

Rundes Helmholtz-Spulenpaar Circular Helmholtz Coils



Technische Daten:		Specifications:
Windungszahl (pro Spule):	12	Number of turns (per Coil):
Maximaler Spulenstrom:	60 A, 5 min.	Maximum Coil Current:
Spulenstrom, nominell:	30 A continuous	Nominal Coil Current:
Spulenabstand einstellbar:	200 mm, 250 mm, 300 mm	Coil Spacings:
(alle folgenden Angaben beziehen sich auf 200 mm Spulenabstand)		(the following data corresponds to a coil spacing of 200 mm)
Max. Magn. Feldstärke:	2500 A/m, 5 min.	Maximum Magnetic Field Strength:
Magn. Nennfeldstärke:	1288 A/m continuous	Nominal Magnetic Field Strength:
Magn. Feldstärke bei 1 A Spulenstrom:	42.93 A/m 152.66 dB μ A/m	Magnetic Fieldstrength, 1 A Coil Current:
Erforderlicher Strom für 1 A/m:	23.29 mA	Current required for 1 A/m:
Wandlungsmaß Strom-Feldstärke:	32.66 dB/m	Conversion Current-Fieldstrength:
Spulen-Durchmesser:	400 mm	Coil diameter:
Abmessungen:	0.38 m x 0.58 m x 0.42 m	Mechanical Dimensions:
Anschlüsse: Laborbuchsen mit kombinierter Schraubklemme	4 mm	Terminals: 4 mm female with universal wire fixture
Nutzbarer Frequenzbereich:	DC - 500 kHz	Usable Frequency Range:
Induktivität (pro Spule):	120 μ H	Inductance (per Coil):
Induktivität (Spulenpaar):	240-260 μ H	Inductance (Pair of Coils):
Wirkwiderstand (pro Spule):	47.5 m Ω	Resistance (per Coil):
Windungskapazität (Spulenpaar):	35 pF	Coil Capacitance (Pair of Coils):
Resonanzfrequenz (Spulenpaar):	> 1.4 MHz	Resonant Frequency (Pair of Coils):
Gewicht:	10.2 kg	Weight:

Anwendung:

Das Helmholtz-Spulenpaar eignet sich zur Erzeugung exakt definierter magnetischer Felder von DC bis über das obere Ende des Audiofrequenzbereichs hinaus. Die erzeugte Feldstärke steht in streng linearem Zusammenhang zum Spulenstrom. Aus der Spulengeometrie, dem Strom und der Windungszahl läßt sich die resultierende Feldstärke exakt analytisch (oder auch numerisch) berechnen. Daher ist die HHS 5204-36 ideal für Kalibrierungen von Magnetfeldsonden einsetzbar. Aufgrund der thermisch hochbelastbaren Teflon-Bewicklung lassen sich (kurzzeitig) magnetische Felder bis ca. 3000 A/m erzeugen. Typische Anwendungsfälle sind Immunitätsprüfungen im KFZ-Bereich und nach MIL STD 461. Bei der Felderzeugung mit Helmholtzspulen ist die magnetische Feldstärke streng proportional zum Spulenstrom. Letztendlich läßt sich die Kalibrierung der Magnetfeldstärke auf eine Strommessung (oder z.B. auf den Spannungsabfall an einem bekannten Vorwiderstand) zurückführen. Die Helmholtzspule selbst muß nicht kalibriert werden. Alternativ kann die Feldstärke auch mit Hilfe einer kleinen Feld-Sensorspule bestimmt werden.

Inbetriebnahme:

Die Helmholtzspule sollte in ausreichendem Abstand von möglichen Magnetfeldquellen (z.B. Transformatoren in Netzteilen von Messgeräten, stromdurchflossene Leiter, Bildschirme, Oszillografenröhren, Elektromotore, Lautsprecher uvm...) auf einem Tisch positioniert werden. Alle magnetischen Metallteile (d.h. Eisen / Stahl, Kobalt und Nickel) sollten aus der unmittelbaren Spulenumgebung entfernt werden. Die Anschlußleitungen vom Generator zur Helmholtzspule sollten verdrillt werden, um unerwünschte Einkopplungen magnetischer Flüsse zu vermeiden. Die Klemmen der Spule sind mit Kennbuchstaben A, B, C und D gekennzeichnet. Der Generator (Stromquelle, Audio-Verstärker ...) wird mit den Klemmen A und C der Spule verbunden. Das kurze, mitgelieferte Kabel mit zwei Bananensteckern verbindet die Klemmen B und D.

