

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

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

Gültigkeitsdauer: 21.12.2017 bis 02.07.2022

Ausstellungsdatum: 21.12.2017

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
	Dipl.-Phys. Marc Renz
	B. Sc. Katharina Schreck
	M. Sc. Ludwig Schaidhammer

Akkreditiert als Kalibrierlabor seit: 05.08.1997

Kalibrierungen in den Bereichen:

Elektrische Messgrößen

- Gleichstrom- und Niederfrequenzmessgrößen
- Gleich- und Wechselspannung ^{a)}
 - Gleich- und Wechselstromstärke ^{a)}
 - Hochspannungsmessgrößen ^{a)}
 - Gleich- und Wechselstromwiderstand ^{a)}
 - Ladung
 - Elektrische Leistung ^{a)}
 - Induktivität und Kapazität ^{a)}
- Zeit und Frequenz
- Zeitintervall ^{a)}
 - Frequenz und Drehzahl ^{a)}

Thermodynamische Messgrößen

- Temperaturmessgrößen
- Widerstandsthermometer ^{c)}
 - Thermopaare, Thermoelemente ^{c)}
 - Direktanzeigende Thermometer
 - Temperaturanzeigergeräte und -simulatoren ^{c)}

Feuchtemessgrößen

- Messgeräte für relative Feuchte

^{a)} auch Vor-Ort-Kalibrierung

^{b)} nur Vor-Ort-Kalibrierung

Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen

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

Dimensionelle Messgrößen

- Länge
- Parallelendmaße ^{c)}
 - Längenmessmittel

Mechanische Messgrößen

- Druck ^{a), c)}
- Kraft ^{a), c)}
- Messgeräte im Kraftfahrzeugwesen (MIK)
- Rollenbremsprüfstände ^{b)}
 - Plattenbremsprüfstände ^{b)}
 - Scheinwerfer-Einstell-Prüfgeräte (SEP) ^{b)}
- Durchflussmessgrößen
- Durchfluss von Gasen ^{a)}

Innerhalb der mit ^{c)} gekennzeichneten Messgrößen/Kalibriergegenstände ist dem Kalibrierlaboratorium, ohne dass es einer vorherigen Information und Zustimmung der DAkks bedarf, die Anwendung der hier aufgeführten Normen/Kalibrierrichtlinien mit unterschiedlichen Ausgabeständen gestattet. Das Kalibrierlaboratorium verfügt über eine aktuelle Liste aller Normen/Kalibrierrichtlinien im flexiblen Akkreditierungsbereich.

¹⁾ 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.

Permanentes Laboratorium

Elektrische Messgrößen - Gleichstrom- und Niederfrequenzmessgrößen

Gleich- und Wechselspannung

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

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 Quellen, Messgeräte	2 mV	10 Hz; 20 Hz; 40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz; 200 kHz; 300 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot U$	<p>U = Messwert. Kalibrierung an AC/DC- TransfERNormal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschlussimpedanz und die Wiederholbarkeit zu berücksichtigen.</p>
		500 kHz	$0,32 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		1 MHz	$0,43 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	6 mV	10 Hz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		20 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz; 200 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		300 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		500 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		1 MHz	$0,22 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	10 mV	10 Hz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		20 Hz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz; 200 kHz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		300 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		500 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		1 MHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	20 mV	10 Hz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		20 Hz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz; 200 kHz	$86 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		300 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		500 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
1 MHz		$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
60 mV	10 Hz	$54 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	20 Hz; 40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	200 kHz; 300 kHz	$46 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	500 kHz	$60 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	1 MHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U$		

¹⁾ 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 Quellen, Messgeräte	100 mV	10 Hz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot U$	U = Messwert. Kalibrierung an AC/DC- TransfERNormal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschlussimpedanz und die Wiederholbarkeit zu berücksichtigen.
		20 Hz; 40 Hz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$34 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 MHz	$53 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	200 mV	10 Hz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz; 40 Hz	$18 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$12 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$33 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	1 MHz	$49 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	600 mV	10 Hz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz; 40 Hz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$11 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$33 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	1 MHz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	1 V	10 Hz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz; 40 Hz	$11 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$7 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
500 kHz		$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
1 MHz		$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$		

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 Quellen, Messgeräte	2 V	10 Hz	$38 \cdot 10^{-6} \cdot U$	U = Messwert. Kalibrierung an AC/DC- TransfERNormal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschlussimpedanz und die Wiederholbarkeit zu berücksichtigen
		20 Hz; 40 Hz	$12 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$7 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$11 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 MHz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	4 V; 6 V	10 Hz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz; 40 Hz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz	$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 MHz	$35 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	8 V; 10 V	10 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		40 Hz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz	$8 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 MHz	$47 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	20 V	10 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
20 Hz		$14 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
40 Hz		$11 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz		$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
100 kHz		$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
200 kHz; 300 kHz		$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
500 kHz		$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
1 MHz		$49 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
12 V; 15 V; 19 V	1 kHz; 10 kHz; 100 kHz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$		

¹⁾ 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 Quellen, Messgeräte	60 V	10 Hz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot U$	U = Messwert. Kalibrierung an AC/DC- Transfornormal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschlussimpedanz und die Wiederholbarkeit zu berücksichtigen
		20 Hz; 40 Hz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		70 kHz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$14 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	100 V	10 Hz; 20 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		40 Hz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		70 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
			$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	200 V	10 Hz	$27 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		40 Hz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz;	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		70 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	600 V	100 kHz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		40 Hz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$14 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		70 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	1000 V	100 kHz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		40 Hz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz		$14 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
50 kHz		$25 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
70 kHz		$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
100 kHz		$42 \cdot 10^{-6} \cdot U$		

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

¹⁾ 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.

Gleich- und Wechselstromstärke

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gleichstromstärke Quellen, Messgeräte	0 pA		12 fA	I = Messwert Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit
	1 pA		$0,85 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	10 pA		$0,53 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	100 pA		$75 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	1 nA		$10 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	10 nA		$5,1 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	> 10 nA bis 100 nA		$4,1 \cdot 10^{-6} \cdot I + 10 \text{ fA}$	
	> 100 nA bis < 1 µA		$1,4 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,21 \text{ pA}$	
	1 µA bis 10 µA		$1,4 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,19 \text{ pA}$	
	> 10 µA bis 100 µA		$1,4 \cdot 10^{-6} \cdot I + 1,8 \text{ pA}$	
	> 100 µA bis 500 µA		$1,1 \cdot 10^{-6} \cdot I + 72 \text{ pA}$	
	> 500 µA bis 5 mA		$0,63 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,42 \text{ nA}$	
	> 5 mA bis 50 mA		$2,2 \cdot 10^{-6} \cdot I - 4,1 \text{ nA}$	
> 50 mA bis 200 mA		$0,56 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,25 \text{ µA}$		
> 200 mA bis 4 A		$8,5 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,39 \text{ µA}$		
> 4 A bis 11 A		$36 \cdot 10^{-6} \cdot I + 67 \text{ µA}$		
> 11 A bis 300 A		$67 \cdot 10^{-6} \cdot I + 92 \text{ µA}$		
Gleichstromstärke Quellen	300 A bis 700 A		$27 \cdot 10^{-6} \cdot I + 2,3 \text{ mA}$	I = Messwert
Gleichstromstärke Stromzangen und Stromzangen- wandler	0 A bis 3000 A	1 bis N Wicklungen	$\sqrt{W_{in}^2 + W_{DUT}^2} \cdot I$ jedoch nicht kleiner als $8 \cdot 10^{-6} \cdot I$ oder 6 nA	W_{in} ist die relative Unsicherheit der Stromstärke der Einfachwicklung. W_{DUT} ist die relative Unsicherheit des Messobjekts im Streifenfeld des stromdurchflossenen Leiters
Wechselstromstärke	100 µA; 200 µA	10 Hz; 20 Hz; 40 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot I$	I = Messwert Die Messunsicherheits- angaben gelten für rein ohmsche Lasten R mit $R \cdot I < 0,5 \text{ V}$. Abweichende Lastbedingungen sowie Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit.
		5 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
		10 kHz	$0,55 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	0,5 mA; 1 mA; 2 mA	10 Hz; 20 Hz; 40 Hz	$34 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		500 Hz; 1 kHz	$28 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		5 kHz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 kHz	$70 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	5 mA; 10 mA; 20 mA	10 Hz; 20 Hz; 40 Hz; 500 Hz, 1 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		5 kHz; 10 kHz	$44 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	50 mA; 100 mA; 200 mA	10 Hz; 20 Hz; 40 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		5 kHz; 10 kHz	$54 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	0,5 A; 1 A; 2 A	20 Hz; 40 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		5 kHz	$49 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 kHz	$58 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	3 A; 5 A; 10 A	20 Hz; 40 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 5 kHz; 10 kHz	$62 \cdot 10^{-6} \cdot I$	

