



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-K-15019-01-00

esz AG calibration & metrology

Max- Planck-Str. 16, 82223 Eichenau

has been attested by the **Deutsche Akkreditierungsstelle DAkkS** (german accreditation body, entrusted according to Section 8 subsection 1 AkkStelleG in connection with Section 1 subsection 1 AkkStelleGBV, signatory to the Multilateral Agreements of EA, ILAC and IAF for Mutual Recognition) for their

Accreditation

to be competent under the terms of DIN EN ISO/ IEC 17025:2005 to carry out calibrations in the following fields:

Electrical Quantities:

DC and low frequency quantities:

- DC and AC voltage ^{*)}
- DC and AC current ^{*)}
- High voltage quantities
- DC and AC resistance ^{*)}
- Electrical power ^{*)}
- Charge
- Inductance
- Capacitance

Time and frequency:

- Time interval ^{*)}
- Frequency and revolution speed ^{*)}

Optical quantities:

- Radiometric measurements

Dimensional quantities:

Length:

- Gauge blocks
- Length measurement equipment

Electrical high frequency quantities:

- HF-voltage ^{*)}
- HF-current ^{*)}
- HF-impedance (reflection factor) ^{*)}
- HF-power ^{*)}
- HF-attenuation
- Pulse measurements
- Oscilloscope quantities ^{*)}
 - deflection ^{*)}
 - rise time ^{*)}
 - bandwidth ^{*)}

Thermodynamic quantities:

- Resistance thermometers
- Thermocouples and thermoelements
- Direct displaying thermometers
- Instruments for relative humidity
- Temperature indicators and simulators ^{*)}

Mechanical quantities:

- Pressure ^{*)}

Flow quantities:

- Gas flow

The accreditation¹ has been undersigned by the Head of the DAkkS Metrology Division Dr. Michael Wolf and shall only apply in connection with the schedule of accreditation of 2014-12-12 with the accreditation number D-K-15019-01 and is valid until 2017-07-03. It comprises the cover sheet the reverse side of the cover sheet and the following annex with a total of 28 pages.

¹ This document is a translation. The valid version is the original german accreditation certificate.

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00 nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Gültigkeitsdauer: 12.12.2014 bis 03.07.2017 Ausstellungsdatum: 12.12.2014

Urkundeninhaber:

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

Leiter: Dipl.-Ing. (Univ.) Philip M. Fleischmann
Stellvertreter: Dr.-Ing. Marius Meres Dipl.-Ing. (FH) Kai-Uwe Krienetzki
Reinhard Biller Dipl.-Ing. (FH) Bertram Krotz
Wilhelm Sandmeier Dipl.-Phys. (Univ.) Andreas C. Böck

Akkreditiert als Kalibrierlaboratorium seit: 05.08.1997

Kalibrierungen in den Bereichen:

Elektrische Messgrößen:

Gleichstrom- und Niederfrequenz:

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

Zeit und Frequenz:

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

Optische Messgrößen:

- Radiometrie

Durchflussmessgrößen:

- Durchfluss von Gasen

Thermodynamische Messgrößen:

Temperaturmessgrößen

- Widerstandsthermometer
- Thermopaare, Thermoelemente
- direktanzeigende Thermometer
- Temperaturanzeigergeräte und -simulatoren^{*)}

Hochfrequenzmessgrößen:

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

Mechanische Messgrößen:

- Druck^{*)}

Dimensionelle Messgrößen:

Länge:

- Parallelendmaße
- Längenmessmittel

Feuchtemessgrößen

- Messgeräte für relative Feuchte

^{*)} auch Vor-Ort-Kalibrierung

Permanentes Laboratorium

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gleichspannung Festwerte	1 V		$1,5 \cdot 10^{-6} \cdot U$	U: Messwert
	1,018 V		$1,9 \cdot 10^{-6} \cdot U$	im Leerlauf (andere Anpassungen erhöhen die Messunsicherheit)
	10 V		$1,2 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
Bereiche	0 mV bis 2,2 V > 2,2 V bis 22 V > 22 V bis 1100 V		$3 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,3 \mu\text{V}$ $2 \cdot 10^{-6} \cdot U$ $3 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
Hochspannung	1 kV bis 10 kV		$2 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	> 10 kV bis 20 kV		$3,3 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	> 20 kV bis 30 kV		$4,4 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	> 30 kV bis 40 kV		$4,4 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
Gleichstromstärke	0 pA		25 fA	Leerlauf
	0 pA bis 20 pA		$1,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,025 \text{ pA}$	I: Messwert Festwerte oder interpolierte Werte Fluke 5700A, Keithley 263 oder Fluke 5725A
	> 20 pA bis 200 pA		$0,50 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,025 \text{ pA}$	
	> 200 pA bis 2 nA		$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,05 \text{ pA}$	
	> 2 nA bis < 100 nA		$60 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,5 \text{ pA}$	
	100 nA bis 20 µA		$12 \cdot 10^{-6} \cdot I + 5 \text{ pA}$	
	> 20 µA bis 200 mA		$10 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	> 200 mA bis 2,2 A		$16 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	> 2,2 A bis 11 A		$54 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	> 10 A bis 20 A		$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 20 A bis 100 A		$0,18 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 100 A bis 150 A		$0,30 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 150 A bis 200 A		$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
Gleichstromstärke Stromzangen	0 A bis 50 A	1 bis N Wicklungen	$22 \cdot 10^{-6} \cdot I + 6 \text{ nA}$	
	> 50 A bis 550 A		$61 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	> 550 A bis 1000 A		$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
Gleichstromstärke Ersatzableitstrom I_{EA}	0,2 µA bis < 2 µA	VDI/ VDE/ DGQ/ DKD 2622-9.1 an R_N bis 1 GΩ	$6 \cdot 10^{-3} \cdot I$	Gesamtunsicherheit U abhängig von der rel. Unsicherheit W_R des Kalibrierwiderstands R_N : $U = W_R \cdot I_{EA}$
	2 µA bis < 20 µA		$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	20 µA bis 200 mA		$0,18 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
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 $t_A \leq 10 \mu\text{s}$ als Produkt $Q = I \cdot t$; Gesamtunsicherheit errechnet aus der rel. Unsicherheit $W(I_m)$ der Kalibrierstromstärke
	> 200 pC bis 2 nC		$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot Q + 0,05 \text{ pC}$	
	> 2 nC bis 11 C		$60 \cdot 10^{-6} \cdot Q + 0,5 \text{ pC}$	
Gleichstrom- widerstand Festwerte	0 Ω 0 Ω		0,5 mΩ 2,3 µΩ	2-Draht Kurzschluss 4-Draht
	1 Ω; 1,9 Ω 10 Ω 19 Ω 100 Ω; 190 Ω; 1 kΩ; 1,9 kΩ; 10 kΩ; 19 kΩ; 100 kΩ; 190 kΩ 1 MΩ; 1,9 MΩ 10 MΩ; 19 MΩ 100 MΩ		$57 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $10 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $9 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $8 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $8 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $10 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $14 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $20 \cdot 10^{-6} \cdot R$	R: Messwert Fluke 5700A
	1 Ω; 1 kΩ 10 kΩ		$3 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $2 \cdot 10^{-6} \cdot R$	Fluke 742

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gleichstrom- widerstand Festwerte	1 GΩ; 10 GΩ 100 GΩ	Messspannung bis 1000 V	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot R$	Festwiderstände oder Dekade
	1 TΩ; 10 TΩ			
Bereiche	50 μΩ bis < 100 μΩ 100 μΩ bis 1 mΩ > 1 mΩ bis 10 mΩ > 10 mΩ bis 100 mΩ > 100 mΩ bis 2 kΩ > 2 kΩ bis 200 kΩ > 200 kΩ bis 1,1 MΩ > 1,1 MΩ bis 11 MΩ > 11 MΩ bis 200 MΩ > 200 MΩ bis 2 GΩ	Messspannung bis 1000 V	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $50 \cdot 10^{-6} \cdot R + 16 \text{ n}\Omega$ $65 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $40 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $4 \cdot 10^{-6} \cdot R + 1,5 \text{ }\mu\Omega$ $3 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $7 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $10 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $25 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $0,25 \cdot 10^{-3} \cdot R$	Konstantstromverfahren als $\sqrt{U_i^2 + U_U^2} \cdot R$ mit Starkstromshunt, Referenzshunt oder Fluke 5700A als Stromquelle und HP 3458A. U_i ist die relative Unsicherheit der Kalibrierstromstärke. U_U ist die relative Unsicherheit der gemessenen Spannung am Widerstand oder Verhältnismethode.
	> 2 GΩ bis 20 GΩ > 20 GΩ bis 200 GΩ > 200 GΩ bis 500 GΩ > 500 GΩ bis 20 TΩ		$7 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $8 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $10 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $11 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
Wechselstrom- widerstand	100 μΩ bis 2 mΩ > 2 mΩ bis 10 kΩ	45 Hz bis 1 kHz	$0,25 \cdot 10^{-3} \cdot R + 0,14 \text{ }\mu\Omega$ $0,30 \cdot 10^{-3} \cdot R$	R : Messwert Konstantstromverfahren; Gesamtunsicherheit U abhängig von der rel. Unsicherheit $W(I)$ der Kalibrierstromstärke und dem Beitrag $W(U)$ des Spannungsabfalls: $U = \sqrt{W(I)^2 + W(U)^2} \cdot I$
	100 μΩ bis 2 mΩ > 2 mΩ bis 2 kΩ > 2 kΩ bis 10 kΩ	> 1 kHz bis 5 kHz	$0,66 \cdot 10^{-3} \cdot R + 0,11 \text{ }\mu\Omega$ $0,70 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $0,42 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	100 μΩ bis 20 mΩ > 20 mΩ bis 10 kΩ	> 5 kHz bis 10 kHz	$4 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $2 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	1 kΩ bis 10 kΩ	40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz	$0,76 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $3,2 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	> 1 kΩ bis 100 kΩ	40 Hz bis 100 Hz > 100 Hz bis 1 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $1,3 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	> 100 kΩ bis 1,6 MΩ	40 Hz bis 100 Hz	$4,0 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
Wechselspannung Festwerte	2 mV	10 Hz; 20 Hz; 40 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U$	U : Messwert direkt oder substituiert Fluke 5700A
		50 kHz; 100 kHz; 200 kHz; 500 kHz; 1 MHz	$6,3 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	10 mV	10 Hz; 20 Hz; 40 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 100 kHz; 200 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		500 kHz	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		1 MHz	$2,2 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	100 mV	10 Hz; 20 Hz; 40 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz; 200 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		500 kHz	$0,61 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		1 MHz	$2,1 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	1 V	10 Hz; 20 Hz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		40 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz; 200 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		1 MHz	$0,70 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
4 V; 6 V; 8 V; 10 V; 13 V; 15 V; 18 V; 20 V	1 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$		

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen	
Wechselspannung Festwerte	10 V	10 Hz; 20 Hz; 40 Hz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$	Fluke 5700A / 5725A	
		10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		100 kHz; 200 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		500 kHz	$0,56 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
		1 MHz	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
	100 V	10 Hz; 20 Hz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		40 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		50 kHz; 70 kHz	$60 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		100 kHz	$90 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	700 V; 1000 V	50 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$60 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	500 V; 750 V; 1000 V	40 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz	$60 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	500 V; 750 V	50 kHz	$0,40 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
		70 kHz	$0,90 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
		100 kHz	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
	1000 V	30 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
	2 mV	10 Hz; 20 Hz	$0,26 \cdot 10^{-3} \cdot U$		U: Messwert
		40 Hz; 400 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 100 kHz	$0,22 \cdot 10^{-3} \cdot U$		Fluke 5790A im „Direct Mode“
		200 kHz; 500 kHz	$0,30 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
		1 MHz	$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
	10 mV; 20 mV	10 Hz; 20 Hz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
		40 Hz; 400 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 100 kHz	$90 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		200 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
		500 kHz	$0,2 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
		1 MHz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
60 mV	10 Hz	$70 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	20 Hz; 40 Hz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	400 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz	$45 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	50 kHz; 100 kHz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	200 kHz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	500 kHz	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
100 mV; 200 mV	1 MHz	$0,60 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
	10 Hz; 20 Hz; 40 Hz; 400 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$35 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	100 kHz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	200 kHz	$70 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	500 kHz	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
0,6 V	1 MHz	$0,60 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
	10 Hz; 20 Hz; 40 Hz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	400 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	100 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	200 kHz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	500 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
1 V; 2 V	1 MHz	$0,60 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
	10 Hz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	20 Hz; 40 Hz; 400 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	100 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	200 kHz	$45 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	500 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
4 V	1 MHz	$0,60 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
	1 kHz; 10 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	100 kHz	$35 \cdot 10^{-6} \cdot U$			

