

# Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

## Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-17522-02-00 nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

**Gültig ab: 24.06.2020**

Ausstellungsdatum: 24.06.2020

Urkundeninhaber:

**F.E.S. GmbH**  
**Industriering 34, 01744 Dippoldiswalde**

Leiter: Dipl.-Ing. Jörg Leupold  
Stellvertreter: N.N.

Akkreditiert als Kalibrierlaboratorium seit: 31.10.1991

Kalibrierungen in den Bereichen:

### **Elektrische Messgrößen**

#### **Gleichstrom- und Niederfrequenzmessgrößen**

- Gleichspannung <sup>a)</sup>
- Wechselspannung <sup>a)</sup>
- Gleichstromstärke <sup>a)</sup>
- Wechselstromstärke <sup>a)</sup>
- Gleichstromwiderstand <sup>a)</sup>

#### **Hochfrequenzmessgrößen**

##### **Oszilloskopmessgrößen**

- Bandbreite

##### **Zeit und Frequenz**

- Zeitintervall
- Frequenz

a) auch Vor-Ort-Kalibrierungen

verwendete Abkürzungen: siehe letzte Seite

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-17522-02-00

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Gleichspannung	0 V bis 1 V		$0,3 \mu\text{V} + 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot U$	$U$ = Messwert
	> 1 V bis 10 V		$0,3 \mu\text{V} + 1,6 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	> 10 V bis 100 V		$2,3 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	> 100 V bis 1100 V		$3,0 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	> 1100 V bis 10 kV		$0,4 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
Gleichstromstärke	0 pA		0,5 pA	$I$ = Messwert
	> 1 pA bis 1 nA		$7 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 1 nA bis 1 $\mu$ A		$0,7 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 1 $\mu$ A bis 10 $\mu$ A		$0,24 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 10 $\mu$ A bis 100 $\mu$ A		$54 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
	> 100 $\mu$ A bis 2,2 A		$39 \cdot 10^{-6} \cdot I$	
Gleichstromstärke Stromzangen	> 2,2 A bis 22 A		$0,1 \cdot 10^{-3} \cdot I$	$I$ = Messwert Fluke 5520 mit Coil
	10 mA bis 1 A		$3 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 1 A bis 10 A		$1 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 10 A bis 16,5		$2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,07 \text{ A}$	
	> 16,5 A bis 150 A		$5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2 \text{ A}$	
Gleichstromwiderstand	> 150 A bis 1025 A		$5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,6 \text{ A}$	$R$ = Messwert
	0 $\Omega$	2-Draht-Kurzschluss	0,5 m $\Omega$	
	0 $\Omega$	4-Draht-Kurzschluss	3 $\mu\Omega$	
	100 $\mu\Omega$ bis 1 m $\Omega$		$80 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	> 1 m $\Omega$ bis 1,9 $\Omega$		$46 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	> 1,9 $\Omega$ bis 10 $\Omega$		$23 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
	> 10 $\Omega$ bis 1 M $\Omega$		$3,6 \cdot 10^{-6} \cdot R$	
> 1 M $\Omega$ bis 100 M $\Omega$		$20 \cdot 10^{-6} \cdot R$		
Wechselspannung	2 mV bis 10 mV	10 Hz bis 100 kHz	$0,66 \cdot 10^{-3} \cdot U$	$U$ = Messwert
		> 100 kHz bis 500 kHz	$1,9 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$2,8 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	> 10 mV bis 100 mV	10 Hz bis 100 kHz	$74 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		> 100 kHz bis 500 kHz	$0,51 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	> 100 mV bis 10 V	10 Hz bis 100 kHz	$45 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
		> 100 kHz bis 500 kHz	$0,57 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		> 500 kHz bis 1 MHz	$2,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	> 10 V bis 100 V	10 Hz bis 50 kHz	$41 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	> 50 kHz bis 100 kHz	$0,13 \cdot 10^{-3} \cdot U$		
Rechteckspannung	> 100 V bis 1100 V	50 Hz bis 1 kHz	$36 \cdot 10^{-6} \cdot U$	$U$ = Messwert Amplitude von 10 % bis 90 % der Zeitachse
	5 mV bis < 10 mV	1 Hz bis 100 kHz	$0,1 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	10 mV bis < 100 mV	1 Hz bis 100 kHz	$64 \cdot 10^{-6} \cdot U$	
	100 mV bis 200 V	1 Hz bis 100 kHz	$12 \cdot 10^{-6} \cdot U$	

