

## Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

### Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-19647-01-00 nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

**Gültig ab: 26.06.2019**

Ausstellungsdatum: 26.06.2019

Urkundeninhaber:

**Magnet-Physik Dr. Steingroever GmbH**  
**Emil-Hoffmann-Straße 3, 50996 Köln**

Leiter: Dr. rer. nat. Klaus Wagner  
Stellvertreter: B.Sc. Jan Kai Hutzenlaub

Akkreditiert als Kalibrierlaboratorium seit: 05.01.2001

Kalibrierungen in den Bereichen:

**Magnetische Messgrößen**

- **Magnetische Flussdichte**
- **Magnetische Feldstärke**

verwendete Abkürzungen: siehe letzte Seite

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-19647-01-00

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Magnetische Feldstärke  Referenzmagnetsysteme, Vergleichsmagnete	8 A/m bis 64·10 <sup>3</sup> A/m	23 °C Flussmessgerät und Feldmessspule, Feldstärkemessgerät und Hallsonde	1,1·10 <sup>-3</sup> + 0,24·(A/m)/H	H: Messwert
	> 64·10 <sup>3</sup> A/m bis 13·10 <sup>5</sup> A/m	23 °C Kernspinresonanz- Feldstärkemessgerät (Luftspalt > 8,5 mm, hohe Homogenität), sonst Flussmessgerät und Feldmessspule, Feldstärkemessgerät und Hallsonde	0,14·10 <sup>-3</sup>	
	> 13·10 <sup>5</sup> A/m bis 24·10 <sup>5</sup> A/m	23 °C Flussmessgerät und Feldmessspule, Feldstärkemessgerät und Hallsonde	2·10 <sup>-3</sup>	
Magnetische Flussdichte  Referenzmagnetsysteme, Vergleichsmagnete	1·10 <sup>-5</sup> T bis 8·10 <sup>-2</sup> T	23 °C Flussmessgerät und Feldmessspule, Feldstärkemessgerät und Hallsonde	1,1·10 <sup>-3</sup> + 0,3·10 <sup>-6</sup> T/B	B: Messwert
	> 8·10 <sup>-2</sup> T bis 1,7 T	23 °C Kernspinresonanz- Feldstärkemessgerät (Luftspalt > 8,5 mm, hohe Homogenität), sonst Flussmessgerät und Feldmessspule, Feldstärkemessgerät und Hallsonde	0,14·10 <sup>-3</sup>	
	> 1,7 T bis 3 T	23 °C Flussmessgerät und Feldmessspule, Feldstärkemessgerät und Hallsonde	2·10 <sup>-3</sup>	
Magnetische Flussdichte  Kernspinresonanz- flussdichtemessgeräte	8·10 <sup>-2</sup> T bis 1,7 T	DC; 23 °C Messung im felderzeugenden System Substitutionsverfahren	0,17·10 <sup>-3</sup>	Vergleich von Kernspinresonanz- flussdichtemess- geräten
Magnetisches Moment  Referenzmagnetsysteme Momentetalone	8·10 <sup>-4</sup> Am <sup>2</sup> bis 24·10 <sup>-3</sup> Am <sup>2</sup> > 24·10 <sup>-3</sup> Am <sup>2</sup> bis 54 Am <sup>2</sup>	23 °C Flussmessgerät und Helmholtzpule	3·10 <sup>-3</sup> + 12·10 <sup>-6</sup> Am <sup>2</sup> /m	m: Messwert

