

Deutsche Akkreditierungsstelle

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

Gültig ab: 30.08.2022

Ausstellungsdatum: 30.08.2022

Inhaber der Akkreditierungsurkunde:

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

Das Kalibrierlaboratorium erfüllt die Mindestanforderungen gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 und gegebenenfalls zusätzliche gesetzliche und normative Anforderungen, einschließlich solcher in relevanten sektoralen Programmen, um die in den nachfolgend aufgeführten Teil-Akkreditierungsurkunden ausgewiesenen Konformitätsbewertungstätigkeiten durchzuführen:

D-K-15019-01-01

D-K-15019-01-02

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

Diese Urkundenanlage gilt nur zusammen mit der schriftlich erteilten Akkreditierungsurkunde und gibt den Stand zum Zeitpunkt des Ausstellungsdatums wieder. Der jeweils aktuelle Stand der gültigen und überwachten Akkreditierung ist der Datenbank akkreditierter Stellen der Deutschen Akkreditierungsstelle zu entnehmen (www.dakks.de)

Deutsche Akkreditierungsstelle

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

Gültig ab: **20.11.2024**

Ausstellungsdatum: 20.11.2024

Diese Urkundenanlage ist Bestandteil der Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00.

Inhaber der Teil-Akkreditierungsurkunde:

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

mit den Standorten

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

esz AG calibration & metrology
Richard-Willstätter-Str. 14, 12489 Berlin

esz AG calibration & metrology
Donaustraße 68, 68199 Mannheim

esz AG calibration & metrology
Nordostpark 12, 90411 Nürnberg

esz AG calibration & metrology
Webereistraße 3, 48565 Steinfurt

esz AG calibration & metrology
Lemböckgasse 49, A-1230 Wien, ÖSTERREICH

Diese Urkundenanlage gilt nur zusammen mit der schriftlich erteilten Urkunde und gibt den Stand zum Zeitpunkt des Ausstellungsdatums wieder. Der jeweils aktuelle Stand der gültigen und überwachten Akkreditierung ist der Datenbank akkreditierter Stellen der Deutschen Akkreditierungsstelle zu entnehmen (www.dakks.de)

Anlage zur Teil-Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-01

Das Kalibrierlaboratorium erfüllt die Anforderungen gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018, um die in dieser Anlage aufgeführten Konformitätsbewertungstätigkeiten durchzuführen. Das Kalibrierlaboratorium erfüllt gegebenenfalls zusätzliche gesetzliche und normative Anforderungen, einschließlich solcher in relevanten sektoralen Programmen, sofern diese nachfolgend ausdrücklich bestätigt werden.

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

Kalibrierungen in den Bereichen:

Elektrische Messgrößen

Gleichstrom und Niederfrequenz

- **Spannung** ^{a)}
- **Stromstärke** ^{a)}
- **Spannungsverhältnis** ^{a)}
- **Hochspannungsmessgrößen** ^{a)}
- **Widerstand** ^{a)}
- **Ladung** ^{a)}
- **Elektrische Leistung** ^{a)}
- **Elektrische Energie** ^{a)}
- **Induktivität** ^{a)}
- **Kapazität** ^{a)}

Zeit und Frequenz

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

Dimensionelle Messgrößen

Länge

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

Winkel

- **Neigung**

^{a)} auch als Vor-Ort-Kalibrierung

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)}

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

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

Diese Urkundenanlage gilt nur zusammen mit der schriftlich erteilten Urkunde und gibt den Stand zum Zeitpunkt des Ausstellungsdatums wieder. Der jeweils aktuelle Stand der gültigen und überwachten Akkreditierung ist der Datenbank akkreditierter Stellen der Deutschen Akkreditierungsstelle zu entnehmen (www.dakks.de)

**Elektrische Messgrößen - Gleichstrom- und Niederfrequenzmessgrößen
Gleich- und Wechselspannung**

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

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

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Bereiche	2 mV	10 Hz bis 1 MHz		$U = \text{Messwert.}$ Kalibrierung an AC/DC- Transfornormal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschlussimpedanz und die Wiederhol- barkeit zu berücksichtigen.
		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	$0,32 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	6 mV	1 MHz	$0,43 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		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	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit.
		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	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		10 Hz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	20 mV	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	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		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	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	60 mV	200 kHz; 300 kHz	$46 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$60 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 MHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U$	

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalbriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Bereiche	100 mV	10 Hz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot U$	$U = \text{Messwert.}$ Kalibrierung an AC/DC-Transfornormal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/Anschlussimpedanz und die Wiederholbarkeit 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	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$	

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalbiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Bereiche	2 V	10 Hz	$38 \cdot 10^{-6} \cdot U$	$U = \text{Messwert.}$ Kalibrierung an AC/DC-Transfornormal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/Anschlussimpedanz und die Wiederholbarkeit zu berücksichtigen.
		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	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$	Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit
		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	$35 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		10 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	8 V; 10 V	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	$47 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		10 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	20 V	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	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$	

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	
Wechselspannung Bereiche	> 22 V bis 70 V 60 V	10 Hz bis 300 kHz		<p>U = Messwert. Kalibrierung an AC/DC- Transfornormal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschlussimpedanz und die Wiederhol- barkeit zu berücksichtigen.</p>
		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		<p>Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit.</p>
		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	$42 \cdot 10^{-6} \cdot U$	

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

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

Gleich- und Wechselstromstärke

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	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	I = Messwert f = Frequenz
		10 Hz; 12,5 Hz; 20 Hz	$62 \cdot 10^{-6} \cdot I$	Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
	100 µA; 200 µA; 500 µA	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	$22 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 Hz; 12,5 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		20 Hz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		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	$18 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	1 mA	10 Hz; 12,5 Hz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot I$	Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		20 Hz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		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	$15 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 Hz; 12,5 Hz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	2 mA	20 Hz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		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	$15 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 Hz; 12,5 Hz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		20 Hz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	5 mA; 10 mA; 20 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	$14 \cdot 10^{-6} \cdot I$	Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		10 Hz; 12,5 Hz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	50 mA	75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz; 625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot I$	

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstromstärke Messgeräte, Kalibratoren der Serie Fluke 57x0A	100 mA; 200 mA	10 Hz; 12,5 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot I$	I = Messwert f = Frequenz Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		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	$16 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 Hz; 12,5 Hz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		20 Hz	$28 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	500 mA; 1 A	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	$23 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz	$24 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 Hz; 12,5 Hz; 20 Hz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		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	$45 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	2 A	QMH Kap. Vla Vers. 5.0		
		10 Hz bis 10 kHz	4,4 nA bis 6,5 mA	
		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	$47 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		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	$36 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 kHz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 Hz; 20 Hz	$64 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
Wechselstromstärke	100 µA bis 100 A	40 Hz; 55 Hz; 120 Hz	$28 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$27 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 Hz	$33 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	0,5 mA	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 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	$27 \cdot 10^{-6} \cdot I$	

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstromstärke	2 mA	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	$24 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	5 mA	10 Hz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		20 Hz; 40 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$24 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	10 mA	10 Hz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		20 Hz	$24 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 kHz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	20 mA	10 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		20 Hz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 kHz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	50 mA	10 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		20 Hz; 40 Hz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 kHz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	100 mA	10 Hz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		20 Hz; 40 Hz	$24 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$18 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		1 kHz; 10 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	200 mA	10 Hz	$27 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		20 Hz; 40 Hz	$24 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$18 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	500 mA	10 Hz	$36 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		20 Hz	$34 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot I$	

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	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	$34 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 Hz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	5 A; 10 A	20 Hz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 Hz; 20 Hz	$57 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	20 A	40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$53 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 Hz; 20 Hz	$64 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$59 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	50 A	1 kHz; 10 kHz	$68 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 Hz; 20 Hz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	100 A	1 kHz; 10 kHz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		QMH Kap. VIb.1.1 Vers. 5.0	12 mA bis 24 mA	
		10 Hz bis 10 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot I$	

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstromstärke Quellen	200 A bis 300 A	10 Hz bis 1 kHz	$0,30 \cdot 10^{-3} \cdot I - 0,53 \text{ mA}$	$I = \text{Messwert}$ $f = \text{Frequenz}$
	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	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4,0 \text{ mA}$	
Wechselstromstärke Stromzangen und Zangenstromwandler	10 μA bis 2400 A	1 bis N Wicklungen 10 Hz bis 1 kHz $> 1 \text{ kHz}$ bis 10 kHz/ N	$\sqrt{W_{\text{in}}^2 + W_{\text{DUT}}^2} \cdot I$ 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 .
Ladung Q	20 pC bis 200 pC		$0,50 \cdot 10^{-3} \cdot Q + 0,025$ pC	rechteckförmige Stromimpulse $\geq 1 \text{ s}$, Dauer t und Anstiegszeiten $\leq 10 \mu\text{s}$ als Produkt $Q = I \cdot t$; Gesamtunsicherheit errechnet aus der rel. Unsicherheit $W(\text{lin})$ 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.1 „Ersatzableitstromstärke“

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

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

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

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	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 $U_{\text{Spitze}} < 1,4 \text{ kV}$
	> 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	$80 \cdot 10^{-6} \cdot U_n + 4 \text{ mV}$	
		> 1 kHz bis 4 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U_n + 6 \text{ mV}$	
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 eff.= Effektivwertgrenze n des verzerrten Signals Bei Verwendung von Stromzangen erhöhen sich Messunsicherheit und Bereichsgrenzen min. um den Faktor der verwendeten Windungszahl N
	Harmonische 0,022 A bis 0,22 A	80 Hz bis 1 kHz 0,15 A bis 1,4 A, Spitze	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 3,5 \mu\text{A}$	
	> 0,22 A bis 0,8 A		$0,55 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 35 \mu\text{A}$	
	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	$0,68 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	> 2,2 A bis 4 A		$0,34 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	1 A bis 8 A	7 A bis 14 A, Spitze	$0,68 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	2 A bis 15 A	> 14 A bis 30 A, Spitze	$0,68 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	Harmonische 0,022 A bis 0,22 A	> 1 kHz bis 4 kHz 0,15 A bis 1,4 A, Spitze	$0,50 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 40 \mu\text{A}$	
	> 0,22 A bis 0,8 A		$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 80 \mu\text{A}$	
	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	$0,68 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	> 2,2 A bis 4 A		$0,34 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	1 A bis 8 A	7 A bis 14 A, Spitze	$0,68 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	2 A bis 15 A	> 14 A bis 30 A, Spitze	$0,68 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
Flicker * Modulationstiefe $\Delta U/U$ Quellen	0,4 % bis 3,2 %	DIN EN 61000-4-15:2011, Tabelle 5	$1,6 \cdot 10^{-3} \%$	Werte bei $\Delta U/U$ ausgedrückt in $\Delta U/U$ rechteckförmiger Flicker
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 > 5 kHz bis 30 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot k + 0,012 \%$ $0,8 \cdot 10^{-3} \cdot k + 0,012 \%$	Werte ausgedrückt in % Klirren

Gleich- und Wechselstromwiderstand

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

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

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
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	$30 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz	$24 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		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	$21 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	2 Ω	10 Hz; 12,5 Hz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		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	$16 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		10 Hz; 12,5 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	5 Ω	20 Hz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		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	$15 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		10 Hz; 12,5 Hz	$24 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		20 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	10 Ω	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	$14 \cdot 10^{-6} \cdot R$	

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	20 Ω; 50 Ω; 100 Ω	10 Hz; 12,5 Hz	$59 \cdot 10^{-6} \cdot R$	R = Messwert I = Stromstärke f = 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	$12 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		10 Hz; 12,5 Hz; 20 Hz	$59 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 kΩ	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 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	$78 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		QMH Kap. VIIa.3 Vers. 5.0 100 μA ≤ I ≤ 100 A 10 Hz bis 10 kHz	13 nΩ bis 1,7 mΩ	
		10 Hz; 20 Hz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
100 μΩ bis 100 Ω	100 μΩ	40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot R$	R = Messwert I = Stromstärke f = Frequenz Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		1 kHz; 10 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
		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 mΩ	1 kHz	$61 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		10 kHz	$64 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		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	$37 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
10 mΩ	10 mΩ	1 kHz; 10 kHz	$35 \cdot 10^{-6} \cdot R$	R = Messwert I = Stromstärke f = Frequenz Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		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	$36 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$36 \cdot 10^{-6} \cdot R$	

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit		
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	50 mΩ	10 Hz	$45 \cdot 10^{-6} \cdot R$		R = Messwert I = Stromstärke f = 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	$25 \cdot 10^{-6} \cdot R$		

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit		
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)		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 $\mu\Omega$ bis 10 k Ω	10 Hz bis 10 kHz	$\sqrt{U_I^2 + U_U^2} \cdot R$		U_I ist die relative Unsicherheit der Kalibrierstromstärke U_U ist die relative Unsicherheit der gemessenen Spannung am Widerstand R
	0 Ω bis 10 k Ω	20 Hz bis 50 Hz	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot R + 3,1 \text{ m}\Omega$	$R = \text{Messwert}$ Direktmessverfahren	
	> 10 k Ω bis 110 M Ω		$2,3 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega +$ $2,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
	0 Ω bis 20 k Ω	> 50 Hz bis 100 Hz	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2,6 \text{ m}\Omega$		
	> 20 k Ω bis 110 M Ω		$2,3 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega +$ $1,3 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
	0 Ω bis 50 k Ω	> 100 Hz bis 1 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R + 1,3 \text{ m}\Omega$		
	> 50 k Ω bis 110 M Ω		$1,1 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega +$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
	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 k Ω		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
	> 20 k Ω bis 110 M Ω		$1,1 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega +$ $0,79 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
	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 k Ω		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
	> 20 k Ω bis 110 M Ω		$1,3 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega +$ $1,0 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
	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 k Ω		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
	> 2 k Ω bis 110 M Ω		$4,5 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega +$ $0,9 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
	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 k Ω		$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
	> 2 k Ω bis 22 M Ω		$15 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega +$ $1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R$		

Elektrische Leistung

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichstromleistung	0 W bis 110 kW	0 mV bis 1100 V 0 µA bis 100 A	$\sqrt{W_u^2 + W_{DUT}^2} \cdot P$ jedoch nicht kleiner als $44 \cdot 10^{-6} \cdot P + 5 \text{ fW}$	$P = \text{Messwert}$
Wechselstromwirkleistung 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	$PF = 0,05$	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		33 V bis 330 V 45 Hz bis 65 Hz, $PF = 1$		$P = \text{Messwert}$ $PF = \text{Leistungsfaktor}$ (kapazitiv oder induktiv)
Wechselstromwirkleistung Bereiche	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 $(0,33 \cdot 10^{-3} \cdot PF^{-0,98}) \cdot P$		
	0,11 mW bis 21 kW	induktiv $(0,98 \cdot 10^{-3} \cdot PF^{-0,99}) \cdot P$		
		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.

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
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	$U_p \cdot \text{var}/\text{W}$	U_p ist die Unsicherheit der Wirkleistung
Energie E Defibrillatortester	5 J bis 150 J	QMH Kapitel XXXV Version 2.0	$2,3 \cdot 10^{-3} \cdot E + 49 \text{ mJ}$	E = Energie Monophasisch oder Biphasisch
	> 150 J bis 360 J		$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot E + 0,27 \text{ J}$	
Spannungsverhältnis Brückennormale und Messgeräte	0 mV/V bis 100 mV/V	Gleichspannung Brückenspannung: 1 V bis 10 V AA0386 Version 2.0	0,1 $\mu\text{V}/\text{V}$ bis 1,6 $\mu\text{V}/\text{V}$ siehe Matrix M.2	Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit.

Matrix M.2 „Spannungsverhältnis“

Brückenspannung Messwert	10 V	5 V	2 V	1 V
0 mV/V	0,10 $\mu\text{V}/\text{V}$	0,10 $\mu\text{V}/\text{V}$	0,17 $\mu\text{V}/\text{V}$	0,35 $\mu\text{V}/\text{V}$
$\pm 2 \text{ mV}/\text{V}$	0,10 $\mu\text{V}/\text{V}$	0,11 $\mu\text{V}/\text{V}$	0,26 $\mu\text{V}/\text{V}$	0,51 $\mu\text{V}/\text{V}$
$\pm 5 \text{ mV}/\text{V}$	0,10 $\mu\text{V}/\text{V}$	0,13 $\mu\text{V}/\text{V}$	0,27 $\mu\text{V}/\text{V}$	0,52 $\mu\text{V}/\text{V}$
$\pm 10 \text{ mV}/\text{V}$	0,10 $\mu\text{V}/\text{V}$	0,16 $\mu\text{V}/\text{V}$	0,31 $\mu\text{V}/\text{V}$	0,56 $\mu\text{V}/\text{V}$
$\pm 20 \text{ mV}/\text{V}$	0,16 $\mu\text{V}/\text{V}$	0,20 $\mu\text{V}/\text{V}$	0,38 $\mu\text{V}/\text{V}$	0,66 $\mu\text{V}/\text{V}$
$\pm 50 \text{ mV}/\text{V}$	0,35 $\mu\text{V}/\text{V}$	0,39 $\mu\text{V}/\text{V}$	0,58 $\mu\text{V}/\text{V}$	1 $\mu\text{V}/\text{V}$
$\pm 100 \text{ mV}/\text{V}$	0,65 $\mu\text{V}/\text{V}$	0,73 $\mu\text{V}/\text{V}$	1,0 $\mu\text{V}/\text{V}$	1,6 $\mu\text{V}/\text{V}$

Zeit und Frequenz

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
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 0 ns bis 200 s 1 μ s bis 100 h 1 s bis 100 h		1,3 ns $1,5 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t + 50 \text{ ps}$ $10 \cdot 10^{-9} \cdot \Delta t + 1 \mu\text{s}$ $13 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t + 0,82 \text{ s}$	
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

Induktivität und Kapazität

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

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

Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen

Hochfrequenzmessgrößen

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	
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 Calibration Guide No. 7 Version 1	$6,3 \cdot 10^{-3} \cdot f^2/\text{GHz}$ + $20 \cdot 10^{-3} \cdot f$	f = Messwert
	> 6 GHz bis 40 GHz		$75 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
Anstiegszeit	30 ps bis 45 ps > 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 f 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 μ s		$41 \cdot 10^{-3} \cdot T_r$	
Burstdauer und Burstdauer T	10 μ s bis 1 s		$5 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
Impulsfrequenz f	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	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		$3 \% \cdot t_{r,Us} + 1 \text{ ns}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	
Stirnzeit $t_{r,ls}$ der Kurzschlussstromstärke	100 ns bis 100 ms		$3 \% \cdot t_{r,ls} + 2 \text{ ns}$	
Rückenhalbwertszeit 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		3,3 % $\cdot U_S$	
Scheitelwert der Kurzschlussstromstärke I_S	10 A bis 5 kA		3,5 % $\cdot I_S$	
	> 5 kA bis 10 kA		3,8 % $\cdot I_S$	
Pulsförmige Messgrößen * Messempfänger Anzeigeverhalten bei Impulsen Amplitudenbeziehung (absolute Kalibrierung)		EN 55016-1-1:2015		
	9 kHz bis 150 kHz		0,35 dB	Band A
	> 150 kHz bis 30 MHz			Band B
	> 30 MHz bis 300 MHz		0,40 dB	Band C
	> 300 MHz bis 1 GHz			Band D
Änderung der Anzeige mit der Pulsfrequenz (relative Kalibrierung)	Pulswiederholfrequenz 0,1 Hz bis 2 kHz 0,1 Hz bis 50 kHz 0,1 Hz bis 1 MHz		0,30 dB	Band A
			0,35 dB	Band B
				Band C und Band D

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)		Bemerkungen
		Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	
HF-Leistung Eingangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungs- Messgeräten	10 fW bis < 100 fW	QMHS XIII.2 Version 2.0		PC Typ-N *) bis 18 GHz PC-3,5 mm *) bis 33 GHz PC-2,92 mm *) bis 40 GHz *) Andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit.
		DC bis 2 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis < 5 GHz	$26 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		5 GHz bis < 9 GHz	$34 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		9 GHz bis < 12 GHz	$40 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		12 GHz bis 15 GHz	$48 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 15 GHz bis 18 GHz	$54 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	100 fW bis 1 pW	QMHS XIII.2 Version 2.0		P = Messwert (W)
		DC bis 100 MHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 100 MHz bis 2 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 8 GHz	$22 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 8 GHz bis 12 GHz	$24 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 40 GHz	$29 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	> 1 pW bis 10 pW	QMHS XIII.2 Version 2.0		
		DC bis 100 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 100 MHz bis 2 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 8 GHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 8 GHz bis 12 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 26,5 GHz	$26 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 26,5 GHz bis 40 GHz	$29 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	> 10 pW bis 1 nW	QMHS XIII.2 Version 2.0		
		DC bis 100 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 100 MHz bis 2 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 8 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 8 GHz bis 12 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 40 GHz	$22 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	> 1 nW bis 100 nW	QMHS XIII.2 Version 2.0		
		DC bis 2 GHz	$10 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 8 GHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 8 GHz bis 12 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 40 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)		Bemerkungen
		Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	
HF-Leistung Eingangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungs- Messgeräten	> 100 nW bis 10 µW	QMHS XIII.2 Version 2.0		PC Typ-N *) bis 18 GHz PC-3,5 mm *) bis 33 GHz PC-2,92 mm *) bis 40 GHz
		DC bis 100 MHz	$7,1 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 100 MHz bis 2 GHz	$9,4 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 8 GHz	$11 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 8 GHz bis 12 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 40 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	> 10 µW bis 100 mW	QMHS XIII.2 Version 2.0		*) Andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit. P = Messwert (W)
		DC bis 100 MHz	$6,1 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 100 MHz bis 2 GHz	$7,9 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 8 GHz	$9,3 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 8 GHz bis 12 GHz	$11 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 40 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
HF-Leistung Ausgangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Quellen	1 mW	QMHS XIII.1 Version 6.0		Substitution
		50 MHz	$5 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	0,1 pW bis < 10 pW	QMHS XIII.1 Version 6.0		PC Typ-N *) bis 18 GHz PC-3,5 mm *) bis 33 GHz
		50 MHz	$27 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		10 MHz bis 2 GHz	$30 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 3 GHz	$35 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10 pW bis < 1 nW	QMHS XIII.1 Version 6.0		PC-2,92 mm *) bis 40 GHz *) Andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit.
		50 MHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		10 MHz bis 2 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 3 GHz	$31 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1 nW bis < 100 nW	QMHS XIII.1 Version 6.0		$f \leq 5 \text{ GHz}: \Gamma_G \leq 0,025$ $5 \text{ GHz} < f \leq 20 \text{ GHz}: \Gamma_G \leq 0,1$ $20 \text{ GHz} < f \leq 33 \text{ GHz}: \Gamma_G \leq 0,15$ $33 \text{ GHz} < f \leq 40 \text{ GHz}: \Gamma_G \leq 0,3$ $f = \text{Frequenz (Hz)}$ $P = \text{Messwert (W)}$ $ \Gamma_G = \text{Reflexionsfaktor des Kalibiergegen-standes}$
		50 MHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		10 MHz bis 2 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$38 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$71 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 18 GHz bis 26,5 GHz	$93 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	100 nW bis < 1 µW	QMHS XIII.1 Version 6.0		
		8 kHz bis < 10 MHz	$28 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		10 MHz bis 50 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 50 MHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 5 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 5 GHz bis 12 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 20 GHz	$28 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 20 GHz bis 33 GHz	$37 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 33 GHz bis 40 GHz	$90 \cdot 10^{-3} \cdot P$	

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)		Bemerkungen
		Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	
HF-Leistung Ausgangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Quellen	1 µW bis < 10 µW	QMH XIII.1 Version 6.0		PC Typ-N *) bis 18 GHz PC-3,5 mm *) bis 33 GHz PC-2,92 mm *) bis 40 GHz *) Andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit.
		8 kHz bis < 10 MHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		10 MHz bis 50 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 50 MHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 5 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 5 GHz bis 12 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 20 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 20 GHz bis 33 GHz	$37 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 33 GHz bis 40 GHz	$90 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10 µW bis < 100 µW	QMH XIII.1 Version 6.0		$f \leq 5 \text{ GHz}$: $ \Gamma_G \leq 0,025$ $5 \text{ GHz} < f \leq 20 \text{ GHz}$: $ \Gamma_G \leq 0,1$ $20 \text{ GHz} < f \leq 33 \text{ GHz}$: $ \Gamma_G \leq 0,15$ $33 \text{ GHz} < f \leq 40 \text{ GHz}$: $ \Gamma_G \leq 0,3$
		DC bis < 10 MHz	$9,0 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		10 MHz bis 100 MHz	$10 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		>100 MHz bis 2 GHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 8 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 8 GHz bis 10 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 10 GHz bis 12 GHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 30 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 30 GHz bis 33 GHz	$37 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 33 GHz bis 40 GHz	$90 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	100 µW bis 0,1 W	QMH XIII.1 Version 6.0		$f = \text{Frequenz (Hz)}$ $P = \text{Messwert (W)}$ $ \Gamma_G =$ Reflexionsfaktor des Kalibiergegen- standes
		DC bis < 10 MHz	$5,6 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		10 MHz bis 100 MHz	$7,5 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		>100 MHz bis 2 GHz	$10 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 8 GHz	$11 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 8 GHz bis 10 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 10 GHz bis 12 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 30 GHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 30 GHz bis 33 GHz	$39 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 33 GHz bis 40 GHz	$53 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	> 0,1 W bis 1 W	QMH XIII.1 Version 6.0		
		DC bis 50 MHz	$11 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 50 MHz bis 2 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$30 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	> 1 W bis 70 W	QMH XIII.1 Version 6.0		
		DC bis 3 GHz	$38 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	> 70 W bis 250 W	QMH XIII.1 Version 6.0		
		DC bis 500 MHz	$37 \cdot 10^{-3} \cdot P$	

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen	
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren		Erweiterte Messunsicherheit		
HF-Spannung U_{HF} Quellen mit HF- Spannungsanzeige bezüglich 50 Ω	2,2 μV bis 220 μV	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 μV bis 7 V	DC bis 18 GHz			***)	
	2,2 μV bis 220 μV	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 μV bis 2 V	DC bis 18 GHz		$W(U_{HF}) = \frac{W(P_{inc})}{2}$	$W(P_{inc})$ ist die relative Unsicherheit der eingestrahlten Leistung bezüglich $Z_0 = 50 \Omega$ **))	
	2,2 mV bis 2 V	DC bis 40 GHz			***)	
	DC bis 40 GHz					
HF-Leistung Rauschanzeige von Empfängern	0 dBc bis 100 dBc	100 Hz bis 26,5 GHz 100 Hz bis 40 GHz	1,6 dB		Leistungen > -170 dB (1 mW) bezogen auf 1 Hz Bandbreite	
Signalpegeldifferenz	1 Hz bis 10 MHz		1,3 dB 2,7 dB		SNR ≥ 12 dB	
Bandbreite Filter	> 1:1 bis 5:1 > 5:1 bis 10:1 > 10:1 bis 20:1		0,5 %		Signal zu Rausch- Abstand SNR ≥ 70 dB	
Formfaktor			3 % 6 % 12 %		Signal zu Rausch- Abstand SNR ≥ 15 dB	
Umschaltabweichung			0,02 dB			

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
	Messbereich / Messspanne		Messbedingungen / Verfahren		Erweiterte Messunsicherheit
Anzeigelinearität	0 dB > 30 dB > 60 dB > 80 dB > 100 dB	bis 30 dB bis 60 dB bis 80 dB bis 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$ $f \leq 500 \text{ MHz}$
Eingangsabschwächer oder ZF-Verstärker	0 dB > 30 dB > 60 dB > 80 dB > 100 dB	bis 30 dB bis 60 dB bis 80 dB bis 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$ $f \leq 500 \text{ MHz}$
	0 dB > 30 dB > 60 dB	bis 30 dB bis 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>I</i> : Messwert <i>f</i> : 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.

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit		
HF-Reflexionsfaktor * Betrag $ \Gamma $	0 bis 1	9 kHz bis 18 GHz EURAMET Calibration Guide No. 12 Version 3.0	0,003 bis 0,013 Siehe Matrix M.3	N-Konnektor, 50 Ω, andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit Messunsicherheit in Einheiten des Betrags des Reflexionsfaktors	
	0 bis 1	9 kHz bis 33 GHz EURAMET Calibration Guide No. 12 Version 3.0	0,003 bis 0,016 Siehe Matrix M.4	3,5 mm Konnektor Messunsicherheit in Einheiten des Betrags des Reflexionsfaktors	
	0 bis 1	45 MHz bis 45 GHz EURAMET Calibration Guide No. 12 Version 3.0	0,004 bis 0,017 Siehe Matrix M.5	2,92 mm Konnektor Messunsicherheit in Einheiten des Betrags des Reflexionsfaktors	
HF-Reflexionsfaktor * Phasenwinkel φ	-180° bis +180°	9 kHz bis 18 GHz EURAMET Calibration Guide No. 12 Version 3.0	0,2° bis 4,7° Siehe Matrix M.6	N-Konnektor, 50 Ω, andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit	
	-180° bis +180°	9 kHz bis 33 GHz EURAMET Calibration Guide No. 12 Version 3.0	0,3° bis 5,8° Siehe Matrix M.7	3,5 mm Konnektor	
	-180° bis +180°	45 MHz bis 45 GHz EURAMET Calibration Guide No. 12 Version 3.0	0,3° bis 6,3° Siehe Matrix M.8	2,92 mm Konnektor	
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$ 10 GHz $< f \leq 18$ GHz $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,1$ 18 GHz $< f \leq 40$ GHz	
	> 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 · L 0,02 dB + 0,001 dB/dB · L 0,10 dB + 0,001 dB/dB · L 0,11 dB + 0,001 dB/dB · L		

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit		
HF-Dämpfung Dämpfungsglieder	> 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$ $f \leq 500 \text{ MHz}$ $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,05$ $500 \text{ MHz} < f \leq 3 \text{ GHz}$	
	> 70 dB bis 80 dB	100 kHz bis 500 MHz > 500 MHz bis 3 GHz	0,08 dB 0,2 dB		
	> 80 dB bis 100 dB	100 kHz bis 500 MHz > 500 MHz bis 3 GHz	0,1 dB 0,3 dB		
HF-Dämpfung *	0 dB bis 60 dB	9 kHz bis 18 GHz EURAMET Calibration Guide No. 12 Version 3.0	0,01 dB bis 0,09 dB Siehe Matrix M.9	N-Konnektor, 50 Ω, andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit	
	0 dB bis 60 dB	9 kHz bis 33 GHz EURAMET Calibration Guide No. 12 Version 3.0	0,01 dB bis 0,22 dB Siehe Matrix M.10		
	0 dB bis 60 dB	45 MHz bis 45 GHz EURAMET Calibration Guide No. 12 Version 3.0	0,01 dB bis 0,32 dB Siehe Matrix M.11		
HF-Dämpfung * Phasenwinkel φ	-180° bis +180°	9 kHz bis 18 GHz 0 dB bis 60 dB EURAMET Calibration Guide No. 12 Version 3.0	0,2° bis 0,8° Siehe Matrix M.12	N-Konnektor, 50 Ω, andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit	
	-180° bis +180°	9 kHz bis 33 GHz 0 dB bis 60 dB EURAMET Calibration Guide No. 12 Version 3.0	0,2° bis 1,8° Siehe Matrix M.13		
	-180° bis +180°	45 MHz bis 45 GHz 0 dB bis 60 dB EURAMET Calibration Guide No. 12 Version 3.0	0,2° bis 2,5° Siehe Matrix M.14		

Anlage zur Teil-Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-01

Matrix M.3 „HF-Reflexionsfaktor, Betrag $|\Gamma|$; N-Konnektor 50 Ω“

Messunsicherheit in Einheiten des Betrags des Reflexionsfaktors.

Betrag $ \Gamma $	9 kHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz
0	0,003 bis 0,004	0,003 bis 0,004	0,003 bis 0,008	0,008 bis 0,009
0,1	0,003 bis 0,005	0,003 bis 0,004	0,003 bis 0,008	0,008 bis 0,009
0,2	0,003 bis 0,005	0,003 bis 0,004	0,003 bis 0,008	0,008 bis 0,009
0,3	0,003 bis 0,006	0,003 bis 0,004	0,003 bis 0,008	0,008 bis 0,009
0,4	0,003 bis 0,005	0,004	0,003 bis 0,008	0,008 bis 0,009
0,5	0,003 bis 0,006	0,004	0,004 bis 0,009	0,008 bis 0,009
0,6	0,004 bis 0,006	0,004 bis 0,005	0,004 bis 0,009	0,009
0,7	0,004 bis 0,006	0,005	0,005 bis 0,010	0,009 bis 0,010
0,8	0,004 bis 0,006	0,005 bis 0,006	0,005 bis 0,010	0,010
0,9	0,004 bis 0,007	0,006	0,005 bis 0,011	0,011 bis 0,012
1	0,003 bis 0,006	0,004 bis 0,006	0,004 bis 0,012	0,011 bis 0,013

Matrix M.4 „HF-Reflexionsfaktor, Betrag $|\Gamma|$; 3,5 mm Konnektor“

Messunsicherheit in Einheiten des Betrags des Reflexionsfaktors.