Application:

The Helmholtz-Coils are especially designed to generate precisely defined magnetic fields from DC to the upper end of the audio frequency range and beyond. The generated fields are in a strongly linear relation to the coil current. The fieldstrength can be calculated exactly by analytical (or numerical) methods, based on the coils' geometry, the number of turns and the coil current. Therefore the HHS 5204-36 is ideally suited for the calibration of magnetic field probes or sensors. Due to the high temperature proof Teflon wire packet it is possible to generate magnetic fields up to approx. 3000 A/m for short times. Typical applications are magnetic immunity testing according to automotive standards or MIL STD 461. When generating magnetic fields with Helmholtz coils the coil current is directly proportional to the magnetic fieldstrength. The calibration of the magnetic field is finally traceable to a current measurement (or to a voltage drop at a known resistor). The Helmholtz Coil itself does not require a calibration. Alternatively a small loop sensor can be used to determine the actual fieldstrength.

Installation:

The Helmholtz-Coils should be installed on a desk in a sufficiently large separation from sources of unintentional magnetic fields, e.g. transformers in power supplies, conductors carrying high currents, computer monitors, loudspeakers, cathode ray tubes (CRT) and more.... All kind of magnetic material (e.g. steel, Nickel, Cobalt) should be removed from the near surrounding of the coil. The wires which are used to connect the current source with the Helmholtz-Coil should be twisted to avoid an unwanted injection of magnetic flux.

The coil terminals are assigned with the characters A, B, C and D. The generator (current source, audio-amplifier...) is connected to the terminals A and C, the terminals B and D are connected with the short cable supplied with the coil.

Zur Kontrolle kann die magnetische Feldstärke im Innern des Spulenpaares gemessen werden, bei falschem Anschluß wird genau in der Mitte zwischen den Spulen ein starker Feldstärkeabfall festzustellen sein, da sich die Felder der Spulen gegenseitig aufheben.

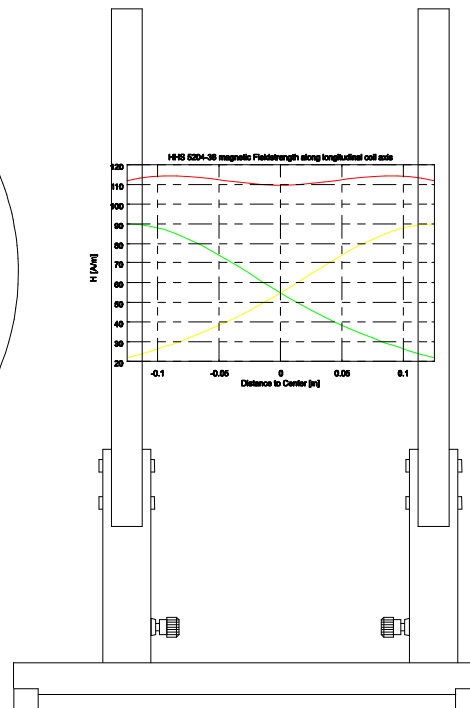
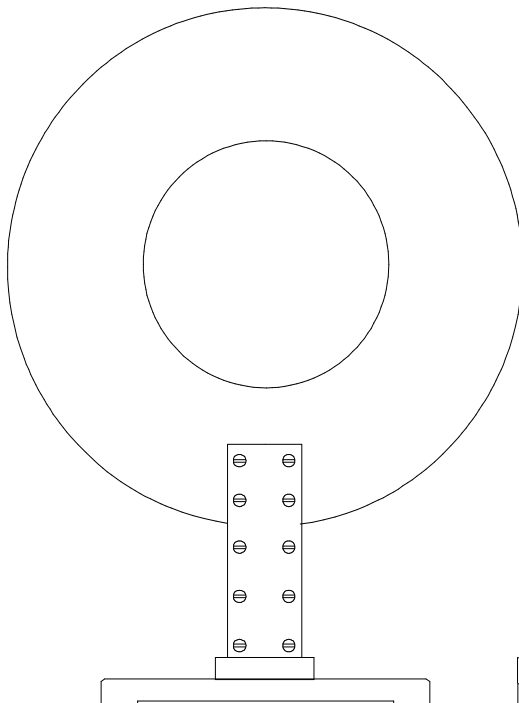
Das Helmholtzspulenpaar kann je nach Anwendungsfall bei verschiedenen Spulenabständen betrieben werden. Die "klassische" Betriebsart mit einem Abstand von 200 mm ergibt höchste Feldstärke bei mittlerer Feldhomogenität (0.5 dB) und kleinstem Prüflingsvolumen. Der mittlere Abstand von 250 mm ergibt beste Feldhomogenität (0.36 dB), mittlere Feldstärke und mittelgroßes Prüflingsvolumen. Der größte Abstand ergibt geringste Feldstärke, größtes Prüflingsvolumen bei leichten Feldhomogenitätseinbußen (1.24 dB).

