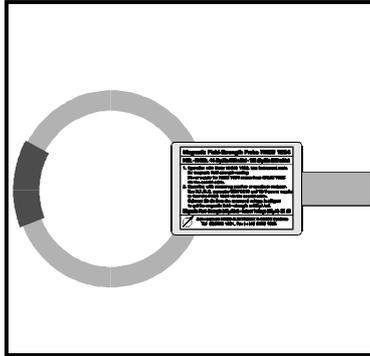




Aktive Magnetfeldsonden und Anzeigeräte im Frequenzbereich 50 Hz 30 MHz *Active Magnetic Field Strength Probes and Meters in the frequency range 50 Hz 30 MHz*

1. Grundlagen

Im Nahfeld einer Strahlungsquelle müssen elektrische und magnetische Feldkomponenten getrennt betrachtet werden. Als Nahfeld werden i. A. Abstände $< \lambda/2\pi$ angesehen. Wenn man bedenkt, daß einer Frequenz von 100 kHz eine Wellenlänge von 3 km zukommt, so sind bis zu einigen Megahertz die meisten Nahfeldmessungen.



2. Basics

In the near field of a radiation source electric and magnetic field components have to be considered separately. A common definition is a distance $< \lambda/2\pi$ as near field. Keeping in mind that a frequency of 100 kHz corresponds to a wave length of 3 km (approx. 1.9 miles), usual measurement up to several megahertz is near field measurement.

2. Einsatz

Frequenzselektive Messungen auch schwächerer Feldstärken in einem weiten Frequenzbereich an Geräten, Systemen, Netzen, Rundfunksendern. Die Darstellung im Frequenzbereich (HF Spektrum) ist auch im "Störnebel" aussagekräftig, erlaubt Rückschlüsse auf Verursacher und eine bessere Beurteilung bei Modifikationen.

3. Aufbau

Magnetfeldsonden müssen elektrische Felder möglichst gut unterdrücken. Dies wird erreicht durch eine elektrische Rahmenabschirmung (Rohr), die an einer Stelle unterbrochen ist, damit sie nicht als Kurzschlußwindung wirkt.

Physikalisch bedingt steigt die Leerlaufspannung eines Rahmens (Spule) mit der Frequenz. Aktive Sonden messen daher den frequenzunabhängigen Kurzschlußstrom des Rahmens. Der Frequenzbereich 50 Hz 30 MHz wird überlappend auf zwei Sonden verteilt (Erweiterter Bereich mit Korrektur).

4. Feldstärkemeßbereich

Aktive Sonden zeigen ihre Hauptvorteile bei der Messung kleiner Feldstärken. Ihre obere Grenze liegt im Niederfrequenz Bereich bei 1,4 A/m und darüber bis 30 MHz bei 0,2 A/m. Die untere Nachweisgrenze unterschreitet 1 μ A/m.

5. Anzeige und Messung

Die Sonden können je nach Typ entweder direkt oder über eine Speiseweiche mit einem Empfänger oder Spektrum Analysator betrieben werden. Das Anzeigerät EHMG 1623 zeigt die Feldstärke breitbandig an. Es ist auch mit unseren E Feld Sonden verwendbar. Es ist akkubetrieben und verfügt über einen Meßausgang für Empfänger und Spektrum Analysatoren.

2. Use

Frequency selective measurement of even weak field strength occurring with equipment, systems, nets, radio transmitters and others. Using frequency domain (spectrum) to show measurement gives better knowledge of the E.u.T. even in a "noisy" environment. Radiation sources are characterised by their frequencies and modifications can be estimated easier.

3. Construction

Magnetic field probes have to suppress electric fields as far as possible. This is made using an electric shielding of the loop (tube) which is cut in the middle to avoid magnetic short cut winding.

Basic physics shows that the unloaded voltage of a loop is proportional to frequency. Active probes overcome this problem by measuring the short cut current of the loop. The frequency range 50 Hz 30 MHz is covered by two probes with a wide overlap (extended frequency range with correction table).

4. Field strength range

Active probes are best choice when small field strength has to be measured. The upper limit is 1,4 A/m in the audio frequency range and 0.2 A/m up to 30 MHz. The lower limit is better than 1 μ A/m.

5. Indication

Depending on the type, probes can be connected to the input of the receiver or spectrum analyser directly or via a separator for remote power supply.

The meter EHMG 1623 can be used for broad band measurement (also for our electric probes). It is battery operated and provides a coaxial connector for use with measuring receivers or spectrum analysers.

Magnetfeldsonden *Magnetic Field Strength Probes* FMZB 1516, FMZB 1517, FMZB 1527, FMZB 1537, FMZB 1538, FMZB 1547, HMGS 50

