

# Calibration Certificate

## Kalibrierschein



issued by the calibration laboratory  
erstellt durch das Kalibrierlaboratorium

**Kalibrierlaboratorium IFR**  
**Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG**  
**In Laisen 70, 72766 Reutlingen, Germany**

**Calibration mark**  
**Kalibrierzeichen**

|                     |
|---------------------|
| 00166               |
| D-K-<br>22314-01-00 |
| 2025-06             |

|                                                                                       |                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Object</b><br><i>Gegenstand</i>                                                    | Standardstifttaster 6.470.01-3115                                              |
| <b>Manufacturer</b><br><i>Hersteller</i>                                              | Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG<br>In Laisen 70, 72766 Reutlingen, Germany |
| <b>Type</b><br><i>Typ</i>                                                             | Part-No. 2293285                                                               |
| <b>Serial number; Code</b><br><i>Serien-Nr.; Code</i>                                 | 15533; P2825910_250623002                                                      |
| <b>Customer</b><br><i>Auftraggeber</i>                                                | Kalibrierlabor IFR (intern)<br>In Laisen 70,<br>72766 Reutlingen, Deutschland  |
| <b>Order No.</b><br><i>Auftragsnummer</i>                                             | 123456                                                                         |
| <b>Date of calibration</b><br><i>Datum der Kalibrierung</i>                           | 24.06.2025                                                                     |
| <b>Number of pages of the certificate</b><br><i>Seitenanzahl des Kalibrierscheins</i> | 10                                                                             |
| <b>Place of calibration</b><br><i>Ort der Kalibrierung</i>                            | Kalibrierlaboratorium IFR                                                      |

This calibration certificate documents the metrological traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The DAkkS is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

*Dieser Kalibrierschein dokumentiert die metrologische Rückführbarkeit auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Die DAkkS ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.*

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates with the full name of the approval responsible person are valid without signature.

*Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine sind bei Nennung des für die Freigabe verantwortlichen in Klarschrift auch ohne Unterschrift gültig.*

**Date of issue**  
*Datum der Ausstellung*  
27.06.2025

**Person in charge**  
*Bearbeiter*  
Keller

**Approval of the certificate by**  
*Freigabe des Kalibrierscheins durch*  
Dr. Hans-Peter Vollmar

**Measuring equipment / Messmittel**

| Description<br><i>Beschreibung</i>          | Equipment No.<br><i>Prüfmittel-Nr.</i> | Calibration Date<br><i>Kalibrierdatum</i> |
|---------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|
| Air temperatur sensor Pt100 with TUC; Testo | 31/114-1                               | 05.10.2023                                |
| Digitalmultimeter 2001; Keithley            | 21/390                                 | 09.04.2025                                |
| LCR-Meter LCR-8101G; GW Instek              | 25/115                                 | 04.04.2025                                |
| Messtaster ST3088 + ND 280; Heidenhain      | 14/137                                 | 23.07.2024                                |
| Digitalmultimeter HMC8012; Rohde&Schwarz    | 21/360                                 | 11.10.2024                                |
| Verteilerbox DAKS V2; IFR                   | 14/149                                 | 16.04.2025                                |
| LockIn-Verstärker eLockIn 205/2; Anfatec    | 21/361                                 | 24.07.2024                                |

**Ambient conditions / Umgebungsbedingungen**

The calibration was performed at a temperature of  $(20 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ .

Die Kalibrierung wurde bei einer Temperatur von  $(20 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$  durchgeführt.

| Measurand / Unit<br><i>Messgröße / Einheit</i>      | Measured value<br><i>Messwert</i> | Uncertainty U(k=2)<br><i>Unsicherheit</i> |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|
| Temperature [ $^\circ\text{C}$ ]: measurement start | 20,4                              | 0,04                                      |
| Temperature [ $^\circ\text{C}$ ]: measurement end   | 20,2                              | 0,04                                      |

**Measurement uncertainty / Messunsicherheit**

Stated is the expanded measurement uncertainty, which is a result of the multiplication of the standard measurement uncertainty with the expansion factor  $k=2$ . It was determined according to EA-4/02 M: 2022. With a probability of approximately 95 %, the value of the measured quantity is within the assigned value interval.

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor  $k=2$  ergibt. Sie wurde gemäß der EA-4/02 M: 2022 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von etwa 95 % im zugeordneten Werteintervall.

**Overall conformity / Gesamtkonformität**

All measurements results are within the allowed deviation in accordance with the stated conformity assessment.

