hz; 20 Hz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
1 kHz; 10 kHz		$75 \cdot 10^{-6} \cdot f$		
100 A bis 200 A	QMH Kap. Vib.1.1 Vers. 5.0	12 mA bis 24 mA		
	10 Hz bis 10 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot f$		

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.

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstromstärke Quellen	200 A bis 300 A	10 Hz bis 1 kHz	$0,30 \cdot 10^{-3} \cdot I - 0,53 \text{ mA}$	$I = \text{Messwert}$ $f = \text{Frequenz}$
		10 Hz bis 65 Hz	$0,48 \cdot 10^{-3} \cdot I + 11 \text{ mA}$	
	300 A bis 495 A	65 Hz bis 100 Hz	$0,49 \cdot 10^{-3} \cdot I + 11 \text{ mA}$	
		100 Hz bis 400 Hz	$0,74 \cdot 10^{-3} \cdot I + 7,7 \text{ mA}$	
		400 Hz bis 1 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4,0 \text{ mA}$	
Wechselstromstärke Stromzangen und Zangenstromwandler	10 μA bis 2400 A		$\sqrt{W_{in}^2 + W_{DUT}^2} \cdot I$ jedoch nicht kleiner als $90 \cdot 10^{-6} \cdot I$ oder 8 nA	W_{in} ist die relative Unsicherheit der Stromstärke der Einfachwicklung. W_{DUT} ist die relative Unsicherheit des Messobjekts im Streufeld des stromdurchflossenen Leiters.
Ersatzableitstromstärke I	0,2 μA bis 200 mA	an R_N bis 1 G Ω	$10 \cdot 10^{-6} \cdot I$ bis $5,8 \cdot 10^{-3} \cdot I$ Siehe Matrix M.1	Gesamtunsicherheit U ist abhängig von der rel. Unsicherheit $U(R_N)/R_N$ des Kalibrierwiderstandes R_N .

Matrix M.1 „Ersatzableitstromstärke“

Normalwiderstand R_N	1 k Ω		10 k Ω		100 k Ω		1 M Ω		10 M Ω		100 M Ω		1 G Ω	
	Stromstärke erweiterte Messunsicherheit U in $\mu\text{A}/\text{A}$						Stromstärke U in mA/A							
60 V	60 mA	10	6 mA	10	600 μA	13	60 μA	19	6 μA	70	600 nA	0,6	60 nA	5,8
110 V	110 mA		11 mA		1,1 mA		110 μA		11 μA		1,1 μA		110 nA	
230 V	230 mA		23 mA		2,3 mA		230 μA		23 μA		2,3 μA		230 nA	
400 V	400 mA		40 mA		4 mA		400 μA		40 μA		4,0 μA		400 nA	

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.

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gleichstromstärke Quellen, Messgeräte	0 pA bis 10 nA	QMH Kap. VIa Vers. 5.0	0,85 fA bis 51 fA	/ = Messwert Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit
	0 pA		12 fA	
	1 pA		$0,85 \cdot 10^{-3} \cdot /$	
	10 pA		$0,53 \cdot 10^{-3} \cdot /$	
	100 pA		$75 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
	1 nA		$10 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
	10 nA		$5,1 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
	> 10 nA bis 100 nA		$4,1 \cdot 10^{-6} \cdot / + 10 \text{ fA}$	
	> 100 nA bis < 1 µA		$1,4 \cdot 10^{-6} \cdot / + 0,21 \text{ pA}$	
	1 µA bis 10 µA		$1,4 \cdot 10^{-6} \cdot / + 0,19 \text{ pA}$	
	> 10 µA bis 100 µA		$1,4 \cdot 10^{-6} \cdot / + 1,8 \text{ pA}$	
	> 100 µA bis 500 µA		$1,1 \cdot 10^{-6} \cdot / + 72 \text{ pA}$	
	20 µA bis 200 µA		$1,4 \cdot 10^{-6} \cdot / + 14 \text{ pA}$	
	200 µA bis 2 mA		$0,54 \cdot 10^{-6} \cdot / + 0,23 \text{ nA}$	
2 mA bis 10 mA	$1,1 \cdot 10^{-6} \cdot / + 2,4 \text{ nA}$			
10 mA bis 50 mA	$0,90 \cdot 10^{-6} \cdot / + 25 \text{ nA}$			
50 mA bis 200 mA	$0,33 \cdot 10^{-6} \cdot / + 0,26 \text{ µA}$			
200 mA bis 1 A	$12 \cdot 10^{-6} \cdot /$			
1 A bis 10 A	$16 \cdot 10^{-6} \cdot /$			
10 A bis 100 A	$28 \cdot 10^{-6} \cdot /$			
100 A bis 300 A	QMH Kap. VIb.1.1 Vers. 5.0	$37 \cdot 10^{-6} \cdot /$		
Gleichstromstärke Quellen	300 A bis 700 A		$27 \cdot 10^{-6} \cdot / + 2,3 \text{ mA}$	
Gleichstromstärke Messgeräte, Kalibratoren der Serie Fluke 57x0A	20 µA bis 2 mA	Kalibrierung mit Josephson- Quantenkalibrator gemäß QMH Kap. VIa Vers. 5.0	$0,48 \cdot 10^{-6} \cdot / + 19 \text{ pA}$	
	2 mA bis 20 mA		$1,1 \cdot 10^{-6} \cdot / + 1,0 \text{ nA}$	
	20 mA bis 200 mA		$0,26 \cdot 10^{-6} \cdot / + 24 \text{ nA}$	
	200 mA bis 2 A		$12 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
Gleichstromstärke Stromzangen und Zangenstromwandler	0 A bis 3000 A	1 bis N Wicklungen	$\sqrt{W_{in}^2 + W_{DUT}^2} \cdot /$ jedoch nicht kleiner als $8 \cdot 10^{-6} \cdot /$ oder 6 nA	W_{in} ist die relative Unsicherheit der Stromstärke der Einfachwicklung. W_{DUT} ist die relative Unsicherheit des Messobjekts im Strefeld des stromdurchflossenen Leiters.

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.

Permanentes Laboratorium
Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselspannung harmonische Oberwellen	2,2 V bis 22 V	40 Hz bis 4 kHz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot U_n + 60 \mu\text{V}$	U_n = Spannung der n-ten Harmonischen oder Grundwelle
	> 22 V bis 220 V		$70 \cdot 10^{-6} \cdot U_n + 0,8 \text{ mV}$	
	> 220 V bis 700 V	40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 4 kHz	$80 \cdot 10^{-6} \cdot U_n + 4 \text{ mV}$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U_n + 6 \text{ mV}$	$U_{\text{Spitze}} < 1,4 \text{ kV}$
Wechselstromstärke harmonische Oberwellen	Grundwelle 0,1 A bis 16 A	40 Hz bis 65 Hz 0,15 A bis 30 A, Spitze	$0,68 \cdot 10^{-3} \cdot I$	I_n = Stromstärke der n-ten Harmonischen
	Harmonische 0,022 A bis 0,22 A	80 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 3,5 \mu\text{A}$	
	> 0,22 A bis 0,8 A	0,15 A bis 1,4 A, Spitze	$0,55 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 35 \mu\text{A}$	eff.= Effektivwertgrenze n des verzerrten Signals
	0,22 A bis 1,2 A	> 1,4 A bis < 1,8 A, Spitze	$0,34 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	0,22 A bis 2,2 A	1,8 A bis < 7 A, Spitze	$0,68 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	Bei Verwendung von Stromzangen erhöhen sich Messunsicherheit und Bereichsgrenzen min. um den Faktor der verwendeten Windungszahl N
	> 2,2 A bis 4 A			
	1 A bis 8 A	7 A bis 14 A, Spitze	$0,50 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 40 \mu\text{A}$	
	2 A bis 15 A	> 14 A bis 30 A, Spitze		
	Harmonische 0,022 A bis 0,22 A	> 1 kHz bis 4 kHz	$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 80 \mu\text{A}$	
	> 0,22 A bis 0,8 A	0,15 A bis 1,4 A, Spitze		
	0,22 A bis 1,2 A	> 1,4 A bis < 1,8 A, Spitze	$0,34 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	0,22 A bis 2,2 A	1,8 A bis < 7 A, Spitze		
	> 2,2 A bis 4 A		7 A bis 14 A, Spitze	
	1 A bis 8 A	> 14 A bis 30 A, Spitze		
2 A bis 15 A				
Flicker Modulationstiefe $\Delta U/U$ Quellen	0,4 % bis 3,2 %	DIN EN 61000-4-15:2011, Tabelle 5	$1,6 \cdot 10^{-3} \%$	
Messgeräte			$25 \cdot 10^{-3} \%$	
Frequenz	8,3 mHz bis 40 Hz		$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
P_{st} -Wert	nur $P_{\text{st}} = 1$		$2,5 \cdot 10^{-3}$	
Wechselspannung Klirrfaktor k	0 % bis 30 %	45 Hz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot k + 0,012 \%$	Werte ausgedrückt in % Klirren
		> 5 kHz bis 30 kHz	$0,8 \cdot 10^{-3} \cdot k + 0,012 \%$	

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.

Gleich- und Wechselstromwiderstand
Permanentes Laboratorium
Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gleichstromwiderstand Quellen, Messgeräte	0 Ω	2-Draht-Kurzschluss	0,5 mΩ	R = Messwert
		4-Draht-Kurzschluss	0,35 μΩ	
	10 μΩ bis < 1 GΩ	QMH Kap. VIIa.3 Vers. 5.0 I = 100 A I = 50 A I = 10 A	1,6 nΩ bis 49 Ω	Kalibrierung von Messgeräten an den Nennwerten der Normale Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
	10 μΩ		$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	100 μΩ		$34 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 mΩ		$23 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	10 mΩ		$20 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 mΩ		$5,6 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 Ω;		$0,32 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	10 Ω; 100 Ω;		$1,0 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
1 kΩ;	$0,59 \cdot 10^{-6} \cdot R$			
10 kΩ	$0,56 \cdot 10^{-6} \cdot R$			
100 kΩ; 1 MΩ;	$1,4 \cdot 10^{-6} \cdot R$			
10 MΩ;	$4,1 \cdot 10^{-6} \cdot R$			
100 MΩ	$4,9 \cdot 10^{-6} \cdot R$			
1 GΩ bis 1 TΩ	Messspannung 100 V oder 1000 V	67 kΩ bis 72 MΩ		
1 GΩ; 10 GΩ; 100 GΩ; 1 TΩ		$67 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
		$72 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
> 1 TΩ bis 120 TΩ	Messspannung 1000 V	0,13 GΩ bis 23 GΩ		
10 TΩ;		$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
100 TΩ		$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
100 mΩ bis 2 Ω	Kalibrierung mit Josephson- Quantenkalibrator gemäß QMH Kap. VIIa.4 Vers. 5.0 3 μA ≤ I ≤ 50 mA	$0,39 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0,25 \mu\Omega$	R = Messwert	
2 Ω bis 10 Ω		$0,43 \cdot 10^{-6} \cdot R + 1,0 \mu\Omega$	Abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.	
10 Ω bis 100 Ω		$1,2 \cdot 10^{-6} \cdot R - 0,50 \mu\Omega$		
100 Ω bis 500 Ω		$0,52 \cdot 10^{-6} \cdot R - 2,5 \mu\Omega$		
500 Ω bis 10 kΩ		$0,47 \cdot 10^{-6} \cdot R + 20 \mu\Omega$		
10 kΩ bis 100 kΩ		$0,73 \cdot 10^{-6} \cdot R - 0,13 \text{ m}\Omega$		
100 kΩ bis 1,9 MΩ		$0,83 \cdot 10^{-6} \cdot R + 90 \mu\Omega$		

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.

Permanentes Laboratorium

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	1 Ω bis 10 kΩ	Kalibrierung mit Josephson- Quantenkalibrator gemäß QMH Kap. VIIa.4 Vers. 5.0 10 μA ≤ I ≤ 50 mA 10 Hz bis 1 kHz	20 μΩ bis 0,77 Ω	R = Messwert I = Stromstärke f = Frequenz Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		10 Hz; 12,5 Hz	30 · 10 ⁻⁶ · R	
	1 Ω	20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz	24 · 10 ⁻⁶ · R	
		48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz; 625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	21 · 10 ⁻⁶ · R	
		10 Hz; 12,5 Hz	26 · 10 ⁻⁶ · R	
	2 Ω	20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz	21 · 10 ⁻⁶ · R	
		48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz; 625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	16 · 10 ⁻⁶ · R	
		10 Hz; 12,5 Hz	25 · 10 ⁻⁶ · R	
	5 Ω	20 Hz	20 · 10 ⁻⁶ · R	
		25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz; 625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	15 · 10 ⁻⁶ · R	
		10 Hz; 12,5 Hz	24 · 10 ⁻⁶ · R	
	10 Ω	20 Hz	19 · 10 ⁻⁶ · R	
25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz; 625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz		14 · 10 ⁻⁶ · R		
10 Hz; 12,5 Hz		24 · 10 ⁻⁶ · 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.

Permanentes Laboratorium

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	20 Ω; 50 Ω; 100 Ω	10 Hz; 12,5 Hz	$59 \cdot 10^{-6} \cdot R$	<i>R</i> = Messwert <i>I</i> = Stromstärke <i>f</i> = Frequenz Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		20 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz	$14 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$12 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 kΩ	10 Hz; 12,5 Hz; 20 Hz	$59 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz; 625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$56 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	10 kΩ	10 Hz; 12,5 Hz; 20 Hz	$81 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz; 625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$78 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 μΩ bis 100 Ω	QMH Kap. VIIa.3 Vers. 5.0 $100 \mu\text{A} \leq I \leq 100 \text{ A}$ 10 Hz bis 10 kHz	13 nΩ bis 1,7 mΩ	
	100 μΩ	10 Hz; 20 Hz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz		$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
1 kHz; 10 kHz		$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
1 mΩ	10 Hz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	20 Hz	$63 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$58 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	1 kHz	$61 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	10 kHz	$64 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
10 mΩ	10 Hz	$46 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	20 Hz	$43 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	1 kHz; 10 kHz	$35 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
20 mΩ	10 Hz	$45 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	20 Hz	$42 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$36 \cdot 10^{-6} \cdot R$		

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.

Permanentes Laboratorium

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	50 mΩ	10 Hz	$45 \cdot 10^{-6} \cdot R$	<i>R</i> = Messwert <i>I</i> = Stromstärke <i>f</i> = Frequenz Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		20 Hz	$42 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$36 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 mΩ; 200 mΩ	10 Hz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		20 Hz	$35 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	0,5 Ω	10 Hz	$36 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		20 Hz; 40 Hz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 Ω	10 Hz	$34 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		20 Hz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	2 Ω; 5 Ω	10 Hz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		20 Hz; 40 Hz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		10 kHz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	10 Ω	10 Hz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		20 Hz; 40 Hz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		10 kHz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	20 Ω	10 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		20 Hz; 40 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		10 kHz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
50 Ω	10 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	20 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	40 Hz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	1 kHz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	10 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot R$		

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.

Permanentes Laboratorium

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	100 Ω	10 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		20 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		40 Hz; 55 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		120 Hz; 400 Hz	$18 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		500 Hz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		1 kHz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		10 kHz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 μΩ bis 10 kΩ	10 Hz bis 10 kHz	$\sqrt{U_i^2 + U_U^2} \cdot R$	<i>U_i</i> ist die relative Unsicherheit der Kalibrierstromstärke <i>U_U</i> ist die relative Unsicherheit der gemessenen Spannung am Widerstand <i>R</i>
	0 Ω bis 10 kΩ	20 Hz bis 50 Hz	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot R + 3,1 \text{ m}\Omega$	<i>R</i> = Messwert Direktmessverfahren
	> 10 kΩ bis 110 MΩ		$2,3 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega + 2,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	0 Ω bis 20 kΩ	> 50 Hz bis 100 Hz	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2,6 \text{ m}\Omega$	
	> 20 kΩ bis 110 MΩ		$2,3 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega + 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	0 Ω bis 50 kΩ	> 100 Hz bis 1 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R + 1,3 \text{ m}\Omega$	
	> 50 kΩ bis 110 MΩ		$1,1 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega + 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	0 Ω bis < 50 Ω	> 1 kHz bis 30 kHz	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 1,2 \text{ m}\Omega$	
	50 Ω bis 20 kΩ		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	> 20 kΩ bis 110 MΩ		$1,1 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega + 0,79 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	0 Ω bis 20 Ω	> 30 kHz bis 100 kHz	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 1,2 \text{ m}\Omega$	
	> 20 Ω bis 20 kΩ		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	> 20 kΩ bis 110 MΩ		$1,3 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega + 1,0 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	0 Ω bis 100 Ω	> 100 kHz bis 300 kHz	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2,2 \text{ m}\Omega$	
	> 100 Ω bis 2 kΩ		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	> 2 kΩ bis 110 MΩ		$4,5 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega + 0,9 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	0 Ω bis 50 Ω	> 300 kHz bis 1 MHz	$1,3 \cdot 10^{-3} \cdot R + 3,2 \text{ m}\Omega$	
	> 50 Ω bis 2 kΩ		$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	> 2 kΩ bis 22 MΩ		$15 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega + 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R$	

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.