Die folgende Abbildung zeigt die HHS 5204-12 bei mittlerem Spulenabstand von 250 mm. Im rechten Teil der Ansicht sind die Feldstärkebeiträge der jeweiligen Einzelspulen sowie die daraus resultierende Summenfeldstärke bei 1 A Spulenstrom aufgetragen.

An additional verification can be done by measuring the magnetic fieldstrength between the coils. Assuming a wrong connection, the fieldstrength decays very sharply in the center between the coils, because the fields compensate each other.

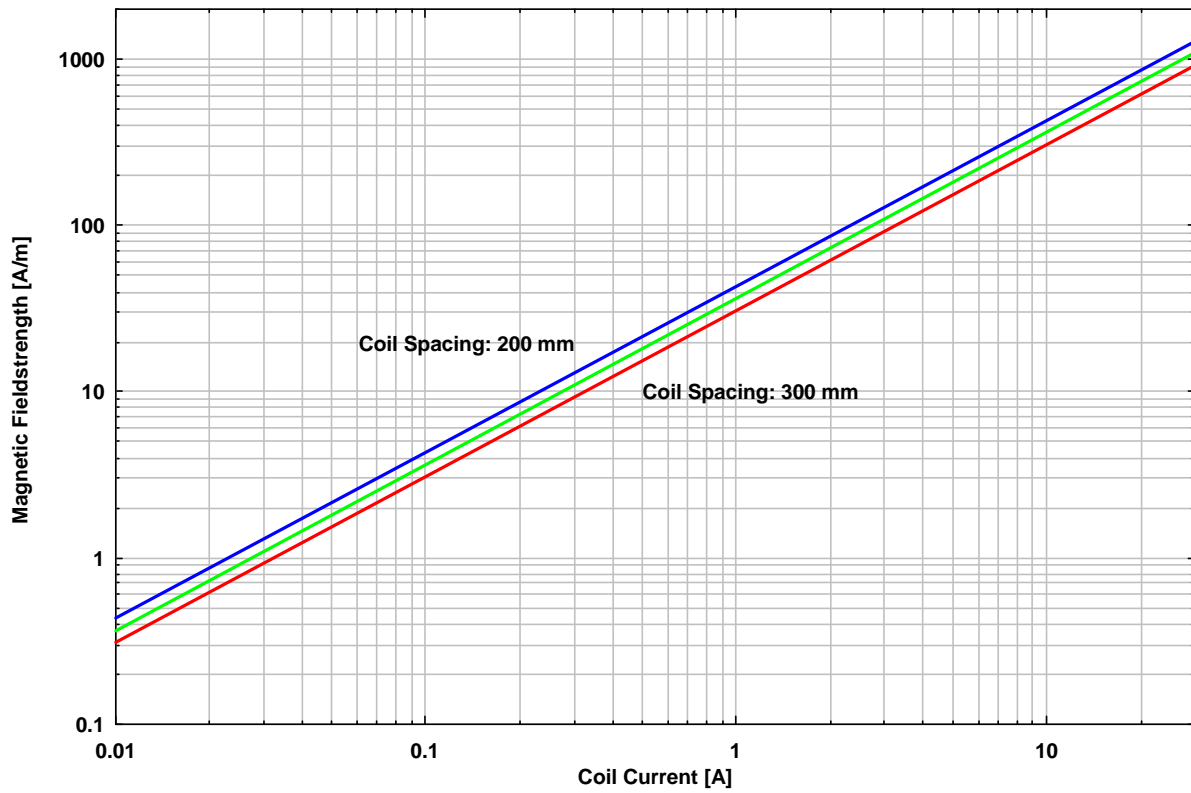
The Helmholtz coils can be operated at three different coil separations. The 'classic' operation mode has a coil spacing of 200 mm, which results in a maximum fieldstrength at medium field homogeneity (0.5 dB) and smallest EuT-volume. The mean spacing of 250 mm yields a medium fieldstrength, best field uniformity (0.36 dB) and medium EuT-volume. The largest spacing yields low fieldstrength, a large EuT volume with a slightly reduced field uniformity of 1.24 dB.