Alle Messergebnisse liegen entsprechend der angegebenen Konformitätsbewertung innerhalb der zulässigen Abweichung

## Measurement results / Messergebnisse

| Code               | Measurand / Unit – measurement conditions: frequency, distance<br><i>Messgröße / Einheit – Messbedingungen: Frequenz, Abstand</i> | Measured value<br><i>Messwert</i> | Uncertainty U(k=2)<br><i>Unsicherheit</i> |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|
| P2825910_250623002 | Sensitivity Abs-Coil [mV]: f=100kHz, d=300µm                                                                                      | 5,811                             | 0,023                                     |
|                    | Residual Voltage Abs-Coil [mV]: f=100kHz, d=300µm                                                                                 | 1,093                             | 0,005                                     |
|                    | Sensitivity Diff-Coil [mV]: f=100kHz, d=300µm                                                                                     | 5,011                             | 0,035                                     |
|                    | Residual Voltage Diff-Coil [mV]: f=100kHz, d=300µm                                                                                | 1,27                              | 0,02                                      |
|                    | Residual Voltage Material Diff-Coil [mV]: f=100kHz, d=300µm                                                                       | 0,136                             | 0,021                                     |
|                    | Sensitivity Abs-Coil [mV]: f=300kHz, d=300µm                                                                                      | 6,51                              | 0,04                                      |
|                    | Residual Voltage Abs-Coil [mV]: f=300kHz, d=300µm                                                                                 | 1,446                             | 0,014                                     |
|                    | Sensitivity Diff-Coil [mV]: f=300kHz, d=300µm                                                                                     | 4,791                             | 0,079                                     |
|                    | Residual Voltage Diff-Coil [mV]: f=300kHz, d=300µm                                                                                | 1,889                             | 0,05                                      |
|                    | Residual Voltage Material Diff-Coil [mV]: f=300kHz, d=300µm                                                                       | 0,172                             | 0,05                                      |
|                    | Sensitivity Abs-Coil [mV]: f=500kHz, d=300µm                                                                                      | 6,539                             | 0,066                                     |
|                    | Residual Voltage Abs-Coil [mV]: f=500kHz, d=300µm                                                                                 | 1,936                             | 0,043                                     |
|                    | Sensitivity Diff-Coil [mV]: f=500kHz, d=300µm                                                                                     | 3,95                              | 0,13                                      |
|                    | Residual Voltage Diff-Coil [mV]: f=500kHz, d=300µm                                                                                | 2,657                             | 0,079                                     |
|                    | Residual Voltage Material Diff-Coil [mV]: f=500kHz, d=300µm                                                                       | 0,197                             | 0,075                                     |
|                    | Sensitivity Abs-Coil [mV]: f=700kHz, d=300µm                                                                                      | 6,42                              | 0,09                                      |
|                    | Residual Voltage Abs-Coil [mV]: f=700kHz, d=300µm                                                                                 | 2,597                             | 0,062                                     |
|                    | Sensitivity Diff-Coil [mV]: f=700kHz, d=300µm                                                                                     | 3,24                              | 0,12                                      |
|                    | Residual Voltage Diff-Coil [mV]: f=700kHz, d=300µm                                                                                | 3,494                             | 0,063                                     |
|                    | Residual Voltage Material Diff-Coil [mV]: f=700kHz, d=300µm                                                                       | 0,216                             | 0,062                                     |
|                    | Sensitivity Abs-Coil [mV]: f=900kHz, d=300µm                                                                                      | 6,23                              | 0,09                                      |
|                    | Residual Voltage Abs-Coil [mV]: f=900kHz, d=300µm                                                                                 | 3,407                             | 0,059                                     |
|                    | Sensitivity Diff-Coil [mV]: f=900kHz, d=300µm                                                                                     | 2,72                              | 0,15                                      |
|                    | Residual Voltage Diff-Coil [mV]: f=900kHz, d=300µm                                                                                | 4,369                             | 0,078                                     |