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 enthalten. Diese sind im Rahmen der Akkreditierung die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor  $k = 2$ . Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-17522-02-00

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Wechselstromstärke	100 $\mu$ A bis 2,2 A	10 Hz bis 1 kHz	$95 \cdot 10^{-6} \cdot I$	I = Messwert
	100 $\mu$ A bis 0,22 A	> 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,16 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,51 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 0,22 A bis 2,2 A	> 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,39 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 2,2 A bis 22 A	40 Hz bis 1 kHz >1 kHz bis 5 kHz	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $6,3 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
Wechselstromstärke Stromzangen	10 mA bis 1 A > 1 A bis 10A	45 Hz bis 65 Hz	$3 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $1 \cdot 10^{-3} \cdot I$	I = Messwert Fluke 5520 mit Coil
	> 10 A bis 16,5 A	45 Hz bis 65 Hz > 65 Hz bis 440 Hz	$2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,02 \text{ A}$ $2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,05 \text{ A}$	
	> 16,5 A bis 150 A	45 Hz bis 65 Hz > 65 Hz bis 440 Hz	$3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,05 \text{ A}$ $8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,15 \text{ A}$	
	> 150 A bis 1025 A	45 Hz bis 65 Hz > 65 Hz bis 440 Hz	$3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2 \text{ A}$ $13 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,3 \text{ A}$	
Frequenz	0,1 MHz 1 MHz 5 MHz 1 mHz bis 50 GHz		$7 \cdot 10^{-12} \cdot f$ $7 \cdot 10^{-12} \cdot f$ $7 \cdot 10^{-12} \cdot f$ $1 \cdot 10^{-11} \cdot f$	f = Messwert
Zeitintervall	10 $\mu$ s bis 604 800 s		$2 \cdot 10^{-11} \cdot t + 2ns + U_{Tr}$	t = Messwert $U_{Tr}$ = Triggerunsicherheit
Oszilloskopmessgrößen Vertikalablenkung	1 mV bis 200 V		$3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,2 \mu\text{V}$	U = Messwert
Horizontalablenkung	500 ps bis 50 s		$3,5 \cdot 10^{-6} \cdot t + 5 \text{ ps}$	t = Messwert
Bandbreite	10 Hz bis 1 MHz	100 mV bis 1000 V	$2 \cdot 10^{-3} \cdot f$	f = Messwert
	> 1 MHz bis 30 MHz	2,2 mV bis 0,7 V	$14 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
	> 30 MHz bis 2 GHz	70 mV bis 0,7 V	$58 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
	> 2 GHz bis 18 GHz	70 mV bis 0,7 V	$66 \cdot 10^{-3} \cdot f$	

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 enthalten. Diese sind im Rahmen der Akkreditierung die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor  $k = 2$ . Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-17522-02-00