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	10 A bis 120 A	10 Hz bis 1 kHz	$0,30 \cdot 10^{-3} \cdot I - 0,53 \text{ mA}$	
Wechselstromstärke	120 A bis 300 A	10 Hz bis 1 kHz	$0,30 \cdot 10^{-3} \cdot I - 0,53 \text{ mA}$	
	300 A bis 495 A	10 Hz bis 65 Hz	$0,48 \cdot 10^{-3} \cdot I + 11 \text{ mA}$	
		65 Hz bis 100 Hz	$0,49 \cdot 10^{-3} \cdot I + 11 \text{ mA}$	
		100 Hz bis 400 Hz	$0,74 \cdot 10^{-3} \cdot I + 7,7 \text{ mA}$	
		400 Hz bis 1 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4,0 \text{ mA}$	
Stromzangen und Stromzangen- wandler	10 μ A bis 2400 A	1 bis N Wicklungen 10 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz/ N	$\sqrt{W_{in}^2 + W_{DUT}^2} \cdot I$ jedoch nicht kleiner als $90 \cdot 10^{-6} \cdot I$ oder 8 nA	W_{in} ist die relative Unsicherheit der Stromstärke der Einfachwicklung. W_{DUT} ist die relative Unsicherheit des Messobjekts im Streifenfeld des stromdurchflossenen Leiters
Gleichstromstärke Ersatzableitstrom	0,2 μ A bis < 2 μ A	an R_N bis 1 G Ω	$6 \cdot 10^{-3} \cdot I$	Gesamtunsicherheit U abhängig von der rel. Unsicherheit W_R des Kalibrierwiderstands R_N : $U = W_R \cdot I_{EA}$
	2 μ A bis < 20 μ A		$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	20 μ A 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 $W(I_{in})$ der Kalibrierstromstärke
	> 200 pC bis 2 nC		$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot Q + 0,05 \text{ pC}$	
	> 2 nC bis 11 C		$60 \cdot 10^{-6} \cdot Q + 0,5 \text{ pC}$	

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.

Gleich- und Wechselstromwiderstand

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen	
Gleichstromwiderstand	0 Ω	2-Draht Kurzschluss	0,5 mΩ	R = Messwert	
		4-Draht	0,35 μΩ	Kalibrierung von Messgeräten an den Nennwerten der Normale	
	10 μΩ 100 μΩ 1 mΩ 10 mΩ				0,16 · 10 ⁻³ · R
					73 · 10 ⁻⁶ · R
				49 · 10 ⁻⁶ · R	
				21 · 10 ⁻⁶ · R	
	100 mΩ 1 Ω; 10 Ω; 100 Ω; 1 kΩ; 10 kΩ 100 kΩ; 1 MΩ; 10 MΩ; 100 MΩ			5,6 · 10 ⁻⁶ · R	Zwischenwerte oder abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit
0,32 · 10 ⁻⁶ · R					
1,0 · 10 ⁻⁶ · R					
0,59 · 10 ⁻⁶ · R					
0,56 · 10 ⁻⁶ · R					
1 GΩ; 10 GΩ; 100 GΩ; 1 TΩ	Messspannung 100 V oder 1000 V		67 · 10 ⁻⁶ · R		
			72 · 10 ⁻⁶ · R		
10 TΩ; 100 TΩ	Messspannung 1000 V		0,13 · 10 ⁻³ · R		
			0,23 · 10 ⁻³ · R		
Wechselstrom- widerstand (Betrag der Impedanz)	100 μΩ bis 10 kΩ	10 Hz bis 10 kHz	$\sqrt{U_I^2 + U_U^2} \cdot R$	R = Messwert Konstantstrom- verfahren U _I ist die relative Unsicherheit der Kalibrierstromstärke. U _U ist die relative Unsicherheit der gemessenen Spannung am Widerstand	
					0 Ω bis 10 kΩ
	> 10 kΩ bis 110 MΩ	2,3 · 10 ⁻⁹ · R ² /Ω + 2,5 · 10 ⁻³ · R	Direktmessverfahren		
	0 Ω bis 20 kΩ	> 50 Hz bis 100 Hz		1,0 · 10 ⁻³ · R + 2,6 mΩ	2,3 · 10 ⁻⁹ · R ² /Ω + 1,3 · 10 ⁻³ · R
			> 20 kΩ bis 110 MΩ		
	0 Ω bis 50 kΩ	> 100 Hz bis 1 kHz	0,5 · 10 ⁻³ · R + 1,3 mΩ	1,1 · 10 ⁻⁹ · R ² /Ω + 1,2 · 10 ⁻³ · R	
					> 50 kΩ bis 110 MΩ
	0 Ω bis < 50 Ω	> 1 kHz bis 30 kHz	1,1 · 10 ⁻³ · R + 1,2 mΩ	0,5 · 10 ⁻³ · R	
					50 Ω bis 20 kΩ
	> 20 kΩ bis 110 MΩ	> 30 kHz bis 100 kHz	1,1 · 10 ⁻³ · R + 1,2 mΩ	0,5 · 10 ⁻³ · R	
					0 Ω bis 20 Ω
	> 20 Ω bis 20 kΩ				
	> 20 kΩ bis 110 MΩ				

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.

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Wechselstrom-widerstand (Betrag der Impedanz)	0 Ω bis 100 Ω	> 100 kHz bis 300 kHz	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2,2 \text{ m}\Omega$	
	> 100 Ω bis 2 kΩ		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	> 2 kΩ bis 110 MΩ		$4,5 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega + 0,9 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	0 Ω bis 50 Ω	> 300 kHz bis 1 MHz	$1,3 \cdot 10^{-3} \cdot R + 3,2 \text{ m}\Omega$	
	> 50 Ω bis 2 kΩ		$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	> 2 kΩ bis 22 MΩ		$15 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega + 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R$	

Elektrische Leistung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gleichstromleistung	0 W bis 110 kW	0 mV bis 1100 V 0 μA bis 100 A	$\sqrt{W_u^2 + W_i^2} \cdot P$ jedoch nicht kleiner als $44 \cdot 10^{-6} \cdot P + 5 \text{ fW}$	P = Messwert
Wechselstrom-wirkleistung Festwerte	1,5 W; 6 W; 15 W; 60 W; 100 W; 400 W; 500 W; 2000 W	45 Hz bis 65 Hz 50 V oder 200 V 30 mA; 0,3 A; 2 A; oder 10 A; PF = 1	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	P = Messwert PF = Leistungsfaktor (kapazitiv oder induktiv)
			$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	220 W	45 Hz bis 65 Hz 220 V; 1 A PF = 1	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	198 W	PF = 0,9	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	110 W	PF = 0,5	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	22 W	PF = 0,1	$0,91 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	11 W	PF = 0,05	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	Wechselstrom-wirkleistung Bereiche	0,33 W bis 0,73 kW	33 V bis 330 V 45 Hz bis 65 Hz, PF = 1 10 mA bis 2,2 A	
> 0,73 kW bis 3,6 kW		> 2,2 A bis 11 A	$0,42 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
0,5 W bis 0,73 kW		33 V bis 330 V 330 mA bis 2,2 A 45 Hz bis 65 Hz $0,05 \leq PF \leq 1$ kapazitiv	$(0,33 \cdot 10^{-3} \cdot PF^{0,98}) \cdot P$	
			$(0,98 \cdot 10^{-3} \cdot PF^{0,99}) \cdot P$	
0,11 mW bis 21 kW		33 mV bis 1020 V 3,3 mA bis 20,5 A 45 Hz bis 65 Hz; PF = 1	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot P$	

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.