|                    | Residual Voltage Material Diff-Coil [mV]: f=900kHz, d=300µm                                                                       | 0,231                             | 0,085                                     |
|                    | Sensitivity Abs-Coil [mV]: f=100kHz, d=500µm                                                                                      | 4,463                             | 0,018                                     |
|                    | Residual Voltage Abs-Coil [mV]: f=100kHz, d=500µm                                                                                 | 1,089                             | 0,004                                     |
|                    | Sensitivity Diff-Coil [mV]: f=100kHz, d=500µm                                                                                     | 3,645                             | 0,036                                     |
|                    | Residual Voltage Diff-Coil [mV]: f=100kHz, d=500µm                                                                                | 1,29                              | 0,023                                     |
|                    | Residual Voltage Material Diff-Coil [mV]: f=100kHz, d=500µm                                                                       | 0,103                             | 0,023                                     |
|                    | Sensitivity Abs-Coil [mV]: f=300kHz, d=500µm                                                                                      | 4,967                             | 0,03                                      |
|                    | Residual Voltage Abs-Coil [mV]: f=300kHz, d=500µm                                                                                 | 1,442                             | 0,012                                     |
|                    | Sensitivity Diff-Coil [mV]: f=300kHz, d=500µm                                                                                     | 3,454                             | 0,079                                     |
|                    | Residual Voltage Diff-Coil [mV]: f=300kHz, d=500µm                                                                                | 1,909                             | 0,053                                     |
|                    | Residual Voltage Material Diff-Coil [mV]: f=300kHz, d=500µm                                                                       | 0,13                              | 0,054                                     |
|                    | Sensitivity Abs-Coil [mV]: f=500kHz, d=500µm                                                                                      | 4,978                             | 0,055                                     |
|                    | Residual Voltage Abs-Coil [mV]: f=500kHz, d=500µm                                                                                 | 1,927                             | 0,042                                     |
|                    | Sensitivity Diff-Coil [mV]: f=500kHz, d=500µm                                                                                     | 2,84                              | 0,12                                      |
|                    | Residual Voltage Diff-Coil [mV]: f=500kHz, d=500µm                                                                                | 2,657                             | 0,076                                     |
|                    | Residual Voltage Material Diff-Coil [mV]: f=500kHz, d=500µm                                                                       | 0,15                              | 0,071                                     |
|                    | Sensitivity Abs-Coil [mV]: f=700kHz, d=500µm                                                                                      | 4,877                             | 0,079                                     |
|                    | Residual Voltage Abs-Coil [mV]: f=700kHz, d=500µm                                                                                 | 2,589                             | 0,06                                      |
|                    | Sensitivity Diff-Coil [mV]: f=700kHz, d=500µm                                                                                     | 2,33                              | 0,11                                      |
|                    | Residual Voltage Diff-Coil [mV]: f=700kHz, d=500µm                                                                                | 3,5                               | 0,071                                     |
|                    | Residual Voltage Material Diff-Coil [mV]: f=700kHz, d=500µm                                                                       | 0,168                             | 0,08                                      |
|                    | Sensitivity Abs-Coil [mV]: f=900kHz, d=500µm                                                                                      | 4,722                             | 0,073                                     |
|                    | Residual Voltage Abs-Coil [mV]: f=900kHz, d=500µm                                                                                 | 3,402                             | 0,058                                     |
|                    | Sensitivity Diff-Coil [mV]: f=900kHz, d=500µm                                                                                     | 1,96                              | 0,19                                      |
|                    | Residual Voltage Diff-Coil [mV]: f=900kHz, d=500µm                                                                                | 4,37                              | 0,14                                      |
|                    | Residual Voltage Material Diff-Coil [mV]: f=900kHz, d=500µm                                                                       | 0,18                              | 0,18                                      |