Sondentyp <i>Probe Type</i>	Frequenzbereich <i>Frequency range</i>	Maximale Feldstärke <i>Maximum field str.</i>	Korrektur für H Feldstärke <i>Correction for H field strength</i>	Korrektur für fiktive E Feldstärke <i>Correction for fictive E field strength</i>	Speisung <i>Power Supply</i>	Anwendung Eigenschaften <i>Application Specification</i>
FMZB 1516	9 kHz 30 MHz	(146 dB μ V/m, 20 V/m fikt. E Feldst.) 94,5 dB μ A/m 53 mA/m magnetisch	Magnetfeldstärke [dB μ A/m]= Empfängerspannung [dB μ V] 31,5 dB <i>Magnetic field strength [dBμA/m]= Receiver reading [dBμV] 31.5 dB</i>	Fiktive E Feldstärke [dB μ V/m]= Empfängerspannung [dB μ V] + 20 dB <i>Fictive E field strength [dBμV/m]= Receiver reading [dBμV] + 20 dB</i>	100 240 V Netzversorgung 100 240 V a.c. Mains supply	Feldstärkemeßzusatz mit großem Rahmen für höchste Empfindlichkeit (*1) <i>Magnetic field strength adapter with large rectangular loop, high sensitivity</i>
FMZB 1517	40 kHz 30 MHz	(20 V/m fiktive E Feldstärke.) 53 mA/m H Feldstärke	Magnetfeldstärke [dB μ A/m]= Empfängerspannung [dB μ V] 31,5 dB <i>Magnetic field strength [dBμA/m]= Receiver reading [dBμV] 31.5 dB</i>	Fiktive E Feldstärke [dB μ V/m]= Empfängerspannung [dB μ V] + 20 dB <i>Fictive E field strength [dBμV/m]= Receiver reading [dBμV] + 20 dB</i>	+ 12 V / 0.15 A Stromversorgungskabel + 12 V / 0.15 A d. c. via separate power cable	Handgeführte Sonde, Korrektur wie FMZB 1516, aber höheres Grund- rauschen. <i>Hand held probe, correction like FMZB 1516 but higher noise level</i>
FMZB 1527	9 kHz 30 MHz	(200 V/m fiktive E Feldstärke.) 0,53 A/m H Feldstärke	Magnetfeldstärke [dB μ A/m]= Empfängerspannung [dB μ V] 11,5 dB <i>Magnetic field strength [dBμA/m]= Receiver reading [dBμV] 11.5 dB</i>	Fiktive E Feldstärke [dB μ V/m]= Empfängerspannung [dB μ V] + 40 dB <i>Fictive E field strength [dBμV/m]= Receiver reading [dBμV] + 40 dB</i>	+ 12 V / 0.15 A Stromversorgungskabel + 12 V / 0.15 A d. c. via separate power cable	Handgeführte Sonde, sehr hohe maximale Feldstärke, voller Frequenzbereich <i>Hand held probe, very high maximum field strength, full frequency range</i>
FMZB 1537 Vorzugstyp <i>Preferred Probe (*2)</i>	9 kHz 30 MHz	(75 V/m fiktive E Feldstärke) 0,2 A/m H Feldstärke	Magnetfeldstärke [dB μ A/m]= Empfängerspannung [dB μ V] 20 dB <i>Magnetic field strength [dBμA/m]= Receiver reading [dBμV] 20 dB</i>	Fiktive E Feldstärke [dB μ V/m]= Empfängerspannung [dB μ V] + 31,5 dB <i>Fictive E field strength [dBμV/m]= Receiver reading [dBμV] + 31.5 dB</i>	+ 12 V/0.15 A über Koaxial kabel und Weiche UEW 9210 <i>Power supply via separator and coaxial cable.</i>	Handgeführt, Speisung mit Weiche UEW 9210 oder Anzeigergerät EHMG 1623 / <i>Hand held, remote supply with separa tor UEW 9210 or meter EHMG 1623 (*2)</i>
FMZB 1547	9 kHz 30 MHz	(7,5 kV/m fiktive E Feldstärke) 20 A/m H Feldstärke	Magnetfeldstärke [dB μ A/m]= Empfängerspannung [dB μ V] + 20 dB <i>Magnetic field strength [dBμA/m]= Receiver reading [dBμV] + 20 dB</i>	Fiktive E Feldstärke [dB μ V/m]= Empfängerspannung [dB μ V] + 71,5 dB <i>Fictive E field strength [dBμV/m]= Receiver reading [dBμV] + 71.5 dB</i>	+ 12 V/0.15 A über Koaxial kabel und Weiche UEW 9210 <i>Power supply via separator and coaxial cable.</i>	Handgeführt, Speisung mit Weiche UEW 9210 oder Anzeigergerät EHMG 1623 / <i>Hand held, remote supply with separa tor UEW 9210 or meter EHMG 1623 (*2)</i>
FMZB 1538 Vorzugstyp <i>Preferred Probe (*2)</i>	9 kHz 30 MHz	(75 V/m fiktive E Feldstärke) 0,2 A/m H Feldstärke	Magnetfeldstärke [dB μ A/m]= Empfängerspannung [dB μ V] 20 dB <i>Magnetic field strength [dBμA/m]= Receiver reading [dBμV] 20 dB</i>	Fiktive E Feldstärke [dB μ V/m]= Empfängerspannung [dB μ V] + 31,5 dB <i>Fictive E field strength [dBμV/m]= Receiver reading [dBμV] + 31.5 dB</i>	+ 12 V / 0.15 A über sepa rates Stromversorgungska bel. <i>Power supply via separate power supply cable</i>	Wie FMZB 1537, aber separates Stromversorgungskabel. <i>Similar to FMZB 1537, but separate power supply cable (*2)</i>
HMGS 50	50 Hz 9 MHz	123 dB μ A/m 1,4 A/m	Magnetfeldstärke [dB μ A/m]= Empfängerspannung [dB μ V] (+ 0 dB) <i>Magnetic field strength [dBμA/m]= Receiver reading [dBμV] (+ 0 dB)</i>	(Fiktive E Feldstärke [dB μ V/m]= Empfängerspannung [dB μ V] + 51,5 dB) <i>((Fictive E field strength [dBμV/m]= Receiver reading [dBμV] + 51.5 dB))</i>	+ 12 V / 0.15 A über sepa rates Stromversorgungska bel. <i>Power supply via separate power supply cable</i>	Handgeführt, Betrieb mit Empfangsgerät oder Anzeigergerät EHMG 50 <i>Hand held, for use with receiver or meter EHMG 50</i>

Weitere Informationen für alle Sonden und Zusatzgeräte auf Anforderung

More Information about probes and accessories on request

Magnetfeldsonde FMZB 1537

Die Magnetfeldsonde FMZB 1537 zeichnet sich als Vorzugstyp zusätzlich durch folgende Eigenschaften aus:

1. Untere Frequenzgrenze 9 kHz
2. Maximale H Feldstärke 200 mA/m
3. Günstiges Wandlungsmaß für magnetische Feldstärke
4. Fernspeisung mit Weiche UEW 9210

Handhabung

Die Sonde kann auf ein Stativ (optionales Anschlußstück) montiert oder mit der Hand gehalten werden. Ein Stativ aus isolierendem Material vermeidet Feldbeeinflussung, jedoch zeigen Magnetfeldmessungen meist nur sehr geringe "Handempfindlichkeit" (im Gegensatz zur E Feldmessung). Die Sonde ist richtungsempfindlich. Das Maximum kann durch Drehung gefunden werden. Feldquellen können "angepeilt" werden.