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	
Gleichspannung	0 V bis 1 V > 1 V bis 10 V > 10 V bis 1100 V > 1100 V bis 10 kV		0,3 $\mu$ V + 6,4 · 10 <sup>-6</sup> · U 0,3 $\mu$ V + 2,7 · 10 <sup>-6</sup> · U 3,5 · 10 <sup>-6</sup> · U 0,4 · 10 <sup>-3</sup> · U	U = Messwert
Gleichstromstärke	0 pA > 1 pA bis 1 nA > 1 nA bis 1 $\mu$ A > 1 $\mu$ A bis 10 $\mu$ A > 10 $\mu$ A bis 100 $\mu$ A > 100 $\mu$ A bis 2 A > 2 A bis 20 A		1 pA 7,0 · 10 <sup>-3</sup> · I 0,7 · 10 <sup>-3</sup> · I 0,3 · 10 <sup>-3</sup> · I 0,11 · 10 <sup>-3</sup> · I 39 · 10 <sup>-6</sup> · I 0,1 · 10 <sup>-3</sup> · I	I = Messwert
Gleichstromstärke Stromzangen	> 10 mA bis 1 A > 1 A bis 10 A > 10 A bis 16,5 A > 16,5 A bis 150 A > 150 A bis 1025 A		3 · 10 <sup>-3</sup> · I 1 · 10 <sup>-3</sup> · I 2 · 10 <sup>-3</sup> · I + 0,07 A 5 · 10 <sup>-3</sup> · I + 0,2 A 5 · 10 <sup>-3</sup> · I + 0,6 A	I = Messwert, mit Fluke 5520A und Coil
Gleichstromwiderstand	0 $\Omega$ 0 $\Omega$ 100 $\mu\Omega$ bis 1 m $\Omega$ > 1 m $\Omega$ bis 1,9 $\Omega$ > 1,9 $\Omega$ bis 10 $\Omega$ > 10 $\Omega$ bis 1 M $\Omega$ > 1 M $\Omega$ bis 100 M $\Omega$		0,5 m $\Omega$ 3 $\mu\Omega$ 80 · 10 <sup>-6</sup> · R 46 · 10 <sup>-6</sup> · R 23 · 10 <sup>-6</sup> · R 7,0 · 10 <sup>-6</sup> · R 20 · 10 <sup>-6</sup> · R	2-Draht-Kurzschluss 4-Draht-Kurzschluss R = Messwert
Wechselspannung	2 mV bis 10 mV	10 Hz bis 100 kHz > 100 kHz bis 1 MHz	0,82 · 10 <sup>-3</sup> · U 2,8 · 10 <sup>-3</sup> · U	U = Messwert
	> 10 mV bis 100 mV	bis 10 Hz > 10 Hz bis 100 kHz > 100 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	0,16 · 10 <sup>-3</sup> · U 91 · 10 <sup>-6</sup> · U 0,57 · 10 <sup>-3</sup> · U 1,8 · 10 <sup>-3</sup> · U	
	> 100 mV bis 10 V	bis 10 Hz > 10 Hz bis 100 kHz > 100 kHz bis 500 kHz > 500 kHz bis 1 MHz	0,16 · 10 <sup>-3</sup> · U 50 · 10 <sup>-6</sup> · U 0,57 · 10 <sup>-3</sup> · U 2,0 · 10 <sup>-3</sup> · U	
	> 10 V bis 100 V	bis 10 Hz > 10 Hz bis 20 kHz > 20 kHz bis 50 kHz > 50 kHz bis 100 kHz	0,16 · 10 <sup>-3</sup> · U 50 · 10 <sup>-6</sup> · U 90 · 10 <sup>-6</sup> · U 0,18 · 10 <sup>-3</sup> · U	
	> 100 V bis 220 V	50 Hz bis 1 kHz	52 · 10 <sup>-6</sup> · U	
	> 220 V bis 1100 V			

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 enthalten. Diese sind im Rahmen der Akkreditierung die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor  $k = 2$ . Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-17522-02-00

**Vor-Ort-Kalibrierung**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)			Bemerkungen
	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	
Wechselstromstärke	100 µA bis 220 µA	bis 10 Hz > 10 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,38 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $99 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $0,37 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $1,4 \cdot 10^{-3} \cdot I$	I = Messwert
	> 220 µA bis 0,22 A	bis 10 Hz > 10 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$0,34 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $99 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $0,16 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $0,51 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 0,22 A bis 2,2 A	20 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz > 5 kHz bis 10 kHz	$98 \cdot 10^{-6} \cdot I$ $0,39 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 2,2 A bis 22 A	40 Hz bis 1 kHz > 1 kHz bis 5 kHz	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $6,3 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
Wechselstromstärke Stromzangen	> 10 mA bis 1 A		$3 \cdot 10^{-3} \cdot I$	I = Messwert, mit Fluke 5520A (LCOMP ON) und Coil
	> 1 A bis 10 A		$1 \cdot 10^{-3} \cdot I$	
	> 10 A bis 16,5 A	45 Hz bis 65 Hz 65 Hz bis 440 Hz	$2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,02 \text{ A}$ $2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,05 \text{ A}$	
	> 16,5 A bis 150 A	45 Hz bis 65 Hz 65 Hz bis 440 Hz	$3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,05 \text{ A}$ $8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,15 \text{ A}$	
	> 150 A bis 1025 A	45 Hz bis 65 Hz 65 Hz bis 440 Hz	$3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,2 \text{ A}$ $13 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,3 \text{ A}$	

**verwendete Abkürzungen: keine**

<sup>1)</sup> In den CMC sind die erweiterten Messunsicherheiten nach EA-4/02 M:2013 enthalten. Diese sind im Rahmen der Akkreditierung die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor  $k = 2$ . Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.