

## Deutsche Akkreditierungsstelle

### Anlage zur Teil-Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-01 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 dem Standort

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

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](http://www.dakks.de))*

## Kalibrierungen in den Bereichen:

### Elektrische Messgrößen

#### Gleichstrom – und Niederfrequenz

- Gleich- und Wechselspannung <sup>a)</sup>
- Gleich- und Wechselstromstärke <sup>a)</sup>
- Spannungsverhältnis <sup>a)</sup>
- Hochspannungsmessgrößen <sup>a)</sup>
- Gleich- und Wechselstromwiderstand <sup>a)</sup>
- Ladung <sup>a)</sup>
- Elektrische Leistung <sup>a)</sup>
- Elektrische Energie <sup>a)</sup>
- Induktivität und Kapazität <sup>a)</sup>

#### Zeit und Frequenz

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

### Dimensionelle Messgrößen

#### Länge

- Durchmesser <sup>a)</sup>
- Gewinde <sup>a)</sup>
- Parallelendmaße
- Längenmessmittel <sup>a)</sup>
- Strichmaße, Abstände <sup>a)</sup>

#### Winkel

- Neigung

a) auch als Vor-Ort-Kalibrierung

b) nur als Vor-Ort-Kalibrierung

## Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen

### Hochfrequenzmessgrößen

- HF-Spannung <sup>a)</sup>
- HF-Stromstärke <sup>a)</sup>
- HF-Impedanz (Reflexionsfaktor) <sup>a)</sup>
- HF-Leistung <sup>a)</sup>
- HF-Dämpfung <sup>a)</sup>
- Pulsförmige Messgrößen <sup>a)</sup>
- Oszilloskopmessgrößen <sup>a)</sup>
- Anstiegszeit <sup>a)</sup>
- Bandbreite <sup>a)</sup>

### Optische Messgrößen

- Radiometrie <sup>a)</sup>
- Photometrie <sup>a)</sup>

Für die mit <sup>c)</sup> 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](http://www.dakks.de))*

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

**Elektrische Messgrößen - Gleichstrom- und Niederfrequenzmessgrößen**

**Gleich- und Wechselspannung**

**Permanentes Laboratorium**

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

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

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

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung Bereiche	100 mV	10 Hz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot U$	<p><math>U</math> = Messwert. Kalibrierung an AC/DC- TransfERNormal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschlussimpedanz und die Wiederhol- barkeit zu berücksichtigen.</p>
		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	$37 \cdot 10^{-6} \cdot U$	<p>Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit.</p>
		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	$33 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	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		$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$		

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

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

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

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

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

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

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

Gleich- und Wechselstromstärke

Permanentes Laboratorium

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

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

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

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

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

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

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

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

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

**Matrix M.1 „Ersatzableitstromstärke“**

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

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

**Permanentes Laboratorium**

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

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

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

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

Gleich- und Wechselstromwiderstand

Permanentes Laboratorium

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

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	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.
	1 Ω	10 Hz; 12,5 Hz	30 · 10 <sup>-6</sup> · R	
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz	24 · 10 <sup>-6</sup> · R	
		48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz; 625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	21 · 10 <sup>-6</sup> · R	
	2 Ω	10 Hz; 12,5 Hz	26 · 10 <sup>-6</sup> · R	
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz	21 · 10 <sup>-6</sup> · R	
		48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz; 625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	16 · 10 <sup>-6</sup> · R	
	5 Ω	10 Hz; 12,5 Hz	25 · 10 <sup>-6</sup> · R	
		20 Hz	20 · 10 <sup>-6</sup> · R	
		25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz; 625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	15 · 10 <sup>-6</sup> · R	
	10 Ω	10 Hz; 12,5 Hz	24 · 10 <sup>-6</sup> · R	
		20 Hz	19 · 10 <sup>-6</sup> · R	
25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz; 625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz		14 · 10 <sup>-6</sup> · R		

