

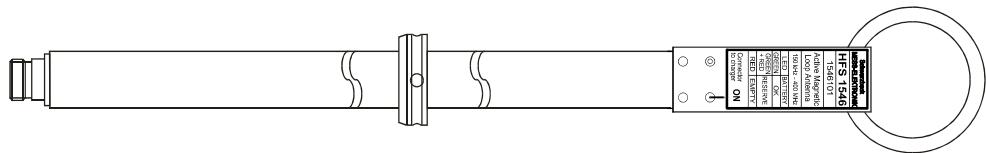
# SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: (+49)6228/1001  
Fax.: (+49)6228/1003 E-mail: [office@schwarzbeck.de](mailto:office@schwarzbeck.de)

# HFS 1546

**Aktive H-Feld-Sonde mit abgeschirmtem 50-mm-Rahmen**  
***Active Magnetic Field Probe with shielded 50-mm-Loop***

**150 kHz ... 400 MHz**

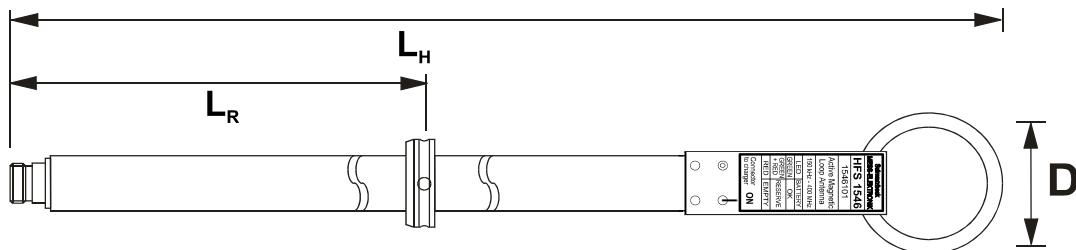


**Handbuch**  
***Manual***

# SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

## Aktive H-Feld-Sonde mit elektrisch abgeschirmtem Rahmen HFS 1546 Active Magnetic Field Probe with electrically shielded loop HFS 1546



Technische Daten:		Specifications:
Aktive H-Feld-Sonde mit elektrisch abgeschirmtem Rahmen		Active H-Field-Probe with electrically shielded Loop
Frequenzbereich:	150 kHz - 400 MHz	Frequency range:
Anschluß: Buchse	50 Ω N	Connector: female
Befestigungsrohr:	22 mm	Mounting tube:
Rahmendurchmesser (Mitte):	D =50 mm	Loop diameter:
Rohrdurchmesser Rahmen:	6 mm	Loop tube thickness:
	LR=195 mm	
Gesamtlänge:	LH=610 mm	Total Length:
Antennenwandlungsmaß $K_H$ (typ.):	-4,0 dB(1/Ωm)	Antenna Conversion Factor $K_H$ (typ.):
Aussteuerungsgrenze	105 dB $\mu$ A/m	Maximum Field-Strength
Untere Nachweisgrenze typ.:	-13,5 dB $\mu$ A/m; 0,2 $\mu$ A/m ( $F_E=30$ MHz, $\Delta F=9$ kHz, Avg.-Det.)	Minimum Field-Strength typ.:
Inversionssymmetrie:	typ. < 1 dB 100 kHz - 250 MHz	Inversion Symmetry:
Betriebsdauer	>10 h	Operation Time
Stromversorgung	7,2 V, 1000 mAh NiMH	Power Supply
Gewicht (incl. Akkus):	890 g	Weight (incl. batteries):

\* Ein guter Meßempfänger kann die Empfindlichkeit der HFS 1546 voll ausschöpfen. Spektrum-Analysatoren sind i. A. zu unempfindlich. In diesem Fall sollte der sehr empfindliche 20 dB-Vorverstärker BBV 9740 vorgeschaltet werden.

\* A good test receiver will cover the full sensitivity of the HFS 1546. Common spectrum analysers often do not fulfil this requirement. To solve the problem, use the very sensitive 20-dB-preamplifier BBV 9740.

# SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

## Aktive H-Feld-Sonde für den Frequenzbereich 150 kHz - 400 MHz HFS 1546 Active H-Field-Probe for the frequency range 150 kHz - 400 MHz HFS 1546

### Beschreibung

Die bekannten Magnetfeldsonden der FMZB-Reihe und das direktanzeigende HMDA 1545 decken den Frequenzbereich 9 kHz -30 MHz (80 MHz) ab.