Anschluß

Die Sonde wird über die Weiche UEW 9210 ferngespeist. Diese Universal Fernspeiseweiche kann auch für unsere E Feldsonden verwendet werden und hat daher N Stecker und N Buchse. Der BNC Stecker am Sondenkabel wird über einen Übergang (BNC Buchse/N Stecker) mit der N Buchse der Weiche verbunden. Der N Stecker der Weiche wird mit der HF Eingangsbuchse des Meßempfängers oder Analysators verbunden (siehe nächste Seite).

Die Betriebsspannungsbuchse der Weiche wird mit einem Netzteil verbunden, das 12 V/0,15 A liefern können muß. Die Polarität ist auf dem Weichenschild ersichtlich. Ein Verpolungsschutz ist eingebaut, trotzdem sollten Verpolungen unbedingt vermieden werden. Die Spannung sollte 12 V nicht unterschreiten. Höhere Spannungen sind möglich, da ein Spannungsregler eingebaut ist. 15 V sollten jedoch nicht überschritten werden. Übliche stabilisierte Netzteile sind ausreichend. Kleine Steckernetzteile sind meist für den Stromverbrauch zu schwach dimensioniert. Im Zweifelsfall sollte die Betriebsspannung mit einem Oszillographen betrachtet werden. Netzteile mit Schwingneigung oder Schaltnetzteile sind ungeeignet. Auch Batterien oder Akkus sind einsetzbar.

Magnetic Field Strength Probe FMZB 1537

The magnetic field strength probe FMZB 1537 is a preferred probe because of the following advantages:

- 1. Lower frequency limit 9 kHz*
- 2. Max. H field strength 200 mA/m*
- 3. Convenient antenna factor for magnetic field strength*
- 4. Remote power supply with separator UEW 9210*

Operation

The probe can be either mounted on a tripod (optional adapter) or used hand held. Using a tripod consisting of insulating material avoids negative influence on the field. Every day measurement practice shows only little influence caused by standard environment such as tables, walls and human bodies. The probe is directional. Maximum can be found by rotating the probe. The directivity can be used to direction finding of radiation sources.

How to connect the probe.

Power supply of the probe is done via the coaxial cable using the separator UEW 9210. This separator can also be used with our electric field probes and therefor uses n connectors. The bnc connector (male) on the probe cable has to be connected to the n connector (female) on the separator via a coaxial adapter (bnc(female)/n(male)). The n connector (male) of the separator has to be connected to the r. f. input connector (female) of the receiver or analyser. The power supply connector of the separator has to be connected to a power supply, which can deliver 12 V/150 mA. More information on the separator. The probe is protected against wrong polarity, but wrong voltage polarity should be avoided. Voltage should not be less than 12 V. Maximum voltage is 14 V. Higher voltage is possible, but 15 V must not be exceeded. Standard power supplies are doing well. Small wall plug power supplies are sometimes too weak. Check the voltage with an oscilloscope for ripple. Some power supplies suffer from oscillations at various load conditions. Switching power supplies may cause problems because of voltage ripple and magnetic field radiated by their transformer. (Rechargeable) batteries give a very clean supply power.

Meßausgang: Durch die Fernspeisung ist der eigentliche Meßausgang der N Stecker der Weiche. Er kann direkt oder mit einem Übergang mit der 50 Ω Eingangsbuchse eines Meßempfängers oder Spektrum Analysators verbunden werden.

Die Weiche darf nie verkehrt herum eingesetzt werden, da sonst der Eingang des Empfängers oder Analysators zerstört wird.

Werden andere Anzeigegeräte benutzt, so muß im Einzelfall überprüft werden, ob sie einen 50 Ω Eingang besitzen. Eine BNC oder andere koaxiale Buchse ist noch lange keine Garantie für einen 50 Ω Eingang. Oszillographen mit BNC Buchse haben normalerweise einen extrem hochohmigen Eingang mit einem Eingangswiderstand von mehreren MΩ parallel zu einigen pF Kapazität. Bei einigen Modellen sind 50 Ω mit einem Schalter zuschaltbar. Ähnlich verhält es sich mit Spannungsmessern. Kommt es nur auf qualitative Betrachtungen an, so kann die Fehlanpassung eventuell toleriert werden. Für Meßzwecke muß jedoch ein geeigneter 50 Ω Abschluß oder ein 50 Ω Dämpfungsglied vorgesteckt werden.

Messung

Die Sonde wandelt das Magnetfeld in eine Spannung um, die vom Meßempfänger, Spektrum Analysator oder Spannungsmesser angezeigt wird. Um die magnetische Feldstärke berechnen zu können, muß das Wandlungsmaß der Sonde bekannt sein. Die wichtigsten Angaben befinden sich auf dem SONDENSCHILD.

Aktive H-Feldsonde FMZB 1537100	
9 kHz - 30 MHz, -10 dBµA/m (300 nA/m) bis +106 dBµA/m (200 mA/m)	
1. Meßempfänger / Spektrum-Analysator 50 Ω / dBµV	
Pegel magnetische Feldstärke:	$G[\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}] = U[\text{dB}\mu\text{V}] - 20 \text{ dB}$
Pegel fiktive elektrische Feldstärke:	$F[\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}] = U[\text{dB}\mu\text{V}] + 31.5 \text{ dB}$
2. Meßempfänger / Spektrum-Analysator 50 Ω / dBm	
Pegel magnetische Feldstärke:	$G[\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}] = P[\text{dBm}] + 87 \text{ dB}$
Pegel fiktive elektrische Feldstärke:	$F[\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}] = P[\text{dBm}] + 138.5 \text{ dB}$
3. Meßgerät 50 Ω / Ueff	
Magnetische Feldstärke:	$H[\text{A}/\text{m}] = 0.1 \cdot U[\text{V}]$
Fiktive elektrische Feldstärke:	$E_{\text{fikt}}[\text{V}/\text{m}] = 37.7 \cdot U[\text{V}]$
4. H - Feldstärkepegel $G[\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}] = E$ - Feldstärkepegel $F[\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}] - 51.5 \text{ dB}$	
5. Stromversorgung: Fernspeisung über Koaxialkabel und Fernspeiseweiche UEW 9210.	
 Schwarzbeck MESS-ELEKTRONIK D-69250 Schönau Tel. (0)6228 1001, Fax (+)49 6228 1003	

Measuring output: The measuring output of the probe is a 50 W coaxial cable with a bnc connector. This connector can be directly connected to a measuring receiver or spectrum analyser.