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

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

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

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

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

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

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

Elektrische Leistung

Permanentes Laboratorium

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

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

**Permanentes Laboratorium**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	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	$U_p \cdot \text{var/W}$	$U_p$ 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 $\mu\text{V/V}$ bis 1,6 $\mu\text{V/V}$ 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 $\mu\text{V/V}$	0,10 $\mu\text{V/V}$	0,17 $\mu\text{V/V}$	0,35 $\mu\text{V/V}$
$\pm 2 \text{ mV/V}$	0,10 $\mu\text{V/V}$	0,11 $\mu\text{V/V}$	0,26 $\mu\text{V/V}$	0,51 $\mu\text{V/V}$
$\pm 5 \text{ mV/V}$	0,10 $\mu\text{V/V}$	0,13 $\mu\text{V/V}$	0,27 $\mu\text{V/V}$	0,52 $\mu\text{V/V}$
$\pm 10 \text{ mV/V}$	0,10 $\mu\text{V/V}$	0,16 $\mu\text{V/V}$	0,31 $\mu\text{V/V}$	0,56 $\mu\text{V/V}$
$\pm 20 \text{ mV/V}$	0,16 $\mu\text{V/V}$	0,20 $\mu\text{V/V}$	0,38 $\mu\text{V/V}$	0,66 $\mu\text{V/V}$
$\pm 50 \text{ mV/V}$	0,35 $\mu\text{V/V}$	0,39 $\mu\text{V/V}$	0,58 $\mu\text{V/V}$	1 $\mu\text{V/V}$
$\pm 100 \text{ mV/V}$	0,65 $\mu\text{V/V}$	0,73 $\mu\text{V/V}$	1,0 $\mu\text{V/V}$	1,6 $\mu\text{V/V}$

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

**Zeit und Frequenz**

**Permanentes Laboratorium**

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 $U_{Tr}$ : Trigger-unsicherheit
	0,01 Hz bis 350 MHz > 350 MHz bis 26,5 GHz > 26,5GHz bis 40 GHz		$2,6 \cdot 10^{-12} \cdot f + U_{Tr}$ $11 \cdot 10^{-12} \cdot f + U_{Tr}$ $0,6 \text{ Hz} + U_{Tr}$	
Zeitintervall $\Delta t$	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 $\mu\text{s}$ 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 $\text{s}^{-1}$ bis 3500 $\text{s}^{-1}$		$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot f$	$f$ : Messwert

**Induktivität und Kapazität**
**Permanentes Laboratorium**

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

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

Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen

Hochfrequenzmessgrößen

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	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 MΩ
Oszilloskop horizontal	25 ps bis 40 s		$0,12 \cdot 10^{-6} \cdot T + 0,1 \text{ ps}$	T: Messwert
Bandbreite <i>f</i> (Frequenzgang)	40 Hz bis 6 GHz	EURAMET Calibration Guide No. 7 Version 1	$6,3 \cdot 10^{-3} \cdot f^2/\text{GHz}$ $+ 20 \cdot 10^{-3} \cdot f$	<i>f</i> = Messwert
	> 6 GHz bis 40 GHz		$75 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
Anstiegszeit	30 ps bis 45 ps > 45 ps bis 1 ms	0,1 V bis 3 V	5 ps $10 \cdot 10^{-3} \cdot T + 3 \text{ ps}$	Fluke 9500/9550
	70 ps bis 85 ps > 85 ps bis 310 ps > 310 ps bis 650 ps > 650 ps bis 1 ms	0,1 V bis 3 V	$78 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $67 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $58 \cdot 10^{-3} \cdot T$ $56 \cdot 10^{-3} \cdot T$	errechnet aus der 3 dB Bandbreite T: Messwert
Frequenz <i>f</i> Zeitbasis	10 MHz		$0,2 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
Pulsmessgrößen Anstiegszeit (z.B. Oszilloskop- kalibrator)	15 ps bis 10 ns	0,1 V bis 40 V in 50 Ω	$10 \cdot 10^{-3} \cdot T + 3 \text{ ps}$	Tektronix CSA8000/80E01 ext. Triggersignal erforderlich
	160 ps bis 10 ms	0,1 V bis 2 V in 50 Ω	$30 \cdot 10^{-3} \cdot T + 30 \text{ ps}$	Agilent 54854
Burst-Generator Ausgangsspannung Spitzenwert <i>U<sub>s</sub></i>	100 V bis 4 kV	unter 50 Ω oder 1 kΩ Last	$48 \cdot 10^{-3} \cdot U_s$	
Anstiegszeit und Impulsdauer <i>T<sub>r</sub></i>	3 ns bis 1 μs		$41 \cdot 10^{-3} \cdot T_r$	
Burstdauer und Burstperiode <i>T</i>	10 μs bis 1 s		$5 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
Impulsfrequenz <i>f</i>	100 Hz bis 500 kHz		$1 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
ESD-Generator Anstiegszeit <i>t<sub>r</sub></i> der Spitzenstromstärke	300 ps bis 3 ns		$3 \% \cdot t_r + 15 \text{ ps}$	Messbereich bezogen auf die Spitzenstromstärke <i>I<sub>p</sub></i>
Entladestromstärke <i>I</i>	1,5 A bis 35 A		$4,3 \% \cdot I + 0,15 \text{ A}$	
Stoßspannungs- generator Stirnzeit <i>t<sub>r,Us</sub></i> der Leerlaufspannung	15 ns bis 100 ms		$3 \% \cdot t_{r,Us} + 1 \text{ ns}$	