<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-19647-01-00

Permanentes Laboratorium

Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Magnetisches Dipolmoment  Referenzmagnetsysteme Momentetalone	1·10 <sup>-9</sup> Vsm bis 3·10 <sup>-8</sup> Vsm > 3·10 <sup>-8</sup> Vsm bis 68·10 <sup>-6</sup> Vsm	23 °C Flussmessgerät und Helmholtzspule	3·10 <sup>-3</sup> + 15·10 <sup>-12</sup> Vsm/j	j: Messwert
Empfindlichkeit  Magnetfeldsensoren	1·10 <sup>-2</sup> V/T bis 1·10 <sup>3</sup> V/T	DC; 23 °C bei 1·10 <sup>-3</sup> T bis 13,5·10 <sup>-3</sup> T bei 13,5·10 <sup>-3</sup> T bis 8·10 <sup>-2</sup> T bei > 8·10 <sup>-2</sup> T bis 1,7 T bei > 1,7 T bis 3 T  Messung im felderzeugenden System a) Substitutionsverfahren b) in kal. Vergleichsmagnet c) in kal. Spule zur Magnetfelderzeugung	1,6·10 <sup>-3</sup> + 4·10 <sup>-6</sup> V/(S·B) 2,6·10 <sup>-3</sup> + 4·10 <sup>-6</sup> V/(S·B) 0,2·10 <sup>-3</sup> + 4·10 <sup>-6</sup> V/(S·B) 3·10 <sup>-3</sup> + 4·10 <sup>-6</sup> V/(S·B)	S = U/B = Wert der Empfindlichkeit bei vorgegebener Steuer Spannung oder Steuerstrom U: Ausgangs- spannung des Sensors, B: magnetische Flussdichte
Magnetischer Fluss  Flussmessgeräte	1·10 <sup>-4</sup> Vs bis 2,7·10 <sup>-4</sup> Vs > 2,7·10 <sup>-4</sup> Vs bis 8·10 <sup>-4</sup> Vs  > 8·10 <sup>-4</sup> Vs bis 3,4·10 <sup>-2</sup> Vs > 3,4·10 <sup>-2</sup> Vs bis 0,34 Vs  1,98·10 <sup>-3</sup> Vs	DC; 23 °C Kalibrierte Helmholtz-spule und Feldmessspule  DC; 23 °C Elektromagnet mit Joch Flussdichtemessung mit Kernspinresonanz, kalibrierte Feldmessspule  DC; 23 °C Mit Kernspinresonanz kalibrierter Vergleichsmagnet, kalibrierte Feldmessspule	4,1·10 <sup>-7</sup> Vs/ φ + 1,2·10 <sup>-3</sup> 8·10 <sup>-7</sup> Vs/ φ + 2,2·10 <sup>-3</sup>  1,5·10 <sup>-3</sup> 3·10 <sup>-3</sup>  1,6·10 <sup>-3</sup>	φ: Messwert des magnetischen Flusses
Magnetischer Fluss Flussetalon	1·10 <sup>-2</sup> Vs	23 °C Messung mit kalibriertem Flussmessgerät	2,2·10 <sup>-3</sup>	
Windungsfläche Feldmessspulen	1·10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> bis 20 m <sup>2</sup>	DC; 23 °C a) Flussmessung in einem Vergleichsmagneten oder in einer Feldspule b) Vergleich mit einer bekannten Windungsfläche	1,5·10 <sup>-3</sup> + 1,5·10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /A	A: ermittelte Windungsfläche
Messkonstante  Momentenmessspulen	1·10 <sup>-6</sup> m bis 1·10 <sup>-2</sup> m > 1·10 <sup>-2</sup> m bis 1 m	DC; 23 °C Substitutionsverfahren, Vergleichsmessung gegen eine kalibrierte Momentmessspule mittels Permanentmagnet	0,6·10 <sup>-3</sup> 1·10 <sup>-3</sup> + 4·10 <sup>-2</sup> k <sub>M</sub> /m	k <sub>M</sub> : ermittelte Messkonstante
Feldkonstante  Spulen zur Erzeugung magnetischer Felder	1 m <sup>-1</sup> bis 1·10 <sup>2</sup> m <sup>-1</sup> > 1·10 <sup>2</sup> m <sup>-1</sup> bis 1·10 <sup>6</sup> m <sup>-1</sup>	DC; 23 °C Messung des Spulenstroms und der magnetischen Feldstärke im Zentrum der Spule. Messung des Spulenstroms und der magnetischen Feldstärke längs der Spulenachse	1·10 <sup>-3</sup> + 4·10 <sup>-2</sup> /(m·k <sub>F</sub> ) 0,6·10 <sup>-3</sup>	k <sub>F</sub> = H <sub>Zentr</sub> /I = Wert der Feldkonstante I: Messwert des Spulenstroms H <sub>Zentr</sub> : Wert der magnetischen Feldstärke im Zentrum der Spule