Betrag $ \Gamma $	9 kHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz	18 GHz bis 26,5 GHz	26,5 GHz bis 33 GHz
0	0,003 bis 0,004	0,003	0,003 bis 0,004	0,004 bis 0,005	0,005 bis 0,008	0,008 bis 0,010
0,1	0,003 bis 0,005	0,003	0,003 bis 0,004	0,004 bis 0,005	0,005 bis 0,008	0,008 bis 0,010
0,2	0,003 bis 0,006	0,003 bis 0,004	0,004 bis 0,005	0,004 bis 0,005	0,005 bis 0,008	0,008 bis 0,010
0,3	0,003 bis 0,006	0,004	0,004 bis 0,005	0,005	0,005 bis 0,008	0,008 bis 0,011
0,4	0,004 bis 0,005	0,004	0,004 bis 0,005	0,005	0,005 bis 0,008	0,008 bis 0,011
0,5	0,004 bis 0,006	0,004 bis 0,005	0,004 bis 0,005	0,005 bis 0,006	0,005 bis 0,008	0,008 bis 0,011
0,6	0,004 bis 0,006	0,005	0,005 bis 0,006	0,006	0,006 bis 0,009	0,009 bis 0,012
0,7	0,004 bis 0,006	0,005 bis 0,006	0,005 bis 0,006	0,006 bis 0,007	0,006 bis 0,010	0,009 bis 0,013
0,8	0,004 bis 0,007	0,005 bis 0,006	0,005 bis 0,007	0,006 bis 0,007	0,006 bis 0,010	0,010 bis 0,014
0,9	0,004 bis 0,007	0,006 bis 0,007	0,006 bis 0,008	0,007 bis 0,008	0,007 bis 0,011	0,011 bis 0,015
1	0,004 bis 0,006	0,005 bis 0,006	0,005 bis 0,008	0,006 bis 0,009	0,007 bis 0,012	0,011 bis 0,016

Matrix M.5 „HF-Reflexionsfaktor, Betrag $|\Gamma|$; 2,92 mm Konnektor“

Messunsicherheit in Einheiten des Betrags des Reflexionsfaktors.

Betrag $ \Gamma $	45 MHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz	18 GHz bis 26,5 GHz	26,5 GHz bis 33 GHz	33 GHz bis 40 GHz	40 GHz bis 45 GHz
0	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004 bis 0,008	0,008 bis 0,010	0,010	0,010 bis 0,011
0,1	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004 bis 0,008	0,008 bis 0,010	0,010	0,010 bis 0,011
0,2	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004 bis 0,008	0,008 bis 0,010	0,010	0,010 bis 0,011
0,3	0,004	0,004	0,004 bis 0,005	0,005	0,005 bis 0,008	0,008 bis 0,010	0,010	0,010 bis 0,011
0,4	0,004	0,004	0,004 bis 0,005	0,005	0,005 bis 0,008	0,008 bis 0,010	0,010	0,010 bis 0,011
0,5	0,004 bis 0,005	0,005	0,005	0,005	0,005 bis 0,008	0,008 bis 0,010	0,010	0,010 bis 0,012
0,6	0,005	0,005	0,005 bis 0,006	0,005 bis 0,006	0,005 bis 0,009	0,008 bis 0,011	0,010 bis 0,011	0,010 bis 0,012
0,7	0,005 bis 0,006	0,005	0,005 bis 0,006	0,006	0,006 bis 0,009	0,009 bis 0,012	0,011 bis 0,012	0,011 bis 0,013
0,8	0,005 bis 0,006	0,006	0,006 bis 0,007	0,006 bis 0,007	0,006 bis 0,010	0,009 bis 0,013	0,012 bis 0,013	0,012 bis 0,014
0,9	0,005 bis 0,007	0,006 bis 0,007	0,006 bis 0,008	0,007 bis 0,008	0,007 bis 0,011	0,010 bis 0,014	0,013 bis 0,014	0,013 bis 0,015
1	0,005 bis 0,007	0,005 bis 0,006	0,005 bis 0,008	0,007 bis 0,008	0,006 bis 0,012	0,011 bis 0,015	0,014 bis 0,015	0,014 bis 0,017

Matrix M.6 „HF-Reflexionsfaktor, Phasenwinkel φ ; N-Konnektor 50 Ω“

Betrag $ \Gamma $	9 kHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz
0,1	1,4° bis 2,2°	1,5° bis 1,9°	1,5° bis 4,5°	4,4° bis 4,7°
0,2	0,7° bis 1,4°	0,8° bis 1,0°	0,8° bis 2,3°	2,2° bis 2,4°
0,3	0,5° bis 1,0°	0,6° bis 0,7°	0,6° bis 1,5°	1,5° bis 1,6°
0,4	0,4° bis 0,7°	0,5° bis 0,6°	0,5° bis 1,2°	1,2°
0,5	0,4° bis 0,6°	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 1,0°	1,0°
0,6	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 0,9°	0,9°
0,7	0,3° bis 0,5°	0,4°	0,4° bis 0,8°	0,8°
0,8	0,3° bis 0,5°	0,4°	0,4° bis 0,8°	0,7° bis 0,8°
0,9	0,3° bis 0,4°	0,4°	0,4° bis 0,8°	0,7° bis 0,8°
1	0,2° bis 0,4°	0,3° bis 0,4°	0,3° bis 0,7°	0,7° bis 0,8°

Matrix M.7 „HF-Reflexionsfaktor, Phasenwinkel φ ; 3,5 mm Konnektor“

Betrag $ \Gamma $	9 kHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz	18 GHz bis 26,5 GHz	26,5 GHz bis 33 GHz
0,1	1,5° bis 2,6°	1,6° bis 1,7°	1,7° bis 2,3°	2,3° bis 2,6°	2,4° bis 4,2°	4,1° bis 5,8°
0,2	0,8° bis 1,5°	0,9°	0,9° bis 1,2°	1,2° bis 1,4°	1,3° bis 2,2°	2,2° bis 3,0°
0,3	0,6° bis 1,1°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,0°	1,0° bis 1,6°	1,6° bis 2,1°
0,4	0,5° bis 0,8°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,8°	0,7° bis 0,9°	0,8° bis 1,3°	1,3° bis 1,7°
0,5	0,5° bis 0,7°	0,5°	0,5° bis 0,7°	0,7° bis 0,8°	0,8° bis 1,2°	1,1° bis 1,5°
0,6	0,4° bis 0,6°	0,5°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 1,1°	1,1° bis 1,4°
0,7	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 0,5°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 1,0°	1,0° bis 1,3°
0,8	0,3° bis 0,5°	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 1,0°	1,0° bis 1,3°
0,9	0,3° bis 0,5°	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 1,0°	1,0° bis 1,3°
1	0,3° bis 0,4°	0,3° bis 0,4°	0,3° bis 0,5°	0,5° bis 0,7°	0,7° bis 1,0°	0,9° bis 1,2°

Gültig ab: 20.11.2024

Ausstellungsdatum: 20.11.2024

Matrix M.8 „HF-Reflexionsfaktor, Phasenwinkel φ ; 2,92 mm Konnektor“

Betrag $ \Gamma $	45 MHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz	18 GHz bis 26,5 GHz	26,5 GHz bis 33 GHz	33 GHz bis 40 GHz	40 GHz bis 45 GHz
0,1	2,0° bis 2,1°	2,0°	2,0° bis 2,3°	2,2° bis 2,3°	2,2° bis 4,2°	4,2° bis 5,3°	5,3° bis 5,4°	5,3° bis 6,3°
0,2	1,0° bis 1,1°	1,0° bis 1,1°	1,0° bis 1,2°	1,2°	1,2° bis 2,2°	2,1° bis 2,7°	2,7°	2,7° bis 3,2°
0,3	0,7° bis 0,8°	0,7°	0,7° bis 0,9°	0,8° bis 0,9°	0,8° bis 1,5°	1,5° bis 1,9°	1,9°	1,9° bis 2,2°
0,4	0,6°	0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7°	0,7° bis 1,2°	1,1° bis 1,5°	1,5°	1,5° bis 1,7°
0,5	0,5° bis 0,6°	0,5°	0,5° bis 0,6°	0,6°	0,6° bis 1,0°	1,0° bis 1,3°	1,2° bis 1,3°	1,3° bis 1,5°
0,6	0,4° bis 0,5°	0,5°	0,5° bis 0,6°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°	1,1° bis 1,2°	1,1° bis 1,3°
0,7	0,4° bis 0,5°	0,5°	0,5° bis 0,6°	0,5° bis 0,6°	0,5° bis 0,8°	0,8° bis 1,1°	1,0° bis 1,1°	1,1° bis 1,2°
0,8	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 0,5°	0,5° bis 0,6°	0,5° bis 0,8°	0,8° bis 1,0°	1,0°	1,0° bis 1,2°
0,9	0,3° bis 0,5°	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 0,5°	0,5° bis 0,6°	0,5° bis 0,8°	0,8° bis 1,0°	1,0°	1,0° bis 1,2°
1	0,3° bis 0,4°	0,3° bis 0,4°	0,3° bis 0,5°	0,5°	0,5° bis 0,8°	0,7° bis 1,0°	0,9° bis 1,0°	0,9° bis 1,2°

Matrix M.9 „HF-Dämpfung; N-Konnektor 50 Ω “

Absolute Dämpfung	9 kHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz
0 dB	0,01 dB	0,01 dB bis 0,02 dB	0,01 dB bis 0,02 dB	0,02 dB
3 dB	0,04 dB bis 0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB
6 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB
10 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,06 dB	0,05 dB bis 0,06 dB
20 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB
30 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB
40 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB
50 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,06 dB bis 0,07 dB
60 dB	0,05 dB bis 0,09 dB	0,08 dB bis 0,09 dB	0,07 dB bis 0,09 dB	0,08 dB bis 0,09 dB

Matrix M.10 „HF-Dämpfung; 3,5 mm Konnektor“

Absolute Dämpfung	9 kHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz	18 GHz bis 26,5 GHz	26,5 GHz bis 33 GHz
0 dB	0,01 dB	0,01 dB bis 0,02 dB	0,01 dB bis 0,02 dB	0,02 dB	0,02 dB	0,02 dB
3 dB	0,04 dB bis 0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB
6 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB
10 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB				
20 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB
30 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB
40 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,07 dB
50 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,06 dB bis 0,09 dB	0,08 dB bis 0,10 dB
60 dB	0,05 dB bis 0,09 dB	0,07 dB bis 0,09 dB	0,07 dB bis 0,09 dB	0,08 dB bis 0,09 dB	0,08 dB bis 0,19 dB	0,15 dB bis 0,22 dB

Matrix M.11 „HF-Dämpfung; 2,92 mm Konnektor“

Absolute Dämpfung	45 MHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz	18 GHz bis 26,5 GHz	26,5 GHz bis 33 GHz	33 GHz bis 40 GHz	40 GHz bis 45 GHz
0 dB	0,01 dB	0,01 dB bis 0,02 dB	0,01 dB bis 0,02 dB	0,02 dB	0,02 dB	0,02 dB	0,02 dB bis 0,04 dB	0,03 dB
3 dB	0,04 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,05 dB bis 0,06 dB
6 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB
10 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,06 dB bis 0,07 dB
20 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,07 dB bis 0,08 dB
30 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,07 dB	0,07 dB bis 0,08 dB
40 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,07 dB	0,07 dB bis 0,08 dB	0,08 dB bis 0,09 dB
50 dB	0,05 dB	0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,08 dB bis 0,10 dB	0,09 dB bis 0,10 dB	0,10 dB bis 0,13 dB
60 dB	0,06 dB	0,08 dB bis 0,09 dB	0,07 dB bis 0,09 dB	0,08 dB bis 0,09 dB	0,08 dB bis 0,18 dB	0,15 dB bis 0,22 dB	0,17 dB bis 0,22 dB	0,20 dB bis 0,32 dB

Matrix M.12 „HF-Dämpfung; Phasenwinkel φ ; N-Konnektor 50 Ω “

Absolute Dämpfung	9 kHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz
0 dB	0,2°	0,2°	0,2° bis 0,4°	0,4° bis 0,6°
3 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°
6 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°
10 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°
20 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°
30 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°
40 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°
50 dB	0,4°	0,4° bis 0,5°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°
60 dB	0,4° bis 0,6°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,8°

Matrix M.13 „HF-Dämpfung; Phasenwinkel φ ; 3,5 mm Konnektor“

Absolute Dämpfung	9 kHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz	18 GHz bis 26,5 GHz	26,5 GHz bis 33 GHz
0 dB	0,2°	0,2°	0,2° bis 0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,9°	0,9° bis 1,0°
3 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°
6 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°
10 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°
20 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°
30 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°
40 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 1,0°	1,0° bis 1,2°
50 dB	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 0,5°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 1,0°	1,0° bis 1,2°
60 dB	0,4° bis 0,6°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,8°	0,8° bis 1,5°	1,3° bis 1,8°

Matrix M.14 „HF-Dämpfung; Phasenwinkel φ ; 2,92 mm Konnektor“

Absolute Dämpfung	45 MHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz	18 GHz bis 26,5 GHz	26,5 GHz bis 33 GHz	33 GHz bis 40 GHz	40 GHz bis 45 GHz
0 dB	0,2°	0,2°	0,2° bis 0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,9°	0,9° bis 1,0°	1,0° bis 1,2°	1,2° bis 1,4°
3 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°	1,1° bis 1,3°	1,3° bis 1,5°
6 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°	1,1° bis 1,3°	1,3° bis 1,5°
10 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°	1,1° bis 1,3°	1,3° bis 1,5°
20 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°	1,1° bis 1,3°	1,3° bis 1,5°
30 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°	1,1° bis 1,3°	1,3° bis 1,5°
40 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 1,0°	1,0° bis 1,2°	1,2° bis 1,3°	1,3° bis 1,5°
50 dB	0,4°	0,4° bis 0,5°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 1,0°	1,0° bis 1,2°	1,2° bis 1,4°	1,4° bis 1,7°
60 dB	0,4° bis 0,5°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,8°	0,8° bis 1,5°	1,3° bis 1,8°	1,6° bis 1,9°	1,8° bis 2,5°

Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen - Optische Messgrößen

Radiometrie

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit		
optische Strahlungsleistung faseroptische Leistungsmessgeräte	1 µW bis 0,5 mW	1310 nm, 1550 nm 850 nm 654 nm	1,3 %		Konnektor FC, ST, SC, SMA, HMS-10 oder adaptierbar abweichende Wellenlängen (780 nm, 635 nm, 1625 nm) interpoliert
			2,2 % 2,2 %		
Nichtlinearität faseroptischer Strahlungsempfänger	10 nW bis 160 µW	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)		
	0,32 nW bis < 3,2 nW		$7,1 \cdot 10^{-3}$ (0,031 dB)		
	3,2 nW bis 0,5 µW		$6,0 \cdot 10^{-3}$ (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 pm		
	1250 nm bis 1700 nm		2 pm		

Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen - Optische Messgrößen

Photometrie

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen	
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit		
Transmissionsfilter Transmission T	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 %		
	> 0 % bis < 24 % 24 % bis < 40 % 40 % bis 84 %		0,80 %		
			0,70 %		
			0,65 %		
Trübungskoeffizient k	Messkammerlänge 0,43 m > 0 m ⁻¹ bis 4,3 m ⁻¹		0,020 m ⁻¹ bis 0,050 m ⁻¹	Trübungskoeffizient k berechnet aus dem Trübunggrad N . Unsicherheitsintervall $U(k)$ berechnet aus dem Unsicherheits- intervall des Trübunggrads $U(N)$. Andere Messkammerlängen erhöhen die Messunsicherheit.	
Beleuchtungsstärke E	0 lx	QMH XXXI	0,01 lx	Referenz-Null	
	900 lx bis 2000 lx		1,7 % · E	Normlicht	
	≥ 5 lx bis < 10 klx		1,9 % · E	LED-Licht	
	≥ 10 klx bis 110 klx		9,0 · 10 ⁻⁸ · E^2 / lx + 0,02 · E - 13 lx		

Dimensionelle Messgrößen

Länge und Winkel

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen	
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit		
Messschieber für Außen-, Innen- und Tiefenmaße *	bis 500 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 9.1:2006	$20 \mu\text{m} + 15 \cdot 10^{-6} \cdot l$	/: Messwert	
Bügelmessschrauben *	bis 300 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 10.1:2001	$2 \mu\text{m} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot l$		
Messuhren mit Skalenanzeige *	bis 100 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 11.1:2014	$1,5 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot l$		
Messuhren mit Ziffernanzeige *	bis 100 mm	VDI/VDE/DGQ/DKD 2618 Blatt 11.4:2020	$1,5 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot l$		
Feinzeiger *	bis 3 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 11.2:2002	0,9 μm		
Fühlhebelmessgeräte *	bis 1,6 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 11.3:2002			
Parallelendmaße aus Stahl oder Keramik nach DIN ISO 3650 *	0,5 mm bis 100 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 3.1:2004 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		

Anlage zur Teil-Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-01

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	
Zylindrische Normale Ringe *	3 mm bis 125 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.1:2006 Option 3	0,7 μm + 0,8 $\cdot 10^{-6} \cdot d$	d ist der gemessene Durchmesser
Durchmesser	> 125 mm bis 300 mm		0,6 μm + 2,1 $\cdot 10^{-6} \cdot d$	
Dorne *	1 mm bis 125 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.1:2006 Option 3	0,5 μm + 1,2 $\cdot 10^{-6} \cdot d$	d ist der gemessene Durchmesser
Durchmesser	> 125 mm bis 300 mm		0,3 μm + 2,8 $\cdot 10^{-6} \cdot d$	
Prüfstifte * Durchmesser	1 mm bis 20 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.2:2006 Option 1	0,5 μm + 1,2 $\cdot 10^{-6} \cdot d$	
Gewindelehrten * (ein- und mehrgängige zylindrische Außen- und Innengewinde mit geradlinigen Flanken, symmetrischem Profil, Nennsteigung und Nennprofilwinkel)				
Außengewinde Einfacher Flankendurchmesser	1 mm bis 125 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.8:2006 Option 1 Dreidrahtmethode (senkrecht zur Gewindeachse)	2,8 μm + 0,2 $\cdot 10^{-6} \cdot d$	d ist der gemessene Flankendurchmesser
	> 125 mm bis 500 mm		2,7 μm + 1,0 $\cdot 10^{-6} \cdot d$	
Innengewinde Einfacher Flankendurchmesser	3 mm bis 125 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.9:2006 Option 1 Zweikugelmethode (senkrecht zur Gewindeachse)	2,5 μm + 0,3 $\cdot 10^{-6} \cdot d$	
Hebelsysteme zur Krafteinleitung an Bremsprüfständen	bis 600 mm 600 mm bis 2500 mm	Arbeitsanweisung AA0364 Version 8.0	52 μm $23 \cdot 10^{-6} \cdot l + 0,12 \text{ mm}$	l : Messwert

Anlage zur Teil-Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-01

Permanentes Laboratorium – Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Nivelliermaßstäbe für Intervallmessungen	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 mm + 45 · 10 ⁻⁶ · l	l = gemessene Länge Bandmaße für die Charakterisierung von Scheinwerfer- einstellprüfsystemen
Umfangsmaßbänder aus Stahl		AA0265-3 Version 8.0	62 µm	Kalibrierung an den Nennwerten der Normale
Durchmesser	150 mm bis 300 mm			
Umfang	470 mm bis 950 mm	AA0206 Version 1.0	190 µm	max. Basislänge 100 mm α= Winkel in °
Elektronische Neigungsmessgeräte	-55° bis -30°		42 · 10 ⁻⁶ · α + 0,00034°	
	-30° bis 30°		0,0016°	
	30° bis 55°		42 · 10 ⁻⁶ · α + 0,00034°	
Punkt- und Linienlaser Neigungsabweichung	0 mm/m bis 2 mm/m	AA0356 Version 9.0		
horizontal			0,080 mm/m	
vertikal			0,10 mm/m	
Position Sensitive Detector / PSD Dioden X- und Y-Achsen- abweichung	bis 5 mm	AA0356 Version 9.0	18 µm	
Längenmessmittel Prüfleihen	0 mm bis 75 mm	AA0286-2 Version 2.0	31 µm	Angenommener Temperaturbereich: 20 °C ± 1 K
	> 75 mm bis 150 mm		37 µm	
	0 mm bis 150 mm	AA0286-2 Version 2.0 Innenmessung	36 µm	Angenommener therm. Ausdehnungs-koeff.: $\alpha = 11,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
	0 mm bis 150 mm	AA0286-2 Version 2.0 Tiefenmessung	39 µm	
	0 bis 75 mm	AA0286-2 Version 2.0 Stufenmessung	55 µm	Abweichende Umgebungs- bedingungen und Materialien der zu kalibrierenden Prüfleihen erhöhen die Messunsicherheit.
	> 75 mm bis 150 mm		76 µm	

Elektrische Messgrößen

Permanentes Laboratorium – Standort Berlin

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichspannung Quellen	0 V	QMH III.1 Version 9.0	120 nV	$U = \text{Messwert}$
	0 V bis 0,1 V	QMH IV.1. Version 9.0	$4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,36 \mu\text{V}$	
	> 0,1 V bis 1 V		$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,35 \mu\text{V}$	
	> 1 V bis 10 V		$3,2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,56 \mu\text{V}$	
	> 10 V bis 100 V		$5,3 \cdot 10^{-6} \cdot U + 34 \mu\text{V}$	
	> 100 V bis 500 V		$9,6 \cdot 10^{-6} \cdot U - 0,34 \text{ mV}$	
	> 500 V bis 1050 V		$30 \cdot 10^{-6} \cdot U - 10 \text{ mV}$	
Gleichspannung Messgeräte	0 V bis 220 mV	QMH III.1 Version 9.0	$6 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,6 \mu\text{V}$	$U = \text{Messwert}$
	> 220 mV bis 2,2 V		$5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1 \mu\text{V}$	
	> 2,2 V bis 11 V		$4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3,5 \mu\text{V}$	
	> 11 V bis 22 V		$4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 6,5 \mu\text{V}$	
	> 22 V bis 220 V		$5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 80 \mu\text{V}$	
	> 220 V bis 1050 V		$7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,5 \text{ mV}$	
	0 V bis 0,1 V	QMH IV.2. Version 9.0	$4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,36 \mu\text{V}$	
	> 0,1 V bis 1 V		$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,35 \mu\text{V}$	
	> 1 V bis 10 V		$3,2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,56 \mu\text{V}$	
	> 10 V bis 100 V		$5,3 \cdot 10^{-6} \cdot U + 34 \mu\text{V}$	
	> 100 V bis 500 V		$9,6 \cdot 10^{-6} \cdot U - 0,34 \text{ mV}$	
	> 500 V bis 1050 V		$30 \cdot 10^{-6} \cdot U - 10 \text{ mV}$	
Hochspannung Quellen	1 kV bis 30 kV	QMH XX Version 2.0	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U$	

Permanentes Laboratorium – Standort Berlin

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Quellen, Messgeräte		Quellen gemäß QMH IV.1 Version 9.0 Messgeräte gemäß QMH IV.2 Version 9.0		$U = \text{Messwert}$
	2 mV bis 1000 V	10 Hz bis 1 MHz	$4,1 \mu\text{V} \text{ bis } 0,48 \text{ V}$	
	2 mV bis 10 mV	10 Hz bis 40 Hz	$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,4 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$5,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$46 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
	> 10 mV bis 100 mV	10 Hz bis 40 Hz	$86 \cdot 10^{-6} \cdot U + 4,6 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$87 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,93 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$	
		> 300 kHz bis 1 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$	
	> 100 mV bis 1 V	10 Hz bis 40 Hz	$83 \cdot 10^{-6} \cdot U + 46 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$82 \cdot 10^{-6} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,92 \cdot 10^{-3} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,12 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 1 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,12 \text{ mV}$	
	> 1 V bis 10 V	10 Hz bis 40 Hz	$85 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,46 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$87 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,92 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,2 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 1 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,2 \text{ mV}$	
	> 10 V bis 100 V	10 Hz bis 40 Hz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,6 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,41 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
	> 100 V bis 1000 V	50 Hz bis 1 kHz	$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \text{ mV}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Berlin

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Messgeräte, Quellen		Messgeräte gemäß QMII III.1 Version 9.0 Quellen gemäß QMH V.1 Version 5.0		$U = \text{Messwert}$
	1 mV bis 1100 V	10 Hz bis 1 MHz	5 μ V bis 81 mV	
	1 mV bis 2,2 mV	10 Hz bis 20 Hz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 13 \mu$ V	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$3,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
	> 2,2 mV bis 22 mV	10 Hz bis 20 Hz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu$ V	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$3,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
	> 22 mV bis 220 mV	10 Hz bis 20 Hz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 13 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U + 8 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,28 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 35 \mu$ V	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$3,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 80 \mu$ V	
	> 220 mV bis 2,2 V	10 Hz bis 20 Hz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 80 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 6 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U + 70 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,39 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,13 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$0,95 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,35 \text{ mV}$	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$1,9 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,85 \text{ mV}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Berlin

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Messgeräte, Quellen	> 2,2 V bis 22 V	10 Hz bis 20 Hz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,8 \text{ mV}$	$U = \text{Messwert}$
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,25 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 60 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,16 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,35 \text{ mV}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,5 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,3 \text{ mV}$	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8,5 \text{ mV}$	
	> 22 V bis 220 V	10 Hz bis 20 Hz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \text{ mV}$	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,5 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$70 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,8 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$	
Hochspannung Quellen	> 220 V bis 1100 V	> 50 kHz bis 100 kHz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \text{ mV}$	Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit
		15 Hz bis 50 Hz	$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \text{ mV}$	
		> 50 Hz bis 1 kHz	$70 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$	
	1 mV bis 220 V	1 Hz bis 10 kHz Rechteckspannung	$0,38 \mu\text{V} \text{ bis } 3,2 \text{ mV}$ Siehe Matrix M.1	
	1 kV bis 21 kV	QMH XX Version 2.0 45 Hz bis 55 Hz	$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	> 21 kV bis 30 kV		7,9 V	

Permanentes Laboratorium – Standort Berlin

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichstromstärke Messgeräte, Quellen	0 mA bis 220 μ A	QMH III.1 Version 9.0 Messgeräte QMH V.1 Version 5.0 Quellen	$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 8 \text{ nA}$	$I = \text{Messwert}$
	> 220 μ A bis 2,2 mA		$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 8 \text{ nA}$	
	> 2,2 mA bis 22 mA		$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 80 \text{ nA}$	
	> 22 mA bis 100 mA		$50 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,8 \mu\text{A}$	
	> 100 mA bis 220 mA		$50 \cdot 10^{-6} \cdot I + 200 \cdot 10^{-6} \cdot I^2 + 0,8 \mu\text{A}$	
	> 220 mA bis 1 A		$65 \cdot 10^{-6} \cdot I + 25 \mu\text{A}$	
	> 1 A bis 2,2 A		$65 \cdot 10^{-6} \cdot I + 10 \cdot 10^{-6} \cdot I^2 + 25 \mu\text{A}$	
	> 2,2 A bis 3 A		$0,38 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \mu\text{A}$	
	> 3 A bis 10,1 A		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,5 \text{ mA}$	
	> 10,1 A bis 20,5 A		$1 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,75 \text{ mA}$	
Gleichstromstärke Stromzangen und Stromzangenwandler	0 pA bis 1 pA	QMH IV.2 Version 9.0 Messgeräte QMH IV.1 Version 9.0 Quellen	1 pA	
	> 1 pA bis 100 nA		$35 \cdot 10^{-6} \cdot I + 46 \text{ pA}$	
	> 100 nA bis 1 μ A		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 46 \text{ pA}$	
	> 1 μ A bis 10 μ A		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,12 \text{ nA}$	
	> 10 μ A bis 100 μ A		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,92 \text{ nA}$	
	> 100 μ A bis 1 mA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 6 \text{ nA}$	
	> 1 mA bis 10 mA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 58 \text{ nA}$	
	> 10 mA bis 100 mA		$41 \cdot 10^{-6} \cdot I + 580 \text{ nA}$	
	> 100 mA bis 1 A		$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot I + 12 \mu\text{A}$	
	1 A bis 400 A	QMH VI Version 5.0 Quellen	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
Gleichstromstärke Stromzangen und Stromzangenwandler	1 mA bis 1100 A	QMH XIX Version 3.0 1 bis N Wicklungen	$3 \cdot 10^{-3} \cdot I$	

Permanentes Laboratorium – Standort Berlin

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstromstärke Messgeräte, Quellen		Messgeräte gemäß QMII III.1 Version 9.0 Quellen gemäß QMII V.1 Version 5.0		$I = \text{Messwert}$
	10 µA bis 20,5 A	10 Hz bis 10 kHz	25 nA bis 0,62 A	
	0,01 mA bis 0,22 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 25 \text{ nA}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 16 \text{ nA}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \text{ nA}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 80 \text{ nA}$	
	> 0,22 mA bis 2,2 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \text{ nA}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-4} \cdot I + 35 \text{ nA}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,4 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,8 \mu\text{A}$	
	> 2,2 mA bis 22 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,4 \mu\text{A}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,35 \mu\text{A}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 8 \mu\text{A}$	
	> 22 mA bis 220 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4 \mu\text{A}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 3,5 \mu\text{A}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 80 \mu\text{A}$	
	> 220 mA bis 2,2 A	20 Hz bis 1 kHz	$0,55 \cdot 10^{-3} \cdot I + 35 \mu\text{A}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot I + 80 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,16 \text{ mA}$	
	> 2,2 A bis 3 A	10 Hz bis 45 Hz	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ mA}$	
		> 45 Hz bis 1 kHz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ mA}$	
	> 3 A bis 11 A	45 Hz bis 100 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2 \text{ mA}$	
		> 100 Hz bis 1 kHz	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2 \text{ mA}$	
	> 11 A bis 20,5 A	45 Hz bis 100 Hz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5 \text{ mA}$	
		> 100 Hz bis 1 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5 \text{ mA}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Berlin

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstromstärke Quellen		QMH IV.1. Version 9.0		$I = \text{Messwert}$
	5 μA bis 1 A	20 Hz bis 5 kHz	35 nA bis 13 mA	
	5 μA bis 100 μA	20 Hz bis 45 Hz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 35 \text{ nA}$	
		> 45 Hz bis 1 kHz	$0,76 \cdot 10^{-3} \cdot I + 34 \text{ nA}$	
	> 100 μA bis 1 mA	20 Hz bis 45 Hz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,23 \mu\text{A}$	
		> 45 Hz bis 100 Hz	$0,71 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,23 \mu\text{A}$	
		> 100 Hz bis 5 kHz	$0,73 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2 \mu\text{A}$	
	> 1 mA bis 10 mA	20 Hz bis 45 Hz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,3 \mu\text{A}$	
		> 45 Hz bis 100 Hz	$0,71 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,3 \mu\text{A}$	
		> 100 Hz bis 5 kHz	$0,73 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2 \mu\text{A}$	
	> 10 mA bis 100 mA	20 Hz bis 45 Hz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 23 \mu\text{A}$	
		> 45 Hz bis 100 Hz	$0,71 \cdot 10^{-3} \cdot I + 23 \mu\text{A}$	
		> 100 Hz bis 5 kHz	$0,73 \cdot 10^{-3} \cdot I + 20 \mu\text{A}$	
	> 100 mA bis 1 A	20 Hz bis 45 Hz	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,23 \text{ mA}$	
		> 45 Hz bis 100 Hz	$0,83 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,33 \text{ mA}$	
		> 100 Hz bis 5 kHz	$1,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,21 \text{ mA}$	
Wechselstromstärke Quellen, Messgeräte		QMH VI.1 Version 5.0		$I = \text{Messwert}$
	10 mA bis 500 A		3 μA bis 0,2 A	
	10 mA bis 1 A		$0,32 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 1 A bis 100 A		$0,69 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 100 A bis 450 A		$0,9 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
Stromzangen und Zangenstromwandler	1 mA bis 1100 A	QMH XIX Version 3.0 1 bis N Wicklungen 10 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz/N	$4 \cdot 10^{-3} \cdot I$	$I = \text{Messwert}$
Ersatzableitstromstärke	0,2 μA bis 200 mA	QMH VIa.3 Version 5.0 an R_N bis 1 G Ω DC bis 60 Hz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot I$ bis $5,8 \cdot 10^{-3} \cdot I$ Siehe Matrix M.2	

Permanentes Laboratorium – Standort Berlin

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichstromwiderstand	0 Ω	QMH III.1.3 Version 9.0 2-Draht Kurzschluss	0,5 mΩ	$R = \text{Messwert}$
		4-Draht-Kurzschluss	0,35 μΩ	
	100 μΩ 1 mΩ 10 mΩ 100 mΩ	Messgeräte gemäß QMH III.1 Version 9.0 Festwiderstände gemäß QMH VII.1 Version 5.0 Oder QMH V.1 Version	0,45 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,17 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,17 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,10 · $10^{-3} \cdot R$	
	1 Ω; 10 Ω; 100 Ω; 1 kΩ; 10 kΩ; 100 kΩ; 1 MΩ; 10 MΩ; 100 MΩ;	3.0	40 · $10^{-6} \cdot R$	
			23 · $10^{-6} \cdot R$	
			14 · $10^{-6} \cdot R$	
			10 · $10^{-6} \cdot R$	
			9,5 · $10^{-6} \cdot R$	
			11 · $10^{-6} \cdot R$	
			15 · $10^{-6} \cdot R$	
			31 · $10^{-6} \cdot R$	
			100 · $10^{-6} \cdot R$	
	1 Ω; 10 Ω; 100 Ω; 1 kΩ; 10 kΩ; 100 kΩ; 1 MΩ; 10 MΩ; 100 MΩ; 1 GΩ	Festwiderstände gemäß QMH IV.1 Version 9.0	76 · $10^{-6} \cdot R$	
			20 · $10^{-6} \cdot R$	
			17 · $10^{-6} \cdot R$	
			10 · $10^{-6} \cdot R$	
			10 · $10^{-6} \cdot R$	
			13 · $10^{-6} \cdot R$	
			19 · $10^{-6} \cdot R$	
			70 · $10^{-6} \cdot R$	
			0,59 · $10^{-3} \cdot R$	
			5,9 · $10^{-3} \cdot R$	
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	0 bis < 11 Ω 11 Ω bis < 110 Ω 110 Ω bis < 110 kΩ 110 kΩ bis < 1,1 MΩ 1,1 MΩ bis < 3,3 MΩ 3,3 MΩ bis < 11 MΩ 11 MΩ bis < 33 MΩ 33 MΩ bis < 110 MΩ 110 MΩ bis < 330 MΩ 330 MΩ bis < 1,1 GΩ	Messgeräte gemäß QMH III.1 Version 9.0 Festwiderstände gemäß QMH VII.1 Version 5.0	40 · $10^{-6} \cdot R$	$R = \text{Messwert}$ U_I ist die relative Unsicherheit der Kalibrierstromstärke U_U ist die relative Unsicherheit der gemessenen Spannung am Widerstand
			35 · $10^{-6} \cdot R$	
			28 · $10^{-6} \cdot R$	
	500 μΩ bis 45 kΩ	10 Hz bis 10 kHz	32 · $10^{-6} \cdot R$	
			60 · $10^{-6} \cdot R$	
			0,13 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,25 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,5 · $10^{-3} \cdot R$	
			3 · $10^{-3} \cdot R$	
			15 · $10^{-3} \cdot R$	