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Stirnzeit $t_{r,Is}$ der Kurzschluss- stromstärke	100 ns bis 100 ms		$3 \% \cdot t_{r,Is} + 2 \text{ ns}$	
Rückenhalfwertszeit $t_H$ der Kurvenform	0,5 $\mu$ s 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 Kurzschluss- stromstärke $I_S$	10 A bis 5 kA		$3,5 \% \cdot I_S$	
	> 5 kA bis 10 kA		$3,8 \% \cdot I_S$	
Pulsförmige Messgrößen <sup>c)</sup> 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			Band A
	0,1 Hz bis 50 kHz			Band B
	0,1 Hz bis 1 MHz			Band C und Band D

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
HF-Leistung Eingangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungs- Messgeräten	10 fW bis < 100 fW	QMH 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	QMH 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	QMH 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	QMH 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	QMH 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	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$		

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
HF-Leistung Eingangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungs- Messgeräten	> 100 nW bis 10 µW	QMH 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	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	> 10 µW bis 100 mW	QMH 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	$11 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	HF-Leistung Ausgangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Quellen	1 mW	QMH XIII.1 Version 6.0	
50 MHz			$5 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
0,1 pW bis < 10 pW		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
		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		QMH XIII.1 Version 6.0		*) 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		QMH XIII.1 Version 6.0		f ≤ 5 GHz:  Γ <sub>G</sub>   ≤ 0,025 5 GHz < f ≤ 20 GHz:  Γ <sub>G</sub>   ≤ 0,1 20 GHz < f ≤ 33 GHz:  Γ <sub>G</sub>   ≤ 0,15 33 GHz < f ≤ 40 GHz:  Γ <sub>G</sub>   ≤ 0,3
		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	$71 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
100 nW bis < 1 µW		QMH XIII.1 Version 6.0		f = Frequenz (Hz) P = Messwert (W)  Γ <sub>G</sub>   = Reflexionsfaktor des Kalibriergegen- standes
		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	$90 \cdot 10^{-3} \cdot P$			

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
HF-Leistung Ausgangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Quellen	1 $\mu$ W bis < 10 $\mu$ W	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	$37 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10 $\mu$ W bis < 100 $\mu$ W	QMH XIII.1 Version 6.0		$f \leq 5$ GHz: $ \Gamma_G  \leq 0,025$ 5 GHz < $f \leq 20$ GHz: $ \Gamma_G  \leq 0,1$ 20 GHz < $f \leq 33$ GHz: $ \Gamma_G  \leq 0,15$ 33 GHz < $f \leq 40$ 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	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	100 $\mu$ W bis 0,1 W	QMH XIII.1 Version 6.0		$f$ = Frequenz (Hz) $P$ = Messwert (W) $ \Gamma_G $ = Reflexionsfaktor des Kalibriergegen- 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	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	> 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		$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
> 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	$37 \cdot 10^{-3} \cdot P$		

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

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

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

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
HF-Reflexionsfaktor <sup>c)</sup> 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 $\Omega$ , 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 <sup>c)</sup> Phasenwinkel $\varphi$	-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 $\Omega$ , 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
	> 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 · $L$	$ \Gamma_{L,DUT}  \leq 0,08$ $10$ GHz < $f \leq 18$ GHz $ \Gamma_{L,DUT}  \leq 0,1$ $18$ GHz < $f \leq 40$ GHz

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

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	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$ $f \leq 500$ MHz $ \Gamma_{L,DUT}  \leq 0,05$ $500$ MHz < $f \leq 3$ 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 <sup>c)</sup>	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	3,5 mm Konnektor
	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	2,92 mm Konnektor
HF-Dämpfung <sup>c)</sup> Phasenwinkel $\varphi$	-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	3,5 mm Konnektor
	-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	2,92 mm Konnektor

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

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

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

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

**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  $\varphi$ ; N-Konnektor 50  $\Omega$ “**

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  $\varphi$ ; 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  $\varphi$ ; 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  $\Omega$ “**

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 bis 0,07 dB	0,06 dB bis 0,09 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  $\varphi$ ; N-Konnektor 50  $\Omega$ “**

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  $\varphi$ ; 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°

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

**Matrix M.14 „HF-Dämpfung; Phasenwinkel  $\varphi$ ; 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°

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

Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen - Optische Messgrößen

Radiometrie

Permanentes Laboratorium

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
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)	Vergleichsmethode
	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 $\lambda$	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	

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

Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen - Optische Messgrößen

Photometrie

Permanentes Laboratorium

Messgröße / Kalibriergegenstand	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 %	
Trübungsgrad $N$	> 0 % bis < 24 % 24 % bis < 40 % 40 % bis 84 %		0,80 % 0,70 % 0,65 %	
Trübungskoeffizient $k$	Messkammerlänge 0,43 m > 0 m <sup>-1</sup> bis 4,3 m <sup>-1</sup>		0,020 m <sup>-1</sup> bis 0,050 m <sup>-1</sup>	
Beleuchtungsstärke $E$	0 lx	QMH XXXI	0,01 lx	Referenz-Null
	900 lx bis 2000 lx		$1,7 \% \cdot E$	Normlicht
	$\geq 5$ lx bis < 10 klx		$1,9 \% \cdot E$	LED-Licht
	$\geq 10$ klx bis 110 klx		$9,0 \cdot 10^{-8} \cdot E^2 / \text{lx}$ $+ 0,02 \cdot E - 13 \text{ lx}$	