<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-19647-01-00**

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Magnetische Feldstärke  Halleffekt- und andere Feldstärkemessgeräte zusammen mit transversalen Sonden	0,8 A/m bis 80 A/m > 80 A/m bis $8 \cdot 10^2$ A/m > $8 \cdot 10^2$ A/m bis $10,7 \cdot 10^3$ A/m > $10,7 \cdot 10^3$ A/m bis $64 \cdot 10^3$ A/m > $64 \cdot 10^3$ A/m bis $13 \cdot 10^5$ A/m > $13 \cdot 10^5$ A/m bis $24 \cdot 10^5$ A/m	DC; 23 °C  Messung im felderzeugenden System a) Substitutionsverfahren b) in kal. Vergleichsmagnet c) in kal. Spule zur Magnetfelderzeugung	$1 \cdot 10^{-3} + 7,2 \cdot 10^{-3} (A/m)/H$ $1 \cdot 10^{-3}$ $1,6 \cdot 10^{-3}$ $2,6 \cdot 10^{-3}$ $0,17 \cdot 10^{-3}$ $3 \cdot 10^{-3}$	H: Messwert
Magnetische Feldstärke  Halleffekt- und andere Feldstärkemessgeräte typisch zusammen mit axialen Sonden	0,8 A/m bis 80 A/m > 80 A/m bis $8 \cdot 10^2$ A/m > $8 \cdot 10^2$ A/m bis $10,7 \cdot 10^3$ A/m > $10,7 \cdot 10^3$ A/m bis $64 \cdot 10^3$ A/m	DC; 23 °C  Messung in kal. Spule zur Magnetfelderzeugung	$1 \cdot 10^{-3} + 7,2 \cdot 10^{-3} (A/m)/H$ $1 \cdot 10^{-3}$ $1,6 \cdot 10^{-3}$ $2,6 \cdot 10^{-3}$	H: Messwert
Magnetische Flussdichte  Halleffekt- und andere Flussdichtemessgeräte zusammen mit transversalen Sonden	$1 \cdot 10^{-6}$ T bis $1 \cdot 10^{-4}$ T > $1 \cdot 10^{-4}$ T bis $1 \cdot 10^{-3}$ T > $1 \cdot 10^{-3}$ T bis $13,5 \cdot 10^{-3}$ T > $13,5 \cdot 10^{-3}$ T bis $8 \cdot 10^{-2}$ T > $8 \cdot 10^{-2}$ T bis 1,7 T > 1,7 T bis 3 T	DC; 23 °C  Messung im felderzeugenden System a) Substitutionsverfahren b) in kal. Vergleichsmagnet c) in kal. Spule zur Magnetfelderzeugung	$1 \cdot 10^{-3} + 9 \cdot 10^{-9} T/B$ $1 \cdot 10^{-3}$ $1,6 \cdot 10^{-3}$ $2,6 \cdot 10^{-3}$ $0,17 \cdot 10^{-3}$ $3 \cdot 10^{-3}$	B: Messwert
Magnetische Flussdichte  Halleffekt- und andere Flussdichtemessgeräte typisch zusammen mit axialen Sonden	$1 \cdot 10^{-6}$ T bis $1 \cdot 10^{-4}$ T > $1 \cdot 10^{-4}$ T bis $1 \cdot 10^{-3}$ T > $1 \cdot 10^{-3}$ T bis $13,5 \cdot 10^{-3}$ T > $13,5 \cdot 10^{-3}$ T bis $8 \cdot 10^{-2}$ T	DC; 23 °C  Messung in kal. Spule zur Magnetfelderzeugung	$1 \cdot 10^{-3} + 9 \cdot 10^{-9} T/B$ $1 \cdot 10^{-3}$ $1,6 \cdot 10^{-3}$ $2,6 \cdot 10^{-3}$	B: Messwert