Never use the separator in the wrong (opposite) direction. The input of the receiver or spectrum analyser will be destroyed.

Other measuring equipment can be used, but the input has to be checked for its 50 W input.

A coaxial connector, even a bnc connector is no guaranty for a 50 W input. Oscilloscopes usually have a very high impedance input in the MW range with a capacitance of some pF in parallel. Some models have a switch for optional 50 W termination.

The same situation can be found with r. f. millivolt meters.

The mismatch may be tolerated if we only want to have an impression of the signal. To make real measurement, a 50 W termination or a 50 W attenuator must be used.

Measurement

The probe converts magnetic field strength into a voltage, which is measured by a measuring receiver or spectrum analyser.

We need the conversion factor of the probe to calculate the magnetic field strength. The most important information can be found on the probe.

Magnetic Field-Strength Probe FMZB 1537101	
9 kHz - 30 MHz, -10 dBµA/m (300 nA/m) to +106 dBµA/m (200 mA/m)	
1. Measuring Receiver / Spectrum Analyser 50 Ω / dBµV	
Magnetic field-strength level:	$G[\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}] = U[\text{dB}\mu\text{V}] - 20 \text{ dB}$
Fict. electric field-strength level:	$F[\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}] = U[\text{dB}\mu\text{V}] + 31.5 \text{ dB}$
2. Measuring Receiver / Spectrum Analyser 50 Ω / dBm	
Magnetic field-strength level:	$G[\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}] = P[\text{dBm}] + 87 \text{ dB}$
Fict. electric field-strength level:	$F[\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}] = P[\text{dBm}] + 138.5 \text{ dB}$
3. Measuring Instrument 50 Ω / Ueff	
Magnetic field-strength:	$H[\text{A}/\text{m}] = 0.1 \cdot U[\text{V}]$
Fict. electric field-strength:	$E_{\text{fict}}[\text{V}/\text{m}] = 37.7 \cdot U[\text{V}]$
4. Magnetic field-strength level $G[\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}] = E$ - Electric field-strength level $F[\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}] - 51.5 \text{ dB}$	
5. Power supply: Remote power supply via coaxial cable and separator UEW 2910.	
 Schwarzbeck MESS-ELEKTRONIK D-69250 Schönau Tel. (0)6228 1001, Fax (+)49 6228 1003	

1. Als Meßgerät dient ein Meßempfänger oder Spektrum Analysator mit 50 Ω Eingang, der den Spannungspegel in dBµV anzeigt. Dieses Maß (Bezugspunkt ist 0 dBµV entsprechend 1 µV) ist vor allem in der Störmeßtechnik üblich und kann an den meisten Empfangsgeräten eingestellt werden. Es wird nun der Spannungspegel bei einer bestimmten Frequenz (z. B. Rundfunksender, Sendefrequenz 1 MHz) abgelesen und davon werden 20 dB abgezogen. Das Ergebnis ist der Pegel der magnetischen Feldstärke in dBµA/m.

Beispiel:

Am Empfänger abgelesener Spannungspegel	60 dBµV
Abzüglich Sonden Wandlungsmaß	20 dB
Magnetischer Feldstärkepegel	40 dBµA/m

2. Das Meßgerät gibt den Pegel in dBm (0 dBm entspricht dabei 1 mW). Es wird nun der Leistungspegel abgelesen und 87 dB addiert.

Beispiel:

Am Empfänger abgelesener Leistungspegel	0 dB dBm
Zuzüglich Sonden Wandlungsmaß	87 dB
Magnetischer Feldstärkepegel	87 dBµA/m

3. Das Meßgerät gibt den Pegel direkt in V (mV, µV). Die Spannung wird mit 0,1 multipliziert um die magnetische Feldstärke in A/m zu erhalten.

Beispiel:

Am Empfänger abgelesene Spannung	1 V
Mal Sonden Wandlungsfaktor	0,1X1 V
Magnetische Feldstärke	0.1 A/m (100 mA/m)

4. Im Fernfeld einer magnetischen Feldquelle ergibt sich über den Feldwellenwiderstand des freien Raumes folgender Zusammenhang zwischen (gemessenem) H Feldpegel und *fiktivem* E Feldpegel:
 $G[\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}] = F_{\text{fikt}}[\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}] - 51,5 \text{ dB}$
 und für Spannungen und Feldstärken
 $E_{\text{fikt}}[\text{V}/\text{m}] = 377[\text{V}/\text{A}] \times H[\text{A}/\text{m}]$

1. A measuring receiver or spectrum analyser with 50 W input reads the voltage level in dBmV.

This is quite common in the EMC world (0 dBmV acc. to 1 mV) and most of the receivers and analysers can do that.

The voltage level on a certain frequency can now be measured (f. e. a.m. radio station, frequency 1 MHz) and 20 dB is subtracted from it. The result is the level of the magnetic field strength in dBmA/m.

Example:

Voltage level reading (receiver)	60 dBmV
Minus Probe conversion factor	20 dB
Magnetic field strength level	40 dBmA/m

2. The meter measures the level in dBm (0 dBm acc. to 1 mW). 87 dB is now added to the reading to get the field strength.

Example:

Power level reading (receiver)	0 dB dBm
Plus probe conversion factor	87 dB
Magnetic field strength level	87 dBmA/m

3. The meter measures the level directly in Volts (mV, µV). The voltage is multiplied by 0.1 to get the magnetic field strength in A/m.