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

**Dimensionelle Messgrößen**

**Länge und Winkel**

**Permanentes Laboratorium**

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

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

**Permanentes Laboratorium**

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

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

**Permanentes Laboratorium**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	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	$2,4 \text{ mm} + 45 \cdot 10^{-6} \cdot l$	$l =$ gemessene Länge Bandmaße für die Charakterisierung von Scheinwerfer- einstellprüfsystemen
Umfangsmaßbänder aus Stahl		AA0265-3 Version 8.0		Kalibrierung an den Nennwerten der Normale
Durchmesser	150 mm bis 300 mm		62 µm	
Umfang	470 mm bis 950 mm		190 µm	
Elektronische Neigungsmessgeräte	-55° bis -30°	AA0206 Version 1.0	$42 \cdot 10^{-6} \cdot  \alpha  + 0,00034^\circ$	max. Basislänge 100 mm $\alpha =$ Winkel in °
	-30° bis 30°		0,0016°	
	30° bis 55°		$42 \cdot 10^{-6} \cdot  \alpha  + 0,00034^\circ$	
Punkt- und Linienlaser Neigungsabweichung horizontal	0 mm/m bis 2 mm/m	AA0356 Version 9.0		
	vertikal		0,080 mm/m	
			0,10 mm/m	
Position Sensitive Detector / PSD Dioden X- und Y-Achsen- abweichung	bis 5 mm	AA0356 Version 9.0	18 µm	
Längenmessmittel Prüflehren	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		39 µm	
	0 bis 75 mm	AA0286-2 Version 2.0 Stufenmessung	55 µm	Abweichende Umgebungs- bedingungen und Materialien der zu kalibrierenden Prüflehren erhöhen die Messunsicherheit.
	> 75 mm bis 150 mm		76 µm	

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

**Gleichstrom- und Niederfrequenzmessgrößen**

**Gleich- und Wechselspannung**

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Gleichspannung	0 V		35 nV	Kurzschlussbrücke
	0 V bis 1 V	linearer Step-Up/Down	$0,46 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,18 \mu\text{V}$	$U = \text{Messwert}$
	> 1 V bis 10 V		$0,18 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,67 \mu\text{V}$	
	> 10 V bis 100 V		$0,28 \cdot 10^{-6} \cdot U - 0,34 \mu\text{V}$	
	> 100 V bis 1050 V		$0,24 \cdot 10^{-6} \cdot U + 64 \mu\text{V}$	
Hochspannung Quellen	1 kV bis 10 kV		$7,9 \cdot 10^{-6} \cdot U + 17 \text{ mV}$	$U = \text{Messwert}$
	> 10 kV bis 60 kV		$46 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,95 \text{ V}$	
Wechselspannung	2 mV bis 10 mV	10 Hz; 12,5 Hz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,11 \mu\text{V}$	$U = \text{Messwert}$ Kalibrierung am Josephson-Voltmeter.
		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	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,19 \mu\text{V}$	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	$8,6 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,16 \mu\text{V}$	
		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	
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	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U$	

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

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

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

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

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

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

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Wechselspannung	> 110 V bis 700 V 200 V	10 Hz bis 100 kHz		U = Messwert Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit. Kalibrierung an AC/DC-Transfer- normal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschluss- impedanz und die Wiederholbarkeit zu berücksichtigen.
		10 Hz	$27 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		40 Hz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	600 V	70 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		40 Hz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$14 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		70 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		> 700 V bis 1000 V 1000 V	10 Hz bis 100 kHz 40 Hz	
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	$42 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
Hochspannung Quellen	1 kV bis 10 kV	10 Hz bis 20 kHz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2 \text{ V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,34 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,6 \text{ V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$1,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,9 \text{ V}$	
	> 10 kV bis 40 kV	10 Hz bis 20 kHz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,7 \text{ V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,43 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,1 \text{ V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \text{ V}$	
Messgeräte	1 kV bis 10 kV	45 Hz bis 65 Hz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2 \text{ V}$	
	> 10 kV bis 30 kV		$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,7 \text{ V}$	

