

Kalibrierschein
Calibration Certificate

Kalibrierzeichen
Calibration mark

K0-0277-2010-09

Gegenstand <i>Object</i>	M/E - Analyser	Die Kalibrierung erfolgt durch Vergleich mit Bezugsnormalen bzw. Bezugsnormalmess-einrichtungen, die in einer Kalibrierstelle des Deutschen Kalibrierdienstes (DKD) kalibriert und damit rückgeführt sind auf die nationalen Normale; mit denen die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) die physikalischen Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI) darstellt.
Hersteller <i>Manufacturer</i>	Gigahertz Solutions GmbH	
Typ <i>Type</i>	ME 3951A	
Fabrikate/Serien-Nr. <i>Serial number</i>	013000034095	Die Kalibrierung erfolgte in Übereinstimmung mit den Normen DIN EN ISO/IEC 17025 und ISO 9001.
Auftraggeber <i>Customer</i>	Gigahertz Solutions GmbH Am Galgenberg 12 D-90579 Langenzenn	Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.
Auftragsnummer <i>Order No.</i>	K0-10001	<i>The calibration is performed by comparison with reference standards or standard measuring equipment which are calibrated by a Calibration laboratory of the Deutscher Kalibrierdienst (DKD) and thus traceable to the national measurement standards maintained by the Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) for the realization of the physical units according to the International system of Units (SI).</i>
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i>	4	
Datum der Kalibrierung <i>Date of calibration</i>	07.09.2010	
		<i>The calibration is performed according to the standards DIN EN ISO/IEC 17025 and ISO 9001.</i>
		<i>The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.</i>

Die angegebenen Messwerte gelten zum Zeitpunkt der Kalibrierung. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit.

The measured values are valid for the moment of calibration. Calibration certificates without signature are not valid.

Stempel
Seal



Datum
Date

08.09.2010

Stellv. Leiter des Kalibrierlaboratoriums
Deputy Head of the calibration laboratory

R. Breitsameter

Bearbeiter
Person in charge

M. Rummer

1 Kalibriergegenstand

Der M/E-Analyser besitzt einen B-Feld Sensor zur Messung magnetischer Felder und einen E-Feld Sensor zur Messung elektrischer Felder. Kalibriert wurde im Frequenzbereich von 5 Hz bis 100 kHz (H-Feld) bzw. 400 kHz (E-Feld). Abhängig von der Frequenz wurden folgende interne Filter verwendet:

Frequenzbereich 5 Hz bis 2 kHz
Frquenzbereich 2 kHz bis 400 kHz

Filter 5 Hz bis 400 kHz
Filter 50 Hz bis 400 kHz

Vor der Kalibrierung wurde eine optische und eine elektrische Kontrolle durchgeführt. Der Befund war in Ordnung.

2 Kalibrieraufbau und Kalibrierverfahren

2.1 Elektrisches Wechselfeld

Der Kalibriergegenstand wurde im Zentrum einer TEM-Zelle im rechten Winkel zu dem Magnetfeld angeordnet. Aus der gemessenen Vorwärtsleistung bzw. Eingangsspannung an der TEM-Zelle und der Geometrie der TEM-Zelle wurde das erzeugte elektrische Kalibrierfeld berechnet. Siehe auch Fotos.



M/E-Analyser in der Mitte der TEM-Zelle



M/E-Analyser in der Mitte der TEM-Zelle

2.2 Magnetisches Wechselfeld

Der M/E-Analyser wurde in einer Helmholtzspule bekannter Geometrie positioniert. Die Helmholtzspule befand sich auf einem Holztisch (h = 80 cm). Die magnetische Flussdichte in der Mitte der Spulenordnung ergibt sich aus dem Stromfluss, der als Spannungsabfall über einem 1 Ω Präzisionswiderstand unter Verwendung des Bezugsnormals gemessen wurde.