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen		
Wechselspannung Festwerte	6 V; 10 V; 20 V	10 Hz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		20 Hz; 40 Hz; 400 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		20 kHz; 50 kHz; 100 kHz	$35 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		200 kHz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		500 kHz	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		1 MHz	$0,60 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
	8 V; 12 V; 15 V; 19 V	1 kHz; 10 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		100 kHz	$35 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	60 V	10 Hz; 20 Hz; 40 Hz; 400 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		20 kHz; 50 kHz	$35 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		100 kHz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	100 V	10 Hz; 20 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		40 Hz; 400 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		20 kHz; 50 kHz	$40 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	200 V	100 kHz	$55 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		10 Hz; 20 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		40 Hz; 400 Hz; 1 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		10 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	700 V; 1000 V	20 kHz; 50 kHz	$40 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		100 kHz	$60 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		10 Hz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		20 Hz; 40 Hz; 55 Hz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	Wechselspannung Festwerte Frequenzbereiche	2 mV	10 Hz bis < 40 Hz		$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Korrekturwert- interpolation
			40 Hz bis 20 kHz		$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
> 20 kHz bis 1 MHz			$6,6 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
10 mV		10 Hz bis 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		> 40 Hz bis 20 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		> 20 kHz bis 100 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		> 100 kHz bis 200 kHz	$0,76 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		> 200 kHz bis 500 kHz	$1,3 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		> 500 kHz bis 1 MHz	$2,3 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
100 mV		10 Hz bis 40 Hz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		> 40 Hz bis 50 kHz	$70 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		> 100 kHz bis 200 kHz	$0,27 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		> 200 kHz bis 500 kHz	$0,66 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		> 500 kHz bis 1 MHz	$2,1 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
1 V		10 Hz bis < 40 Hz	$40 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		40 Hz bis 20 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		> 20 kHz bis 100 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		> 100 kHz bis 200 kHz	$40 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		> 200 kHz bis 500 kHz	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		> 500 kHz bis 1 MHz	$0,92 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
10 V		10 Hz bis < 40 Hz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		40 Hz bis 20 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
		> 20 kHz bis 100 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	> 100 kHz bis 200 kHz	$70 \cdot 10^{-6} \cdot U$				
	> 200 kHz bis 500 kHz	$0,56 \cdot 10^{-3} \cdot U$				
	> 500 kHz bis 1 MHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot U$				
100 V	10 Hz bis < 40 Hz	$60 \cdot 10^{-6} \cdot U$				
	40 Hz bis 20 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$				
	> 20 kHz bis 70 kHz	$60 \cdot 10^{-6} \cdot U$				
	> 70 kHz bis 100 kHz	$90 \cdot 10^{-6} \cdot U$				

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen		
Wechselspannung Festwerte Frequenzbereiche	700 V; 1000 V	45 Hz bis 1 kHz	$47 \cdot 10^{-6} \cdot U$	Fluke 5700A / 5725A mit bekanntener Nominalkorrektur		
	500 V; 750 V; 1000 V	40 Hz bis 20 kHz	$60 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
	500 V; 750 V	> 20 kHz bis 50 kHz	$0,40 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		> 50 kHz bis 70 kHz	$0,87 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		> 70 kHz bis 100 kHz	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
1000 V	> 20 kHz bis 30 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U$				
Wechselspannung Bereiche	100 µV bis < 1 mV	10 Hz bis < 20 Hz	$0,22 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \mu\text{V}$			
		20 Hz bis < 40 Hz	$85 \cdot 10^{-6} \cdot U + 4 \mu\text{V}$			
		40 Hz bis 20 kHz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot U + 4 \mu\text{V}$			
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \mu\text{V}$			
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$			
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,90 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \mu\text{V}$			
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$			
		> 500 kHz bis 1 MHz	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$			
		1 mV bis < 2,2 mV	10 Hz bis < 40 Hz		$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,5 \mu\text{V}$	
			40 Hz bis 1 kHz		$0,25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	
	> 1 kHz bis 20 kHz		$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$			
	> 20 kHz bis 50 kHz		$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$			
	> 50 kHz bis 100 kHz		$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$			
	> 100 kHz bis 300 kHz		$0,90 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \mu\text{V}$			
	> 300 kHz bis 500 kHz		$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$			
	> 500 kHz bis 1 MHz		$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$			
	2 mV bis 11 mV		10 Hz bis < 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \mu\text{V}$	Fluke 8508A	
			40 Hz bis 1 kHz	$0,25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	HP 3458A	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$	Fluke 5720A		
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \mu\text{V}$			
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$			
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,90 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \mu\text{V}$			
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$			
	> 500 kHz bis 1 MHz	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$				
	> 11 mV bis 22 mV	10 Hz bis < 40 Hz	$87 \cdot 10^{-6} \cdot U + 4,6 \mu\text{V}$	HP 3458A		
		40 Hz bis 1 kHz	$88 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	Fluke 5720A		
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$			
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \mu\text{V}$			
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$			
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,90 \cdot 10^{-3} \cdot U + 10 \mu\text{V}$			
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$			
	> 500 kHz bis 1 MHz	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$				
	> 22 mV bis 50 mV	10 Hz bis < 40 Hz	$87 \cdot 10^{-6} \cdot U + 4,6 \mu\text{V}$	HP 3458A		
		40 Hz bis 1 kHz	$88 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$			
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	Fluke 5720A		
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,18 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \mu\text{V}$			
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,42 \cdot 10^{-3} \cdot U + 17 \mu\text{V}$			
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$			
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu\text{V}$			
	> 500 kHz bis 1 MHz	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 45 \mu\text{V}$				
	> 50 mV bis 110 mV	10 Hz bis < 40 Hz	$87 \cdot 10^{-6} \cdot U + 4,6 \mu\text{V}$	HP 3458A		
		40 Hz bis 1 kHz	$88 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$	Fluke 5720A		
		> 1 kHz bis 10 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$			
		> 10 kHz bis 20 kHz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot U + 7 \mu\text{V}$			
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,18 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \mu\text{V}$			
> 50 kHz bis 100 kHz		$0,42 \cdot 10^{-3} \cdot U + 17 \mu\text{V}$				
> 100 kHz bis 300 kHz		$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$				
> 300 kHz bis 500 kHz		$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu\text{V}$				
> 500 kHz bis 1 MHz	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 45 \mu\text{V}$					

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselspannung Bereiche	> 110 mV bis 220 mV	10 Hz bis < 40 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \mu\text{V}$	Fluke 5720A
		40 Hz bis 20 kHz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot U + 7 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,18 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,42 \cdot 10^{-3} \cdot U + 17 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu\text{V}$	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 45 \mu\text{V}$	
	> 200 mV bis 2 V	10 Hz bis < 40 Hz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot U + 20 \mu\text{V}$	Fluke 8508A
		40 Hz bis 20 kHz	$40 \cdot 10^{-6} \cdot U + 8 \mu\text{V}$	Fluke 5720A
		> 20 kHz bis 50 kHz	$70 \cdot 10^{-6} \cdot U + 10 \mu\text{V}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U + 30 \mu\text{V}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,34 \cdot 10^{-3} \cdot U + 80 \mu\text{V}$	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$0,9 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,2 \text{ mV}$	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,3 \text{ mV}$	
	> 2 V bis 20 V	10 Hz bis < 40 Hz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,2 \text{ mV}$	Fluke 8508A
		40 Hz bis 20 kHz	$40 \cdot 10^{-6} \cdot U + 50 \mu\text{V}$	Fluke 5720A
		> 20 kHz bis 50 kHz	$70 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,1 \text{ mV}$	
		> 50 kHz bis 100 kHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,2 \text{ mV}$	
		> 100 kHz bis 300 kHz	$0,26 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,6 \text{ mV}$	
		> 300 kHz bis 500 kHz	$0,9 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \text{ mV}$	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$1,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,2 \text{ mV}$	
	> 20 V bis 220 V	10 Hz bis < 40 Hz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,9 \text{ mV}$	Fluke 8508A
		40 Hz bis 20 kHz	$47 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,6 \text{ mV}$	Fluke 5720A / 5725A
		> 20 kHz bis 50 kHz	$75 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1 \text{ mV}$	
> 50 kHz bis 100 kHz		$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,5 \text{ mV}$		
> 220 V bis 1000 V	10 Hz bis < 40 Hz	$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Fluke 8508A	
	40 Hz bis 10 kHz	$0,34 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
	> 10 kHz bis 30 kHz	$1,1 \cdot 10^{-6} \cdot U^2 / V - 0,44 \cdot 10^{-3} \cdot U + 84 \text{ mV}$		
	> 30 kHz bis 100 kHz	$2,6 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Volt-Hertz-Produkt < $3 \cdot 10^7$	
> 220 V bis 250 V	15 Hz bis 50 Hz	$0,26 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \text{ mV}$	Fluke 5720A	
> 250 V bis 1100 V	50 Hz bis 1 kHz	$60 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$		
500 V bis 1000 V	40 Hz bis 20 kHz	$61 \cdot 10^{-6} \cdot U$	Fluke 5700/ 5720A	
500 V bis 750 V	> 20 kHz bis 50 kHz	$0,40 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
Wechselspannung Hochspannung	1 kV bis 5 kV	45 Hz bis 65 Hz	$5,5 \cdot 10^{-3} \cdot U$	U: Messwert
	> 5 kV bis 30 kV			nur Quellen
Wechselspannung Rechteckspannung	5 mV bis < 200 mV	1 Hz bis 1 kHz	$57 \cdot 10^{-6} \cdot U + 8,5 \mu\text{V}$	Abtastverfahren U: Spannung Spitze-Spitze in 1 MΩ; 10 MΩ oder 50 Ω
		> 1 kHz bis 10 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U + 6,9 \mu\text{V}$	
	200 mV bis 20 V	1 Hz bis 1 kHz	$57 \cdot 10^{-6} \cdot U + 8,5 \mu\text{V}$	
		> 1 kHz bis 10 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
> 20 V bis 200 V	1 Hz bis 1 kHz	$59 \cdot 10^{-6} \cdot U + 24 \mu\text{V}$		
	> 1 kHz bis 10 kHz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
Wechselspannung Amplituden- parameter Spitze, Min, Max	5 mV bis 5 V	DC bis 10 MHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,2 \mu\text{V}$	U: Messwert Oszilloskop als Normal in 50 Ω ; BNC-Eingang
		> 10 MHz bis 100 MHz	$37 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,5 \mu\text{V}$	
		> 100 MHz bis 300 MHz	$44 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,4 \mu\text{V}$	
		> 300 MHz bis 1 GHz	$70 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	5 mV bis 50 V	DC bis 2 kHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \mu\text{V}$	
> 2 kHz bis 10 MHz		$25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \mu\text{V}$		
	> 10 MHz bis 200 MHz	$60 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,3 \mu\text{V}$	in 1 MΩ BNC-Eingang	