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	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).
	> 220mV bis 2,2 V		$9,3 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,35 \mu\text{V} + 7,0 \cdot 10^{-9} \text{V/Hz} \cdot f$	
	> 2,2 V bis 22 V		$9,3 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,58 \mu\text{V} + 14 \cdot 10^{-9} \text{V/Hz} \cdot f$	
	> 22 V bis 220 V		$12 \cdot 10^{-6} \cdot U + 35 \mu\text{V} + 75 \cdot 10^{-9} \text{V/Hz} \cdot f$	
Wechselspannung Amplitudenparameter	5 mV bis 5 V	DC bis 10 MHz > 10 MHz bis 100 MHz > 100 MHz bis 300 MHz > 300 MHz bis 1 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,2 \mu\text{V}$ $37 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,5 \mu\text{V}$ $44 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,4 \mu\text{V}$ $70 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Oszilloskop als Normal $U$ = Messwert
	> 5 V bis 50 V	DC bis 2 kHz > 2 kHz bis 10 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \mu\text{V}$ $25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \mu\text{V}$	
Wechselspannung harmonische Oberwellen	2,2 V bis 22 V	40 Hz bis 4 kHz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot U_n + 60 \mu\text{V}$	$U_n$ = Spannung der n-ten Harmonischen oder Grundwelle
	> 22 V bis 220 V		$70 \cdot 10^{-6} \cdot U_n + 0,8 \text{ mV}$	
	> 220 V bis 700 V	40 Hz bis 1 kHz	$80 \cdot 10^{-6} \cdot U_n + 4 \text{ mV}$	$U_{\text{Spitze}} < 1,4 \text{ kV}$
		> 1 kHz bis 4 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U_n + 6 \text{ mV}$	

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren			
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 > 0,22 A bis 0,8 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 1,2 A	> 1,4 A bis <1,8 A, Spitze		$0,55 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 35 \mu\text{A}$	eff.= Effektivwertgrenze des verzerrten Signals
	0,22 A bis 2,2 A > 2,2 A bis 4 A	1,8 A bis < 7 A, Spitze		$0,34 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	1 A bis 8 A	7 A bis 14 A, Spitze		$0,68 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	Bei Verwendung von Stromzangen erhöhen sich Messunsicherheit und Bereichsgrenzen
	2 A bis 15 A	> 14 A bis 30 A, Spitze		$0,50 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 40 \mu\text{A}$	
	Harmonische 0,022 A bis 0,22 A > 0,22 A bis 0,8 A	> 1 kHz bis 4 kHz 0,15 A bis 1,4 A, Spitze		$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 80 \mu\text{A}$	min. um den Faktor der verwendeten Windungszahl $N$ .
	0,22 A bis 1,2 A 0,22 A bis 2,2 A > 2,2 A bis 4 A	> 1,4 A bis < 1,8 A, Spitze 1,8 A bis < 7 A, Spitze		$0,34 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	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			
	Flicker <sup>c)</sup> 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 $\Delta U/U$
	Messgeräte			$25 \cdot 10^{-3} \%$	
	Frequenz	8,3 mHz bis 40 Hz		$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot f$	rechteckförmiger Flicker
	$P_{st}$ -Wert	nur $P_{st} = 1$		$2,5 \cdot 10^{-3}$	
Wechselspannung Klirrfaktor $k$	0 % bis 30 %	45 Hz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot k + 0,012 \%$	Werte ausgedrückt in % Klirren	
		> 5 kHz bis 30 kHz	$0,8 \cdot 10^{-3} \cdot k + 0,012 \%$		

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

**Gleich- und Wechselstromstärke**

**Vor-Ort-Kalibrierung**

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

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

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

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

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

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

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

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

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

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

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

Gleich- und Wechselstromwiderstand

Vor-Ort-Kalibrierung

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

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	
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	$39 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	100 mΩ; 200 mΩ	20 Hz	$35 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		10 Hz	$36 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	0,5 Ω	20 Hz; 40 Hz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
		10 Hz	$34 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	1 Ω	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	$31 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
2 Ω; 5 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	$30 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
10 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	$29 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
20 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	$29 \cdot 10^{-6} \cdot R$		