3 Bezugsnormale und Messmittel

Bezugsnormale	Hersteller	Typ	Beschreibung	K.-Nr.	Rückführung
TEM-Zelle	Ampl. Research	TC3020	DC bis 200 MHz	738	Geometrie der TEM-Zelle
Power-Sensor	Rohde & Schwarz	URV5-Z2	9 kHz bis 2 GHz	1102	DKD-K-16101-0038-2010-01
Leistungsmesser	Rohde & Schwarz	NRVD	Anzeigeeinheit	1505	DKD-K-16101-0044-2010-05
Digital Multimeter	Agilent Technolog.	34401A	5 Hz bis 300 kHz	1540	DKD-K-01101-4370-2009-09

Messgeräte	Hersteller	Typ	Beschreibung	K.-Nr.	Rückführung
Signalgenerator	Tektronix	AFG 3101	1 µHz bis 100 MHz	1062	Kal. Schein Nr. K1062-2010-03
Helmholtz-Spule	MBB	WTD-81	1 A => 20,49 µT	728/729	über Geometrie
Widerstand	Caddock	MP9100	1 Ohm	ohne	Messung vor dem Test

Sonstige zur Kalibrierung verwendeten Messgeräte und Messhilfsmittel unterliegen den Vorschriften und Kalibrier-/Wartungszyklen des DKD-Kalibrierlabors.

4 Umgebungsbedingungen

Temperatur: $(21,5 \pm 0,3)^\circ\text{C}$

Relative Feuchte: $(50 \pm 10)\%$

5 Messunsicherheit

Die Messunsicherheit wird anhand der verwendeten Messmittel und Umgebungsbedingungen auf 1 dB geschätzt.

Sie entspricht der zweifachen Standardabweichung ($k=2$). Die Standardabweichung wurde gemäß Dokument EA-04/02 „Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration“ u.a. aus dem benutzten Normal, dem Kalibrierverfahren und den Umgebungsbedingungen sowie von Kurzzeit-Effekten des Messobjektes herrührenden Unsicherheits-Anteilen berechnet.

6 Kalibrierergebnisse

6.1 Frequenzgang → Magnetisches Wechselfeld

Das Ergebnis der Kalibrierung ist als Korrekturfaktor k dargestellt, auch als Kalibrierfaktor bezeichnet. Mit Hilfe des Kalibrierfaktors k errechnet sich die tatsächlich vorhandene magn. Flussdichte wie folgt:

Magn. Flussdichte = $k \cdot$ angezeigte magn. Flussdichte

Frequenz in Hz	Sollwert in nT	Messbereich	Filter	Anzeige in nT	Korrekturfaktor k
5	200	1.999 nT	5 Hz – 400 kHz	197	1,02
16,6	200	1.999 nT	5 Hz – 400 kHz	199	1,01
50	200	1.999 nT	5 Hz – 400 kHz	199	1,01
100	200	1.999 nT	5 Hz – 400 kHz	197	1,02
150	200	1.999 nT	5 Hz – 400 kHz	198	1,01
2 k	200	1.999 nT	5 Hz – 400 kHz	197	1,02
2 k	200	1.999 nT	50 Hz – 400 kHz	197	1,02
10 k	200	1.999 nT	50 Hz – 400 kHz	200	1,00
50 k	200	1.999 nT	50 Hz – 400 kHz	201	1,00
100 k	200	1.999 nT	50 Hz – 400 kHz	209	0,96

6.2 Frequenzgang → Elektrisches Wechselfeld

Das Ergebnis der Kalibrierung ist als Korrekturfaktor k dargestellt, auch als Kalibrierfaktor bezeichnet. Mit Hilfe des Kalibrierfaktors k errechnet sich die tatsächlich vorhandene el. Feldstärke wie folgt:

El. Feldstärke = k * angezeigte el. Feldstärke

Frequenz in Hz	Sollwert in V/m	Messbereich	Filter	Anzeige in V/m	Korrekturfaktor k
5	10	199,9 V/m	5 Hz – 400 kHz	9,8	1,02
16,6	10	199,9 V/m	5 Hz – 400 kHz	9,9	1,01
50	10	199,9 V/m	5 Hz – 400 kHz	9,9	1,01
100	10	199,9 V/m	5 Hz – 400 kHz	9,9	1,01
150	10	199,9 V/m	5 Hz – 400 kHz	9,8	1,02
2 k	10	199,9 V/m	5 Hz – 400 kHz	9,8	1,02
2 k	10	199,9 V/m	50 Hz – 400 kHz	9,8	1,02
10 k	10	199,9 V/m	50 Hz – 400 kHz	9,8	1,02
50 k	10	199,9 V/m	50 Hz – 400 kHz	9,7	1,03
100 k	10	199,9 V/m	50 Hz – 400 kHz	9,6	1,04
200 k	10	199,9 V/m	50 Hz – 400 kHz	9,3	1,08
300 k	10	199,9 V/m	50 Hz – 400 kHz	8,9	1,12
400 k	10	199,9 V/m	50 Hz – 400 kHz	8,6	1,16