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstromstärke Festwerte	100 µA; 200 µA	10 Hz; 20 Hz 40 Hz; 500 Hz; 1 kHz 5 kHz 10 kHz	$87 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $70 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $0,11 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,49 \cdot 10^{-3} \cdot I$	/: Messwert Fluke 5700A
	0,5 mA; 1 mA; 2 mA	10 Hz; 40 Hz; 500 Hz; 1 kHz 5 kHz 10 kHz	$40 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $90 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $0,37 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	5 mA; 10 mA; 20 mA	10 Hz; 20 Hz; 40 Hz; 500 Hz; 1 kHz 5 kHz 10 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $30 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $90 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $0,47 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	50 mA; 100 mA; 200 mA	10 Hz; 20 Hz 40 Hz; 500 Hz; 1 kHz 5 kHz 10 kHz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $40 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $90 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $0,36 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	0,5 A; 1 A; 2 A	20 Hz; 40 Hz; 500 Hz; 1 kHz 5 kHz 10 kHz	$90 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $0,81 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $3,5 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	3 A; 5 A; 10 A	40 Hz; 500 Hz; 1 kHz 5 kHz 10 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,89 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $3,5 \cdot 10^{-3} \cdot I$	Fluke 5725A
Wechselstromstärke Festwerte Frequenzbereiche	100 µA; 200 µA	20 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,23 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,47 \cdot 10^{-3} \cdot I$	/: Messwert Fluke 5700A mit Korrekturwert- interpolation
	0,5 mA; 1 mA; 2 mA; 5 mA; 10 mA; 20 mA; 50 mA; 100 mA; 200 mA	20 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,15 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,48 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	0,5 A; 1 A; 2 A	20 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,97 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $3,5 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
Wechselstromstärke Bereiche	0,1 µA bis 220 µA	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot I + 16 \text{ nA}$ $0,14 \cdot 10^{-3} \cdot I + 10 \text{ nA}$ $0,11 \cdot 10^{-3} \cdot I + 8 \text{ nA}$ $0,26 \cdot 10^{-3} \cdot I + 12 \text{ nA}$ $0,97 \cdot 10^{-3} \cdot I + 64 \text{ nA}$	Fluke 5720A Artefaktabgleich
	> 220 µA bis 2,2 mA	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \text{ nA}$ $0,14 \cdot 10^{-3} \cdot I + 35 \text{ nA}$ $0,11 \cdot 10^{-3} \cdot I + 35 \text{ nA}$ $0,19 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,11 \text{ µA}$ $0,95 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,64 \text{ µA}$	
	> 2,2 mA bis 22 mA	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,4 \text{ µA}$ $0,14 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,35 \text{ µA}$ $0,11 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,35 \text{ µA}$ $0,20 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,53 \text{ µA}$ $1,0 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4,9 \text{ µA}$	
	> 22 mA bis 220 mA	10 Hz bis 20 Hz > 20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4 \text{ µA}$ $0,14 \cdot 10^{-3} \cdot I + 3,5 \text{ µA}$ $0,11 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2,5 \text{ µA}$ $0,83 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,1 \text{ µA}$ $0,96 \cdot 10^{-3} \cdot I + 9,6 \text{ µA}$	
	> 220 mA bis 2,2 A	10 Hz bis < 20 Hz 20 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,62 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,20 \text{ mA}$ $0,24 \cdot 10^{-3} \cdot I + 35 \text{ µA}$ $0,89 \cdot 10^{-3} \cdot I + 47 \text{ µA}$ $2,9 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,8 \text{ mA}$	

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstromstärke Bereiche	> 2,2 A bis 11 A	10 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,8 \text{ mA}$ $0,25 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $1,0 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $2,9 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,8 \text{ mA}$	Fluke 5725A Fluke 8508A
	> 11 A bis 20 A	10 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,8 \text{ mA}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,6 \text{ mA}$ $2,9 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,8 \text{ mA}$	Fluke 8508A nur messen
	1 A bis 20 A	40 Hz bis 2 kHz	$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot I$	über Shunt
	1 A bis 20 A > 20 A bis 50 A	45 Hz bis 65 Hz 45 Hz bis 65 Hz	$0,30 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,65 \cdot 10^{-3} \cdot I$	induktionsarmer Shunt
Stromzangen	50 μ A bis 550 A	10 Hz bis < 20 Hz 20 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 10 \text{ nA}$ $0,3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 10 \text{ nA}$ $1,0 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $3,5 \cdot 10^{-3} \cdot I$	1 bis <i>N</i> Wicklungen Gesamtunsicherheit abhängig von der rel. Unsicherheit $W(I_m)$ der Kalibrierstromstärke und dem Beitrag W_{DUT} des Messobjekts.
	> 550 A bis 1000 A	20 Hz bis 2 kHz	$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot I + 10 \text{ nA}$	
Gleichstromleistung	109 μ W bis < 10,9 mW	33 mV bis < 330 mV	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	<i>P</i> : Messwert
	1,09 mW bis < 0,109 W	3,3 mA bis < 33 mA	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10,9 mW bis < 0,726 W	33 mA bis < 0,33 A	$0,27 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	72,6 mW bis 3,63 W	0,33 A bis 2,2 A > 2,2 A bis 11 A	$0,47 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1,09 mW bis 33,7 W	330 mV bis 1020 V	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10,9 mW bis 336,6 W	3,3 mA bis < 33 mA	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	109 mW bis 2,244 kW	33 mA bis < 0,33 A	$0,25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	0,726 W bis 11,22 kW	0,33 A bis 2,2 A 2,2 A bis 11 A	$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
Wechselstrom- Wirkleistung	330 mW bis < 3,6 kW	45 Hz bis 65 Hz 33 V bis < 330 V 10 mA bis 11 A $0,1 \leq \text{Pf} \leq 1$	$0,57 \cdot 10^{-3} \cdot P + U_{\text{pf}}$	<i>U_{pf}</i> : zusätzlicher Unsicherheitsbeitrag durch den Leistungsfaktor <i>Pf</i>
Gleichstromleistung bei Zangenabgriff	109 μ W bis < 0,65 W	33 mV bis 330 mV	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	<i>P</i> : Messwert 1 bis 60 Wicklungen Die Unsicherheit U_{DUT} des Messobjekts im Streifenfeld des stromdurchflossenen Leiters ist zu berücksichtigen.
	1,09 mW bis < 6,54 W	3,3 mA bis < 2 A	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10,9 mW bis < 43,6 W	33 mA bis < 20 A	$0,27 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	72,6 mW bis 3,63 W	0,33 A bis 132 A > 2,2 A bis 660 A	$0,47 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1,09 mW bis 2 kW	330 mV bis 1020 V	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10,9 mW bis 20 kW	3,3 mA bis < 2 A	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	109 mW bis 135 kW	33 mA bis < 20 A	$0,25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	0,726 W bis 673 kW	0,33 A bis 132 A > 2,2 A bis 660 A	$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
Wechselstromwirk- leistung bei Zangenabgriff	0,33 W bis 218 kW	45 Hz bis 65 Hz 33 V bis 330 V 10 mA bis 660 A Leistungsfaktor <i>Pf</i> = 1	$0,57 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
Wechselstromwirk- leistung Festwerte	1,5 W; 6 W		$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot P$	<i>P</i> : Messwert
	15 W	45 Hz; 50 Hz; 60 Hz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	60 W; 110 W; 440 W; 500 W	50 V oder 200 V	$0,25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	2000 W	33 mA; 0,3 A; 2,2 A oder 11 A	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
Leistungsfaktor	0,1 bis < 0,4		$10 \cdot 10^{-3}$	Fluke 5500A
	0,4 bis < 0,8	45 Hz bis 65 Hz	$2,0 \cdot 10^{-3}$	
	0,8 bis 1		$1,0 \cdot 10^{-3}$	
Leistungsfaktor Festwerte	0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1	53 Hz 1 A; 90 V	$60 \cdot 10^{-6}$	

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Leistungsfaktor Bereiche	0 bis 1	45 Hz bis 65 Hz 33 V bis 330 V 330 mA bis 2,2 A	$0,5 \cdot 10^{-3}$	
Kapazität	0 pF		0,2 pF	Leerlauf
	1 pF	1 kHz	$4,0 \cdot 10^{-3} \cdot C$	C: Messwert direkte Messung oder Substitution an GR 1403 / 1404 / 1409 oder baugleich
		10 kHz	$0,64 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	10 pF	1 kHz	$49 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
		10 kHz; 100 kHz; 1 MHz	$58 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
	100 pF	1 kHz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
	1 nF	1 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
		100 kHz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	10 nF	100 Hz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
		1 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
100 nF	10 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
	100 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
1 μF	100 Hz; 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
	10 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
Kapazität Frequenzbereiche	1 pF	400 Hz bis 1 kHz	$4,0 \cdot 10^{-3} \cdot C$	C: Messwert direkte Messung oder Substitution an GR 1403 / 1404 / 1409 oder baugleich
		> 1 kHz bis 10 kHz	$0,64 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	10 pF	400 Hz bis 1 kHz	$57 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
		> 1 kHz bis 100 kHz	$65 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
		> 100 kHz bis 1 MHz	$0,55 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	1 nF	400 Hz bis 100 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	10 nF	40 Hz bis 10 kHz	$0,51 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
100 nF	40 Hz bis 1 kHz	$0,28 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
	> 1 kHz bis 10 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
1 μF	40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz	$0,42 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $0,45 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
Kapazität Bereiche	10 pF bis < 100 pF	400 Hz bis < 1 kHz	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot C + 0,19 \text{ pF}$	direkte Messung an HP 4284A oder Kalibrierung gegen eingemessenes Normal
		1 kHz bis 10 kHz	$0,87 \cdot 10^{-3} \cdot C + 0,03 \text{ pF}$	
	100 pF bis 1 nF	40 Hz bis 400 Hz	$0,94 \cdot 10^{-3} \cdot C + 2,1 \text{ pF}$	
		> 400 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz	$0,61 \cdot 10^{-3} \cdot C + 0,24 \text{ pF}$ $0,93 \cdot 10^{-3} \cdot C + 0,03 \text{ pF}$	
	> 1 nF bis 100 nF	40 Hz bis 400 Hz > 400 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz	$0,94 \cdot 10^{-3} \cdot C + 2,1 \text{ pF}$ $0,61 \cdot 10^{-3} \cdot C + 0,24 \text{ pF}$ $0,61 \cdot 10^{-3} \cdot C + 0,34 \text{ pF}$	
> 100 nF bis 1 μF	40 Hz bis 400 Hz > 400 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz	$0,57 \cdot 10^{-3} \cdot C + 39 \text{ pF}$ $0,61 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $1,6 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
> 1 μF bis 10 μF	40 Hz bis 400 Hz > 400 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $1,9 \cdot 10^{-3} \cdot C$ $5,4 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
Induktivität	0 μH		0,03 μH	Kurzschluss
	100 μH	100 Hz	$0,63 \cdot 10^{-3} \cdot L$	L: Messwert direkte Messung oder Substitution an GR 1482 oder baugleich
		1 kHz	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	1 mH; 10 mH	100 Hz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		1 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
10 kHz		$0,18 \cdot 10^{-3} \cdot L$		
100 mH	100 Hz; 1 kHz 10 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,27 \cdot 10^{-3} \cdot L$		
1 H	100 Hz; 1 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot L$		

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Induktivität Frequenzbereiche	100 µH	40 Hz bis < 400 Hz 400 Hz bis < 1 kHz 1 kHz bis 10 kHz	$1,3 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $1,1 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,82 \cdot 10^{-3} \cdot L$	L: Messwert direkte Messung oder Substitution an GR 1482 oder baugleich
	1 mH	40 Hz bis < 1 kHz 1 kHz bis 10 kHz	$0,61 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,32 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	10 mH	40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz	$0,74 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $1,9 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	100 mH	40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz	$0,26 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $24 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	1 H	40 Hz bis 1 kHz	$4,2 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
Induktivität Messgeräte Bereiche	10 µH bis < 100 µH	> 1 kHz bis 10 kHz	$0,79 \cdot 10^{-3} \cdot L + 0,1 \mu\text{H}$	an HP 4284A eingemessenes Normal
	100 µH bis < 1 mH	400 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz	1,5 µH $0,79 \cdot 10^{-3} \cdot L + 0,1 \mu\text{H}$	
	1 mH bis 100 mH	40 Hz bis 400 Hz > 400 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz	$1,6 \cdot 10^{-3} \cdot L + 13 \mu\text{H}$ $0,95 \cdot 10^{-3} \cdot L + 0,57 \mu\text{H}$ $0,80 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	> 100 mH bis 1 H	40 Hz bis 400 Hz > 400 Hz bis 1 kHz	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,65 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
Induktivität Normale Bereiche	10 µH bis < 100 µH	> 1 kHz bis 10 kHz	$0,57 \cdot 10^{-3} \cdot L + 0,11 \mu\text{H}$	Direktmessung HP 4284A
	100 µH bis < 1 mH	400 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz	$0,61 \cdot 10^{-3} \cdot L + 1,4 \mu\text{H}$ $0,57 \cdot 10^{-3} \cdot L + 0,11 \mu\text{H}$	
	1 mH bis 100 mH	40 Hz bis 400 Hz > 400 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz	$0,48 \cdot 10^{-3} \cdot L + 14 \mu\text{H}$ $0,61 \cdot 10^{-3} \cdot L + 1,4 \mu\text{H}$ $0,65 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	> 100 mH bis 1 H	40 Hz bis 400 Hz > 400 Hz bis 1 kHz	$0,62 \cdot 10^{-3} \cdot L$ $0,61 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
Wechselspannung harmonische Oberwellen Quellen	2,2 V bis 220 V	45 Hz bis 2 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U_n$	U_n : Spannung der n-ten Harmonischen oder Grundwelle $U_{\text{eff}} < 1 \text{ kV}$; Sampling mit HP 3458A und Substi- tution an Fluke 57xxA
	> 220 V bis 700 V	45 Hz bis 2 kHz	$0,47 \cdot 10^{-3} \cdot U_n$	
Wechselstromstärke harmonische Oberwellen Quellen	Grundwelle	45 Hz bis 65 Hz		I_n : Stromstärke der n-ten Harmonischen I_{eff} : Effektivwertgrenzen des verzerrten Signals, Messung mit Shunt und Sampling mit HP 3458A und Substitution an Fluke 57xxA
	0,1 A bis 16 A	0,15 A bis 20 A, I_{eff}	$0,65 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	Harmonische	90 Hz bis 2 kHz		
	0,05 A bis 0,8 A	0,15 A bis 1 A, I_{eff}	$0,82 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
	0,3 A bis 1,2 A	> 1 A bis < 1,5 A, I_{eff}	$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 0,32 \text{ mA}$	
	0,3 A bis 4 A	1,5 A bis < 5 A, I_{eff}	$0,51 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 0,17 \text{ mA}$	
	1 A bis 8 A	5 A bis 10 A, I_{eff}	$0,66 \cdot 10^{-3} \cdot I_n$	
2 A bis 15 A	> 10 A bis 20 A, I_{eff}	$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 1,9 \text{ mA}$		
Wechselspannung harmonische Oberwellen Messgeräte	Grundwelle	45 Hz bis 65 Hz		Messung mit Fluke 6100A U_n : Spannung der n-ten Harmonischen U_{eff} : Effektivwertgrenzen des verzerrten Signals
	8 V bis 110 V	8 V bis 78 V, I_{eff}	$0,30 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	> 110 V bis 700 V	110 V bis 1 kV, I_{eff}	$0,56 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	Harmonische	90 Hz bis 2 kHz		
	0 V bis 4,8 V	1 V bis 16 V, U_{eff}	$0,52 \cdot 10^{-3} \cdot U_n + 1 \text{ mV}$	
	0 V bis 23 V	2,3 V bis 78 V, U_{eff}	$0,52 \cdot 10^{-3} \cdot U_n + 2 \text{ mV}$	
	0 V bis 50 V	11 V bis 168 V, U_{eff}	$0,53 \cdot 10^{-3} \cdot U_n + 4,4 \text{ mV}$	
	0 V bis 100 V	23 V bis 336 V, U_{eff}	$0,52 \cdot 10^{-3} \cdot U_n + 12 \text{ mV}$	
	0 V bis 302 V	70 V bis 1 kV, U_{eff}	$0,52 \cdot 10^{-3} \cdot U_n + 33 \text{ mV}$	