Elektrische Leistung

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gleichstromleistung	0 W bis 110 kW	0 mV bis 1100 V 0 µA bis 100 A	$\sqrt{W_0^2 + W_1^2} \cdot P$ jedoch nicht kleiner als $44 \cdot 10^{-6} \cdot P + 5 \text{ fW}$	$P = \text{Messwert}$
Wechselstrom- wirkleistung Festwerte		45 Hz bis 65 Hz 50 V oder 200 V 30 mA; 0,3 A; 2 A; oder 10 A;		$P = \text{Messwert}$ $PF = \text{Leistungsfaktor}$ (kapazitiv oder induktiv)
	1,5 W; 6 W; 15 W; 60 W; 100 W; 400 W;	$PF = 1$	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	500 W; 2000 W		$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		45 Hz bis 65 Hz 220 V; 1 A		
	220 W	$PF = 1$	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	198 W	$PF = 0,9$	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	110 W	$PF = 0,5$	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	22 W	$PF = 0,1$	$0,91 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	11 W	$PF = 0,05$	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
Wechselstrom- wirkleistung Bereiche		33 V bis 330 V 45 Hz bis 65 Hz, $PF = 1$		$P = \text{Messwert}$ $PF = \text{Leistungsfaktor}$ (kapazitiv oder induktiv)
	0,33 W bis 0,73 kW	10 mA bis 2,2 A	$0,30 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	> 0,73 kW bis 3,6 kW	> 2,2 A bis 11 A	$0,42 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	0,5 W bis 0,73 kW	33 V bis 330 V 330 mA bis 2,2 A 45 Hz bis 65 Hz $0,05 \leq PF \leq 1$ kapazitiv induktiv	$(0,33 \cdot 10^{-3} \cdot PF^{0,98}) \cdot P$	
			$(0,98 \cdot 10^{-3} \cdot PF^{0,99}) \cdot P$	
0,11 mW bis 21 kW	33 mV bis 1020 V 3,3 mA bis 20,5 A 45 Hz bis 65 Hz; $PF = 1$	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
bei Zangenabgriff	0,5 W bis 218 kW	33 V bis 330 V 10 mA bis 660 A 45 Hz bis 65 Hz $0,05 \leq PF \leq 1$ 1 bis 60 Wicklungen	$\sqrt{W_{in}^2 + W_{DUT}^2} \cdot P$ jedoch nicht kleiner als $0,30 \cdot 10^{-3} \cdot P$	W_{in} ist die relative Unsicherheit der Wirkleistung der Einfachwicklung. Die relative Unsicherheit des Messobjekts W_{DUT} im Messkreis und im Streifenfeld des stromdurchflossenen Leiters ist zu berücksichtigen.

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.

Permanentes Laboratorium

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	
Leistungsfaktor	0 bis 1 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1	33 V bis 330 V 330 mA bis 2,2 A 45 Hz bis 65 Hz 53 Hz 1 A; 90 V	0,12 · 10 ⁻³	interpolierte Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit.
Wechselstrom- blindleistung	0 var bis 3,6 kvar	45 Hz bis 65 Hz	$U_p \cdot \text{var/W}$	U_p ist die Unsicherheit der Wirkleistung

Elektrische Messgrößen - Zeit und Frequenz

Permanentes Laboratorium

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	
Frequenz f	1 MHz bis 10 MHz in Schritten von 1 MHz	Phasendifferenzzeit- messungen über Messzeiten > 1 h	$2,0 \cdot 10^{-12} \cdot f$	f : Messwert U_{Tf} : Trigger-unsicherheit
	0,01 Hz bis 350 MHz > 350 MHz bis 26,5 GHz > 26,5GHz bis 40 GHz		$2,6 \cdot 10^{-12} \cdot f + U_{Tf}$ $11 \cdot 10^{-12} \cdot f + U_{Tf}$ $0,6 \text{ Hz} + U_{Tf}$	
Zeitintervall Δt	0 ns bis 0,7 ms		1,3 ns	
	0 ns bis 200 s		$1,5 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t + 50 \text{ ps}$	
	1 μs bis 100 h		$10 \cdot 10^{-9} \cdot \Delta t + 1 \mu\text{s}$	
	1 s bis 100 h		$13 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t + 0,82 \text{ s}$	
Gangabweichung	0 s/d bis 100 s/d		$1,3 \cdot 10^{-7} = 0,011 \text{ s/d}$	Elektronische oder mechanische Uhren
Drehzahl	0,02 s ⁻¹ bis 3500 s ⁻¹		$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot f$	f : 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.

Induktivität und Kapazität

Permanentes Laboratorium

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	
Induktivität	0 μ H		0,03 μ H	2-Draht-Kurzschluss
	0 H bis 1,1 H			L = Messwert
	100 μ H	100 Hz	$0,63 \cdot 10^{-3} \cdot L$	Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit
		1 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,22 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	1 mH	100 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot L$	Betrag der Impedanz $50 \text{ m}\Omega \leq Z \leq 11 \text{ k}\Omega$
		1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
10 kHz		$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot L$		
10 mH	100 Hz; 1 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot L$	kleinste angebbare Festwert- Messunsicherheiten bei direkter Messung oder Substitution an GR 1482 oder baugleich	
	10 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot L$		
100 mH	100 Hz; 1 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot L$		
	10 kHz	$0,25 \cdot 10^{-3} \cdot L$		
1 H	100 Hz, 1 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot L$		
Kapazität	0 pF		0,2 pF	Leerlauf
	0 pF bis 10 μ F			C = Messwert
	1 pF	1 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot C$	Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit
		10 kHz	$0,31 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	10 pF	1 kHz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot C$	Betrag der Impedanz $1 \Omega \leq Z \leq 110 \text{ M}\Omega$
		10 kHz; 100 kHz	$62 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
		1 MHz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	100 pF	1 kHz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot C$	kleinste angebbare Festwert- Messunsicherheiten bei direkter Messung oder Substitution an GR 1403 / 1404 / 1409 oder baugleich
	1 nF	1 kHz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
100 kHz		$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
10 nF	100 Hz	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
	1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
	10 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
100 nF	100 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
1 μ F	100 Hz; 1 kHz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
	10 kHz	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot C$		

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.

Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen – Hochfrequenzmessgrößen

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Oszilloskope vertikal	1 mV bis 5 V 5 mV bis 200 V	DC bis 10 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$	U: Messwert 50 Ω 1 M Ω
Oszilloskop horizontal	25 ps bis 40 s		$0,12 \cdot 10^{-6} \cdot T + 0,1 \text{ ps}$	T: Messwert
Bandbreite <i>f</i> (Frequenzgang)	40 Hz bis 6 GHz	EURAMET cg-7 v1	$6,3 \cdot 10^{-3} \cdot f^2/\text{GHz}$ $+ 20 \cdot 10^{-3} \cdot f$	<i>f</i> = Messwert
	> 6 GHz bis 40 GHz		$75 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
Anstiegszeit	30 ps bis 45 ps > 45 ps bis 1 ms	0,1 V bis 3 V	5 ps $10 \cdot 10^{-3} \cdot T + 3 \text{ ps}$	Fluke 9500/9550
	70 ps bis 85 ps > 85 ps bis 310 ps > 310 ps bis 650 ps > 650 ps bis 1 ms	0,1 V bis 3 V	$78 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $67 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $58 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $56 \cdot 10^{-3} \cdot T$	errechnet aus der 3 dB Bandbreite T: Messwert
Frequenz <i>f</i> Zeitbasis	10 MHz		$0,2 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
Pulsmessgrößen Anstiegszeit (z.B. Oszilloskop- kalibrator)	15 ps bis 10 ns	0,1 V bis 40 V in 50 Ω	$10 \cdot 10^{-3} \cdot T + 3 \text{ ps}$	Tektronix CSA8000/80E01 ext. Triggersignal erforderlich
	160 ps bis 10 ms	0,1 V bis 2 V in 50 Ω	$30 \cdot 10^{-3} \cdot T + 30 \text{ ps}$	Agilent 54854
Burst-Generator Ausgangsspannung Spitzenwert U_s	100 V bis 4 kV	unter 50 Ω oder 1 k Ω Last	$48 \cdot 10^{-3} \cdot U_s$	
Anstiegszeit und Impulsdauer T_r	3 ns bis 1 μs		$41 \cdot 10^{-3} \cdot T_r$	
Burstdauer und Burstperiode T	10 μs bis 1 s		$5 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
Impulsfrequenz <i>f</i>	100 Hz bis 500 kHz		$1 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
ESD-Generator Anstiegszeit t_r der Spitzenstromstärke	300 ps bis 3 ns		$3 \% \cdot t_r + 15 \text{ ps}$	Messbereich bezogen auf die Spitzenstromstärke I_p
Entladestromstärke <i>I</i>	1,5 A bis 35 A		$4,3 \% \cdot I + 0,15 \text{ A}$	
Stoßspannungs- generator Stirnzeit $t_{r,Us}$ der Leerlaufspannung	15 ns bis 100 ms		$3 \% \cdot t_{r,Us} + 1 \text{ ns}$	

- 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.

Ausstellungsdatum: 31.07.2020

Gültig ab: 31.07.2020

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen	
Stirzeit $t_{r,Is}$ der Kurzschluss- stromstärke	100 ns bis 100 ms		$3 \% \cdot t_{r,Is} + 2 \text{ ns}$		
Rückenhalfwertszeit t_H der Kurvenform	0,5 μs bis 100 ms		$5 \% \cdot t_H$		
Scheitelwert der Leerlaufspannung U_S	0,1 kV bis 7 kV		$2,5 \% \cdot U_S$		
Scheitelwert der Kurzschluss- stromstärke I_S	10 A bis 5 kA		$3,5 \% \cdot I_S$		
	> 5 kA bis 10 kA		$3,8 \% \cdot I_S$		
HF-Leistung Eingangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungs- Messgeräten	100 pW bis < 10 nW	DC bis 2 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,07$ DC < f < 2 GHz	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 4 GHz bis 12 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$		$ \Gamma_L \leq 0,1$ 2 GHz $\leq f$ < 4 GHz
		> 12 GHz bis 18 GHz	$36 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	10 nW bis < 1 μW	DC bis 50 MHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,11$ 4 GHz $\leq f$ < 12 GHz	
		> 50 MHz bis 2 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 2 GHz bis 4 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$		$ \Gamma_L \leq 0,13$ 12 GHz $\leq f$ < 18 GHz
		> 4 GHz bis 12 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	100 nW bis < 10 μW	DC bis 50 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$	R&S NRVC mit (kaskadiertem) Dämpfungsglied **)	
		> 50 MHz bis 2 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 2 GHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 4 GHz bis 12 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	1 μW bis < 0,1 W	DC bis 50 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Erläuterung: siehe letzte Seite	
		> 50 MHz bis 2 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 2 GHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 4 GHz bis 12 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	0,1 μW bis 0,1mW	DC bis 50 MHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,07$ DC < f < 4 GHz	
		> 50 MHz bis 4 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 4 GHz bis 12 GHz	$33 \cdot 10^{-3} \cdot P$		$ \Gamma_L \leq 0,09$ 4 GHz $\leq f$ < 12 GHz
		> 12 GHz bis 26,5GHz	$43 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
> 26,5 GHz bis 32 GHz		$45 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,11$ 12 GHz $\leq f$ < 26,5 GHz		
> 32 GHz bis 40 GHz		$55 \cdot 10^{-3} \cdot P$			

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.

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
HF-Leistung Eingangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungs- Messgeräten	0,1 μ W bis 0,1 mW	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 12 GHz > 12 GHz bis 26,5GHz > 26,5 GHz bis 32 GHz > 32 GHz bis 40 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $14 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $32 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $54 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $67 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $90 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,07$ DC < f < 4 GHz $ \Gamma_L \leq 0,09$ 4 GHz \leq f < 12 GHz $ \Gamma_L \leq 0,11$ 12 GHz \leq f < 26,5 GHz $ \Gamma_L \leq 0,13$ 26,5 GHz \leq f < 40 GHz R&S NRV- Z55 mit Dämpfungsglied ***)
	0,1 mW bis 80 mW	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 12 GHz > 12 GHz bis 18 GHz	$7 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $8 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $9 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $12 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,07$ DC < f < 2 GHz $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,10$ 2 GHz < f \leq 4 GHz $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,13$ 4 GHz < f \leq 18 GHz R&S NRV-Z51 **) R&S NRVC **)
	1 μ W bis 10 mW	DC bis 12 GHz	$(0,59 \cdot 10^{-3} \cdot f/\text{GHz} + 8,0 \cdot 10^{-3}) \cdot P$	$ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,02\sqrt{f/\text{GHz}}$
		> 12 GHz bis 40 GHz	$(0,73 \cdot 10^{-3} \cdot f/\text{GHz} + 15 \cdot 10^{-3}) \cdot P$	R&S NRPC40 ***)
0,1 mW bis 80 mW	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 12 GHz > 12 GHz bis 26,5GHz > 26,5 GHz bis 32 GHz > 32 GHz bis 40 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $14 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $23 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $36 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $45 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $52 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,07$ DC < f < 4 GHz $ \Gamma_L \leq 0,09$ 4 GHz \leq f < 12 GHz $ \Gamma_L \leq 0,11$ 12 GHz \leq f < 26,5 GHz $ \Gamma_L \leq 0,13$ 26,5 GHz \leq f < 40 GHz R&S NRV- Z55 ***)	

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.

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
HF-Leistung Eingangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungs- Messgeräten	10 fW bis < 1 pW	DC bis 50 MHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,07$
		> 50 MHz bis 2 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$DC < f < 2 \text{ GHz}$
		> 2 GHz bis 4 GHz	$22 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,1$
		> 4 GHz bis 12 GHz	$33 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$2 \text{ GHz} \leq f < 4 \text{ GHz}$
		> 12 GHz bis 18 GHz	$68 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,11$
	1 pW bis < 100 pW	DC bis 50 MHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$4 \text{ GHz} \leq f < 12 \text{ GHz}$
		> 50 MHz bis 2 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,13$
		> 2 GHz bis 4 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$12 \text{ GHz} \leq f < 18 \text{ GHz}$
		> 4 GHz bis 12 GHz	$30 \cdot 10^{-3} \cdot P$	R&S NRV-Z51 **)
		> 12 GHz bis 18 GHz	$67 \cdot 10^{-3} \cdot P$	mit (kaskadiertem) Dämpfungsglied **)
	100 pW bis < 10 nW	DC bis 50 MHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Erläuterung: siehe letzte Seite
		> 50 MHz bis 2 GHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$28 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$39 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10 nW bis < 1 µW	DC bis 50 MHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 50 MHz bis 2 GHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$24 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$36 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	100 nW bis < 10 µW	DC bis 50 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 50 MHz bis 2 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$26 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
> 12 GHz bis 18 GHz		$66 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
1 µW bis < 0,1 mW	DC bis 50 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 50 MHz bis 2 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 2 GHz bis 4 GHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 4 GHz bis 12 GHz	$23 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 12 GHz bis 18 GHz	$30 \cdot 10^{-3} \cdot P$		

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.