Example:

Voltage reading (receiver)	1 V
Multiplied with probe conversion factor	0,1X1 V
Magnetic field strength	0.1 A/m (100 mA/m)

4. In the far field area magnetic (measured) and (fict.) electric (calculated) field strength are related by the free space impedance.

$G[\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}] = F_{\text{fict}}[\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}] - 51,5 \text{ dB}$
 and for voltage and field strength
 $E_{\text{fikt}}[\text{V}/\text{m}] = 377[\text{V}/\text{A}] \times H[\text{A}/\text{m}]$

Diese Berechnung setzt jedoch ein ungestörtes Fernfeld voraus und ersetzt nicht die Messung der E Feldstärke mit einer E Feldsonde (EFS 9221 / EFS 9231).

Messung sehr hoher Feldstärken

Die Aussteuerungsgrenze der Sonde liegt bei 106 dB μ A/m entsprechend 200 mA/m. Dabei zeigt das angeschlossene Meßgerät eine Spannung von 126 dB μ V entsprechend 2 V(eff). Höhere Feldstärken führen zu Signalverzerrungen, die im Frequenzbereich zu Intermodulationsprodukten (Phantomsignalen) führen. Auch eine Vielzahl von schwächeren Signalen kann die Sonde überfordern. Sollten unter den geschilderten Bedingungen unerklärliche Spektrallinien auftauchen, so sollte zunächst der Abstand von der Feldquelle vergrößert werden. Die Intermodulationsprodukte (Phantomsignale) verschwinden dabei deutlich schneller als die "echten" Spektrallinien. Vor allem Empfänger mit wenig oder gar keiner Eingangsselektion und Spektrum Analytoren können schon Intermodulation zeigen, obwohl die Sonde sich noch in ihrem linearen Bereich befindet. In diesem Falle sollte die Eingangsdämpfung (R. f. attenuation, Eichteiler) am Meßgerät erhöht und die ZF Dämpfung (l. f. attenuation) verkleinert werden, auch wenn dies zu erhöhter Rauschanzeige führt.

Messung sehr kleiner Feldstärken

Unter der Voraussetzung, daß ein ausreichend empfindlicher Meßempfänger oder Spektrum Analysator zur Verfügung steht, dominiert das Eigenrauschen der Sonde. Je schmaler der Empfangskanal, desto kleiner ist dort die von der Sonde herrührende Rauschleistung.

This calculation is only valid in a perfect far field and cannot replace the measurement with an e field probe (EFS 9221 / EFS 9231).

Measuring very strong field strength

The upper limit of the probe is near 106 dB μ A/m or 200 mA/m. The measuring receiver or analyser then reads a voltage (level) of 126 dB μ V or 2 V(eff). At higher field strength signal distortion and intermodulation will occur. Intermodulation products look like additional lines in the frequency spectrum.

Also a multitude of weaker signals can lead to intermodulation. It is good practice to check the spectrum for "strange" lines under large signal conditions. This can be done by simply increasing the distance to the radiation source. This will reduce the intermodulation products faster than the rest. Receivers or analysers with insufficient or no input filtering will show intermodulation of their own, long before the probe will contribute to it.

In this case, the r. f. attenuation must be increased and the l. f. attenuation must be decreased. This decreases intermodulation, but will increase noise.

Measuring very low field strength

The probe will dominate the noise reading, when receivers or analysers with high sensitivity are used.

Narrow frequency signal paths reduce the noise power coming from the probe.

Unter der Bedingung, daß das zu messende Signal "schmalbandig" ist, kann durch schmalere ZF Bandbreiten (i. f. Bandwidth) die Nachweisgrenze verbessert werden. Zusätzlich kann durch Wahl des Mittelwert Detektors (Average) die Rauschanzeige vermindert werden. Sinussignale (CW) ohne Modulation, wie sie z. B. von Quarzoszillatoren abgegeben werden, profitieren davon ohne Einschränkung. Breitbandige, pulsförmige Spektren jedoch nicht.

Mit einem guten Meßempfänger kann ein Signal mit einer H Feldstärke von $0,3 \mu\text{A/m}$ bei einer ZF Bandbreite von $200 \text{ Hz} / 6 \text{ dB}$ ($100 \text{ Hz} / 3 \text{ dB}$) nachgewiesen werden.

Erste Versuche mit der Sonde

Nach dem Anschluß der Sonde an den Empfänger oder Spektrum Analysator werden erste Signale hörbar bzw. sichtbar, besonders im Rundfunk Mittelwellenbereich. Schwächere Sender "bringen" etwa $20 \text{ dB}\mu\text{A/m}$, stärkere um die $50 \text{ dB}\mu\text{A/m}$. In Sendernähe werden weit höhere Werte gemessen.

Sehr gut meßbar (Mitteleuropa) ist der sehr "schmalbandige", da "langsam" modulierte Zeitzeichensender DCF 77. Auf der Frequenz $77,5 \text{ kHz}$ erreicht er leicht $20 \text{ dB}\mu\text{A/m}$. Alle Werte beziehen sich auf übliche Wohnräume in bergigem Gelände. Außerhalb von bebautem Gelände auf Hochflächen sind die Feldstärken höher.

In Büroräumen dominieren Monitore mit ihrer VGA Frequenz. Datennetze zeigen breitbandige Spektren. In industrieller Umgebung werden oft starke Hochfrequenzgeneratoren auf den I.S.M. Frequenzen betrieben.

Auch manche Empfänger und Spektrum Analysatoren strahlen Magnetfelder ab, die mit der Sonde nachweisbar sind.

Under the condition that the signal to be measured is "narrow band", the sensitivity can be improved by narrow i. f. bandwidth.

Using the average detector will even more reduce the noise indication.

Sinusoidal signals (cw) without any modulation are ideally suited. Such "pure" signals are generated by crystal oscillators.

Broad band, pulse spectrum will not profit from narrow band filtering and average detectors.