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstromstärke harmonische Oberwellen Messgeräte	Grundwelle	45 Hz bis 65 Hz		
	0,05 A bis 16 A	0,05 A bis 20 A, I_{eff}	$0,66 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	Harmonische	90 Hz bis 2 kHz		
	0 A bis 0,075 A	0,01 A bis 0,25 A, I_{eff}	$0,92 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 5,8 \mu A$	mit Fluke 6100A I_n : Stromstärke der n-ten Harmonischen I_{eff} : Effektivwertgrenzen des verzerrten Signals
	0 A bis 0,15 A	0,05 A bis 0,5 A, I_{eff}	$0,88 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 12 \mu A$	
	0 A bis 0,3 A	0,1 A bis 1 A, I_{eff}	$0,75 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 24 \mu A$	
	0 A bis 0,6 A	0,2 A bis 2 A, I_{eff}	$0,99 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 46 \mu A$	
	0 A bis 1,5 A	0,5 A bis 5 A, I_{eff}	$0,79 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 0,12 \text{ mA}$	
0 A bis 3 A	1 A bis 10 A, I_{eff}	$0,76 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 0,24 \text{ mA}$		
0 A bis 6 A	2 A bis 20 A, I_{eff}	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot I_n + 0,71 \text{ mA}$		
Flicker Quellen Modulationstiefe $\Delta U/U$	0,4 % bis 3,2 %		$1,6 \cdot 10^{-3} \%$	
Frequenz	8,3 mHz bis 40 Hz	EN 61000-4-15:1998 und A1:2003, Tabelle 5	$0,30 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
Messgeräte Modulationstiefe $\Delta U/U$	0,4 % bis 3,2 %		0,025 %	Werte bei $\Delta U/U$ ausgedrückt in $\Delta U/U$ Fluke 6100A
Frequenz	8,3 mHz bis 40 Hz		$1,3 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
P_{st} -Wert	nur $P_{st} = 1$		0,25 %	
Wechselspannung Klirrfaktor k	0 % bis 30 %	45 Hz bis 5 kHz > 5 kHz bis 30 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot k + 0,012 \%$ $0,8 \cdot 10^{-3} \cdot k + 0,012 \%$	Werte ausgedrückt in %-Klirren
Zeit und Frequenz				
Frequenz	1 MHz bis 10 MHz in Schritten von 1 MHz	Phasendifferenzzeitmessungen mit Messzeiten > 1 h	$8,5 \cdot 10^{-12} \cdot f$	f : Messwert
Messung und Synthese	0,1 Hz bis < 2,7 GHz 2,7 GHz bis 40 GHz	digitale Messung auf Zählbasis / Synthese	$0,1 \cdot 10^{-9} \cdot f + U_{TF}$ $50 \cdot 10^{-12} \cdot f + U_{TF} + 1 \text{ Hz}$	U_{TF} : Triggerunsicherheit
Zeitintervall	0 ns bis 10 s		$50 \cdot 10^{-12} \cdot \Delta t + 2 \text{ ns} + U_{TF}$	Δt : Messwert
	0 ns bis 100 s		$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta t + 29 \text{ ps}$	mit Oszi. Agilent 54854
Gangabweichung	0 s/d bis 100 s/d	Elektronische oder mechanische Uhren	$1,4 \cdot 10^{-6} (\approx 0,12 \text{ s/d})$	
Drehzahl	$0,02 \text{ s}^{-1}$ bis 1700 s^{-1} 1 s^{-1} bis 350 s^{-1}	mit Lichtimpulsgeber mit Stroboskop	$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot f$ $35 \cdot 10^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$	
Oszilloskope vertikal	1 mV bis 5 V 5 mV bis 200 V	DC bis 10 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu V$	U : Messwert 50 Ω 1 M Ω
Oszilloskop horizontal	25 ps bis 40 s		$0,12 \cdot 10^{-6} \cdot T + 0,1 \text{ ps}$	T : Messwert
Bandbreite (Frequenzgang)	20 kHz bis 100 MHz	0,2 V bis 1 V	$12 \cdot 10^{-3} \cdot f$	T-Abgriff
	40 Hz bis 550 MHz		$24 \cdot 10^{-3} \cdot f$	f : Messwert Wavetek 9500
	> 550 MHz bis 1,1 GHz	0,1 V bis 1 V	$30 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
	> 1,1 GHz bis 4 GHz		$44 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
	> 4 GHz bis 6 GHz		$60 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
> 6 GHz bis 18 GHz	0,1 V bis 2 V	$75 \cdot 10^{-3} \cdot f$	R&S NRV-Z51/Z55	
> 18 GHz bis 40 GHz		$75 \cdot 10^{-3} \cdot f$	R&S NRV-Z55	
Anstiegszeit	35 ps bis 1 ms	0,1 V bis 3 V	$15 \cdot 10^{-3} \cdot T + 4 \text{ ps}$	Fluke 9500/9550
	70 ps bis 85 ps		$78 \cdot 10^{-3} \cdot T$	errechnet aus der 3 dB Bandbreite
	> 85 ps bis 310 ps	0,1 V bis 3 V	$67 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
	> 310 ps bis 650 ps		$58 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
	> 650 ps bis 1 ms		$56 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
Frequenz f Zeitbasis	10 MHz	DSO	$0,2 \cdot 10^{-6} \cdot f$	über externen Generator
Pulsmessgrößen Anstiegszeit (z.B. Oszilloskop- kalibrator)	20 ps bis 10 ns	0,1 V bis 40 V in 50 Ω	$10 \cdot 10^{-3} \cdot T + 2 \text{ ps}$	Tektronix CSA8000/80E01 ext. Triggersignal erforderlich
	300 ps bis 10 ms	0,1 V bis 2 V in 50 Ω	$30 \cdot 10^{-3} \cdot T + 2 \text{ ps}$	Agilent 54854

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Burst-Generator Ausgangsspannung Spitzenwert U_s	100 V bis 4 kV	unter 50 Ω oder 1 k Ω Last	$39 \cdot 10^{-3} \cdot U_s$	EN 61000-4-4:2010
Anstiegszeit und Impulsdauer T_r	3 ns bis 1 μ s		$41 \cdot 10^{-3} \cdot T_r$	
Burstdauer und Burstperiode T	10 μ s bis 1 s		$5 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
Impulsfrequenz f	100 Hz bis 500 kHz		$1 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
ESD-Generator				
Anstiegszeit t_r der Spitzenstromstärke	300 ps bis 3 ns	EN 61000-4-2:2009 ISO 10605:2008	$3 \% \cdot t_r + 40 \text{ ps}$	
Entlade- stromstärke I	0,1 A bis 35 A		$6 \% \cdot I$	
Stoßspannungs- generator				
Stirnzeit t_{r,U_s} der Leerlaufspannung	15 ns bis 100 ms		$3 \% \cdot t_{r,U_s} + 1 \text{ ns}$	
Stirnzeit t_{r,I_s} der Kurzschluss- stromstärke	100 ns bis 100 ms		$3 \% \cdot t_{r,I_s} + 2 \text{ ns}$	
Rückenhalfwerts- zeit t_H der Kurvenform	0,5 μ s bis 100 ms		$5 \% \cdot t_H$	
Scheitelwert der Leerlaufspannung U_s	0,1 kV bis 7 kV		$2,5 \% \cdot U_s$	
Scheitelwert der Kurzschluss- stromstärke I_s	10 A bis 10 kA		$3,5 \% \cdot I_s$	

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
HF-Leistung Eingangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungs- Messgeräten	100 pW bis < 10 nW	DC bis 2 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,07$ $DC < f < 2 \text{ GHz}$ $ \Gamma_L \leq 0,1$ $2 \text{ GHz} \leq f < 4 \text{ GHz}$ $ \Gamma_L \leq 0,11$ $4 \text{ GHz} \leq f < 12 \text{ GHz}$ $ \Gamma_L \leq 0,13$ $12 \text{ GHz} \leq f < 18 \text{ GHz}$ R&S NRVC mit (kaskadiertem) Dämpfungsglied **)
		> 2 GHz bis 4 GHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$36 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10 nW bis < 1 µW	DC bis 50 MHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 50 MHz bis 2 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	100 nW bis < 10 µW	DC bis 50 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 50 MHz bis 2 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1 µW bis < 0,1 mW	DC bis 50 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 50 MHz bis 2 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	0,1 µW bis 0,1 mW	> 12 GHz bis 18 GHz	$26 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		DC bis 50 MHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 50 MHz bis 4 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$33 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
0,1 µW bis 0,1 mW	> 12 GHz bis 26,5 GHz	$43 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 26,5 GHz bis 32 GHz	$45 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 32 GHz bis 40 GHz	$55 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	DC bis 50 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
0,1 µW bis 0,1 mW	> 50 MHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 4 GHz bis 12 GHz	$32 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 12 GHz bis 26,5 GHz	$54 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 26,5 GHz bis 32 GHz	$67 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
0,1 mW bis 80 mW	> 32 GHz bis 40 GHz	$90 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	DC bis 50 MHz	$7 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 50 MHz bis 2 GHz	$8 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 2 GHz bis 4 GHz	$9 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
0,1 mW bis 80 mW	> 4 GHz bis 12 GHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 12 GHz bis 18 GHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	DC bis 2 GHz	$8 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 2 GHz bis 4 GHz	$9 \cdot 10^{-3} \cdot P$		