Permanentes Laboratorium – Standort Berlin

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Induktivität Festwerte	0 µH	QMH III.1 Version 9.0 2-Draht-Kurzschluss	0,03 µH	$L = \text{Messwert}$ $50 \text{ m}\Omega \leq Z \leq 11 \text{ k}\Omega$
		Messgeräte gemäß QMH XI Version 5.0 Normale gemäß QMH XII Version 2.0		
	100 µH	100 Hz	$0,54 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		1 kHz	$0,28 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	1 mH	100 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		1 kHz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
Kapazität Festwerte	10 mH	100 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,16 \cdot 10^{-3} \cdot L$	$C = \text{Messwert}$ $1 \Omega \leq Z \leq 110 \text{ M}\Omega$
	100 mH	100 Hz; 1 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,28 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	1 H	100 Hz, 1 kHz	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	0 pF	QMH III.1 Version 9.0	0,2 pF	
		Messgeräte gemäß QMH XI Version 5.0 Normale gemäß QMH XII Version 2.0		
	1 pF	1 kHz	$0,63 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		10 kHz	$0,31 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		1 kHz	$42 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
		10 kHz; 100 kHz 1 MHz	$53 \cdot 10^{-6} \cdot C$ $88 \cdot 10^{-6} \cdot C$ $0,24 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
Kapazität Festwerte	100 pF	1 kHz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot C$	$C = \text{Messwert}$ $1 \Omega \leq Z \leq 110 \text{ M}\Omega$
	1 nF	1 kHz	$71 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
		100 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	10 nF	100 Hz	$0,49 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		1 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		10 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	100 nF	100 Hz;	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		1 kHz;	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		10 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
Kapazität Festwerte	1 µF	100 Hz; 1 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot C$	$C = \text{Messwert}$ $1 \Omega \leq Z \leq 110 \text{ M}\Omega$
		10 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot C$	

Permanentes Laboratorium – Standort Berlin

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichstromleistung Messgeräte		QMH X.1 Version 5.0		
	0 W bis 21 kW	0 mV bis 1020 V 0 µA bis 20,5 A	$\sqrt{W_U^2 + W_{DUT}^2} \cdot P$ 0,21 · 10 ⁻³ · P bis 0,70 · 10 ⁻³ · P	P = Messwert
bei Zangenabgriff	0 W bis 300 kW	0 V bis 330 V 0 mA bis 1000 A	$\sqrt{W_{in}^2 + W_{DUT}^2} \cdot P$ jedoch nicht kleiner als 0,2 · 10 ⁻³ · P	W_{in} ist die relative Unsicherheit der Wirkleistung der Einfachwicklung.
Wechselstromwirkleistung Messgeräte		QMH X.1 Version 5.0		P = Messwert PF = Leistungsfaktor (kapazitiv oder induktiv)
	0,11 mW bis 21 kW	$PF = 1$; 45 Hz bis 65 Hz 33 mV bis 1020 V 3,3 mA bis 20 A	0,7 · 10 ⁻³ · P bis 1,4 · 10 ⁻³ · P	
	15 W; 60 W; 100 W; 400 W; 500 W; 1 kW; 2 kW; 4 kW	$PF = 1$; 45 Hz bis 65 Hz 50 V oder 200 V 0,3 A; 2 A; 10 A; 20 A	0,16 · 10 ⁻³ · P	
	1,5 W; 6 W	30 mA;	0,26 · 10 ⁻³ · P	
	2,3 W bis 20,6 kW	45 Hz bis 65 Hz; $PF = 1$ 23 V bis 1020 V 30 mA bis 20,5 A	0,32 · 10 ⁻³ · P bis 0,48 · 10 ⁻³ · P	
	220 W	45 Hz bis 65 Hz 220 V; 1 A $PF = 1$	0,16 · 10 ⁻³ · P	
	198 W	$PF = 0,9$	0,18 · 10 ⁻³ · P	
	110 W	$PF = 0,5$	0,29 · 10 ⁻³ · P	
	22 W	$PF = 0,1$	1,4 · 10 ⁻³ · P	
	11 W	$PF = 0,05$	2,7 · 10 ⁻³ · P	
bei Zangenabgriff	10 W bis 1 kW	33 V bis 330 V 330 mA bis < 3 A 45 Hz bis 65 Hz $0,05 \leq PF < 1$ Induktiv, kapazitiv	0,22 W	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.
	0,5 W bis 218 kW	QMH X.4 Version 5.0 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 0,4 · 10 ⁻³ · P	
Leistungsfaktor	0 bis 0,4	QMH X Version 5.0 33 V bis 330 V 330 mA bis 2,2 A 45 Hz bis 65 Hz	0,15 · 10 ⁻³	
	> 0,4 bis < 1		-60 · 10 ⁻⁶ · P + 0,16 · 10 ⁻³	
	1		89 · 10 ⁻⁶	

Permanentes Laboratorium – Standort Berlin

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstrom- blindleistung Messgeräte	0 var bis 1 kvar	QMH X Version 5.0 45 Hz bis 65 Hz	$U_P \cdot \text{var}/W$	U_P ist die Unsicherheit der Wirkleistung
Frequenz f Messung und Synthese	0,01 Hz bis 18 GHz	QMH VIII.1 Version 5.0	$0,5 \cdot 10^{-9} \cdot f + U_{Tf}$	U_{Tf} : Triggerunsicherheit
Zeitintervall Δt	0 ns bis 0,7 ms 2 ns bis 100 s 1 s bis 100 h	QMH VIII.1.1 Version 5.0	1,2 ns $1,5 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t + 50 \text{ ps}$ $14 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t + U_{Tf}$	
Drehzahl	0,02 s^{-1} bis 18000 s^{-1}	QMH VIII.3 Version 5.0	$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
Oszilloskop Vertikal	0 V bis 5 V 5 V 130 V	QMH IX.1 Version 4.0 DC bis 10 kHz	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 66 \mu\text{V}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 44 \mu\text{V}$	U : Messwert
Oszilloskop Horizontal	1 ns bis < 100 ns 100 ns bis 20 ms > 20 ms bis 5 s	QMH IX.1 Version 4.0	$0,6 \cdot 10^{-6} \cdot T + 60 \text{ fs}$ $3,1 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ fs}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 + 29 \cdot 10^{-6} \cdot T$	T = Messwert
Oszilloskope Bandbreite f (Frequenzgang)	50 kHz > 50 kHz bis 100 MHz > 100 MHz bis 300 MHz > 300 MHz bis 600 MHz > 600 MHz bis 1,1 GHz > 1,1 GHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz	QMH XI.1 EURAMET cg-7 v1 DKD 2622-Blatt 4:2014	$3,3 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $2,5 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $3,1 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $5,5 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $6,5 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $6,8 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $9,5 \cdot 10^{-2} \cdot f$	f = Messwert
Frequenz f Zeitbasis	10 MHz	QMH IX.2.8 Version 4.0	$0,2 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
Anstiegszeit Oszilloskope	50 ps bis 1 ms 1 ns bis 1 ms	QMH IX.1 Version 4.0 0,05 V bis 1,2 V 0,1 bis 3 V	$4 \text{ ps} + 5,7 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $2,5 \text{ ps} + 5,8 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
Anstiegszeit Generatoren, Pulse	0,5 ns bis < 2,5 ns 2,5 ns bis 5 ms	QMH IX.1 Version 4.0	$28 \text{ ps} + 14 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $13 \text{ ps} + 28 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
HF-Leistung Ausgangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Quellen	10 μW bis 80 mW	DC bis 50 MHz 50 MHz bis 4 GHz 4 GHz bis 12 GHz 12 GHz bis 18 GHz	$9,5 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $14 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $22 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $36 \cdot 10^{-3} \cdot P$	N-Konnektor, 50 Ohm $ \Gamma_G \leq 0,035$ $f \leq 4 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,056$ $f \leq 12 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,075$ $f \leq 18 \text{ GHz}$ andere Konnektoren und Reflexionsfaktoren erhöhen die Messunsicherheit
HF-Spannung U_{HF} Quellen mit HF- Spannungsanzeige bezüglich 50Ω	22 mV bis 2 V	DC bis 18 MHz	$W(U_{HF}) = \frac{W(P)}{2}$	$W(P)$ ist die relative Unsicherheit der gemessenen Leistung an $Z_0 = 50 \Omega$

Anlage zur Teil-Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-01

Permanentes Laboratorium – Standort Berlin

Matrix M.1 Rechteckspannung

Rechteckspannung [V]	0,001	0,01	0,1	0,1	0,5	1	5	10	50	100
Frequenz [Hz]										
10	3,8E-07	512,2E-9	2,44E-06	2,37E-06	1,12E-05	2,2E-05	110,4E-6	250,0E-6	1,2E-3	2,3E-3
100	7,4E-07	814,6E-9	2,52E-06	2,46E-06	1,12E-05	2,2E-05	110,4E-6	250,0E-6	1,2E-3	2,3E-3
1000	6,4E-06	6,4E-6	6,99E-06	6,97E-06	1,34E-05	2,4E-05	111,6E-6	251,5E-6	1,2E-3	2,3E-3
10000	6,3E-05	63,7E-6	6,56E-05	6,56E-05	7,47E-05	8,7E-05	200,5E-6	369,5E-6	1,6E-3	3,2E-3

Matrix M.2 Ersatzableitstromstärke

Normalwiderstand R_N	1 kΩ	10 kΩ	100 kΩ	1 MΩ	10 MΩ	100 MΩ	1 GΩ					
Nominalspannung	Stromstärke erweiterte Messunsicherheit U in $\mu\text{A}/\text{A}$											
60 V	60 mA	12	6 mA	600 μA	12	60 μA	71	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

Matrix M.3 Wechselstromwiderstand

Spannung [V]	0,001 V	0,010 V	0,010 V	0,100 V	0,100 V	1,000 V	1,000 V	10,000 V	10,000 V	100,000 V
Stromstärke [A]										
$2,2 \cdot 10^{-3}$ A	1,57E-03	4,66E-04	4,66E-04	3,00E-04	3,00E-04	2,98E-04	2,98E-04	3,00E-04	3,00E-04	3,78E-04
$22 \cdot 10^{-3}$ A	1,55E-03	3,97E-04	3,97E-04	1,75E-04	1,75E-04	1,72E-04	1,72E-04	1,75E-04	1,75E-04	2,89E-04
0,22 A	1,55E-03	3,97E-04	3,97E-04	1,75E-04	1,75E-04	1,72E-04	1,72E-04	1,75E-04	1,75E-04	2,89E-04
2,2 A	1,64E-03	6,78E-04	6,78E-04	5,76E-04	5,76E-04	5,76E-04	5,76E-04	5,76E-04	5,76E-04	6,21E-04

Dimensionelle Messgrößen

Permanentes Laboratorium-Standort Berlin

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Länge Messschieber für Außen-, Innen- und Tiefenmaße *	0 mm bis 500 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 9.1:2006	$20 \mu\text{m} + 15 \cdot 10^{-6} \cdot /$	l : Messwert
Bügelmessschrauben *	0 mm bis 300 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 10.1:2001	$2 \mu\text{m} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot /$	

Elektrische Messgrößen

Permanentes Laboratorium – Standort Mannheim

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichspannung Quellen	0 V	QMH III.1 Version 9.0	120 nV	Kurzschlussbrücke U = Messwert
	0 V bis 0,1 V		$4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,36 \mu\text{V}$	
	> 0,1 V bis 1 V		$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,35 \mu\text{V}$	
	> 1 V bis 10 V		$3,2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,56 \mu\text{V}$	
	> 10 V bis 100 V		$5,3 \cdot 10^{-6} \cdot U + 34 \mu\text{V}$	
	> 100 V bis 500 V		$9,6 \cdot 10^{-6} \cdot U - 0,34 \text{ mV}$	
	> 500 V bis 1050 V		$30 \cdot 10^{-6} \cdot U - 10 \text{ mV}$	
Gleichspannung Messgeräte	0 V bis 220 mV	QMH III.1 Version 9.0	$6 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,6 \mu\text{V}$	U = Messwert
	> 220 mV bis 2,2 V		$5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1 \mu\text{V}$	
	> 2,2 V bis 11 V		$4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3,5 \mu\text{V}$	
	> 11 V bis 22 V		$4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 6,5 \mu\text{V}$	
	> 22 V bis 220 V		$5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 80 \mu\text{V}$	
	> 220 V bis 1050 V		$7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,5 \text{ mV}$	
	0 V bis 0,1 V		$4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,36 \mu\text{V}$	
	> 0,1 V bis 1 V	QMH IV.2. Version 9.0	$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,35 \mu\text{V}$	
	> 1 V bis 10 V		$3,2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,56 \mu\text{V}$	
	> 10 V bis 100 V		$5,3 \cdot 10^{-6} \cdot U + 34 \mu\text{V}$	
	> 100 V bis 500 V		$9,6 \cdot 10^{-6} \cdot U - 0,34 \text{ mV}$	
	> 500 V bis 1050 V		$30 \cdot 10^{-6} \cdot U - 10 \text{ mV}$	
Hochspannung Quellen	1 kV bis 30 kV	QMH XX Version 2.0	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U$	

Permanentes Laboratorium – Standort Mannheim

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Quellen, Messgeräte		Quellen gemäß QMH IV.1 Version 9.0 Messgeräte gemäß QMH IV.2 Version 9.0		$U = \text{Messwert}$
	2 mV bis 1000 V	10 Hz bis 1 MHz	$4,1 \mu\text{V} \text{ bis } 0,48 \text{ V}$	
	2 mV bis 10 mV	10 Hz bis 40 Hz	$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,4 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$5,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$46 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
	> 10 mV bis 100 mV	10 Hz bis 40 Hz	$86 \cdot 10^{-6} \cdot U + 4,6 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$87 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,93 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$	
		> 300 kHz bis 1 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$	
	> 100 mV bis 1 V	10 Hz bis 40 Hz	$83 \cdot 10^{-6} \cdot U + 46 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$82 \cdot 10^{-6} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,92 \cdot 10^{-3} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,12 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 1 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,12 \text{ mV}$	
	> 1 V bis 10 V	10 Hz bis 40 Hz	$85 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,46 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$87 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,92 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,2 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 1 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,2 \text{ mV}$	
	> 10 V bis 100 V	10 Hz bis 40 Hz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,6 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,41 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
	> 100 V bis 1000 V	50 Hz bis 1 kHz	$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \text{ mV}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Mannheim

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Messgeräte, Quellen		Messgeräte gemäß QMII III.1 Version 9.0 Quellen gemäß QMH V.1 Version 5.0		$U = \text{Messwert}$
	1 mV bis 1100 V	10 Hz bis 1 MHz	5 μ V bis 81 mV	
	1 mV bis 2,2 mV	10 Hz bis 20 Hz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 13 \mu$ V	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$3,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
	> 2,2 mV bis 22 mV	10 Hz bis 20 Hz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu$ V	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$3,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
	> 22 mV bis 220 mV	10 Hz bis 20 Hz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 13 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U + 8 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,28 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 35 \mu$ V	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$3,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 80 \mu$ V	
	> 220 mV bis 2,2 V	10 Hz bis 20 Hz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 80 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 6 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U + 70 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,39 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,13 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$0,95 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,35 \text{ mV}$	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$1,9 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,85 \text{ mV}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Mannheim

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Messgeräte, Quellen	> 2,2 V bis 22 V	10 Hz bis 20 Hz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,8 \text{ mV}$	$U = \text{Messwert}$
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,25 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 60 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,16 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,35 \text{ mV}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,5 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,3 \text{ mV}$	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8,5 \text{ mV}$	
	> 22 V bis 220 V	10 Hz bis 20 Hz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \text{ mV}$	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,5 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$70 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,8 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \text{ mV}$	
	> 220 V bis 1100 V	15 Hz bis 50 Hz	$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \text{ mV}$	
		> 50 Hz bis 1 kHz	$70 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$	
	1 mV bis 220 V	1 Hz bis 10 kHz Rechteckspannung	$0,38 \mu\text{V} \text{ bis } 3,2 \text{ mV}$ Siehe Matrix M.1	Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit
Hochspannung Quellen	1 kV bis 21 kV	QMH XX Version 2.0 45 Hz bis 55 Hz	$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	> 21 kV bis 30 kV		7,9 V	

Permanentes Laboratorium – Standort Mannheim

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichstromstärke Messgeräte, Quellen	0 mA bis 220 μ A	QMH III.1 Version 9.0 Messgeräte QMH V.1 Version 5.0 Quellen	$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 8 \text{ nA}$	$I = \text{Messwert}$
	> 220 μ A bis 2,2 mA		$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 8 \text{ nA}$	
	> 2,2 mA bis 22 mA		$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 80 \text{ nA}$	
	> 22 mA bis 100 mA		$50 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,8 \mu\text{A}$	
	> 100 mA bis 220 mA		$50 \cdot 10^{-6} \cdot I + 200 \cdot 10^{-6} \cdot I^2 + 0,8 \mu\text{A}$	
	> 220 mA bis 1 A		$65 \cdot 10^{-6} \cdot I + 25 \mu\text{A}$	
	> 1 A bis 2,2 A		$65 \cdot 10^{-6} \cdot I + 10 \cdot 10^{-6} \cdot I^2 + 25 \mu\text{A}$	
	> 2,2 A bis 3 A		$0,38 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \mu\text{A}$	
	> 3 A bis 10,1 A		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,5 \text{ mA}$	
	> 10,1 A bis 20,5 A		$1 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,75 \text{ mA}$	
Gleichstromstärke Stromzangen und Stromzangenwandler	0 pA bis 1 pA	QMH IV.2 Version 9.0 Messgeräte QMH IV.1 Version 9.0 Quellen	1 pA	
	> 1 pA bis 100 nA		$35 \cdot 10^{-6} \cdot I + 46 \text{ pA}$	
	> 100 nA bis 1 μ A		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 46 \text{ pA}$	
	> 1 μ A bis 10 μ A		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,12 \text{ nA}$	
	> 10 μ A bis 100 μ A		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,92 \text{ nA}$	
	> 100 μ A bis 1 mA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 6 \text{ nA}$	
	> 1 mA bis 10 mA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 58 \text{ nA}$	
	> 10 mA bis 100 mA		$41 \cdot 10^{-6} \cdot I + 580 \text{ nA}$	
	> 100 mA bis 1 A		$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot I + 12 \mu\text{A}$	
	1 A bis 400 A	QMH VI Version 5.0 Quellen	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
Gleichstromstärke Stromzangen und Stromzangenwandler	1 mA bis 1100 A	QMH XIX Version 3.0 1 bis N Wicklungen	$3 \cdot 10^{-3} \cdot I$	

Permanentes Laboratorium – Standort Mannheim

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstromstärke Messgeräte, Quellen		Messgeräte gemäß QMII III.1 Version 9.0 Quellen gemäß QMII V.1 Version 5.0		$I = \text{Messwert}$
	10 µA bis 20,5 A	10 Hz bis 10 kHz	25 nA bis 0,62 A	
	0,01 mA bis 0,22 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 25 \text{ nA}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 16 \text{ nA}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \text{ nA}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 80 \text{ nA}$	
	> 0,22 mA bis 2,2 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \text{ nA}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-4} \cdot I + 35 \text{ nA}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,4 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,8 \mu\text{A}$	
	> 2,2 mA bis 22 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,4 \mu\text{A}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,35 \mu\text{A}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 8 \mu\text{A}$	
	> 22 mA bis 220 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4 \mu\text{A}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 3,5 \mu\text{A}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 80 \mu\text{A}$	
	> 220 mA bis 2,2 A	20 Hz bis 1 kHz	$0,55 \cdot 10^{-3} \cdot I + 35 \mu\text{A}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot I + 80 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,16 \text{ mA}$	
	> 2,2 A bis 3 A	10 Hz bis 45 Hz	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ mA}$	
		> 45 Hz bis 1 kHz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ mA}$	
	> 3 A bis 11 A	45 Hz bis 100 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2 \text{ mA}$	
		> 100 Hz bis 1 kHz	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2 \text{ mA}$	
	> 11 A bis 20,5 A	45 Hz bis 100 Hz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5 \text{ mA}$	
		> 100 Hz bis 1 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5 \text{ mA}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Mannheim

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstromstärke Quellen		QMH IV.1. Version 9.0		$I = \text{Messwert}$
	5 μA bis 1 A	20 Hz bis 5 kHz	35 nA bis 13 mA	
	5 μA bis 100 μA	20 Hz bis 45 Hz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 35 \text{ nA}$	
		> 45 Hz bis 1 kHz	$0,76 \cdot 10^{-3} \cdot I + 34 \text{ nA}$	
	> 100 μA bis 1 mA	20 Hz bis 45 Hz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,23 \mu\text{A}$	
		> 45 Hz bis 100 Hz	$0,71 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,23 \mu\text{A}$	
		> 100 Hz bis 5 kHz	$0,73 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2 \mu\text{A}$	
	> 1 mA bis 10 mA	20 Hz bis 45 Hz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,3 \mu\text{A}$	
		> 45 Hz bis 100 Hz	$0,71 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,3 \mu\text{A}$	
		> 100 Hz bis 5 kHz	$0,73 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2 \mu\text{A}$	
	> 10 mA bis 100 mA	20 Hz bis 45 Hz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 23 \mu\text{A}$	
		> 45 Hz bis 100 Hz	$0,71 \cdot 10^{-3} \cdot I + 23 \mu\text{A}$	
		> 100 Hz bis 5 kHz	$0,73 \cdot 10^{-3} \cdot I + 20 \mu\text{A}$	
	> 100 mA bis 1 A	20 Hz bis 45 Hz	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,23 \text{ mA}$	
		> 45 Hz bis 100 Hz	$0,83 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,33 \text{ mA}$	
		> 100 Hz bis 5 kHz	$1,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,21 \text{ mA}$	
Wechselstromstärke Quellen, Messgeräte		QMH VI.1 Version 5.0		$I = \text{Messwert}$
	10 mA bis 500 A		3 μA bis 0,2 A	
	10 mA bis 1 A		$0,32 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 1 A bis 100 A		$0,69 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 100 A bis 450 A		$0,9 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
Stromzangen und Zangenstromwandler	1 mA bis 1100 A	QMH XIX Version 3.0 1 bis N Wicklungen 10 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz/N	$4 \cdot 10^{-3} \cdot I$	$I = \text{Messwert}$
Ersatzableitstromstärke	0,2 μA bis 200 mA	QMH VIa.3 Version 5.0 an R_N bis 1 G Ω DC bis 60 Hz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot I$ bis $5,8 \cdot 10^{-3} \cdot I$ Siehe Matrix M.2	

Permanentes Laboratorium – Standort Mannheim

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichstromwiderstand	0 Ω	QMH III.1.3 Version 9.0 2-Draht Kurzschluss	0,5 mΩ	$R = \text{Messwert}$
		4-Draht-Kurzschluss	0,35 μΩ	
	100 μΩ 1 mΩ 10 mΩ 100 mΩ	Messgeräte gemäß QMH III.1 Version 9.0 Festwiderstände gemäß QMH VII.1 Version 5.0 Oder QMH V.1 Version	0,45 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,17 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,17 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,10 · $10^{-3} \cdot R$	
	1 Ω; 10 Ω; 100 Ω; 1 kΩ; 10 kΩ; 100 kΩ; 1 MΩ; 10 MΩ; 100 MΩ;	3.0	40 · $10^{-6} \cdot R$	
			23 · $10^{-6} \cdot R$	
			14 · $10^{-6} \cdot R$	
			10 · $10^{-6} \cdot R$	
			9,5 · $10^{-6} \cdot R$	
			11 · $10^{-6} \cdot R$	
			15 · $10^{-6} \cdot R$	
			31 · $10^{-6} \cdot R$	
			100 · $10^{-6} \cdot R$	
	1 Ω; 10 Ω; 100 Ω; 1 kΩ; 10 kΩ; 100 kΩ; 1 MΩ; 10 MΩ; 100 MΩ; 1 GΩ	Festwiderstände gemäß QMH IV.1 Version 9.0	76 · $10^{-6} \cdot R$	
			20 · $10^{-6} \cdot R$	
			17 · $10^{-6} \cdot R$	
			10 · $10^{-6} \cdot R$	
			10 · $10^{-6} \cdot R$	
			13 · $10^{-6} \cdot R$	
			19 · $10^{-6} \cdot R$	
			70 · $10^{-6} \cdot R$	
			0,59 · $10^{-3} \cdot R$	
			5,9 · $10^{-3} \cdot R$	
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	0 bis < 11 Ω 11 Ω bis < 110 Ω 110 Ω bis < 110 kΩ 110 kΩ bis < 1,1 MΩ 1,1 MΩ bis < 3,3 MΩ 3,3 MΩ bis < 11 MΩ 11 MΩ bis < 33 MΩ 33 MΩ bis < 110 MΩ 110 MΩ bis < 330 MΩ 330 MΩ bis < 1,1 GΩ	Messgeräte gemäß QMH III.1 Version 9.0 Festwiderstände gemäß QMH VII.1 Version 5.0	40 · $10^{-6} \cdot R$	$R = \text{Messwert}$ U_I ist die relative Unsicherheit der Kalibrierstromstärke U_U ist die relative Unsicherheit der gemessenen Spannung am Widerstand
			35 · $10^{-6} \cdot R$	
			28 · $10^{-6} \cdot R$	
	500 μΩ bis 45 kΩ	10 Hz bis 10 kHz	32 · $10^{-6} \cdot R$	
			60 · $10^{-6} \cdot R$	
			0,13 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,25 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,5 · $10^{-3} \cdot R$	
			3 · $10^{-3} \cdot R$	
			15 · $10^{-3} \cdot R$	

Permanentes Laboratorium – Standort Mannheim

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Induktivität Festwerte	0 μ H	QMH III.1 Version 9.0 2-Draht-Kurzschluss	0,03 μ H	$L = \text{Messwert}$ $50 \text{ m}\Omega \leq Z \leq 11 \text{ k}\Omega$
		Messgeräte gemäß QMH XI Version 5.0 Normale gemäß QMH XII Version 2.0		
	100 μ H	100 Hz	$0,54 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		1 kHz	$0,28 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	1 mH	100 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		1 kHz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
Kapazität Festwerte	10 mH	100 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,16 \cdot 10^{-3} \cdot L$	$C = \text{Messwert}$ $1 \Omega \leq Z \leq 110 \text{ M}\Omega$
	100 mH	100 Hz; 1 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,28 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	1 H	100 Hz, 1 kHz	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	0 pF	QMH III.1 Version 9.0	0,2 pF	
		Messgeräte gemäß QMH XI Version 5.0 Normale gemäß QMH XII Version 2.0		
	1 pF	1 kHz	$0,63 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		10 kHz	$0,31 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		1 kHz	$42 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
		10 kHz; 100 kHz 1 MHz	$53 \cdot 10^{-6} \cdot C$ $88 \cdot 10^{-6} \cdot C$ $0,24 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
Kapazität Festwerte	100 pF	1 kHz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot C$	$C = \text{Messwert}$ $1 \Omega \leq Z \leq 110 \text{ M}\Omega$
	1 nF	1 kHz	$71 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
		100 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	10 nF	100 Hz	$0,49 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		1 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		10 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	100 nF	100 Hz;	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		1 kHz;	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		10 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
Kapazität Festwerte	1 μ F	100 Hz; 1 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot C$	$C = \text{Messwert}$ $1 \Omega \leq Z \leq 110 \text{ M}\Omega$
		10 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot C$	

Permanentes Laboratorium – Standort Mannheim

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichstromleistung Messgeräte		QMH X.1 Version 5.0		
	0 W bis 21 kW	0 mV bis 1020 V 0 µA bis 20,5 A	$\sqrt{W_U^2 + W_I^2} \cdot P$ $0,21 \cdot 10^{-3} \cdot P$ bis $0,70 \cdot 10^{-3} \cdot P$	P = Messwert
bei Zangenabgriff	0 W bis 300 kW	0 V bis 330 V 0 mA bis 1000 A	$\sqrt{W_{in}^2 + W_{DUT}^2} \cdot P$ jedoch nicht kleiner als $0,2 \cdot 10^{-3} \cdot P$	W_{in} ist die relative Unsicherheit der Wirkleistung der Einfachwicklung.
Wechselstromwirkleistung Messgeräte		QMH X.1 Version 5.0		P = Messwert PF = Leistungsfaktor (kapazitiv oder induktiv)
	0,11 mW bis 21 kW	$PF = 1$; 45 Hz bis 65 Hz 33 mV bis 1020 V 3,3 mA bis 20 A	$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot P$ bis $1,4 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	15 W; 60 W; 100 W; 400 W; 500 W; 1 kW; 2 kW; 4 kW	$PF = 1$; 45 Hz bis 65 Hz 50 V oder 200 V 0,3 A; 2 A; 10 A; 20 A	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1,5 W; 6 W	30 mA;	$0,26 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	2,3 W bis 20,6 kW	45 Hz bis 65 Hz; $PF = 1$ 23 V bis 1020 V 30 mA bis 20,5 A	$0,32 \cdot 10^{-3} \cdot P$ bis $0,48 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	220 W	45 Hz bis 65 Hz 220 V; 1 A $PF = 1$	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	198 W	$PF = 0,9$	$0,18 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	110 W	$PF = 0,5$	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	22 W	$PF = 0,1$	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	11 W	$PF = 0,05$	$2,7 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
bei Zangenabgriff	10 W bis 1 kW	33 V bis 330 V 330 mA bis < 3 A 45 Hz bis 65 Hz $0,05 \leq PF < 1$ Induktiv, kapazitiv	0,22 W	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.
	0,5 W bis 218 kW	QMH X.4 Version 5.0 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 $0,4 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
Leistungsfaktor	0 bis 0,4	QMH X Version 5.0 33 V bis 330 V 330 mA bis 2,2 A 45 Hz bis 65 Hz	$0,15 \cdot 10^{-3}$	
	> 0,4 bis < 1		$-60 \cdot 10^{-6} \cdot P + 0,16 \cdot 10^{-3}$	
	1		$89 \cdot 10^{-6}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Mannheim

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstrom- blindleistung Messgeräte	0 var bis 1 kvar	QMH X Version 5.0 45 Hz bis 65 Hz	$U_P \cdot \text{var}/W$	U_P ist die Unsicherheit der Wirkleistung
Frequenz f Messung und Synthese	0,01 Hz bis 18 GHz	QMH VIII.1 Version 5.0	$0,5 \cdot 10^{-9} \cdot f + U_{Tf}$	U_{Tf} : Triggerunsicherheit
Zeitintervall Δt	0 ns bis 0,7 ms 2 ns bis 100 s 1 s bis 100 h	QMH VIII.1.1 Version 5.0	1,2 ns $1,5 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t + 50 \text{ ps}$ $14 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t + U_{Tf}$	
Drehzahl	0,02 s^{-1} bis 18000 s^{-1}	QMH VIII.3 Version 5.0	$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
Oszilloskop Vertikal	0 V bis 5 V 5 V 130 V	QMH IX.1 Version 4.0 DC bis 10 kHz	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 66 \mu\text{V}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 44 \mu\text{V}$	U : Messwert
Oszilloskop Horizontal	1 ns bis < 100 ns 100 ns bis 20 ms > 20 ms bis 5 s	QMH IX.1 Version 4.0	$0,6 \cdot 10^{-6} \cdot T + 60 \text{ fs}$ $3,1 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ fs}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 + 29 \cdot 10^{-6} \cdot T$	T = Messwert
Oszilloskope Bandbreite f (Frequenzgang)	50 kHz > 50 kHz bis 100 MHz > 100 MHz bis 300 MHz > 300 MHz bis 600 MHz > 600 MHz bis 1,1 GHz > 1,1 GHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz	QMH XI.1 EURAMET cg-7 v1 DKD 2622-Blatt 4:2014	$3,3 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $2,5 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $3,1 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $5,5 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $6,5 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $6,8 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $9,5 \cdot 10^{-2} \cdot f$	f = Messwert
Frequenz f Zeitbasis	10 MHz	QMH IX.2.8 Version 4.0	$0,2 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
Anstiegszeit Oszilloskope	50 ps bis 1 ms 1 ns bis 1 ms	QMH IX.1 Version 4.0 0,05 V bis 1,2 V 0,1 bis 3 V	$4 \text{ ps} + 5,7 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $2,5 \text{ ps} + 5,8 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
Anstiegszeit Generatoren, Pulse	0,5 ns bis < 2,5 ns 2,5 ns bis 5 ms	QMH IX.1 Version 4.0	$28 \text{ ps} + 14 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $13 \text{ ps} + 28 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
HF-Leistung Ausgangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Quellen	10 μW bis 80 mW	DC bis 50 MHz 50 MHz bis 4 GHz 4 GHz bis 12 GHz 12 GHz bis 18 GHz	$9,5 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $14 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $22 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $36 \cdot 10^{-3} \cdot P$	N-Konnektor, 50 Ohm $ \Gamma_G \leq 0,035$ $f \leq 4 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,056$ $f \leq 12 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,075$ $f \leq 18 \text{ GHz}$ andere Konnektoren und Reflexionsfaktoren erhöhen die Messunsicherheit
HF-Spannung U_{HF} Quellen mit HF- Spannungsanzeige bezüglich 50 Ω	22 mV bis 2 V	DC bis 18 MHz	$W(U_{HF}) = \frac{W(P)}{2}$	$W(P)$ ist die relative Unsicherheit der gemessenen Leistung an $Z_0 = 50 \Omega$