The following drawing shows the HHS 5204-12 with the medium coil spacing of 250 mm. The diagram at the right part of the drawing indicates the contributions of each single coil and the resulting sum - fieldstrength caused by a coil current of 1 A.

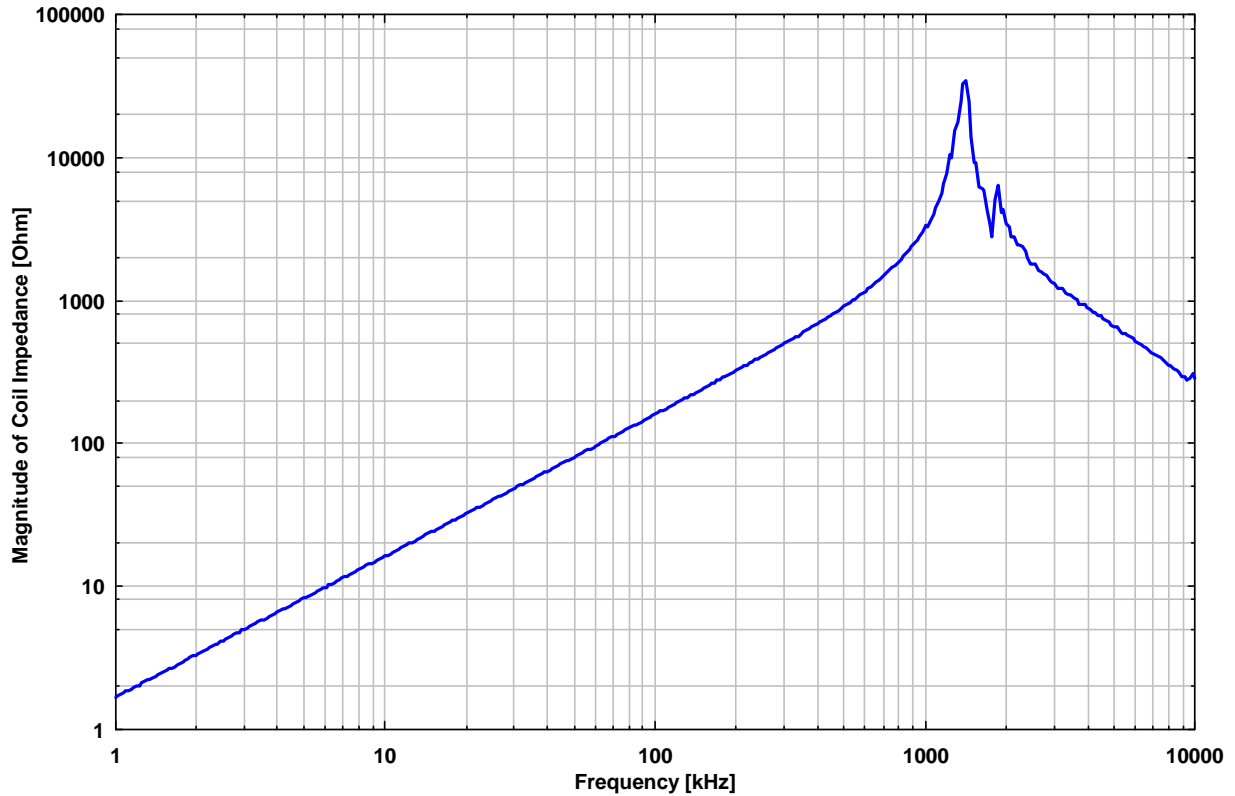




Magnetische Feldstärke und Spulenstrom
HHS 5204-12



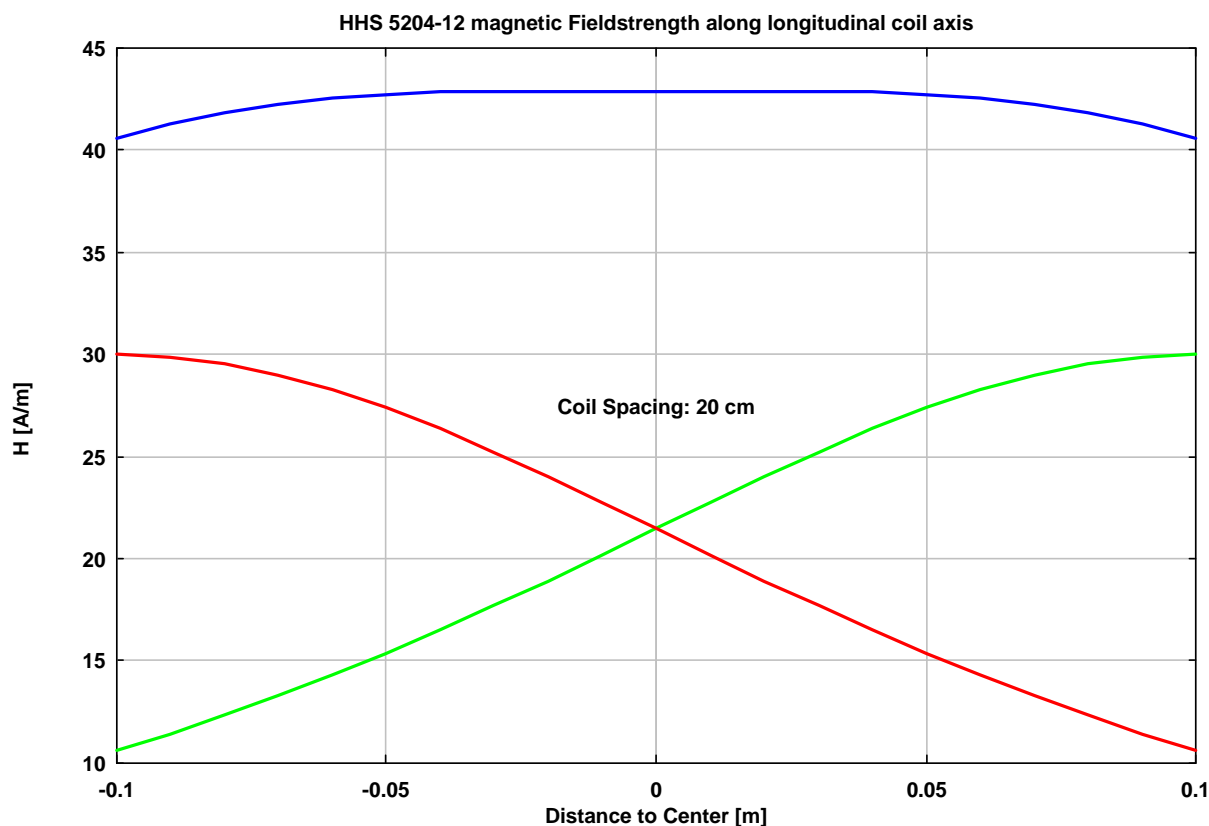
Betrag der Impedanz (Spulenpaar)
HHS 5204-12



Coil factors for different coil separations:

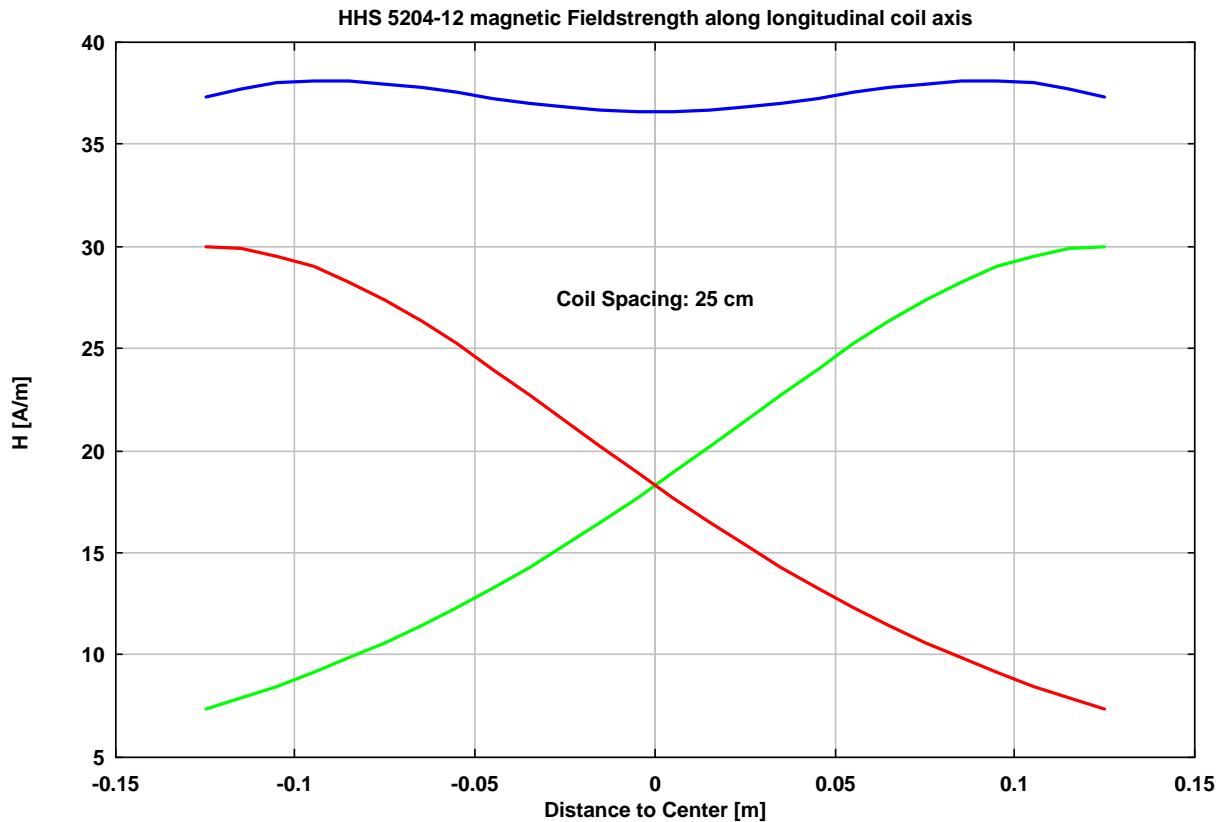
Coil Separation [mm]	Coil Factor ¹ [1/m]
20	42.9
25	36.6
30	30.7

¹ The magnetic field strength is measured in the middle between the Helmholtz coils.



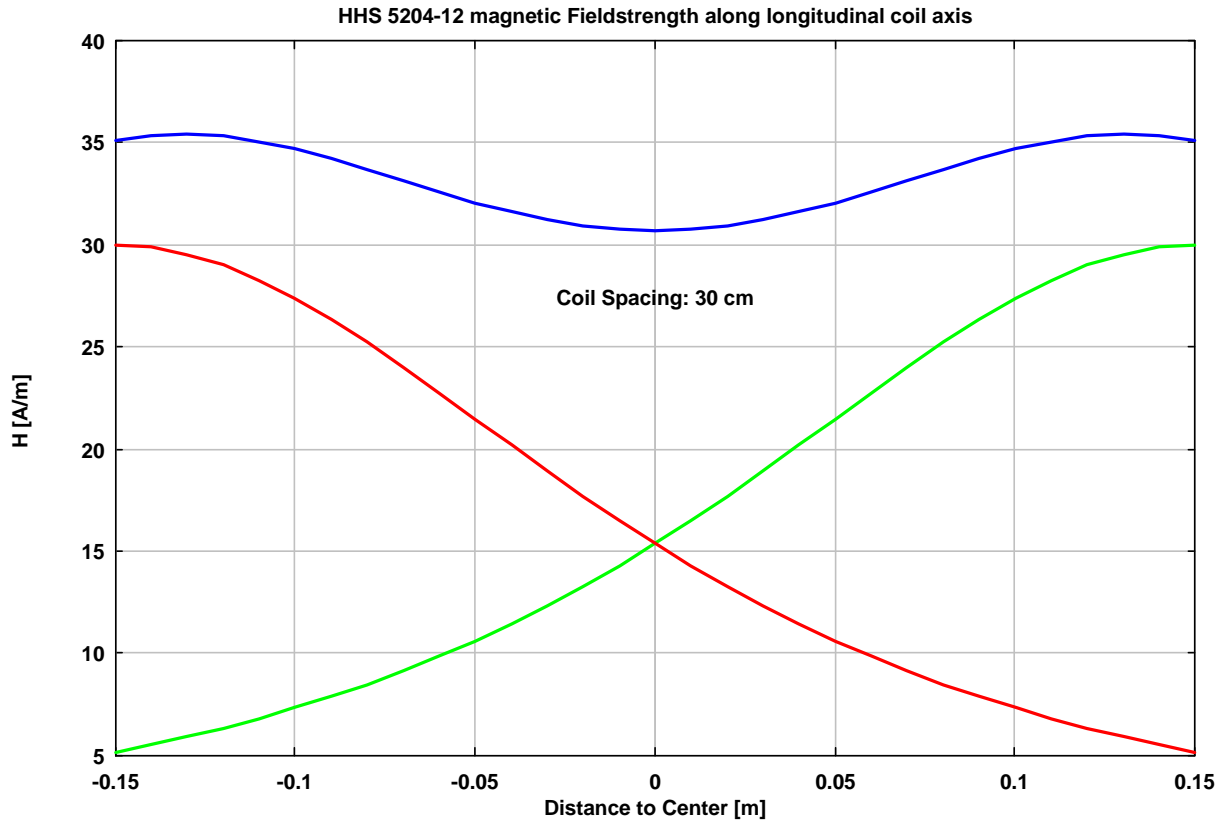
Längskomponente der magnetischen Feldstärke entlang der Spulenlängsachse <i>Magnet. Fieldstrength, longitudinal component along rotational axis</i>						
Abstand zur Spulenmitte [cm]	H1[A/m]	H2[A/m]	Hges[A/m]	H1[dBµA/m]	H2[dBµA/m]	Hges[dBµA/m]
0.0	21.466	21.466	42.933	146.64	146.64	152.66
1.0	22.751	20.182	42.932	147.14	146.10	152.66
2.0	24.012	18.915	42.928	147.61	145.54	152.65
3.0	25.226	17.682	42.908	148.04	144.95	152.65
4.0	26.362	16.495	42.857	148.42	144.35	152.64
5.0	27.392	15.360	42.752	148.75	143.73	152.62
6.0	28.286	14.284	42.570	149.03	143.10	152.58
7.0	29.015	13.270	42.286	149.25	142.46	152.52
8.0	29.556	12.320	41.875	149.41	141.81	152.44
9.0	29.888	11.432	41.320	149.51	141.16	152.32
10.0	30.000	10.607	40.607	149.54	140.51	152.17