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen	
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit		
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	50 Ω	10 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot R$	<p><math>R</math> = Messwert <math>I</math> = Stromstärke <math>f</math> = Frequenz</p> <p>Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.</p>	
		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	$25 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	100 Ω	10 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot R$	<p><math>R</math> = Messwert <math>I</math> = Stromstärke <math>f</math> = Frequenz</p> <p>Zwischenwerte und abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.</p>	
		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	$\sqrt{U_1^2 + U_U^2} \cdot R$	<p><math>R</math> = Messwert Konstantstromverfahren <math>U_1</math> ist die relative Unsicherheit der Kalibrierstromstärke <math>U_U</math> ist die relative Unsicherheit der gemessenen Spannung am Widerstand</p>
		0 Ω bis 10 kΩ	20 Hz bis 50 Hz	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot R + 3,1 \text{ m}\Omega$	<p><math>R</math> = Messwert Direktmessverfahren</p>
		> 10 kΩ bis 110 MΩ		$2,3 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega + 2,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
		0 Ω bis 20 kΩ	> 50 Hz bis 100 Hz	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2,6 \text{ m}\Omega$	
		> 20 kΩ bis 110 MΩ		$2,3 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega + 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	0 Ω bis 50 kΩ	> 100 Hz bis 1 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R + 1,3 \text{ m}\Omega$		
	> 50 kΩ bis 110 MΩ		$1,1 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega + 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
	0 Ω bis < 50 Ω	> 1 kHz bis 30 kHz	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 1,2 \text{ m}\Omega$		
	50 Ω bis 20 kΩ		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
	> 20 kΩ bis 110 MΩ		$1,1 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega + 0,79 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
	0 Ω bis 20 Ω	> 30 kHz bis 100 kHz	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 1,2 \text{ m}\Omega$		
	> 20 Ω bis 20 kΩ		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$		

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren			
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 = Messwert Direktmessverfahren
	0 Ω bis 100 Ω	> 100 kHz bis 300 kHz		$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2,2 \text{ m}\Omega$	
	> 100 Ω bis 2 kΩ			$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	> 2 kΩ bis 110 MΩ			$4,5 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega + 0,9 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	0 Ω bis 50 Ω	> 300 kHz bis 1 MHz		$1,3 \cdot 10^{-3} \cdot R + 3,2 \text{ m}\Omega$	
	> 50 Ω bis 2 kΩ			$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
> 2 kΩ bis 22 MΩ			$15 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega + 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R$		
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 μV/V bis 1,6 μV/V siehe Matrix M.4	Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit.

**Matrix M.4 „Spannungsverhältnis“**

Messwert \ Brückenspannung	10 V	5 V	2 V	1 V
	0 mV/V	0,10 μV/V	0,10 μV/V	0,17 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

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

Elektrische Leistung

Vor-Ort-Kalibrierung

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

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

**Zeit und Frequenz**

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	
Frequenz $f$ Messung und Synthese	0,01 Hz bis 40 GHz		$0,5 \cdot 10^{-9} \cdot f + U_{Tr}$	$f$ : Messwert $U_{Tr}$ : Trigger- unsicherheit
Zeitintervall $\Delta t$	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 $\mu\text{s}$ 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 $\text{s}^{-1}$ bis 3500 $\text{s}^{-1}$		$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot f$	$f$ : Messwert

**Induktivität und Kapazität**

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Induktivität	0 µH		0,03 µH	2-Draht-Kurzschluss
	0 µH bis 1,1 H	100 Hz bis 10 kHz		L = Messwert Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit.
	100 µH	100 Hz 1 kHz 10 kHz	$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,24 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,27 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	1 mH	100 Hz 1 kHz 10 kHz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,17 \cdot 10^{-3} \cdot L$	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.
	10 mH	100 Hz; 1 kHz 10 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,16 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	100 mH	100 Hz; 1 kHz 10 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,26 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	1 H	100 Hz, 1 kHz	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
Kapazität	0 pF		0,2 pF	Leerlauf
	0 pF bis 10 µF	100 Hz bis 1 MHz		C = Messwert Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit.
	1 pF	1 kHz 10 kHz	$0,47 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $0,31 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	10 pF	1 kHz 10 kHz; 100 kHz 1 MHz	$84 \cdot 10^{-6} \cdot C$ $0,10 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot C$	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.
	100 pF	1 kHz	$56 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
	1 nF	1 kHz 100 kHz	$58 \cdot 10^{-6} \cdot C$ $0,11 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	10 nF	100 Hz 1 kHz 10 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $0,14 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $0,13 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	100 nF	100 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	1 µF	100 Hz; 1 kHz 10 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $0,21 \cdot 10^{-3} \cdot C$	

**Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen**

**Hochfrequenzmessgrößen**

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	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 $\Omega$ 1 M $\Omega$
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 $\Omega$ oder 1 k $\Omega$ Last	$48 \cdot 10^{-3} \cdot U_s$	
Anstiegszeit und Impulsdauer $T_r$	3 ns bis 1 $\mu\text{s}$		$41 \cdot 10^{-3} \cdot T_r$	
Burstdauer und Burstperiode $T$	10 $\mu\text{s}$ 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	15 ns bis 100 ms		$3 \% \cdot t_{r,Us} + 1 \text{ ns}$	
Stirnzeit $t_{r,Is}$ der Kurzschluss- stromstärke	100 ns bis 100 ms		$3 \% \cdot t_{r,Is} + 2 \text{ ns}$	
Rückenhalfwertszeit $t_H$ der Kurvenform	0,5 $\mu\text{s}$ 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 Kurzschluss- stromstärke $I_s$	10 A bis 5 kA		$3,5 \% \cdot I_s$	
	> 5 kA bis 10 kA		$3,8 \% \cdot I_s$	