Durch den Einsatz eines kleineren Rahmens und die Neuentwicklung eines diskret aufgebauten Rahmenverstärkers mit Transistoren zehnmal höherer Transitfrequenz wird das bewährte Prinzip bis zu 400 MHz erweitert.

Damit ist z. B. die frequenzselektive Messung der niedrigen Grenzwerte für medizinische Implantate problemlos möglich.

### Anwendung

Hauptanwendung ist die frequenzselektive H-Feldstärke-Messung sowohl im Freien als auch in Räumen zusammen mit dem Meßempfänger oder Spektrum-Analysator.

Der große Frequenz- und Dynamikumfang erschließt sowohl Grenzwerte zum Personenschutz ab etwa 4,5 MHz als auch die sehr viel niedrigeren für Medizinische Implantate (z. B. Herzschrittmacher). Feldquellen sind sowohl Rundfunksender im Lang-, Mittel-, Kurz- und Ultrakurzwellenbereich als auch Fernsehsender.

Weiterhin gibt es im VHF/UHF-Bereich eine Vielzahl von Funkanwendungen, z. B. den Amateurfunk.

Das über den gesamten Frequenzbereich praktisch konstante Antennenwandlungsmaß ergibt besonders bei Spektrum-Analysatoren ein natürliches Abbild der Feldstärkeverhältnisse und erleichtert die Messung.

Um Stromversorgungsprobleme und Einstreuungen zu vermeiden, verfügt die Antenne über NiMH-Akkus im Rohr, die einen mehr als zehnstündigen Betrieb erlauben und deren Ladezustand über zwei LEDs beurteilt werden kann.

### Description

The well known H-Field-Probes of the FMZB-Series and the direct reading HMDA 1545 cover the frequency range 9 kHz - 30 MHz (80 MHz).

Using a smaller loop and a new loop amplifier with ten times faster transistors, the upper frequency limit was extended to 400 MHz.

So this probe permits the frequency selective measurement of the very low limits for medical implants.

### Application

Typical application is frequency selective H-Field-Measurement outside and inside of buildings and rooms using test receivers or spectrum analysers.

The wide frequency and dynamic range covers the limits of human protection beginning at approximately 4.5 MHz as well as the very low limits for medical implants (heart pace-maker).

Field sources are AM and FM radio- and TV- stations.

Furthermore there is a variety of military and civilian radio services, not to forget cb- and amateur radio.

The antenna (conversion) factor is constant over nearly the complete frequency range giving a very natural field-strength image when spectrum-analysers are in use.

In order to eliminate power supply problems and stray coupling, NiMH rechargeable batteries are built in the mounting tube. The state of the battery is monitored by two LEDs. After more than ten hours of continuous operation, charging with the automatic charger takes about 2-4 hours.

## Einschalten

Die Sonde am Schalter einschalten.

Die grüne LED muss nun leuchten.

Für die beiden LEDs gilt:

Grün: Akku OK

Grün + Rot: Akku Reserve

Rot: Akku Unterspannung (laden!)

Die Sonde arbeitet zwar auch noch bei roter LED, jedoch bei erheblich eingeschränktem Betriebsverhalten.

## Aufbau

Für genaue Messungen sollte die Sonde auf einer Mastanlage montiert werden. Durch Höhen- und Polarisationsänderung ist eine aussagefähige Messung möglich, wobei die bedienende Person durch den Abstand die Messung wenig beeinflusst.

Handgeführte Messungen sind bei eingeschränkter Genauigkeit möglich. Die Sonde sollte dabei möglichst am steckerseitigen Rohrende gehalten und das Kabel von der Sonde weggeführt werden. Obwohl H-Feld-Messungen von der durchschnittlichen Umgebung weniger stark beeinflusst werden als E-Feld-Messungen, wirken sich natürlich größere metallische Gegenstände aus.

## Anzeigegeräte

Nur ein hochwertiger Messempfänger kann die Empfindlichkeit der Sonde voll ausschöpfen.

Übliche Spektrum-Analysatoren sind dazu kaum in der Lage. In diesem Falle kann ein von uns erhältlicher Vorverstärker eingesetzt werden. Breitbandige Messungen hoher Feldstärken können auch mit anderen Anzeigegeräten durchgeführt werden. Diese müssen im Einzelfall daraufhin überprüft werden, ob sie einen  $50\text{-}\Omega$ -Eingang besitzen. Eine BNC- oder andere koaxiale Buchse ist noch lange keine Garantie für einen  $50\text{-}\Omega$ -Eingang.