<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-19647-01-00

**Permanentes Laboratorium**

**Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMC)**

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	Erweiterte Messunsicherheit <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Magnetische Feldstärke  Halleffekt- und andere Feldstärkemessgeräte	0,8 A/m bis 10000 A/m ( $f < 80$ Hz) 8·10 <sup>5</sup> A/m·Hz/f ( $f \geq 80$ Hz)	AC, Sinus, $f = (10 - 5000)$ Hz 23 °C Sensor $\varnothing \leq 10$ mm Messung in kal. Spule zur Magnetfelderzeugung	$4 \cdot 10^{-3} + 2,07 \cdot 10^{-2} (A/m)/H$	$f$ : Frequenz $H$ : Messwert
	0,8 A/m bis 340 A/m ( $f < 300$ Hz) 1,02·10 <sup>5</sup> A/m·Hz/f ( $f \geq 300$ Hz)	AC, Sinus, $f = (10 - 5000)$ Hz 23 °C Sensor $\varnothing \leq 50$ mm Messung in kal. Spule zur Magnetfelderzeugung	$4 \cdot 10^{-3} + 2,07 \cdot 10^{-2} (A/m)/H$	
	0,8 A/m bis 340 A/m ( $f < 300$ Hz) 1,02·10 <sup>5</sup> A/m·Hz/f ( $f \geq 300$ Hz)	AC, Sinus, $f = (10 - 5000)$ Hz 23 °C Sensor $\varnothing \leq 150$ mm Messung in kal. Spule zur Magnetfelderzeugung	$7 \cdot 10^{-3} + 2,07 \cdot 10^{-2} (A/m)/H$	
Magnetische Flussdichte  Halleffekt- und andere Flussdichtemessgeräte	$1 \cdot 10^{-6}$ T bis 12,5·10 <sup>-3</sup> T ( $f < 80$ Hz) 1 T·Hz/f ( $f \geq 80$ Hz)	AC, Sinus, $f = (10 - 5000)$ Hz 23 °C Sensor $\varnothing \leq 10$ mm Messung in kal. Spule zur Magnetfelderzeugung	$4 \cdot 10^{-3} + 2,6 \cdot 10^{-8} T/B$	$f$ : Frequenz $B$ : Messwert
	$1 \cdot 10^{-6}$ T bis 0,43·10 <sup>-3</sup> T ( $f < 300$ Hz) 0,129 T·Hz/f ( $f \geq 300$ Hz)	AC, Sinus, $f = (10 - 5000)$ Hz 23 °C Sensor $\varnothing \leq 50$ mm Messung in kal. Spule zur Magnetfelderzeugung	$4 \cdot 10^{-3} + 2,6 \cdot 10^{-8} T/B$	
	$1 \cdot 10^{-6}$ T bis 0,43·10 <sup>-3</sup> T ( $f < 300$ Hz) 0,129 T·Hz/f ( $f \geq 300$ Hz)	AC, Sinus, $f = (10 - 5000)$ Hz 23 °C Sensor $\varnothing \leq 150$ mm Messung in kal. Spule zur Magnetfelderzeugung	$7 \cdot 10^{-3} + 2,6 \cdot 10^{-8} T/B$	

**verwendete Abkürzungen:**

CMC Calibration and measurement capabilities (Kalibrier- und Messmöglichkeiten)  
DIN Deutsches Institut für Normung e.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.