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
bei Zangenabgriff	0,5 W bis 218 kW	33 V bis 330 V 10 mA bis 660 A 45 Hz bis 65 Hz $0,05 \leq PF \leq 1$ 1 bis 60 Wicklungen	$\sqrt{W_{in}^2 + W_{DUT}^2} \cdot P$ jedoch nicht kleiner als $0,30 \cdot 10^{-3} \cdot P$	W_{in} ist die relative Unsicherheit der Wirkleistung der Einfachwicklung. Die relative Unsicherheit des Messobjekts W_{DUT} im Messkreis und im Streifenfeld des stromdurchflossenen Leiters ist zu berücksichtigen
Leistungsfaktor	0 bis 1 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1	33 V bis 330 V 330 mA bis 2,2 A 45 Hz bis 65 Hz 53 Hz 1 A; 90 V	$0,12 \cdot 10^{-3}$	interpolierte Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit
Wechselstrom- blindleistung	0 var bis 3,6 kvar	45 Hz bis 65 Hz	$U_p \cdot var/W$	U_p ist die Unsicherheit der Wirkleistung

Elektrische Messgrößen - Zeit und Frequenz

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

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.

Induktivität und Kapazität

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Induktivität Normale	0 µH		0,03 µH	2-Draht-Kurzschluss L = Messwert
	100 µH	100 Hz	$0,63 \cdot 10^{-3} \cdot L$	Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit
		1 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,22 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
	1 mH	100 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot L$	Betrag der Impedanz 50 mΩ ≤ Z ≤ 11 kΩ
		1 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
		10 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot L$	
10 mH	100 Hz; 1 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot L$	kleinste angebbare Festwert- Messunsicherheiten bei direkter Messung oder Substitution an GR 1482 oder baugleich	
100 mH	10 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot L$		
	100 Hz; 1 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot L$		
1 H	100 Hz; 1 kHz	$0,25 \cdot 10^{-3} \cdot L$		
Kapazität Normale	0 pF		0,2 pF	Leerlauf
	1 pF	1 kHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot C$	C = Messwert Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit
		10 kHz	$0,31 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	10 pF	1 kHz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot C$	Betrag der Impedanz 1 Ω ≤ Z ≤ 110 MΩ
		10 kHz; 100 kHz	$62 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
		1 MHz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	100 pF	1 kHz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot C$	kleinste angebbare Festwert- Messunsicherheiten bei direkter Messung oder Substitution an GR 1403 / 1404 / 1409 oder baugleich
	1 nF	1 kHz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot C$	
		100 kHz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
	10 nF	100 Hz	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot C$	
1 kHz		$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
10 kHz		$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
100 nF	100 Hz; 1 kHz; 10 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
1 µF	100 Hz; 1 kHz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot C$		
	10 kHz	$0,20 \cdot 10^{-3} \cdot C$		

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.

Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen – Hochfrequenzmessgrößen

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
Oszilloskop horizontal	25 ps bis 40 s		$0,12 \cdot 10^{-6} \cdot T + 0,1 \text{ ps}$	T: Messwert
Bandbreite	20 kHz bis 100 MHz	0,2 V bis 3 V	$12 \cdot 10^{-3} \cdot f$	T-Abgriff
	40 Hz bis 550 MHz	0,1 V bis 3 V	$24 \cdot 10^{-3} \cdot f$	f: Messwert
	> 550 MHz bis 1,1 GHz		$30 \cdot 10^{-3} \cdot f$	Wavetek 9500
	> 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	30 ps bis 45 ps	0,1 V bis 3 V	5 ps	Fluke 9500/9550
	> 45 ps bis 1 ms		$10 \cdot 10^{-3} \cdot T + 3 \text{ ps}$	
	70 ps bis 85 ps	0,1 V bis 3 V	$78 \cdot 10^{-3} \cdot T$	errechnet aus der 3 dB Bandbreite T: Messwert
	> 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		$0,2 \cdot 10^{-6} \cdot f$	
Pulsmessgrößen Anstiegszeit (z.B. Oszilloskop- kalibrator)	15 ps bis 10 ns	0,1 V bis 40 V in 50 Ω	$10 \cdot 10^{-3} \cdot T + 3 \text{ ps}$	Tektronix CSA8000/80E01 ext. Triggersignal erforderlich
	160 ps bis 10 ms	0,1 V bis 2 V in 50 Ω	$30 \cdot 10^{-3} \cdot T + 30 \text{ ps}$	Agilent 54854
Burst-Generator Ausgangsspannung Spitzenwert U_s	100 V bis 4 kV	unter 50 Ω oder 1 kΩ Last	$48 \cdot 10^{-3} \cdot U_s$	
Anstiegszeit und Impulsdauer T_r	3 ns bis 1 μs		$41 \cdot 10^{-3} \cdot T_r$	
Burstdauer und Burstperiode T	10 μs bis 1 s		$5 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
Impulsfrequenz f	100 Hz bis 500 kHz		$1 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
ESD-Generator Anstiegszeit t_r der Spitzenstromstärke	300 ps bis 3 ns		$3 \% \cdot t_r + 40 \text{ ps}$	
Entladestromstärke I	1,5 A bis 35 A		$4,3 \% \cdot I + 0,15 \text{ A}$	
Stoßspannungs- generator Stirnzeit $t_{r,Us}$ der Leerlaufspannung	15 ns bis 100 ms		$3 \% \cdot t_{r,Us} + 1 \text{ ns}$	
	Stirnzeit $t_{r,Is}$ der Kurzschluss- stromstärke	100 ns bis 100 ms	$3 \% \cdot t_{r,Is} + 2 \text{ ns}$	

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
Rückenhalfwertszeit 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		$6,1\% \cdot U_S$	
Scheitelwert der Kurzschluss- stromstärke I_S	10 A bis 10 kA		$6,2\% \cdot I_S$	
HF-Leistung Eingangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungs- Messgeräten	100 pW bis < 10 nW	DC bis 2 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,07$ DC < f < 2 GHz
		> 2 GHz bis 4 GHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$36 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10 nW bis < 1 μ W	DC bis 50 MHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,1$ 2 GHz $\leq f$ < 4 GHz
		> 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 μ W	> 12 GHz bis 18 GHz	$33 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,13$ 12 GHz $\leq f$ < 18 GHz R&S NRVC mit (kaskadiertem) Dämpfungsglied **)
		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	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1 μ W bis < 0,1 W	> 4 GHz bis 12 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Erläuterung: siehe letzte Seite
		> 12 GHz bis 18 GHz	$53 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		DC bis 50 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 50 MHz bis 2 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	0,1 μ W bis 0,1mW	> 2 GHz bis 4 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,07$ DC < f < 4 GHz $ \Gamma_L \leq 0,09$ 4 GHz $\leq f$ < 12 GHz $ \Gamma_L \leq 0,11$ 12 GHz $\leq f$ < 26,5 GHz $ \Gamma_L \leq 0,13$ 26,5 GHz $\leq f$ < 40 GHz NRV- Z15 ***)
		> 4 GHz bis 12 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$26 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		DC bis 50 MHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
> 50 MHz bis 4 GHz		$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
> 4 GHz bis 12 GHz		$33 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
> 12 GHz bis 26,5GHz	$43 \cdot 10^{-3} \cdot P$			
> 26,5 GHz bis z	$45 \cdot 10^{-3} \cdot P$			
> 32 GHz bis 32 GHz 40 GHz	$55 \cdot 10^{-3} \cdot P$			