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
HF-Leistung Ausgangsleistung und Kalibrierungs-faktor von HF-Quellen	0,1 pW bis < 10 pW	50 MHz	$27 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2$ GHz
		10 MHz bis 2 GHz	$30 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,2$ $2 \text{ GHz} \leq f < 12$ GHz
		> 2 GHz bis 3 GHz	$36 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,3$ $12 \text{ GHz} \leq f < 18$ GHz
	10 pW bis < 1 nW	50 MHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	selektives Messsystem Agilent N5531S-518 **)
		10 MHz bis 2 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 3 GHz	$32 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$71 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1 nW bis 80 mW	50 MHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Erläuterung: siehe letzte Seite
		10 MHz bis 2 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$29 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$50 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	0,1 pW bis < 10 pW	50 MHz	$29 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2$ GHz
30 MHz bis 3 GHz		$35 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
10 pW bis < 1 nW	50 MHz	$24 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,2$ $2 \text{ GHz} \leq f < 12$ GHz	
	30 MHz bis 3 GHz	$31 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
1 nW bis 80 mW	50 MHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,3$ $4 \text{ GHz} \leq f < 26,5$ GHz	
	30 MHz bis 4 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 4 GHz bis 12 GHz	$38 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
1 mW	50 MHz	$93 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Agilent N5531S-526 ***)	
	> 12 GHz bis 26,5 GHz	$5 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
0,1 μW bis < 0,1 mW	50 MHz	$5 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Substitution	
	10 MHz bis 50 MHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 50 MHz bis 2 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 2 GHz bis 4 GHz	$35 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 4 GHz bis 12 GHz	$50 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
0,1 μW bis < 0,1 mW	10 MHz bis 50 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2$ GHz	
	> 50 MHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 4 GHz bis 12 GHz	$32 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 12 GHz bis 26,5 GHz	$54 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 26,5 GHz bis 32 GHz	$67 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
0,1 mW bis < 80 mW	DC bis 50 MHz	$9 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2$ GHz	
	> 50 MHz bis 2 GHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 2 GHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 4 GHz bis 12 GHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 12 GHz bis 18 GHz	$29 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
0,1 mW bis < 80 mW	DC bis 50 MHz	$9 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2$ GHz	
	> 50 MHz bis 2 GHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 2 GHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 4 GHz bis 12 GHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 12 GHz bis 18 GHz	$29 \cdot 10^{-3} \cdot P$		

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.

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
HF-Leistung Ausgangsleistung und Kalibrierungs-faktor von HF-Quellen	0,1 mW bis < 80 mW	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 12 GHz > 12 GHz bis 26,5 GHz > 26,5GHz bis 32 GHz > 32 GHz bis 40 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $14 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $26 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $36 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $47 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $53 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2$ GHz $ \Gamma_G \leq 0,2$ 2 GHz $\leq f < 12$ GHz $ \Gamma_G \leq 0,3$ 12 GHz $\leq f < 40$ GHz R&S NRV- Z55 ***)
	10 mW bis < 1 W	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 12 GHz > 12 GHz bis 18 GHz	$11 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $13 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $16 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $20 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $30 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2$ GHz $ \Gamma_G \leq 0,2$ 2 GHz $\leq f < 12$ GHz $ \Gamma_G \leq 0,3$
	> 1 W bis 1000 W	DC bis 3 GHz	$35 \cdot 10^{-3} \cdot P$	12 GHz $\leq f < 18$ GHz R&S NRV- Z51 ***) mit (kaskadiertem) Dämpfungsglied Erläuterung: siehe letzte Seite
HF-Spannung U_{HF} Quellen mit HF- Spannungsanzeige bezüglich 50 Ω	2,2 μ V bis 220 μ V	DC bis 3 GHz	$W(U_{HF}) = \frac{W(P)}{2}$	$W(P)$ ist die relative Unsicherheit der gemessenen Leistung an $Z_0 = 50 \Omega$ **)
	220 μ V bis 7 V	DC bis 18 GHz		
	2,2 μ V bis 220 μ V	DC bis 3 GHz		
	2,2 mV bis 2 V	DC bis 40 GHz		
HF-Spannung U_{HF} Messgeräte und Empfänger mit HF- Spannungsanzeige bezüglich 50 Ω	0,7 μ V bis 2 V	DC bis 18 GHz	$W(U_{HF}) = \frac{W(P_{inc})}{2}$	$W(P_{inc})$ ist die relative Unsicherheit der eingestrahlenen Leistung bezüglich $Z_0 = 50 \Omega$ **)
	2,2 mV bis 2 V	DC bis 40 GHz		
HF-Leistung Rauschanzeige von Empfängern	DC bis 40 GHz		1,6 dB	Leistungen > -170 dB (1 mW) bezogen auf 1 Hz Bandbreite
Signalpegeldifferenz	0 dBc bis 100 dBc	100 Hz bis 26,5 GHz 100 Hz bis 40 GHz	1,3 dB 2,7 dB	SNR ≥ 12 dB
Bandbreite Filter	1 Hz bis 10 MHz		0,5 %	Signal zu Rausch- Abstand SNR ≥ 70 dB
Formfaktor	> 1:1 bis 5:1 > 5:1 bis 10:1 > 10:1 bis 20:1		3 % 6 % 12 %	Signal zu Rausch- Abstand SNR ≥ 15 dB

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.

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Umschaltabweichung			0,02 dB	
Anzeigelinearität	0 dB bis 30 dB > 30 dB bis 60 dB > 60 dB bis 80 dB > 80 dB bis 100 dB > 100 dB bis 110 dB	100 kHz bis 500 MHz	0,06 dB 0,07 dB 0,09 dB 0,1 dB 0,2 dB	SNR ≥ 50 dB $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,05$ $f \leq 500$ MHz
Eingangsabschwächer oder ZF-Verstärker	0 dB bis 30 dB > 30 dB bis 60 dB > 60 dB bis 80 dB > 80 dB bis 100 dB > 100 dB bis 110 dB	100 kHz bis 500 MHz	0,06 dB 0,07 dB 0,09 dB 0,1 dB 0,2 dB	Vergleich mit externem Stufenabschwächer $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,05$ $f \leq 500$ MHz
	0 dB bis 30 dB > 30 dB bis 60 dB > 60 dB bis 80 dB	100 kHz bis 500 MHz	0,04 dB 0,06 dB 0,08 dB	stufenweiser Anzeigevergleich SNR ≥ 50 dB, Empfängerlinearität < (0,01 dB + 0,005 dB/10 dB)
HF-Verstärkung Verstärker	0 dB bis 70 dB	DC bis 100 MHz > 100 MHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 18 GHz	0,19 dB 0,26 dB 0,3 dB 0,5 dB	BNC-Konnektor bis max. 2 GHz N-Konnektor und BNC-Konnektor, 50 Ω, andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit
	0 dB bis 70 dB	DC bis 100 MHz > 100 MHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 26,5 GHz > 26,5 GHz bis 40 GHz	0,21 dB 0,3 dB 0,6 dB 0,7 dB	2,92 mm kompatibler Konnektor, 50 Ω, andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit
HF-Stromstärke Stromzangen	100 µA bis 50 mA	40 Hz bis 10 MHz > 10 MHz bis 30 MHz > 30 MHz bis 65 MHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $18 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $20 \cdot 10^{-6} f^2 \cdot I$	Tektronix 015-0601- 50. Im Verbund mit Oszilloskop I: Messwert f: Frequenz in MHz
Nicht-Linearität von HF- Leistungs-messgeräten	10 nW bis 1 W	50 MHz	$5,5 \cdot 10^{-3}$ (0,024 dB)	R&S NRVC-B2 60 dB max.
HF-Reflexionsfaktor Betrag $ \Gamma $	0 bis 1	300 kHz bis < 45 MHz 45 MHz bis 6 GHz > 6 GHz bis 10 GHz > 10 GHz bis 18 GHz	0,0045 $ \Gamma ^2 + 0,005$ 0,004 $ \Gamma ^2 + 0,005$ 0,003 $ \Gamma ^2 + 0,008$ 0,007 $ \Gamma ^2 + 0,012$	N-Konnektor 50 Ω, andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit
		10 MHz bis 10 GHz > 10 GHz bis 18 GHz > 18 GHz bis 26,5 GHz > 26,5 GHz bis 40 GHz	0,007 $ \Gamma ^2 + 0,009$ 0,009 $ \Gamma ^2 + 0,014$ 0,010 $ \Gamma ^2 + 0,019$ 0,006 $ \Gamma ^2 + 0,03$	2,92 mm-Konnektor

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.

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen	
Phasenwinkel	-180° bis +180°	300 kHz bis 6 GHz	$U(\varphi) = \arcsin \frac{U(\Gamma)}{ \Gamma } \cdot \frac{180^\circ}{\pi}$	N-Konnektor 50 Ω, ≥ 1,3° N-Konnektor 50 Ω, ≥ 2° 2,92 mm-Konnektor, ≥ 5°	
		> 6 GHz bis 18 GHz			
		10 MHz bis 40 GHz			
HF-Dämpfung Dämpfungsglieder	0 dB bis 30 dB	100 kHz bis 10 GHz	0,03 dB	<i>L</i> ist die gemessene Dämpfung, *****) $ \Gamma_{DUT} \leq 0,01$ $f \leq 500$ MHz $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,05$ 500 MHz < $f \leq 10$ GHz $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,08$ 10 GHz < $f \leq 18$ GHz $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,1$ 18 GHz < $f \leq 40$ GHz	
		> 10 GHz bis 18 GHz	0,05 dB		
	> 18 GHz bis 26,5 GHz	0,09 dB			
	> 26,5 GHz bis 40 GHz	0,10 dB			
	> 30 dB bis 60 dB	100 kHz bis 10 GHz	0,001 dB/dB · <i>L</i>		$ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,08$ 10 GHz < $f \leq 18$ GHz $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,1$ 18 GHz < $f \leq 40$ GHz
		> 10 GHz bis 18 GHz	0,02 dB + 0,001 dB/dB · <i>L</i>		
> 18 GHz bis 26,5 GHz	0,10 dB + 0,001 dB/dB · <i>L</i>	$ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,01$ $f \leq 500$ MHz $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,05$ 500 MHz < $f \leq 3$ GHz			
> 26,5 GHz bis 40 GHz	0,11 dB + 0,001 dB/dB · <i>L</i>				
> 60 dB bis 70 dB	100 kHz bis 500 MHz	0,07 dB	$ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,01$ $f \leq 500$ MHz $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,05$ 500 MHz < $f \leq 3$ GHz		
	> 500 MHz bis 3 GHz	0,10 dB			
> 70 dB bis 80 dB	100 kHz bis 500 MHz	0,08 dB	$ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,05$ 500 MHz < $f \leq 3$ GHz		
	> 500 MHz bis 3 GHz	0,2 dB			
> 80 dB bis 100 dB	100 kHz bis 500 MHz	0,1 dB	$ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,05$ 500 MHz < $f \leq 3$ GHz		
	> 500 MHz bis 3 GHz	0,3 dB			

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.

Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen - Optische Messgrößen

Radiometrie

Permanentes Laboratorium

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾		
optische Strahlungsleistung faseroptische Leistungsmessgeräte	1 μ W bis 0,5 mW	1310 nm, 1550 nm	1,3 %		Konnektor FC, ST, SC, SMA, HMS-10 oder adaptierbar abweichende Wellenlängen (780 nm, 635 nm, 1625 nm) interpoliert
		850 nm	2,2 %		
		654 nm	2,2 %		
Nichtlinearität faseroptischer Strahlungsempfänger	10 nW bis 160 μ W	1310 nm, 1550 nm, 850 nm	$1,8 \cdot 10^{-3}$ (0,008 dB)		Additionsmethode
	0,1 nW bis < 0,32 nW		$20 \cdot 10^{-3}$ (0,085 dB)		Vergleichsmethode
	0,32 nW bis < 3,2 nW		$7,1 \cdot 10^{-3}$ (0,031 dB)		
	3,2 nW bis 0,5 μ W		$6,0 \cdot 10^{-3}$ (0,026 dB)		
Dämpfung oder Verstärkung faseroptischer Komponenten	0 dB bis 50 dB	Wellenlängen: 1310 nm, 1550 nm, 850 nm	$6,0 \cdot 10^{-3}$ (0,026 dB)		
	> 50 dB bis 60 dB		$7,1 \cdot 10^{-3}$ (0,031 dB)		
	> 60 dB bis 70 dB		$20 \cdot 10^{-3}$ (0,085 dB)		
Zentralwellenlänge λ	350 nm bis < 700 nm	Referenzleistung: ca. 0,5 mW	0,5 nm		
	700 nm bis < 1250 nm		2,5 μ m		
	1250 nm bis 1700 nm		2 μ m		

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.

Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen - Optische Messgrößen

Photometrie

Permanentes Laboratorium

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren			
Transmissionsfilter Transmission <i>T</i>	16 % bis 60 % > 60 % bis 76 % > 76 % bis < 100 %	QMH Kapitel XXXIV v4.0 Nennwerte in den Trübungswerten der Normale		0,65 % 0,70 % 0,80 %	
Trübungsgrad <i>N</i>	> 0 % bis < 24 % 24 % bis < 40 % 40 % bis 84 %			0,80 % 0,70 % 0,65 %	
Trübungskoeffizient <i>k</i>	Messkammerlänge 0,43 m > 0 m ⁻¹ bis 4,3 m ⁻¹			0,020 m ⁻¹ bis 0,050 m ⁻¹	Trübungskoeffizient <i>k</i> berechnet aus dem Trübungsgrad <i>N</i> . Unsicherheitsintervall <i>U(k)</i> berechnet aus dem Unsicherheits- intervall des Trübungsgrads <i>U(N)</i> . Andere Messkammerlängen erhöhen die Messunsicherheit.
Beleuchtungsstärke <i>E</i>	0 lx	QMH XXXI		0,01 lx	Referenz-Null
	900 lx bis 2000 lx			1,7 % · <i>E</i>	Normlicht
	≥ 5 lx bis < 10 klx			1,9 % · <i>E</i>	LED-Licht
	≥ 10 klx bis 110 klx			9,0 · 10 ⁻⁸ · <i>E</i> ² /lx + 0,02 · <i>E</i> – 13 lx	

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.

Dimensionelle Messgrößen – Länge und Winkel

Permanentes Laboratorium

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)		Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne				
Messschieber für Außen-, Innen- und Tiefenmaße ^{c)}	0 mm	bis 500 mm	DKD-R 4-3 Blatt 9.1: 2018	$30 \mu\text{m} + 30 \cdot 10^{-6} \cdot l$	/: Messwert
Bügelmessschrauben ^{c)}	25 mm	bis 300 mm	DKD-R 4-3 Blatt 10.1: 2018	$3 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot l$	
Messuhren ^{c)}		bis 100 mm	DKD-R 4-3 Blatt 11.1: 2018	$3 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot l$	
Feinzeiger ^{c)}		bis 3 mm	DKD-R 4-3 Blatt 11.2: 2018	0,9 μm	
Fühlhebelmessgeräte ^{c)}		bis 1,6 mm	DKD-R 4-3 Blatt 11.3: 2018		
Parallelendmaße aus Stahl oder Keramik nach DIN ISO 3650 ^{c)}	0,5 mm	bis 100 mm	DKD-R 4-3 Blatt 3.1: 2018 Messung der Abweichung l_c vom Nennmaß l_n durch Unterschiedsmessung	$0,1 \mu\text{m} + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot l$	
		in den Nennmaßen der Normale	Messung der Abweichungen f_o und f_u vom Mittenmaß durch 5-Punkte- Unterschiedsmessung	0,08 μm	

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.

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Zylindrische Normale Ringe Durchmesser ^{c)}	3 mm bis 125 mm	DKD-R 4-3 Blatt 4.2: 2018 Option 5.3.3	$0,7 \mu\text{m} + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot d$	<i>d</i> ist der gemessene Durchmesser
	> 125 mm bis 300 mm		$0,6 \mu\text{m} + 2,1 \cdot 10^{-6} \cdot d$	
Dorne, Prüfstifte Durchmesser ^{c)}	1 mm bis 125 mm	DKD-R 4-3 Blatt 4.2: 2018 Option 5.3.3	$0,5 \mu\text{m} + 1,2 \cdot 10^{-6} \cdot d$	
	> 125 mm bis 300 mm		$0,3 \mu\text{m} + 2,8 \cdot 10^{-6} \cdot d$	

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.

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gewindelehren ^{c)} (ein- und mehrgängige zylindrische Außen- und Innengewinde mit geradlinigen Flanken, symmetrischem Profil, Nennsteigung und Nennprofilwinkel)				
Außengewinde Einfacher Flankendurchmesser	1 mm bis 125 mm	DKD-R 4-3 Blatt 4.8:2018 Dreidrahtmethode (senkrecht zur Gewindeachse)	$2,8 \mu\text{m} + 0,2 \cdot 10^{-6} \cdot d$	<i>d</i> ist der gemessene Flankendurchmesser
	> 125 mm bis 500 mm		$2,7 \mu\text{m} + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot d$	
Innengewinde Einfacher Flankendurchmesser	3 mm bis 125 mm	DKD-R 4-3 Blatt 4.9:2018 Zweikugelmethode (senkrecht zur Gewindeachse)	$2,5 \mu\text{m} + 0,3 \cdot 10^{-6} \cdot d$	

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.