); *) Erläuterungen siehe am Ende des Dokumentes

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen	
HF-Leistung Eingangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungs- Messgeräten	0,1 mW bis 80 mW	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 12 GHz > 12 GHz bis 26,5 GHz > 26,5 GHz bis 32 GHz > 32 GHz bis 40 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $14 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $23 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $36 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $45 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $52 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,07$ DC < f < 4 GHz $ \Gamma_L \leq 0,09$ 4 GHz ≤ f < 12 GHz $ \Gamma_L \leq 0,11$ 12 GHz ≤ f < 26,5 GHz $ \Gamma_L \leq 0,13$ 26,5 GHz ≤ f < 40 GHz R&S NRV- Z55 (***)	
	10 fW bis < 1 pW	DC bis 50 MHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,07$ DC < f < 2 GHz $ \Gamma_L \leq 0,1$ 2 GHz ≤ f < 4 GHz $ \Gamma_L \leq 0,11$ 4 GHz ≤ f < 12 GHz $ \Gamma_L \leq 0,13$ 12 GHz ≤ f < 18 GHz R&S NRV-Z51 (**) mit (kaskadiertem) Dämpfungsglied **)	
		> 50 MHz bis 2 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 2 GHz bis 4 GHz	$22 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 4 GHz bis 12 GHz	$33 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 12 GHz bis 18 GHz	$68 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	1 pW bis < 100 pW	DC bis 50 MHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 50 MHz bis 2 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 2 GHz bis 4 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 4 GHz bis 12 GHz	$30 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 12 GHz bis 18 GHz	$67 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	100 pW bis < 10 nW	DC bis 50 MHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 50 MHz bis 2 GHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 2 GHz bis 4 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 4 GHz bis 12 GHz	$28 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 12 GHz bis 18 GHz	$39 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	10 nW bis < 1 µW	DC bis 50 MHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 50 MHz bis 2 GHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 2 GHz bis 4 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 4 GHz bis 12 GHz	$24 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 12 GHz bis 18 GHz	$36 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	100 nW bis < 10 µW	DC bis 50 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 50 MHz bis 2 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 2 GHz bis 4 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 4 GHz bis 12 GHz	$26 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 12 GHz bis 18 GHz	$66 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	1 µW bis < 0,1 mW	DC bis 50 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 50 MHz bis 2 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
> 2 GHz bis 4 GHz		$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$			
> 4 GHz bis 12 GHz		$23 \cdot 10^{-3} \cdot P$			
> 12 GHz bis 18 GHz		$30 \cdot 10^{-3} \cdot P$			
HF-Leistung Ausgangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Quellen (G)	0,1 pW bis < 10 pW	50 MHz	$27 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ f ≤ 2 GHz $ \Gamma_G \leq 0,2$ 2 GHz ≤ f < 12 GHz $ \Gamma_G \leq 0,3$ 12 GHz ≤ f < 18 GHz selektives Messsystem Agilent N5531S-518 **)	
		100 kHz bis 2 GHz	$30 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 2 GHz bis 3 GHz	$36 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	10 pW bis < 1 pW	50 MHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		100 kHz bis 2 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 2 GHz bis 3 GHz	$32 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	1 nW bis 80 mW	50 MHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		100 kHz bis 2 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 2 GHz bis 4 GHz	$29 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
		> 4 GHz bis 12 GHz	$50 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
			> 12 GHz bis 18 GHz	$71 \cdot 10^{-3} \cdot P$	

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor k = 2. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
	0,1 pW bis < 10 pW	50 MHz	$29 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,2$ $2 \text{ GHz} \leq f < 12 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,3$ $4 \text{ GHz} \leq f < 26,5 \text{ GHz}$ Agilent N5531S-526 (***)
		100 kHz bis 3 GHz	$35 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10 pW bis < 1 nW	50 MHz	$24 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		100 kHz bis 3 GHz	$31 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
1 nW bis 80 mW		50 MHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		100 kHz bis 4 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$38 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 26,5 GHz	$93 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
1 mW		50 MHz	$5 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Substitution
0,1 µW bis < 0,1 mW		10 MHz bis 50 MHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,2$ $2 \text{ GHz} \leq f < 12 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,3$ $12 \text{ GHz} \leq f < 18 \text{ GHz}$ R&S NRV- Z1 (***)
		> 50 MHz bis 2 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$35 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$50 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$75 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
0,1 µW bis < 0,1 mW		10 MHz bis 50 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,2$ $2 \text{ GHz} \leq f < 12 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,3$ $12 \text{ GHz} \leq f < 40 \text{ GHz}$ NRV- Z15 (***)
		> 50 MHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$32 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 26,5 GHz	$54 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 26,5 GHz bis 32 GHz	$67 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 32 GHz bis 40 GHz	$90 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
0,1 mW bis < 80 mW		DC bis 50 MHz	$9 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,2$ $2 \text{ GHz} \leq f < 12 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,3$ $12 \text{ GHz} \leq f < 18 \text{ GHz}$ R&S NRV- Z51 (***)
		> 50 MHz bis 2 GHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$29 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
0,1 mW bis < 80 mW		DC bis 50 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,2$ $2 \text{ GHz} \leq f < 12 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,3$ $12 \text{ GHz} \leq f < 40 \text{ GHz}$ R&S NRV- Z55 (***)
		> 50 MHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$26 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 26,5 GHz	$36 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 26,5 GHz bis 32 GHz	$47 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 32 GHz bis 40 GHz	$53 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
10 mW bis < 1 W		DC bis 50 MHz	$11 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,2$ $2 \text{ GHz} \leq f < 12 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,3$ $12 \text{ GHz} \leq f < 18 \text{ GHz}$ R&S NRV- Z51 (***)
		> 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 < 1000 W		DC bis 3 GHz	$35 \cdot 10^{-3} \cdot P$	mit (kaskadiertem) Dämpfungsglied
> 80 mW bis 1 kW		DC bis 150 MHz	$24 \cdot 10^{-3} \cdot P$	R&S NRV- Z1 in Kombination mit Dämpfungsglied (**) $ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2 \text{ GHz}$
		> 150 MHz bis 500 MHz	$27 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 500 MHz bis 1 GHz	$37 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 1 GHz bis 2 GHz	$49 \cdot 10^{-3} \cdot P$	

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

**) 2,92 mm Konnektor

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
HF-Spannung U_{HF} Quellen mit HF-Spannungsanzeige bezüglich 50 Ω	2,2 μ V bis 220 V	DC bis 3 GHz	$W(U_{HF}) = \frac{W(P)}{2}$	W(P) ist die relative Unsicherheit der gemessenen Leistung an $Z_0 = 50 \Omega$ **)
	220 μ V bis 7 V	DC bis 18 GHz		***)
	2,2 μ V bis 220 μ V	DC bis 3 GHz		
	2,2 mV bis 2 V	DC bis 40 GHz		
HF-Spannung U_{HF} Messgeräte und Empfänger mit HF-Spannungsanzeige bezüglich 50 Ω	0,7 μ V bis 2 V	DC bis 18 GHz	$W(U_{HF}) = \frac{W(P_{mc})}{2}$	W(P_{mc}) ist die relative Unsicherheit der eingestrahlenen Leistung bezüglich $Z_0 = 50 \Omega$ **)
	2,2 mV bis 2 V	DC bis 40 GHz		***)
HF-Leistung Rauschanzeige von Empfängern	DC bis 40 GHz	VDI/ VDE/ DGQ/ DKD/ 2622-11:2003 Abs. 3.2.14	1,6 dB	Leistungen > -170 dB (1 mW) bezogen auf 1 Hz Bandbreite
Signalpegeldifferenz	0 dBc bis 100 dBc	100 Hz bis 26,5 GHz 100 Hz bis 40 GHz	1,3 dB 2,7 dB	SNR ≥ 12 dB
Bandbreite Filter	1 Hz bis 10 MHz	VDI/ VDE/ DGQ/ DKD/ 2622-11:2003 Abs. 3.2.6 bis 3.2.8	0,5 %	Signal zu Rausch-Abstand SNR ≥ 70 dB
Formfaktor	> 1:1 bis 5:1 > 5:1 bis 10:1 > 10:1 bis 20:1		3 % 6 % 12 %	Signal zu Rausch-Abstand SNR ≥ 15 dB
Umschaltabweichung			0,02 dB	
Anzeigelinearität	0 dB bis 30 dB	100 kHz bis 500 MHz	0,06 dB	SNR ≥ 50 dB $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,05$ $f \leq 500$ MHz
	> 30 dB bis 60 dB		0,07 dB	
	> 60 dB bis 80 dB		0,09 dB	
	> 80 dB bis 100 dB		0,1 dB	
	> 100 dB bis 110 dB		0,2 dB	
Eingangsschwächer oder ZF-Verstärker	0 dB bis 30 dB	100 kHz bis 500 MHz	0,06 dB	Vergleich mit externem Stufenabschwächer $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,05$ $f \leq 500$ MHz
	> 30 dB bis 60 dB		0,07 dB	
	> 60 dB bis 80 dB	0,09 dB		
	> 80 dB bis 100 dB	0,1 dB		
	> 100 dB bis 110 dB	0,2 dB		
	0 dB bis 30 dB	100 kHz bis 500 MHz	0,04 dB	stufenweiser Anzeigevergleich SNR ≥ 50 dB, Empfängerlinearität < (0,01 dB + 0,005 dB/10 dB)
> 30 dB bis 60 dB	0,06 dB			
> 60 dB bis 80 dB	0,08 dB			
HF-Verstärkung Verstärker	0 dB bis 70 dB	DC bis 100 MHz	0,19 dB	BNC-Konnektor bis max. 2 GHz N-Konnektor und BNC-Konnektor, 50 Ω , andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit
		> 100 MHz bis 2 GHz	0,26 dB	
		> 2 GHz bis 4 GHz	0,3 dB	
		> 4 GHz bis 18 GHz	0,5 dB	
HF-Verstärkung Verstärker	0 dB bis 70 dB	DC bis 100 MHz	0,21 dB	2,92 mm kompatibler Konnektor, 50 Ω , andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit
		> 100 MHz bis 4 GHz	0,3 dB	
		> 4 GHz bis 26,5 GHz	0,6 dB	
		> 26,5 GHz bis 40 GHz	0,7 dB	
HF-Stromstärke Stromzangen	100 μ A bis 50 mA	40 Hz bis 10 MHz > 10 MHz bis 30 MHz > 30 MHz bis 65 MHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $18 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $20 \cdot 10^{-6} \cdot I^2 \cdot f$	Tektronix 015-0601-50 I: 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 NRVC-B2 60 dB max.

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
HF-Reflexionsfaktor Betrag $ \Gamma $	0 bis 1	300 kHz bis < 45 MHz 45 MHz bis 6 GHz > 6 GHz bis 10 GHz > 10 GHz bis 18 GHz	0,0045 $ \Gamma ^2 + 0,005$ 0,004 $ \Gamma ^2 + 0,005$ 0,003 $ \Gamma ^2 + 0,008$ 0,007 $ \Gamma ^2 + 0,012$	N-Konnektor 50 Ω , andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit.
		10 MHz bis 10 GHz > 10 GHz bis 18 GHz > 18 GHz bis 26,5 GHz > 26,5 GHz bis 40 GHz	0,007 $ \Gamma ^2 + 0,009$ 0,009 $ \Gamma ^2 + 0,014$ 0,010 $ \Gamma ^2 + 0,019$ 0,006 $ \Gamma ^2 + 0,03$	2,92 mm-Konnektor
Phasenwinkel	-180° bis +180°	300 kHz bis 6 GHz > 6 GHz bis 18 GHz	$U(\varphi) = \arcsin \frac{U(\Gamma)}{ \Gamma } \cdot \frac{180^\circ}{\pi}$	N-Konnektor 50 Ω , jedoch nicht kleiner als 1,3° jedoch nicht kleiner als 2°
		10 MHz bis 40 GHz		2,92 mm-Konnektor, jedoch nicht kleiner als 5°
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
		> 30 dB bis 60 dB	0,001 dB/dB $\cdot L$ 0,02 dB + 0,001 dB/dB $\cdot L$ 0,10 dB + 0,001 dB/dB $\cdot L$ 0,11 dB + 0,001 dB/dB $\cdot L$	$ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,05$ 500 MHz < $f \leq 10$ GHz $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,08$ 10 GHz < $f \leq 18$ GHz $ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,1$ 18 GHz < $f \leq 40$ GHz
	> 60 dB bis 70 dB	100 kHz bis 500 MHz > 500 MHz bis 3 GHz	0,07 dB 0,10 dB	
	> 70 dB bis 80 dB	100 kHz bis 500 MHz > 500 MHz bis 3 GHz	0,08 dB 0,2 dB	$ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,01$ $f \leq 500$ MHz
	> 80 dB bis 90 dB	100 kHz bis 500 MHz > 500 MHz bis 3 GHz	0,1 dB 0,3 dB	$ \Gamma_{L,DUT} \leq 0,05$ 500 MHz < $f \leq 3$ GHz
	> 90 dB bis 100 dB	100 kHz bis 500 MHz > 500 MHz bis 3 GHz	0,1 dB 0,3 dB	