Using a good measuring receiver, magnetic field strength of $0,3 \mu\text{A/m}$ can be measured using a bandwidth of $200 \text{ Hz} / 6 \text{ dB}$ ($100 \text{ Hz} / 3 \text{ dB}$).

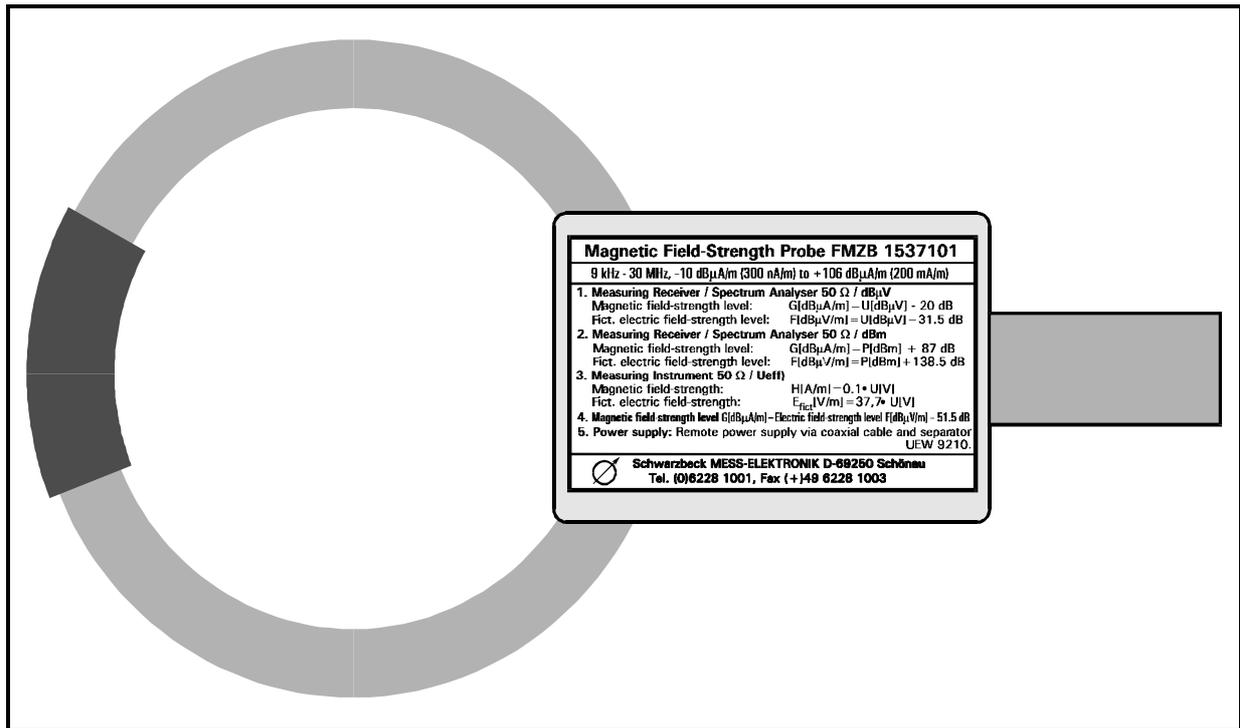
First steps with the probe

Connect the probe to receiver or spectrum analyser and to power supply. Strong signals will be heard or seen, especially in the broadcast a.m. frequency band. Weak stations have about $20 \text{ dB}\mu\text{A/m}$, stronger signals have $50 \text{ dB}\mu\text{A/m}$ or more. Very strong field strength occur near radio stations.

Good narrow band signals (Central Europe) come from the frequency and time standard transmitter DCF 77. On the frequency 77.5 kHz $20 \text{ dB}\mu\text{A/m}$ can be measured in Germany. The readings are obtained in standard buildings in a hilly area. Outside of housing areas and on higher grounds field strength is higher.

In offices computer monitors are a strong radiation source. Computer networks radiate broad band spectrum. In industrial environments often very strong r. f. generators on i.s.m. frequencies are used.

Even some receivers and analysers radiate a magnetic field, which can be detected with the probe.



(Etwa 50% der Originalgröße)

(Approx. 50% of full outlines)

Abmessungen und Gewicht:

Sonde: Rahmendurchmesser 170 mm, Höhe incl. Handgriff 340 mm. Gewicht der Sonde ca. 1 kg. Mit Kabel und Steckern ca. 1,5 kg.

Dimensions and weight:

Probe: Loop diameter 170 mm, Length incl. handle 340 mm. Weight of probe approx. 1 kg. With cable and connectors approx. 1.5 kg.

Aufbau Sonde:

Rahmen aus Messing, verchromt. Verstärkergehäuse aus Messing, verchromt. Koaxialkabel mit N und BNC Stecker für HF Signal und Stromversorgung.

Probe cabinet:

Loop shielding: chromium plated brass. Amplifier box: chromium plated brass. R.f cable with n and bnc connector for r. f. and power supply.