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

¹⁾ 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	10 fW bis < 1 pW	DC bis 50 MHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,07$
		> 50 MHz bis 2 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	DC < f < 2 GHz
		> 2 GHz bis 4 GHz	$22 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,1$
		> 4 GHz bis 12 GHz	$33 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$2 \text{ GHz} \leq f < 4 \text{ GHz}$
		> 12 GHz bis 18 GHz	$68 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,11$
	1 pW bis < 100 pW	DC bis 50 MHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$4 \text{ GHz} \leq f < 12 \text{ GHz}$
		> 50 MHz bis 2 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_L \leq 0,13$
		> 2 GHz bis 4 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$12 \text{ GHz} \leq f < 18 \text{ GHz}$
		> 4 GHz bis 12 GHz	$30 \cdot 10^{-3} \cdot P$	R&S NRV-Z51 **)
		> 12 GHz bis 18 GHz	$67 \cdot 10^{-3} \cdot P$	mit (kaskadiertem) Dämpfungsglied **)
	100 pW bis < 10 nW	DC bis 50 MHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Erläuterung: siehe letzte Seite
		> 50 MHz bis 2 GHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$28 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$39 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10 nW bis < 1 µW	DC bis 50 MHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 50 MHz bis 2 GHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$24 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 12 GHz bis 18 GHz	$36 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
100 nW bis < 10 µW	DC bis 50 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 50 MHz bis 2 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 2 GHz bis 4 GHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 4 GHz bis 12 GHz	$26 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 12 GHz bis 18 GHz	$66 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
1 µW bis < 0,1 mW	DC bis 50 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 50 MHz bis 2 GHz	$15 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 2 GHz bis 4 GHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 4 GHz bis 12 GHz	$23 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 12 GHz bis 18 GHz	$30 \cdot 10^{-3} \cdot P$		

¹⁾ 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 Ausgangsleistung und Kalibrierungs- faktor von HF-Quellen	0,1 pW bis < 10 pW	50 MHz	$27 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,2$ $2 \text{ GHz} \leq f < 12 \text{ GHz}$
		10 MHz bis 2 GHz	$30 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 3 GHz	$36 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10 pW bis < 1 nW	50 MHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,3$ $12 \text{ GHz} \leq f < 18 \text{ GHz}$ selektives Messsystem Agilent N5531S-518 **)
		10 MHz bis 2 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 3 GHz	$32 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1 nW bis 80 mW	50 MHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Erläuterung: siehe letzte Seite
		10 MHz bis 2 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 2 GHz bis 4 GHz	$29 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		> 4 GHz bis 12 GHz	$50 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	0,1 pW bis < 10 pW	50 MHz	$29 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,1$ $f \leq 2 \text{ GHz}$
		30 MHz bis 3 GHz	$35 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	10 pW bis < 1 nW	50 MHz	$24 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ \Gamma_G \leq 0,2$ $2 \text{ GHz} \leq f < 12 \text{ GHz}$ $ \Gamma_G \leq 0,3$ $4 \text{ GHz} \leq f < 26,5 \text{ GHz}$
		30 MHz bis 3 GHz	$31 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	1 nW bis 80 mW	50 MHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Agilent N5531S-526 ***)
30 MHz bis 4 GHz		$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
> 4 GHz bis 12 GHz		$38 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
1 mW	> 12 GHz bis 26,5 GHz	$93 \cdot 10^{-3} \cdot P$	Substitution	
	> 26,5 GHz bis 40 GHz			
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 12GHz	$32 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 12 GHz bis 26,5 GHz	$54 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 26,5 GHz bis 32 GHz	$67 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
	> 32 GHz bis 40 GHz	$90 \cdot 10^{-3} \cdot P$		
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	$29 \cdot 10^{-3} \cdot P$		

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

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

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

Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen - Optische Messgrößen

Radiometrie

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

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.

Mechanische Messgrößen – Druck

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

¹⁾ 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.

Mechanische Messgrößen – Durchflussmessgrößen

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

Mechanische Messgrößen – Kraft

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Kraft Messgeräte und Aufnehmer ^{c)}	50 N bis 50 kN	Zug- und Druckkraft nach DKD-R 3-3:2010	0,05 %	

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.

Thermodynamische Messgrößen - Temperaturmessgrößen

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Temperatur Widerstandsther- mometer, auch direktanzeigend	0,01 °C	DAkks-DKD-R 5-1:2010 Wassertripelpunkt	15 mK	Vergleich mit Normalwiderstands- thermometern
	-80 °C bis < -40 °C	DAkks-DKD-R 5-1:2010	45 mK	
	-40 °C bis < 0 °C	Ethanolbad	25 mK	
	0 °C bis 100 °C	DAkks-DKD-R 5-1:2010 Silikonölbäder	20 mK	
	> 100 °C bis 180 °C		25 mK	
	> 180 °C bis 200 °C		35 mK	
	> 200 °C bis 300 °C		$23 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,005 \text{ K}$	
	> 300 °C bis 400 °C	80 mK	DAkks-DKD-R 5-1:2010 Metallblockkalibrator	
> 400 °C bis 650 °C				
Nichtedelmetall- Thermoelemente, auch direktanzeigend c)	-80 °C bis < -35 °C	DAkks-DKD-R 5-3:2010	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,13 \text{ K}$	Vergleich mit Normalwiderstandsthe- rmetern
	-35 °C bis < 0 °C	Ethanolbad	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,09 \text{ K}$	
	0 °C bis 35 °C	Silikonölbäder	$0,9 \cdot 10^{-3} \text{ K}$	
	> 35 °C bis 300 °C		$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,07 \text{ K}$	
	> 300 °C bis 400 °C	DAkks-DKD-R 5-3:2010	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,27 \text{ K}$	Vergleich gegen Normal-TE
	> 400 °C bis 650 °C	Metallblockkalibrator		
> 650 °C bis 1200 °C	Keramikblockkalibrator	$3,8 \cdot 10^{-3} \cdot T$		
Edelmetall- Thermoelemente, auch direktanzeigend c)	0 °C bis 35 °C	DAkks-DKD-R 5-3:2010	0,21 K	Vergleich mit Normalwiderstands- thermometern
	> 35 °C bis 300 °C	Silikonölbäder	$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,2 \text{ K}$	
	> 300 °C bis 400 °C	DAkks-DKD-R 5-3:2010		
	> 400 °C bis 650 °C	Metallblockkalibrator	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,19 \text{ K}$	Vergleich gegen Normal-TE
	> 650 °C bis 1200 °C	DAkks-DKD-R 5-3:2010 Keramikblockkalibrator	$3,8 \cdot 10^{-3} \cdot T$	
Temperaturanzeige geräte und - Simulatoren für Widerstands- thermometer Pt100 Pt25 Pt500 Pt1000 Nichtedelmetall-TE (ohne Vergleichs- stellenkompensation) Typ K Typ J Typ T Typ E Typ E Typ N Typ N	-199 °C	DAkks-DKD-R 5-5:2010 Artefaktkalibrierung	1,0 mK	
	0 °C		2,4 mK	
	237 °C		4,8 mK	
	-200 °C bis 800 °C	DAkks-DKD-R 5-5:2010 Vergleich mit Kalibrator oder hochauflösendem DMM	$12 \cdot 10^{-6} \cdot T + 4 \text{ mK}$	
	Pt25		2,3 mK	
	> -150 °C bis 800 °C		$19 \cdot 10^{-6} \cdot T + 10 \text{ mK}$	
	Pt500		$13 \cdot 10^{-6} \cdot T + 3,5 \text{ mK}$	
	> -150 °C bis 800 °C		$18 \cdot 10^{-6} \cdot T + 5,4 \text{ mK}$	
	Pt1000		$17 \cdot 10^{-6} \cdot T + 3,8 \text{ mK}$	
	-200 °C bis < 0 °C		$85 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ mK}$	
	0 °C bis 1300 °C		$5,7 \cdot 10^{-9} \cdot T^2 + 0,17 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ mK}$	
	-200 °C bis < 0 °C		$61 \cdot 10^{-3} \cdot T + 8 \text{ mK}$	
	0 °C bis 1200 °C		$5,6 \cdot 10^{-3} \cdot T + 8 \text{ mK}$	
	-200 °C bis < 0 °C		$80 \cdot 10^{-3} \cdot T + 11 \text{ mK}$	
	0 °C bis 1000 °C		11 mK	
-200 °C bis < 0 °C	$56 \cdot 10^{-3} \cdot T + 7 \text{ mK}$			
0 °C bis 1000 °C	$4,4 \cdot 10^{-3} \cdot T + 7 \text{ mK}$			
-200 °C bis < 0 °C	$12 \cdot 10^{-3} \cdot T + 16 \text{ mK}$			
0 °C bis 1300 °C	$12 \cdot 10^{-9} \cdot T^2 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot T + 16 \text{ mK}$			

