

Calibration Certificate

Werkskalibrierschein



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

04433
2025-09

Object <i>Gegenstand</i>	Sigmatest 2.070 + probe 14mm (Ti)	
Manufacturer <i>Hersteller</i>	Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG In Laisen 70, 72766 Reutlingen, Germany	
Type (Part-No., Drawing-No.) <i>Typ (Teile-Nr., Zeichnungs-Nr.)</i>	device/Gerät: 2810336 2.070.01-1001	probe/Sonde: 2825406 2.070.01-3114
Serial No. instrument/probe; Code <i>Serien-Nr. Gerät/Sonde; Code</i>	340 / 06572; C2825406_250722001	
Customer <i>Auftraggeber</i>	Muster Firma Muster Straße 123, 123 Muster Stadt, Muster Land	
Order No. <i>Auftragsnummer</i>	123456	
Date of calibration <i>Datum der Kalibrierung</i>	02.09.2025	
Number of pages of the certificate <i>Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines</i>	9	
Place of calibration <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 user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

Dieser Werkskalibrierschein dokumentiert die metrologische Rückführbarkeit auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). 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 without signature are not valid.

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit.

Date
Datum
23.09.2025

Person in charge
Bearbeiter
Vollmar

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

04433

2025-09

Measuring equipment / *Messmittel*

Description <i>Beschreibung</i>	Equipment No. <i>Prüfmittel-Nr.</i>	Calibration Date <i>Kalibrierdatum</i>
Air temperatur sensor Pt100 with TUC; Testo	31/114-1	05.10.2023
Conductivity reference set no. 01, NPL traceable (AC), 25x, IFR	12/562	05.03.2025

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.

Measuring unit <i>Messgröße</i>	Reading <i>Messwert</i>	Uncertainty U(k=2) <i>Unsicherheit</i>
Temperature [$^\circ\text{C}$]: measurement start	20	0,04
Temperature [$^\circ\text{C}$]: measurement end	20,1	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 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 95% im zugeordneten Werteintervall.

Performance verification / *Funktionskontrolle*

- ☒ Measured values within manufacturers specifications

Messwerte innerhalb der Spezifikationen des Herstellers

- ☐ Measured values out of manufacturers specifications

Messwerte außerhalb der Spezifikationen des Herstellers

04433

2025-09

Measurement results / Messergebnisse**Calibration conductivity / Kalibrierung Leitfähigkeit**

Code	Reference designation/ Measuring conditions <i>Bezugswert Bezeichnung/ Messbedingungen</i>	Reference value <i>Bezugswert</i> [MS/m]	Reading <i>Messwert</i> [MS/m] / [%IACS]	Deviation <i>Abweichung</i> [%]	Uncertainty U(k=2) <i>Unsicherheit</i> [MS/m] / [%IACS]
C2825406_250722001	Ref. 01: f=60kHz	63,3	63,3 / 109,14	0	0,507 / 0,874
	Ref. 02: f=60kHz	59,62	59,6 / 102,76	-0,03	0,477 / 0,822
	Ref. 03: f=60kHz	48,18	48,21 / 83,12	0,07	0,386 / 0,666
	Ref. 04: f=60kHz	38	37,96 / 65,45	-0,1	0,305 / 0,526
	Ref. 05: f=60kHz	34,22	34,16 / 58,9	-0,17	0,276 / 0,476
	Ref. 06: f=60kHz	28,53	28,48 / 49,1	-0,19	0,23 / 0,397
	Ref. 07: f=60kHz	22,13	22,08 / 38,07	-0,22	0,179 / 0,309
	Ref. 08: f=60kHz	18,14	18,09 / 31,19	-0,25	0,147 / 0,253
	Ref. 09: f=60kHz	15,22	15,19 / 26,19	-0,23	0,123 / 0,212
	Ref. 10: f=60kHz	9,573	9,566 / 16,493	-0,07	0,077 / 0,1328
	Ref. 11: f=60kHz	3,997	4,003 / 6,902	0,15	0,032 / 0,0552
	Ref. 12: f=60kHz	1,991	1,996 / 3,441	0,25	0,0159 / 0,0274
	Ref. 13: f=60kHz	0,613	0,612 / 1,055	-0,22	0,0049 / 0,0084
	Ref. 01: f=120kHz	63,3	63,3 / 109,14	0,01	0,507 / 0,874
	Ref. 02: f=120kHz	59,62	59,62 / 102,79	-0,01	0,477 / 0,822
	Ref. 03: f=120kHz	48,18	48,2 / 83,1	0,04	0,386 / 0,666
	Ref. 04: f=120kHz	38	37,95 / 65,43	-0,11	0,305 / 0,526
	Ref. 05: f=120kHz	34,22	34,16 / 58,9	-0,18	0,276 / 0,476
	Ref. 06: f=120kHz	28,53	28,47 / 49,09	-0,2	0,231 / 0,398
	Ref. 07: f=120kHz	22,13	22,08 / 38,07	-0,24	0,179 / 0,309
	Ref. 08: f=120kHz	18,14	18,09 / 31,19	-0,28	0,147 / 0,253
	Ref. 09: f=120kHz	15,22	15,18 / 26,17	-0,26	0,123 / 0,212
	Ref. 10: f=120kHz	9,573	9,552 / 16,469	-0,21	0,0774 / 0,1334
	Ref. 11: f=120kHz	3,997	4,007 / 6,909	0,25	0,032 / 0,0552
	Ref. 12: f=120kHz	1,991	1,995 / 3,44	0,17	0,0159 / 0,0274
	Ref. 13: f=120kHz	0,613	0,614 / 1,059	0,11	0,0049 / 0,0084