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
optische Strahlungsleistung faseroptische Leistungsmessgeräte	1 μ W (-30 dB (1mW)) bis 0,5 mW (-3 dB (1mW))	Wellenlänge: 1310 nm, 1550 nm	1,3 %	Konnektor FC, ST, SC, SMA, HMS-10 oder adaptierbar
		850 nm	2,2 %	
		654 nm	2,2 %	
Nichtlinearität faseroptischer Strahlungsempfänger	10 nW (-50 dB (1 mW)) bis 160 μ W (-8 dB (1 mW))	Wellenlänge: 850 nm, 1310 nm, 1550 nm	$1,8 \cdot 10^{-3}$ (0,008 dB)	Additionsmethode
	0,1 nW (-70 dB (1 mW)) bis < 0,32 nW (-65 dB (1 mW))		$20 \cdot 10^{-3}$ (0,085 dB)	Vergleichsmethode
	0,32 nW (-65 dB (1 mW)) bis < 3,2 nW (-55 dB (1 mW))		$7,1 \cdot 10^{-3}$ (0,031 dB)	
	3,2 nW (-55 dB (1 mW)) bis 0,5 μ W (-3 dB (1 mW))		$6,0 \cdot 10^{-3}$ (0,026 dB)	
Dämpfung oder Verstärkung faseroptischer Komponenten	0 dB bis 50 dB	Wellenlänge: 850 nm, 1310 nm, 1550 nm, Referenzleistung: ca. 0,5 mW	$6,0 \cdot 10^{-3}$ (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)	
faseroptische Quellen Zentralwellenlänge λ	350 nm bis < 700 nm		0,5 nm	
	700 nm bis < 1250 nm		2,5 pm	
	1250 nm bis 1700 nm		2 pm	
Temperatur Anzeige und Simulation Pt100 Pt25 Pt500 Pt1000 Nichtedelmetallthermoelemente Typ K Typ J Typ T Typ E Typ N	- 199 °C; 0 °C	DAKKS-DKD-R 5-5: 2010	2 mK	Temperaturskalen nach DIN EN 60751: 2008
	237 °C		5 mK	
	- 200 °C bis 200 °C		5 mK	
	> 200 °C bis 650 °C		10 mK	
	> 650 °C bis 800 °C		15 mK	
	Pt25 - 200 °C bis 0 °C		10 mK	
	> 0 °C bis 300 °C		15 mK	
	> 300 °C bis 700 °C		25 mK	
	> 700 °C bis 800 °C		30 mK	
	Pt500 - 200 °C bis 100 °C		5 mK	
	> 100 °C bis 300 °C		10 mK	
	> 300 °C bis 550 °C		15 mK	
	> 550 °C bis 800 °C		20 mK	
	Pt1000 - 200 °C bis 50 °C		5 mK	
	> 50 °C bis 350 °C		10 mK	
	> 350 °C bis 550 °C		15 mK	
> 550 °C bis 800 °C	20 mK			
Nichtedelmetallthermoelemente Typ K Typ J Typ T Typ E Typ N	- 200 °C bis 1000 °C		0,03 K	Temperaturskalen nach DIN EN 60584-1: 1995 ohne Vergleichsstellen- kompensation
	> 1000 °C bis 1350 °C		0,03 K	
	- 200 °C bis < - 100 °C		0,03 K	
	- 100 °C bis 600 °C		0,02 K	
	> 600 °C bis 1000 °C		0,03 K	
	> 1000 °C bis 1100 °C		0,04 K	
	Typ T - 200 °C bis < - 100 °C		0,04 K	
	- 100 °C bis 400 °C		0,02 K	
	Typ E - 200 °C bis 700 °C		0,02 K	
	> 700 °C bis 1000 °C		0,03 K	
	Typ N - 200 °C bis < - 100 °C		0,06 K	
	- 100 °C bis 900 °C		0,03 K	
> 900 °C bis 1200 °C	0,04 K			
> 1200 °C bis 1300 °C	0,05 K			

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen	
Temperatur Anzeige und Simulation Edelmetall-thermoelemente Typ R, S	0 °C bis 100 °C	DAKKS-DKD-R 5-5: 2010	0,2 K		
	> 100 °C bis 1700 °C		0,1 K		
	Typ B		400 °C bis 600 °C		0,2 K
	> 600 °C bis 1800 °C		0,1 K		
Vergleichsstellenkompensation	- 200 °C bis 1500 °C		$\sqrt{U_{TC}^2 + (0,15 K)^2}$	An Typ-K Ausgleichsleitung. Andere Ausgleichsleitungen erhöhen die Messunsicherheit. U_{TC} : Unsicherheit der Thermoelementtemperatur ohne Vergleichsstellenkompensation	
Widerstandsthermometer, direkt anzeigende Thermometer	- 25 °C bis < 0 °C	Metallblockkalibrator	50 mK	Vergleich mit Normalwiderstandsthermometern	
	0 °C	Eisbad oder Wassertripelpunkt	40 mK		
	> 0 °C bis 25 °C	Wasserbad (≥ 30 °C) oder Metallblockkalibrator	50 mK		
	> 25 °C bis 80 °C		70 mK		
	> 80 °C bis 140 °C		80 mK		
	> 140 °C bis 200 °C	Metallblockkalibrator	0,2 K		
	> 200 °C bis 300 °C		0,3 K		
	0 °C bis 15 °C	im Klimaschrank	0,4 K		
	> 15 °C bis 40 °C		0,3 K		
	> 40 °C bis 60 °C		0,4 K		
> 60 °C bis 100 °C	0,5 K				
Nichtedelmetallthermoelemente	-25 °C bis 140 °C	Wasserbad (≥ 30 °C) oder Metallblockkalibrator	0,3 K	Vergleichsstelle im Eisbad	
	> 140 °C bis 300 °C		0,4 K		
Taupunkttemperatur	2 °C bis 29 °C	Umgebungstemperatur 20 °C bis 30 °C; Taupunkttemperatur ≥ 2 °C	0,4 K	Vergleich mit Taupunktspiegel im Klimaschrank im Klimagenerator	
	0 °C bis 29 °C		0,2 K		
relative Luftfeuchte	20 % bis 40 %	20 °C bis 30 °C	1,5 %	Messunsicherheit ausgedrückt in rel. Feuchte. Vergleich mit Taupunktspiegel im Klimaschrank.	
	> 40 % bis 60 %		2,0 %		
	> 60 % bis 80 %		2,5 %		
	> 80 % bis 90 %		3,0 %		
	20 % bis 40 %	Umgebungstemperatur 23 °C	0,7 %	im Klimagenerator	
	> 40 % bis 60 %		1,0 %		
	> 60 % bis 90 %		1,5 %		
	22 % bis 40 %		0,9 %		
	> 40 % bis 60 %		1,3 %		
> 60 % bis 90 %	1,7 %				
Volumendurchfluss von strömenden Gasen Durchflussmessgeräte oder -regler mit einer Anzeige des Durchflusses oder mit einer elektronischen Schnittstelle zur Messwertübertragung	5 ml/min bis 50 l/min	Volumeter als Normal	0,3 % · Q + 0,002 ml/min	Q: Messwert Kalibriermedium: trockene Luft (rel. Feuchte < 10 %) Messbereiche bezogen auf trockene Luft bei 0 °C; 1013,25 mbar	
	10 ml/min bis 200 ml/min	Laminar Flow Elemente als Normal	0,5 % · Q + 0,02 ml/min		
	> 0,2 l/min bis 3,2 l/min		0,5 % · Q + 0,32 ml/min		
	> 3,2 l/min bis 40 l/min		0,5 % · Q + 4 ml/min		
	> 40 l/min bis 620 l/min		0,5 % · Q + 0,06 l/min		

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Absolutdruck p_{abs}	0,05 bar bis 2 bar	DIN EN 837 Teil 1-3 : 1997 DKD-R 6-1 : 2014 EURAMET/cg-17/v.02	$65 \cdot 10^{-6} \cdot p_{abs}$, jedoch nicht kleiner als 60 μ bar	Druckmedium: Gas Kalibriermethode: $p_{abs} = p_e + p_{amb}$ Die Messunsicherheit des Barometers ist noch zu berücksichtigen.
	> 2 bar bis 20 bar		$65 \cdot 10^{-6} \cdot p_{abs}$, jedoch nicht kleiner als 0,60 mbar	
	> 20 bar bis 201 bar		$0,25 \cdot 10^{-3} \cdot p_{abs}$, jedoch nicht kleiner als 30 mbar	
Absolutdruck p_{abs}	1 bar; 2 bar bis 701 bar	DIN EN 837 Teil 1-3 : 1997 DKD-R 6-1: 2014 EURAMET/cg-17/v.02	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot p_{abs}$, jedoch nicht kleiner als 1,0 mbar	Druckmedium: Öl Referenzwert ($p_{abs} = p_{amb}$) Die Messunsicherheit des Barometers ist noch zu berücksichtigen. Kalibriermethode: $p_{abs} = p_e + p_{amb}$
Negativer und positiver Überdruck p_e	- 1 bar bis 0 bar	DIN EN 837 Teil 1-3 : 1997 DKD-R 6-1: 2014 EURAMET/cg-17/v.02	0,17 mbar	Druckmedium: Gas
	> 0 bar bis 1 bar		0,17 mbar	
	> 1 bar bis 19 bar		$65 \cdot 10^{-6} \cdot p_e$, jedoch nicht kleiner als 0,60 mbar	
	> 19 bar bis 200 bar		$0,25 \cdot 10^{-3} \cdot p_e$, jedoch nicht kleiner als 30 mbar	
positiver Überdruck p_e	0 bar; 1 bar bis 700 bar	DIN EN 837 Teil 1-3 : 1997 DKD-R 6-1: 2014 EURAMET/cg-17/v.02	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot p_e$, jedoch nicht kleiner als 1,0 mbar	Druckmedium: Öl Referenzwert ($p_e = 0$ bar)
Länge Messschieber für Außen-, Innen- und Tiefenmaße	0 mm bis 500 mm	DAKKS-DKD-R 4-3 Blatt 9.1: 2010	$30 \mu\text{m} + 30 \cdot 10^{-6} \cdot l$	l : gemessene Länge
Bügelmess- schrauben	0 mm bis 300 mm	DAKKS-DKD-R 4-3 Blatt 10.1: 2010	$3 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot l$	300 mm = Endwert des Messbereiches
Messuhren	bis 100 mm	DAKKS-DKD-R 4-3 Blatt 11.1: 2010	$3 \mu\text{m} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot l$	in waagerechter Lage l : gemessene Länge
Parallelendmaße aus Stahl nach DIN EN ISO 3650: 1999	0,5 mm bis 100 mm in den Nennmaßen der Normale	DAKKS-DKD-R 4-3 Blatt 3.1: 2010 Messung der Abweichung des Mittenmaßes l_c vom Nennmaß l_n durch Unterschiedsmessung Messung der Abweichungen f_o und f_u vom Mittenmaß durch 5-Punkte- Unterschiedsmessung	Für das Mittenmaß: $0,1 \mu\text{m} + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot l$ Für die Abweichungen f_o und f_u vom Mittenmaß: 0,08 μm	l : die Länge des Maßes Messflächenqualität entsprechend den Festlegungen im QMH bzw. in den Arbeitsanweisungen