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Nivelliermaßstäbe für Intervallmessungen	0 mm bis 100 mm	AA0265-4 Version 8.0	40 µm	Messbereich bezogen auf das Intervall zwischen zwei beliebigen Einteilungsmarken auf dem Maßstab
Bandmaße	0,1 m bis 25 m	AA0265-2.2.1 Version 8.0	$2,4 \text{ mm} + 45 \cdot 10^{-6} \cdot l$	l = gemessene Länge Bandmaße für die Charakterisierung von Scheinwerfer- einstellprüfsystemen
Umfangmaßbänder aus Stahl		AA0265-3 Version 8.0		Kalibrierung an den Nennwerten der Normale
Durchmesser	150 mm bis 300 mm		0,62 mm	
Umfang	470 mm bis 950 mm		0,19 mm	
Elektronische Neigungsmessgeräte	-55° bis 55°	AA0206 Version 1.0	0,0023°	max. Basislänge 100 mm
Punkt- und Linienlaser Neigungsabweichung horizontal	0 mm/m bis 2 mm/m	AA0356 Version 9.0	0,080 mm/m	
vertikal			0,10 mm/m	
Position Sensitive Detector / PSD Dioden X- und Y-Achsen- abweichung	0 mm bis 5 mm	AA0356 Version 9.0	18 µm	

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.

Mechanische Messgrößen – Druck
Permanentes Laboratorium
Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Druck ^{c)} Absolutdruck p_{abs}	> 0 bar bis 3,0 bar > 3,0 bar bis 21 bar > 21 bar bis 101 bar > 101 bar bis 151 bar > 151 bar bis 241 bar	DKD-R 6-1:2014 Kalibriermethode: $p_{abs} = p_e + p_{amb}$	$2,9 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 15 \mu\text{bar}$ $3,4 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 0,19 \text{ mbar}$ $3,9 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 0,44 \text{ mbar} + U_{baro}$ $9,0 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 23 \text{ mbar} + U_{baro}$ $1,1 \cdot 10^{-4} \cdot p_{abs} + 25 \text{ mbar} + U_{baro}$	Druckmedium: Gas Die Messunsicherheit des Barometers U_{baro} ist zu berücksichtigen.
Absolutdruck p_{abs}	1 bar; 2 bar bis 71 bar > 71 bar bis 701 bar	DKD-R 6-1:2014 Kalibriermethode: $p_{abs} = p_e + p_{amb}$	$7,8 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 0,36 \text{ mbar} + U_{baro}$ $8,2 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 0,72 \text{ mbar} + U_{baro}$	Referenzwert ($p_{abs} = p_{amb}$) Druckmedium: Öl Die Messunsicherheit des Barometers U_{baro} ist zu berücksichtigen.
Positiver und negativer Überdruck p_e	> -1 bar bis 2 bar > 2 bar bis 20 bar > 20 bar bis 100 bar > 100 bar bis 150 bar > 150 bar bis 240 bar	DKD-R 6-1:2014 Kalibriermethode: $p_e = p_{abs} - p_{amb}$	$2,3 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 55 \mu\text{bar} + U_{baro}$ $3,7 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 0,19 \text{ mbar} + U_{baro}$ $3,9 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 0,44 \text{ mbar}$ $9,0 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 23 \text{ mbar}$ $1,1 \cdot 10^{-4} \cdot p_e + 25 \text{ mbar}$	Druckmedium: Gas Die Messunsicherheit des Barometers U_{baro} ist zu berücksichtigen.
Überdruck p_e	0 bar; 1 bar bis 70 bar > 70 bar bis 700 bar	DKD-R 6-1:2014	$7,8 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 0,36 \text{ mbar}$ $8,2 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 0,72 \text{ mbar}$	Referenzwert ($p_e = 0 \text{ bar}$) Druckmedium: Öl

- 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.

Ausstellungsdatum: 31.07.2020

Gültig ab: 31.07.2020

Mechanische Messgrößen – Durchflussmessgrößen

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Volumendurchfluss Q von strömenden Gasen Durchflussmesser oder -regler mit einer Anzeige oder Messumformer mit elektronischer Schnittstelle	5 ml/min bis 50 l/min	Volumeter als Normal	$0,3 \% \cdot Q + 0,02 \text{ ml/min}$	$Q = \text{Messwert}$
	10 ml/min bis 200 ml/min	Laminar Flow Elemente als Normal	$0,5 \% \cdot Q + 0,02 \text{ ml/min}$	Kalibriermedium trockene Luft (rel. Feuchte <10 %) Messbereiche bezogen auf trockene Luft von 0 °C, 1013,25 mbar
	> 0,2 l/min bis 3,2 l/min		$0,5 \% \cdot Q + 0,32 \text{ ml/min}$	
	> 3,2 l/min bis 40 l/min		$0,5 \% \cdot Q + 4 \text{ ml/min}$	
> 40 l/min bis 620 l/min		$0,5 \% \cdot Q + 0,06 \text{ l/min}$		

Mechanische Messgrößen – Kraft

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Kraft Messgeräte und Aufnehmer ^{c)}	50 N bis 50 kN	Zug- und Druckkraft nach DKD-R 3-3:2018	0,05 %	

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.

Thermodynamische Messgrößen – Temperaturmessgrößen
Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Widerstandsthermometer, auch direktanzeigend ^{c)}	0,01 °C	DKD-R 5-1:2018 Wassertripelpunkt	15 mK	Vergleich mit Normalwiderstandsthermometern
	-80 °C bis < -40 °C	DKD-R 5-1: 2018	45 mK	
	-40 °C bis < 0 °C	Ethanolbad	25 mK	
	0 °C bis 100 °C	DKD-R 5-1: 2018 Silikonölbäder	20 mK	
	> 100 °C bis 180 °C		25 mK	
	> 180 °C bis 200 °C		35 mK	
	> 200 °C bis 300 °C		$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot T + 5 \text{ mK}$	
	> 300 °C bis 400 °C	DKD-R 5-1: 2018 Metallblockkalibrator	80 mK	
> 400 °C bis 650 °C	$0,70 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,3 \text{ K}$		Vergleich gegen Normal-TE	
Nichtedelmetall-Thermoelemente, auch direktanzeigend ^{c)}	-80 °C bis < -35 °C	DKD-R 5-3: 2018	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,13 \text{ K}$	Vergleich mit Normalwiderstandsthermometern
	-35 °C bis < 0 °C	Ethanolbad	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,09 \text{ K}$	
	0 °C bis 35 °C	DKD-R 5-3: 2018	0,09 K	
	> 35 °C bis 300 °C	Silikonölbäder	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,07 \text{ K}$	
	> 300 °C bis 400 °C	DKD-R 5-3: 2018	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,27 \text{ K}$	
	> 400 °C bis 650 °C	Metallblockkalibrator		
	> 650 °C bis 1200 °C	DKD-R 5-3: 2018 Keramickblockkalibrator	$3,8 \cdot 10^{-3} \cdot T$	Vergleich gegen Normal-TE
Edelmetall-Thermoelemente, auch direktanzeigend ^{c)}	0 °C bis 35 °C	DKD-R 5-3: 2018	0,21 K	Vergleich mit Normalwiderstandsthermometern
	> 35 °C bis 300 °C	Silikonölbäder	$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,2 \text{ K}$	
	> 300 °C bis 400 °C	DKD-R 5-3: 2018	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,19 \text{ K}$	
	> 400 °C bis 650 °C	Metallblockkalibrator		
	> 650 °C bis 1200 °C	DKD-R 5-3: 2018 Keramickblockkalibrator	$3,8 \cdot 10^{-3} \cdot T$	Vergleich gegen Normal-TE
Temperaturanzeige- geräte und -simulatoren für Widerstands- thermometer ^{c)} Pt100	-199 °C	DKD-R 5-5: 2018 Artefaktkalibrierung	1,0 mK	
	0 °C		2,4 mK	
	237 °C		4,8 mK	
	-200 °C bis 800 °C	DKD-R 5-5: 2018	$12 \cdot 10^{-6} \cdot T + 4 \text{ mK}$	
	Pt25		2,3 mK	
	> -150 °C bis 800 °C		$19 \cdot 10^{-6} \cdot T + 10 \text{ mK}$	
	Pt500		$13 \cdot 10^{-6} \cdot T + 3,5 \text{ mK}$	
	> 300 °C bis 800 °C		$18 \cdot 10^{-6} \cdot T + 5,4 \text{ mK}$	
	Pt1000		$17 \cdot 10^{-6} \cdot T + 3,8 \text{ mK}$	
	für Nichtedelmetall-TE ^{c)}		-200 °C bis < 0 °C	$85 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ mK}$
(ohne Vergleichs- stellenkompensation) Typ K	0 °C bis 1300 °C	$5,7 \cdot 10^{-9} \cdot T^2 + 0,17 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ mK}$		
Typ J	-200 °C bis < 0 °C	$61 \cdot 10^{-6} \cdot T + 8 \text{ mK}$		
	0 °C bis 1200 °C	$5,6 \cdot 10^{-6} \cdot T + 8 \text{ mK}$		
Typ T	-200 °C bis < 0 °C	$80 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ mK}$		
	0 °C bis 400 °C	11 mK		
Typ E	-200 °C bis < 0 °C	$56 \cdot 10^{-6} \cdot T + 7 \text{ mK}$		

- 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.

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Typ N	0 °C bis 1000 °C		$4,4 \cdot 10^{-6} \cdot T + 7 \text{ mK}$	
	-200 °C bis < 0 °C		$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot T + 16 \text{ mK}$	
	0 °C bis 1300 °C		$12 \cdot 10^{-9} \cdot T^2 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot T + 16 \text{ mK}$	
Edelmetall-TEs ^{c)} (ohne Vergleichs- stellenkompensation) Typ R / S	0 °C bis 500 °C	DKD-R 5-5:2018	$-64 \cdot 10^{-6} \cdot T + 75 \text{ mK}$	
	> 500 °C bis 1768 °C		45 mK	
Typ B	0 °C bis 1200 °C		$26 \cdot T^{-0,85}$	
	> 1200 °C bis 1820 °C		60 mK	
Temperaturanzeige- geräte und - simulatoren für Thermoelemente ^{c)} (mit Vergleichs- stellenkompensation)	-200 °C bis 1500 °C	DKD-R 5-5:2018	$\sqrt{U_{TC}^2 + (0,06 \text{ K})^2}$	U_{TC} =Unsicherheit der Thermoelement- temperatur ohne Vergleichsstellen- kompensation
Messorte in Klimaschränken mit Umluft im leeren oder definiert beladenen Nutzraum, Temperatur ^{c)}	-80 °C bis 180 °C	DKD-R 5-7:2018 Methode C	0,50 K	Bei Beladung sind Art und Anordnung der Beladung im Kalibrierschein genau anzugeben.
	> 180 °C bis 300 °C		0,70 K	
Klimaschränke mit Umluft im leeren oder definiert beladenen Nutzraum, Temperatur ^{c)}	-80 °C bis 100 °C	DKD-R 5-7:2018 Methode A oder B	0,55 K	Inhomogenität , Stabilität etc. des Messobjekts können die Messunsicherheit erhöhen. Bei Beladung sind Art und Anordnung der Beladung im Kalibrierschein genau anzugeben.
	> 100 °C bis 180 °C		0,75 K	
	> 180 °C bis 300 °C		1,0 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.

Ausstellungsdatum: 31.07.2020

Gültig ab: 31.07.2020

Thermodynamische Messgrößen - Feuchtemessgrößen
Permanentes Kalibrierlaboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Taupunkttemperatur Tauspiegel- hygrometer	-10 °C bis 24 °C	QMH XIV.5 Version 5.0 Luftstromtemperatur: 20 °C bis 25 °C relative Luftfeuchte: 5 % bis 95 %	0,080 K	Vergleich mit Taupunktspiegel- hygrometer im Klimagenerator
	-10 °C bis 44 °C	QMH XIV.5 Version 5.0 Luftstromtemperatur: >25 °C bis 45 °C relative Luftfeuchte: 5 % bis 95 %	0,10 K	
relative Luftfeuchte Feuchtemessgeräte und Messumformer	5 % bis 20 %	QMH XIV.5 Version 5.0 Luftstromtemperatur: 20 °C bis 25 °C Taupunkttemperatur t_d : -10 °C bis 24 °C	0,25 %	Messunsicherheit ausgedrückt in relativer Feuchte
	> 20 % bis 40 %		0,50 %	
	> 40 % bis 60 %		0,75 %	
	> 60 % bis 80 %		1,0 %	
	> 80 % bis 95 %	QMH XIV.5 Version 5.0 Luftstromtemperatur: > 25 °C bis 45 °C Taupunkttemperatur t_d : -10 °C bis 44 °C	1,2 %	Vergleich mit Taupunktspiegel im Klimagenerator
	5 % bis 20 %		0,65 %	
	> 20 % bis 40 %		0,90 %	
	> 40 % bis 60 %		1,2 %	
> 60 % bis 80 %	1,4 %			
> 80 % bis 95 %	1,6 %			
Messorte in Klimaschränken mit Umluft im leeren oder definiert beladenen Nutzraum, relative Feuchte ^{c)}	5 % bis 30 %	Luftstromtemperatur: 20 °C bis 45 °C Taupunkttemperatur t_d : -10 °C bis 44 °C	1,0 %	Messunsicherheit ausgedrückt in relativer Feuchte
	> 30 % bis 60 %		1,5 %	
	> 60 % bis 80 %		2,0 %	
	> 80 % bis 95 %	DKD-R 5-7:2018 Methode C	2,5 %	Feuchte- Referenzwert wird aus Taupunkt- temperatur und Luftstrom- temperatur am Messort berechnet.
Klimaschränke mit Umluft im leeren oder definiert beladenen Nutzraum, relative Feuchte ^{c)}	5 % bis 30 %	Luftstromtemperatur: 20 °C bis 45 °C Taupunkttemperatur t_d : -10 °C bis 44 °C	1,5 %	Messunsicherheit ausgedrückt in relativer Feuchte
	> 30 % bis 60 %		2,0 %	
	> 60 % bis 80 %		2,5 %	
	> 80 % bis 95 %	DKD-R 5-7:2018 Methode A oder B	3,0 %	Feuchte- Referenzwert wird aus Taupunkt- temperatur und Luftstrom- temperatur am Messort berechnet.

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.