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
Pulsförmige Messgrößen <sup>c)</sup> Messempfänger Anzeigeverhalten bei Impulsen Amplituden- beziehung (absolute Kalibrierung)	9 kHz bis 150 kHz	EN 55016-1-1:2015	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		0,30 dB	Band A
	0,1 Hz bis 2 kHz			Band B
	0,1 Hz bis 50 kHz		0,35 dB	Band C und Band D
	0,1 Hz bis 1 MHz			

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren			
HF-Leistung Eingangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungs- Messgeräten	10 fW bis < 100 fW	QMH 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	QMH 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	QMH 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	$26 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	> 10 pW bis 1 nW	QMH 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	QMH 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	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$		

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	
HF-Leistung Eingangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungs- Messgeräten	> 100 nW bis 10 µW	QMH 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.  P = Messwert (W)
		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	QMH 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	QMH XIII.1 Version 6.0		Substitution
		50 MHz	$5 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	0,1 pW bis < 10 pW	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
		50 MHz	$27 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		10 MHz bis 2 GHz	$30 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10 pW bis < 1 nW	QMH XIII.1 Version 6.0		*) Andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit.
		50 MHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		10 MHz bis 2 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1 nW bis < 100 nW	QMH XIII.1 Version 6.0		*) Andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit.
		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	$71 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	100 nW bis < 1 µW	QMH XIII.1 Version 6.0		33 GHz < f ≤ 40 GHz:  Γ <sub>G</sub>   ≤ 0,3  f = Frequenz (Hz) P = Messwert (W)  Γ <sub>G</sub>   = Reflexionsfaktor des Kalibriergegen- standes
		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		$90 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
1 µW bis < 10 µW		QMH XIII.1 Version 6.0		

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen	
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren				
HF-Leistung Ausgangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Quellen		8 kHz bis < 10 MHz		$18 \cdot 10^{-3} \cdot P$	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.	
		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 $\mu$ W bis < 100 $\mu$ W	QMH XIII.1 Version 6.0			
			DC bis < 10 MHz		$9,0 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
			10 MHz bis 100 MHz		$10 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$f \leq 5$ GHz:
			>100 MHz bis 2 GHz		$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G  \leq 0,025$
			> 2 GHz bis 8 GHz		$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	5 GHz < $f \leq 20$ GHz:
			> 8 GHz bis 10 GHz		$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G  \leq 0,1$
		> 10 GHz bis 12 GHz		$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	20 GHz < $f \leq 33$ GHz:	
		> 12 GHz bis 30 GHz		$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G  \leq 0,15$	
		> 30 GHz bis 33 GHz		$37 \cdot 10^{-3} \cdot P$	33 GHz < $f \leq 40$ GHz:	
		> 33 GHz bis 40 GHz		$90 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G  \leq 0,3$	
	100 $\mu$ W bis 0,1 W	QMH XIII.1 Version 6.0			$f$ = Frequenz (Hz)	
		DC bis < 10 MHz		$5,6 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$P$ = 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	
		> 2 GHz bis 8 GHz		$11 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Kalibriergegen-	
		> 8 GHz bis 10 GHz		$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	standes	
		> 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		$37 \cdot 10^{-3} \cdot P$		

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit	Bemerkungen
HF-Spannung $U_{HF}$ Quellen mit HF- Spannungsanzeige bezüglich 50 $\Omega$	2,2 $\mu$ V bis 220 $\mu$ 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 $\mu$ V bis 7 V	DC bis 18 GHz		
	2,2 $\mu$ V bis 220 $\mu$ V	DC bis 3 GHz		
	2,2 mV bis 2 V	DC bis 40 GHz		
HF-Spannung $U_{HF}$ Messgeräte und Empfänger mit HF- Spannungsanzeige bezüglich 50 $\Omega$	0,7 $\mu$ V bis 2 V	DC bis 18 GHz	$W(U_{HF}) = \frac{W(P_{inc})}{2}$	$W(P_{inc})$ ist die relative Unsicherheit der eingestrahnten 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	SNR $\geq$ 12 dB