Spulenstrom: 1 A, Spulenabstand: 200 mm
 Coil Current: 1 A, Coil Separation: 200 mm



Längskomponente der magnetischen Feldstärke entlang der Spulenlängsachse <i>Magnet. Fieldstrength, longitudinal component along rotational axis</i>						
Abstand zur Spulenmitte [cm]	H1[A/m]	H2[A/m]	Hges[A/m]	H1[dB μ A/m]	H2[dB μ A/m]	Hges[dB μ A/m]
0.5	18.915	17.682	36.598	145.54	144.95	151.27
1.5	20.182	16.495	36.676	146.10	144.35	151.29
2.5	21.466	15.360	36.826	146.64	143.73	151.32
3.5	22.751	14.284	37.035	147.14	143.10	151.37
4.5	24.012	13.270	37.283	147.61	142.46	151.43
5.5	25.226	12.320	37.545	148.04	141.81	151.49
6.5	26.362	11.432	37.795	148.42	141.16	151.55
7.5	27.392	10.607	37.999	148.75	140.51	151.60
8.5	28.286	9.841	38.126	149.03	139.86	151.62
9.5	29.015	9.131	38.147	149.25	139.21	151.63
10.5	29.556	8.476	38.031	149.41	138.56	151.60
11.5	29.888	7.871	37.759	149.51	137.92	151.54
12.5	30.000	7.314	37.314	149.54	137.28	151.44

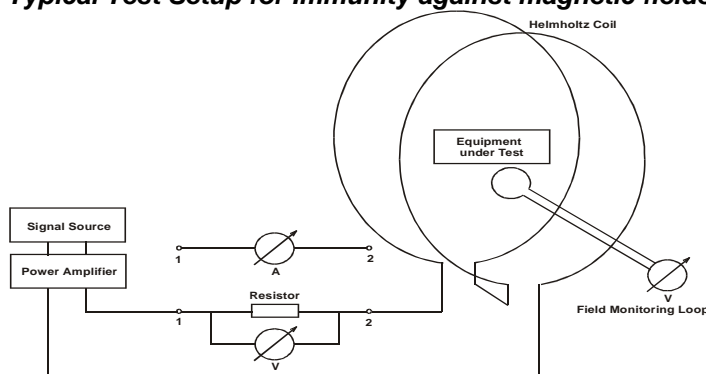
Spulenstrom: 1 A, Spulenabstand: 250 mm
Coil Current: 1 A, Coil Separation: 250 mm