04433

2025-09

Measurement results / Messergebnisse**Calibration conductivity / Kalibrierung Leitfähigkeit**

Code	Reference designation/ Measuring conditions <i>Bezugswert Bezeichnung/ Messbedingungen</i>	Reference value <i>Bezugswert</i> [MS/m]	Reading <i>Messwert</i> [MS/m] / [%IACS]	Deviation <i>Abweichung</i> [%]	Uncertainty U(k=2) <i>Unsicherheit</i> [MS/m] / [%IACS]
C2825406_250722001	Ref. 01: f=240kHz	63,3	63,34 / 109,21	0,06	0,507 / 0,874
	Ref. 02: f=240kHz	59,62	59,63 / 102,81	0,02	0,477 / 0,822
	Ref. 03: f=240kHz	48,18	48,15 / 83,02	-0,07	0,386 / 0,666
	Ref. 04: f=240kHz	38	37,94 / 65,41	-0,16	0,306 / 0,528
	Ref. 05: f=240kHz	34,22	34,15 / 58,88	-0,19	0,277 / 0,478
	Ref. 06: f=240kHz	28,53	28,48 / 49,1	-0,19	0,23 / 0,397
	Ref. 07: f=240kHz	22,13	22,09 / 38,09	-0,19	0,178 / 0,307
	Ref. 08: f=240kHz	18,14	18,1 / 31,21	-0,2	0,146 / 0,252
	Ref. 09: f=240kHz	15,22	15,19 / 26,19	-0,21	0,123 / 0,212
	Ref. 10: f=240kHz	9,573	9,547 / 16,46	-0,26	0,0777 / 0,134
	Ref. 11: f=240kHz	3,997	4,005 / 6,905	0,18	0,032 / 0,0552
	Ref. 12: f=240kHz	1,991	1,995 / 3,44	0,19	0,0159 / 0,0274
	Ref. 13: f=240kHz	0,613	0,614 / 1,059	0,09	0,0049 / 0,0084
	Ref. 01: f=480kHz	63,3	63,39 / 109,29	0,15	0,513 / 0,884
	Ref. 02: f=480kHz	59,62	59,69 / 102,91	0,12	0,481 / 0,829
	Ref. 03: f=480kHz	48,18	48,13 / 82,98	-0,11	0,387 / 0,667
	Ref. 04: f=480kHz	38	37,95 / 65,43	-0,11	0,305 / 0,526
	Ref. 05: f=480kHz	34,22	34,18 / 58,93	-0,11	0,275 / 0,474
	Ref. 06: f=480kHz	28,53	28,51 / 49,16	-0,09	0,229 / 0,395
	Ref. 07: f=480kHz	22,13	22,11 / 38,12	-0,1	0,177 / 0,305
	Ref. 08: f=480kHz	18,14	18,12 / 31,24	-0,1	0,145 / 0,25
	Ref. 09: f=480kHz	15,22	15,2 / 26,21	-0,17	0,122 / 0,21
	Ref. 10: f=480kHz	9,573	9,548 / 16,462	-0,25	0,0777 / 0,134
	Ref. 11: f=480kHz	3,997	4,004 / 6,903	0,15	0,032 / 0,0552
	Ref. 12: f=480kHz	1,991	1,995 / 3,44	0,18	0,0159 / 0,0274
	Ref. 13: f=480kHz	0,613	0,613 / 1,057	0,02	0,0049 / 0,0084