¹⁾ 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
Edelmetall-TE (ohne Vergleichsstellenkompensation) Typ R / S Typ B	0 °C bis 500 °C	DAKKS-DKD-R 5-5:2010 Vergleich mit Kalibrator oder hochauflösendem DMM	$-64 \cdot 10^{-6} \cdot T + 75 \text{ mK}$	
	> 500 °C bis 1768 °C		45 mK	
	0 °C bis 1200 °C		$26 \cdot T^{0,85}$	
	> 1200 °C bis 1820 °C		60 mK	
Temperaturanzeigergeräte und -Simulatoren für Thermoelemente (mit Vergleichsstellenkompensation)	-200 °C bis 1500 °C	DAKKS-DKD-R 5-5:2010 Vergleich mit Kalibrator oder hochauflösendem DMM (Verwendung von kalibrierter Ausgleichsleitung)	$\sqrt{U_{TC}^2 + (0,06 K)^2}$	

Thermodynamische Messgrößen - Feuchtemessgrößen

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Taupunkttemperatur	2 °C bis 29 °C	QMH, 17-XIV:2014 Umgebungstemperatur: 20 °C bis 30 °C Taupunkttemperatur ≥ 2 °C	0,4 K	Vergleich mit Taupunktspiegel im Klimaschrank
	0 °C bis 29 °C		0,2 K	im Klimagenerator
relative Luftfeuchte	20 % bis 40 %	QMH, 17-XIV:2014 20 °C bis 30 °C	1,5 %	Messunsicherheit aus-
	> 40 % bis 60 %		2,0 %	gedrückt in rel. Feuchte
	> 60 % bis 80 %		2,5 %	Vergleich mit Tauspiegel
	> 80 % bis 90 %		3,0 %	im Klimaschrank
	20 % bis 40 %		0,7 %	im Klimagenerator
	> 40 % bis 60 %		1,0 %	
	> 60 % bis 90 %		1,5 %	
	22 % bis 40 %	QMH, 17-XIV:2014 Umgebungstemperatur 23 °C	0,9 %	Erweiterte Messkammer
> 40 % bis 60 %		1,3 %	im Klimagenerator	
> 60 % bis 90 %		1,7 %		

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

Gleichstrom- und Niederfrequenzmessgrößen

Gleich- und Wechselspannung

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gleichspannung	0 V		35 nV	Kurzschlussbrücke
	0 V bis 1 V	linearer Step-Up/Down	$0,46 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,18 \mu\text{V}$	$U = \text{Messwert}$
	> 1 V bis 10 V		$0,18 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,67 \mu\text{V}$	
	> 10 V bis 100 V		$0,28 \cdot 10^{-6} \cdot U - 0,34 \mu\text{V}$	
> 100 V bis 1050 V	$0,24 \cdot 10^{-6} \cdot U + 64 \mu\text{V}$			
Hochspannung Quellen	1 kV bis 10 kV		$7,9 \cdot 10^{-6} \cdot U + 17 \text{ mV}$	$U = \text{Messwert}$
	> 10 kV bis 60 kV		$46 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,95 \text{ V}$	
Wechselspannung Quellen, Messgeräte	2 mV bis 10 mV	10 Hz; 12,5 Hz	$26 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,11 \mu\text{V}$	$U = \text{Messwert}$ Kalibrierung am Josephson- Voltmeter. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Lastimpedanz und die Wiederhol- barkeit noch zu berücksichtigen.
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz	$28 \cdot 10^{-6} \cdot U + 23 \text{ nV}$	
		48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,11 \mu\text{V}$	
		625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,12 \mu\text{V}$	
	> 10 mV bis 60 mV	10 Hz; 12,5 Hz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,19 \mu\text{V}$	
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz	$8,6 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,16 \mu\text{V}$	
		48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,16 \mu\text{V}$	
		625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$9,1 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,16 \mu\text{V}$	
	> 60 mV bis 7,2 V	10 Hz; 12,5 Hz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,14 \mu\text{V}$	
		20 Hz; 25 Hz; 30 Hz; 37,5 Hz; 40 Hz; 75 Hz; 80 Hz; 125 Hz; 312,5 Hz; 375 Hz	$2,2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,16 \mu\text{V}$	
		48 Hz; 60 Hz; 62,5 Hz	$4,2 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,14 \mu\text{V}$	
		625 Hz; 937,5 Hz; 1 kHz	$1,4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,16 \mu\text{V}$	
Wechselspannung Quellen, Messgeräte	2 mV	10 Hz; 20 Hz; 40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz; 200 kHz; 300 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot U$	$U = \text{Messwert}$
		500 kHz	$0,32 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	6 mV	1 MHz	$0,43 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		10 Hz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		20 Hz	$0,14 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz; 200 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
Wechselspannung Quellen, Messgeräte	6 mV	300 kHz	$0,15 \cdot 10^{-3} \cdot U$	$U = \text{Messwert}$ Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit. Kalibrierung an AC/DC-Transfer-
		500 kHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U$	

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
	10 mV	1 MHz	$0,22 \cdot 10^{-3} \cdot U$	normal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschlussimpedanz und die Wiederholbarkeit zu berücksichtigen
		10 Hz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		20 Hz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz; 200 kHz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		300 kHz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		500 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		1 MHz	$0,21 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	20 mV	10 Hz	$0,12 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		20 Hz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz; 200 kHz	$86 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		300 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		500 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		1 MHz	$0,17 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	60 mV	10 Hz	$54 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz; 40 Hz; 55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$46 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$60 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 MHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	100 mV	10 Hz	$22 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz; 40 Hz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
500 kHz		$34 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
1 MHz		$53 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
200 mV	10 Hz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	20 Hz; 40 Hz	$18 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	55 Hz; 120 Hz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$		