Längskomponente der magnetischen Feldstärke entlang der Spulenlängsachse						
<i>Magnet. Fieldstrength, longitudinal component along rotational axis</i>						
Abstand zur Spulenmitte [cm]	H1[A/m]	H2[A/m]	Hges[A/m]	H1[dBµA/m]	H2[dBµA/m]	Hges[dBµA/m]
0.0	15.360	15.360	30.720	143.73	143.73	149.75
1.0	16.495	14.284	30.779	144.35	143.10	149.77
2.0	17.682	13.270	30.953	144.95	142.46	149.81
3.0	18.915	12.320	31.235	145.54	141.81	149.89
4.0	20.182	11.432	31.614	146.10	141.16	150.00
5.0	21.466	10.607	32.073	146.64	140.51	150.12
6.0	22.751	9.841	32.591	147.14	139.86	150.26
7.0	24.012	9.131	33.144	147.61	139.21	150.41
8.0	25.226	8.476	33.702	148.04	138.56	150.55
9.0	26.362	7.871	34.233	148.42	137.92	150.69
10.0	27.392	7.314	34.706	148.75	137.28	150.81
11.0	28.286	6.800	35.086	149.03	136.65	150.90
12.0	29.015	6.327	35.342	149.25	136.02	150.97
13.0	29.556	5.891	35.446	149.41	135.40	150.99
14.0	29.888	5.490	35.378	149.51	134.79	150.97
15.0	30.000	5.120	35.120	149.54	134.19	150.91

Spulenstrom: 1 A, Spulenabstand: 300 mm
Coil Current: 1 A, Coil Separation: 300 mm

Typischer Messaufbau bei Magnetfeld-Immunitätsprüfungen
Typical Test Setup for Immunity against magnetic fields



Feldstärkebestimmung:

Zur Bestimmung der Magnetfeldstärke eignen sich im Wesentlichen zwei Verfahren:

1. Bestimmung des Spulenstroms
 - mit kalibriertem Stromwandler
 - durch Messung des Spannungsabfalls an einem bekannten Vorwiderstand
 - direkte Strommessung

2. Bestimmung der Feldstärke mit Hilfe einer Sensorspule

Die direkte Strommessung hat den Nachteil, daß die Meßgeräte bei hohen Dauerströmen recht heiß werden, was zu erhöhter Messunsicherheit und sogar zur Zerstörung führen kann. Die Messung mit einem Stromwandler ist thermisch unkritisch und darüber hinaus kann eine Potentialtrennung zwischen Messkreis und Verstärker-ausgangskreis erreicht werden. Bei der Messung des Spannungsabfalls an einem bekannten Vorwiderstand (z.B. 100 mΩ / 20 W bis ca. 14 A oder auch 10 mΩ / 20 W für höchste Ströme) muß für ausreichende Wärmeabfuhr (Kühlkörper) und Potentialtrennung bei netzbetriebenen Messgeräten gesorgt werden.

Bei der Feldstärkebestimmung mit Hilfe einer Sensorspule erreicht man ebenfalls Potentialtrennung und thermisch unkritische Verhältnisse.

Bei sorgfältiger Vorgehensweise lassen sich Messunsicherheiten von deutlich unter 0.5 dB (typ. < +/- 0.3dB) erzielen.

Fieldstrength Determination:

There are two methods to determine the actual magnetic fieldstrength:

1. *Determination of the coil current*
 - *Current transformer clamp*
 - *Measuring the voltage drop across a well-known resistor*
 - *Direct current measurement*

2. *Determination of the fieldstrength using a field monitoring loop*

The direct current measurement has the disadvantage that the measurement equipment itself heats up, which leads to increased measurement uncertainty or even destruction. The use of a calibrated current transformer clamp has two advantages: it is floating (potential isolation between measuring circuitry and amplifier output circuitry) and without thermal stress. In cases where the voltage drop across a known resistor (e.g. 100 mΩ / 20 W up to 14 A or 10 mΩ for highest currents) is measured, it is essential to provide sufficient cooling and potential isolation of mains driven voltmeters.

The determination of the magnetic fieldstrength using a sensor loop (field monitoring loop) allows also potential isolation without temperature stress.

Measurement uncertainties of less than 0.5 dB (typ. < +/- 0.3 dB) are achievable without problems.