04433

2025-09

Measurement results / Messergebnisse**Calibration conductivity / Kalibrierung Leitfähigkeit**

Code	Reference designation/ Measuring conditions <i>Bezugswert Bezeichnung/ Messbedingungen</i>	Reference value <i>Bezugswert</i> [MS/m]	Reading Messwert [MS/m] / [%IACS]	Deviation Abweichung [%]	Uncertainty U(k=2) Unsicherheit [MS/m] / [%IACS]
C2825406_250722001	Ref. 01: f=960kHz	63,3	63,32 / 109,17	0,04	0,512 / 0,883
	Ref. 02: f=960kHz	59,62	59,7 / 102,93	0,13	0,481 / 0,829
	Ref. 03: f=960kHz	48,18	48,04 / 82,83	-0,29	0,399 / 0,688
	Ref. 04: f=960kHz	38	37,93 / 65,4	-0,17	0,307 / 0,529
	Ref. 05: f=960kHz	34,22	34,16 / 58,9	-0,16	0,276 / 0,476
	Ref. 06: f=960kHz	28,53	28,51 / 49,16	-0,08	0,229 / 0,395
	Ref. 07: f=960kHz	22,13	22,1 / 38,1	-0,11	0,178 / 0,307
	Ref. 08: f=960kHz	18,14	18,12 / 31,24	-0,1	0,145 / 0,25
	Ref. 09: f=960kHz	15,22	15,18 / 26,17	-0,27	0,123 / 0,212
	Ref. 10: f=960kHz	9,573	9,545 / 16,457	-0,29	0,0777 / 0,134
	Ref. 11: f=960kHz	3,997	4,006 / 6,907	0,21	0,032 / 0,0552
	Ref. 12: f=960kHz	1,991	1,994 / 3,438	0,14	0,0159 / 0,0274
	Ref. 13: f=960kHz	0,613	0,614 / 1,059	0,05	0,0049 / 0,0084

Measurement results / Messergebnisse**Verification Lift-Off compensation / Überprüfung Lift-Off Kompensation**

Code	Reference designation/ Measuring conditions <i>Bezugswert Bezeichnung/ Messbedingungen</i>	Reference value <i>Bezugswert</i> [MS/m]	Reading Messwert [MS/m] / [%IACS]	Deviation Abweichung [%]	Uncertainty U(k=2) Unsicherheit [MS/m] / [%IACS]
C2825406_250722001	Ref.02 h=250µm f=60kHz	59,6	59,59 / 102,74	-0,03	0,477 / 0,822
	Ref.02 h=650µm f=60kHz	59,6	59,64 / 102,83	0,06	0,478 / 0,824
	Ref.06 h=250µm f=60kHz	28,48	28,51 / 49,16	0,11	0,229 / 0,395
	Ref.06 h=650µm f=60kHz	28,48	28,56 / 49,24	0,29	0,232 / 0,4
	Ref.11 h=250µm f=60kHz	4,003	3,995 / 6,888	-0,21	0,0321 / 0,0553
	Ref.11 h=650µm f=60kHz	4,003	3,997 / 6,891	-0,15	0,0321 / 0,0553

04433

2025-09

Measurement results / Messergebnisse**Verification Lift-Off compensation / Überprüfung Lift-Off Kompensation**