**Gleichstrom- und Niederfrequenzmessgrößen - Gleich- und Wechselspannung
Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen	
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾		
Gleichspannung	0 V		35 nV	Kurzschlussbrücke	
	0 V bis 1 V	linearer Step-Up/Down	$0,46 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,18 \mu\text{V}$	$U = \text{Messwert}$	
	> 1 V bis 10 V		$0,18 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,67 \mu\text{V}$		
	> 10 V bis 100 V		$0,28 \cdot 10^{-6} \cdot U - 0,34 \mu\text{V}$		
	> 100 V bis 1050 V		$0,24 \cdot 10^{-6} \cdot U + 64 \mu\text{V}$		
Hochspannung Quellen	1 kV bis 10 kV		$7,9 \cdot 10^{-6} \cdot U + 17 \text{ mV}$	$U = \text{Messwert}$	
	> 10 kV bis 60 kV		$46 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,95 \text{ V}$		
Wechselspannung	2 mV bis 10 mV	10 Hz; 12,5 Hz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,11 \mu\text{V}$	$U = \text{Messwert}$	
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz	$28 \cdot 10^{-6} \cdot U + 23 \text{ nV}$	Kalibrierung am Josephson-Voltmeter.	
		48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,11 \mu\text{V}$	Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind	
		625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,12 \mu\text{V}$	Messgeräten sind der Einfluss der Lastimpedanz und die Wiederholbarkeit noch zu berücksichtigen.	
	> 10 mV bis 60 mV	10 Hz; 12,5 Hz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,19 \mu\text{V}$		
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz	$8,6 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,16 \mu\text{V}$		
		48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,16 \mu\text{V}$		
		625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$9,1 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,16 \mu\text{V}$		
	> 60 mV bis 7,2 V	10 Hz; 12,5 Hz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,14 \mu\text{V}$		
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz	$2,2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,16 \mu\text{V}$		
		48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz	$4,2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,14 \mu\text{V}$		
		625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$1,4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,16 \mu\text{V}$		
	Wechselspannung	2 mV bis < 22 V	10 Hz bis 1 MHz		$U = \text{Messwert}$
10 Hz; 20 Hz; 40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz; 200 kHz; 300 kHz			$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
500 kHz			$0,32 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
2 mV		1 MHz	$0,43 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
		6 mV	10 Hz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
			20 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U$	

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselspannung	6 mV	40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz; 200 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$	<i>U</i> = Messwert Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit. Kalibrierung an AC/DC-Transfer- normal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschluss- impedanz und die Wiederholbarkeit zu berücksichtigen.
		300 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		500 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		1 MHz	$0,22 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	10 mV	10 Hz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		20 Hz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz; 200 kHz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		300 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		500 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	20 mV	1 MHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		10 Hz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		20 Hz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz; 200 kHz	$86 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		300 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	60 mV	500 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		1 MHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		10 Hz	$54 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz; 40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	100 mV	200 kHz; 300 kHz	$46 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$60 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 MHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		10 Hz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	200 mV	20 Hz; 40 Hz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
55 Hz; 120 Hz		$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz		$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
200 kHz; 300 kHz		$25 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
500 kHz		$34 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
1 MHz		$53 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
200 mV	10 Hz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	20 Hz; 40 Hz	$18 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	55 Hz; 120 Hz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$		

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselspannung	200 mV	400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$12 \cdot 10^{-6} \cdot U$	U = Messwert Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit. Kalibrierung an AC/DC-Transfer- normal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschluss- impedanz und die Wiederholbarkeit zu berücksichtigen.
		100 kHz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$33 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 MHz	$49 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	600 mV	10 Hz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz; 40 Hz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$11 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$33 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	1 V	1 MHz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		10 Hz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz; 40 Hz	$11 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$7 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	2 V	1 MHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		10 Hz	$38 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz; 40 Hz	$12 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$7 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
200 kHz; 300 kHz		$11 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
500 kHz		$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
4 V; 6 V	1 MHz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	10 Hz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	20 Hz; 40 Hz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz	$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	200 kHz; 300 kHz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	500 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	1 MHz	$35 \cdot 10^{-6} \cdot U$		

- 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.

Ausstellungsdatum: 31.07.2020

Gültig ab: 31.07.2020

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	
Wechselspannung	8 V; 10 V	10 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot U$	U = Messwert Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit. Kalibrierung an AC/DC-Transfer- normal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschluss- impedanz und die Wiederholbarkeit zu berücksichtigen.
		20 Hz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		40 Hz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz	$8 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 MHz	$47 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	20 V	10 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz	$14 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		40 Hz	$11 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	1 MHz	$49 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	12 V; 15 V; 19 V	1 kHz; 10 kHz; 100 kHz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	> 22 V bis 70 V	10 Hz bis 300 kHz		
	60 V	10 Hz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz; 40 Hz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		70 kHz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$14 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	> 70 V bis 110 V 100 V	10 Hz bis 200 kHz		
		10 Hz; 20 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		40 Hz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz		$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
70 kHz		$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
100 kHz		$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
200 kHz		$37 \cdot 10^{-6} \cdot U$		

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselspannung	> 110 V bis 700 V 200 V	10 Hz bis 100 kHz		U = Messwert Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit. Kalibrierung an AC/DC-Transfer- normal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschluss- impedanz und die Wiederholbarkeit zu berücksichtigen.
		10 Hz	$27 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		40 Hz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	600 V	70 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		40 Hz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$14 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		70 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		> 700 V bis 1000 V 1000 V	10 Hz bis 100 kHz	
40 Hz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz	$14 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
50 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
70 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
Hochspannung Quellen	1 kV bis 10 kV	10 Hz bis 20 kHz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2 \text{ V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,34 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,6 \text{ V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$1,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,9 \text{ V}$	
	> 10 kV bis 40 kV	10 Hz bis 20 kHz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,7 \text{ V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,43 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,1 \text{ V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \text{ V}$	
Messgeräte	1 kV bis 10 kV		$50 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2 \text{ V}$	
	> 10 kV bis 30 kV	45 Hz bis 65 Hz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,7 \text{ V}$	

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Rechteckspannung	5 mV bis 220 mV	1 Hz bis 10 kHz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,36 \mu\text{V} + 6,4 \cdot 10^{-9} \text{V/Hz} \cdot f$	Abtastverfahren an 10 MΩ Last. Bereichsangabe in Spannung Spitze-Spitze. U = Betragsspitze der Spannung f = Frequenz Der Zusatzeinfluss abweichender Lastbedingungen (wie z. B. 50 Ω oder 1 MΩ ist zu berücksichtigen).
	> 220mV bis 2,2 V		$9,3 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,35 \mu\text{V} + 7,0 \cdot 10^{-9} \text{V/Hz} \cdot f$	
	> 2,2 V bis 22 V		$9,3 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,58 \mu\text{V} + 14 \cdot 10^{-9} \text{V/Hz} \cdot f$	
	> 22 V bis 220 V		$12 \cdot 10^{-6} \cdot U + 35 \mu\text{V} + 75 \cdot 10^{-9} \text{V/Hz} \cdot f$	
Wechselspannung Amplitudenparameter	5 mV bis 5 V	DC bis 10 MHz > 10 MHz bis 100 MHz > 100 MHz bis 300 MHz > 300 MHz bis 1 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,2 \mu\text{V}$ $37 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,5 \mu\text{V}$ $44 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,4 \mu\text{V}$ $70 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Oszilloskop als Normal U = Messwert
	> 5 V bis 50 V	DC bis 2 kHz > 2 kHz bis 10 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \mu\text{V}$ $25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \mu\text{V}$	
Wechselspannung harmonische Oberwellen	2,2 V bis 22 V	40 Hz bis 4 kHz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot U_n + 60 \mu\text{V}$	U_n = Spannung der n-ten Harmonischen oder Grundwelle
	> 22 V bis 220 V		$70 \cdot 10^{-6} \cdot U_n + 0,8 \text{ mV}$	
	> 220 V bis 700 V	40 Hz bis 1 kHz	$80 \cdot 10^{-6} \cdot U_n + 4 \text{ mV}$	$U_{\text{Spitze}} < 1,4 \text{ kV}$
		> 1 kHz bis 4 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U_n + 6 \text{ mV}$	

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstromstärke harmonische Oberwellen	Grundwelle 0,1 A bis 16 A	40 Hz bis 65 Hz 0,15 A bis 30 A, Spitze	$0,68 \cdot 10^{-3} \cdot I$	I_n = Stromstärke der n-ten Harmonischen
	Harmonische 0,022 A bis 0,22 A	80 Hz bis 1 kHz 0,15 A bis 1,4 A, Spitze	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 3,5 \mu\text{A}$	eff.= Effektivwertgrenze des verzerrten Signals
	> 0,22 A bis 0,8 A	> 1,4 A bis <1,8 A, Spitze	$0,55 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 35 \mu\text{A}$	
	0,22 A bis 1,2 A	1,8 A bis < 7 A, Spitze	$0,34 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	Bei Verwendung von Stromzangen erhöhen sich Messunsicherheit und Bereichsgrenzen min. um den Faktor der verwendeten Windungszahl <i>N</i> .
	0,22 A bis 2,2 A	7 A bis 14 A, Spitze	$0,68 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	> 2,2 A bis 4 A	> 14 A bis 30 A, Spitze	$0,50 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 40 \mu\text{A}$	
	1 A bis 8 A	> 1 kHz bis 4 kHz 0,15 A bis 1,4 A, Spitze	$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 80 \mu\text{A}$	
	0,22 A bis 2,2 A	1,8 A bis < 7 A, Spitze	$0,34 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	> 2,2 A bis 4 A	7 A bis 14 A, Spitze	$0,68 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	1 A bis 8 A	> 14 A bis 30 A, Spitze	$0,50 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 40 \mu\text{A}$	
	2 A bis 15 A		$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 80 \mu\text{A}$	
	2 A bis 15 A		$0,34 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	2 A bis 15 A		$0,68 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	Flicker Modulationstiefe $\Delta U/U$ Quellen	0,4 % bis 3,2 %	DIN EN 61000-4-15:2011, Tabelle 5	$1,6 \cdot 10^{-3} \%$
Messgeräte	$25 \cdot 10^{-3} \%$			
Frequenz	8,3 mHz bis 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot f$		rechteckförmiger Flicker
P_{st} -Wert	nur $P_{st} = 1$	$2,5 \cdot 10^{-3}$		
Wechselspannung Klirrfaktor <i>k</i>	0 % bis 30 %	45 Hz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot k + 0,012 \%$	Werte ausgedrückt in % Klirren
		> 5 kHz bis 30 kHz	$0,8 \cdot 10^{-3} \cdot k + 0,012 \%$	

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.

Gleich- und Wechselstromstärke

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gleichstromstärke	0 pA bis 10 nA	QMH Kap. VIa Vers. 5.0 $T = (23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$	0,85 fA bis 51 fA	/ = Messwert Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
	0 pA		12 fA	
	1 pA		$0,85 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	10 pA		$0,53 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	100 pA		$75 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	1 nA		$10 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	10 nA		$5,1 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	> 10 nA bis 100 nA		$4,1 \cdot 10^{-6} \cdot I + 10 \text{ fA}$	
	> 100 nA bis < 1 μA		$1,4 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,21 \text{ pA}$	
	1 μA bis 10 μA		$1,4 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,19 \text{ pA}$	
	> 10 μA bis 20 μA		$1,4 \cdot 10^{-6} \cdot I + 1,8 \text{ pA}$	
	20 μA bis 200 μA		$1,4 \cdot 10^{-6} \cdot I + 14 \text{ pA}$	
	200 μA bis 2 mA		$0,54 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,23 \text{ nA}$	
	2 mA bis 10 mA		$1,1 \cdot 10^{-6} \cdot I + 2,4 \text{ nA}$	
	10 mA bis 50 mA		$0,90 \cdot 10^{-6} \cdot I + 25 \text{ nA}$	
50 mA bis 200 mA	$0,33 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,26 \text{ } \mu\text{A}$			
200 mA bis 1 A	$12 \cdot 10^{-6} \cdot I$			
1 A bis 10 A	$16 \cdot 10^{-6} \cdot I$			
10 A bis 100 A	$28 \cdot 10^{-6} \cdot I$			
100 A bis 300 A	QMH Kap. VIb.1.1 Vers. 5.0 $T = (23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$	$37 \cdot 10^{-6} \cdot I$		
Gleichstromstärke Quellen	300 A bis 700 A		$27 \cdot 10^{-6} \cdot I + 2,3 \text{ mA}$	
Gleichstromstärke Stromzangen und Zangenstrom- wandler	0 A bis 3000 A	1 bis N Wicklungen	$\sqrt{W_{in}^2 + W_{DUT}^2} \cdot I$ jedoch nicht kleiner als $8 \cdot 10^{-6} \cdot I$ oder 6 nA	W_{in} ist die relative Unsicherheit der Stromstärke der Einfachwicklung. W_{DUT} ist die relative Unsicherheit des Messobjekts im Strefeld des stromdurchflos- senen Leiters.

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstromstärke	100 µA bis 100 A	QMH Kap. VIa Vers. 5.0 10 Hz bis 10 kHz	4,4 nA bis 6,5 mA	
	100 µA	10 Hz; 20 Hz	$76 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$44 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 kHz	$47 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	200 µA	10 Hz; 20 Hz	$68 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		40 Hz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$36 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	0,5 mA	10 kHz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 Hz; 20 Hz	$64 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz	$28 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$27 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	1 mA	10 Hz	$33 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		20 Hz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		40 Hz; 55 Hz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 kHz	$27 \cdot 10^{-6} \cdot I$	

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstromstärke	2 mA	10 Hz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot f$	$f =$ Messwert $f =$ Frequenz
		20 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$24 \cdot 10^{-6} \cdot f$	Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
	5 mA	10 Hz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		20 Hz; 40 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$24 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	10 mA	10 Hz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		20 Hz	$24 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		10 kHz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	20 mA	10 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		20 Hz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		10 kHz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	50 mA	10 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		20 Hz; 40 Hz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		10 kHz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	100 mA	10 Hz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		20 Hz; 40 Hz	$24 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$18 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		1 kHz; 10 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	200 mA	10 Hz	$27 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
		20 Hz; 40 Hz	$24 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz		$18 \cdot 10^{-6} \cdot f$		
10 kHz		$20 \cdot 10^{-6} \cdot f$		
500 mA	10 Hz	$36 \cdot 10^{-6} \cdot f$		
	20 Hz	$34 \cdot 10^{-6} \cdot f$		
	40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot f$		

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstromstärke	1 A	10 Hz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot I$	I = Messwert f = Frequenz Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		20 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	2 A	10 Hz; 20 Hz	$40 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$34 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	5 A; 10 A	10 Hz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		20 Hz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	20 A	10 Hz; 20 Hz	$57 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$53 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	50 A	10 Hz; 20 Hz	$64 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$59 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		1 kHz; 10 kHz	$68 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	100 A	10 Hz; 20 Hz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
1 kHz; 10 kHz		$75 \cdot 10^{-6} \cdot I$		
100 A bis 200 A	QMH Kap. VIb.1.1 Vers. 5.0	12 mA bis 24 mA		
	10 Hz bis 10 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot I$		

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstromstärke Quellen	200 A bis 300 A	10 Hz bis 1 kHz	$0,30 \cdot 10^{-3} \cdot I - 0,53 \text{ mA}$	$I =$ Messwert $f =$ Frequenz
	300 A bis 495 A	10 Hz bis 65 Hz	$0,48 \cdot 10^{-3} \cdot I + 11 \text{ mA}$	
		65 Hz bis 100 Hz	$0,49 \cdot 10^{-3} \cdot I + 11 \text{ mA}$	
		100 Hz bis 400 Hz	$0,74 \cdot 10^{-3} \cdot I + 7,7 \text{ mA}$	
		400 Hz bis 1 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4,0 \text{ mA}$	
Stromzangen und Zangenstrom- wandler	10 μ A bis 2400 A	1 bis N Wicklungen 10 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz/N	$\sqrt{W_{in}^2 + W_{DUT}^2} \cdot I$ jedoch nicht kleiner als $90 \cdot 10^{-6} \cdot I$ oder 8 nA	W_{in} ist die relative Unsicherheit der Stromstärke der Einfachwicklung. W_{DUT} ist die relative Unsicherheit des Messobjekts im Strefeld des stromdurchflossen en Leiters.
Ersatzableitstrom- stärke I	0,2 μ A bis 200 mA	an R_N bis 1 G Ω	$10 \cdot 10^{-6} \cdot I$ bis $5,8 \cdot 10^{-3} \cdot I$ siehe Matrix M.2	Gesamtunsicher- heit U ist abhängig von der rel. Unsicherheit $U(R_N)/R_N$ des Kalibrierwider- standes R_N
Ladung Q	20 pC bis 200 pC		$0,50 \cdot 10^{-3} \cdot Q + 0,025 \text{ pC}$	rechteckförmige Stromimpulse $\geq 1 \text{ s}$, Dauer t und Anstiegszeiten $\leq 10 \mu\text{s}$ als Produkt $Q = I \cdot t$; Gesamtunsicher- heit errechnet aus der rel. Unsicherheit W(lin) der Kalibrierstrom- stärke.
	> 200 pC bis 2 nC		$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot Q + 0,05 \text{ pC}$	
	> 2 nC bis 11 C		$60 \cdot 10^{-3} \cdot Q + 0,5 \text{ pC}$	

Matrix M.2 „Ersatzableitstromstärke, vor-Ort-Kalibrierung“

Normalwiderstand R_N	1 k Ω	10 k Ω	100 k Ω	1 M Ω	10 M Ω	100 M Ω	1 G Ω							
Nominalspannung	Stromstärke erweiterte Messunsicherheit U in μ A/A						Stromstärke U in mA/A							
60 V	60 mA	10	6 mA	10	600 μ A	13	60 μ A	19	6 μ A	70	600 nA	0,6	60 nA	5,8
110 V	110 mA		11 mA		1,1 mA		110 μ A		11 μ A		110 nA			
230 V	230 mA		23 mA		2,3 mA		230 μ A		23 μ A		230 nA			
400 V	400 mA		40 mA		4 mA		400 μ A		40 μ A		400 nA			

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.