|                     |
|---------------------|
| 00166               |
| D-K-<br>22314-01-00 |
| 2025-06             |

| Code               | Measurand / Unit – coil type, measurement conditions: frequency<br><i>Messgröße / Einheit – Spulenart, Messbedingungen: Frequenz</i> | Measured value<br><i>Messwert</i> | Uncertainty U(k=2)<br><i>Unsicherheit</i> |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|
| P2825910_250623002 | DC-Resistance [Ohm]: Abs-Coil                                                                                                        | 3,4                               | 0,035                                     |
|                    | DC-Resistance [Ohm]: Diff-Coil                                                                                                       | 3,49                              | 0,036                                     |
|                    | DC-Resistance [Ohm]: Field-Coil                                                                                                      | 3,08                              | 0,036                                     |
|                    | Inductance L [μH]: Abs-Coil f=100kHz                                                                                                 | 5,697                             | 0,033                                     |
|                    | Inductance L [μH]: Diff-Coil f=100kHz                                                                                                | 20,014                            | 0,12                                      |
|                    | Inductance L [μH]: Field-Coil f=100kHz                                                                                               | 12,929                            | 0,048                                     |
|                    | Inductance L [μH]: Abs-Coil f=300kHz                                                                                                 | 5,654                             | 0,023                                     |
|                    | Inductance L [μH]: Diff-Coil f=300kHz                                                                                                | 20,075                            | 0,088                                     |
|                    | Inductance L [μH]: Field-Coil f=300kHz                                                                                               | 12,932                            | 0,036                                     |
|                    | Inductance L [μH]: Abs-Coil f=500kHz                                                                                                 | 5,634                             | 0,021                                     |
|                    | Inductance L [μH]: Diff-Coil f=500kHz                                                                                                | 20,178                            | 0,087                                     |
|                    | Inductance L [μH]: Field-Coil f=500kHz                                                                                               | 12,953                            | 0,037                                     |
|                    | Inductance L [μH]: Abs-Coil f=700kHz                                                                                                 | 5,611                             | 0,023                                     |
|                    | Inductance L [μH]: Diff-Coil f=700kHz                                                                                                | 20,353                            | 0,086                                     |
|                    | Inductance L [μH]: Field-Coil f=700kHz                                                                                               | 13,046                            | 0,044                                     |
|                    | Inductance L [μH]: Abs-Coil f=900kHz                                                                                                 | 5,579                             | 0,035                                     |
|                    | Inductance L [μH]: Diff-Coil f=900kHz                                                                                                | 20,494                            | 0,125                                     |
|                    | Inductance L [μH]: Field-Coil f=900kHz                                                                                               | 13,134                            | 0,073                                     |
|                    | AC-Resistance [Ohm]: Abs-Coil f=100kHz                                                                                               | 3,421                             | 0,014                                     |
|                    | AC-Resistance [Ohm]: Diff-Coil f=100kHz                                                                                              | 3,589                             | 0,012                                     |
|                    | AC-Resistance [Ohm]: Field-Coil f=100kHz                                                                                             | 3,096                             | 0,012                                     |
|                    | AC-Resistance [Ohm]: Abs-Coil f=300kHz                                                                                               | 3,573                             | 0,03                                      |
|                    | AC-Resistance [Ohm]: Diff-Coil f=300kHz                                                                                              | 4,208                             | 0,055                                     |
|                    | AC-Resistance [Ohm]: Field-Coil f=300kHz                                                                                             | 3,333                             | 0,053                                     |
|                    | AC-Resistance [Ohm]: Abs-Coil f=500kHz                                                                                               | 3,828                             | 0,061                                     |
|                    | AC-Resistance [Ohm]: Diff-Coil f=500kHz                                                                                              | 5,57                              | 0,11                                      |
|                    | AC-Resistance [Ohm]: Field-Coil f=500kHz                                                                                             | 3,76                              | 0,11                                      |
|                    | AC-Resistance [Ohm]: Abs-Coil f=700kHz                                                                                               | 4,17                              | 0,11                                      |
|                    | AC-Resistance [Ohm]: Diff-Coil f=700kHz                                                                                              | 7,79                              | 0,22                                      |
|                    | AC-Resistance [Ohm]: Field-Coil f=700kHz                                                                                             | 4,36                              | 0,19                                      |
|                    | AC-Resistance [Ohm]: Abs-Coil f=900kHz                                                                                               | 4,567                             | 0,16                                      |
|                    | AC-Resistance [Ohm]: Diff-Coil f=900kHz                                                                                              | 10,78                             | 0,37                                      |
|                    | AC-Resistance [Ohm]: Field-Coil f=900kHz                                                                                             | 5,12                              | 0,28                                      |
|                    | Quality Factor Q: Abs-Coil f=100kHz                                                                                                  | 1,0462                            | 0,0075                                    |
|                    | Quality Factor Q: Diff-Coil f=100kHz                                                                                                 | 3,504                             | 0,024                                     |
|                    | Quality Factor Q: Feld-Coil f=100kHz                                                                                                 | 2,624                             | 0,014                                     |
|                    | Quality Factor Q: Abs-Coil f=300kHz                                                                                                  | 2,983                             | 0,028                                     |
|                    | Quality Factor Q: Diff-Coil f=300kHz                                                                                                 | 8,992                             | 0,124                                     |
|                    | Quality Factor Q: Feld-Coil f=300kHz                                                                                                 | 7,31                              | 0,12                                      |
|                    | Quality Factor Q: Abs-Coil f=500kHz                                                                                                  | 4,624                             | 0,076                                     |
|                    | Quality Factor Q: Diff-Coil f=500kHz                                                                                                 | 11,39                             | 0,24                                      |
|                    | Quality Factor Q: Feld-Coil f=500kHz                                                                                                 | 10,83                             | 0,33                                      |
|                    | Quality Factor Q: Abs-Coil f=700kHz                                                                                                  | 5,92                              | 0,15                                      |
|                    | Quality Factor Q: Diff-Coil f=700kHz                                                                                                 | 11,49                             | 0,32                                      |
|                    | Quality Factor Q: Feld-Coil f=700kHz                                                                                                 | 13,16                             | 0,57                                      |
|                    | Quality Factor Q: Abs-Coil f=900kHz                                                                                                  | 6,91                              | 0,25                                      |
|                    | Quality Factor Q: Diff-Coil f=900kHz                                                                                                 | 10,75                             | 0,38                                      |
|                    | Quality Factor Q: Feld-Coil f=900kHz                                                                                                 | 14,51                             | 0,79                                      |