Anlage zur Teil-Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-01

Permanentes Laboratorium – Standort Mannheim

Matrix M.1 Rechteckspannung

Rechteckspannung [V]	0,001	0,01	0,1	0,1	0,5	1	5	10	50	100
Frequenz [Hz]										
10	3,8E-07	512,2E-9	2,44E-06	2,37E-06	1,12E-05	2,2E-05	110,4E-6	250,0E-6	1,2E-3	2,3E-3
100	7,4E-07	814,6E-9	2,52E-06	2,46E-06	1,12E-05	2,2E-05	110,4E-6	250,0E-6	1,2E-3	2,3E-3
1000	6,4E-06	6,4E-6	6,99E-06	6,97E-06	1,34E-05	2,4E-05	111,6E-6	251,5E-6	1,2E-3	2,3E-3
10000	6,3E-05	63,7E-6	6,56E-05	6,56E-05	7,47E-05	8,7E-05	200,5E-6	369,5E-6	1,6E-3	3,2E-3

Matrix M.2 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	
Nominalspannung	Stromstärke erweiterte Messunsicherheit U in $\mu\text{A}/\text{A}$								Stromstärke U in mA/A					
60 V	60 mA	12	6 mA	12	600 μA	12	60 μA	20	6 μA	71	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	

Matrix M.3 Wechselstromwiderstand

Spannung [V]	0,001 V	0,010 V	0,010 V	0,100 V	0,100 V	1,000 V	1,000 V	10,000 V	10,000 V	100,000 V
Stromstärke [A]										
$2,2 \cdot 10^{-3}$ A	1,57E-03	4,66E-04	4,66E-04	3,00E-04	3,00E-04	2,98E-04	2,98E-04	3,00E-04	3,00E-04	3,78E-04
$22 \cdot 10^{-3}$ A	1,55E-03	3,97E-04	3,97E-04	1,75E-04	1,75E-04	1,72E-04	1,72E-04	1,75E-04	1,75E-04	2,89E-04
0,22 A	1,55E-03	3,97E-04	3,97E-04	1,75E-04	1,75E-04	1,72E-04	1,72E-04	1,75E-04	1,75E-04	2,89E-04
2,2 A	1,64E-03	6,78E-04	6,78E-04	5,76E-04	5,76E-04	5,76E-04	5,76E-04	5,76E-04	5,76E-04	6,21E-04

Dimensionelle Messgrößen

Permanentes Laboratorium-Standort Mannheim

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Länge Messschieber für Außen-, Innen- und Tiefenmaße *	0 mm bis 500 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 9.1:2006	$20 \mu\text{m} + 15 \cdot 10^{-6} \cdot /$	/: Messwert
Bügelmessschrauben *	0 mm bis 300 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 10.1:2001	$2 \mu\text{m} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot /$	

Elektrische Messgrößen

Permanentes Laboratorium – Standort Nürnberg

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichspannung Quellen	0 V	QMH III.1 Version 9.0	120 nV	Kurzschlussbrücke U = Messwert
	0 V bis 0,1 V		$4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,36 \mu\text{V}$	
	> 0,1 V bis 1 V		$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,35 \mu\text{V}$	
	> 1 V bis 10 V		$3,2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,56 \mu\text{V}$	
	> 10 V bis 100 V		$5,3 \cdot 10^{-6} \cdot U + 34 \mu\text{V}$	
	> 100 V bis 500 V		$9,6 \cdot 10^{-6} \cdot U - 0,34 \text{ mV}$	
	> 500 V bis 1050 V		$30 \cdot 10^{-6} \cdot U - 10 \text{ mV}$	
Gleichspannung Messgeräte	0 V bis 220 mV	QMH III.1 Version 9.0	$6 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,6 \mu\text{V}$	U = Messwert
	> 220 mV bis 2,2 V		$5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1 \mu\text{V}$	
	> 2,2 V bis 11 V		$4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3,5 \mu\text{V}$	
	> 11 V bis 22 V		$4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 6,5 \mu\text{V}$	
	> 22 V bis 220 V		$5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 80 \mu\text{V}$	
	> 220 V bis 1050 V		$7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,5 \text{ mV}$	
	0 V bis 0,1 V		$4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,36 \mu\text{V}$	
	> 0,1 V bis 1 V	QMH IV.2. Version 9.0	$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,35 \mu\text{V}$	
	> 1 V bis 10 V		$3,2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,56 \mu\text{V}$	
	> 10 V bis 100 V		$5,3 \cdot 10^{-6} \cdot U + 34 \mu\text{V}$	
	> 100 V bis 500 V		$9,6 \cdot 10^{-6} \cdot U - 0,34 \text{ mV}$	
	> 500 V bis 1050 V		$30 \cdot 10^{-6} \cdot U - 10 \text{ mV}$	
Hochspannung Quellen	1 kV bis 30 kV	QMH XX Version 2.0	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U$	

Permanentes Laboratorium – Standort Nürnberg

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Quellen, Messgeräte		Quellen gemäß QMH IV.1 Version 9.0 Messgeräte gemäß QMH IV.2 Version 9.0		$U = \text{Messwert}$
	2 mV bis 1000 V	10 Hz bis 1 MHz	$4,1 \mu\text{V} \text{ bis } 0,48 \text{ V}$	
	2 mV bis 10 mV	10 Hz bis 40 Hz	$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,4 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$5,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$46 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
	> 10 mV bis 100 mV	10 Hz bis 40 Hz	$86 \cdot 10^{-6} \cdot U + 4,6 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$87 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,93 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$	
		> 300 kHz bis 1 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$	
	> 100 mV bis 1 V	10 Hz bis 40 Hz	$83 \cdot 10^{-6} \cdot U + 46 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$82 \cdot 10^{-6} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,92 \cdot 10^{-3} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,12 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 1 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,12 \text{ mV}$	
	> 1 V bis 10 V	10 Hz bis 40 Hz	$85 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,46 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$87 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,92 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,2 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 1 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,2 \text{ mV}$	
	> 10 V bis 100 V	10 Hz bis 40 Hz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,6 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,41 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
	> 100 V bis 1000 V	50 Hz bis 1 kHz	$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \text{ mV}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Nürnberg

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Messgeräte, Quellen		Messgeräte gemäß QMII III.1 Version 9.0 Quellen gemäß QMH V.1 Version 5.0		$U = \text{Messwert}$
	1 mV bis 1100 V	10 Hz bis 1 MHz	5 μ V bis 81 mV	
	1 mV bis 2,2 mV	10 Hz bis 20 Hz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 13 \mu$ V	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$3,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
	> 2,2 mV bis 22 mV	10 Hz bis 20 Hz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu$ V	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$3,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
	> 22 mV bis 220 mV	10 Hz bis 20 Hz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 13 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U + 8 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,28 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 35 \mu$ V	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$3,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 80 \mu$ V	
	> 220 mV bis 2,2 V	10 Hz bis 20 Hz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 80 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 6 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U + 70 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,39 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,13 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$0,95 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,35 \text{ mV}$	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$1,9 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,85 \text{ mV}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Nürnberg

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Messgeräte, Quellen	> 2,2 V bis 22 V	10 Hz bis 20 Hz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,8 \text{ mV}$	$U = \text{Messwert}$
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,25 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 60 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,16 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,35 \text{ mV}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,5 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,3 \text{ mV}$	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8,5 \text{ mV}$	
	> 22 V bis 220 V	10 Hz bis 20 Hz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \text{ mV}$	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,5 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$70 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,8 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \text{ mV}$	
	> 220 V bis 1100 V	15 Hz bis 50 Hz	$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \text{ mV}$	
		> 50 Hz bis 1 kHz	$70 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$	
	1 mV bis 220 V	1 Hz bis 10 kHz Rechteckspannung	$0,38 \mu\text{V} \text{ bis } 3,2 \text{ mV}$ Siehe Matrix M.1	Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit
Hochspannung Quellen	1 kV bis 21 kV	QMII XX Version 2.0 45 Hz bis 55 Hz	$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	> 21 kV bis 30 kV		7,9 V	

Permanentes Laboratorium – Standort Nürnberg

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichstromstärke Messgeräte, Quellen	0 mA bis 220 µA	QMH III.1 Version 9.0 Messgeräte QMH V.1 Version 5.0 Quellen	$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 8 \text{ nA}$	$I = \text{Messwert}$
	> 220 µA bis 2,2 mA		$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 8 \text{ nA}$	
	> 2,2 mA bis 22 mA		$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 80 \text{ nA}$	
	> 22 mA bis 100 mA		$50 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,8 \mu\text{A}$	
	> 100 mA bis 220 mA		$50 \cdot 10^{-6} \cdot I + 200 \cdot 10^{-6} \cdot I^2 + 0,8 \mu\text{A}$	
	> 220 mA bis 1 A		$65 \cdot 10^{-6} \cdot I + 25 \mu\text{A}$	
	> 1 A bis 2,2 A		$65 \cdot 10^{-6} \cdot I + 10 \cdot 10^{-6} \cdot I^2 + 25 \mu\text{A}$	
	> 2,2 A bis 3 A		$0,38 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \mu\text{A}$	
	> 3 A bis 10,1 A		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,5 \text{ mA}$	
	> 10,1 A bis 20,5 A		$1 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,75 \text{ mA}$	
Gleichstromstärke Stromzangen und Stromzangenwandler	0 pA bis 1 pA	QMH IV.2 Version 9.0 Messgeräte QMH IV.1 Version 9.0 Quellen	1 pA	
	> 1 pA bis 100 nA		$35 \cdot 10^{-6} \cdot I + 46 \text{ pA}$	
	> 100 nA bis 1 µA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 46 \text{ pA}$	
	> 1 µA bis 10 µA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,12 \text{ nA}$	
	> 10 µA bis 100 µA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,92 \text{ nA}$	
	> 100 µA bis 1 mA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 6 \text{ nA}$	
	> 1 mA bis 10 mA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 58 \text{ nA}$	
	> 10 mA bis 100 mA		$41 \cdot 10^{-6} \cdot I + 580 \text{ nA}$	
	> 100 mA bis 1 A		$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot I + 12 \mu\text{A}$	
	1 A bis 400 A	QMH VI Version 5.0 Quellen	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
Gleichstromstärke Stromzangen und Stromzangenwandler	1 mA bis 1100 A	QMH XIX Version 3.0 1 bis N Wicklungen	$3 \cdot 10^{-3} \cdot I$	

Permanentes Laboratorium – Standort Nürnberg

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstromstärke Messgeräte, Quellen		Messgeräte gemäß QMII III.1 Version 9.0 Quellen gemäß QMII V.1 Version 5.0		$I = \text{Messwert}$
	10 µA bis 20,5 A	10 Hz bis 10 kHz	25 nA bis 0,62 A	
	0,01 mA bis 0,22 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 25 \text{ nA}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 16 \text{ nA}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \text{ nA}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 80 \text{ nA}$	
	> 0,22 mA bis 2,2 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \text{ nA}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-4} \cdot I + 35 \text{ nA}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,4 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,8 \mu\text{A}$	
	> 2,2 mA bis 22 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,4 \mu\text{A}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,35 \mu\text{A}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 8 \mu\text{A}$	
	> 22 mA bis 220 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4 \mu\text{A}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 3,5 \mu\text{A}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 80 \mu\text{A}$	
	> 220 mA bis 2,2 A	20 Hz bis 1 kHz	$0,55 \cdot 10^{-3} \cdot I + 35 \mu\text{A}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot I + 80 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,16 \text{ mA}$	
	> 2,2 A bis 3 A	10 Hz bis 45 Hz	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ mA}$	
		> 45 Hz bis 1 kHz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ mA}$	
	> 3 A bis 11 A	45 Hz bis 100 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2 \text{ mA}$	
		> 100 Hz bis 1 kHz	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2 \text{ mA}$	
	> 11 A bis 20,5 A	45 Hz bis 100 Hz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5 \text{ mA}$	
		> 100 Hz bis 1 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5 \text{ mA}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Nürnberg

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstromstärke Quellen		QMH IV.1. Version 9.0		$I = \text{Messwert}$
	5 μA bis 1 A	20 Hz bis 5 kHz	35 nA bis 13 mA	
	5 μA bis 100 μA	20 Hz bis 45 Hz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 35 \text{ nA}$	
		> 45 Hz bis 1 kHz	$0,76 \cdot 10^{-3} \cdot I + 34 \text{ nA}$	
	> 100 μA bis 1 mA	20 Hz bis 45 Hz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,23 \mu\text{A}$	
		> 45 Hz bis 100 Hz	$0,71 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,23 \mu\text{A}$	
		> 100 Hz bis 5 kHz	$0,73 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2 \mu\text{A}$	
	> 1 mA bis 10 mA	20 Hz bis 45 Hz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,3 \mu\text{A}$	
		> 45 Hz bis 100 Hz	$0,71 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,3 \mu\text{A}$	
		> 100 Hz bis 5 kHz	$0,73 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2 \mu\text{A}$	
	> 10 mA bis 100 mA	20 Hz bis 45 Hz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 23 \mu\text{A}$	
		> 45 Hz bis 100 Hz	$0,71 \cdot 10^{-3} \cdot I + 23 \mu\text{A}$	
		> 100 Hz bis 5 kHz	$0,73 \cdot 10^{-3} \cdot I + 20 \mu\text{A}$	
	> 100 mA bis 1 A	20 Hz bis 45 Hz	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,23 \text{ mA}$	
		> 45 Hz bis 100 Hz	$0,83 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,33 \text{ mA}$	
		> 100 Hz bis 5 kHz	$1,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,21 \text{ mA}$	
Wechselstromstärke Quellen, Messgeräte		QMH VI.1 Version 5.0		$I = \text{Messwert}$
	10 mA bis 500 A		3 μA bis 0,2 A	
	10 mA bis 1 A		$0,32 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 1 A bis 100 A		$0,69 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 100 A bis 450 A		$0,9 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
Stromzangen und Zangenstromwandler	1 mA bis 1100 A	QMH XIX Version 3.0 1 bis N Wicklungen 10 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz/N	$4 \cdot 10^{-3} \cdot I$	$I = \text{Messwert}$
Ersatzableitstromstärke	0,2 μA bis 200 mA	QMH VIa.3 Version 5.0 an R_N bis 1 G Ω DC bis 60 Hz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot I$ bis $5,8 \cdot 10^{-3} \cdot I$ Siehe Matrix M.2	

Permanentes Laboratorium – Standort Nürnberg

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichstromwiderstand	0 Ω	QMH III.1.3 Version 9.0 2-Draht Kurzschluss	0,5 mΩ	$R = \text{Messwert}$
		4-Draht-Kurzschluss	0,35 μΩ	
	100 μΩ 1 mΩ 10 mΩ 100 mΩ	Messgeräte gemäß QMH III.1 Version 9.0 Festwiderstände gemäß QMH VII.1 Version 5.0 Oder QMH V.1 Version	0,45 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,17 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,17 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,10 · $10^{-3} \cdot R$	
	1 Ω; 10 Ω; 100 Ω; 1 kΩ; 10 kΩ; 100 kΩ; 1 MΩ; 10 MΩ; 100 MΩ;	3.0	40 · $10^{-6} \cdot R$	
			23 · $10^{-6} \cdot R$	
			14 · $10^{-6} \cdot R$	
			10 · $10^{-6} \cdot R$	
			9,5 · $10^{-6} \cdot R$	
			11 · $10^{-6} \cdot R$	
			15 · $10^{-6} \cdot R$	
			31 · $10^{-6} \cdot R$	
			100 · $10^{-6} \cdot R$	
	1 Ω; 10 Ω; 100 Ω; 1 kΩ; 10 kΩ; 100 kΩ; 1 MΩ; 10 MΩ; 100 MΩ; 1 GΩ	Festwiderstände gemäß QMH IV.1 Version 9.0	76 · $10^{-6} \cdot R$	
			20 · $10^{-6} \cdot R$	
			17 · $10^{-6} \cdot R$	
			10 · $10^{-6} \cdot R$	
			10 · $10^{-6} \cdot R$	
			13 · $10^{-6} \cdot R$	
			19 · $10^{-6} \cdot R$	
			70 · $10^{-6} \cdot R$	
			0,59 · $10^{-3} \cdot R$	
			5,9 · $10^{-3} \cdot R$	
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	0 bis < 11 Ω 11 Ω bis < 110 Ω 110 Ω bis < 110 kΩ 110 kΩ bis < 1,1 MΩ 1,1 MΩ bis < 3,3 MΩ 3,3 MΩ bis < 11 MΩ 11 MΩ bis < 33 MΩ 33 MΩ bis < 110 MΩ 110 MΩ bis < 330 MΩ 330 MΩ bis < 1,1 GΩ	Messgeräte gemäß QMH III.1 Version 9.0 Festwiderstände gemäß QMH VII.1 Version 5.0	40 · $10^{-6} \cdot R$	$R = \text{Messwert}$ U_I ist die relative Unsicherheit der Kalibrierstromstärke U_U ist die relative Unsicherheit der gemessenen Spannung am Widerstand
			35 · $10^{-6} \cdot R$	
			28 · $10^{-6} \cdot R$	
	500 μΩ bis 45 kΩ	10 Hz bis 10 kHz	32 · $10^{-6} \cdot R$	
			60 · $10^{-6} \cdot R$	
			0,13 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,25 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,5 · $10^{-3} \cdot R$	
			3 · $10^{-3} \cdot R$	
			15 · $10^{-3} \cdot R$	

Permanentes Laboratorium – Standort Nürnberg

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Induktivität Festwerte	0 μ H	QMH III.1 Version 9.0 2-Draht-Kurzschluss	0,03 μ H	$L = \text{Messwert}$ $50 \text{ m}\Omega \leq Z \leq 11 \text{ k}\Omega$
		Messgeräte gemäß QMH XI Version 5.0 Normale gemäß QMH XII Version 2.0		
	100 μ H	100 Hz	$0,54 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		1 kHz	$0,28 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	1 mH	100 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		1 kHz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
Kapazität Festwerte	10 mH	100 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,16 \cdot 10^{-3} \cdot L$	$C = \text{Messwert}$ $1 \Omega \leq Z \leq 110 \text{ M}\Omega$
	100 mH	100 Hz; 1 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,28 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	1 H	100 Hz, 1 kHz	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	0 pF	QMH III.1 Version 9.0	0,2 pF	
		Messgeräte gemäß QMH XI Version 5.0 Normale gemäß QMH XII Version 2.0		
	1 pF	1 kHz	$0,63 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		10 kHz	$0,31 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		1 kHz	$42 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
		10 kHz; 100 kHz 1 MHz	$53 \cdot 10^{-6} \cdot C$ $88 \cdot 10^{-6} \cdot C$ $0,24 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
Kapazität Festwerte	100 pF	1 kHz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot C$	$C = \text{Messwert}$ $1 \Omega \leq Z \leq 110 \text{ M}\Omega$
	1 nF	1 kHz	$71 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
		100 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	10 nF	100 Hz	$0,49 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		1 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		10 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	100 nF	100 Hz;	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		1 kHz;	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		10 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
Kapazität Festwerte	1 μ F	100 Hz; 1 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot C$	$C = \text{Messwert}$ $1 \Omega \leq Z \leq 110 \text{ M}\Omega$
		10 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot C$	

Permanentes Laboratorium – Standort Nürnberg

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichstromleistung Messgeräte		QMH X.1 Version 5.0		
	0 W bis 21 kW	0 mV bis 1020 V 0 µA bis 20,5 A	$\sqrt{W_U^2 + W_I^2} \cdot P$ $0,21 \cdot 10^{-3} \cdot P$ bis $0,70 \cdot 10^{-3} \cdot P$	P = Messwert
bei Zangenabgriff	0 W bis 300 kW	0 V bis 330 V 0 mA bis 1000 A	$\sqrt{W_{in}^2 + W_{DUT}^2} \cdot P$ jedoch nicht kleiner als $0,2 \cdot 10^{-3} \cdot P$	W_{in} ist die relative Unsicherheit der Wirkleistung der Einfachwicklung.
Wechselstromwirkleistung Messgeräte		QMH X.1 Version 5.0		P = Messwert PF = Leistungsfaktor (kapazitiv oder induktiv)
	0,11 mW bis 21 kW	$PF = 1$; 45 Hz bis 65 Hz 33 mV bis 1020 V 3,3 mA bis 20 A	$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot P$ bis $1,4 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	15 W; 60 W; 100 W; 400 W; 500 W; 1 kW; 2 kW; 4 kW	$PF = 1$; 45 Hz bis 65 Hz 50 V oder 200 V 0,3 A; 2 A; 10 A; 20 A	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1,5 W; 6 W	30 mA;	$0,26 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	2,3 W bis 20,6 kW	45 Hz bis 65 Hz; $PF = 1$ 23 V bis 1020 V 30 mA bis 20,5 A	$0,32 \cdot 10^{-3} \cdot P$ bis $0,48 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	220 W	45 Hz bis 65 Hz 220 V; 1 A $PF = 1$	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	198 W	$PF = 0,9$	$0,18 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	110 W	$PF = 0,5$	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	22 W	$PF = 0,1$	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	11 W	$PF = 0,05$	$2,7 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
bei Zangenabgriff	10 W bis 1 kW	33 V bis 330 V 330 mA bis < 3 A 45 Hz bis 65 Hz $0,05 \leq PF < 1$ Induktiv, kapazitiv	0,22 W	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.
	0,5 W bis 218 kW	QMH X.4 Version 5.0 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 $0,4 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
Leistungsfaktor	0 bis 0,4	QMH X Version 5.0 33 V bis 330 V 330 mA bis 2,2 A 45 Hz bis 65 Hz	$0,15 \cdot 10^{-3}$	
	> 0,4 bis < 1		$-60 \cdot 10^{-6} \cdot P + 0,16 \cdot 10^{-3}$	
	1		$89 \cdot 10^{-6}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Nürnberg

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstrom- blindleistung Messgeräte	0 var bis 1 kvar	QMH X Version 5.0 45 Hz bis 65 Hz	$U_P \cdot \text{var}/W$	U_P ist die Unsicherheit der Wirkleistung
Frequenz f Messung und Synthese	0,01 Hz bis 18 GHz	QMH VIII.1 Version 5.0	$0,5 \cdot 10^{-9} \cdot f + U_{Tf}$	U_{Tf} : Triggerunsicherheit
Zeitintervall Δt	0 ns bis 0,7 ms 2 ns bis 100 s 1 s bis 100 h	QMH VIII.1.1 Version 5.0	1,2 ns $1,5 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t + 50 \text{ ps}$ $14 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t + U_{Tf}$	
Drehzahl	0,02 s^{-1} bis 18000 s^{-1}	QMH VIII.3 Version 5.0	$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
Oszilloskop Vertikal	0 V bis 5 V 5 V 130 V	QMH IX.1 Version 4.0 DC bis 10 kHz	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 66 \mu\text{V}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 44 \mu\text{V}$	U : Messwert
Oszilloskop Horizontal	1 ns bis < 100 ns 100 ns bis 20 ms > 20 ms bis 5 s	QMH IX.1 Version 4.0	$0,6 \cdot 10^{-6} \cdot T + 60 \text{ fs}$ $3,1 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ fs}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 + 29 \cdot 10^{-6} \cdot T$	T = Messwert
Oszilloskope Bandbreite f (Frequenzgang)	50 kHz > 50 kHz bis 100 MHz > 100 MHz bis 300 MHz > 300 MHz bis 600 MHz > 600 MHz bis 1,1 GHz > 1,1 GHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz	QMH XI.1 EURAMET cg-7 v1 DKD 2622-Blatt 4:2014	$3,3 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $2,5 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $3,1 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $5,5 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $6,5 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $6,8 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $9,5 \cdot 10^{-2} \cdot f$	f = Messwert
Frequenz f Zeitbasis	10 MHz	QMH IX.2.8 Version 4.0	$0,2 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
Anstiegszeit Oszilloskope	50 ps bis 1 ms 1 ns bis 1 ms	QMH IX.1 Version 4.0 0,05 V bis 1,2 V 0,1 bis 3 V	$4 \text{ ps} + 5,7 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $2,5 \text{ ps} + 5,8 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
Anstiegszeit Generatoren, Pulse	0,5 ns bis < 2,5 ns 2,5 ns bis 5 ms	QMH IX.1 Version 4.0	$28 \text{ ps} + 14 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $13 \text{ ps} + 28 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
HF-Leistung Ausgangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Quellen	10 μW bis 80 mW	DC bis 50 MHz 50 MHz bis 4 GHz 4 GHz bis 12 GHz 12 GHz bis 18 GHz	$9,5 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $14 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $22 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $36 \cdot 10^{-3} \cdot P$	N-Konnektor, 50 Ohm $ \Gamma_G \leq 0,035$ $f \leq 4 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,056$ $f \leq 12 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,075$ $f \leq 18 \text{ GHz}$ andere Konnektoren und Reflexionsfaktoren erhöhen die Messunsicherheit
HF-Spannung U_{HF} Quellen mit HF- Spannungsanzeige bezüglich 50Ω	22 mV bis 2 V	DC bis 18 MHz	$W(U_{HF}) = \frac{W(P)}{2}$	$W(P)$ ist die relative Unsicherheit der gemessenen Leistung an $Z_0 = 50 \Omega$

Anlage zur Teil-Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-01

Permanentes Laboratorium – Standort Nürnberg

Matrix M.1 Rechteckspannung

Rechteckspannung [V]	0,001	0,01	0,1	0,1	0,5	1	5	10	50	100
Frequenz [Hz]										
10	3,8E-07	512,2E-9	2,44E-06	2,37E-06	1,12E-05	2,2E-05	110,4E-6	250,0E-6	1,2E-3	2,3E-3
100	7,4E-07	814,6E-9	2,52E-06	2,46E-06	1,12E-05	2,2E-05	110,4E-6	250,0E-6	1,2E-3	2,3E-3
1000	6,4E-06	6,4E-6	6,99E-06	6,97E-06	1,34E-05	2,4E-05	111,6E-6	251,5E-6	1,2E-3	2,3E-3
10000	6,3E-05	63,7E-6	6,56E-05	6,56E-05	7,47E-05	8,7E-05	200,5E-6	369,5E-6	1,6E-3	3,2E-3

Matrix M.2 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
Nominalspannung	Stromstärke erweiterte Messunsicherheit U in $\mu\text{A}/\text{A}$						
60 V	60 mA	6 mA	600 μA	60 μA	6 μA	600 nA	60 nA
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

Matrix M.3 Wechselstromwiderstand

Spannung [V]	0,001 V	0,010 V	0,010 V	0,100 V	0,100 V	1,000 V	1,000 V	10,000 V	10,000 V	100,000 V
Stromstärke [A]										
$2,2 \cdot 10^{-3}$ A	1,57E-03	4,66E-04	4,66E-04	3,00E-04	3,00E-04	2,98E-04	2,98E-04	3,00E-04	3,00E-04	3,78E-04
$22 \cdot 10^{-3}$ A	1,55E-03	3,97E-04	3,97E-04	1,75E-04	1,75E-04	1,72E-04	1,72E-04	1,75E-04	1,75E-04	2,89E-04
0,22 A	1,55E-03	3,97E-04	3,97E-04	1,75E-04	1,75E-04	1,72E-04	1,72E-04	1,75E-04	1,75E-04	2,89E-04
2,2 A	1,64E-03	6,78E-04	6,78E-04	5,76E-04	5,76E-04	5,76E-04	5,76E-04	5,76E-04	5,76E-04	6,21E-04

Anlage zur Teil-Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-01

Dimensionelle Messgrößen

Permanentes Laboratorium Standort Nürnberg

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)					
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne		Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Länge Messschieber für Außen-, Innen- und Tiefenmaße *	0 mm bis 500 mm		VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 9.1:2006	$20 \mu\text{m} + 15 \cdot 10^{-6} \cdot l$	l: Messwert
Bügelmessschrauben *	0 mm bis 300 mm		VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 10.1:2001	$2 \mu\text{m} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot l$	
Zylindrische Normale Ringe * Durchmesser	1 mm bis 90 mm		VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.1:2006 Option 3	$0,9 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot d$	d ist der gemessene Durchmesser
Lehrdorne * Durchmesser	1 mm bis 120 mm		VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.1:2006 Option 3	$0,6 \mu\text{m} + 1,8 \cdot 10^{-6} \cdot d$	
Prüfstifte * Durchmesser	1 mm bis 120 mm		VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.2:2007 Option 1	$0,6 \mu\text{m} + 1,8 \cdot 10^{-6} \cdot d$	
Gewindesteckleisten * (ein- und mehrgängige zylindrische Außen- und Innengewinde mit geradlinigen Flanken, symmetrischem Profil, Nennsteigung und Nennprofilwinkel)	Außengewinde Einfacher Flankendurchmesser		VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.8:2006 Option 1 Dreidrahtmethode (senkrecht zur Gewindeachse)	$2,9 \mu\text{m} + 7,7 \cdot 10^{-6} \cdot d$	d ist der gemessene Durchmesser
Innengewinde Einfacher Flankendurchmesser					

Gültig ab: 20.11.2024
Ausstellungsdatum: 20.11.2024

Elektrische Messgrößen

Permanentes Laboratorium – Standort Steinfurt

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen	
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren		Erweiterte Messunsicherheit		
Gleichspannung Quellen	0 V	QMH III.1 Version 9.0		120 nV	Kurzschlussbrücke U = Messwert	
	0 V bis 0,1 V			$4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,36 \mu\text{V}$		
	> 0,1 V bis 1 V			$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,35 \mu\text{V}$		
	> 1 V bis 10 V			$3,2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,56 \mu\text{V}$		
	> 10 V bis 100 V			$5,3 \cdot 10^{-6} \cdot U + 34 \mu\text{V}$		
	> 100 V bis 500 V			$9,6 \cdot 10^{-6} \cdot U - 0,34 \text{ mV}$		
	> 500 V bis 1050 V			$30 \cdot 10^{-6} \cdot U - 10 \text{ mV}$		
Gleichspannung Messgeräte	0 V bis 220 mV	QMH III.1 Version 9.0	$6 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,6 \mu\text{V}$	$5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1 \mu\text{V}$	U = Messwert	
	> 220 mV bis 2,2 V					
	> 2,2 V bis 11 V					
	> 11 V bis 22 V					
	> 22 V bis 220 V					
	> 220 V bis 1050 V					
	0 V bis 0,1 V					
	> 0,1 V bis 1 V	QMH IV.2. Version 9.0	$4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,36 \mu\text{V}$	$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,35 \mu\text{V}$		
	> 1 V bis 10 V					
	> 10 V bis 100 V					
	> 100 V bis 500 V					
	> 500 V bis 1050 V					
Hochspannung Quellen	1 kV bis 30 kV	QMH XX Version 2.0	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U$			

Permanentes Laboratorium – Standort Steinfurt

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Quellen, Messgeräte		Quellen gemäß QMH IV.1 Version 9.0 Messgeräte gemäß QMH IV.2 Version 9.0		$U = \text{Messwert}$
	2 mV bis 1000 V	10 Hz bis 1 MHz	$4,1 \mu\text{V} \text{ bis } 0,48 \text{ V}$	
	2 mV bis 10 mV	10 Hz bis 40 Hz	$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,4 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$5,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$46 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
	> 10 mV bis 100 mV	10 Hz bis 40 Hz	$86 \cdot 10^{-6} \cdot U + 4,6 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$87 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,93 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$	
		> 300 kHz bis 1 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$	
	> 100 mV bis 1 V	10 Hz bis 40 Hz	$83 \cdot 10^{-6} \cdot U + 46 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$82 \cdot 10^{-6} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,92 \cdot 10^{-3} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,12 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 1 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,12 \text{ mV}$	
	> 1 V bis 10 V	10 Hz bis 40 Hz	$85 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,46 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$87 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,92 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,2 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 1 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,2 \text{ mV}$	
	> 10 V bis 100 V	10 Hz bis 40 Hz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,6 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,41 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
	> 100 V bis 1000 V	50 Hz bis 1 kHz	$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \text{ mV}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Steinfurt

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Messgeräte, Quellen		Messgeräte gemäß QMII III.1 Version 9.0 Quellen gemäß QMH V.1 Version 5.0		$U = \text{Messwert}$
	1 mV bis 1100 V	10 Hz bis 1 MHz	5 μ V bis 81 mV	
	1 mV bis 2,2 mV	10 Hz bis 20 Hz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 13 \mu$ V	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$3,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
	> 2,2 mV bis 22 mV	10 Hz bis 20 Hz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu$ V	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$3,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
	> 22 mV bis 220 mV	10 Hz bis 20 Hz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 13 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U + 8 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,28 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 35 \mu$ V	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$3,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 80 \mu$ V	
	> 220 mV bis 2,2 V	10 Hz bis 20 Hz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 80 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 6 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U + 70 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,39 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,13 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$0,95 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,35 \text{ mV}$	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$1,9 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,85 \text{ mV}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Steinfurt

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Messgeräte, Quellen	> 2,2 V bis 22 V	10 Hz bis 20 Hz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,8 \text{ mV}$	$U = \text{Messwert}$
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,25 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 60 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,16 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,35 \text{ mV}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,5 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,3 \text{ mV}$	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8,5 \text{ mV}$	
	> 22 V bis 220 V	10 Hz bis 20 Hz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \text{ mV}$	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,5 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$70 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,8 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$	
	> 220 V bis 1100 V	> 50 kHz bis 100 kHz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \text{ mV}$	
		15 Hz bis 50 Hz	$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \text{ mV}$	
		> 50 Hz bis 1 kHz	$70 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$	
	1 mV bis 220 V	1 Hz bis 10 kHz Rechteckspannung	$0,38 \mu\text{V} \text{ bis } 3,2 \text{ mV}$ Siehe Matrix M.1	Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit
Hochspannung Quellen	1 kV bis 21 kV	QMH XX Version 2.0 45 Hz bis 55 Hz	$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	> 21 kV bis 30 kV		7,9 V	