**Gleich- und Wechselstromwiderstand
Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	
Gleichstromwiderstand	0 Ω	2-Draht-Kurzschluss	0,5 mΩ	R = Messwert Kalibrierung von Messgeräten an den Nennwerten der Normale Zwischenwerte oder abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		4-Draht-Kurzschluss	0,35 μΩ	
	10 μΩ bis < 1 GΩ	QMH Kap. VIIa.3 Vers. 5.0 $T = (23 \pm 2) \text{ °C}$	1,6 nΩ bis 110 Ω	
	10 μΩ 100 μΩ 1 mΩ 10 mΩ 100 mΩ 1 Ω; 10 Ω; 100 Ω; 1 kΩ; 10 kΩ 100 kΩ; 1 MΩ; 10 MΩ; 100 MΩ	$I = 100 \text{ A}$ $I = 50 \text{ A}$ $I = 10 \text{ A}$	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $34 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $23 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $20 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $5,6 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $0,43 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $1,0 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $0,60 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $0,57 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $1,4 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $1,5 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $4,2 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $11,2 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 GΩ bis 120 TΩ 1 GΩ; 10 GΩ; 100 GΩ; 1 TΩ	Messspannung 100 V oder 1000 V	88 kΩ bis 240 MΩ $88 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $0,24 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	> 1 TΩ bis 120 TΩ 10 TΩ; 100 TΩ	Messspannung 1000 V	0,48 GΩ bis 187 GΩ $0,48 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $1,87 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	100 μΩ bis 100 Ω	QMH Kap. VIIa.3 Vers. 5.0 $T = (23 \pm 2) \text{ °C}$ $100 \text{ μA} \leq I \leq 100 \text{ A}$ 10 Hz bis 10 kHz	13 nΩ bis 1,7 mΩ	R = Messwert I = Stromstärke f = Frequenz Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		10 Hz; 20 Hz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	100 μΩ	40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
		1 kHz; 10 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
		10 Hz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 mΩ	20 Hz	$63 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$58 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		1 kHz	$61 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		10 kHz	$64 \cdot 10^{-6} \cdot R$	

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	10 mΩ	10 Hz	$46 \cdot 10^{-6} \cdot R$	<i>R</i> = Messwert <i>I</i> = Stromstärke <i>f</i> = Frequenz Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		20 Hz	$43 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		1 kHz; 10 kHz	$35 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	20 mΩ	10 Hz	$45 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		20 Hz	$42 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$36 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	50 mΩ	10 Hz	$45 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		20 Hz	$42 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; kHz	$36 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 mΩ; 200 mΩ	10 Hz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		20 Hz	$35 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	0,5 Ω	10 Hz	$36 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		20 Hz; 40 Hz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 Ω	10 Hz	$34 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		20 Hz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	2 Ω; 5 Ω	10 Hz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
20 Hz; 40 Hz		$26 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz		$20 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
10 kHz		$23 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
10 Ω	10 Hz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	20 Hz; 40 Hz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	10 kHz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
20 Ω	10 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	20 Hz; 40 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
	10 kHz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot R$		

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	50 Ω	10 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot R$	R = Messwert I = Stromstärke f = Frequenz
		20 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		40 Hz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot R$	Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		1 kHz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
10 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot R$			

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	100 Ω	10 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot R$	R = Messwert I = Stromstärke f = Frequenz Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		20 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		40 Hz; 55 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		120 Hz; 400 Hz	$18 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		500 Hz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		1 kHz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		10 kHz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 μΩ bis 10 kΩ	10 Hz bis 10 kHz	$\sqrt{U_i^2 + U_U^2} \cdot R$	R = Messwert Konstantstrom- verfahren U _i ist die relative Unsicherheit der Kalibrierstromstärke U _U ist die relative Unsicherheit der gemessenen Spannung am Widerstand
0 Ω bis 10 kΩ	20 Hz bis 50 Hz	2,5 · 10 ⁻³ · R + 3,1 mΩ	R = Messwert Direktmessverfahren	
> 10 kΩ bis 110 MΩ				
0 Ω bis 20 kΩ	> 50 Hz bis 100 Hz	1,0 · 10 ⁻³ · R + 2,6 mΩ		
> 20 kΩ bis 110 MΩ				
0 Ω bis 50 kΩ	> 100 Hz bis 1 kHz	0,5 · 10 ⁻³ · R + 1,3 mΩ		
> 50 kΩ bis 110 MΩ				
0 Ω bis < 50 Ω	> 1 kHz bis 30 kHz	1,1 · 10 ⁻³ · R + 1,2 mΩ		
50 Ω bis 20 kΩ				
> 20 kΩ bis 110 MΩ				
0 Ω bis 20 Ω	> 30 kHz bis 100 kHz	1,1 · 10 ⁻³ · R + 1,2 mΩ		
> 20 Ω bis 20 kΩ				
> 20 kΩ bis 110 MΩ				
0 Ω bis 100 Ω	> 100 kHz bis 300 kHz	1,1 · 10 ⁻³ · R + 2,2 mΩ		
> 100 Ω bis 2 kΩ				
> 2 kΩ bis 110 MΩ				
0 Ω bis 50 Ω	> 300 kHz bis 1 MHz	1,3 · 10 ⁻³ · R + 3,2 mΩ		
> 50 Ω bis 2 kΩ				
> 2 kΩ bis 22 MΩ				

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.

Elektrische Leistung

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gleichstromleistung	0 W bis 110 kW	0 mV bis 1100 V 0 µA bis 100 A	$\sqrt{W_0^2 + W_1^2} \cdot P$ jedoch nicht kleiner als $44 \cdot 10^{-6} \cdot P + 5 \text{ fW}$	P = Messwert
Wechselstrom- wirkleistung Festwerte		45 Hz bis 65 Hz 50 V oder 200 V 30 mA; 0,3 A; 2 A; oder 10 A;		P = Messwert PF = Leistungsfaktor (kapazitiv oder induktiv)
	1,5 W; 6 W; 15 W; 60 W; 100 W; 400 W;	$PF = 1$	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	500 W; 2000 W		$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	220 W	45 Hz bis 65 Hz 220 V; 1 A $PF = 1$	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	198 W	$PF = 0,9$	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
110 W	$PF = 0,5$	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
22 W	$PF = 0,1$	$0,91 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
11 W	$PF = 0,05$	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot P$		

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstrom-wirkleistung Bereiche		33 V bis 330 V 45 Hz bis 65 Hz, $PF = 1$		$PF = \text{Leistungsfaktor}$
	0,33 W bis 0,73 kW	10 mA bis 2,2 A	$0,30 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$P = \text{Messwert}$
	> 0,73 kW bis 3,6 kW	> 2,2 A bis 11 A	$0,42 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	0,5 W bis 0,73 kW	33 V bis 330 V 330 mA bis 2,2 A 45 Hz bis 65 Hz $0,05 \leq PF \leq 1$ kapazitiv	$(0,33 \cdot 10^{-3} \cdot PF^{0,98}) \cdot P$	
			induktiv	$(0,98 \cdot 10^{-3} \cdot PF^{0,99}) \cdot P$
0,11 mW bis 21 kW	33 mV bis 1020 V 3,3 mA bis 20,5 A 45 Hz bis 65 Hz; $PF = 1$	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
bei Zangenabgriff	0,5 W bis 218 kW	33 V bis 330 V 10 mA bis 660 A 45 Hz bis 65 Hz $0,05 \leq PF \leq 1$ 1 bis 60 Wicklungen	$\sqrt{W_{in}^2 + W_{DUT}^2} \cdot P$ jedoch nicht kleiner als $0,30 \cdot 10^{-3} \cdot P$	W_{in} ist die relative Unsicherheit der Wirkleistung der Einfachwicklung. Die relative Unsicherheit des Messobjekts W_{DUT} im Messkreis und im Streufeld des stromdurchflossenen Leiters ist zu berücksichtigen.
Leistungsfaktor	0 bis 1 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1	33 V bis 330 V 330 mA bis 2,2 A 45 Hz bis 65 Hz 53 Hz 1 A; 90 V	$0,12 \cdot 10^{-3}$	interpolierte Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit.
Wechselstrom-blindleistung	0 var bis 3,6 kvar	45 Hz bis 65 Hz	$U_P \cdot \text{var}/W$	U_P ist die Unsicherheit der Wirkleistung

Zeit und Frequenz
Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Frequenz f Messung und Synthese	0,01 Hz bis 40 GHz		$0,5 \cdot 10^{-9} \cdot f + U_{Tr}$	f : Messwert U_{Tr} : Trigger-unsicherheit
Zeitintervall Δt	0 ns bis 0,7 ms		1,3 ns	
	0 ns bis 200 s		$1,5 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t + 50 \text{ ps}$	
	1 μs bis 100 h		$10 \cdot 10^{-9} \cdot \Delta t + 1 \text{ } \mu\text{s}$	
	1 s bis 100 h		$13 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t + 0,82 \text{ s}$	

- 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.

Ausstellungsdatum: 31.07.2020

Gültig ab: 31.07.2020

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gangabweichung	0 s/d bis 100 s/d		$1,3 \cdot 10^{-7} = 0,011 \text{ s/d}$	Elektronische oder mechanische Uhren
Drehzahl	0,02 s ⁻¹ bis 3500 s ⁻¹		$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot f$	f: Messwert

Induktivität und Kapazität

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Induktivität	0 µH		0,03 µH	2-Draht-Kurzschluss
	0 µH bis 1,1 H	100 Hz bis 10 kHz		L = Messwert Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit. Betrag der Impedanz 50 mΩ ≤ Z ≤ 11 kΩ. Kleinste angebbare Festwert- Messunsicherheiten bei direkter Messung oder Substitution an GR 1482 oder baugleich.
	100 µH	100 Hz 1 kHz 10 kHz	$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,24 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,27 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	1 mH	100 Hz 1 kHz 10 kHz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,17 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	10 mH	100 Hz; 1 kHz 10 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,16 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	100 mH	100 Hz; 1 kHz 10 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,26 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	1 H	100 Hz, 1 kHz	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
Kapazität	0 pF		0,2 pF	Leerlauf
	0 pF bis 10 µF	100 Hz bis 1 MHz		C = Messwert Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit. Betrag der Impedanz 1 Ω ≤ Z ≤ 110 MΩ. Kleinste angebbare Festwert- Messunsicherheiten bei direkter Messung oder Substitution an HP 16381A bzw. GR 1404 / 1409 oder baugleich.
	1 pF	1 kHz 10 kHz	$0,47 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $0,31 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	10 pF	1 kHz 10 kHz; 100 kHz 1 MHz	$84 \cdot 10^{-6} \cdot C$ $0,10 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	100 pF	1 kHz	$56 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
	1 nF	1 kHz 100 kHz	$58 \cdot 10^{-6} \cdot C$ $0,11 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	10 nF	100 Hz 1 kHz 10 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $0,14 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	100 nF	100 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	1 µF	100 Hz; 1 kHz 10 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $0,21 \cdot 10^{-3} \cdot C$	

- 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.

Thermodynamische Messgrößen – Temperaturmessgrößen

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	
Widerstandsthermometer, auch direktanzeigend ^{c)}	0 °C	DKD-R 5-1:2018 Eispunkt	20 mK	Vergleich mit Normalwiderstandsthermometern
	-35 °C bis 35 °C	DKD-R 5-1:2018 Metallblockkalibrator	55 mK	
	> 35 °C bis 200 °C		75 mK	
	> 200 °C bis 400 °C		80 mK	
	> 400 °C bis 650 °C		$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,3 \text{ K}$	
Nichtedelmetall-Thermoelemente, auch direktanzeigend ^{c)}	-35 °C bis 200 °C	DKD-R 5-3:2018 Metallblockkalibrator	$0,8 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,1 \text{ K}$	Vergleich mit Normalwiderstandsthermometern
	> 200 °C bis 400 °C		$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,08 \text{ K}$	
	> 400 °C bis 650 °C		$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,27 \text{ K}$	
	> 650 °C bis 1200 °C	DKD-R 5-3:2018 Keramikblockkalibrator	$3,8 \cdot 10^{-3} \cdot T$	Vergleich gegen kalibrierte Normal-TE
Edelmetall-Thermoelemente, auch direktanzeigend ^{c)}	0 °C bis 100 °C	DKD-R 5-3:2018 Metallblockkalibrator	0,22 K	Vergleich mit Normalwiderstandsthermometern
	> 100 °C bis 200 °C		0,25 K	
	> 200 °C bis 400 °C		$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,2 \text{ K}$	
	> 400 °C bis 650 °C		$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,19 \text{ K}$	
	> 650 °C bis 1200 °C	DKD-R 5-3:2018 Keramikblockkalibrator	$3,8 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
Temperaturanzeigergeräte und -simulatoren Widerstandsthermometer Pt100 ^{c)} Pt25 Pt500 Pt1000 Nichtedelmetall-TE ^{c)} (ohne Vergleichsstellenkompensation) Typ K Typ J Typ T Typ E Typ N	-199 °C	DKD-R 5-5:2018 Artefaktkalibrierung	1,0 mK	
	0 °C		2,4 mK	
	237 °C		4,8 mK	
	-200 °C bis 800 °C	DKD-R 5-5:2018	$12 \cdot 10^{-6} \cdot T + 4 \text{ mK}$	
	Pt25 -200 °C bis -150 °C		2,3 mK	
	> -150 °C bis 800 °C		$19 \cdot 10^{-6} \cdot T + 10 \text{ mK}$	
	Pt500 -200 °C bis 300 °C		$13 \cdot 10^{-6} \cdot T + 3,5 \text{ mK}$	
	> 300 °C bis 800 °C		$18 \cdot 10^{-6} \cdot T + 5,4 \text{ mK}$	
	Pt1000 -200 °C bis 800 °C		$17 \cdot 10^{-6} \cdot T + 3,8 \text{ mK}$	
	-200 °C bis < 0 °C		$85 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ mK}$	
	0 °C bis 1300 °C		$5,7 \cdot 10^{-9} \cdot T^2 + 0,17 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ mK}$	
	Typ J -200 °C bis < 0 °C		$61 \cdot 10^{-6} \cdot T + 8 \text{ mK}$	
	0 °C bis 1200 °C		$5,6 \cdot 10^{-6} \cdot T + 8 \text{ mK}$	
	Typ T -200 °C bis < 0 °C		$80 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ mK}$	
	0 °C bis 400 °C		11 mK	
Typ E -200 °C bis < 0 °C	$56 \cdot 10^{-6} \cdot T + 7 \text{ mK}$			
0 °C bis 1000 °C	$4,4 \cdot 10^{-6} \cdot T + 7 \text{ mK}$			
Typ N -200 °C bis < 0 °C	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot T + 16 \text{ mK}$			
0 °C bis 1300 °C	$12 \cdot 10^{-9} \cdot T^2 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot T + 16 \text{ mK}$			

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren ¹⁾	Erweiterte Messunsicherheit ²⁾		
Edelmetall-TE (ohne Vergleichs- stellenkompensation) Typ R / S ^{c)} Typ B	0 °C bis 500 °C	DKD-R 5-5:2018	$-64 \cdot 10^{-6} \cdot T + 75 \text{ mK}$		
	> 500 °C bis 1768 °C		45 mK		
	0 °C bis 1200 °C		$26 \cdot T^{-0,85}$		
	> 1200 °C bis 1820 °C		60 mK		
Temperaturanzeige- geräte und -simulatoren für Thermoelemente (mit Vergleichs- stellenkompensation) ^{c)}	-200 °C bis 1500 °C	DKD-R 5-5:2018	$\sqrt{U_{TC}^2 + (0,06 \text{ K})^2}$	U_{TC} =des Anzeigerätes für Thermoelemente ohne Vergleichsstellen- kompensation	
Messorte in Klimaschränken mit Umluft im leeren oder definiert beladenen Nutzraum, Temperatur ^{c)}	-80 °C bis 180 °C	DKD-R 5-7:2018 Methode C	0,50 K	Bei Beladung sind Art und Anordnung der Beladung im Kalibrierschein genau anzugeben.	
	> 180 °C bis 300 °C		0,70 K		
Klimaschränke mit Umluft im leeren oder definiert beladenen Nutzraum, Temperatur ^{c)}	-80 °C bis 100 °C	DKD-R 5-7:2018 Methode A oder B	0,55 K	Inhomogenität, Stabilität etc. des Messobjekts können die Messunsicherheit erhöhen. Bei Beladung sind Art und Anordnung der Beladung im Kalibrierschein genau anzugeben.	
	> 100 °C bis 180 °C		0,75 K		
	> 180 °C bis 300 °C		1,0 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.