## Measurement conditions / Messbedingungen

**Measurement of sensitivities and residual voltages - used drive-voltage of field-coil / Messung der Empfindlichkeiten und der Restspannungen - verwendete Ansteuerungsspannung der Feld-Spule:**

400 mV

**Measurement of inductivities and AC-resistance of the coils - used drive-current of the LCR-meter / Messung der Induktivitäten und der Restspannungen der Spulen - verwendeter Steuerstrom des LCR-Meters:**

10 mA

## Assessment of conformity / Bewertung der Konformität

The reported results apply only to the object specifically listed on this calibration certificate and have been tested for compliance with the specifications given in the internal document "Spezifikation\_Standardstiftaster\_2825910\_V002". The conformity was assessed on the basis of the rules in document ILAC-G8:09/2019 'Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity'.

In case of the measurands DC-Resistance, Inductance, AC-Resistance and Quality Factor the associated uncertainty has been taken into account and the "binary acceptance based on guard band"-rule is used for the two-sided tolerance. The risk of accepted items to be outside the tolerance limits is  $\leq 2.0 \%$ .

In case of the measurands Residual Voltage Abs-coil, Residual Voltage Diff-coil and Residual Voltage Material Diff-coil the associated uncertainty has been taken into account and the "binary acceptance based on guard band"-rule is used for the upper tolerance limit. The lower tolerance limit is equal to Zero and has been considered too. The risk of accepted items to be outside the tolerance limits is  $\leq 2.0 \%$ .

In case of the measurands Sensitivity Abs-coil and Sensitivity Diff-coil the associated uncertainty has been taken into account and the "binary acceptance based on guard band"-rule is used for the for the two-sided tolerance. The risk of accepted items to be outside the tolerance limits is  $\leq 2.0 \%$ .

*Die angegebenen Ergebnisse sind ausschließlich für das im Kalibrierschein genannte Messobjekt anwendbar und sind auf die Einhaltung der Spezifikationen geprüft worden, die im internen Dokument "Spezifikation\_Standardstiftaster\_2825910\_V002" aufgelistet sind. Die Bewertung der Konformität erfolgte auf der Basis der Regeln des Dokumentes ILAC-G8:09/2019 'Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity'.*

*Im Falle der Messgrößen DC-Widerstand, Induktivität, AC-Widerstand and Spulengüte wurde die erweiterte Messunsicherheit berücksichtigt und die „binäre Akzeptanz mit Sicherheitsband“-Regel für die obere und untere Toleranzgrenze angewandt. Das Risiko, dass die akzeptierten Werte außerhalb der Toleranzgrenzen liegen, ist  $\leq 2\%$ .*

*Im Falle der Messgrößen Restspannung Abs-Spule, Restspannung Diff-Spule and Restspannung Material Diff-Spule wurde die erweiterte Messunsicherheit berücksichtigt und die „binäre Akzeptanz mit Sicherheitsband“-Regel für die obere Toleranzgrenze angewandt. Die untere Toleranzgrenze ist gleich Null und wurde ebenfalls berücksichtigt. Das Risiko, dass die akzeptierten Werte außerhalb der Toleranzgrenzen liegen, ist  $\leq 2\%$ .*

*Im Falle der Messgrößen Sensitivity Abs-Spule and Sensitivity Diff-Spule wurde die erweiterte Messunsicherheit berücksichtigt und die „binäre Akzeptanz mit Sicherheitsband“-Regel für die obere und untere Toleranzgrenze angewandt. Das Risiko, dass die akzeptierten Werte außerhalb der Toleranzgrenzen liegen, ist  $\leq 2\%$ .*

**Used calibration procedures / Verwendete Kalibrierprozeduren**

AAW\_KaliLab\_Kal\_StatographCM\_031 (2025/06)  
AAW\_KaliLab\_DMC\_StatographCM\_032 (2025/06)  
VAW\_KaliLab\_MUB\_SondenStatograph\_004 (2025/06)  
VAW\_KaliLab\_MUB\_SondenStatograph\_005 (2025/06)

**Selected technical parameters / Ausgewählte technische Parameter****Measuring mode / Messmodus:**

D, CC - differential probe with an additional absolute coil for clearance compensation  
*D, AK - Differenz-Sonde mit zusätzlicher Absolutspule für die Abstandskompensation*

**Function / Funktion:**

reflective / transformer  
*reflektive / transformatorisch*

**Cable; plug / Kabel, Buchse:**

cable length 3 m, 15 pin plug  
*Kabellänge 3 m, 15-poliger Stecker*

**Frequency range / Frequenzbereich:**

100 kHz – 1 MHz

**Size probe element / Abmessung Sondenelement:**

1.5 mm

**Track width left/right / Spurbreite links/rechts** in accordance with DIN EN ISO 15548-2: 2014-03:

2.0 mm / 2.0 mm (f = 300 kHz)