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 Quellen, Messgeräte	200 mV	400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$12 \cdot 10^{-6} \cdot U$	<i>U</i> = Messwert Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit. Kalibrierung an AC/DC-Transfer- normal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschluss- impedanz und die Wiederholbarkeit zu berücksichtigen
		100 kHz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$23 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$33 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 MHz	$49 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	600 mV	10 Hz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz; 40 Hz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$11 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$21 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$33 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	1 V	1 MHz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		10 Hz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz; 40 Hz	$11 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$7 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	2 V	1 MHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		10 Hz	$38 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz; 40 Hz	$12 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$7 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$11 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	4 V; 6 V	1 MHz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		10 Hz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
20 Hz; 40 Hz		$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz		$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
200 kHz; 300 kHz		$21 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
500 kHz		$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
1 MHz		$35 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
8 V; 10 V	1 MHz	$35 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	10 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	20 Hz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	40 Hz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz; 100 kHz	$8 \cdot 10^{-6} \cdot U$		

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 Quellen, Messgeräte	8 V; 10 V	200 kHz; 300 kHz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	<i>U</i> = Messwert Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit. Kalibrierung an AC/DC-Transfer- normal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschluss- impedanz und die Wiederholbarkeit zu berücksichtigen
		500 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 MHz	$47 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	20 V	10 Hz	$29 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		20 Hz	$14 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		40 Hz	$11 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 70 kHz	$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz; 300 kHz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		500 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		1 MHz	$49 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		12 V; 15 V; 19 V 60 V	1 kHz; 10 kHz; 100 kHz	
	10 Hz		$23 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	20 Hz; 40 Hz		$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	55 Hz; 120 Hz		$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz		$9 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	70 kHz		$10 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	100 kHz		$14 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	200 kHz; 300 kHz		$22 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	100 V	10 Hz; 20 Hz	$19 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		40 Hz	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		70 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		100 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 kHz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		200 V	10 Hz	
	20 Hz		$21 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	40 Hz		$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	55 Hz; 120 Hz		$15 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	400 Hz; 500 Hz; 1 kHz;		$13 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
70 kHz	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
100 kHz	$31 \cdot 10^{-6} \cdot U$			
600 V	40 Hz	$17 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz	$14 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	1 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	70 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
	100 kHz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot U$		

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 Quellen, Messgeräte	1000 V	40 Hz	$16 \cdot 10^{-6} \cdot U$	U = Messwert Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit. Kalibrierung an AC/DC-Transfer- normal. Bei der Kalibrierung von Messgeräten sind der Einfluss der Last-/ Anschluss- impedanz und die Wiederholbarkeit zu berücksichtigen
		55 Hz; 120 Hz; 400 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 10 kHz; 20 kHz	$14 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		50 kHz	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	70 kHz	$32 \cdot 10^{-6} \cdot U$		
		100 kHz	$42 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
Hochspannung Quellen	1 kV bis 10 kV	10 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2 V$ $0,34 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,6 V$ $1,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,9 V$	
	> 10 kV bis 40 kV	10 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,7 V$ $0,43 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2,1 V$ $1,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 V$	
Messgeräte	1 kV bis 10 kV	45 Hz bis 65 Hz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2 V$	
	> 10 kV bis 30 kV		$0,10 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,7 V$	
Rechteckspannung	5 mV bis 220 mV	1 Hz bis 10 kHz	$10 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,36 \mu V$ $+ 6,4 \cdot 10^{-9} V/Hz \cdot f$	Abtastverfahren an 10 M Ω Last. Bereichsangabe in Spannung Spitze- Spitze. U = Betragsspitze der Spannung f = Frequenz Der Zusatzeinfluss abweichender Lastbedingungen (wie z. B. 50 Ω oder 1 M Ω ist zu berücksichtigen).
	> 220mV bis 2,2 V		$9,3 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,35 \mu V$ $+ 7,0 \cdot 10^{-9} V/Hz \cdot f$	
	> 2,2 V bis 22 V		$9,3 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,58 \mu V$ $+ 14 \cdot 10^{-9} V/Hz \cdot f$	
	> 22 V bis 220 V		$12 \cdot 10^{-6} \cdot U + 35 \mu V$ $+ 75 \cdot 10^{-9} V/Hz \cdot f$	
Wechselspannung Amplitudenparameter	5 mV bis 5 V	DC bis 10 MHz > 10 MHz bis 100 MHz > 100 MHz bis 300 MHz > 300 MHz bis 1 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,2 \mu V$ $37 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,5 \mu V$ $44 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,4 \mu V$ $70 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Oszilloskop als Normal U = Messwert
	> 5 V bis 50 V	DC bis 2 kHz > 2 kHz bis 10 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \mu V$ $25 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,7 \mu V$	

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.

Gleich- und Wechselstromstärke

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gleichstromstärke	0 pA 1 pA 10 pA 100 pA 1 nA 10 nA		12 fA $0,85 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,53 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $75 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $10 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $5,2 \cdot 10^{-6} \cdot I$	I = Messwert Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit.
	> 10 nA bis < 100 nA		$4,2 \cdot 10^{-6} \cdot I + 10 \text{ fA}$	
	100 nA bis < 1 µA		$1,5 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,20 \text{ pA}$	
	1 µA bis 10 µA		$1,5 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,20 \text{ pA}$	
	> 10 µA bis 100 µA		$1,3 \cdot 10^{-6} \cdot I + 5,0 \text{ pA}$	
	> 100 µA bis 1 mA		$2,2 \cdot 10^{-6} \cdot I + 62 \text{ pA}$	
	> 1 mA bis 5 mA		$1,3 \cdot 10^{-6} \cdot I - 1,1 \text{ nA}$	
	> 5 mA bis 50 mA		$2,2 \cdot 10^{-6} \cdot I - 4,1 \text{ nA}$	
	> 50 mA bis 200 mA		$0,56 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,25 \text{ µA}$	
	> 200 mA bis 4 A		$8,5 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,39 \text{ µA}$	
	> 4 A bis 11 A		$36 \cdot 10^{-6} \cdot I + 67 \text{ µA}$	
	> 11 A bis 100 A		$67 \cdot 10^{-6} \cdot I + 92 \text{ µA}$	
	Messgeräte	> 100 A bis 300 A		
300 A bis 700 A			$27 \cdot 10^{-6} \cdot I + 2,3 \text{ mA}$	
Gleichstromstärke Stromzangen und Stromzangen- wandler	0 A bis 3000 A	1 bis N Wicklungen	$\sqrt{W_{in}^2 + W_{DUT}^2} \cdot I$ jedoch nicht kleiner als $8 \cdot 10^{-6} \cdot I$ oder 6 nA	W_{in} ist die relative Unsicherheit der Stromstärke der Einfachwicklung. W_{DUT} ist die relative Unsicherheit des Messobjekts im Streufeld des stromdurchflossenen Leiters
Wechselstromstärke	100 µA; 200 µA	10 Hz; 20 Hz; 40 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$0,11 \cdot 10^{-3} \cdot I$	I = Messwert
		5 kHz	$0,29 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
		10 kHz	$0,55 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	0,5 mA; 1 mA; 2 mA	10 Hz; 20 Hz; 40 Hz	$34 \cdot 10^{-6} \cdot I$	Die Messunsicherheitsangaben gelten für rein ohmsche Lasten R mit $R \cdot I < 0,5 \text{ V}$.
		500 Hz; 1 kHz	$28 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		5 kHz	$50 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	5 mA; 10 mA; 20 mA	10 Hz; 20 Hz; 40 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$30 \cdot 10^{-6} \cdot I$	Abweichende Lastbedingungen sowie
		5 kHz; 10 kHz	$44 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	50 mA; 100 mA; 200 mA	10 Hz; 20 Hz; 40 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot I$	Zwischenwerte erhöhen die Messunsicherheit.
		5 kHz; 1 kHz	$54 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	0,5 A; 1 A; 2 A	20 Hz; 40 Hz; 500 Hz; 1 kHz	$37 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		5 kHz	$49 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
		10 kHz	$58 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
3 A; 5 A; 10 A	20 Hz; 40 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 5 kHz; 10 kHz	$62 \cdot 10^{-6} \cdot I$		