Oszillosgraphen mit BNC-Buchse haben normalerweise einen extrem hochohmigen Eingang mit einem Eingangswiderstand von mehreren  $M\Omega$  parallel zu einigen  $\text{pF}$  Kapazität. Bei einigen Modellen sind  $50\text{\textohm}$  mit einem Schalter zuschaltbar. Ähnlich verhält es sich mit HF-Spannungsmessern. Kommt es nur auf qualitative Betrachtungen an, so kann die Fehlanpassung eventuell toleriert werden. Für Meßzwecke muß jedoch ein geeigneter  $50\text{-}\Omega$ -Abschluß vorhanden sein.

## Switching On

Put ON/OFF switch into ON-position.

The green LED has to be on.

Combinations of green and red LED:

Green: Battery OK

Green + red: Battery reserve

Red: Low battery

The probe will operate even with low battery, but measurement may be wrong.

## Set-up

For high precision measurement a mast should be used.

Changing height and polarisation the maximum can be found while the operating person at a distance doesn't influence the measurement.

Hand held measurement is also possible with restricted precision. Keep the hands to the n-connector side of the mounting tube and the cable straight off the probe.

H-field-measurement is less sensitive to average environment than E-field, but bigger metallic objects have to be considered.

## Indication equipment

Only a very sensitive measuring receiver can utilise the high sensitivity of the probe.

Common spectrum-analysers usually don't provide sufficient sensitivity. There is a low noise preamplifier available to solve the problem. Broad-band measurement of high field-strength can also be made with other equipment.

Care has to be taken to ensure that this equipment has a  $50\text{-}\Omega$ -input. A BNC- or other coaxial input connector is no guaranty for that.

Oscilloscopes with a BNC-input connector usually have an extremely high input impedance consisting of some  $M\Omega$  in parallel to some  $\text{pF}$ .

Some models have a switch to put a  $50\text{-}\Omega$ -termination in parallel.

The situation is more or less the same considering r.-f.-millivolt-meters.

Mismatch may be tolerated if only signal characteristics are monitored.

For correct measuring a  $50\text{-}\Omega$ -termination is a must.

## Messung

Die Sonde wandelt das magnetische Feld in eine Spannung (an  $50 \Omega$ ) um, die vom Meßempfänger, Spektrum-Analysator oder Spannungsmesser angezeigt wird. Um die magnetische Feldstärke berechnen zu können, muß das Wandlungsmaß der Sonde bekannt sein. Der Antennenfaktor der Sonde ist über einen weiten Bereich konstant. An den Frequenzgrenzen weicht er jedoch ab. Der Grundwert des Antennenfaktors beträgt  $-4 \text{ dB}/\Omega\text{m}$ .

Als Meßgerät dient ein Meßempfänger oder Spektrum-Analysator mit  $50\text{-}\Omega$ -Eingang, der den Spannungspegel in  $\text{dB}\mu\text{V}$  anzeigt. Dieses Maß (Bezugspunkt ist  $0 \text{ dB}\mu\text{V}$  entsprechend  $1 \mu\text{V}$ ) 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  $1 \text{ MHz}$ ) abgelesen und dazu werden  $-4,0 \text{ dB}$  addiert bzw.  $4,0 \text{ dB}$  subtrahiert. Das Ergebnis ist der Pegel der elektrischen Feldstärke in  $\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}$ .

Beispiel 1:

Am Empfänger abgelesener Spannungspegel	$60,0 \text{ dB}\mu\text{V}$
Zuzüglich Antennenfaktor	$-4,0 \text{ dB}$
Magnetischer Feldstärkepegel	$56,0 \text{ dB}\mu\text{A}/\text{m}$

Das Meßgerät gibt den Pegel in  $\text{dBm}$  ( $0 \text{ dBm}$  entspricht dabei  $1 \text{ mW}$ ). Es wird nun der Leistungsspegel abgelesen und  $103,0 \text{ dB}$  addiert.

Beispiel 2:

Am Empfänger abgelesener Leistungspegel	$-50 \text{ dBm}$
Zuzüglich Antennenfaktor	$103,0 \text{ dB}$
Magnetischer Feldstärkepegel	$53,0 \text{ dB}\mu\text{A}/\text{m}$

Das Meßgerät gibt die Spannung direkt in  $\text{V}$  ( $\text{mV}$ ,  $\mu\text{V}$ ). Die Spannung wird mit  $0,63$  multipliziert um die magnetische Feldstärke in  $\text{A}/\text{m}$  ( $\text{mA}/\text{m}$ ,  $\mu\text{A}/\text{m}$ ) zu erhalten.