**Active width / Wirkbreite** in accordance with DIN EN ISO 15548-2: 2014-03:

3.4 mm (f = 300 kHz)

## Description of the measurement results / Beschreibung der Messergebnisse

### (1) DC-Resistance R [Ohm] / Gleichstromwiderstand:

Ohmic resistance (DC) of the absolute-, differential- and field coils, including cable and plug, value expressed in [Ohm]

*Ohmscher Widerstand (DC) der Absolut-, Differenz- und Feldspule einschließlich der Leitungen bis zum Stecker in [Ohm].*

### (2) Inductance L [ $\mu$ H] / Induktivität:

Serial inductance of the absolute-, differential- and field coils, including cable and plug, at the selected frequency, value expressed in [ $\mu$ H].

*Serielle Induktivität der Absolut-, Differenz- und der Feldspule einschließlich der Leitungen bis zum Stecker in [ $\mu$ H] für die gewählte Frequenz.*

### (3) AC-Resistance R [Ohm] / Wechselstromwiderstand:

Serial AC-resistance of the absolute-, differential- and field coils, including cable and plug, at the selected frequency, value expressed in [Ohm].

*Serieller Wechselstrom-Widerstand (AC) der Absolut-, Differenz- und der Feldspule einschließlich der Leitungen bis zum Stecker in [Ohm] für die gewählte Frequenz.*

### (4) Quality Factor Q / Spulengüte:

Quality factor of the absolute-, differential- and field coils, including cable and plug, at the selected frequency. Q is calculated from (2) and (3).

*Güte der Absolut-, Differenz- und der Feldspule einschließlich der Leitungen bis zum Stecker für die gewählte Frequenz. Q wird aus (2) und (3) berechnet.*

### (5) Residual Voltage [mV] / Restspannung:

Offset to the voltage (amplitude of the complex measuring signals) of the absolute- and differential coils, value expressed in [mV], taken without interaction between the probe and the test material ("probe in air"). The smaller the residual voltage, the larger the probe's remaining dynamic range. The residual voltage is a measure of the symmetry of the coil system setup; under ideal circumstances it is zero.

The residual voltage of the coil systems does not depend on the distance between probe and test material and is determined for selected frequencies.

*Spannungsoffset (Amplitude der komplexen Messsignale) der Absolut- und der Differenzspule in [mV], ohne Wechselwirkung der Sonde mit dem Testmaterial („Sonde in Luft“). Je kleiner die Restspannung, desto größer ist der verbleibende Dynamikbereich der Sonde. Der Spannungsoffset ist ein Maß für die Symmetrie des Aufbaus der Spulensysteme und wäre im Idealfall Null.*

*Die Restspannung der Spulensysteme ist unabhängig vom Abstand der Sonde zum Testmaterial und wird für ausgewählte Frequenzen des Sensors bestimmt.*

**(6) Residual Voltage Material [mV] / Restspannung Material:**

Offset to the voltage (amplitude of the complex measuring signals) of the differential coil, as caused by the interaction of the probe with the test material (Cu), minus the residual voltage, value expressed in [mV]. The residual voltage under material interaction is a measure of the symmetry of the differential coil setup. The more symmetric the differential coil setup, the smaller the remaining residual voltage under material interaction.

The residual voltage under material interaction is a function of the distance between probe and test material and is therefore determined for selected distances and frequencies.

Compare Figure 3: magnitude of the voltage amplitude  $A_{\text{Diff}}(\text{Cu}) \Rightarrow$  residual voltage material

*Spannungsoffset (Amplitude der komplexen Messsignale) der Differenzspule in [mV] bedingt durch die Wechselwirkung der Sonde mit dem Testmaterial (Cu), nach Abzug der Restspannung in Luft. Die Restspannung mit Material-Wechselwirkung ist ein Maß für die Symmetrie des Aufbaus der Differenzspule. Je symmetrischer der Differenzspulenaufbau ist, desto kleiner ist die Restspannung mit Material-Wechselwirkung.*

*Die Restspannung mit Material-Wechselwirkung der Differenzspule ist eine Funktion des Abstands der Sonde zum Testmaterial und wird deshalb für typische Abstände bei ausgewählten Frequenzen des Sensors bestimmt.*

Vergleiche Bild 3: Größe der Spannungsamplitude  $A_{\text{Diff}}(\text{Cu}) \Rightarrow$  Residual Voltage Material

**(7) Sensitivity [mV] / Empfindlichkeit:**

Voltage gain (amplitude of the complex measuring signals) of the absolute- and differential coil system, value expressed in [mV], at a defined transition Air/Cu and Cu/Air with  $s_{\text{Cu}} = 58 \text{ MS/m}$ . Corresponds to the maximum possible voltage gain of the coil systems under the given circumstances; it is therefore a practical measure of the sensitivity of the probe system and allows the comparison of probes. The higher the sensitivity, the smaller the cracks that can be detected.