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	10 A bis 120 A	10 Hz bis 1 kHz	$0,30 \cdot 10^{-3} \cdot I - 0,53 \text{ mA}$	
	120 A bis 300 A	10 Hz bis 1 kHz	$0,30 \cdot 10^{-3} \cdot I - 0,53 \text{ mA}$	
	300 A bis 495 A	10 Hz bis 65 Hz	$0,48 \cdot 10^{-3} \cdot I + 11 \text{ mA}$	
		65 Hz bis 100 Hz	$0,49 \cdot 10^{-3} \cdot I + 11 \text{ mA}$	
		100 Hz bis 400 Hz	$0,74 \cdot 10^{-3} \cdot I + 7,7 \text{ mA}$	
	400 Hz bis 1 kHz	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4,0 \text{ mA}$		
Stromzangen und Zangenstrom- wandler	10 μA bis 2400 A	1 bis N Wicklungen 10 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 10 kHz/N	$\sqrt{W_{in}^2 + W_{DUT}^2} \cdot I$ jedoch nicht kleiner als $90 \cdot 10^{-6} \cdot I$ oder 8 nA	W_{in} ist die relative Unsicherheit der Stromstärke der Einfachwicklung. W_{DUT} ist die relative Unsicherheit des Messobjekts im Strefeld des stromdurchflossen en Leiters
Gleichstromstärke Ersatzableitstrom	0,2 μA bis < 2 μA	an R_N bis 1 G Ω	$6 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	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 s, Dauer t und Anstiegszeiten $t_A \leq 10 \mu\text{s}$ als Produkt $Q = I \cdot t$; Gesamtunsicherhei t errechnet aus der rel. Unsicherheit $W(I_{in})$ der Kalibrierstrom- stärke
	> 200 pC bis 2 nC		$0,33 \cdot 10^{-3} \cdot Q + 0,05 \text{ pC}$	
	> 2 nC bis 11 C		$60 \cdot 10^{-3} \cdot Q + 0,5 \text{ pC}$	

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.

Gleich- und Wechselstromwiderstand

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Gleichstromwiderstand	0 Ω	2-Draht Kurzschluss	0,5 mΩ	R = Messwert Kalibrierung von Messgeräten an den Nennwerten der Normale. Zwischenwerte oder abweichende Messbedingungen erhöhen die Messunsicherheit.
		4-Draht	0,35 μΩ	
	10 μΩ bis < 100 mΩ 10 μΩ 100 μΩ 1 mΩ 10 mΩ		0,16 · 10 ⁻³ · R 71 · 10 ⁻⁶ · R 49 · 10 ⁻⁶ · R 21 · 10 ⁻⁶ · R	
	100 mΩ bis < 1 GΩ 100 mΩ 1 Ω; 10 Ω; 100 Ω; 1 kΩ; 10 kΩ 100 kΩ; 1 MΩ; 10 MΩ; 100 MΩ		5,6 · 10 ⁻⁶ · R 0,43 · 10 ⁻⁶ · R 1,0 · 10 ⁻⁶ · R 0,60 · 10 ⁻⁶ · R 0,57 · 10 ⁻⁶ · R 1,4 · 10 ⁻⁶ · R 1,5 · 10 ⁻⁶ · R 4,2 · 10 ⁻⁶ · R 11,2 · 10 ⁻⁶ · R	
	1 GΩ bis 120 TΩ 1 GΩ; 10 GΩ; 100 GΩ; 1 TΩ	Messspannung 100 V oder 1000 V	88 · 10 ⁻⁶ · R 0,13 · 10 ⁻³ · R 0,24 · 10 ⁻³ · R	
> 1 TΩ bis 120 TΩ 10 TΩ; 100 TΩ	Messspannung 1000 V	0,48 · 10 ⁻³ · R 1,87 · 10 ⁻³ · R		
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	100 μΩ bis 10 kΩ	10 Hz bis 10 kHz	$\sqrt{U_i^2 + U_U^2} \cdot R$	R = Messwert Konstantstromverfahren U _i ist die relative Unsicherheit der Kalibrierstromstärke U _U ist die relative Unsicherheit der gemessenen Spannung am Widerstand
	0 Ω bis 10 kΩ	20 Hz bis 50 Hz	2,5 · 10 ⁻³ · R + 3,1 mΩ	
	> 10 kΩ bis 110 MΩ		2,3 · 10 ⁻⁹ · R ² /Ω + 2,5 · 10 ⁻³ · R	
	0 Ω bis 20 kΩ	> 50 Hz bis 100 Hz	1,0 · 10 ⁻³ · R + 2,6 mΩ	
	> 20 kΩ bis 110 MΩ		2,3 · 10 ⁻⁹ · R ² /Ω + 1,3 · 10 ⁻³ · R	
	0 Ω bis 50 kΩ	> 100 Hz bis 1 kHz	0,5 · 10 ⁻³ · R + 1,3 mΩ	
	> 50 kΩ bis 110 MΩ		1,1 · 10 ⁻⁹ · R ² /Ω + 1,2 · 10 ⁻³ · R	
	0 Ω bis < 50 Ω	> 1 kHz bis 30 kHz	1,1 · 10 ⁻³ · R + 1,2 mΩ	
	50 Ω bis 20 kΩ		0,5 · 10 ⁻³ · R	
	> 20 kΩ bis 110 MΩ		1,1 · 10 ⁻⁹ · R ² /Ω + 0,79 · 10 ⁻³ · R	

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
Wechselstromwiderstand (Betrag der Impedanz)	0 Ω bis 20 Ω	> 30 kHz bis 100 kHz	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 1,2 \text{ m}\Omega$	
	> 20 Ω bis 20 kΩ		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	> 20 kΩ bis 110 MΩ		$1,3 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega + 1,0 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	0 Ω bis 100 Ω	> 100 kHz bis 300 kHz	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 2,2 \text{ m}\Omega$	
	> 100 Ω bis 2 kΩ		$0,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	> 2 kΩ bis 110 MΩ		$4,5 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega + 0,9 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	0 Ω bis 50 Ω	> 300 kHz bis 1 MHz	$1,3 \cdot 10^{-3} \cdot R + 3,2 \text{ m}\Omega$	
	> 50 Ω bis 2 kΩ		$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot R$	
	> 2 kΩ bis 22 MΩ		$15 \cdot 10^{-9} \cdot R^2/\Omega + 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R$	

Elektrische Leistung

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

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

Zeit und Frequenz

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Frequenz f Messung und Synthese	0,01 Hz bis 40 GHz		$0,5 \cdot 10^{-9} \cdot f + U_{Tr}$	f : Messwert U_{Tr} : Trigger- unsicherheit
Zeitintervall Δt	0 ns bis 0,7 ms		1,3 ns	
	0 ns bis 200 s		$1,5 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t + 50 \text{ ps}$	
	1 μ s bis 100 h		$10 \cdot 10^{-9} \cdot \Delta t + 1 \mu\text{s}$	
	1 s bis 100 h		$13 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t + 0,82 \text{ s}$	
Gangabweichung	0 s/d bis 100 s/d		$1,3 \cdot 10^{-7} = 0,011 \text{ s/d}$	Elektronische oder mechanische Uhren
Drehzahl	0,02 s^{-1} bis 3500 s^{-1}		$3,7 \cdot 10^{-6} \cdot f$	f : Messwert

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.

Induktivität und Kapazität

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

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.