Code	Reference designation/ Measuring conditions <i>Bezugswert Bezeichnung/ Messbedingungen</i>	Reference value <i>Bezugswert</i> [MS/m]	Reading Messwert [MS/m] / [%IACS]	Deviation Abweichung [%]	Uncertainty U(k=2) Unsicherheit [MS/m] / [%IACS]
C2825406_250722001	Ref.02 h=250µm f=120kHz	59,62	59,55 / 102,67	-0,11	0,48 / 0,828
	Ref.02 h=650µm f=120kHz	59,62	59,67 / 102,88	0,1	0,479 / 0,826
	Ref.06 h=250µm f=120kHz	28,47	28,48 / 49,1	0,02	0,228 / 0,393
	Ref.06 h=650µm f=120kHz	28,47	28,52 / 49,17	0,16	0,229 / 0,395
	Ref.11 h=250µm f=120kHz	4,007	4,001 / 6,898	-0,15	0,0321 / 0,0553
	Ref.11 h=650µm f=120kHz	4,007	4,007 / 6,909	-0,01	0,0321 / 0,0553
	Ref.02 h=250µm f=240kHz	59,63	59,48 / 102,55	-0,25	0,492 / 0,848
	Ref.02 h=650µm f=240kHz	59,63	59,71 / 102,95	0,13	0,481 / 0,829
	Ref.06 h=250µm f=240kHz	28,48	28,45 / 49,05	-0,1	0,228 / 0,393
	Ref.06 h=650µm f=240kHz	28,48	28,5 / 49,14	0,06	0,228 / 0,393
	Ref.11 h=250µm f=240kHz	4,005	3,998 / 6,893	-0,16	0,0321 / 0,0553
	Ref.11 h=650µm f=240kHz	4,005	4,006 / 6,907	0,03	0,032 / 0,0552
	Ref.02 h=250µm f=480kHz	59,69	59,45 / 102,5	-0,41	0,518 / 0,893
	Ref.02 h=650µm f=480kHz	59,69	59,84 / 103,17	0,25	0,493 / 0,85
	Ref.06 h=250µm f=480kHz	28,51	28,44 / 49,03	-0,25	0,231 / 0,398
	Ref.06 h=650µm f=480kHz	28,51	28,53 / 49,19	0,07	0,228 / 0,393
	Ref.11 h=250µm f=480kHz	4,004	3,996 / 6,89	-0,19	0,0321 / 0,0553
	Ref.11 h=650µm f=480kHz	4,004	4,005 / 6,905	0,05	0,032 / 0,0552
	Ref.02 h=250µm f=960kHz	59,7	59,06 / 101,83	-1,06	0,746 / 1,286
	Ref.02 h=650µm f=960kHz	59,7	59,83 / 103,16	0,23	0,49 / 0,845
	Ref.06 h=250µm f=960kHz	28,51	28,3 / 48,79	-0,75	0,259 / 0,447
	Ref.06 h=650µm f=960kHz	28,51	28,49 / 49,12	-0,09	0,229 / 0,395
	Ref.11 h=250µm f=960kHz	4,006	3,99 / 6,879	-0,38	0,0322 / 0,0555
	Ref.11 h=650µm f=960kHz	4,006	4,005 / 6,905	-0,01	0,032 / 0,0552

Measurement conditions / Messbedingungen

Adjustment of the system:

- the complete set of 25 conductivity reference standards is used, evenly distributed within the range between $\sigma_1 = 0.6 \text{ MS/m}$ and $\sigma_{25} = 63 \text{ MS/m}$
- placing the probe at 5 different positions at the surface of each reference standard, measuring 10 single values at each position for each of the 5 frequencies, calculation the average value for each reference standard and each frequency
- varying the Lift-Off height in 16 height increments between $h = 0 \text{ }\mu\text{m}$ and $h = 750 \text{ }\mu\text{m}$ on each reference standards, measuring 10 single values at each height for each of the 5 frequencies, calculation the average value for each height and each frequency
- calculation of the characteristic probe function and the Lift-Off compensation function of this probe from all measured data
- the results are stored in the memory of the probe.

Justage/Kalibrierung des Systems:

- *es wird der komplette Satz von 25 Leitfähigkeits-Referenzstandards verwendet, die gleichmäßig im Bereich zwischen $\sigma_1 = 0.6 \text{ MS/m}$ und $\sigma_{25} = 63 \text{ MS/m}$ verteilt sind*
- *die Sonde wird auf 5 verschiedenen Positionen auf der Oberfläche jedes Referenzstandards positioniert und jeweils 10 Einzelwerte je Position und für jede der 5 Frequenzen gemessen, Berechnung des Mittelwertes für jeden Referenzstandard und jede Frequenz*
- *Variation der Lift-Off Höhe in 16 Höhenstufen zwischen $h = 0 \text{ }\mu\text{m}$ und $h = 750 \text{ }\mu\text{m}$ auf jedem dieser Referenzstandards und Messung von 10 Einzelwerten für jede Höhe und jede Frequenz, Berechnung des Mittelwertes für jede Höhe und jede Frequenz*
- *Berechnung der Kennlinienfunktion und der Lift-Off Kompensationsfunktion der Sonde aus allen gemessenen Werten*
- *die Ergebnisse werden im Speicher der Sonde abgelegt*

Calibration of the system:

- verification of the accuracy of the adjusted system by measuring 13 selected conductivity reference standards from the complete set
- placing the probe at 5 different positions at the surface of each of these reference standards, measuring 10 conductivity single values at each position for each of the 5 frequencies, calculation the conductivity average value for each reference standard and each frequency (Ref. xx, f = xxx kHz)
- calculation of the deviation between the measured conductivities and the given reference values of the respective reference standards
- calculation of the resulting measurement uncertainty (U k = 2)
- comparison of the results with the given specifications
- these results are included in this calibration certificate

Measurement conditions / Messbedingungen

Kalibrierung des Systems:

- Überprüfung der Richtigkeit des justierten Systems durch die Messung von 13 ausgewählten Leitfähigkeits-Referenzstandards aus dem kompletten Satz
- Aufsetzen der Sonde auf 5 verschiedenen Positionen auf jedem der Referenzstandards, Messung von 10 Einzelwerten auf jeder der Positionen und für jede der 5 Frequenzen, Berechnung des Mittelwertes der Leitfähigkeit des jeweiligen Standards und für jede Frequenz (Ref. xx, $f = \text{xxx kHz}$)
- Berechnung der Abweichung zwischen den gemessenen Leitfähigkeiten und den Referenzwerten der jeweiligen Standards
- Berechnung der resultierenden Messunsicherheit ($U k = 2$)
- Vergleich der Ergebnisse mit den gegebenen Spezifikationen
- diese Ergebnisse sind in diesem Kalibrierschein enthalten

Verification of Lift-Off Compensation:

- using 3 selected reference standards from the complete set
- positioning the probe at 2 specified lift-off heights above each of these reference standards and measuring the conductivity at all 5 frequencies (Ref.xx, $h = \text{xxx } \mu\text{m}$, $f = \text{xxx kHz}$)
- calculation of the deviation between the measured conductivities at these Lift-Off heights and the measured values obtained with the probe placed on the respective reference standard ($h = 0 \mu\text{m}$)
- calculation of the resulting measurement uncertainty ($U k = 2$)
- comparison of the results with the given specifications
- these results are included in this calibration certificate

Überprüfung der Lift-Off Kompensation:

- Verwendung von 3 selektierten Referenzstandards aus dem kompletten Satz
- Positionierung der Sonde in 2 vorgegebenen Lift-Off Höhen über jeden von diesen Referenzstandards und Messung der Leitfähigkeit bei allen 5 Frequenzen (Ref.xx, $h = \text{xxx } \mu\text{m}$, $f = \text{xxx kHz}$)
- Berechnung der Abweichung zwischen den Messwerten bei diesen Lift-Off Höhen und den Werten der auf den jeweiligen Referenzstandards aufgesetzten Sonde ($h = 0 \mu\text{m}$)
- Berechnung der resultierenden Messunsicherheit ($U k = 2$)
- Vergleich der Ergebnisse mit den gegebenen Spezifikationen
- diese Ergebnisse sind in diesem Kalibrierschein enthalten.

04433
2025-09

Comments on measurement results / Bemerkungen zu den Messergebnissen

The reported results are only applicable for the combination of the conductivity probe and the Sigmatest device specified in this calibration certificate and have been tested for compliance with the specifications given in the internal document "Spezifikation_Sigmatest_Taster_2070_2825406_V001".

Die angegebenen Ergebnisse sind ausschließlich für die Kombination aus der im Kalibrierschein genannten Leitfähigkeitssonde und dem Sigmatest-Gerät anwendbar und sind auf die Einhaltung der Spezifikationen geprüft worden, die im internen Dokument "Spezifikation_Sigmatest_Taster_2070_2825406_V001" aufgelistet sind.

Used calibration procedures / Verwendete Kalibrierprozeduren

AAW_KaliLab_Kal_2070_026

AAW_KaliLab_WA_2070_018

VAW_KaliLab_MUB_Sigmatest_010

Confirmation / Bestätigung

The calibration was performed in accordance with the following standards:

Die Kalibrierung erfolgte in Anlehnung an die folgenden Normen:

DIN 50994:2017-11

EN 2004-1:1993-09

EN 2004-7:2017-10

MIL STD 1537C

AITM6-6008

DGQT 4.2.0368

The equipment was tested on the basis of FOERSTER testing and calibration regulations. No discrepancies were detected.

The measured values obtained during the acceptance test fully comply with the specification.

Die Messmittel wurden nach FOERSTER Prüf- und Kalibriervorschriften geprüft, es wurden keine Mängel festgestellt.

Die im Rahmen der Abnahmeprüfung ermittelten Messwerte erfüllen die Spezifikation in vollem Umfang.

End of the calibration certificate / Ende des Kalibrierscheins