Thermodynamische Messgrößen - Feuchtemessgrößen
Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Taupunkttemperatur Tauspiegel- hygrometer	-10 °C bis 24 °C	QMH XIV.5 Version 5.0 Luftstromtemperatur: 20 °C bis 25 °C, relative Luftfeuchte: 5 % bis 95 %	0,080 K	Vergleich mit Taupunktspiegel- hygrometer im Klimagenerator
	-10 °C bis 44 °C	QMH XIV.5 Version 5.0 Luftstromtemperatur: > 25 °C bis 45 °C, relative Luftfeuchte: 5 % bis 95 %	0,10 K	
relative Luftfeuchte Feuchtemessgeräte und Messumformer	5 % bis 20 %	QMH XIV.5 Version 5.0 Luftstromtemperatur: 20 °C bis 25 °C Taupunkttemperatur t_d : -10 °C bis 24 °C	0,25 %	Messunsicherheit ausgedrückt in relativer Feuchte
	> 20 % bis 40 %		0,50 %	
	> 40 % bis 60 %		0,75 %	
	> 60 % bis 80 %		1,0 %	
	> 80 % bis 95 %		1,2 %	
	5 % bis 20 %	QMH XIV.5 Version 5.0 Luftstromtemperatur: > 25 °C bis 45 °C Taupunkttemperatur t_d : -10 °C bis 44 °C	0,65 %	Vergleich mit Taupunktspiegel im Klimagenerator
	> 20 % bis 40 %		0,90 %	
	> 40 % bis 60 %		1,2 %	
	> 60 % bis 80 %		1,4 %	
	> 80 % bis 95 %		1,6 %	
Messorte in Klimaschränken mit Umluft im leeren oder definiert beladenen Nutzraum, relative Feuchte ^{d)}	5 % bis 30 %	Luftstromtemperatur: 20 °C bis 45 °C Taupunkttemperatur t_d : -10 °C bis 44 °C	1,0 %	Messunsicherheit ausgedrückt in relativer Feuchte
	> 30 % bis 60 %		1,5 %	
	> 60 % bis 80 %	DKD-R 5-7:2018 Methode C	2,0 %	Feuchte-Referenzwert wird aus Taupunkt- temperatur und Luftstromtemperatur am Messort berechnet
	> 80 % bis 95 %		2,5 %	
Klimaschränke mit Umluft im leeren oder definiert beladenen Nutzraum, relative Feuchte ^{d)}	5 % bis 30 %	Luftstromtemperatur: 20 °C bis 45 °C Taupunkttemperatur t_d : -10 °C bis 44 °C	1,5 %	Messunsicherheit ausgedrückt in relativer Feuchte
	> 30 % bis 60 %		2,0 %	
	> 60 % bis 80 %	DKD-R 5-7:2018 Methode A oder B	2,5 %	Feuchte-Referenzwert wird aus Taupunkt- temperatur und Luftstromtemperatur am Messort berechnet
	> 80 % bis 95 %		3,0 %	

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.

Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen – Hochfrequenzmessgrößen

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC) Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Oszilloskope vertikal	1 mV bis 5 V 5 mV bis 200 V	DC bis 10 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$	U : Messwert 50 Ω 1 M Ω
Oszilloskop horizontal	25 ps bis 40 s		$0,12 \cdot 10^{-6} \cdot T + 0,1 \text{ ps}$	T : Messwert
Bandbreite f (Frequenzgang)	40 Hz bis 6 GHz	EURAMET cg-7 v1	$6,3 \cdot 10^{-3} \cdot f^2/\text{GHz}$ $+ 20 \cdot 10^{-3} \cdot f$	f = Messwert
	> 6 GHz bis 40 GHz		$75 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
Anstiegszeit	30 ps bis 45 ps	0,1 V bis 3 V	5 ps	Fluke 9500/9550
	> 45 ps bis 1 ms		$10 \cdot 10^{-3} \cdot T + 3 \text{ ps}$	
	70 ps bis 85 ps > 85 ps bis 310 ps > 310 ps bis 650 ps > 650 ps bis 1 ms	0,1 V bis 3 V	$78 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $67 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $58 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $56 \cdot 10^{-3} \cdot T$	errechnet aus der 3 dB Bandbreite T : Messwert
Frequenz f Zeitbasis	10 MHz		$0,2 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
Burst-Generator Ausgangsspannung Spitzenwert U_s	100 V bis 4 kV	unter 50 Ω oder 1 k Ω Last	$48 \cdot 10^{-3} \cdot U_s$	
Anstiegszeit und Impulsdauer T_r	3 ns bis 1 μs		$41 \cdot 10^{-3} \cdot T_r$	
Burstdauer und Burstperiode T	10 μs bis 1 s		$5 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
Impulsfrequenz f	100 Hz bis 500 kHz		$1 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
Stoßspannungs- generator				
Stirnzeit t_{r,U_s} der Leerlaufspannung	15 ns bis 100 ms		$3 \% \cdot t_{r,U_s} + 1 \text{ ns}$	
Stirnzeit t_{r,I_s} der Kurzschluss- stromstärke	100 ns bis 100 ms		$3 \% \cdot t_{r,I_s} + 2 \text{ ns}$	
Rückenhalfwertszeit t_H der Kurvenform	0,5 μs bis 100 ms		$5 \% \cdot t_H$	
Scheitelwert der Leerlaufspannung U_s	0,1 kV bis 7 kV		$2,5 \% \cdot U_s$	
Scheitelwert der Kurzschluss- stromstärke I_s	10 A bis 5 kA		$3,5 \% \cdot I_s$	
	> 5 kA bis 10 kA		$3,8 \% \cdot I_s$	

- 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.

Ausstellungsdatum: 31.07.2020

Gültig ab: 31.07.2020

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen	
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾		
HF-Leistung Eingangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungs- Messgeräten	100 pW bis < 10 nW	DC bis 2 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,07$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot P$	DC < f < 2 GHz	
	10 nW bis < 1 μW	> 4 GHz bis 12 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,1$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$36 \cdot 10^{-3} \cdot P$	2 GHz ≤ f < 4 GHz	
		DC bis 50 MHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,11$	
		> 50 MHz bis 2 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	4 GHz ≤ f < 12 GHz	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,13$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	12 GHz ≤ f < 18 GHz	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$33 \cdot 10^{-3} \cdot P$	R&S NRVC	
		100 nW bis < 10 μW	DC bis 50 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$	mit (kaskadiertem) Dämpfungsglied **)
			> 50 MHz bis 2 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
			> 2 GHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
			> 4 GHz bis 12 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		1 μW bis < 0,1 W	> 12 GHz bis 18 GHz	$53 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
			DC bis 50 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Erläuterung: siehe letzte Seite
			> 50 MHz bis 2 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
			> 2 GHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		0,1 μW bis 0,1 mW	> 4 GHz bis 12 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
			> 12 GHz bis 18 GHz	$26 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
			DC bis 50 MHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,07$
> 50 MHz bis 4 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$		DC < f < 4 GHz		
> 4 GHz bis 12 GHz	$33 \cdot 10^{-3} \cdot P$		$ \Gamma_L \leq 0,09$		
> 12 GHz bis 26,5 GHz	$43 \cdot 10^{-3} \cdot P$	4 GHz ≤ f < 12 GHz			
> 26,5 GHz bis 32 GHz	$45 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,11$			
> 32 GHz bis 40 GHz	$55 \cdot 10^{-3} \cdot P$	12 GHz ≤ f < 26,5 GHz			
			$ \Gamma_L \leq 0,13$		
			26,5 GHz ≤ f < 40 GHz		
			NRV- Z15 ***)		

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
HF-Leistung Eingangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungs- Messgeräten	0,1 µW bis 0,1 mW	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 12 GHz > 12 GHz bis 26,5GHz > 26,5 GHz bis 32 GHz > 32 GHz bis 40 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $14 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $32 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $54 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $67 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $90 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,07$ DC < f < 4 GHz $ \Gamma_L \leq 0,09$ 4 GHz ≤ f < 12 GHz $ \Gamma_L \leq 0,11$ 12 GHz ≤ f < 26,5 GHz $ \Gamma_L \leq 0,13$ 26,5 GHz ≤ f < 40 GHz R&S NRV- Z55 mit Dämpfungsglied (***)
	0,1 mW bis 80 mW	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 12 GHz > 12 GHz bis 18 GHz	$7 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $8 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $9 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $12 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,07$ DC < f < 2 GHz $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,10$ 2 GHz < f ≤ 4 GHz $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,13$ 4 GHz < f ≤ 18 GHz R&S NRV-Z51 (**) R&S NRVC (**)
	1 µW bis 10 mW	DC bis 12 GHz	$(0,59 \cdot 10^{-3} \cdot f/\text{GHz} + 8,0 \cdot 10^{-3}) \cdot P$	$ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,02\sqrt{f/\text{GHz}}$
		> 12 GHz bis 40 GHz	$(0,73 \cdot 10^{-3} \cdot f/\text{GHz} + 15 \cdot 10^{-3}) \cdot P$	R&S NRPC40 (***)
0,1 mW bis 80 mW	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 12 GHz > 12 GHz bis 26,5GHz > 26,5 GHz bis 32 GHz > 32 GHz bis 40 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $14 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $23 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $36 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $45 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $52 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,07$ DC < f < 4 GHz $ \Gamma_L \leq 0,09$ 4 GHz ≤ f < 12 GHz $ \Gamma_L \leq 0,11$ 12 GHz ≤ f < 26,5 GHz $ \Gamma_L \leq 0,13$ 26,5 GHz ≤ f < 40 GHz R&S NRV- Z55 (***)	

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	
HF-Leistung Eingangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungs- Messgeräten	10 fW bis < 1 pW	DC bis 50 MHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,07$ $DC < f < 2 \text{ GHz}$ $ \Gamma_L \leq 0,1$ $2 \text{ GHz} \leq f < 4 \text{ GHz}$ $ \Gamma_L \leq 0,11$
		> 50 MHz bis 2 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$22 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$33 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$68 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1 pW bis < 100 pW	DC bis 50 MHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$4 \text{ GHz} \leq f < 12 \text{ GHz}$ $ \Gamma_L \leq 0,13$ $12 \text{ GHz} \leq f < 18 \text{ GHz}$ R&S NRV-Z51 ** mit (kaskadiertem) Dämpfungsglied **
		> 50 MHz bis 2 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$30 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$67 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	100 pW bis < 10 nW	DC bis 50 MHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Erläuterung: siehe letzte Seite
		> 50 MHz bis 2 GHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$28 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$39 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10 nW bis < 1 µW	DC bis 50 MHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 50 MHz bis 2 GHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$24 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$36 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	100 nW bis < 10 µW	DC bis 50 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 50 MHz bis 2 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$26 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
> 12 GHz bis 18 GHz		$66 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
1 µW bis < 0,1 mW	DC bis 50 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 50 MHz bis 2 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 2 GHz bis 4 GHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 4 GHz bis 12 GHz	$23 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 12 GHz bis 18 GHz	$30 \cdot 10^{-3} \cdot P$		

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	
HF-Leistung Ausgangsleistung und Kalibrierungs- faktor von HF-Quellen	0,1 pW bis < 10 pW	50 MHz	$27 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2$ GHz
		10 MHz bis 2 GHz	$30 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 3 GHz	$36 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10 pW bis < 1 nW	50 MHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,2$ 2 GHz $\leq f < 12$ GHz $ \Gamma_G \leq 0,3$ 12 GHz $\leq f < 18$ GHz
		10 MHz bis 2 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 3 GHz	$32 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1 nW bis 80 mW	50 MHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	selektives Messsystem Agilent N5531S-518 **)
		10 MHz bis 2 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$29 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$50 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	0,1 pW bis < 10 pW	50 MHz	$29 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2$ GHz
		30 MHz bis 3 GHz	$35 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10 pW bis < 1 nW	50 MHz	$24 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,2$ 2 GHz $\leq f < 12$ GHz
		30 MHz bis 3 GHz	$31 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1 nW bis 80 mW	50 MHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,3$ 4 GHz $\leq f < 26,5$ GHz Agilent N5531S-526 ***)
		30 MHz bis 4 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
> 4 GHz bis 12 GHz		$38 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
1 mW	50 MHz	$5 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Substitution	
	> 12 GHz bis 26,5 GHz	$93 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
0,1 μ W bis < 0,1 mW	10 MHz bis 50 MHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2$ GHz $ \Gamma_G \leq 0,2$ 2 GHz $\leq f < 12$ GHz $ \Gamma_G \leq 0,3$ 12 GHz $\leq f < 18$ GHz R&S NRV- Z1 **)	
	> 50 MHz bis 2 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 2 GHz bis 4 GHz	$35 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 4 GHz bis 12 GHz	$50 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 12 GHz bis 18 GHz	$75 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
0,1 μ W bis < 0,1 mW	10 MHz bis 50 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2$ GHz $ \Gamma_G \leq 0,2$ 2 GHz $\leq f < 12$ GHz $ \Gamma_G \leq 0,3$ 12 GHz $\leq f < 40$ GHz NRV- Z15 ***)	
	> 50 MHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 4 GHz bis 12GHz	$32 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 12 GHz bis 26,5 GHz	$54 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 26,5 GHz bis 32 GHz	$67 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
> 32 GHz bis 40 GHz	$90 \cdot 10^{-3} \cdot P$			

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
HF-Leistung Ausgangsleistung und Kalibrierungs- faktor von HF-Quellen	0,1 mW bis < 80 mW	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 12 GHz > 12 GHz bis 18 GHz	$9 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $12 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $14 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $19 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $29 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2$ GHz $ \Gamma_G \leq 0,2$ 2 GHz $\leq f < 12$ GHz $ \Gamma_G \leq 0,3$ 12 GHz $\leq f < 18$ GHz R&S NRV- Z51 (**)
HF-Leistung Ausgangsleistung und Kalibrierungs- faktor von HF-Quellen	0,1 mW bis < 80 mW	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 12 GHz > 12 GHz bis 26,5 GHz > 26,5GHz bis 32 GHz > 32 GHz bis 40 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $14 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $26 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $36 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $47 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $53 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2$ GHz $ \Gamma_G \leq 0,2$ 2 GHz $\leq f < 12$ GHz $ \Gamma_G \leq 0,3$ 12 GHz $\leq f < 40$ GHz R&S NRV- Z55 (***)
	10 mW bis < 1 W	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 12 GHz > 12 GHz bis 18 GHz	$11 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $13 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $16 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $20 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $30 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2$ GHz $ \Gamma_G \leq 0,2$ 2 GHz $\leq f < 12$ GHz $ \Gamma_G \leq 0,3$ 12 GHz $\leq f < 18$ GHz R&S NRV- Z51 (**)
HF-Spannung U_{HF} Quellen mit HF- Spannungsanzeige bezüglich 50 Ω	2,2 μ V bis 220 μ V	DC bis 3 GHz	$W(U_{HF}) = \frac{W(P)}{2}$	$W(P)$ ist die relative Unsicherheit der gemessenen Leistung an $Z_0 = 50 \Omega$ **)
	220 μ V bis 7 V	DC bis 18 GHz		
	2,2 μ V bis 220 μ V	DC bis 3 GHz		
	2,2 mV bis 2 V	DC bis 40 GHz		
HF-Spannung U_{HF} Messgeräte und Empfänger mit HF- Spannungsanzeige bezüglich 50 Ω	0,7 μ V bis 2 V	DC bis 18 GHz	$W(U_{HF}) = \frac{W(P_{inc})}{2}$	$W(P_{inc})$ ist die relative Unsicherheit der eingestrahlenen Leistung bezüglich $Z_0 = 50 \Omega$ **)
	2,2 mV bis 2 V	DC bis 40 GHz		
HF-Leistung Rauschanzeige von Empfängern	DC bis 40 GHz		1,6 dB	Leistungen > -170 dB (1 mW) bezogen auf 1 Hz Bandbreite
Signalpegeldifferenz	0 dBc bis 100 dBc	100 Hz bis 26,5 GHz 100 Hz bis 40 GHz	1,3 dB 2,7 dB	SNR ≥ 12 dB
Bandbreite Filter	1 Hz bis 10 MHz		0,5 %	Signal zu Rausch- Abstand SNR ≥ 70 dB

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Formfaktor	> 1:1 bis 5:1 > 5:1 bis 10:1 > 10:1 bis 20:1		3 % 6 % 12 %	Signal zu Rausch- Abstand SNR ≥ 15 dB
Umschaltabweichung			0,02 dB	
Anzeigelinearität	0 dB bis 30 dB > 30 dB bis 60 dB > 60 dB bis 80 dB > 80 dB bis 100 dB > 100 dB bis 110 dB	100 kHz bis 500 MHz	0,06 dB 0,07 dB 0,09 dB 0,1 dB 0,2 dB	SNR ≥ 50 dB $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,05$ $f \leq 500$ MHz
Eingangsabschwächer oder ZF-Verstärker	0 dB bis 30 dB > 30 dB bis 60 dB > 60 dB bis 80 dB > 80 dB bis 100 dB > 100 dB bis 110 dB	100 kHz bis 500 MHz	0,06 dB 0,07 dB 0,09 dB 0,1 dB 0,2 dB	Vergleich mit externem Stufenabschwächer $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,05$ $f \leq 500$ MHz
	0 dB bis 30 dB > 30 dB bis 60 dB > 60 dB bis 80 dB	100 kHz bis 500 MHz	0,04 dB 0,06 dB 0,08 dB	stufenweiser Anzeigevergleich SNR ≥ 50 dB, Empfängerlinearität < (0,01 dB + 0,005 dB/10 dB)
HF-Verstärkung Verstärker	0 dB bis 70 dB	DC bis 100 MHz > 100 MHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 18 GHz	0,19 dB 0,26 dB 0,3 dB 0,5 dB	BNC-Konnektor bis max. 2 GHz N-Konnektor und BNC-Konnektor, 50 Ω, andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit
	0 dB bis 70 dB	DC bis 100 MHz > 100 MHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 26,5 GHz > 26,5 GHz bis 40 GHz	0,21 dB 0,3 dB 0,6 dB 0,7 dB	2,92 mm kompatibler Konnektor, 50 Ω, andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit
HF-Stromstärke Stromzangen	100 µA bis 50 mA	40 Hz bis 10 MHz > 10 MHz bis 30 MHz > 30 MHz bis 65 MHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $18 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $20 \cdot 10^{-6} f^2 \cdot I$	Tektronix 015-0601- 50. Im Verbund mit Oszilloskop I: Messwert f: Frequenz in MHz
Nicht-Linearität von HF-Leistungs- messgeräten	10 nW bis 1 W	50 MHz	$5,5 \cdot 10^{-3}$ (0,024 dB)	R&S NRVС-B2 60 dB max.