Thermodynamische Messgrößen – Temperaturmessgrößen

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen	
Widerstandsthermometer, auch direktanzeigend	0 °C	DAkKS-DKD-R 5-1:2010 Eispunkt	20 mK	Vergleich mit Normalwiderstandsthermometern	
	-35 °C bis 35 °C	DAkKS-DKD-R 5-1:2010 Metallblockkalibrator	55 mK		
	> 35 °C bis 200 °C		75 mK		
	> 200 °C bis 400 °C		80 mK		
	> 400 °C bis 650 °C		$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,3 \text{ K}$	Vergleich gegen kalibrierte Normal-TE	
Nichtedelmetall-Thermoelemente, auch direktanzeigend ^{c)}	-35 °C bis 200 °C	DAkKS-DKD-R 5-3:2010 Metallblockkalibrator	$0,8 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,1 \text{ K}$	Vergleich mit Normalwiderstandsthermometern	
	> 200 °C bis 400 °C		$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,08 \text{ K}$		
	> 400 °C bis 650 °C		$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,27 \text{ K}$		
	> 650 °C bis 1200 °C	DAkKS-DKD-R 5-3:2010 Keramikblockkalibrator	$3,8 \cdot 10^{-3} \cdot T$	Vergleich gegen kalibrierte Normal-TE	
Edelmetall-Thermoelemente, auch direktanzeigend ^{c)}	0 °C bis 100 °C	DAkKS-DKD-R 5-3:2010 Metallblockkalibrator	0,22 K	Vergleich mit Normalwiderstandsthermometern	
	> 100 °C bis 200 °C		0,25 K		
	> 200 °C bis 400 °C		$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,2 \text{ K}$		
	> 400 °C bis 650 °C		$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,19 \text{ K}$		
	> 650 °C bis 1200 °C	DAkKS-DKD-R 5-3:2010 Keramikblockkalibrator	$3,8 \cdot 10^{-3} \cdot T$	Vergleich gegen kalibrierte Normal-TE	
Temperaturanzeigergeräte und -Simulatoren Widerstandsthermometer Pt100 Pt25 Pt500 Pt1000 Nichtedelmetall-TE (ohne Vergleichstellenkompensation) Typ K Typ J Typ T Typ E Typ N	-199 °C	Artefaktkalibrierung	1,0 mK		
	0 °C		2,4 mK		
	237 °C		4,8 mK		
	-200 °C bis 800 °C	DAkKS-DKD-R 5-5:2010 Vergleich mit Kalibrator oder hochauflösendem DMM	$12 \cdot 10^{-6} \cdot T + 4 \cdot 10^{-3} \text{ K}$		
	Pt25		-200 °C bis -150 °C		2,3 mK
			> -150 °C bis 800 °C		$19 \cdot 10^{-6} \cdot T + 0,01 \text{ K}$
	Pt500		-200 °C bis -150 °C		$13 \cdot 10^{-6} \cdot T + 3,5 \text{ mK}$
			> -150 °C bis 800 °C		$18 \cdot 10^{-6} \cdot T + 5,4 \text{ mK}$
	Pt1000		-200 °C bis 800 °C		$17 \cdot 10^{-6} \cdot T + 3,8 \text{ mK}$
	Nichtedelmetall-TE (ohne Vergleichstellenkompensation) Typ K		-200 °C bis < 0 °C		$85 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ mK}$
			0 °C bis 1300 °C		$5,7 \cdot 10^{-9} \cdot T^2 + 0,17 \cdot 10^{-6} \cdot T + 11 \text{ mK}$
	Typ J		-200 °C bis < 0 °C		$61 \cdot 10^{-3} \cdot T + 8 \text{ mK}$
			0 °C bis 1200 °C		$5,6 \cdot 10^{-3} \cdot T + 8 \text{ mK}$
	Typ T		-200 °C bis < 0 °C		$80 \cdot 10^{-3} \cdot T + 11 \text{ mK}$
			0 °C bis 1000 °C		11 mK
	Typ E		-200 °C bis < 0 °C		$56 \cdot 10^{-3} \cdot T + 7 \text{ mK}$
			0 °C bis 1000 °C		$4,4 \cdot 10^{-3} \cdot T + 7 \text{ mK}$
Typ N	-200 °C bis < 0 °C		$12 \cdot 10^{-3} \cdot T + 16 \text{ mK}$		
	0 °C bis 1300 °C		$12 \cdot 10^{-9} \cdot T^2 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot T + 16 \text{ mK}$		

¹⁾ 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 ¹⁾	kleinste angebbare Messunsicherheit ²⁾	Bemerkungen
Edelmetall-TE (ohne Vergleichsstellenkompensation) Typ R / S Typ B	0 °C bis 500 °C	DAKKS-DKD-R 5-5:2010 Vergleich mit Kalibrator oder hochauflösendem DMM	$-64 \cdot 10^{-6} \cdot T + 75 \text{ mK}$	
	> 500 °C bis 1768 °C		45 mK	
	0 °C bis 1200 °C		$26 \cdot T^{-0,85}$	
	> 1200 °C bis 1820 °C		60 mK	
Temperaturanzeigergeräte und -Simulatoren für Thermoelemente (mit Vergleichsstellenkompensation)	-200 °C bis 1500 °C	DAKKS-DKD-R 5-5:2010 Vergleich mit Kalibrator oder hochauflösendem DMM (Verwendung von kalibrierter Ausgleichsleitung)	$\sqrt{U_{Tc}^2 + (0,06 \text{ K})^2}$	

Hochfrequenz- und Strahlungsmessgrößen - Optische Messgrößen

Radiometrie

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

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.

Mechanische Messgrößen – Druck

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

Mechanische Messgrößen – Durchflussmessgrößen

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

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.

Mechanische Messgrößen – Kraft

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Kraft Messgeräte und Aufnehmer ^{c)}	50 N bis 50 kN	Zug- und Druckkraft nach DKD-R 3-3:2010	0,05 %	
	2 kN bis 10 kN		0,70 % · F + 2 N	F: Messwert

Mechanische Messgrößen – Messgeräte im Kraftfahrwesen (MIK)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
Rollenbremsprüfstände	0 N bis < 2 kN	QMH Kapitel XXVII.1.2: Version 5 Vergleichsverfahren: XXVII.1.2.1 Masse-Hebel Verfahren: XXVII.1.2.2	19 N	F: am Bremsprüfstand angezeigte Kraft
	2 kN bis 4 kN		0,46 % · F + 7 N	Messsystem: Kraftaufnehmer mit Belastungs-Rahmen
	> 4 kN bis 8 kN		0,43 % · F + 8 N	Verkehrsblatt 14/2016- Nr. 115:28.06.2016
	> 8 kN bis 40 kN		0,70 % · F	
	0 kN bis 4 kN		0,40 % · F + 4 N	F: am Bremsprüfstand angezeigte Kraft
	> 4 kN bis 8 kN		0,65 % · F	Messsystem: Hebel mit Massestücken
	> 8 kN bis 40 kN		0,90 % · F	Verkehrsblatt 14/2016- Nr. 115:28.06.2016
Plattenbremsprüfstände	0 N bis < 2 kN	QMH Kapitel XXVII.1.2: Version 5	0,20 % · F + 12 N	F: am Bremsprüfstand angezeigte Kraft
	2 kN bis 10 kN		0,70 % · F + 2 N	Messsystem: Kraftaufnehmer Verkehrsblatt 14/2016- Nr. 115:28.06.2016
Scheinwerfer-Einstell- Prüfgeräte (SEP) Neigungswinkel der Längsneigung	0 % bis 6 %	QMH Kapitel: XXIX. 3 Version 2.0	0,1 %	Verkehrsblatt 14/2016- Nr. 115:28.06.2016

**) 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

verwendete Abkürzungen:

DAkks-DKD-R Kalibrierrichtlinie der Deutschen Akkreditierungsstelle ehemals des Deutschen Kalibrierdienstes

DIN Deutsches Institut für Normung e.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.