Permanentes Laboratorium – Standort Steinfurt

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichstromstärke Messgeräte, Quellen	0 mA bis 220 µA	QMH III.1 Version 9.0 Messgeräte QMH V.1 Version 5.0 Quellen	$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 8 \text{ nA}$	$I = \text{Messwert}$
	> 220 µA bis 2,2 mA		$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 8 \text{ nA}$	
	> 2,2 mA bis 22 mA		$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 80 \text{ nA}$	
	> 22 mA bis 100 mA		$50 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,8 \mu\text{A}$	
	> 100 mA bis 220 mA		$50 \cdot 10^{-6} \cdot I + 200 \cdot 10^{-6} \cdot I^2 + 0,8 \mu\text{A}$	
	> 220 mA bis 1 A		$65 \cdot 10^{-6} \cdot I + 25 \mu\text{A}$	
	> 1 A bis 2,2 A		$65 \cdot 10^{-6} \cdot I + 10 \cdot 10^{-6} \cdot I^2 + 25 \mu\text{A}$	
	> 2,2 A bis 3 A		$0,38 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \mu\text{A}$	
	> 3 A bis 10,1 A		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,5 \text{ mA}$	
	> 10,1 A bis 20,5 A		$1 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,75 \text{ mA}$	
Gleichstromstärke Stromzangen und Stromzangenwandler	0 pA bis 1 pA	QMH IV.2 Version 9.0 Messgeräte QMH IV.1 Version 9.0 Quellen	1 pA	
	> 1 pA bis 100 nA		$35 \cdot 10^{-6} \cdot I + 46 \text{ pA}$	
	> 100 nA bis 1 µA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 46 \text{ pA}$	
	> 1 µA bis 10 µA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,12 \text{ nA}$	
	> 10 µA bis 100 µA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,92 \text{ nA}$	
	> 100 µA bis 1 mA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 6 \text{ nA}$	
	> 1 mA bis 10 mA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 58 \text{ nA}$	
	> 10 mA bis 100 mA		$41 \cdot 10^{-6} \cdot I + 580 \text{ nA}$	
	> 100 mA bis 1 A		$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot I + 12 \mu\text{A}$	
	1 A bis 400 A	QMH VI Version 5.0 Quellen	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
Gleichstromstärke Stromzangen und Stromzangenwandler	1 mA bis 1100 A	QMH XIX Version 3.0 1 bis N Wicklungen	$3 \cdot 10^{-3} \cdot I$	

Permanentes Laboratorium – Standort Steinfurt

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstromstärke Messgeräte, Quellen		Messgeräte gemäß QMII III.1 Version 9.0 Quellen gemäß QMII V.1 Version 5.0		$I = \text{Messwert}$
	10 µA bis 20,5 A	10 Hz bis 10 kHz	25 nA bis 0,62 A	
	0,01 mA bis 0,22 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 25 \text{ nA}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 16 \text{ nA}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \text{ nA}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 80 \text{ nA}$	
	> 0,22 mA bis 2,2 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \text{ nA}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-4} \cdot I + 35 \text{ nA}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,4 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,8 \mu\text{A}$	
	> 2,2 mA bis 22 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,4 \mu\text{A}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,35 \mu\text{A}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 8 \mu\text{A}$	
	> 22 mA bis 220 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4 \mu\text{A}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 3,5 \mu\text{A}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 80 \mu\text{A}$	
	> 220 mA bis 2,2 A	20 Hz bis 1 kHz	$0,55 \cdot 10^{-3} \cdot I + 35 \mu\text{A}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot I + 80 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,16 \text{ mA}$	
	> 2,2 A bis 3 A	10 Hz bis 45 Hz	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ mA}$	
		> 45 Hz bis 1 kHz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ mA}$	
	> 3 A bis 11 A	45 Hz bis 100 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2 \text{ mA}$	
		> 100 Hz bis 1 kHz	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2 \text{ mA}$	
	> 11 A bis 20,5 A	45 Hz bis 100 Hz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5 \text{ mA}$	
		> 100 Hz bis 1 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5 \text{ mA}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Steinfurt

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit		
Wechselstromstärke Quellen		QMH IV.1. Version 9.0			I = Messwert
		5 μ A bis 1 A	20 Hz bis 5 kHz	35 nA bis 13 mA	
		5 μ A bis 100 μ A	20 Hz bis 45 Hz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 35$ nA	
			> 45 Hz bis 1 kHz	$0,76 \cdot 10^{-3} \cdot I + 34$ nA	
			20 Hz bis 45 Hz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,23$ μ A	
			> 45 Hz bis 100 Hz	$0,71 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,23$ μ A	
			> 100 Hz bis 5 kHz	$0,73 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2$ μ A	
			20 Hz bis 45 Hz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,3$ μ A	
			> 45 Hz bis 100 Hz	$0,71 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,3$ μ A	
			> 100 Hz bis 5 kHz	$0,73 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2$ μ A	
			20 Hz bis 45 Hz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 23$ μ A	
			> 45 Hz bis 100 Hz	$0,71 \cdot 10^{-3} \cdot I + 23$ μ A	
			> 100 Hz bis 5 kHz	$0,73 \cdot 10^{-3} \cdot I + 20$ μ A	
			20 Hz bis 45 Hz	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,23$ mA	
			> 45 Hz bis 100 Hz	$0,83 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,33$ mA	
			> 100 Hz bis 5 kHz	$1,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,21$ mA	
Wechselstromstärke Quellen, Messgeräte		QMH VI.1 Version 5.0			I = Messwert
		10 mA bis 500 A		3 μ A bis 0,2 A	
		10 mA bis 1 A	40 Hz bis 1 kHz	$0,32 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
		> 1 A bis 100 A		$0,69 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
		> 100 A bis 450 A		$0,9 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
Stromzangen und Zangenstromwandler	1 mA bis 1100 A	QMH XIX Version 3.0 1 bis N Wicklungen 10 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz/N		$4 \cdot 10^{-3} \cdot I$	I = Messwert
Ersatzableitstromstärke	0,2 μ A bis 200 mA	QMH VIa.3 Version 5.0 an R_N bis 1 G Ω DC bis 60 Hz		$17 \cdot 10^{-6} \cdot I$ bis $5,8 \cdot 10^{-3} \cdot I$ Siehe Matrix M.2	

Permanentes Laboratorium – Standort Steinfurt

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichstromwiderstand	0 Ω	QMH III.1.3 Version 9.0 2-Draht Kurzschluss	0,5 mΩ	$R = \text{Messwert}$
		4-Draht-Kurzschluss	0,35 μΩ	
	100 μΩ 1 mΩ 10 mΩ 100 mΩ	Messgeräte gemäß QMH III.1 Version 9.0 Festwiderstände gemäß QMH VII.1 Version 5.0 Oder QMH V.1 Version	0,45 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,17 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,17 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,10 · $10^{-3} \cdot R$	
	1 Ω; 10 Ω; 100 Ω; 1 kΩ; 10 kΩ; 100 kΩ; 1 MΩ; 10 MΩ; 100 MΩ;	3.0	40 · $10^{-6} \cdot R$	
			23 · $10^{-6} \cdot R$	
			14 · $10^{-6} \cdot R$	
			10 · $10^{-6} \cdot R$	
			9,5 · $10^{-6} \cdot R$	
			11 · $10^{-6} \cdot R$	
			15 · $10^{-6} \cdot R$	
			31 · $10^{-6} \cdot R$	
			100 · $10^{-6} \cdot R$	
	1 Ω; 10 Ω; 100 Ω; 1 kΩ; 10 kΩ; 100 kΩ; 1 MΩ; 10 MΩ; 100 MΩ; 1 GΩ	Festwiderstände gemäß QMH IV.1 Version 9.0	76 · $10^{-6} \cdot R$	
			20 · $10^{-6} \cdot R$	
			17 · $10^{-6} \cdot R$	
			10 · $10^{-6} \cdot R$	
			10 · $10^{-6} \cdot R$	
			13 · $10^{-6} \cdot R$	
			19 · $10^{-6} \cdot R$	
			70 · $10^{-6} \cdot R$	
			0,59 · $10^{-3} \cdot R$	
			5,9 · $10^{-3} \cdot R$	
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	0 bis < 11 Ω 11 Ω bis < 110 Ω 110 Ω bis < 110 kΩ 110 kΩ bis < 1,1 MΩ 1,1 MΩ bis < 3,3 MΩ 3,3 MΩ bis < 11 MΩ 11 MΩ bis < 33 MΩ 33 MΩ bis < 110 MΩ 110 MΩ bis < 330 MΩ 330 MΩ bis < 1,1 GΩ	Messgeräte gemäß QMH III.1 Version 9.0 Festwiderstände gemäß QMH VII.1 Version 5.0	40 · $10^{-6} \cdot R$	$R = \text{Messwert}$ U_I ist die relative Unsicherheit der Kalibrierstromstärke U_U ist die relative Unsicherheit der gemessenen Spannung am Widerstand
			35 · $10^{-6} \cdot R$	
			28 · $10^{-6} \cdot R$	
	500 μΩ bis 45 kΩ	10 Hz bis 10 kHz	32 · $10^{-6} \cdot R$	
			60 · $10^{-6} \cdot R$	
			0,13 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,25 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,5 · $10^{-3} \cdot R$	
			3 · $10^{-3} \cdot R$	
			15 · $10^{-3} \cdot R$	

Permanentes Laboratorium – Standort Steinfurt

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Induktivität Festwerte	0 μ H	QMII.1 Version 9.0 2-Draht-Kurzschluss	0,03 μ H	$L = \text{Messwert}$ $50 \text{ m}\Omega \leq Z \leq 11 \text{ k}\Omega$
		Messgeräte gemäß QMII XI Version 5.0 Normale gemäß QMH XII Version 2.0		
	100 μ H	100 Hz	$0,54 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		1 kHz	$0,28 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	1 mH	100 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		1 kHz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
Kapazität Festwerte	10 mH	100 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,16 \cdot 10^{-3} \cdot L$	$C = \text{Messwert}$ $1 \Omega \leq Z \leq 110 \text{ M}\Omega$
	100 mH	100 Hz; 1 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,28 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	1 H	100 Hz, 1 kHz	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	0 pF	QMII.1 Version 9.0	0,2 pF	
		Messgeräte gemäß QMII XI Version 5.0 Normale gemäß QMH XII Version 2.0		
	1 pF	1 kHz	$0,63 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		10 kHz	$0,31 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		1 kHz	$42 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
		10 kHz; 100 kHz 1 MHz	$53 \cdot 10^{-6} \cdot C$ $88 \cdot 10^{-6} \cdot C$ $0,24 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
Kapazität Festwerte	100 pF	1 kHz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot C$	$C = \text{Messwert}$ $1 \Omega \leq Z \leq 110 \text{ M}\Omega$
	1 nF	1 kHz	$71 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
		100 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	10 nF	100 Hz	$0,49 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		1 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		10 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	100 nF	100 Hz;	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		1 kHz;	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		10 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
Kapazität Festwerte	1 μ F	100 Hz; 1 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot C$	$C = \text{Messwert}$ $1 \Omega \leq Z \leq 110 \text{ M}\Omega$
		10 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot C$	

Permanentes Laboratorium – Standort Steinfurt

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichstromleistung Messgeräte		QMH X.1 Version 5.0		
	0 W bis 21 kW	0 mV bis 1020 V 0 µA bis 20,5 A	$\sqrt{W_U^2 + W_I^2} \cdot P$ 0,21 · 10 ⁻³ · P bis 0,70 · 10 ⁻³ · P	P = Messwert
bei Zangenabgriff	0 W bis 300 kW	0 V bis 330 V 0 mA bis 1000 A	$\sqrt{W_{in}^2 + W_{DUT}^2} \cdot P$ jedoch nicht kleiner als 0,2 · 10 ⁻³ · P	W_{in} ist die relative Unsicherheit der Wirkleistung der Einfachwicklung.
Wechselstromwirkleistung Messgeräte		QMH X.1 Version 5.0		P = Messwert PF = Leistungsfaktor (kapazitiv oder induktiv)
	0,11 mW bis 21 kW	$PF = 1$; 45 Hz bis 65 Hz 33 mV bis 1020 V 3,3 mA bis 20 A	0,7 · 10 ⁻³ · P bis 1,4 · 10 ⁻³ · P	
	15 W; 60 W; 100 W; 400 W; 500 W; 1 kW; 2 kW; 4 kW	$PF = 1$; 45 Hz bis 65 Hz 50 V oder 200 V 0,3 A; 2 A; 10 A; 20 A	0,16 · 10 ⁻³ · P	
	1,5 W; 6 W	30 mA;	0,26 · 10 ⁻³ · P	
	2,3 W bis 20,6 kW	45 Hz bis 65 Hz; $PF = 1$ 23 V bis 1020 V 30 mA bis 20,5 A	0,32 · 10 ⁻³ · P bis 0,48 · 10 ⁻³ · P	
	220 W	45 Hz bis 65 Hz 220 V; 1 A $PF = 1$	0,16 · 10 ⁻³ · P	
	198 W	$PF = 0,9$	0,18 · 10 ⁻³ · P	
	110 W	$PF = 0,5$	0,29 · 10 ⁻³ · P	
	22 W	$PF = 0,1$	1,4 · 10 ⁻³ · P	
	11 W	$PF = 0,05$	2,7 · 10 ⁻³ · P	
bei Zangenabgriff	10 W bis 1 kW	33 V bis 330 V 330 mA bis < 3 A 45 Hz bis 65 Hz $0,05 \leq PF < 1$ Induktiv, kapazitiv	0,22 W	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.
	0,5 W bis 218 kW	QMH X.4 Version 5.0 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 0,4 · 10 ⁻³ · P	
Leistungsfaktor	0 bis 0,4	QMH X Version 5.0 33 V bis 330 V 330 mA bis 2,2 A 45 Hz bis 65 Hz	0,15 · 10 ⁻³	
	> 0,4 bis < 1		-60 · 10 ⁻⁶ · P + 0,16 · 10 ⁻³	
	1		89 · 10 ⁻⁶	

Permanentes Laboratorium – Standort Steinfurt

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstrom- blindleistung Messgeräte	0 var bis 1 kvar	QMH X Version 5.0 45 Hz bis 65 Hz	$U_P \cdot \text{var}/W$	U_P ist die Unsicherheit der Wirkleistung
Frequenz f Messung und Synthese	0,01 Hz bis 18 GHz	QMH VIII.1 Version 5.0	$0,5 \cdot 10^{-9} \cdot f + U_{Tf}$	U_{Tf} : Triggerunsicherheit
Zeitintervall Δt	0 ns bis 0,7 ms 2 ns bis 100 s 1 s bis 100 h	QMH VIII.1.1 Version 5.0	1,2 ns $1,5 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t + 50 \text{ ps}$ $14 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t + U_{Tf}$	
Drehzahl	0,02 s^{-1} bis 18000 s^{-1}	QMH VIII.3 Version 5.0	$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
Oszilloskop Vertikal	0 V bis 5 V 5 V 130 V	QMH IX.1 Version 4.0 DC bis 10 kHz	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 66 \mu\text{V}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 44 \mu\text{V}$	U : Messwert
Oszilloskop Horizontal	1 ns bis < 100 ns 100 ns bis 20 ms > 20 ms bis 5 s	QMH IX.1 Version 4.0	$0,6 \cdot 10^{-6} \cdot T + 60 \text{ fs}$ $3,1 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ fs}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 + 29 \cdot 10^{-6} \cdot T$	T = Messwert
Oszilloskope Bandbreite f (Frequenzgang)	50 kHz > 50 kHz bis 100 MHz > 100 MHz bis 300 MHz > 300 MHz bis 600 MHz > 600 MHz bis 1,1 GHz > 1,1 GHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz	QMH XI.1 EURAMET cg-7 v1 DKD 2622-Blatt 4:2014	3,3 $\cdot 10^{-2} \cdot f$ 2,5 $\cdot 10^{-2} \cdot f$ 3,1 $\cdot 10^{-2} \cdot f$ 5,5 $\cdot 10^{-2} \cdot f$ 6,5 $\cdot 10^{-2} \cdot f$ 6,8 $\cdot 10^{-2} \cdot f$ 9,5 $\cdot 10^{-2} \cdot f$	f = Messwert
Frequenz f Zeitbasis	10 MHz	QMH IX.2.8 Version 4.0	$0,2 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
Anstiegszeit Oszilloskope	50 ps bis 1 ms 1 ns bis 1 ms	QMH IX.1 Version 4.0 0,05 V bis 1,2 V 0,1 bis 3 V	$4 \text{ ps} + 5,7 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $2,5 \text{ ps} + 5,8 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
Anstiegszeit Generatoren, Pulse	0,5 ns bis < 2,5 ns 2,5 ns bis 5 ms	QMH IX.1 Version 4.0	$28 \text{ ps} + 14 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $13 \text{ ps} + 28 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
HF-Leistung Ausgangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Quellen	10 μW bis 80 mW	DC bis 50 MHz 50 MHz bis 4 GHz 4 GHz bis 12 GHz 12 GHz bis 18 GHz	$9,5 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $14 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $22 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $36 \cdot 10^{-3} \cdot P$	N-Konnektor, 50 Ohm $ \Gamma_G \leq 0,035$ $f \leq 4 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,056$ $f \leq 12 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,075$ $f \leq 18 \text{ GHz}$ andere Konnektoren und Reflexionsfaktoren erhöhen die Messunsicherheit
HF-Spannung U_{HF} Quellen mit HF- Spannungsanzeige bezüglich 50Ω	22 mV bis 2 V	DC bis 18 MHz	$W(U_{HF}) = \frac{W(P)}{2}$	$W(P)$ ist die relative Unsicherheit der gemessenen Leistung an $Z_0 = 50 \Omega$

Anlage zur Teil-Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-01

Matrix M.1 Rechteckspannung

Rechteckspannung [V]	0,001	0,01	0,1	0,1	0,5	1	5	10	50	100
Frequenz [Hz]										
10	3,8E-07	512,2E-9	2,44E-06	2,37E-06	1,12E-05	2,2E-05	110,4E-6	250,0E-6	1,2E-3	2,3E-3
100	7,4E-07	814,6E-9	2,52E-06	2,46E-06	1,12E-05	2,2E-05	110,4E-6	250,0E-6	1,2E-3	2,3E-3
1000	6,4E-06	6,4E-6	6,99E-06	6,97E-06	1,34E-05	2,4E-05	111,6E-6	251,5E-6	1,2E-3	2,3E-3
10000	6,3E-05	63,7E-6	6,56E-05	6,56E-05	7,47E-05	8,7E-05	200,5E-6	369,5E-6	1,6E-3	3,2E-3

Matrix M.2 Ersatzableitstromstärke

Normalwiderstand R_N	1 kΩ			10 kΩ			100 kΩ			1 MΩ			10 MΩ			100 MΩ			1 GΩ		
Nominalspannung	Stromstärke erweiterte Messunsicherheit U in $\mu\text{A}/\text{A}$												Stromstärke U in mA/A								
60 V	60 mA	12	6 mA	12	600 μA	12	60 μA	20	6 μA	71	600 nA	0,6	60 nA	5,8	1,1 μA	110 nA	110 nA	230 nA	230 nA	400 nA	400 nA
110 V	110 mA		11 mA		1,1 mA		110 μA		11 μA		1,1 μA		1,1 μA		2,3 μA		2,3 μA		4,0 μA		4,0 μA
230 V	230 mA		23 mA		2,3 mA		230 μA		23 μA		23 μA		23 μA		40 μA		40 μA		400 μA		400 μA
400 V	400 mA		40 mA		4 mA		400 μA		40 μA		40 μA		40 μA		400 μA		400 μA		400 μA		400 μA

Matrix M.3 Wechselstromwiderstand

Spannung [V]	0,001 V	0,010 V	0,010 V	0,100 V	0,100 V	1,000 V	1,000 V	1,000 V	10,000 V	10,000 V	100,000 V
Stromstärke [A]											
$2,2 \cdot 10^{-3} \text{ A}$	1,57E-03	4,66E-04	4,66E-04	3,00E-04	3,00E-04	2,98E-04	2,98E-04	3,00E-04	3,00E-04	3,00E-04	3,78E-04
$22 \cdot 10^{-3} \text{ A}$	1,55E-03	3,97E-04	3,97E-04	1,75E-04	1,75E-04	1,72E-04	1,72E-04	1,75E-04	1,75E-04	1,75E-04	2,89E-04
0,22 A	1,55E-03	3,97E-04	3,97E-04	1,75E-04	1,75E-04	1,72E-04	1,72E-04	1,75E-04	1,75E-04	1,75E-04	2,89E-04
2,2 A	1,64E-03	6,78E-04	6,78E-04	5,76E-04	6,21E-04						

Dimensionelle Messgrößen

Permanentes Laboratorium-Standort Steinfurt

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Länge Messschieber für Außen-, Innen- und Tiefenmaße *	0 mm bis 500 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 9.1:2006	20 $\mu\text{m} + 15 \cdot 10^{-6} \cdot \text{L}$	/: Messwert
Bügelmessschrauben *	0 mm bis 300 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 10.1:2001	2 $\mu\text{m} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot \text{L}$	

Elektrische Messgrößen

Permanentes Laboratorium – Standort Wien

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren		Erweiterte Messunsicherheit	
Gleichspannung Quellen	0 V	QMH III.1 Version 9.0		120 nV	Kurzschlussbrücke U = Messwert
	0 V bis 0,1 V			$4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,36 \mu\text{V}$	
	> 0,1 V bis 1 V			$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,35 \mu\text{V}$	
	> 1 V bis 10 V			$3,2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,56 \mu\text{V}$	
	> 10 V bis 100 V			$5,3 \cdot 10^{-6} \cdot U + 34 \mu\text{V}$	
	> 100 V bis 500 V			$9,6 \cdot 10^{-6} \cdot U - 0,34 \text{ mV}$	
	> 500 V bis 1050 V			$30 \cdot 10^{-6} \cdot U - 10 \text{ mV}$	
Gleichspannung Messgeräte	0 V bis 220 mV	QMH III.1 Version 9.0	$6 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,6 \mu\text{V}$	U = Messwert	
	> 220 mV bis 2,2 V				
	> 2,2 V bis 11 V				
	> 11 V bis 22 V				
	> 22 V bis 220 V				
	> 220 V bis 1050 V				
	0 V bis 0,1 V				
	> 0,1 V bis 1 V	QMH IV.2. Version 9.0	$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,35 \mu\text{V}$		
	> 1 V bis 10 V				
	> 10 V bis 100 V				
	> 100 V bis 500 V				
	> 500 V bis 1050 V				
	0 V bis 0,1 V				
	> 0,1 V bis 1 V				
Hochspannung Quellen	1 kV bis 30 kV	QMH XX Version 2.0	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U$		

Permanentes Laboratorium – Standort Wien

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Quellen, Messgeräte		Quellen gemäß QMH IV.1 Version 9.0 Messgeräte gemäß QMH IV.2 Version 9.0		$U = \text{Messwert}$
	2 mV bis 1000 V	10 Hz bis 1 MHz	$4,1 \mu\text{V} \text{ bis } 0,48 \text{ V}$	
	2 mV bis 10 mV	10 Hz bis 40 Hz	$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,4 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$5,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$46 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
	> 10 mV bis 100 mV	10 Hz bis 40 Hz	$86 \cdot 10^{-6} \cdot U + 4,6 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$87 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,93 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$	
		> 300 kHz bis 1 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$	
	> 100 mV bis 1 V	10 Hz bis 40 Hz	$83 \cdot 10^{-6} \cdot U + 46 \mu\text{V}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$82 \cdot 10^{-6} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,92 \cdot 10^{-3} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,12 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 1 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,12 \text{ mV}$	
	> 1 V bis 10 V	10 Hz bis 40 Hz	$85 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,46 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$87 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,92 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,2 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 1 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,2 \text{ mV}$	
	> 10 V bis 100 V	10 Hz bis 40 Hz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,6 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,41 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
	> 100 V bis 1000 V	50 Hz bis 1 kHz	$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \text{ mV}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Wien

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Messgeräte, Quellen		Messgeräte gemäß QMII III.1 Version 9.0 Quellen gemäß QMH V.1 Version 5.0		$U = \text{Messwert}$
	1 mV bis 1100 V	10 Hz bis 1 MHz	5 μ V bis 81 mV	
	1 mV bis 2,2 mV	10 Hz bis 20 Hz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,5 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 13 \mu$ V	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$3,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
	> 2,2 mV bis 22 mV	10 Hz bis 20 Hz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu$ V	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$3,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
	> 22 mV bis 220 mV	10 Hz bis 20 Hz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 13 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U + 8 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,28 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 35 \mu$ V	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$3,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 80 \mu$ V	
	> 220 mV bis 2,2 V	10 Hz bis 20 Hz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 80 \mu$ V	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu$ V	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 6 \mu$ V	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \mu$ V	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U + 70 \mu$ V	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,39 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,13 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$0,95 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,35 \text{ mV}$	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$1,9 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,85 \text{ mV}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Wien

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Messgeräte, Quellen	> 2,2 V bis 22 V	10 Hz bis 20 Hz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,8 \text{ mV}$	$U = \text{Messwert}$
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,25 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 60 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,16 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,35 \text{ mV}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,5 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,3 \text{ mV}$	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8,5 \text{ mV}$	
	> 22 V bis 220 V	10 Hz bis 20 Hz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \text{ mV}$	
		> 20 Hz bis 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,5 \text{ mV}$	
		> 40 Hz bis 20 kHz	$70 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,8 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$	
Hochspannung Quellen	> 220 V bis 1100 V	> 50 kHz bis 100 kHz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \text{ mV}$	Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit
		15 Hz bis 50 Hz	$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \text{ mV}$	
		> 50 Hz bis 1 kHz	$70 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$	
	1 mV bis 220 V	1 Hz bis 10 kHz Rechteckspannung	$0,38 \mu\text{V} \text{ bis } 3,2 \text{ mV}$ Siehe Matrix M.1	
	1 kV bis 21 kV	QMH XX Version 2.0 45 Hz bis 55 Hz	$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	> 21 kV bis 30 kV		7,9 V	

Permanentes Laboratorium – Standort Wien

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichstromstärke Messgeräte, Quellen	0 mA bis 220 µA	QMH III.1 Version 9.0 Messgeräte QMH V.1 Version 5.0 Quellen	$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 8 \text{ nA}$	$I = \text{Messwert}$
	> 220 µA bis 2,2 mA		$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 8 \text{ nA}$	
	> 2,2 mA bis 22 mA		$40 \cdot 10^{-6} \cdot I + 80 \text{ nA}$	
	> 22 mA bis 100 mA		$50 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,8 \mu\text{A}$	
	> 100 mA bis 220 mA		$50 \cdot 10^{-6} \cdot I + 200 \cdot 10^{-6} \cdot I^2 + 0,8 \mu\text{A}$	
	> 220 mA bis 1 A		$65 \cdot 10^{-6} \cdot I + 25 \mu\text{A}$	
	> 1 A bis 2,2 A		$65 \cdot 10^{-6} \cdot I + 10 \cdot 10^{-6} \cdot I^2 + 25 \mu\text{A}$	
	> 2,2 A bis 3 A		$0,38 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \mu\text{A}$	
	> 3 A bis 10,1 A		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,5 \text{ mA}$	
	> 10,1 A bis 20,5 A		$1 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,75 \text{ mA}$	
Gleichstromstärke Stromzangen und Stromzangenwandler	0 pA bis 1 pA	QMH IV.2 Version 9.0 Messgeräte QMH IV.1 Version 9.0 Quellen	1 pA	
	> 1 pA bis 100 nA		$35 \cdot 10^{-6} \cdot I + 46 \text{ pA}$	
	> 100 nA bis 1 µA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 46 \text{ pA}$	
	> 1 µA bis 10 µA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,12 \text{ nA}$	
	> 10 µA bis 100 µA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,92 \text{ nA}$	
	> 100 µA bis 1 mA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 6 \text{ nA}$	
	> 1 mA bis 10 mA		$23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 58 \text{ nA}$	
	> 10 mA bis 100 mA		$41 \cdot 10^{-6} \cdot I + 580 \text{ nA}$	
	> 100 mA bis 1 A		$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot I + 12 \mu\text{A}$	
	1 A bis 400 A	QMH VI Version 5.0 Quellen	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
Gleichstromstärke Stromzangen und Stromzangenwandler	1 mA bis 1100 A	QMH XIX Version 3.0 1 bis N Wicklungen	$3 \cdot 10^{-3} \cdot I$	

Permanentes Laboratorium – Standort Wien

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstromstärke Messgeräte, Quellen		Messgeräte gemäß QMII III.1 Version 9.0 Quellen gemäß QMII V.1 Version 5.0		$I = \text{Messwert}$
	10 µA bis 20,5 A	10 Hz bis 10 kHz	25 nA bis 0,62 A	
	0,01 mA bis 0,22 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 25 \text{ nA}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 16 \text{ nA}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \text{ nA}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 80 \text{ nA}$	
	> 0,22 mA bis 2,2 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \text{ nA}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-4} \cdot I + 35 \text{ nA}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,4 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,8 \mu\text{A}$	
	> 2,2 mA bis 22 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,4 \mu\text{A}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,35 \mu\text{A}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 8 \mu\text{A}$	
	> 22 mA bis 220 mA	10 Hz bis 40 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4 \mu\text{A}$	
		> 40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 3,5 \mu\text{A}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 80 \mu\text{A}$	
	> 220 mA bis 2,2 A	20 Hz bis 1 kHz	$0,55 \cdot 10^{-3} \cdot I + 35 \mu\text{A}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot I + 80 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,16 \text{ mA}$	
	> 2,2 A bis 3 A	10 Hz bis 45 Hz	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ mA}$	
		> 45 Hz bis 1 kHz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,1 \text{ mA}$	
	> 3 A bis 11 A	45 Hz bis 100 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2 \text{ mA}$	
		> 100 Hz bis 1 kHz	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2 \text{ mA}$	
	> 11 A bis 20,5 A	45 Hz bis 100 Hz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5 \text{ mA}$	
		> 100 Hz bis 1 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5 \text{ mA}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Wien

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)					
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen	
Wechselstromstärke Quellen		QMH IV.1. Version 9.0		$I = \text{Messwert}$	
		5 μA bis 1 A	20 Hz bis 5 kHz		
		5 μA bis 100 μA	20 Hz bis 45 Hz > 45 Hz bis 1 kHz		
		> 100 μA bis 1 mA	20 Hz bis 45 Hz > 45 Hz bis 100 Hz		
			> 100 Hz bis 5 kHz		
			20 Hz bis 45 Hz > 45 Hz bis 100 Hz		
		> 1 mA bis 10 mA	> 100 Hz bis 5 kHz		
			20 Hz bis 45 Hz > 45 Hz bis 100 Hz		
			> 100 Hz bis 5 kHz		
		> 10 mA bis 100 mA	20 Hz bis 45 Hz > 45 Hz bis 100 Hz		
			> 100 Hz bis 5 kHz		
			20 Hz bis 45 Hz > 45 Hz bis 100 Hz		
		> 100 mA bis 1 A	> 100 Hz bis 5 kHz		
			20 Hz bis 45 Hz > 45 Hz bis 100 Hz		
			> 100 Hz bis 5 kHz		
Wechselstromstärke Quellen, Messgeräte		QMH VI.1 Version 5.0		$I = \text{Messwert}$	
		10 mA bis 500 A	3 μA bis 0,2 A		
		10 mA bis 1 A	40 Hz bis 1 kHz		
		> 1 A bis 100 A			
		> 100 A bis 450 A			
Stromzangen und Zangenstromwandler	1 mA bis 1100 A	QMH XIX Version 3.0 1 bis N Wicklungen 10 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz/N	$4 \cdot 10^{-3} \cdot I$	$I = \text{Messwert}$	
Ersatzableitstromstärke	0,2 μA bis 200 mA	QMH VIa.3 Version 5.0 an R_N bis 1 G Ω DC bis 60 Hz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot I$ bis $5,8 \cdot 10^{-3} \cdot I$ Siehe Matrix M.2		