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gleichspannung	0 V 0 V bis 220 mV > 220 mV bis 2,2 V > 2,2 V bis 11 V > 11 V bis 22 V > 22 V bis 220 V > 220 V bis 1100 V		0,6 µV $6 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,6 \mu\text{V}$ $5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1 \mu\text{V}$ $4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3,5 \mu\text{V}$ $4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 6,5 \mu\text{V}$ $5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 80 \mu\text{V}$ $7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,5 \text{mV}$	Kurzschlussbrücke U: Messwert
Gleichstromstärke	0 A 0 A bis 1,1 µA > 1,1 µA bis 11 µA > 11 µA bis 110 µA > 110 µA bis 1,1 mA > 1,1 mA bis 11 mA > 11 mA bis 110 mA > 110 mA bis 220 mA > 110 mA bis 1 A > 1 A bis 2,2 A > 1 A bis 20 A		46 pA $23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 46 \text{pA}$ $23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 115 \text{pA}$ $23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,9 \text{nA}$ $23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 6 \text{nA}$ $23 \cdot 10^{-6} \cdot I + 58 \text{nA}$ $41 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,6 \mu\text{A}$ $50 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,8 \mu\text{A}$ $200 \cdot 10^{-6} \cdot I^2 / \text{A}$ $+ 50 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,8 \mu\text{A}$ $10 \cdot 10^{-6} \cdot I^2 / \text{A}$ $+ 65 \cdot 10^{-6} \cdot I + 25 \mu\text{A}$ $0,22 \cdot 10^{-3} \cdot I$	Leerlauf I: Messwert mit HP 3458A Fluke 5700A über Shunt
Stromzangen	0 A bis 50 A > 50 A bis 1000 A	1 bis N Wicklungen	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot I + 6 \text{nA}$ $0,22 \cdot 10^{-3} \cdot I$	I: Messwert Gesamtunsicherheit U abhängig von der rel. Unsicherheit $W(I_{in})$ der Kalibrierstromstärke und dem Beitrag W_{OUT} des Messobjekts
Gleichstromstärke Ersatzableitstrom I_{EA}	0,2 µA bis < 2 µA 2 µA bis < 20 µA 20 µA bis 200 mA	VDI/ VDE/ DGQ/ DKD 2622-9.1: 2009 an R_N bis 1 GΩ	$6 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,18 \cdot 10^{-3} \cdot I$	Gesamtunsicherheit U abhängig von der rel. Unsicherheit W_R des Kalibrierwiderstands R_N : $U = W_R \cdot I_{EA}$
Gleichstromwiderstand	0 Ω 0 Ω 500 µΩ bis 4,5 mΩ > 4,5 mΩ bis 2 Ω 0 Ω bis 11 Ω > 11 Ω bis 110 Ω > 110 Ω bis 1,1 kΩ > 1,1 kΩ bis 11 kΩ > 11 kΩ bis 110 kΩ > 110 kΩ bis 1,1 MΩ > 1,1 MΩ bis 11 MΩ > 11 MΩ bis 110 MΩ > 110 MΩ bis 1,1 GΩ	Konstantstromverfahren	0,5 mΩ 2,3 µΩ $0,10 \cdot 10^{-3} \cdot R + 0,18 \mu\Omega$ $0,18 \cdot 10^{-3} \cdot R + 3 \mu\Omega$ $18 \cdot 10^{-6} \cdot R + 58 \mu\Omega$ $12 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0,6 \text{m}\Omega$ $10 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0,6 \text{m}\Omega$ $10 \cdot 10^{-6} \cdot R + 5,8 \text{m}\Omega$ $10 \cdot 10^{-6} \cdot R + 58 \text{m}\Omega$ $14 \cdot 10^{-6} \cdot R + 2 \Omega$ $57 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0,1 \text{k}\Omega$ $0,58 \cdot 10^{-3} \cdot R + 1 \text{k}\Omega$ $5 \cdot 10^{-3} \cdot R + 10 \text{k}\Omega$	2-Draht Kurzschluss 4-Draht R: Messwert Konstantstromverfahren: Shunt, Fluke 5700A oder Fluke 5520A als Stromquelle und HP 3458A zur Messung des Spannungsabfalls errechnet aus der gewurzelten Quadratesumme von W_I und W_U ; W_I ist die relative Unsicherheit der Kalibrierstromstärke W_U ist die relative Unsicherheit der gemessenen Spannung am Widerstand
Festwerte	1 Ω; 1,9 Ω 10 Ω; 19 Ω 100 Ω; 190 Ω 1 kΩ; 1,9 kΩ; 10 kΩ; 19 kΩ; 100 kΩ; 190 kΩ 1 MΩ; 1,9 MΩ 10 MΩ; 19 MΩ 100 MΩ		$80 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $23 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $14 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $11 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $11 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $16 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $39 \cdot 10^{-6} \cdot R$ $0,10 \cdot 10^{-3} \cdot R$	Fluke 5700A

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstrom- widerstand	10 mΩ bis 100 mΩ > 100 mΩ bis 1 kΩ > 1 kΩ bis 100 kΩ > 100 kΩ bis 1,6 MΩ	45 Hz bis 65 Hz	$1,3 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $0,63 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $6,0 \cdot 10^{-3} \cdot R$	R: Messwert
Wechselspannung Bereiche	100 μV bis 22 mV	10 Hz bis < 20 Hz 20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz > 300 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$ $0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$ $95 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$ $0,33 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \mu\text{V}$ $0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 7 \mu\text{V}$ $1,0 \cdot 10^{-3} \cdot U + 13 \mu\text{V}$ $1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu\text{V}$ $3,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu\text{V}$	U: Messwert
	> 22 mV bis 220 mV	10 Hz bis < 20 Hz 20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz > 300 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 13 \mu\text{V}$ $0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \mu\text{V}$ $95 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \mu\text{V}$ $0,28 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \mu\text{V}$ $0,75 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu\text{V}$ $1,0 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu\text{V}$ $1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 35 \mu\text{V}$ $3,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 80 \mu\text{V}$	
	> 220 mV bis 2,2 V	10 Hz bis < 20 Hz 20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz > 300 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 80 \mu\text{V}$ $0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \mu\text{V}$ $65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 6 \mu\text{V}$ $0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \mu\text{V}$ $0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U + 70 \mu\text{V}$ $0,39 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,13 \text{ mV}$ $0,95 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,35 \text{ mV}$ $1,9 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,85 \text{ mV}$	
	> 2,2 V bis 22 V	10 Hz bis < 20 Hz 20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz > 300 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,8 \text{ mV}$ $0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,25 \mu\text{V}$ $65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 60 \mu\text{V}$ $0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,16 \text{ mV}$ $0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,35 \text{ mV}$ $0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,5 \text{ mV}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,3 \text{ mV}$ $2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8,5 \text{ mV}$	
	> 22 V bis 220 V	10 Hz bis < 20 Hz 20 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8,0 \text{ mV}$ $0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,5 \text{ mV}$ $70 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,8 \text{ mV}$ $0,19 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$ $0,45 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \text{ mV}$	
	> 220 V bis 250 V	15 Hz bis 50 Hz	$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \text{ mV}$	
	> 250 V bis 1100 V	50 Hz bis 1 kHz	$70 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3,5 \text{ mV}$	
Wechselspannung Bereiche	1 mV bis 11 mV	10 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 300 kHz	$0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,5 \mu\text{V}$ $0,25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$ $0,36 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,3 \mu\text{V}$ $5,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,6 \mu\text{V}$ $46 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,6 \mu\text{V}$	HP 3458A auch im 50 Ω Leitungssystem bei Anpassung mit $r_L < 0,0025$ $r_G < 0,005$ bis 10 kHz bzw.
	> 11 mV bis 110 mV	10 Hz bis < 40 Hz 40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz > 100 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	$87 \cdot 10^{-6} \cdot U + 4,6 \mu\text{V}$ $88 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$ $0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$ $0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \mu\text{V}$ $0,92 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,6 \mu\text{V}$ $3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$ $12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$	$r_L < 0,004$ $r_G < 0,010$ bis 1 MHz

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselspannung Amplitude Anstiegszeit	> 110 mV bis 1,1 V	10 Hz bis < 40 Hz	$84 \cdot 10^{-6} \cdot U + 46 \mu\text{V}$	Oszilloskop wie Tektronix TDS3052B als Normal
		40 Hz bis 1 kHz	$82 \cdot 10^{-6} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 23 \mu\text{V}$	
	> 50 kHz bis 100 kHz	$0,92 \cdot 10^{-3} \cdot U + 23 \mu\text{V}$		
	> 100 kHz bis 500 kHz	$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,12 \text{ mV}$		
	> 500 kHz bis 1 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,12 \text{ mV}$		
	> 1,1 V bis 11 V	10 Hz bis < 40 Hz	$83 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,46 \text{ mV}$	
		40 Hz bis 1 kHz	$82 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 1 kHz bis 20 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
		> 20 kHz bis 50 kHz	$0,35 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$	
	> 50 kHz bis 100 kHz	$0,92 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,23 \text{ mV}$		
	> 100 kHz bis 500 kHz	$3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,2 \text{ mV}$		
	> 500 kHz bis 1 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,2 \text{ mV}$		
	> 11 V bis 110 V	10 Hz bis < 40 Hz	$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4,6 \text{ mV}$	
		40 Hz bis 20 kHz	$0,23 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$	
> 20 kHz bis 50 kHz		$0,41 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$		
> 50 kHz bis 100 kHz		$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,3 \text{ mV}$		
> 110 V bis 700 V	40 Hz bis 1 kHz	$0,46 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \text{ mV}$		
	> 1 kHz bis 20 kHz	$0,69 \cdot 10^{-3} \cdot U + 16 \text{ mV}$		
5 mV bis 50 V	DC bis 10 MHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \mu\text{V}$		
	> 10 MHz bis 200 MHz	$61 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,3 \mu\text{V}$		
2 ns bis 10 ms		$30 \cdot 10^{-3} \cdot T + 70 \text{ ps}$		
Wechselstromstärke	50 nA bis 220 μA	10 Hz bis 20 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 25 \text{ nA}$	Fluke 5700A
		> 20 Hz bis < 40 Hz	$0,31 \cdot 10^{-3} \cdot I + 20 \text{ nA}$	
		40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 16 \text{ nA}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \text{ nA}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 80 \text{ nA}$	
	> 220 μA bis 2,2 mA	10 Hz bis 20 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 40 \text{ nA}$	
		> 20 Hz bis < 40 Hz	$0,31 \cdot 10^{-3} \cdot I + 35 \text{ nA}$	
		40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 35 \text{ nA}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,4 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,8 \mu\text{A}$	
	> 2,2 mA bis 22 mA	10 Hz bis 20 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,4 \mu\text{A}$	
		> 20 Hz bis < 40 Hz	$0,31 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,35 \mu\text{A}$	
		40 Hz bis 1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,35 \mu\text{A}$	
		> 1 kHz bis 5 kHz	$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4 \mu\text{A}$	
		> 5 kHz bis 10 kHz	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 8 \mu\text{A}$	
	> 22 mA bis 220 mA	10 Hz bis 20 Hz	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4 \mu\text{A}$	
> 20 Hz bis < 40 Hz		$0,31 \cdot 10^{-3} \cdot I + 3,5 \mu\text{A}$		
40 Hz bis 1 kHz		$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot I + 3,5 \mu\text{A}$		
> 1 kHz bis 5 kHz		$0,9 \cdot 10^{-3} \cdot I + 34 \mu\text{A}$		
> 5 kHz bis 10 kHz		$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 80 \mu\text{A}$		
> 220 mA bis 2,2 A	20 Hz bis 1 kHz	$0,55 \cdot 10^{-3} \cdot I + 35 \mu\text{A}$		
	> 1 kHz bis 5 kHz	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot I + 60 \mu\text{A}$		
	> 5 kHz bis 10 kHz	$8,3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 150 \mu\text{A}$		
> 2,2 A bis 20 A	45 kHz bis 1 kHz	$0,68 \cdot 10^{-3} \cdot I$	über Shunt	
Stromzangen	22 μA bis 800 A	45 Hz bis 65 Hz	$5 \cdot 10^{-3} \cdot I$	1 bis 60 Wicklungen
	Gleichstromleistung Messgeräte	33 mV bis 1020 V		Fluke 5520A P: Messwert
3,3 mA bis 330 mA				
> 330 mA bis 2,2 A				
110 μW bis 330 W	> 2,2 A bis 11 A	$0,86 \cdot 10^{-3} \cdot P$	45 Hz bis 65 Hz, Pf = 1	
	> 2,2 A bis 11 A	$0,86 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
11 mW bis 2,2 kW	33 mV bis 1020 V	$2,3 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Pf: Leistungsfaktor	
	> 2,2 A bis 11 A	$2,3 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
75 mW bis 11 kW	33 mV bis 1020 V	$4,0 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Pf: Leistungsfaktor	
	> 3 A bis 11 A	$4,0 \cdot 10^{-3} \cdot P$		