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

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 $\geq$ 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 $\geq$ 15 dB
Umschaltabweichung			0,02 dB	
Anzeigelinearität	0 dB bis 30 dB > 30 dB bis 60 dB > 60 dB bis 80 dB > 80 dB bis 100 dB > 100 dB bis 110 dB	100 kHz bis 500 MHz	0,06 dB 0,07 dB 0,09 dB 0,1 dB 0,2 dB	SNR $\geq$ 50 dB $ \Gamma_{L,DUT}  \leq 0,05$ $f \leq 500$ MHz
Eingangsabschwächer oder ZF-Verstärker	0 dB bis 30 dB > 30 dB bis 60 dB > 60 dB bis 80 dB > 80 dB bis 100 dB > 100 dB bis 110 dB	100 kHz bis 500 MHz	0,06 dB 0,07 dB 0,09 dB 0,1 dB 0,2 dB	Vergleich mit externem Stufenabschwächer $ \Gamma_{L,DUT}  \leq 0,05$ $f \leq 500$ MHz
	0 dB bis 30 dB > 30 dB bis 60 dB > 60 dB bis 80 dB	100 kHz bis 500 MHz	0,04 dB 0,06 dB 0,08 dB	stufenweiser Anzeigevergleich SNR $\geq$ 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 $\Omega$ , 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 $\Omega$ , andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit
HF-Stromstärke Stromzangen	100 $\mu$ A bis 50 mA	40 Hz bis 10 MHz > 10 MHz bis 30 MHz > 30 MHz bis 65 MHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot f$ $18 \cdot 10^{-3} \cdot f$ $20 \cdot 10^{-6} f^2 \cdot f$	Tektronix 015-0601-50. Im Verbund mit Oszilloskop f: Messwert f: Frequenz in MHz
Nicht-Linearität von HF-Leistungsmessgeräten	10 nW bis 1 W	50 MHz	$5,5 \cdot 10^{-3}$ (0,024 dB)	R&S NRVK-B2 60 dB max.

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	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) <sup>c)</sup>	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 cg-12 (Version 3.0) <sup>c)</sup>	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 cg-12 (Version 3.0) <sup>c)</sup>	0,004 bis 0,017  Siehe Matrix M.5	2,92 mm Konnektor  Messunsicherheit in Einheiten des Betrags des Reflexionsfaktors
HF-Reflexionsfaktor Phasenwinkel $\varphi$	-180° bis +180°	9 kHz bis 18 GHz  EURAMET cg-12 (Version 3.0) <sup>c)</sup>	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) <sup>c)</sup>	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) <sup>c)</sup>	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
	> 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 · $L$	$ \Gamma_{L,DUT}  \leq 0,08$ $10$ GHz $< f \leq 18$ GHz $ \Gamma_{L,DUT}  \leq 0,1$ $18$ GHz $< f \leq 40$ GHz

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				
Messgröße / Kalibriergegenstand	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$ $f \leq 500$ MHz $ \Gamma_{L,DUT}  \leq 0,05$ $500$ MHz < $f \leq 3$ 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) <sup>c)</sup>	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) <sup>c)</sup>	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) <sup>c)</sup>	0,01 dB bis 0,32 dB  Siehe Matrix M.11	2,92 mm Konnektor
HF-Dämpfung Phasenwinkel $\varphi$	-180° bis +180°	9 kHz bis 18 GHz 0 dB bis 60 dB  EURAMET cg-12 (Version 3.0) <sup>c)</sup>	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) <sup>c)</sup>	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) <sup>c)</sup>	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  $\Omega$ “**

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

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

**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  $\varphi$ ; N-Konnektor 50  $\Omega$ “**

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  $\varphi$ ; 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  $\varphi$ ; 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  $\Omega$ “**

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 bis 0,07 dB	0,06 dB bis 0,09 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  $\varphi$ ; N-Konnektor 50  $\Omega$ “**

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  $\varphi$ ; 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°

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

**Matrix M.14 „HF-Dämpfung; Phasenwinkel  $\varphi$ ; 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°

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

Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen - Optische Messgrößen

Radiometrie

Vor-Ort-Kalibrierung

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

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

**Photometrie**

**Vor-Ort-Kalibrierung**

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

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

**Dimensionelle Messgrößen**

**Länge**

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)				Bemerkungen	
	Messbereich / Messspanne		Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit		
Messschieber für Außen, Innen- u. Tiefenmaße <sup>c)</sup>	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 <sup>c)</sup>		bis	300 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 10.1:2001	$2 \mu\text{m} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot l$	
Messuhren mit Skalenanzeige <sup>c)</sup>		bis	100 mm	VDI/VDE/DGQ/DKD 2618 Blatt 11.1:2014	$1,5 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot l$	
Messuhren mit Ziffernanzeige <sup>c)</sup>		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		$71 \mu\text{m}$	
Umfang	470 mm	bis	950 mm		$220 \mu\text{m}$	
Zylindrische Normale Ringe Durchmesser <sup>c)</sup>	1 mm	bis	90 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.1:2006 Option 3	$0,9 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot d$	<i>d</i> ist der gemessene Durchmesser
Dorne Durchmesser <sup>c)</sup>	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 <sup>c)</sup>	1 mm	bis	20 mm	VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.1:2006 Option 1	$0,6 \mu\text{m} + 1,8 \cdot 10^{-6} \cdot d$	

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

**Vor-Ort-Kalibrierung**

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

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

**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