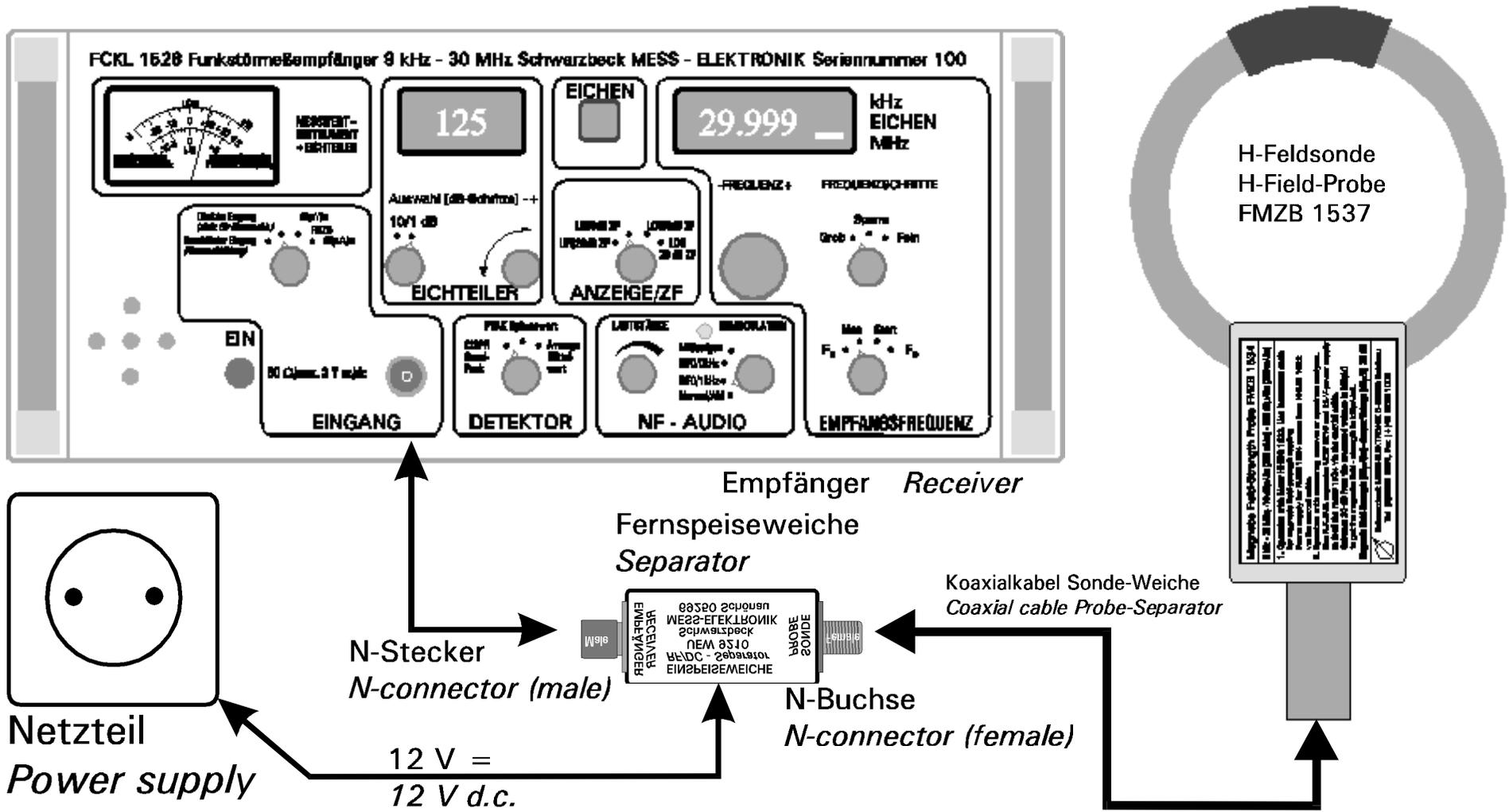
Option:

Anschlußstück mit Stativgewinde.

Option:

Adapter with 3/8" camera thread.

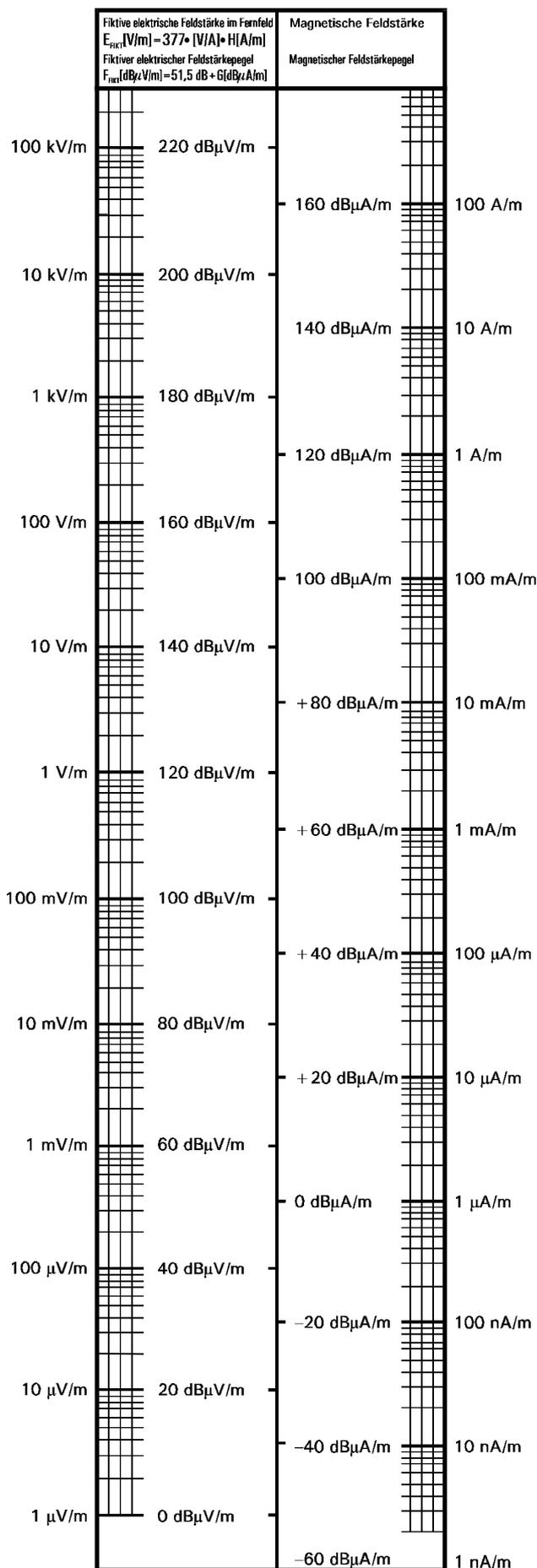
Prinzipieller Anschluß der Sonde an einen Meßempfänger *Prinziple operation of the probe with a measuring receiver*