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen	
Gleichstromleistung (bei Zangenabgriff)	109 µW bis 20 kW	33 mV bis 1020 V 3,3 mA bis 3 A	$0,22 \cdot 10^{-3} \cdot P$	P: Messwert 1 bis 60 Wicklungen Die Unsicherheit U_{DUT} des Messobjekts im Streufeld des stromdurchflossenen Leiters ist zu berücksichtigen.	
	10,9 mW bis 183 kW	0,33 A bis 180 A	$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	72,6 mW bis 673 kW	> 3 A bis 660 A	$0,8 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
Wechselstrom-wirkleistung (bei Zangenabgriff)	0,33 W bis 218 kW	45 Hz bis 65 Hz 33 V bis 330 V 3,3 mA bis 660 A Leistungsfaktor Pf = 1	$4,0 \cdot 10^{-3} \cdot P$	1 bis 60 Wicklungen	
Temperatur Anzeige und Simulation Pt100	- 199 °C; 0 °C 239 °C	DAKKS-DKD-R 5-5: 2010	4 mK	Temperaturskala nach DIN EN 60751: 2008	
	- 200 °C bis - 50 °C		8 mK		
	> - 50 °C bis 350 °C		5 mK		
	> 350 °C bis 650 °C		10 mK		
	> 650 °C bis 800 °C		15 mK		
			20 mK		
	Pt25		- 200 °C bis 23 °C		10 mK
			> 23 °C bis 300 °C		15 mK
			> 300 °C bis 550 °C		20 mK
			> 550 °C bis 700 °C		25 mK
	Pt500		> 700 °C bis 800 °C		30 mK
			- 200 °C bis 100 °C		5 mK
			> 100 °C bis 300 °C		10 mK
			> 300 °C bis 550 °C		15 mK
	Pt1000		> 550 °C bis 800 °C		20 mK
			- 200 °C bis 50 °C		5 mK
> 50 °C bis 350 °C		10 mK			
> 350 °C bis 650 °C		15 mK			
Nichtedelmetall-thermoelemente Typ K	> 650 °C bis 800 °C	20 mK			
	- 200 °C bis 100 °C	0,05 K			
	> 100 °C bis 300 °C	0,02 K			
	> 300 °C bis 800 °C	0,03 K			
	> 800 °C bis 1350 °C	0,05 K			
	Typ J	- 200 °C bis - 100 °C	0,03 K		
		> - 100 °C bis 600 °C	0,02 K		
		> 600 °C bis 1000 °C	0,03 K		
		> 1000 °C bis 1100 °C	0,04 K		
	Typ T	- 200 °C bis < - 100 °C	0,05 K		
		- 100 °C bis 400 °C	0,03 K		
	Typ E	- 200 °C bis 700 °C	0,03 K		
		> 700 °C bis 1000 °C	0,03 K		
	Typ N	- 200 °C bis - 100 °C	0,07 K		
		> - 100 °C bis 900 °C	0,03 K		
		> 900 °C bis 1200 °C	0,04 K		
> 1200 °C bis 1300 °C		0,05 K			
Edelmetall-thermoelemente Typ R,S	0 °C bis 100 °C	0,2 K			
	> 100 °C bis 1700 °C	0,1 K			
	Typ B	400 °C bis 600 °C	0,2 K		
> 600 °C bis 1700 °C		0,2 K			
Vergleichsstellenkompensation	-200 °C bis 1350 °C		$\sqrt{U_{TC}^2 + (0,2 K)^2}$	An Typ-K-Ausgleichsleitung. Andere Ausgleichsleitungen erhöhen die Messunsicherheit. U_{TC} = Unsicherheit der Thermoelementtemperatur ohne Vergleichsstellenkompensation	

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Oszilloskope vertikal	1 mV bis 5 V 5 mV bis 200 V	DC bis 10 kHz	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 12 \mu\text{V}$	U: Messwert 50 Ω 1 MΩ
	horizontal			
Bandbreite (Frequenzgang)	40 Hz bis 550 MHz	0,1 V bis 1 V	$24 \cdot 10^{-3} \cdot f$ $30 \cdot 10^{-3} \cdot f$ $44 \cdot 10^{-3} \cdot f$ $60 \cdot 10^{-3} \cdot f$	f: Messwert Wavetek 9500/9560
	> 550 MHz bis 1,1 GHz			
	> 1,1 GHz bis 4 GHz			
	> 4 GHz bis 6 GHz			
Anstiegszeit	100 ps bis 1 ms	0,1 V bis 3 V	$15 \cdot 10^{-3} \cdot T + 4 \text{ ps}$	Fluke 9500/9560
	70 ps bis 85 ps	0,1 V bis 3 V	$78 \cdot 10^{-3} \cdot T$	errechnet aus der 3 dB Bandbreite
	> 85 ps bis 310 ps		$67 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
	> 310 ps bis 650 ps		$58 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
	> 650 ps bis 1 ms		$56 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
Frequenz f Zeitbasis	10 MHz	DSO	$0,2 \cdot 10^{-6} \cdot f$	über externen Generator
Zeit und Frequenz Messung und Synthese	0,1 Hz bis 18 GHz	digitale Messung auf Zählbasis / Synthese	$0,1 \cdot 10^{-9} \cdot f + U_{\text{TF}}$	U _{TF} : Triggerunsicherheit f: Messwert
Zeitintervall Δt	0 ns bis 10 s		$0,1 \cdot 10^{-9} \cdot \Delta t + 2 \text{ ns} + U_{\text{TF}}$	Δt: Messwert
	0 ns bis 100 s	mit Oszilloskop	$60 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta t + 70 \text{ ps}$	
Gangabweichung	0 s/d bis 100 s/d	Elektronische oder mechanische Uhren	$1,4 \cdot 10^{-6} (\approx 0,12 \text{ s/d})$	
Drehzahl	0,02 s ⁻¹ bis 1700 s ⁻¹	mit Lichtimpulsgeber	$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
	1 s ⁻¹ bis 350 s ⁻¹	mit Stroboskop	$35 \cdot 10^{-3} \cdot s^{-1}$	
HF-Leistung Eingangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungs- Messgeräten	10 fW bis < 1 pW	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 6 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $22 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $23 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $33 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Γ _L ≤ 0,07 DC < f < 2 GHz Γ _L ≤ 0,1 2 GHz ≤ f < 4 GHz Γ _L ≤ 0,11 4 GHz ≤ f < 6 GHz R&S NRV-Z51 **) ggf. mit (kaskadiertem) Dämpfungsglied
	1 pW bis < 100 pW	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 6 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $21 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $23 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $42 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	100 pW bis < 10 nW	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 6 GHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $20 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $23 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $40 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10 nW bis < 1 μW	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 6 GHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $18 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $20 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $37 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	100 nW bis < 10 μW	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 6 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $16 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $20 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $39 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1 μW bis < 0,1 mW	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 6 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $16 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $19 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $33 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	0,1 mW bis 80 mW	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 6 GHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $13 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $16 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor k = 2. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
HF-Leistung	1 mW	50 MHz	$5 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Substitution
Ausgangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Quellen (G)	0,1 pW bis < 100 pW	50 MHz 100 kHz bis 1,3 GHz	$28 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $32 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Γ_G ≤ 0,1 $f \leq 2$ GHz selektives Messsystem HP 8902A/ 11722A **)
	100 pW bis < 1 μW	50 MHz 100 kHz bis 1,3 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $26 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1 μW bis 1 mW	50 MHz 100 kHz bis 1,3 GHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $19 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	0,1 μW bis < 0,1 mW	10 MHz bis 50 MHz > 50 MHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 6 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $22 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $35 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $70 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Γ_G ≤ 0,1 $f \leq 1$ GHz Γ_G ≤ 0,2 2 GHz ≤ $f \leq 6$ GHz R&S NRV- Z1 **)
	0,1 mW bis < 80 mW	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 6 GHz	$11 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $13 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $22 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $28 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Γ_G ≤ 0,1 $f \leq 1$ GHz Γ_G ≤ 0,2 2 GHz ≤ $f \leq 6$ GHz R&S NRV- Z51 **)
	10 mW bis ≤ 1 W	DC bis 50 MHz > 50 MHz bis 2 GHz > 2 GHz bis 4 GHz > 4 GHz bis 6 GHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $20 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $37 \cdot 10^{-3} \cdot P$ $65 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Γ_G ≤ 0,1 $f \leq 1$ GHz Γ_G ≤ 0,2 2 GHz ≤ $f \leq 6$ GHz NRV- Z51 mit (kaskadiertem) Dämpfungsglied
HF-Reflexionsfaktor Betrag Γ	0 bis 0,5	300 kHz bis 3 GHz > 3 GHz bis 6 GHz	0,0045 Γ ² + 0,005 0,007 Γ ² + 0,012	N-Konnetor 50 Ω, andere Konnetoren erhöhen die Messunsicherheit
HF-Dämpfung Dämpfungsglieder	0 dB bis 40 dB > 40 dB bis 50 dB > 50 dB bis 60 dB	100 kHz bis 6 GHz 100 kHz bis 500 MHz > 500 MHz bis 6 GHz 100 kHz bis 500 MHz > 500 MHz bis 6 GHz	0,09 dB 0,10 dB 0,14 dB 0,15 dB 0,33 dB	L ist die gemessene Dämpfung $\Gamma_{L,DUT}$ ≤ 0,01 $f < 500$ MHz $\Gamma_{L,DUT}$ ≤ 0,05 500 MHz ≤ $f < 6$ GHz
HF-Spannung U_{HF} Quellen mit HF- Spannungsanzeige bezüglich 50 Ω	2,2 μV bis 2 V 2,2 mV bis 2 V	DC bis 1,3 GHz DC bis 6 GHz	$W(U_{HF}) = \frac{W(P)}{2}$	W(P) ist die relative Unsicherheit der gemessenen Leistung an $Z_0 = 50 \Omega$, andere Konnetoren erhöhen die Messunsicherheit
HF-Spannung U_{HF} Messgeräte und Empfänger mit HF- Spannungsanzeige bezüglich 50 Ω	0,7 μV bis 2 V	DC bis 6 GHz		
HF-Stromstärke, Stromzangen	100 μA bis 50 mA	40 Hz bis 10 MHz > 10 MHz bis 30 MHz > 30 MHz bis 65 MHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $18 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $20 \cdot 10^{-6} \cdot f^2$	Tektronix 015-0601-50 I: Messwert f: Frequenz in MHz

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15019-01-00

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
HF-Leistung Rauschanzeige von Empfängern	DC bis 6 GHz	VDI/ VDE/ DGQ/ DKD 2622-11:2003 Abs. 3.2.14	1,6 dB	Leistungen > - 170 dBm (Hz)
Signalpegeldifferenz	0 dBc bis 100 dBc	100 Hz bis 6 GHz	1,3 dB	SNR ≥ 12 dB
Bandbreite Filter	1 Hz bis 10 MHz	VDI/ VDE/ DGQ/ DKD 2622-11:2003 Abs. 3.2.6 bis 3.2.8	0,5 %	Signal zu Rausch-Abstand SNR ≥ 70 dB
Formfaktor	> 1:1 bis 5:1 > 5:1 bis 10:1 > 10:1 bis 20:1		3 % 6 % 12 %	Signal zu Rausch-Abstand SNR ≥ 15 dB
Umschaltabweichung			0,02 %	
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
Eingangssab- schwächer oder ZF-Verstärkung	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)
Absolutdruck p_{abs}	0,05 bar bis 2 bar	DIN EN 837 Teil 1-3: 1997 DKD-R 6-1: 2014 EURAMET/cg-17/v.02	$81 \cdot 10^{-6} \cdot p_{abs}$, jedoch nicht kleiner als 80 µbar	Druckmedium: Gas
	> 2 bar bis 20 bar		$81 \cdot 10^{-6} \cdot p_{abs}$, jedoch nicht kleiner als 0,8 mbar	Kalibriermethode: $p_{abs} = p_e + p_{amb}$
	> 20 bar bis 201 bar		$0,31 \cdot 10^{-3} \cdot p_{abs}$, jedoch nicht kleiner als 38 mbar	Die Messunsicherheit des Barometers ist noch zu berücksichtigen.
	1 bar; 2 bar bis 701 bar	DIN EN 837 Teil 1-3: 1997 DKD-R 6-1: 2014 EURAMET/cg-17/v.02	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot p_{abs}$, jedoch nicht kleiner als 1,3 mbar	Druckmedium: Öl Referenzwert ($p_{abs} = p_{amb}$) Kalibriermethode: $p_{abs} = p_e + p_{amb}$ Die Messunsicherheit des Barometers ist noch zu berücksichtigen.
Negativer und positiver Überdruck p_e	-1 bar bis 0 bar	DIN EN 837 Teil 1-3: 1997 DKD R 6-1: 2014 EURAMET/cg-17/v.02	0,20 mbar	Druckmedium: Gas
	> 0 bar bis 1 bar		0,20 mbar	
	> 1 bar bis 19 bar		$81 \cdot 10^{-6} \cdot p_e$, jedoch nicht kleiner als 0,6 mbar	
	> 19 bar bis 200 bar		$0,31 \cdot 10^{-3} \cdot p_e$, jedoch nicht kleiner als 38 mbar	
Negativer und positiver Überdruck p_e	0 bar; 1 bar bis 700 bar	DIN EN 837 Teil 1-3: 1997 DKD R 6-1: 2014 EURAMET/cg-17/v.02	$0,19 \cdot 10^{-3} \cdot p_e$, jedoch nicht kleiner als 1,3 mbar	Druckmedium: Öl Referenzwert ($p_e = 0$ bar)

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

**) 2,92 mm Konnektor

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

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAKKS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.