Permanentes Laboratorium – Standort Wien

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichstromwiderstand	0 Ω	QMH III.1.3 Version 9.0 2-Draht Kurzschluss	0,5 mΩ	$R = \text{Messwert}$
		4-Draht-Kurzschluss	0,35 μΩ	
	100 μΩ 1 mΩ 10 mΩ 100 mΩ	Messgeräte gemäß QMH III.1 Version 9.0 Festwiderstände gemäß QMH VII.1 Version 5.0 Oder QMH V.1 Version	0,45 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,17 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,17 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,10 · $10^{-3} \cdot R$	
	1 Ω; 10 Ω; 100 Ω; 1 kΩ; 10 kΩ; 100 kΩ; 1 MΩ; 10 MΩ; 100 MΩ;	3.0	40 · $10^{-6} \cdot R$	
			23 · $10^{-6} \cdot R$	
			14 · $10^{-6} \cdot R$	
			10 · $10^{-6} \cdot R$	
			9,5 · $10^{-6} \cdot R$	
			11 · $10^{-6} \cdot R$	
			15 · $10^{-6} \cdot R$	
			31 · $10^{-6} \cdot R$	
			100 · $10^{-6} \cdot R$	
	1 Ω; 10 Ω; 100 Ω; 1 kΩ; 10 kΩ; 100 kΩ; 1 MΩ; 10 MΩ; 100 MΩ; 1 GΩ	Festwiderstände gemäß QMH IV.1 Version 9.0	76 · $10^{-6} \cdot R$	
			20 · $10^{-6} \cdot R$	
			17 · $10^{-6} \cdot R$	
			10 · $10^{-6} \cdot R$	
			10 · $10^{-6} \cdot R$	
			13 · $10^{-6} \cdot R$	
			19 · $10^{-6} \cdot R$	
			70 · $10^{-6} \cdot R$	
			0,59 · $10^{-3} \cdot R$	
			5,9 · $10^{-3} \cdot R$	
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	0 bis < 11 Ω 11 Ω bis < 110 Ω 110 Ω bis < 110 kΩ 110 kΩ bis < 1,1 MΩ 1,1 MΩ bis < 3,3 MΩ 3,3 MΩ bis < 11 MΩ 11 MΩ bis < 33 MΩ 33 MΩ bis < 110 MΩ 110 MΩ bis < 330 MΩ 330 MΩ bis < 1,1 GΩ	Messgeräte gemäß QMH III.1 Version 9.0 Festwiderstände gemäß QMH VII.1 Version 5.0	40 · $10^{-6} \cdot R$	$R = \text{Messwert}$ U_I ist die relative Unsicherheit der Kalibrierstromstärke U_U ist die relative Unsicherheit der gemessenen Spannung am Widerstand
			35 · $10^{-6} \cdot R$	
			28 · $10^{-6} \cdot R$	
	500 μΩ bis 45 kΩ	10 Hz bis 10 kHz	32 · $10^{-6} \cdot R$	
			60 · $10^{-6} \cdot R$	
			0,13 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,25 · $10^{-3} \cdot R$	
			0,5 · $10^{-3} \cdot R$	
			3 · $10^{-3} \cdot R$	
			15 · $10^{-3} \cdot R$	

Permanentes Laboratorium – Standort Wien

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Induktivität Festwerte	0 μ H	QMII.1 Version 9.0 2-Draht-Kurzschluss	0,03 μ H	L = Messwert Betrag der Impedanz $50 \text{ m}\Omega \leq Z \leq 11 \text{ k}\Omega$
		Messgeräte gemäß QMII XI Version 5.0 Normale gemäß QMH XII Version 2.0		
	100 μ H	100 Hz	$0,54 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		1 kHz	$0,28 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	1 mH	100 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		1 kHz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
Kapazität Festwerte	10 mH	100 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,16 \cdot 10^{-3} \cdot L$	C = Messwert Betrag der Impedanz $1 \Omega \leq Z \leq 110 \text{ M}\Omega$
	100 mH	100 Hz; 1 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,28 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	1 H	100 Hz, 1 kHz	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	0 pF	QMII.1 Version 9.0	0,2 pF	
		Messgeräte gemäß QMII XI Version 5.0 Normale gemäß QMH XII Version 2.0		
	1 pF	1 kHz	$0,63 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		10 kHz	$0,31 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		1 kHz	$42 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
		10 kHz; 100 kHz 1 MHz	$53 \cdot 10^{-6} \cdot C$ $88 \cdot 10^{-6} \cdot C$ $0,24 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
Kapazität Festwerte	100 pF	1 kHz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot C$	C = Messwert Betrag der Impedanz $1 \Omega \leq Z \leq 110 \text{ M}\Omega$
	1 nF	1 kHz	$71 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
		100 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	10 nF	100 Hz	$0,49 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		1 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		10 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	100 nF	100 Hz;	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		1 kHz;	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		10 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
Kapazität Festwerte	1 μ F	100 Hz; 1 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot C$	C = Messwert Betrag der Impedanz $1 \Omega \leq Z \leq 110 \text{ M}\Omega$
		10 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot C$	

Permanentes Laboratorium – Standort Wien

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichstromleistung Messgeräte		QMH X.1 Version 5.0		
	0 W bis 21 kW	0 mV bis 1020 V 0 µA bis 20,5 A	$\sqrt{W_U^2 + W_I^2} \cdot P$ $0,21 \cdot 10^{-3} \cdot P$ bis $0,70 \cdot 10^{-3} \cdot P$	P = Messwert
bei Zangenabgriff	0 W bis 300 kW	0 V bis 330 V 0 mA bis 1000 A	$\sqrt{W_{in}^2 + W_{DUT}^2} \cdot P$ jedoch nicht kleiner als $0,2 \cdot 10^{-3} \cdot P$	W_{in} ist die relative Unsicherheit der Wirkleistung der Einfachwicklung.
Wechselstromwirkleistung Messgeräte		QMH X.1 Version 5.0		P = Messwert PF = Leistungsfaktor (kapazitiv oder induktiv)
	0,11 mW bis 21 kW	$PF = 1$; 45 Hz bis 65 Hz 33 mV bis 1020 V 3,3 mA bis 20 A	$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot P$ bis $1,4 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	15 W; 60 W; 100 W; 400 W; 500 W; 1 kW; 2 kW; 4 kW	$PF = 1$; 45 Hz bis 65 Hz 50 V oder 200 V 0,3 A; 2 A; 10 A; 20 A	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1,5 W; 6 W	30 mA;	$0,26 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	2,3 W bis 20,6 kW	45 Hz bis 65 Hz; $PF = 1$ 23 V bis 1020 V 30 mA bis 20,5 A	$0,32 \cdot 10^{-3} \cdot P$ bis $0,48 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	220 W	45 Hz bis 65 Hz 220 V; 1 A $PF = 1$	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	198 W	$PF = 0,9$	$0,18 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	110 W	$PF = 0,5$	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	22 W	$PF = 0,1$	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	11 W	$PF = 0,05$	$2,7 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
bei Zangenabgriff	10 W bis 1 kW	33 V bis 330 V 330 mA bis < 3 A 45 Hz bis 65 Hz $0,05 \leq PF < 1$ Induktiv, kapazitiv	0,22 W	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.
	0,5 W bis 218 kW	QMH X.4 Version 5.0 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 $0,4 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
Leistungsfaktor	0 bis 0,4	QMH X Version 5.0 33 V bis 330 V 330 mA bis 2,2 A 45 Hz bis 65 Hz	$0,15 \cdot 10^{-3}$	
	> 0,4 bis < 1		$-60 \cdot 10^{-6} \cdot P + 0,16 \cdot 10^{-3}$	
	1		$89 \cdot 10^{-6}$	

Permanentes Laboratorium – Standort Wien

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstrom- blindleistung Messgeräte	0 var bis 1 kvar	QMH X Version 5.0 45 Hz bis 65 Hz	$U_P \cdot \text{var}/W$	U_P ist die Unsicherheit der Wirkleistung
Frequenz f Messung und Synthese	0,01 Hz bis 18 GHz	QMH VIII.1 Version 5.0	$0,5 \cdot 10^{-9} \cdot f + U_{Tf}$	U_{Tf} : Triggerunsicherheit
Zeitintervall Δt	0 ns bis 0,7 ms 2 ns bis 100 s 1 s bis 100 h	QMH VIII.1.1 Version 5.0	1,2 ns $1,5 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t + 50 \text{ ps}$ $14 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t + U_{Tf}$	
Drehzahl	0,02 s^{-1} bis 18000 s^{-1}	QMH VIII.3 Version 5.0	$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
Oszilloskop Vertikal	0 V bis 5 V 5 V 130 V	QMH IX.1 Version 4.0 DC bis 10 kHz	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 66 \mu\text{V}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 44 \mu\text{V}$	U : Messwert
Oszilloskop Horizontal	1 ns bis < 100 ns 100 ns bis 20 ms > 20 ms bis 5 s	QMH IX.1 Version 4.0	$0,6 \cdot 10^{-6} \cdot T + 60 \text{ fs}$ $3,1 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ fs}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 + 29 \cdot 10^{-6} \cdot T$	T = Messwert
Oszilloskope Bandbreite f (Frequenzgang)	50 kHz > 50 kHz bis 100 MHz > 100 MHz bis 300 MHz > 300 MHz bis 600 MHz > 600 MHz bis 1,1 GHz > 1,1 GHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz	QMH XI.1 EURAMET cg-7 v1 DKD 2622-Blatt 4:2014	$3,3 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $2,5 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $3,1 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $5,5 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $6,5 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $6,8 \cdot 10^{-2} \cdot f$ $9,5 \cdot 10^{-2} \cdot f$	f = Messwert
Frequenz f Zeitbasis	10 MHz	QMH IX.2.8 Version 4.0	$0,2 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
Anstiegszeit Oszilloskope	50 ps bis 1 ms 1 ns bis 1 ms	QMH IX.1 Version 4.0 0,05 V bis 1,2 V 0,1 bis 3 V	$4 \text{ ps} + 5,7 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $2,5 \text{ ps} + 5,8 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
Anstiegszeit Generatoren, Pulse	0,5 ns bis < 2,5 ns 2,5 ns bis 5 ms	QMH IX.1 Version 4.0	$28 \text{ ps} + 14 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $13 \text{ ps} + 28 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
HF-Leistung Ausgangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Quellen	10 μW bis 80 mW	DC bis 50 MHz 50 MHz bis 4 GHz 4 GHz bis 12 GHz 12 GHz bis 18 GHz	$9,5 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $14 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $22 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $36 \cdot 10^{-3} \cdot P$	N-Konnektor, 50 Ohm $ \Gamma_G \leq 0,035$ $f \leq 4 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,056$ $f \leq 12 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,075$ $f \leq 18 \text{ GHz}$ andere Konnektoren und Reflexionsfaktoren erhöhen die Messunsicherheit
HF-Spannung U_{HF} Quellen mit HF- Spannungsanzeige bezüglich 50Ω	22 mV bis 2 V	DC bis 18 MHz	$W(U_{HF}) = \frac{W(P)}{2}$	$W(P)$ ist die relative Unsicherheit der gemessenen Leistung an $Z_0 = 50 \Omega$

Anlage zur Teil-Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-01

Permanentes Laboratorium – Standort Wien

Matrix M.1 Rechteckspannung

Rechteckspannung [V]	0,001	0,01	0,1	0,1	0,5	1	5	10	50	100
Frequenz [Hz]										
10	3,8E-07	512,2E-9	2,44E-06	2,37E-06	1,12E-05	2,2E-05	110,4E-6	250,0E-6	1,2E-3	2,3E-3
100	7,4E-07	814,6E-9	2,52E-06	2,46E-06	1,12E-05	2,2E-05	110,4E-6	250,0E-6	1,2E-3	2,3E-3
1000	6,4E-06	6,4E-6	6,99E-06	6,97E-06	1,34E-05	2,4E-05	111,6E-6	251,5E-6	1,2E-3	2,3E-3
10000	6,3E-05	63,7E-6	6,56E-05	6,56E-05	7,47E-05	8,7E-05	200,5E-6	369,5E-6	1,6E-3	3,2E-3

Matrix M.2 Ersatzableitstromstärke

Normalwiderstand R_N	1 kΩ	10 kΩ	100 kΩ	1 MΩ	10 MΩ	100 MΩ	1 GΩ					
Nominalspannung	Stromstärke erweiterte Messunsicherheit U in $\mu\text{A}/\text{A}$						Stromstärke U in mA/A					
60 V	60 mA	12	6 mA	600 μA	12	60 μA	71	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

Matrix M.3 Wechselstromwiderstand

Spannung [V]	0,001 V	0,010 V	0,010 V	0,100 V	0,100 V	1,000 V	1,000 V	10,000 V	10,000 V	100,000 V
Stromstärke [A]										
$2,2 \cdot 10^{-3}$ A	1,57E-03	4,66E-04	4,66E-04	3,00E-04	3,00E-04	2,98E-04	2,98E-04	3,00E-04	3,00E-04	3,78E-04
$22 \cdot 10^{-3}$ A	1,55E-03	3,97E-04	3,97E-04	1,75E-04	1,75E-04	1,72E-04	1,72E-04	1,75E-04	1,75E-04	2,89E-04
0,22 A	1,55E-03	3,97E-04	3,97E-04	1,75E-04	1,75E-04	1,72E-04	1,72E-04	1,75E-04	1,75E-04	2,89E-04
2,2 A	1,64E-03	6,78E-04	6,78E-04	5,76E-04	5,76E-04	5,76E-04	5,76E-04	5,76E-04	5,76E-04	6,21E-04

Dimensionelle Messgrößen

Permanentes Laboratorium-Standort Wien

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Länge Messschieber für Außen-, Innen- und Tiefenmaße *	0 mm bis 500 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 9.1:2006	$20 \mu\text{m} + 15 \cdot 10^{-6} \cdot /$	l : Messwert
Bügelmessschrauben *	0 mm bis 300 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 10.1:2001	$2 \mu\text{m} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot /$	

Vor-Ort-Kalibrierung - Gleich- und Wechselspannung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichspannung	0 V	linearer Step-Up/Down	35 nV	Kurzschlussbrücke
	0 V bis 1 V		$0,46 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,18 \mu\text{V}$	$U = \text{Messwert}$
	> 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	$26 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,11 \mu\text{V}$	$U = \text{Messwert}$ Kalibrierung am Josephson-Voltmeter. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Lastimpedanz und die Wiederholbarkeit noch 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	$1,4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,16 \mu\text{V}$	
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	$0,32 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		1 MHz	$0,43 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	6 mV	10 Hz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		20 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U$	

Vor-Ort-Kalibrierung - Gleich- und Wechselspannung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	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	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$	$U = \text{Messwert}$ 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	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		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	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		10 Hz	$54 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
Wechselspannung	60 mV	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	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		10 Hz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	100 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	$34 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
Wechselspannung	200 mV	1 MHz	$53 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		10 Hz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz; 40 Hz	$18 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	

Vor-Ort-Kalibrierung - Gleich- und Wechselspannung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung	200 mV	400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$12 \cdot 10^{-6} \cdot U$	$U = \text{Messwert}$
		100 kHz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit.
		200 kHz; 300 kHz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$33 \cdot 10^{-6} \cdot U$	Kalibrierung an AC/DC-Transfer- normal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschluss- impedanz und die Wiederholbarkeit zu berücksichtigen.
		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 MHz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	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	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	2 V	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	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		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	$35 \cdot 10^{-6} \cdot U$	

Vor-Ort-Kalibrierung - Gleich- und Wechselspannung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung	8 V; 10 V	10 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot U$	$U = \text{Messwert}$ 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	$47 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		10 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	20 V	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	$49 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		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	
		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	$14 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	> 70 V bis 110 V 100 V	200 kHz; 300 kHz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		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	$37 \cdot 10^{-6} \cdot U$	

Vor-Ort-Kalibrierung - Gleich- und Wechselspannung

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

Vor-Ort-Kalibrierung - Gleich- und Wechselspannung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	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).
	> 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	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \mu\text{V}$ $25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \mu\text{V}$	
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 $U_{\text{Spitze}} < 1,4 \text{ kV}$
	> 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	$80 \cdot 10^{-6} \cdot U_n + 4 \text{ mV}$	
		> 1 kHz bis 4 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U_n + 6 \text{ mV}$	

Vor-Ort-Kalibrierung - Gleich- und Wechselspannung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	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	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 3,5 \mu\text{A}$	eff.= Effektivwertgrenze des verzerrten Signals
	> 0,22 A bis 0,8 A	0,15 A bis 1,4 A, Spitze	$0,55 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 35 \mu\text{A}$	
	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	7 A bis 14 A, Spitze	$0,50 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 40 \mu\text{A}$	
	1 A bis 8 A	> 14 A bis 30 A, Spitze	$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 80 \mu\text{A}$	
	2 A bis 15 A	7 A bis 14 A, Spitze	$0,34 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	Harmonische 0,022 A bis 0,22 A	> 1 kHz bis 4 kHz	$0,68 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	> 0,22 A bis 0,8 A	0,15 A bis 1,4 A, Spitze	$1,6 \cdot 10^{-3} \%$	
	0,22 A bis 1,2 A	> 1,4 A bis < 1,8 A, Spitze	$25 \cdot 10^{-3} \%$	
	0,22 A bis 2,2 A	1,8 A bis < 7 A, Spitze	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
	> 2,2 A bis 4 A	7 A bis 14 A, Spitze	$2,5 \cdot 10^{-3}$	
	1 A bis 8 A	> 14 A bis 30 A, Spitze	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot k + 0,012 \%$	Werte ausgedrückt in % Klingen
	2 A bis 15 A	7 A bis 14 A, Spitze	$0,8 \cdot 10^{-3} \cdot k + 0,012 \%$	
Flicker * Modulationstiefe $\Delta U/U$ Quellen	0,4 % bis 3,2 %	DIN EN 61000-4-15:2011, Tabelle 5	$0,68 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	Werte bei $\Delta U/U$ ausgedrückt in $\Delta U/U$ rechteckförmiger Flicker
Messgeräte			$1,6 \cdot 10^{-3} \%$	
Frequenz	8,3 mHz bis 40 Hz		$25 \cdot 10^{-3} \%$	
P_{st} -Wert	nur $P_{st} = 1$		$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
Wechselspannung Klirrfaktor k	0 % bis 30 %	45 Hz bis 5 kHz > 5 kHz bis 30 kHz	$2,5 \cdot 10^{-3}$	
			$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot k + 0,012 \%$ $0,8 \cdot 10^{-3} \cdot k + 0,012 \%$	

Vor-Ort-Kalibrierung - Gleich- und Wechselstromstärke

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichstromstärke	0 pA bis 10 nA	QMH Kap. VIa Vers. 5.0 $T = (23 \pm 2)^\circ\text{C}$	0,85 fA bis 51 fA 12 fA $0,85 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,53 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $75 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $10 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $5,1 \cdot 10^{-6} \cdot I$	$I = \text{Messwert}$ Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
	0 pA			
	1 pA			
	10 pA			
	100 pA			
	1 nA			
	10 nA			
	> 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		$0,33 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,26 \text{ μA}$	
	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		$28 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
Gleichstromstärke Quellen	100 A bis 300 A	QMH Kap. VIb.1.1 Vers. 5.0 $T = (23 \pm 2)^\circ\text{C}$	$37 \cdot 10^{-6} \cdot I$	W_{in} ist die relative Unsicherheit der Stromstärke der Einfachwicklung. W_{DUT} ist die relative Unsicherheit des Messobjekts im Streufeld des stromdurchflossenen Leiters.
	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	$\sqrt{W_{\text{in}}^2 + W_{\text{DUT}}^2} \cdot I$ jedoch nicht kleiner als $8 \cdot 10^{-6} \cdot I$ oder 6 nA	

Vor-Ort-Kalibrierung - Gleich- und Wechselstromstärke

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalbriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstromstärke	100 µA bis 100 A	QMH Kap. Vla Vers. 5.0		
		10 Hz bis 10 kHz	4,4 nA bis 6,5 mA	
	100 µA	10 Hz; 20 Hz	$76 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$44 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
		10 kHz	$47 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
	200 µA	10 Hz; 20 Hz	$68 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
		40 Hz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$36 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
		10 kHz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
	0,5 mA	10 Hz; 20 Hz	$64 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz	$28 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$27 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
		10 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
	1 mA	10 Hz	$33 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
		20 Hz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
		40 Hz; 55 Hz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
		120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot /$	
		10 kHz	$27 \cdot 10^{-6} \cdot /$	

Vor-Ort-Kalibrierung - Gleich- und Wechselstromstärke

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

Vor-Ort-Kalibrierung - Gleich- und Wechselstromstärke

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalbriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstromstärke	1 A	10 Hz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot I$	$I = \text{Messwert}$ $f = \text{Frequenz}$ 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	$34 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 Hz 20 Hz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $37 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	5 A; 10 A	40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 Hz; 20 Hz	$57 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$53 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	20 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	$68 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	50 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	QMH Kap. VIb.1.1 Vers. 5.0	12 mA bis 24 mA	
		10 Hz bis 10 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	100 A bis 200 A			

Vor-Ort-Kalibrierung - Gleich- und Wechselstromstärke

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)						Bemerkungen	
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne		Messbedingungen / Verfahren		Erweiterte Messunsicherheit		
Wechselstromstärke Quellen	200 A bis 300 A		10 Hz bis 1 kHz		$0,30 \cdot 10^{-3} \cdot I - 0,53 \text{ mA}$	$I = \text{Messwert}$ $f = \text{Frequenz}$	
	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 μA bis 2400 A		1 bis N Wicklungen 10 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz/ N		$\sqrt{W_{\text{in}}^2 + W_{\text{DUT}}^2} \cdot I$ 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.	
Ersatzableitstrom- stärke 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		
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 $Q = I \cdot t$; Gesamtunsicherheit errechnet aus der rel. Unsicherheit $W(\text{lin})$ 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.1 „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 $\mu\text{A/A}$										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	

Vor-Ort-Kalibrierung - Gleich- und Wechselstromwiderstand

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichstromwiderstand	0 Ω	2-Draht-Kurzschluss	0,5 mΩ	R = Messwert
		4-Draht-Kurzschluss	0,35 μΩ	Kalibrierung von Messgeräten an den Nennwerten der Normale
	10 μΩ bis < 1 GΩ	QMH Kap. VIIa.3 Vers. 5.0 $T = (23 \pm 2)^\circ\text{C}$	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	$I = 100 \text{ A}$ $I = 50 \text{ A}$ $I = 10 \text{ A}$	
	1 GΩ bis 120 TΩ		$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $34 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $23 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $20 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $5,6 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $0,43 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $1,0 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $0,60 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $0,57 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $1,4 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $1,5 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $4,2 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $11,2 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		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	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 $T = (23 \pm 2)^\circ\text{C}$ $100 \mu\text{A} \leq I \leq 100 \text{ A}$ 10 Hz bis 10 kHz	13 nΩ bis 1,7 mΩ	R = Messwert I = Stromstärke f = Frequenz
		10 Hz; 20 Hz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot R$	Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
		1 kHz; 10 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	100 μΩ	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	$64 \cdot 10^{-6} \cdot R$	

Vor-Ort-Kalibrierung - Gleich- und Wechselstromwiderstand

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalbiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	10 mΩ	10 Hz	$46 \cdot 10^{-6} \cdot R$	R = Messwert I = Stromstärke f = 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	$36 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		10 Hz	$45 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	50 mΩ	20 Hz	$42 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; kHz	$36 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		10 Hz	$39 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		20 Hz	$35 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 mΩ; 200 mΩ	40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		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	$26 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	0,5 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	$25 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		10 Hz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 Ω	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 Hz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	2 Ω; 5 Ω	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	$23 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		10 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	10 Ω	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	$22 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		10 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot R$	

Vor-Ort-Kalibrierung - Gleich- und Wechselstromwiderstand

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)					
Messgröße / Kalbiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen	
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	50 Ω	10 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot R$	$R = \text{Messwert}$ $I = \text{Stromstärke}$ $f = \text{Frequenz}$	
		20 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
		40 Hz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
		1 kHz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot R$	Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.	
		10 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	100 Ω	10 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot R$	$R = \text{Messwert}$ $I = \text{Stromstärke}$ $f = \text{Frequenz}$ 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	$\sqrt{U_I^2 + U_U^2} \cdot R$	$R = \text{Messwert}$ 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	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot R + 3,1 \text{ mΩ}$		
		> 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	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2,6 \text{ mΩ}$		
		> 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	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R + 1,3 \text{ mΩ}$		
		> 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	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 1,2 \text{ mΩ}$		
		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	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 1,2 \text{ mΩ}$	$R = \text{Messwert}$ Direktmessverfahren	
		> 20 Ω bis 20 kΩ	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$		

Vor-Ort-Kalibrierung - Gleich- und Wechselstromwiderstand

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	> 20 kΩ bis 110 MΩ		$1,3 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega +$ $1,0 \cdot 10^{-3} \cdot R$	$R = \text{Messwert}$ Direktmessverfahren
	0 Ω bis 100 Ω		$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2,2 \text{ mΩ}$	
	> 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		$1,3 \cdot 10^{-3} \cdot R + 3,2 \text{ mΩ}$	
	> 50 Ω bis 2 kΩ		$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	> 2 kΩ bis 22 MΩ		$15 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega +$ $1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
Energie E Defibrillatortester	5 J bis 150 J	QMH Kapitel XXXV Version 2.0	$2,3 \cdot 10^{-3} \cdot E + 49 \text{ mJ}$	$E = \text{Energie}$ Monophasisch oder Biphasisch
	> 150 J bis 360 J		$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot E + 0,27 \text{ J}$	
Spannungsverhältnis Brückennormale und Messgeräte	0 mV/V bis 100 mV/V	Gleichspannung Brückenspannung: 1 V bis 10 V AA0386 Version 2.0	0,1 μV/V bis 1,6 μV/V siehe Matrix M.2	Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit.

Matrix M.2 „Spannungsverhältnis“

Brückenspannung Messwert	10 V	5 V	2 V	1 V
0 mV/V	0,10 μV/V	0,10 μV/V	0,17 μV/V	0,35 μV/V
± 2 mV/V	0,10 μV/V	0,11 μV/V	0,26 μV/V	0,51 μV/V
± 5 mV/V	0,10 μV/V	0,13 μV/V	0,27 μV/V	0,52 μV/V
± 10 mV/V	0,10 μV/V	0,16 μV/V	0,31 μV/V	0,56 μV/V
± 20 mV/V	0,16 μV/V	0,20 μV/V	0,38 μV/V	0,66 μV/V
± 50 mV/V	0,35 μV/V	0,39 μV/V	0,58 μV/V	1 μV/V
± 100 mV/V	0,65 μV/V	0,73 μV/V	1,0 μV/V	1,6 μV/V

Vor-Ort-Kalibrierung - Elektrische Leistung

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messbereich / Messspanne	Messmöglichkeiten (CMC)		Bemerkungen
		Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	
Gleichstromleistung	0 W bis 110 kW	0 mV bis 1100 V 0 µA bis 100 A	$\sqrt{W_U^2 + W_I^2} \cdot P$ 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; $PF = 1$		$P = \text{Messwert}$ $PF = \text{Leistungsfaktor}$ (kapazitiv oder induktiv)
	1,5 W; 6 W; 15 W; 60 W; 100 W; 400 W; 500 W; 2000 W		$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $0,33 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	220 W 198 W 110 W 22 W 11 W	45 Hz bis 65 Hz 220 V; 1 A $PF = 1$ $PF = 0,9$ $PF = 0,5$ $PF = 0,1$ $PF = 0,05$	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $0,15 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $0,21 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $0,91 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $1,8 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
Wechselstrom- wirkleistung Bereiche		33 V bis 330 V 45 Hz bis 65 Hz, $PF = 1$		$PF = \text{Leistungsfaktor}$ $P = \text{Messwert}$
	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 Streufeld des strom- durchflossenen Leiters ist zu berücksichtigen.
Leistungsfaktor	0 bis 1	33 V bis 330 V 330 mA bis 2,2 A 45 Hz bis 65 Hz		interpolierte Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit.
	0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1	53 Hz 1 A; 90 V	$0,12 \cdot 10^{-3}$	
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

Vor-Ort-Kalibrierung - Zeit und Frequenz

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen	
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit			
Frequenz f Messung und Synthese	0,01 Hz bis 40 GHz		$0,5 \cdot 10^{-9} \cdot f + U_{Tf}$		f : Messwert U_{Tf} : 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 μ s 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	

Vor-Ort-Kalibrierung - Induktivität und Kapazität

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

Vor-Ort-Kalibrierung - Hochfrequenzmessgrößen

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)					
Messgröße / Kalbiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	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 Calibration Guide 7 Version 1	$6,3 \cdot 10^{-3} \cdot f^2/\text{GHz}$ + $20 \cdot 10^{-3} \cdot f$	f = Messwert	
	> 6 GHz bis 40 GHz		$75 \cdot 10^{-3} \cdot f$		
Anstiegszeit	30 ps bis 45 ps > 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 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 μ s		$41 \cdot 10^{-3} \cdot T_r$		
Burstdauer und Burstdauer T	10 μ s 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 $t_{r,us}$ der Leerlaufspannung		$3 \% \cdot t_{r,us} + 1 \text{ ns}$		
Stirnzeit $t_{r,ls}$ der Kurzschluss- stromstärke	100 ns bis 100 ms		$3 \% \cdot t_{r,ls} + 2 \text{ ns}$		
Rückenhalbwertszeit t_H der Kurvenform	0,5 μ s bis 100 ms		$5 \% \cdot t_H$		
Scheitelwert der Leerlaufspannung U_s	0,1 kV bis 7 kV		$3,3 \% \cdot U_s$		
	10 A bis 5 kA		$3,5 \% \cdot I_s$		
	> 5 kA bis 10 kA		$3,8 \% \cdot I_s$		

Vor-Ort-Kalibrierung - Hochfrequenzmessgrößen

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen	
Pulsförmige Messgrößen * Messempfänger Anzeigeverhalten bei Impulsen Amplituden- beziehung (absolute Kalibrierung)	9 kHz bis 150 kHz	EN 55016-1-1:2015	0,35 dB	Band A	
				Band B	
				Band C	
				Band D	
	> 150 kHz bis 30 MHz		0,40 dB	Band A	
				Band B	
				Band C	
				Band D	
	> 30 MHz bis 300 MHz		0,30 dB	Band A	
				Band B	
	> 300 MHz bis 1 GHz		0,35 dB	Band C und Band D	
	Änderung der Anzeige mit der Pulsfrequenz (relative Kalibrierung)				

Vor-Ort-Kalibrierung - Hochfrequenzmessgrößen

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	
HF-Leistung Eingangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungs- Messgeräten	10 fW bis < 100 fW	QMHS XIII.2 Version 2.0		PC Typ-N *) bis 18 GHz PC-3,5 mm *) bis 33 GHz PC-2,92 mm *) bis 40 GHz
		DC bis 2 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis < 5 GHz	$26 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		5 GHz bis < 9 GHz	$34 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		9 GHz bis < 12 GHz	$40 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		12 GHz bis 15 GHz	$48 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 15 GHz bis 18 GHz	$54 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	100 fW bis 1 pW	QMHS XIII.2 Version 2.0		*) Andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit. P = Messwert (W)
		DC bis 100 MHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 100 MHz bis 2 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 8 GHz	$22 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 8 GHz bis 12 GHz	$24 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 40 GHz	$29 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	> 1 pW bis 10 pW	QMHS XIII.2 Version 2.0		
		DC bis 100 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 100 MHz bis 2 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 8 GHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 8 GHz bis 12 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 26,5 GHz	$26 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 26,5 GHz bis 40 GHz	$29 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	> 10 pW bis 1 nW	QMHS XIII.2 Version 2.0		
		DC bis 100 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 100 MHz bis 2 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 8 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 8 GHz bis 12 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 40 GHz	$22 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	> 1 nW bis 100 nW	QMHS XIII.2 Version 2.0		
		DC bis 2 GHz	$10 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 8 GHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 8 GHz bis 12 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 40 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	

Vor-Ort-Kalibrierung - Hochfrequenzmessgrößen

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
HF-Leistung Eingangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungs- Messgeräten	> 100 nW bis 10 µW	QMHS XIII.2 Version 2.0		PC Typ-N *) bis 18 GHz PC-3,5 mm *) bis 33 GHz PC-2,92 mm *) bis 40 GHz
		DC bis 100 MHz	$7,1 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 100 MHz bis 2 GHz	$9,4 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 8 GHz	$11 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 8 GHz bis 12 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 40 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	> 10 µW bis 100 mW	QMHS XIII.2 Version 2.0		*) Andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit. P = Messwert (W)
		DC bis 100 MHz	$6,1 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 100 MHz bis 2 GHz	$7,9 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 8 GHz	$9,3 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 8 GHz bis 12 GHz	$11 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 40 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
HF-Leistung Ausgangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Quellen	1 mW	QMHS XIII.1 Version 6.0		Substitution
		50 MHz	$5 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	0,1 pW bis < 10 pW	QMHS XIII.1 Version 6.0		PC Typ-N *) bis 18 GHz PC-3,5 mm *) bis 33 GHz
		50 MHz	$27 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		10 MHz bis 2 GHz	$30 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 3 GHz	$35 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10 pW bis < 1 nW	QMHS XIII.1 Version 6.0		PC-2,92 mm *) bis 40 GHz *) Andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit.
		50 MHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		10 MHz bis 2 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 3 GHz	$31 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1 nW bis < 100 nW	QMHS XIII.1 Version 6.0		$f \leq 5 \text{ GHz}: \Gamma_G \leq 0,025$ $5 \text{ GHz} < f \leq 20 \text{ GHz}: \Gamma_G \leq 0,1$ $20 \text{ GHz} < f \leq 33 \text{ GHz}: \Gamma_G \leq 0,15$ $33 \text{ GHz} < f \leq 40 \text{ GHz}: \Gamma_G \leq 0,3$ $f = \text{Frequenz (Hz)}$ $P = \text{Messwert (W)}$ $ \Gamma_G = \text{Reflexionsfaktor des Kalibiergegenstandes}$
		50 MHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		10 MHz bis 2 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$38 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$71 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 18 GHz bis 26,5 GHz	$93 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	100 nW bis < 1 µW	QMHS XIII.1 Version 6.0		
		8 kHz bis < 10 MHz	$28 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		10 MHz bis 50 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 50 MHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 5 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 5 GHz bis 12 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 20 GHz	$28 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 20 GHz bis 33 GHz	$37 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1 µW bis < 10 µW	QMHS XIII.1 Version 6.0		

Gültig ab: 20.11.2024

Ausstellungsdatum: 20.11.2024

Vor-Ort-Kalibrierung - Hochfrequenzmessgrößen

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
HF-Leistung Ausgangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Quellen	8 kHz bis < 10 MHz 10 MHz bis 50 MHz > 50 MHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 5 GHz > 5 GHz bis 12 GHz > 12 GHz bis 20 GHz > 20 GHz bis 33 GHz > 33 GHz bis 40 GHz	8 kHz bis < 10 MHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot P$	PC Typ-N *)
		10 MHz bis 50 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	bis 18 GHz
		> 50 MHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	PC-3,5 mm *)
		> 4 GHz bis 5 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	bis 33 GHz
		> 5 GHz bis 12 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	PC-2,92 mm *)
		> 12 GHz bis 20 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	bis 40 GHz
		> 20 GHz bis 33 GHz	$37 \cdot 10^{-3} \cdot P$	*) Andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit.
		> 33 GHz bis 40 GHz	$90 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10 μW bis < 100 μW 100 μW bis 0,1 W > 0,1 W bis 1 W > 1 W bis 70 W > 70 W bis 250 W	QMH XIII.1 Version 6.0		
		DC bis < 10 MHz	$9,0 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$f \leq 5 \text{ GHz: } \Gamma_G \leq 0,025$
		10 MHz bis 100 MHz	$10 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$5 \text{ GHz} < f \leq 20 \text{ GHz: } \Gamma_G \leq 0,1$
		>100 MHz bis 2 GHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$20 \text{ GHz} < f \leq 33 \text{ GHz: } \Gamma_G \leq 0,15$
		> 2 GHz bis 8 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$33 \text{ GHz} < f \leq 40 \text{ GHz: } \Gamma_G \leq 0,3$
		> 8 GHz bis 10 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 10 GHz bis 12 GHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 30 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 30 GHz bis 33 GHz	$37 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 33 GHz bis 40 GHz	$90 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		QMH XIII.1 Version 6.0		$f = \text{Frequenz (Hz)}$
		DC bis < 10 MHz	$5,6 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$P = \text{Messwert (W)}$
		10 MHz bis 100 MHz	$7,5 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G =$
		>100 MHz bis 2 GHz	$10 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Reflexionsfaktor des Kalibriergegen- standes
		> 2 GHz bis 8 GHz	$11 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 8 GHz bis 10 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 10 GHz bis 12 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 30 GHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 30 GHz bis 33 GHz	$39 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 33 GHz bis 40 GHz	$53 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		QMH XIII.1 Version 6.0		
		DC bis 50 MHz	$11 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 50 MHz bis 2 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$30 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		QMH XIII.1 Version 6.0		
		DC bis 3 GHz	$38 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		QMH XIII.1 Version 6.0		
		DC bis 500 MHz	$37 \cdot 10^{-3} \cdot P$	

Vor-Ort-Kalibrierung - Hochfrequenzmessgrößen

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit		
HF-Spannung U_{HF} Quellen mit HF- Spannungsanzeige bezüglich 50Ω	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 50Ω	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 eingestrahlten Leistung bezüglich $Z_0 = 50 \Omega$ **)	
	2,2 mV bis 2 V	DC bis 40 GHz			
HF-Leistung Rauschanzeige von Empfängern Signalpegeldifferenz	DC bis 40 GHz		1,6 dB	Leistungen > -170 dB (1 mW) bezogen auf 1 Hz Bandbreite	
	0 dBc bis 100 dBc	100 Hz bis 26,5 GHz 100 Hz bis 40 GHz	1,3 dB 2,7 dB		

Vor-Ort-Kalibrierung - Hochfrequenzmessgrößen

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
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
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 B	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 B	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 μ A bis 50 mA	40 Hz bis 10 MHz > 10 MHz bis 30 MHz > 30 MHz bis 65 MHz	$14 \cdot 10^{-3} / I$ $18 \cdot 10^{-3} / I$ $20 \cdot 10^{-6} f^2 \cdot I$	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.