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.

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
HF-Reflexionsfaktor Betrag $ \Gamma $	0 bis 1	300 kHz bis < 45 MHz 45 MHz bis 6 GHz > 6 GHz bis 10 GHz > 10 GHz bis 18 GHz	0,0045 $ \Gamma ^2 + 0,005$ 0,004 $ \Gamma ^2 + 0,005$ 0,003 $ \Gamma ^2 + 0,008$ 0,007 $ \Gamma ^2 + 0,012$	N-Konnektor 50 Ω , andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit
		10 MHz bis 10 GHz > 10 GHz bis 18 GHz > 18 GHz bis 26,5 GHz > 26,5 GHz bis 40 GHz	0,007 $ \Gamma ^2 + 0,009$ 0,009 $ \Gamma ^2 + 0,014$ 0,010 $ \Gamma ^2 + 0,019$ 0,006 $ \Gamma ^2 + 0,03$	2,92 mm-Konnektor
Phasenwinkel	-180° bis +180°	300 kHz bis 6 GHz > 6 GHz bis 18 GHz	$U(\varphi) = \arcsin \frac{U(\Gamma)}{ \Gamma } \cdot \frac{180^\circ}{\pi}$	N-Konnektor 50 Ω , $\geq 1,3^\circ$ N-Konnektor 50 Ω , $\geq 2^\circ$
		10 MHz bis 40 GHz		2,92 mm-Konnektor, $\geq 5^\circ$
HF-Dämpfung Dämpfungsglieder	0 dB bis 30 dB	100 kHz bis 10 GHz > 10 GHz bis 18 GHz > 18 GHz bis 26,5 GHz > 26,5 GHz bis 40 GHz	0,03 dB 0,05 dB 0,09 dB 0,10 dB	L ist die gemessene Dämpfung, ****) $ \Gamma_{DUT} \leq 0,01$ $f \leq 500$ MHz $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,05$ 500 MHz $< f \leq 10$ GHz $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,08$
	> 30 dB bis 60 dB	100 kHz bis 10 GHz > 10 GHz bis 18 GHz > 18 GHz bis 26,5 GHz > 26,5 GHz bis 40 GHz	0,001 dB/dB $\cdot L$ 0,02 dB + 0,001 dB/dB $\cdot L$ 0,10 dB + 0,001 dB/dB $\cdot L$ 0,11 dB + 0,001 dB/dB $\cdot L$	10 GHz $< f \leq 18$ GHz $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,1$ 18 GHz $< f \leq 40$ GHz
	> 60 dB bis 70 dB	100 kHz bis 500 MHz > 500 MHz bis 3 GHz	0,07 dB 0,10 dB	$ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,01$ $f \leq 500$ MHz $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,05$
	> 70 dB bis 80 dB	100 kHz bis 500 MHz > 500 MHz bis 3 GHz	0,08 dB 0,2 dB	500 MHz $< f \leq 3$ GHz
	> 80 dB bis 100 dB	100 kHz bis 500 MHz > 500 MHz bis 3 GHz	0,1 dB 0,3 dB	

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.

Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen - Optische Messgrößen, Radiometrie

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾		
optische Strahlungsleistung faseroptische Leistungsmessgeräte	1 μ W bis 0,5 mW	1310 nm, 1550 nm	1,3 %	Konnektor FC, ST, SC, SMA, HMS-10 oder adaptierbar. Abweichende Wellenlängen (780 nm, 635 nm, 1625 nm) interpoliert	
		850 nm	2,2 %		
		654 nm	2,2 %		
Nichtlinearität faseroptischer Strahlungsempfänger	10 nW bis 160 μ W	Wellenlängen: 1310 nm, 1550 nm, 850 nm	$1,8 \cdot 10^{-3}$ (0,008 dB)	Additionsmethode	
	0,1 nW bis < 0,32 nW		$20 \cdot 10^{-3}$ (0,085 dB)	Vergleichsmethode	
	0,32 nW bis < 3,2 nW		$7,1 \cdot 10^{-3}$ (0,031 dB)		
	3,2 n bis 0,5 μ W		$6,0 \cdot 10^{-3}$ (0,026 dB)		
Dämpfung oder Verstärkung faseroptischer Komponenten	0 dB bis 50 dB	Wellenlängen: 1310 nm, 1550 nm, 850 nm	$6,0 \cdot 10^{-3}$ (0,026 dB)		
	> 50 dB bis 60 dB		$7,1 \cdot 10^{-3}$ (0,031 dB)		
Zentralwellenlänge λ	> 60 dB bis 70 dB	Referenzleistung: ca. 0,5 mW	$20 \cdot 10^{-3}$ (0,085 dB)		
	350 nm bis < 700 nm		0,5 nm		
	700 nm bis < 1250 nm		2,5 pm		
	1250 nm bis 1700 nm		2 pm		

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.

Mechanische Messgrößen – Druck

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	
Druck ^{c)} Absolutdruck p_{abs}	> 0 bar bis 21 bar	DKD-R 6-1:2014	$5,0 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 1,2 \text{ mbar} + U_{baro}$	Druckmedium: Gas. Die Messunsicherheit des Barometers U_{baro} ist zu berücksichtigen.
	> 21 bar bis 151 bar	Kalibriermethode: $p_{abs} = p_e + p_{amb}$	$9,0 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 23 \text{ mbar} + U_{baro}$	
	> 151 bar bis 241 bar		$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot p_{abs} + 25 \text{ mbar} + U_{baro}$	
Absolutdruck p_{abs}	1 bar; 2 bar bis 71 bar	DKD-R 6-1:2014	$7,8 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 0,36 \text{ mbar} + U_{baro}$	Referenzwert ($p_{abs} = p_{amb}$) Druckmedium: Öl. Die Messunsicherheit des Barometers U_{baro} ist zu berücksichtigen.
	> 71 bar bis 701 bar	Kalibriermethode: $p_{abs} = p_e + p_{amb}$	$8,2 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 0,72 \text{ mbar} + U_{baro}$	
Positiver und negativer Überdruck p_e	-1000 mbar bis -55 mbar	DKD-R 6-1:2014	$5,5 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 0,25 \text{ mbar}$	Druckmedium: Gas
	> -55 mbar bis 55 mbar		10 μbar	
	> 55 mbar bis 0,25 bar		$5,5 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 0,25 \text{ mbar}$	
	> 0,25 bar bis 2 bar		0,25 mbar	
	> 2 bar bis 20 bar		$5,0 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 1,2 \text{ mbar}$	
	> 20 bar bis 150 bar		$9,0 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 23 \text{ mbar}$	
Überdruck p_e	> 150 bar bis 240 bar		$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot p_e + 25 \text{ mbar}$	
	0 bar; 1 bar bis 70 bar		$7,8 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 0,36 \text{ mbar}$	Referenzwert ($p_e = 0 \text{ bar}$) Druckmedium: Öl
> 70 bar bis 700 bar		$8,2 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 0,72 \text{ mbar}$		

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.

Mechanische Messgrößen – Durchflussmessgrößen

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾		
Volumendurchfluss Q von strömenden Gasen Durchflussmesser oder -regler mit einer Anzeige oder Messumformer mit elektronischer Schnittstelle	0,005 l/min bis 0,03 l/min	Laminar Flow Elemente als Normal	0,3 ml/min		Q = Messwert Kalibriermedium trockene Luft (rel. Feuchte < 10 %) Messbereiche bezogen auf trockene Luft von 0 °C, 1013,25 mbar
	> 0,03 l/min bis 200 l/min > 200 l/min bis 500 l/min	MFC als Normal	$1 \% \cdot Q$	$0,89 \cdot 10^{-2} \cdot Q + 0,52 \text{ l/min}$	

Mechanische Messgrößen – Kraft

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾		
Kraft Messgeräte und Aufnehmer ^{c)}	50 N bis 50 kN	Zug- und Druckkraft nach DKD-R 3-3:2018	0,05 %		

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.

Mechanische Messgrößen – Messgeräte im Kraftfahrwesen (MIK)

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Rollenbremsprüfstände	0 N bis < 2 kN	QMH Kapitel XXVII.1.2: Version 5 Vergleichsverfahren: XXVII.1.2.1 Masse-Hebel Verfahren: XXVII.1.2.2	19 N	<i>F</i> : am Bremsprüfstand angezeigte Kraft Messsystem: Kraftaufnehmer mit Belastungs-Rahmen Verkehrsblatt 14/2016- Nr. 115:28.06.2016
	2 kN bis 4 kN		$0,46 \% \cdot F + 7 \text{ N}$	
	> 4 kN bis 8 kN		$0,43 \% \cdot F + 8 \text{ N}$	
	> 8 kN bis 40 kN		$0,70 \% \cdot F$	<i>F</i> : am Bremsprüfstand angezeigte Kraft Messsystem: Hebel mit Massestücken Verkehrsblatt 14/2016- Nr. 115:28.06.2016
	0 kN bis 4 kN		$0,40 \% \cdot F + 4 \text{ N}$	
	> 4 kN bis 8 kN		$0,65 \% \cdot F$	
	> 8 kN bis 40 kN		$0,90 \% \cdot F$	
Plattenbremsprüfstände	0 N bis < 2 kN	QMH Kapitel XXVII.1.2: Version 5	$0,20 \% \cdot F + 12 \text{ N}$	<i>F</i> : am Bremsprüfstand angezeigte Kraft Messsystem: Kraftaufnehmer Verkehrsblatt 14/2016- Nr. 115:28.06.2016
	2 kN bis 10 kN		$0,70 \% \cdot F + 2 \text{ N}$	

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.

Mechanische Messgrößen – Messgeräte im Kraftfahrwesen (MIK)

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Scheinwerfer- Einstell-Prüfgeräte (SEP) Neigung	0 % bis 6 %	QMH Kapitel: XXIX. 3 Version 5.0	0,1 %	Verkehrsblatt Heft 14, Nr. 115 vom 28.06.2016 Angabe der Messunsicherheit als absoluter Wert der Neigung
Aufstellflächen für Scheinwerfer-Einstell- Prüfgerät (ASEP) Neigung	0 % bis 10 %		0,038 %	Verkehrsblatt Heft 14, Nr. 115 vom 28.06.2016 Angabe der Messunsicherheit als absoluter Wert der Neigung
Aufstellflächen für Kraftfahrzeuge Neigung	0 m bis 10 m 0 % bis 10 %		0,23 mm/m + 0,53 mm/L	Messsystem: Selbstnivellierender Linienlaser
Ebenheit	0 mm bis 50 mm		0,53 mm + 0,23 mm/m · R	Verkehrsblatt Heft 23, Nr. 174 vom 15.12.2018 DIN 18202:2013 L: gemessene Länge in Meter R: Rasterpunktabstand in Meter

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.

Mechanische Messgrößen – Messgeräte im Kraftfahrwesen (MIK)

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Abgasmessgeräte für Fremdzündungsmotoren Gaskonzentration Propan C ₃ H ₈	80 ppm vol	QMH Kapitel 26-7 XXX	2 ppm vol	Verkehrsblatt, Heft 11, Nr. 100 vom 23.05.2018 ppm vol = 10 ⁻⁶ · m ³ /m ³ % vol = 10 ⁻² · m ³ /m ³
	200 ppm vol		3 ppm vol	
	2000 ppm vol		24 ppm vol	
			0,039 % vol	
Kohlenstoffdioxid CO ₂	3 % vol		0,072 % vol	
	6 % vol		0,17 % vol	
	14 % vol			
Kohlenstoffmonoxid CO	0,1 % vol		0,0039 % vol	
	0,5 % vol		0,0070 % vol	
	3,5 % vol		0,042 % vol	
Sauerstoff O ₂	20,9 % vol	0,31 % vol		
Abgasmessgeräte für Kompressionszündungs- motoren Trübungsgrad	10 %; 30 %; 50 %; 70 %	QMH Kapitel 26-7 XXX	0,9 %	Verkehrsblatt, Heft 11, Nr. 100 vom 23.05.2018 Trübungsmessung mit Neutralgraufilter. Messunsicherheit ist absoluter Wert des Trübungsgrades.
Trübungskoeffizient	0,25 m ⁻¹		0,02 m ⁻¹	Verkehrsblatt, Heft 11, Nr. 100 vom 23.05.2018 Der Trübungs- koeffizient wird aus dem Trübungsgrad berechnet.
	0,83 m ⁻¹		0,03 m ⁻¹	
	1,61 m ⁻¹		0,04 m ⁻¹	
	2,80 m ⁻¹		0,07 m ⁻¹	

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.

Dimensionelle Messgrößen – Länge

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren			
Umfangsmaßbänder aus Stahl		AA0265-3 Version 8.0			Kalibrierung an den Nennwerten der Normale
Durchmesser	150 mm bis 300 mm		0,71 mm		
Umfang	470 mm bis 950 mm		0,22 mm		

Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen - Optische Messgrößen, Photometrie

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Erweiterte Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren			
Transmissionsfilter Transmission <i>T</i>	16 % bis 60 % > 60 % bis 76 % > 76 % bis < 100 %	QMH Kapitel XXXIV v4.0 Nennwerte in den Trübungswerten der Normale		0,65 % 0,70 % 0,80 %	
Trübungsgrad <i>N</i>	> 0 % bis < 24 % 24 % bis < 40 % 40 % bis 84 %		0,80 % 0,70 % 0,65 %		
Trübungskoeffizient <i>k</i>	Messkammerlänge 0,43 m > 0 m ⁻¹ bis 4,3 m ⁻¹		0,020 m ⁻¹ bis 0,050 m ⁻¹		

***) N-Konnektor 50 Ω, andere Konnektoren und Reflexionsfaktoren erhöhen die Messunsicherheit

***) 2,92 mm Konnektor;

****) > 18 GHz 3,5 mm oder 2,92 mm Konnektor

- 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-15019-01-00

verwendete Abkürzungen:

QMH Kapitel	Selbstentwickelte Kalibrierverfahren der esz AG
AA	Kalibrieranweisung der esz AG
DKD-R	Kalibrierrichtlinie des Deutschen Kalibrierdienstes
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.

- 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.

Ausstellungsdatum: 31.07.2020

Gültig ab: 31.07.2020