Umrechnungstabelle / Conversion table dB μ A/m, μ A/m, mA/m, pT, nT

$1 \text{ T} = 7.96 \cdot 10^5 \text{ A/m}$
 $1 \text{ pT (Picotesla)} = 0.796 \text{ } \mu\text{A/m}$
 $1 \text{ } \mu\text{A/m} = 1.256 \text{ pT}$
 $1 \text{ nT (Nanotesla)} = 796 \text{ } \mu\text{A/m}$
 $1 \text{ mA/m} = 1.256 \text{ nT}$
 $1 \text{ } \mu\text{T (Millitesla)} = 796 \text{ mA/m}$
 $1 \text{ A/m} = 1.256 \text{ } \mu\text{T}$

dB μ A/m	μ A/m	pT	dB μ A/m	μ A/m	pT	dB μ A/m	mA/m	nT
10	0.31	0.38	+30	31	38	+70	3.16	3.8
9	0.35	0.43	+31	35	43	+71	3.54	4.3
8	0.39	0.48	+32	39	48	+72	3.98	4.8
7	0.44	0.55	+33	44	55	+73	4.46	5.5
6	0.50	0.62	+34	50	62	+74	5.01	6.2
5	0.56	0.70	+35	56	70	+75	5.62	7.0
4	0.63	0.79	+36	63	79	+76	6.30	7.9
3	0.70	0.87	+37	70	87	+77	7.07	8.7
2	0.79	0.99	+38	79	99	+78	7.94	9.9
1	0.89	1.11	+39	89	111	+79	8.91	11.1
0	1.00	1.25	+40	100	125	+80	10.0	12.5
+1	1.12	1.40	+41	112	140	+81	11.2	14.0
+2	1.25	1.57	+42	125	157	+82	12.5	15.7
+3	1.41	1.77	+43	141	177	+83	14.1	17.7
+4	1.58	1.98	+44	158	198	+84	15.8	19.8
+5	1.77	2.22	+45	177	222	+85	17.7	22.2
+6	2.00	2.51	+46	200	251	+86	20.0	25.1
+7	2.23	2.80	+47	223	280	+87	22.3	28.0
+8	2.51	3.15	+48	251	315	+88	25.1	31.5
+9	2.81	3.52	+49	281	352	+89	28.1	35.2
+10	3.16	3.96	+50	316	396	+90	31.6	39.6
+11	3.58	4.49	+51	354	449	+91	35.4	44.9
+12	3.98	4.99	+52	398	499	+92	39.8	49.9
+13	4.46	5.60	+53	446	560	+93	44.6	56.0
+14	5.01	6.29	+54	501	629	+94	50.1	62.9
+15	5.62	7.05	+55	562	705	+95	56.2	70.5
+16	6.30	7.91	+56	630	791	+96	63.0	79.1
+17	7.07	8.87	+57	707	887	+97	70.7	88.7
+18	7.94	9.97	+58	794	997	+98	79.4	99.7
					nT			
+19	8.91	11.19	+59	891	1.119	+99	89.1	111.9
dB μ A/m	μ A/m	pT	dB μ A/m	mA/m		dB μ A/m	mA/m	
+20	10.00	12.56	+60	1.000	1.256	+100	100	125.6
+21	11.22	14.09	+61	1.122	1.409	+101	112	140.9
+22	12.59	15.81	+62	1.259	1.581	+102	125	158.1
+23	14.12	17.73	+63	1.412	1.773	+103	141	177.3
+24	15.85	19.56	+64	1.585	1.956	+104	158	195.6
+25	17.78	22.33	+65	1.778	2.233	+105	177	223.3
+26	20.00	25.12	+66	2.000	2.512	+106	200	251.2
+27	22.38	28.11	+67	2.238	2.811	+107	223	281.1
+28	25.12	31.55	+68	2.512	3.155	+108	251	315.5
+29	28.18	35.39	+69	2.818	3.539	+109	281	353.9



Im Fernfeld einer Antenne sind elektrische und magnetische Feldstärke über den Feldwellenwiderstand des freien Raumes verknüpft.

$$Z = 120 \pi = 377 \Omega.$$

Solche Fernfeldbedingungen liegen zum Beispiel vor, wenn die Feldstärke von Mittelwellen Rundfunksendern, deren Wellenlänge bei einigen hundert Metern liegt, im Abstand von vielen Kilometern gemessen wird.

Im Nahfeld kann obiger Wert nicht verwendet werden. Dort muß der jeweilige Feldwellenwiderstand über die Beträge der Feldstärken berechnet werden.

Antennen, die vorwiegend elektrische Felder erzeugen (kurze Stabantennen), führen zu hohen Feldwellenwiderständen.

Antennen, die vorwiegend magnetische Felder erzeugen (stromdurchflossene, kleine Rahmen), ergeben niedrige Feldwellenwiderstände.

Für klar definierte Antennenformen in bekannter Umgebung können die Feldwellenwiderstände berechnet werden.

Dreht es sich jedoch um Geräte, die primär gar nicht als Antennen gedacht sind, sondern lediglich unerwünschte Strahlungsquellen darstellen, ist eine Berechnung der Feldwellenwiderstände im Nahfeld schwierig.

Die getrennte Messung der elektrischen und magnetischen Feldstärke mit geeigneten Sonden ist hier unvermeidlich.

In the far field of an antenna electric and magnetic field strength are related via the characteristic field impedance of the free space.

$$Z = 120 \pi = 377 \Omega.$$

Such far field conditions can be found, when field strength of antennas (wave length of several 100 meters) is measured at a distance of many kilometres.

In the near field, however, things are different. Here, the characteristic field impedance has to be calculated using the magnitudes of field strength.

Antennas radiating primarily electric fields (short rod antennas) lead to high field impedance.

Antennas radiating primarily magnetic field (current driven, small loops) lead to low field impedance.

When standard antennas are used in a well known surrounding, field impedance can be computed.

Very often, the radiating devices are not standard antennas, but wires or metal boxes which are radiating unintentionally. This makes computation of field impedance difficult or impossible.

Separate measurement of electric and magnetic field strength using appropriate probes is unavoidable.