Vor-Ort-Kalibrierung - Hochfrequenzmessgrößen

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
HF-Reflexionsfaktor * Betrag $ \Gamma $	0 bis 1	9 kHz bis 18 GHz EURAMET cg-12 (Version 3.0)	0,003 bis 0,013 Siehe Matrix M.3	N-Konnektor, 50 Ω , andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit Messunsicherheit in Einheiten des Betrag des Reflexionsfaktors
	0 bis 1	9 kHz bis 33 GHz EURAMET cg-12 (Version 3.0)	0,003 bis 0,016 Siehe Matrix M.4	3,5 mm Konnektor Messunsicherheit in Einheiten des Betrag des Reflexionsfaktors
	0 bis 1	45 MHz bis 45 GHz EURAMET cg-12 (Version 3.0)	0,004 bis 0,017 Siehe Matrix M.5	2,92 mm Konnektor Messunsicherheit in Einheiten des Betrag des Reflexionsfaktors
HF-Reflexionsfaktor * Phasenwinkel φ	-180° bis +180°	9 kHz bis 18 GHz EURAMET cg-12 (Version 3.0)	0,2° bis 4,7° Siehe Matrix M.6	N-Konnektor, 50 Ω , andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit
	-180° bis +180°	9 kHz bis 33 GHz EURAMET cg-12 (Version 3.0)	0,3° bis 5,8° Siehe Matrix M.7	3,5 mm Konnektor
	-180° bis +180°	45 MHz bis 45 GHz EURAMET cg-12 (Version 3.0)	0,3° bis 6,3° Siehe Matrix M.8	2,92 mm Konnektor
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$ 10 GHz $< f \leq 18$ GHz $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,1$ 18 GHz $< f \leq 40$ GHz
	> 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 $\cdot L$	

Vor-Ort-Kalibrierung - Hochfrequenzmessgrößen

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
HF-Dämpfung Dämpfungsglieder	> 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$ $f \leq 500 \text{ MHz}$ $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,05$ $500 \text{ MHz} < f \leq 3 \text{ GHz}$
	> 70 dB bis 80 dB	100 kHz bis 500 MHz > 500 MHz bis 3 GHz	0,08 dB 0,2 dB	
	> 80 dB bis 100 dB	100 kHz bis 500 MHz > 500 MHz bis 3 GHz	0,1 dB 0,3 dB	
HF-Dämpfung *	0 dB bis 60 dB	9 kHz bis 18 GHz EURAMET cg-12 (Version 3.0)	0,01 dB bis 0,09 dB Siehe Matrix M.9	N-Konnektor, 50 Ω, andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit
	0 dB bis 60 dB	9 kHz bis 33 GHz EURAMET cg-12 (Version 3.0)	0,01 dB bis 0,22 dB Siehe Matrix M.10	3,5 mm Konnektor
	0 dB bis 60 dB	45 MHz bis 45 GHz EURAMET cg-12 (Version 3.0)	0,01 dB bis 0,32 dB Siehe Matrix M.11	2,92 mm Konnektor
HF-Dämpfung * Phasenwinkel φ	-180° bis +180°	9 kHz bis 18 GHz 0 dB bis 60 dB EURAMET cg-12 (Version 3.0)	0,2° bis 0,8° Siehe Matrix M.12	N-Konnektor, 50 Ω, andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit
	-180° bis +180°	9 kHz bis 33 GHz 0 dB bis 60 dB EURAMET cg-12 (Version 3.0)	0,2° bis 1,8° Siehe Matrix M.13	3,5 mm Konnektor
	-180° bis +180°	45 MHz bis 45 GHz 0 dB bis 60 dB EURAMET cg-12 (Version 3.0)	0,2° bis 2,5° Siehe Matrix M.14	2,92 mm Konnektor

Anlage zur Teil-Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-01

Matrix M.3 „HF-Reflexionsfaktor, Betrag $|\Gamma|$; N-Konnektor 50 Ω“

Messunsicherheit in Einheiten des Betrags des Reflexionsfaktors.

Betrag $ \Gamma $	9 kHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz
0	0,003 bis 0,004	0,003 bis 0,004	0,003 bis 0,008	0,008 bis 0,009
0,1	0,003 bis 0,005	0,003 bis 0,004	0,003 bis 0,008	0,008 bis 0,009
0,2	0,003 bis 0,005	0,003 bis 0,004	0,003 bis 0,008	0,008 bis 0,009
0,3	0,003 bis 0,006	0,003 bis 0,004	0,003 bis 0,008	0,008 bis 0,009
0,4	0,003 bis 0,005	0,004	0,003 bis 0,008	0,008 bis 0,009
0,5	0,003 bis 0,006	0,004	0,004 bis 0,009	0,008 bis 0,009
0,6	0,004 bis 0,006	0,004 bis 0,005	0,004 bis 0,009	0,009
0,7	0,004 bis 0,006	0,005	0,005 bis 0,010	0,009 bis 0,010
0,8	0,004 bis 0,006	0,005 bis 0,006	0,005 bis 0,010	0,010
0,9	0,004 bis 0,007	0,006	0,005 bis 0,011	0,011 bis 0,012
1	0,003 bis 0,006	0,004 bis 0,006	0,004 bis 0,012	0,011 bis 0,013

Matrix M.4 „HF-Reflexionsfaktor, Betrag $|\Gamma|$; 3,5 mm Konnektor“

Messunsicherheit in Einheiten des Betrags des Reflexionsfaktors.

Betrag $ \Gamma $	9 kHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz	18 GHz bis 26,5 GHz	26,5 GHz bis 33 GHz
0	0,003 bis 0,004	0,003	0,003 bis 0,004	0,004 bis 0,005	0,005 bis 0,008	0,008 bis 0,010
0,1	0,003 bis 0,005	0,003	0,003 bis 0,004	0,004 bis 0,005	0,005 bis 0,008	0,008 bis 0,010
0,2	0,003 bis 0,006	0,003 bis 0,004	0,004 bis 0,005	0,004 bis 0,005	0,005 bis 0,008	0,008 bis 0,010
0,3	0,003 bis 0,006	0,004	0,004 bis 0,005	0,005	0,005 bis 0,008	0,008 bis 0,011
0,4	0,004 bis 0,005	0,004	0,004 bis 0,005	0,005	0,005 bis 0,008	0,008 bis 0,011
0,5	0,004 bis 0,006	0,004 bis 0,005	0,004 bis 0,005	0,005 bis 0,006	0,005 bis 0,008	0,008 bis 0,011
0,6	0,004 bis 0,006	0,005	0,005 bis 0,006	0,006	0,006 bis 0,009	0,009 bis 0,012
0,7	0,004 bis 0,006	0,005 bis 0,006	0,005 bis 0,006	0,006 bis 0,007	0,006 bis 0,010	0,009 bis 0,013
0,8	0,004 bis 0,007	0,005 bis 0,006	0,005 bis 0,007	0,006 bis 0,007	0,006 bis 0,010	0,010 bis 0,014
0,9	0,004 bis 0,007	0,006 bis 0,007	0,006 bis 0,008	0,007 bis 0,008	0,007 bis 0,011	0,011 bis 0,015
1	0,004 bis 0,006	0,005 bis 0,006	0,005 bis 0,008	0,006 bis 0,009	0,007 bis 0,012	0,011 bis 0,016

Matrix M.5 „HF-Reflexionsfaktor, Betrag $|\Gamma|$; 2,92 mm Konnektor“

Messunsicherheit in Einheiten des Betrags des Reflexionsfaktors.

Betrag $ \Gamma $	45 MHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz	18 GHz bis 26,5 GHz	26,5 GHz bis 33 GHz	33 GHz bis 40 GHz	40 GHz bis 45 GHz
0	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004 bis 0,008	0,008 bis 0,010	0,010	0,010 bis 0,011
0,1	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004 bis 0,008	0,008 bis 0,010	0,010	0,010 bis 0,011
0,2	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004 bis 0,008	0,008 bis 0,010	0,010	0,010 bis 0,011
0,3	0,004	0,004	0,004 bis 0,005	0,005	0,005 bis 0,008	0,008 bis 0,010	0,010	0,010 bis 0,011
0,4	0,004	0,004	0,004 bis 0,005	0,005	0,005 bis 0,008	0,008 bis 0,010	0,010	0,010 bis 0,011
0,5	0,004 bis 0,005	0,005	0,005	0,005	0,005 bis 0,008	0,008 bis 0,010	0,010	0,010 bis 0,012
0,6	0,005	0,005	0,005 bis 0,006	0,005 bis 0,006	0,005 bis 0,009	0,008 bis 0,011	0,010 bis 0,011	0,010 bis 0,012
0,7	0,005 bis 0,006	0,005	0,005 bis 0,006	0,006	0,006 bis 0,009	0,009 bis 0,012	0,011 bis 0,012	0,011 bis 0,013
0,8	0,005 bis 0,006	0,006	0,006 bis 0,007	0,006 bis 0,007	0,006 bis 0,010	0,009 bis 0,013	0,012 bis 0,013	0,012 bis 0,014
0,9	0,005 bis 0,007	0,006 bis 0,007	0,006 bis 0,008	0,007 bis 0,008	0,007 bis 0,011	0,010 bis 0,014	0,013 bis 0,014	0,013 bis 0,015
1	0,005 bis 0,007	0,005 bis 0,006	0,005 bis 0,008	0,007 bis 0,008	0,006 bis 0,012	0,011 bis 0,015	0,014 bis 0,015	0,014 bis 0,017

Matrix M.6 „HF-Reflexionsfaktor, Phasenwinkel φ ; N-Konnektor 50 Ω“

Betrag $ \Gamma $	9 kHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz
0,1	1,4° bis 2,2°	1,5° bis 1,9°	1,5° bis 4,5°	4,4° bis 4,7°
0,2	0,7° bis 1,4°	0,8° bis 1,0°	0,8° bis 2,3°	2,2° bis 2,4°
0,3	0,5° bis 1,0°	0,6° bis 0,7°	0,6° bis 1,5°	1,5° bis 1,6°
0,4	0,4° bis 0,7°	0,5° bis 0,6°	0,5° bis 1,2°	1,2°
0,5	0,4° bis 0,6°	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 1,0°	1,0°
0,6	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 0,9°	0,9°
0,7	0,3° bis 0,5°	0,4°	0,4° bis 0,8°	0,8°
0,8	0,3° bis 0,5°	0,4°	0,4° bis 0,8°	0,7° bis 0,8°
0,9	0,3° bis 0,4°	0,4°	0,4° bis 0,8°	0,7° bis 0,8°
1	0,2° bis 0,4°	0,3° bis 0,4°	0,3° bis 0,7°	0,7° bis 0,8°

Matrix M.7 „HF-Reflexionsfaktor, Phasenwinkel φ ; 3,5 mm Konnektor“

Betrag $ \Gamma $	9 kHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz	18 GHz bis 26,5 GHz	26,5 GHz bis 33 GHz
0,1	1,5° bis 2,6°	1,6° bis 1,7°	1,7° bis 2,3°	2,3° bis 2,6°	2,4° bis 4,2°	4,1° bis 5,8°
0,2	0,8° bis 1,5°	0,9°	0,9° bis 1,2°	1,2° bis 1,4°	1,3° bis 2,2°	2,2° bis 3,0°
0,3	0,6° bis 1,1°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,0°	1,0° bis 1,6°	1,6° bis 2,1°
0,4	0,5° bis 0,8°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,8°	0,7° bis 0,9°	0,8° bis 1,3°	1,3° bis 1,7°
0,5	0,5° bis 0,7°	0,5°	0,5° bis 0,7°	0,7° bis 0,8°	0,8° bis 1,2°	1,1° bis 1,5°
0,6	0,4° bis 0,6°	0,5°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 1,1°	1,1° bis 1,4°
0,7	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 0,5°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 1,0°	1,0° bis 1,3°
0,8	0,3° bis 0,5°	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 1,0°	1,0° bis 1,3°
0,9	0,3° bis 0,5°	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 1,0°	1,0° bis 1,3°
1	0,3° bis 0,4°	0,3° bis 0,4°	0,3° bis 0,5°	0,5° bis 0,7°	0,7° bis 1,0°	0,9° bis 1,2°

Matrix M.8 „HF-Reflexionsfaktor, Phasenwinkel φ ; 2,92 mm Konnektor“

Betrag $ \Gamma $	45 MHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz	18 GHz bis 26,5 GHz	26,5 GHz bis 33 GHz	33 GHz bis 40 GHz	40 GHz bis 45 GHz
0,1	2,0° bis 2,1°	2,0°	2,0° bis 2,3°	2,2° bis 2,3°	2,2° bis 4,2°	4,2° bis 5,3°	5,3° bis 5,4°	5,3° bis 6,3°
0,2	1,0° bis 1,1°	1,0° bis 1,1°	1,0° bis 1,2°	1,2°	1,2° bis 2,2°	2,1° bis 2,7°	2,7°	2,7° bis 3,2°
0,3	0,7° bis 0,8°	0,7°	0,7° bis 0,9°	0,8° bis 0,9°	0,8° bis 1,5°	1,5° bis 1,9°	1,9°	1,9° bis 2,2°
0,4	0,6°	0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7°	0,7° bis 1,2°	1,1° bis 1,5°	1,5°	1,5° bis 1,7°
0,5	0,5° bis 0,6°	0,5°	0,5° bis 0,6°	0,6°	0,6° bis 1,0°	1,0° bis 1,3°	1,2° bis 1,3°	1,3° bis 1,5°
0,6	0,4° bis 0,5°	0,5°	0,5° bis 0,6°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°	1,1° bis 1,2°	1,1° bis 1,3°
0,7	0,4° bis 0,5°	0,5°	0,5° bis 0,6°	0,5° bis 0,6°	0,5° bis 0,8°	0,8° bis 1,1°	1,0° bis 1,1°	1,1° bis 1,2°
0,8	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 0,5°	0,5° bis 0,6°	0,5° bis 0,8°	0,8° bis 1,0°	1,0°	1,0° bis 1,2°
0,9	0,3° bis 0,5°	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 0,5°	0,5° bis 0,6°	0,5° bis 0,8°	0,8° bis 1,0°	1,0°	1,0° bis 1,2°
1	0,3° bis 0,4°	0,3° bis 0,4°	0,3° bis 0,5°	0,5°	0,5° bis 0,8°	0,7° bis 1,0°	0,9° bis 1,0°	0,9° bis 1,2°

Matrix M.9 „HF-Dämpfung; N-Konnektor 50 Ω “

Absolute Dämpfung	9 kHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz
0 dB	0,01 dB	0,01 dB bis 0,02 dB	0,01 dB bis 0,02 dB	0,02 dB
3 dB	0,04 dB bis 0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB
6 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB
10 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,06 dB	0,05 dB bis 0,06 dB
20 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB
30 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB
40 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB
50 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,06 dB bis 0,07 dB
60 dB	0,05 dB bis 0,09 dB	0,08 dB bis 0,09 dB	0,07 dB bis 0,09 dB	0,08 dB bis 0,09 dB

Matrix M.10 „HF-Dämpfung; 3,5 mm Konnektor“

Absolute Dämpfung	9 kHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz	18 GHz bis 26,5 GHz	26,5 GHz bis 33 GHz
0 dB	0,01 dB	0,01 dB bis 0,02 dB	0,01 dB bis 0,02 dB	0,02 dB	0,02 dB	0,02 dB
3 dB	0,04 dB bis 0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB
6 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB
10 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB				
20 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB
30 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB
40 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,07 dB
50 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,06 dB bis 0,09 dB	0,08 dB bis 0,10 dB
60 dB	0,05 dB bis 0,09 dB	0,07 dB bis 0,09 dB	0,07 dB bis 0,09 dB	0,08 dB bis 0,09 dB	0,08 dB bis 0,19 dB	0,15 dB bis 0,22 dB

Matrix M.11 „HF-Dämpfung; 2,92 mm Konnektor“

Absolute Dämpfung	45 MHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz	18 GHz bis 26,5 GHz	26,5 GHz bis 33 GHz	33 GHz bis 40 GHz	40 GHz bis 45 GHz
0 dB	0,01 dB	0,01 dB bis 0,02 dB	0,01 dB bis 0,02 dB	0,02 dB	0,02 dB	0,02 dB	0,02 dB bis 0,04 dB	0,03 dB
3 dB	0,04 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,05 dB bis 0,06 dB
6 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB
10 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,06 dB bis 0,07 dB
20 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,07 dB bis 0,08 dB
30 dB	0,05 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,07 dB	0,07 dB bis 0,08 dB
40 dB	0,05 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,05 dB bis 0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,07 dB	0,07 dB bis 0,08 dB	0,08 dB bis 0,09 dB
50 dB	0,05 dB	0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB	0,06 dB bis 0,07 dB	0,08 dB bis 0,10 dB	0,09 dB bis 0,10 dB	0,10 dB bis 0,13 dB
60 dB	0,06 dB	0,08 dB bis 0,09 dB	0,07 dB bis 0,09 dB	0,08 dB bis 0,09 dB	0,08 dB bis 0,18 dB	0,15 dB bis 0,22 dB	0,17 dB bis 0,22 dB	0,20 dB bis 0,32 dB

Matrix M.12 „HF-Dämpfung; Phasenwinkel φ ; N-Konnektor 50 Ω “

Absolute Dämpfung	9 kHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz
0 dB	0,2°	0,2°	0,2° bis 0,4°	0,4° bis 0,6°
3 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°
6 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°
10 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°
20 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°
30 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°
40 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°
50 dB	0,4°	0,4° bis 0,5°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°
60 dB	0,4° bis 0,6°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,8°

Matrix M.13 „HF-Dämpfung; Phasenwinkel φ ; 3,5 mm Konnektor“

Absolute Dämpfung	9 kHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz	18 GHz bis 26,5 GHz	26,5 GHz bis 33 GHz
0 dB	0,2°	0,2°	0,2° bis 0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,9°	0,9° bis 1,0°
3 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°
6 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°
10 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°
20 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°
30 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°
40 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 1,0°	1,0° bis 1,2°
50 dB	0,4° bis 0,5°	0,4° bis 0,5°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 1,0°	1,0° bis 1,2°
60 dB	0,4° bis 0,6°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,8°	0,8° bis 1,5°	1,3° bis 1,8°

Matrix M.14 „HF-Dämpfung; Phasenwinkel φ ; 2,92 mm Konnektor“

Absolute Dämpfung	45 MHz bis 1 GHz	1 GHz bis 3 GHz	3 GHz bis 12 GHz	12 GHz bis 18 GHz	18 GHz bis 26,5 GHz	26,5 GHz bis 33 GHz	33 GHz bis 40 GHz	40 GHz bis 45 GHz
0 dB	0,2°	0,2°	0,2° bis 0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,9°	0,9° bis 1,0°	1,0° bis 1,2°	1,2° bis 1,4°
3 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°	1,1° bis 1,3°	1,3° bis 1,5°
6 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°	1,1° bis 1,3°	1,3° bis 1,5°
10 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°	1,1° bis 1,3°	1,3° bis 1,5°
20 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°	1,1° bis 1,3°	1,3° bis 1,5°
30 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,9°	0,9° bis 1,1°	1,1° bis 1,3°	1,3° bis 1,5°
40 dB	0,4°	0,4°	0,4° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 1,0°	1,0° bis 1,2°	1,2° bis 1,3°	1,3° bis 1,5°
50 dB	0,4°	0,4° bis 0,5°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 1,0°	1,0° bis 1,2°	1,2° bis 1,4°	1,4° bis 1,7°
60 dB	0,4° bis 0,5°	0,5° bis 0,6°	0,6° bis 0,7°	0,7° bis 0,8°	0,8° bis 1,5°	1,3° bis 1,8°	1,6° bis 1,9°	1,8° bis 2,5°

Vor-Ort-Kalibrierung - Radiometrie

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	
optische Strahlungsleistung faseroptische Leistungsmessgeräte	1 µW 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 µW	Wellenlängen: 1310 nm, 1550 nm, 850 nm	$1,8 \cdot 10^{-3}$ (0,008 dB)	Additionsmethode
	0,1 nW bis < 0,32 nW 0,32 nW bis < 3,2 nW 3,2 n bis 0,5 µW		$20 \cdot 10^{-3}$ (0,085 dB) $7,1 \cdot 10^{-3}$ (0,031 dB) $6,0 \cdot 10^{-3}$ (0,026 dB)	Vergleichsmethode
Dämpfung oder Verstärkung faseroptischer Komponenten	0 dB bis 50 dB > 50 dB bis 60 dB > 60 dB bis 70 dB	Wellenlängen: 1310 nm, 1550 nm, 850 nm Referenzleistung: ca. 0,5 mW	$6,0 \cdot 10^{-3}$ (0,026 dB) $7,1 \cdot 10^{-3}$ (0,031 dB) $20 \cdot 10^{-3}$ (0,085 dB)	
	350 nm bis < 700 nm 700 nm bis <1250 nm 1250 nm bis 1700 nm		0,5 nm 2,5 pm 2 pm	

Vor-Ort-Kalibrierung - Photometrie

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messbereich / Messspanne	Messmöglichkeiten (CMC)		Bemerkungen
		Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	
Transmissionsfilter	16 % bis 60 %	QMH Kapitel XXXIV v4.0 Nennwerte in den Trübungswerten der Normale	0,65 %	
Transmission T	> 60 % bis 76 %		0,70 %	
	> 76 % bis < 100 %		0,80 %	
Trübungsgrad N	> 0 % bis < 24 %	QMH Kapitel XXXIV v4.0 Nennwerte in den Trübungswerten der Normale	0,80 %	
	24 % bis < 40 %		0,70 %	
	40 % bis 84 %		0,65 %	
Trübungskoeffizient k	Messkammerlänge 0,43 m > 0 m^{-1} bis 4,3 m^{-1}	0,020 m^{-1} bis 0,050 m^{-1}	Trübungskoeffizient k berechnet aus dem Trübungsggrad N . Unsicherheitsintervall $U(k)$ berechnet aus dem Unsicherheits-intervall des Trübungsgads $U(N)$. Andere Messkammerlängen erhöhen die Messunsicherheit.	

**) 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

Vor-Ort-Kalibrierung - Länge

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne		Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	
Messschieber für Außen, Innen- u. Tiefenmaße *	0 mm	bis	500 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 9.1:2006	$20 \mu\text{m} + 15 \cdot 10^{-6} \cdot l$
Bügelmessschrauben *		bis	300 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 10.1:2001	$2 \mu\text{m} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot l$
Messuhren mit Skalenanzeige *		bis	100 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 11.1:2014	$1,5 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot l$
Messuhren mit Ziffernanzeige *		bis	100 mm	VDI/VDE/DGQ/DKD 2618 Blatt 11.4:2020	$1,5 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot l$
Umfangsmaßbänder aus Stahl				AA0265-3 Version 8.0	Kalibrierung an den Nennwerten der Normale
Durchmesser	150 mm	bis	300 mm		
Umfang	470 mm	bis	950 mm		
Zylindrische Normale Ringe *	1 mm	bis	90 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.1:2006 Option 3	$0,9 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot d$
Dorne *	1 mm	bis	120 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.1:2006 Option 3	$0,6 \mu\text{m} + 1,8 \cdot 10^{-6} \cdot d$
Prüfstifte *	1 mm	bis	20 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.2:2006 Option 1	$0,6 \mu\text{m} + 1,8 \cdot 10^{-6} \cdot d$

Vor-Ort-Kalibrierung - Länge

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne		Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	
Gewindelehrten * (ein- und mehrgängige zylindrische Außen- und Innengewinde mit geradlinigen Flanken, symmetrischem Profil, Nennsteigung und Nennprofilwinkel) Außengewinde Einfacher Flankendurchmesser	1 mm bis 120 mm		VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.8:2006 Option 1 Dreidrahtmethode (senkrecht zur Gewindeachse)	2,9 µm + 7,7 · 10 ⁻⁶ · d	d ist der gemessene Flankendurchmesser
Innengewinde Einfacher Flankendurchmesser	3 mm bis 90 mm		VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.9:2006 Option 1 Zweikugelmethode (senkrecht zur Gewindeachse)	2,6 µm + 5,5 · 10 ⁻⁶ · d	
Längenmessmittel Prüfleihen	0 mm bis 75 mm	AA0286-2 Version 2.0 Außenmessung	31 µm	Angenommener Temperaturbereich: 20 °C ± 1 K	
	> 75 mm bis 150 mm		37 µm		
	0 mm bis 150 mm	AA0286-2 Version 2.0 Innenmessung	36 µm	Angenommener therm. Ausdehnungs-koeff.: $\alpha = 11,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	
	0 mm bis 150 mm	AA0286-2 Version 2.0 Tiefenmessung	39 µm		
	0 bis 75 mm	AA0286-2 Version 2.0 Stufenmessung	55 µm	Abweichende Umgebungs- bedingungen und Materialien der zu kalibrierenden Prüfleihen erhöhen die Messunsicherheit.	
	> 75 mm bis 150 mm		76 µm		

Verwendete Abkürzungen:

AA	Arbeitsanweisung (selbstentwickeltes Verfahren) der esz AG
CMC	Calibration and measurement capabilities (Kalibrier- und Messmöglichkeiten)
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DKD-R	Richtlinie des Deutschen Kalibrierdienstes (DKD), herausgegeben von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt
EN	Europäische Norm
EURAMET	European Association of National Metrology Institutes
QMH	Qualitätsmanagementhandbuch (selbstentwickeltes Verfahren) der esz AG

Deutsche Akkreditierungsstelle

Anlage zur Teil-Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-02 nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018

Gültig ab: **07.06.2024**

Ausstellungsdatum: 07.06.2024

Diese Urkundenanlage ist Bestandteil der Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00.

Inhaber der Teil-Akkreditierungsurkunde:

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

mit den Standorten

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

esz AG calibration & metrology
Franz-Meyer-Straße 1, 93053 Regensburg

Das Kalibrierlaboratorium erfüllt die Anforderungen gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018, um die in dieser Anlage aufgeführten Konformitätsbewertungstätigkeiten durchzuführen. Das Kalibrierlaboratorium erfüllt gegebenenfalls zusätzliche gesetzliche und normative Anforderungen, einschließlich solcher in relevanten sektoralen Programmen, sofern diese nachfolgend ausdrücklich bestätigt werden.

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

Diese Urkundenanlage gilt nur zusammen mit der schriftlich erteilten Urkunde und gibt den Stand zum Zeitpunkt des Ausstellungsdatums wieder. Der jeweils aktuelle Stand der gültigen und überwachten Akkreditierung ist der Datenbank akkreditierter Stellen der Deutschen Akkreditierungsstelle zu entnehmen (www.dakks.de)

Kalibrierungen in den Bereichen:

Thermodynamische Messgrößen

Temperaturmessgrößen

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

Feuchtemessgrößen

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

Mechanische Messgrößen

- **Drehmoment** ^{a)}
- **Druck** ^{a)}
- **Kraft** ^{a)}
- **Masse** ^{b)}
- **Waagen** ^{a)}

Messgeräte im Kraftfahrwesen

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

Durchflussmessgrößen

- **Durchfluss von Gasen** ^{a)}

^{a)} auch als Vor-Ort-Kalibrierung

^{b)} nur als Vor-Ort-Kalibrierung

Für die 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.