The conductivity of the applied test material (Cu) is traceable to national standards.

The sensitivity is a function of the distance between probe and test material and is therefore determined for selected distances and frequencies.

Compare Figure 3: combination of voltage amplitudes  $A_{\text{Diff}} \Rightarrow \text{Sensitivity}(\text{Diff}) = A_{\text{Diff}}^{\text{max1}} + A_{\text{Diff}}^{\text{max2}}$

*Spannungshub (Amplitude der komplexen Messsignale) des Absolut- bzw. des Differenzspulensystems in [mV] bei definiertem Übergang Luft/Cu bzw. Cu/Luft mit  $s_{\text{Cu}} = 58 \text{ MS/m}$ . Entspricht dem maximal möglichen Spannungshub der Spulensysteme unter den gegebenen Bedingungen und ist somit ein praktikables Maß für die Empfindlichkeit des SONDENSYSTEMS und für die Vergleichbarkeit der Sonden untereinander. Je größer die SONDENSENSITIVITÄT der Differenzspule, desto kleinere Risse können detektiert werden.*

*Die Leitfähigkeit des verwendeten Materials (Cu) ist auf nationale Normale rückführbar.*

*Die SONDENSENSITIVITÄT der Spulensysteme ist eine Funktion des Abstands der Sonde zum Testmaterial und wird deshalb für typische Abstände bei ausgewählten Frequenzen des Sensors bestimmt.*

Vergleiche Bild 3: Kombination der Spannungsamplituden  $A_{\text{Diff}} \Rightarrow \text{Sensitivity}(\text{Diff}) = A_{\text{Diff}}^{\text{max1}} + A_{\text{Diff}}^{\text{max2}}$

Measuring of the characteristic values (5), (6) and (7):

To create a defined transition Cu/Air or Air/Cu, a rotational body with Cu segments is used, this is rotated by means of a precise rotational stage with minimal concentricity deviation and a selected frequency in front of the probe. The distance between the probe and the rotational body can be set to a defined quantity by means of an X-axis (see Figure 1). The resulting demodulated signals of both coil systems can be seen in Figure 2 (Real- and Imaginary parts). From these complex measurement values the amplitudes of the values (5), (6) and (7) are calculated after a given number of periods of rotation (see Figure 3).

*Messung der charakteristischen Größen (5), (6) und (7):*

*Zur Erzeugung eines definierten Übergangs Cu/Luft bzw. Luft/Cu wird ein Rotationskörper mit Cu-Segmenten verwendet, der mittels Präzisionsrotationstisch mit minimaler Rundlaufabweichung und definierter Frequenz vor dem Sonderelement rotiert. Der Abstand zwischen der Sonde und der Rotationskörperoberfläche kann mittels einer X-Achse definiert eingestellt werden (s. Bild 1). Die resultierenden demodulierten Signale der jeweiligen Spulensysteme zeigt Bild 2 (Re- bzw. Im-Teil). Aus diesen komplexen Messwerten werden die Amplituden der Größen (5), (6) und (7) aus einer vorgegebenen Anzahl von Perioden berechnet (s. Bild 3).*

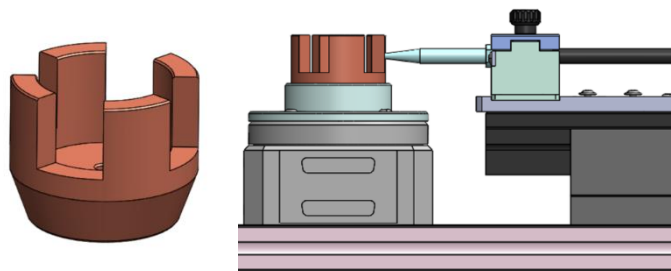


Figure 1: Schematic diagram of the measuring setup for the measuring units (5), (6) and (7) (*schematische Darstellung des Messaufbaus für die Messgrößen (5), (6) und (7)*)