Diese Urkundenanlage gilt nur zusammen mit der schriftlich erteilten Urkunde und gibt den Stand zum Zeitpunkt des Ausstellungsdatums wieder. Der jeweils aktuelle Stand der gültigen und überwachten Akkreditierung ist der Datenbank akkreditierter Stellen der Deutschen Akkreditierungsstelle zu entnehmen (www.dakks.de)

Mechanische Messgrößen – Druck

Permanentes Laboratorium - Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)						
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne		Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen	
Druck Absolutdruck p_{abs}	> 0 bar bis 3,0 bar		DKD-R 6-1:2014 ^{c)} Kalibriermethode: $p_{abs} = p_e + p_{amb}$	$2,9 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 15 \mu\text{bar}$	Druckmedium: Gas Die Messunsicherheit des Barometers U_{baro} ist zu berücksichtigen.	
	> 3,0 bar bis 21 bar			$3,4 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 0,19 \text{ mbar}$		
	> 21 bar bis 101 bar			$3,9 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 0,44 \text{ mbar} + U_{baro}$		
	> 101 bar bis 251 bar			$5,1 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 30 \text{ mbar} + U_{baro}$		
Absolutdruck p_{abs}	900 mbar	bis 1000 mbar	esz QMH XXIII.4.2 v5.0	$2,9 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 15 \mu\text{bar}$	Referenzwert ($p_{abs} = p_{amb}$) Einpunktmessung bei aktuellem Umgebungsdruck	
Absolutdruck p_{abs}	1 bar; 2 bar	bis 71 bar	DKD-R 6-1:2014 ^{c)} Kalibriermethode: $p_{abs} = p_e + p_{amb}$	$7,8 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 0,36 \text{ mbar} + U_{baro}$	Referenzwert ($p_{abs} = p_{amb}$) Druckmedium: Öl Die Messunsicherheit des Barometers U_{baro} ist zu berücksichtigen.	
	> 71 bar bis 701 bar			$8,2 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 0,72 \text{ mbar} + U_{baro}$		
Absolutdruck p_{abs}	> 0 bar bis 301 bar		DKD-R 6-1:2014 ^{c)} Kalibriermethode: $p_{abs} = p_e + p_{amb}$	$5,1 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 30 \text{ mbar} + U_{baro}$	Druckmedium: Wasser Die Messunsicherheit des Barometers U_{baro} ist zu berücksichtigen.	
	> 301 bar bis 1001 bar			$7,4 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 40 \text{ mbar} + U_{baro}$		
Positiver und negativer Überdruck p_e	-200 mbar	bis 200 mbar	DKD-R 6-1:2014 ^{c)} Kalibriermethode: $p_e = p_{abs} - p_{amb}$	25 μbar	Druckmedium: Gas Die Messunsicherheit des Barometers U_{baro} ist zu berücksichtigen.	
	> -1 bar	bis 2 bar		$2,3 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 55 \mu\text{bar} + U_{baro}$		
	> 2 bar bis 20 bar			$3,7 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 0,19 \text{ mbar} + U_{baro}$		
	> 20 bar bis 100 bar			$3,9 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 0,44 \text{ mbar}$		
	> 100 bar bis 150 bar			$9 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 23 \text{ mbar}$		
				$5,1 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 30 \text{ mbar}$		

Permanentes Laboratorium - Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Überdruck p_e	0 bar; 1 bar bis 70 bar	DKD-R 6-1:2014 ^{c)}	$7,8 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 0,36 \text{ mbar}$	Referenzwert ($p_e = 0 \text{ bar}$)
	> 70 bar bis 700 bar		$8,2 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 0,72 \text{ mbar}$	Druckmedium: Öl
Überdruck p_e	> 0 bar bis 300 bar > 300 bar bis 1001 bar	DKD-R 6-1:2014 ^{c)}	$5,1 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 30 \text{ mbar}$ $7,4 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 40 \text{ mbar}$	Druckmedium: Wasser

Mechanische Messgrößen – Durchflussmessgrößen

Permanentes Laboratorium - Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	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 > 0,2 L/min bis 3,2 L/min > 3,2 L/min bis 40 L/min > 40 L/min bis 620 L/min	Laminar Flow Elemente als Normal	$0,5 \% \cdot Q + 0,02 \text{ mL/min}$ $0,5 \% \cdot Q + 0,32 \text{ mL/min}$ $0,5 \% \cdot Q + 4 \text{ mL/min}$ $0,5 \% \cdot Q + 0,06 \text{ L/min}$	Kalibriermedium trockene Luft (rel. Feuchte < 10 %) Messbereiche bezogen auf trockene Luft von 0 °C, 1013,25 mbar

Mechanische Messgrößen – Kraft

Permanentes Laboratorium - Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

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

Mechanische Messgrößen – Drehmoment

Permanentes Laboratorium - Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Drehmoment Handbetätigte Drehmoment - Schraubwerkzeuge	0,2 N·m bis < 1 N·m	DIN EN ISO 6789-2:2017 ^{c)}	0,9 %	Drehmoment- Schraubendreher
	1 N·m bis 10 N·m		0,5 %	
	0,4 N·m bis < 4 N·m		0,7 %	Drehmomentschlüssel
	4 N·m bis 1110 N·m		0,5 %	

Mechanische Messgrößen – Masse

Gültig ab: 07.06.2024

Ausstellungsdatum: 07.06.2024

Permanentes Laboratorium - Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Masse oder konventioneller Wägewert	10 mg	OIML R111-01:2004 ^{c)}	0,025 mg	für Gewichtsstücke nach OIML R 111- 1:2004 gemäß der Klasse F2
	20 mg		0,03 mg	
	50 mg		0,04 mg	
	100 mg		0,016 mg	
	200 mg		0,020 mg	
	500 mg		0,025 mg	
	1 g		0,03 mg	
	2 g		0,04 mg	
	5 g		0,05 mg	
	10 g		0,06 mg	
	20 g		0,08 mg	für Gewichtsstücke nach OIML R 111- 1:2004 gemäß der Klasse F1
	50 g		0,10 mg	
	100 g		0,16 mg	
	200 g		0,3 mg	
	500 g		2,5 mg	
	1 kg		5,0 mg	
	2 kg		30 mg	
	5 kg		25 mg	
	10 kg		0,5 g	
	20 kg		0,3 g	
	50 kg		0,8 g	für Gewichtsstücke nach OIML R 111- 1:2004 gemäß der Klasse M1
	10 mg bis 20 mg	OIML R111-01:2004 ^{c)}	0,03 mg	
	> 20 mg bis 100 mg		0,04 mg	
	> 100 mg bis 200 mg		0,02 mg	

Permanentes Laboratorium - Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne			Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Masse oder konventioneller Wägewert	> 200 mg	bis	500 mg	OIML R111-01:2004 ^{c)}	0,025 mg	Freie Nennwerte
	> 500 mg	bis	1 g		0,03 mg	
	> 1 g	bis	2 g		0,04 mg	
	> 2 g	bis	5 g		0,05 mg	
	> 5 g	bis	10 g		0,06 mg	
	> 10 g	bis	20 g		0,08 mg	
	> 20 g	bis	50 g		0,10 mg	
	> 50 g	bis	100 g		0,16 mg	
	> 100 g	bis	200 g		0,3 mg	
	> 200 g	bis	500 g		2,5 mg	
	> 500 g	bis	1 kg		5,0 mg	
	> 1 kg	bis	2 kg		30 mg	
	> 2 kg	bis	5 kg		25 mg	
	> 5 kg	bis	10 kg		0,5 g	
	> 10 kg	bis	20 kg		0,3 g	
	> 20 kg	bis	50 kg		0,8 g	
	> 50 kg	bis	65 kg		1,6 g	

Mechanische Messgrößen – Waagen

Permanentes Laboratorium - Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Waagen Nichtselbsttätige elektronische Waagen	≤ 2 kg	EURAMET cg-18:2015 ^{c)} DKD-R-7-2:2018 ^{c)}	7 · 10 ⁻⁷	Mit Gewichtstücken Genauigkeitsklasse E2 nach OIML R111- 1:2004
	≤ 50 kg		1 · 10 ⁻⁶	Mit Gewichtstücken Genauigkeitsklasse F2 nach OIML R111- 1:2004
	≤ 150 kg		1 · 10 ⁻⁵	Mit Gewichtstücken Genauigkeitsklasse M1 nach OIML R111- 1:2004

Thermodynamische Messgrößen – Temperaturmessgrößen

Permanentes Laboratorium - Standort Eichenau

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Widerstands- thermometer, auch direktanzeigend ^{c)}	0,01 °C	DKD-R 5-12018 Wassertröpfelpunkt	15 mK	Kalibrierung am Temperaturfixpunkt
	-80 °C bis <-40 °C	DKD-R 5-1:2018	45 mK	Vergleich mit Normalwiderstands- thermometern
	-40 °C bis <0 °C	im Ethanolbad	25 mK	
	0 °C bis 100 °C	DKD-R 5-1:2018 im Silikonölbad	20 mK	
	> 100 °C bis 180 °C		25 mK	
	> 180 °C bis 200 °C		35 mK	
	> 200 °C bis 300 °C		$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot T + 5$ mK	
	> 300 °C bis 400 °C	DKD-R 5-1:2018 im Blockkalibrator	80 mK	
	> 400 °C bis 570 °C		$1,6 \cdot 10^{-3} \cdot T - 0,56$ K	
	> 570 °C bis 700 °C		350 mK	
Nichtedelmetall- Thermoelemente, auch direktanzeigend ^{c)}	-80 °C bis <-35 °C	DKD-R 5-3:2018	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,13$ K	Vergleich mit Normalwiderstands- thermometer
	-35 °C bis <0 °C	im Ethanolbad	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,09$ K	
	0 °C bis 35 °C	DKD-R 5-3:2018	0,09 K	
	> 35 °C bis 300 °C	im Silikonölbad	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,072$ K	
	> 300 °C bis 700 °C	DKD-R 5-3:2018 im Blockkalibrator	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,07$ K	
	> 700 °C bis 1210 °C	DKD-R 5-3:2018 im Blockkalibrator	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot T + 1,3$ K	Vergleich mit Normal- Thermoelement
Edelmetall- Thermoelemente, auch direktanzeigend ^{c)}	0 °C bis 35 °C	DKD-R 5-3:2018	0,21 K	Vergleich mit Normalwiderstands- thermometer
	> 35 °C bis 300 °C	im Silikonölbad	$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,2$ K	
	> 300 °C bis 400 °C	DKD-R 5-3:2018	$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,2$ K	
	> 400 °C bis 700 °C	im Blockkalibrator	$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,25$ K	
	> 700 °C bis 1210 °C	DKD-R 5-3:2018 im Blockkalibrator	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot T + 1,3$ K	Vergleich mit Normal- Thermoelement
Blockkalibratoren ^{c)}	-80 °C bis 0 °C	DKD-R 5-4:2018	0,10 K	Vergleich mit Normalwiderstands- thermometer
	> 0 °C bis 50 °C		0,056 K	
	> 50 °C bis 700 °C		$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,036$ K	

Permanentes Laboratorium - Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Temperaturanzeigegeräte und -simulatoren für Widerstands-thermometer ^{c)}	-199 °C	DKD-R 5-5:2018 Artefaktkalibrierung	1,0 mK	
	0 °C		2,4 mK	
	237 °C		4,8 mK	
Pt100	-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		$17 \cdot 10^{-6} \cdot T + 3,8 \text{ mK}$	
für Nichtedelmetall-Thermoelemente ^{c)}	-200 °C bis < 0 °C	DKD-R 5-5:2018 ohne Vergleichsstellenkompensation	$85 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ mK}$	
	0 °C bis 1300 °C		$5,7 \cdot 10^{-9} \cdot T^2 + 0,17 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ mK}$	
Typ K	-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 J	-200 °C bis < 0 °C		$80 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ mK}$	
	0 °C bis 400 °C		11 mK	
Typ T	-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 E	-200 °C bis < 0 °C		$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot T + 16 \text{ mK}$	
	0 °C bis 1300 °C		$12 \cdot 10^{-9} \cdot T^2 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot T + 16 \text{ mK}$	
für Edelmetall-Thermoelemente ^{c)}	0 °C bis 500 °C	DKD-R 5-5:2018 ohne Vergleichsstellenkompensation	$-64 \cdot 10^{-6} \cdot T + 75 \text{ mK}$	
	> 500 °C bis 1768 °C		45 mK	
Typ R, Typ S	0 °C bis 1200 °C		$26 \cdot T^{-0,85}$	
Typ B	> 1200 °C bis 1820 °C		60 mK	
für Thermo-elemente ^{c)}	-200 °C bis 1500 °C	DKD-R 5-5:2018 mit Vergleichsstellenkompensation	$\sqrt{U_{TC}^2 + (0,06K)^2}$	U_{TC} = Unsicherheit des Anzeigegerätes für Thermoelemente ohne Vergleichsstellenkompensation
Messorte in Klimaschränken mit Umluft ^{c)}	-80 °C bis 180 °C	DKD-R 5-7:2018 Methode C	0,50 K	
	> 180 °C bis 300 °C		0,70 K	
Klimaschränke mit Umluft ^{c)}	-80 °C bis 100 °C	DKD-R 5-7:2018 Methode A oder B	0,55 K	
	> 100 °C bis 180 °C		0,75 K	
	> 180 °C bis 300 °C		1,0 K	

Thermodynamische Messgrößen - Feuchtemessgrößen

Permanentes Kalibrierlaboratorium - Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Taupunktemperatur Taupunktspiegel- hygrometer	-28 °C bis 24,8 °C	QMH XIV.5 Version 7.0 Luftstromtemperatur: 10 °C bis 25 °C relative Feuchte: 5 % bis 98 %	0,080 K	Vergleich mit Taupunktspiegel- hygrometer im Klimagenerator oder Klimaschrank
	-17 °C bis 44,8 °C	QMH XIV.5 Version 7.0 Luftstromtemperatur: > 25 °C bis 45 °C relative Feuchte: 5 % bis 98 %	0,10 K	
	-3 °C bis 59,8 °C	QMH XIV.5 Version 7.0 Luftstromtemperatur: > 45 °C bis 60 °C relative Feuchte: 5 % bis 98 %	0,15 K	
	17 °C bis 89,8 °C	QMH XIV.5 Version 7.0 Luftstromtemperatur: > 60 °C bis 90 °C relative Feuchte: 10 % bis 98 %	0,3 K	
relative Luftfeuchte Feuchtemessgeräte und Messumformer	5 % bis 20 %	QMH XIV.5 Version 7.0 Luftstromtemperatur: 10 °C bis 25 °C Taupunktemperatur t_d : -28 °C bis 24,8 °C	0,25 %	Vergleich mit Taupunktspiegel im Klimagenerator oder Klimaschrank
	> 20 % bis 40 %		0,50 %	
	> 40 % bis 60 %		0,75 %	
	> 60 % bis 80 %		1,0 %	
	> 80 % bis 98 %		1,2 %	
	5 % bis 20 %	QMH XIV.5 Version 7.0 Luftstromtemperatur: > 25 °C bis 45 °C Taupunktemperatur t_d : -17 °C bis 44,8 °C	0,65 %	Messunsicherheit ausgedrückt als Absolutwert der relativen Feuchte
	> 20 % bis 40 %		0,90 %	
	> 40 % bis 60 %		1,2 %	
	> 60 % bis 80 %		1,4 %	
	> 80 % bis 98 %		1,6 %	
	5 % bis 20 %	QMH XIV.5 Version 7.0 Luftstromtemperatur: > 45 °C bis 60 °C Taupunktemperatur t_d : -3 °C bis 59,8 °C	0,85 %	
	> 20 % bis 40 %		1,1 %	
	> 40 % bis 60 %		1,4 %	
	> 60 % bis 80 %		1,6 %	
	> 80 % bis 98 %		1,8 %	
	10 % bis 20 %	QMH XIV.5 Version 7.0 Luftstromtemperatur: > 60 °C bis 90 °C Taupunktemperatur t_d : 17 °C bis 89,8 °C	1,7 %	Vergleich mit Taupunktspiegel in Klimaschrank
	> 20 % bis 40 %		1,9 %	
	> 40 % bis 60 %		2,1 %	
	> 60 % bis 80 %		2,3 %	
	> 80 % bis 98 %		2,5 %	

Permanentes Kalibrierlaboratorium - Standort Eichenau

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Messorte in Klimaschränken mit Umluft ^{c)}	5 % bis 30 %	DKD-R 5-7:2018 Methode C Luftstromtemperatur: 10 °C bis 90 °C Taupunkttemperatur t_d : -28 °C bis 89,8 °C	1,0 %	Feuchte- Referenzwert wird aus Taupunkt- temperatur und Luftstrom- temperatur am Messort berechnet. Messunsicherheit ausgedrückt als Absolutwert der relativen Feuchte
	> 30 % bis 60 %		1,5 %	
	> 60 % bis 80 %		2,0 %	
	> 80 % bis 98 %		2,5 %	
Klimaschränke mit Umluft ^{c)}	5 % bis 30 %	DKD-R 5-7:2018 Methode A oder B Luftstromtemperatur: 10 °C bis 90 °C Taupunkttemperatur t_d : -28 °C bis 89,8 °C	1,5 %	Feuchte- Referenzwert wird aus Taupunkt- temperatur und Luftstrom- temperatur am Messort berechnet. Messunsicherheit ausgedrückt als Absolutwert der relativen Feuchte
	> 30 % bis 60 %		2,0 %	
	> 60 % bis 80 %		2,5 %	
	> 80 % bis 98 %		3,0 %	

Permanentes Laboratorium - Standort Regensburg

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Abgasmessgeräte für Kompressions- zündungsmotoren Partikelanzahl- konzentration	5 · 10 ³ cm ⁻³ bis 50 · 10 ³ cm ⁻³	AA0399 Version 1.0 Verkehrsblatt 2021 Heft 11, Nr. 133 ^{d)}	20 %	Die mittlere Partikelgröße muss im Bereich von 10 nm bis 200 nm liegen.
	> 50 · 10 ³ cm ⁻³ bis 3 · 10 ⁶ cm ⁻³		13 %	
Partikel- konzentrations- reduktionsfaktor PCRF	1:1 bis 1:30000	AA0398 Version 1.0	9 %	Die Partikelgröße muss im Bereich von 10 nm bis 200 nm liegen.
Partikelmessgräte ^{c)}	1000 cm ⁻³ bis 30.000 cm ⁻³	10 nm bis 200 nm ISO 27891:2015-03	11 %	

Thermodynamische Messgrößen – Temperaturmessgrößen

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit		
Widerstands- thermometer, auch direktanzeigend ^{c)}	0 °C	DKD-R 5-1:2018 Eispunkt	20 mK		Vergleich mit Normalwiderstands- thermometer
	-40 °C bis 100 °C	DKD-R 5-1:2018 im Blockkalibrator	50 mK		
	> 100 °C bis 200 °C		75 mK		
	> 200 °C bis 400 °C		80 mK		
	> 400 °C bis 570 °C		$1,6 \cdot 10^{-3} \cdot T - 0,56 \text{ K}$		
	> 570 °C bis 700 °C		350 mK		
Nichtedelmetall- Thermoelemente, auch direktanzeigend ^{c)}	-40 °C bis 200 °C	DKD-R 5-3:2018 im Blockkalibrator	$0,8 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,1 \text{ K}$		Vergleich mit Normalwiderstands- thermometern
	> 200 °C bis 400 °C		$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,08 \text{ K}$		
	> 400 °C bis 700 °C		$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,07 \text{ K}$		
	> 700 °C bis 1210 °C		$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot T + 1,3 \text{ K}$		
Edelmetall- Thermoelemente, auch direktanzeigend ^{c)}	0 °C bis 100 °C	DKD-R 5-3:2018 im Blockkalibrator	0,22 K		Vergleich mit Normalwiderstands- thermometer
	> 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 700 °C		$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,25 \text{ K}$		
	> 700 °C bis 1210 °C		$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot T + 1,3 \text{ K}$		
Blockkalibratoren ^{c)}	-80 °C bis 0 °C	DKD-R 5-4:2018	0,10 K		Vergleich mit Normalwiderstands- thermometer
	> 0 °C bis 50 °C		0,056 K		
	> 50 °C bis 700 °C		$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,036 \text{ K}$		

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren		Erweiterte Messunsicherheit	
Temperaturanzeigegeräte und -simulatoren für Widerstandsthermometer ^{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		$12 \cdot 10^{-6} \cdot T + 4 \text{ mK}$		
	-200 °C bis -150 °C		2,3 mK		
	> -150 °C bis 800 °C		$19 \cdot 10^{-6} \cdot T + 10 \text{ mK}$		
	-200 °C bis 300 °C		$13 \cdot 10^{-6} \cdot T + 3,5 \text{ mK}$		
	> 300 °C bis 800 °C		$18 \cdot 10^{-6} \cdot T + 5,4 \text{ mK}$		
	-200 °C bis 800 °C		$17 \cdot 10^{-6} \cdot T + 3,8 \text{ mK}$		
	-200 °C bis < 0 °C		$85 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ mK}$		
für Nichtedelmetall-Thermoelemente ^{c)} Typ K	0 °C bis 1300 °C	DKD-R 5-5:2018 ohne Vergleichsstellenkompensation	$5,7 \cdot 10^{-9} \cdot T^2 + 0,17 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ mK}$		
	-200 °C bis < 0 °C		$61 \cdot 10^{-6} \cdot T + 8 \text{ mK}$		
	0 °C bis 1200 °C		$5,6 \cdot 10^{-6} \cdot T + 8 \text{ mK}$		
	-200 °C bis < 0 °C		$80 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ mK}$		
	0 °C bis 400 °C		11 mK		
	-200 °C bis < 0 °C		$56 \cdot 10^{-6} \cdot T + 7 \text{ mK}$		
	0 °C bis 1000 °C		$4,4 \cdot 10^{-6} \cdot T + 7 \text{ mK}$		
	-200 °C bis < 0 °C		$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot T + 16 \text{ mK}$		
	0 °C bis 1300 °C		$12 \cdot 10^{-9} \cdot T^2 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot T + 16 \text{ mK}$		
	0 °C bis 500 °C	DKD-R 5-5:2018 ohne Vergleichsstellenkompensation	$-64 \cdot 10^{-6} \cdot T + 75 \text{ mK}$		
für Edelmetall-Thermoelemente ^{c)} Typ R, Typ S	> 500 °C bis 1768 °C		45 mK		
	0 °C bis 1200 °C		$26 \cdot T^{-0,85}$		
	> 1200 °C bis 1820 °C		60 mK		
für Thermoelemente ^{c)}	-200 °C bis 1500 °C	DKD-R 5-5:2018 mit Vergleichsstellenkompensation	$\sqrt{U_{TC}^2 + (0,06K)^2}$	U_{TC} = Unsicherheit des Anzeigegerätes für Thermoelemente ohne Vergleichsstellenkompensation	
Messorte in Klimaschränken mit Umluft ^{c)}	-80 °C bis 180 °C	DKD-R 5-7:2018 Methode C	0,50 K		
	> 180 °C bis 300 °C		0,70 K		
Klimaschränke mit Umluft ^{c)}	-80 °C bis 100 °C	DKD-R 5-7:2018 Methode A oder B	0,55 K		
	> 100 °C bis 180 °C		0,75 K		
	> 180 °C bis 300 °C		1,0 K		

Thermodynamische Messgrößen – Feuchtemessgrößen

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit		
Taupunkttemperatur Tauspiegel- hygrometer	–28 °C bis 24,5 °C	QMH XIV.5 Version 7.0 Luftstromtemperatur: 10 °C bis 25 °C relative Feuchte: 5 % bis 95 %	0,080 K		Vergleich mit Taupunktspiegel- hygrometer im Klimagenerator
	–17 °C bis 44 °C	QMH XIV.5 Version 7.0 Luftstromtemperatur: > 25 °C bis 45 °C relative Feuchte: 5 % bis 95 %	0,10 K		
	–3 °C bis 58 °C	QMH XIV.5 Version 7.0 Luftstromtemperatur: > 45 °C bis 60 °C relative Feuchte: 5 % bis 90 %	0,15 K		
relative Luftfeuchte Feuchtemessgeräte und Messumformer	5 % bis 20 %	QMH XIV.5 Version 7.0 Luftstromtemperatur: 10 °C bis 25 °C Taupunkttemperatur t_d : –28 °C bis 24,5 °C	0,25 %	Messunsicherheit ausgedrückt als Absolutwert der relativen 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 7.0 Luftstromtemperatur: > 25 °C bis 45 °C Taupunkttemperatur t_d : –17 °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 %		
	5 % bis 20 %	QMH XIV.5 Version 7.0 Luftstromtemperatur: > 45 °C bis 60 °C Taupunkttemperatur t_d : –3 °C bis 58 °C	0,85 %		
	> 20 % bis 40 %		1,1 %		
	> 40 % bis 60 %		1,4 %		
	> 60 % bis 80 %		1,6 %		
	> 80 % bis 90 %		1,8 %		

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Messorte in Klimaschränken mit Umluft ^{c)}	5 % bis 30 %	DKD-R 5-7:2018 Methode C Luftstromtemperatur: 10 °C bis 90 °C Taupunkttemperatur t_d : -28 °C bis 89,8 °C	1,0 %	Messunsicherheit ausgedrückt als Absolutwert der relativen Feuchte Feuchte-Referenzwert wird aus Taupunkt- temperatur und Luftstromtemperatur am Messort berechnet
	> 30 % bis 60 %		1,5 %	
	> 60 % bis 80 %		2,0 %	
	> 80 % bis 98 %		2,5 %	
Klimaschränke mit Umluft ^{c)}	5 % bis 30 %	DKD-R 5-7:2018 Methode A oder B Luftstromtemperatur: 10 °C bis 90 °C Taupunkttemperatur t_d : -28 °C bis 89,8 °C	1,5 %	Messunsicherheit ausgedrückt als Absolutwert der relativen Feuchte Feuchte-Referenzwert wird aus Taupunkt- temperatur und Luftstromtemperatur am Messort berechnet
	> 30 % bis 60 %		2,0 %	
	> 60 % bis 80 %		2,5 %	
	> 80 % bis 98 %		3,0 %	

Mechanische Messgrößen – Druck

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Druck Absolutdruck p_{abs}	<p>> 0 bar bis 21 bar</p> <p>> 21 bar bis 251 bar</p>	<p>DKD-R 6-1:2014^{c)}</p> <p>Kalibriermethode: $p_{abs} = p_e + p_{amb}$</p>	$5,0 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 1,2 \text{ mbar} + U_{baro}$ $5,1 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 30 \text{ mbar} + U_{baro}$	Druckmedium: Gas. Die Messunsicherheit des Barometers U_{baro} ist zu berücksichtigen.
Absolutdruck p_{abs}	<p>1 bar; 2 bar bis 71 bar</p> <p>> 71 bar bis 701 bar</p>	<p>DKD-R 6-1:2014^{c)}</p> <p>Kalibriermethode: $p_{abs} = p_e + p_{amb}$</p>	$7,8 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 0,36 \text{ mbar} + U_{baro}$ $8,2 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 0,72 \text{ mbar} + U_{baro}$	Referenzwert ($p_{abs} = p_{amb}$) Druckmedium: Öl. Die Messunsicherheit des Barometers U_{baro} ist zu berücksichtigen.
Absolutdruck p_{abs}	900 mbar bis 1100 mbar	esz QMH XXIII.4.2 v5.0	$2,9 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 15 \text{ } \mu\text{bar}$	Referenzwert ($p_{abs} = p_{amb}$) Einpunktmessung bei aktuellem Umgebungsdruck
Absolutdruck p_{abs}	<p>> 0 bar bis 301 bar</p> <p>> 301 bar bis 1001 bar</p>	<p>DKD-R 6-1:2014^{c)}</p> <p>Kalibriermethode: $p_{abs} = p_e + p_{amb}$</p>	$5,1 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 30 \text{ mbar}$ $7,4 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 40 \text{ mbar}$	Druckmedium: Wasser Die Messunsicherheit des Barometers U_{baro} ist zu berücksichtigen.
Positiver und negativer Überdruck p_e	<p>-200 mbar bis 200 mbar</p> <p>-1 bar bis 2 bar</p> <p>> 2 bar bis 20 bar</p> <p>> 20 bar bis 100 bar</p> <p>> 100 bar bis 300 bar</p>	DKD-R 6-1:2014 ^{c)}	<p>25 μbar</p> <p>$3,3 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 0,25 \text{ mbar}$</p> <p>$4,3 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 0,61 \text{ mbar}$</p> <p>$9,0 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 3,7 \text{ mbar}$</p> <p>$5,1 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 30 \text{ mbar}$</p>	Druckmedium: Gas
Überdruck p_e	<p>0 bar; 1 bar bis 70 bar</p> <p>> 70 bar bis 700 bar</p>		$7,8 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 0,36 \text{ mbar}$ $8,2 \cdot 10^{-5} \cdot p_e + 0,72 \text{ mbar}$	Referenzwert ($p_e = 0 \text{ bar}$) Druckmedium: Öl
Überdruck p_e	<p>> 0 bar bis 300 bar</p> <p>> 300 bar bis 1000 bar</p>	DKD-R 6-1:2014 ^{c)}	$5,1 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 30 \text{ mbar}$ $7,4 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} + 40 \text{ mbar}$	Druckmedium: Wasser

Mechanische Messgrößen – Durchflussmessgrößen

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit		
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	$Q = \text{Messwert}$ 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		$1 \% \cdot Q$		
		MFC als Normal	$0,89 \cdot 10^{-2} \cdot Q + 0,52 \text{ L/min}$		

Mechanische Messgrößen – Kraft

Vor-Ort-Kalibrierung

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

Mechanische Messgrößen – Drehmoment

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit		
Drehmoment Handbetätigte Drehmoment - Schraubwerkzeuge ^{c)}	0,2 N·m bis < 1 N·m	DIN EN ISO 6789-2:2017 ^{c)}	0,9 %	Drehmoment- Schraubendreher	
	1 N·m bis 10 N·m		0,5 %		
	0,4 N·m bis < 4 N·m		0,7 %		
	4 N·m bis 1110 N·m		0,5 %		
Drehmoment Drehmomentauf- nehmer in Prüfständen	0 N·m bis 100 N·m	AA0397 Version 1.0 (16.08.2023)	$0,001 \cdot M + 0,025 \text{ N}\cdot\text{m}$	M: Messwert in N·m Auf die Kalibriereinrichtung wirkenden Biegemomente und Querkräfte sind zu berücksichtigen.	
	> 100 N·m bis 10 kN·m		$0,002 \cdot M + 0,050 \text{ N}\cdot\text{m}$		

Mechanische Messgrößen - Waagen

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Waagen Nichtselbsttätige elektronische Waagen	≤ 2 kg	EURAMET cg-18:2015 DKD-R-7-2:2018 ^{c)}	7 · 10 ⁻⁷	Mit Gewichtstücken Genauigkeitsklasse E2 nach OIML R111- 1:2004
	≤ 50 kg		1 · 10 ⁻⁶	Mit Gewichtstücken Genauigkeitsklasse F2 nach OIML R111- 1:2004
	≤ 150 kg		1 · 10 ⁻⁵	Mit Gewichtstücken Genauigkeitsklasse M1 nach OIML R111- 1:2004

Mechanische Messgrößen – Messgeräte im Kraftfahrwesen (MIK)

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Rollenbremsprüfstände	0 N bis < 2 kN	Verkehrsblatt 2016 Heft 14 Nr. 115 QMH Kapitel XXVII.1.2: Version 5	19 N	F: am Bremsprüfstand angezeigte Kraft Messsystem: Kraftaufnehmer mit Belastungs-Rahmen
	2 kN bis 4 kN		0,46 % · F + 7 N	
	> 4 kN bis 8 kN		0,43 % · F + 8 N	
	> 8 kN bis 40 kN		0,70 % · F	
	0 kN bis 4 kN	Vergleichsverfahren: XXVII.1.2.1 Masse-Hebel Verfahren: XXVII.1.2.2	0,40 % · F + 4 N	F: am Bremsprüfstand angezeigte Kraft Messsystem: Hebel mit Massestückchen
	> 4 kN bis 8 kN		0,65 % · F	
	> 8 kN bis 40 kN		0,90 % · F	
Plattenbremsprüfstände	0 N bis < 2 kN	Verkehrsblatt 2016 Heft 14 Nr. 115 QMH Kapitel XXVII.1.2: Version 5	0,20 % · F + 12 N	F: am Bremsprüfstand angezeigte Kraft Messsystem: Kraftaufnehmer
	2 kN bis 10 kN		0,70 % · F + 2 N	

Mechanische Messgrößen – Messgeräte im Kraftfahrwesen (MIK)

Gültig ab: 07.06.2024

Ausstellungsdatum: 07.06.2024

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Scheinwerfer- Einstell-Prüfgeräte (SEP) Neigung	0 % bis 6 %	Verkehrsblatt 2016 Heft 14, Nr.115 Verkehrsblatt 2018 Heft 23, Nr.174 QMH Kapitel: XXIX. 3 Version 6.0	0,1 %	Angabe der Messunsicherheit als absoluter Wert der Neigung
Aufstellflächen für Scheinwerfer-Einstell- Prüfgerät (ASEP) Neigung	0 % bis 10 %	Verkehrsblatt 2018 Heft 23, Nr. 174 QMH Kapitel: XXIX. 3 Version 6.0	0,038 %	Angabe der Messunsicherheit als absoluter Wert der Neigung
Aufstellflächen für Kraftfahrzeuge Neigung	0 m bis 10 m 0 % bis 10 %	Verkehrsblatt 2018 Heft 23, Nr. 174 QMH Kapitel: XXIX. 3 Version 6.0	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	DIN 18202:2013 L: gemessene Länge in Meter R: Rasterpunktabstand in Meter

Mechanische Messgrößen – Messgeräte im Kraftfahrwesen (MIK)

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibiergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit		
Abgasmessgeräte für Fremdzündungsmotoren	Gaskonzentration Propan C ₃ H ₈	Verkehrsblatt 2018, Heft 11, Nr. 100 QMH Kapitel 26-7 XXX	2 ppm vol 3 ppm vol 24 ppm vol	ppm vol = $10^{-6} \cdot m^3/m^3$ % vol = $10^{-2} \cdot m^3/m^3$	
			80 ppm vol		
			200 ppm vol		
			2000 ppm vol		
Kohlenstoffdioxid CO ₂			3 % vol		
			6 % vol		
			14 % vol		
Kohlenstoffmonoxid CO			0,1 % vol		
			0,5 % vol		
			3,5 % vol		
Sauerstoff O ₂			20,9 % vol		
Abgasmessgeräte für Kompressionszündungs- motoren	Trübungsggrad		0,9 %	Trübungsmessung mit Neutralgraufilter. Messunsicherheit ist absoluter Wert des Trübungsgrades.	
Trübungskoeffizient	0,25 m ⁻¹ 0,83 m ⁻¹ 1,61 m ⁻¹ 2,80 m ⁻¹		0,02 m ⁻¹	Der Trübungskoeffizient wird aus dem Trübungsggrad berechnet.	
			0,03 m ⁻¹		
			0,04 m ⁻¹		
			0,07 m ⁻¹		

Vor-Ort-Kalibrierung

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibiergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Abgasmessgeräte für Kompressions- zündungsmotoren Partikelanzahl- konzentration Partikelgeneratoren und -messgeräte (Aerosol)	$5 \cdot 10^3 \text{ cm}^{-3}$ bis $50 \cdot 10^3 \text{ cm}^{-3}$	AA0399 Version 1.0 Verkehrsblatt 2021 Heft 11, Nr. 133 ^{d)}	20 %	Die mittlere Partikelgröße muss im Bereich von 10 nm bis 200 nm liegen.
	$> 50 \cdot 10^3 \text{ cm}^{-3}$ bis $3 \cdot 10^6 \text{ cm}^{-3}$		13 %	

^{d)} Die Akkreditierung für Kalibrierungen der Messgeräte zur Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration, die im Rahmen der Untersuchungen der Abgase von Kraftfahrzeugen nach Nummer 6.8.2 der Anlage VIIIa zur StVZO eingesetzt werden, wurde unter einer aufschiebenden Bedingung erteilt. Danach darf die Stelle erst nach der ordnungsgemäßen Inverkehrbringung der Geräte nach Mess- und Eichgesetz – MessEG sowie nach der bestandenen Baumusterprüfung Konformitätsbewertungstätigkeiten unter Bezugnahme auf die Angabe des akkreditierten Hausverfahrens und einem Verweis auf das Verkehrsblatt 2021 Heft 11, Nr. 133 durchführen. Siehe Ziff. II. des Bescheids vom 03.03.2023.

Verwendete Abkürzungen:

AA	Arbeitsanweisung (selbstentwickeltes Verfahren) der esz AG
CMC	Calibration and measurement capabilities (Kalibrier- und Messmöglichkeiten)
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DKD-R	Richtlinie des Deutschen Kalibrierdienstes (DKD), herausgegeben von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt
EN	Europäische Norm
EURAMET	European Association of National Metrology Institutes
OIML	International Organization of legal metrology
QMH	Qualitätsmanagementhandbuch (selbstentwickeltes Verfahren) der esz AG