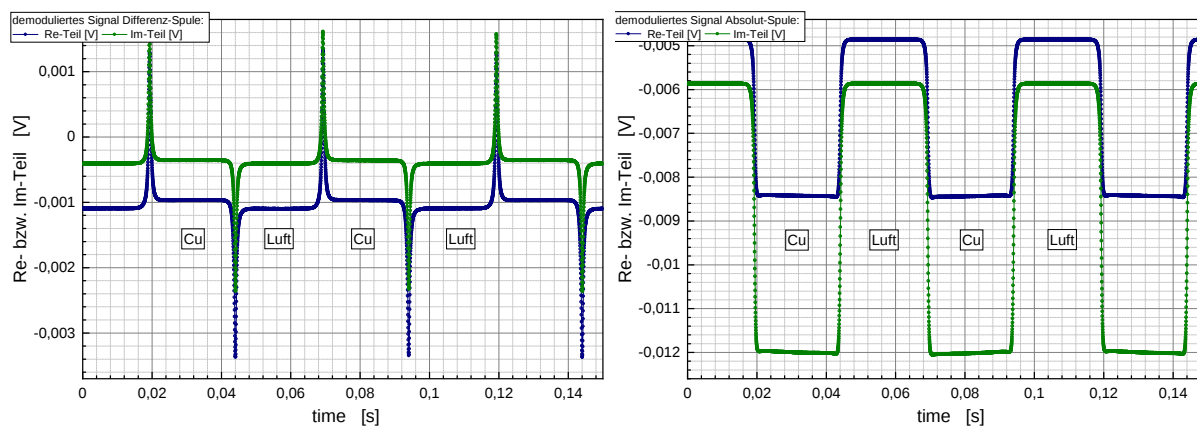


Figure 2: Demodulated measuring signals of the differential- and absolute probe (*demodulierte Messsignale der Differenz- und Absolutspule*)

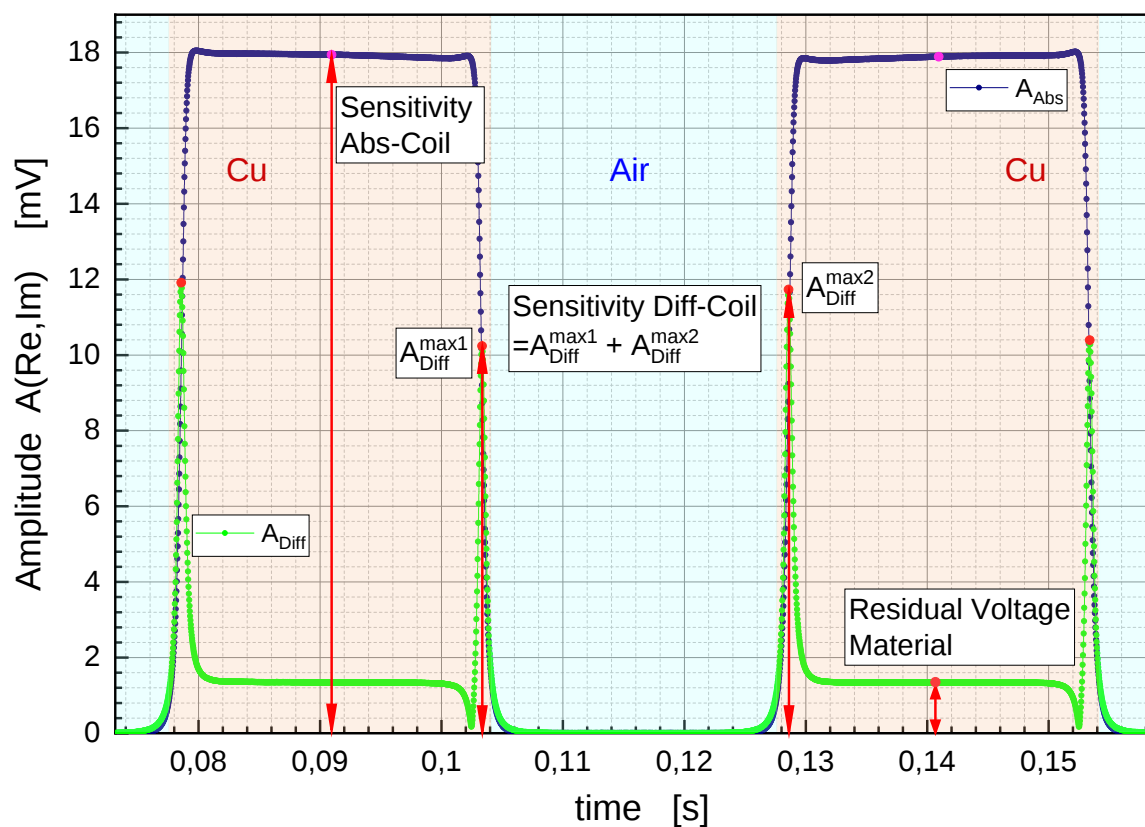


Figure 3: Schematic diagram of the calculation of the measuring units (6) and (7) (*schematische Darstellung der Berechnung der Messgrößen (6) und (7)*)

End of the calibration certificate / *Ende des Kalibrierscheins*