Beispiel 3:

Am Empfänger abgelesene Spannung	$0,1 \text{ V}$
Mal Antennenfaktor	$0,63 \times 0,1 \text{ V}$
Magnetische Feldstärke	$0,063 \text{ A}/\text{m}$

## Measurement

The probe converts magnetic field strength into a voltage (across  $50 \Omega$ ), which is indicated by a measuring receiver, spectrum analyser or r.-f.-millivolt meter. The field-strength can be calculated using the antenna factor (conversion factor, transducer factor) of the probe. This factor is constant over the wide centre frequency range with some changes at the edges. The main antenna factor is  $-4 \text{ dB}/\Omega\text{m}$ .

A measuring receiver or spectrum analyser with a  $50\text{-}\Omega$ -input and  $\text{dB}\mu\text{V}$ -reading is used for measuring. Reading in  $\text{dB}\mu\text{V}$  is very common in the emc-field and available on almost every receiver, using  $0 \text{ dB}\mu\text{V}$  acc. to  $1 \mu\text{V}$ .

The voltage level on a certain frequency (f. e. an am transmitter on  $1 \text{ MHz}$ ) is measured.

The antenna factor of  $-4.0 \text{ dB}$  is added ( $4.0 \text{ dB}$  subtracted) to the voltage level reading.

The result is the magnetic field-strength-level in  $\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}$ .

Example 1:

Voltage level reading on the receiver	$60.0 \text{ dB}\mu\text{V}$
plus antenna factor	$-4.0 \text{ dB}$
Magnetic field-strength level	$56.0 \text{ dB}\mu\text{A}/\text{m}$

Receiver reading in  $\text{dBm}$  ( $0 \text{ dBm}$  acc. to  $1 \text{ mW}$ ).

The power level is measured and  $103.0 \text{ dB}$  added.

Example 2:

Power level reading on the receiver	$-50.0 \text{ dBm}$
plus antenna factor	$103.0 \text{ dB}$
Magnetic field-strength level	$53.0 \text{ dB}\mu\text{A}/\text{m}$

Receiver voltage reading directly in  $\text{V}$  ( $\text{mV}$ ,  $\mu\text{V}$ ).

The voltage is multiplied by  $0.63$  to get the magnetic field strength in  $\text{A}/\text{m}$  ( $\text{mA}/\text{m}$ ,  $\mu\text{A}/\text{m}$ ).

Example 3:

Receiver reading (voltage) multiplied by antenna factor	$0,1 \text{ V}$
Magnetic field-strength	$0.63 \times 0.1 \text{ V}$
	$0.063 \text{ A}/\text{m}$

## Messung sehr hoher Feldstärken

Die Aussteuerungsgrenze der Sonde beginnt bei 105 dB $\mu$ A/m entsprechend 178 mA/m. Das bedeutet, dass Personenschutz-Grenzwerte ab 4,5 MHz gemessen werden können. Unterhalb dieser Frequenz sollte mit der FMZB 1547/1548 gemessen werden. Der Begrenzungseinsatz erfolgt verhältnismäßig "weich" und hängt auch von der Frequenz ab. Noch höhere Feldstärken führen dann 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-Analysatoren können schon Intermodulation zeigen, obwohl die Sonde sich noch in ihrem linearen Bereich befindet. In diesem Falle sollte die Eingangsdämpfung (R.-F.-attenuation, Echteiler) am Meßgerät erhöht und die ZF-Dämpfung (I.-F.-attenuation) verkleinert werden, auch wenn dies zu erhöhter Rauschanzeige führt.

## Messung sehr kleiner Feldstärken

Steht ein empfindlicher Meßempfänger oder Spektrum-Analysator zur Verfügung, dominiert das Eigenrauschen der Sonde. Je schmäler der Empfangskanal, desto kleiner ist dort die von der Sonde herrührende Rauschanzeige.

Ist das zu messende Signal "schmalbandig", kann durch kleinere ZF-Bandbreiten (I.-F.-Bandwidth) die Nachweigrenze verbessert werden. Auch der Mittelwert-Detektor (Average) vermindert die Rauschanzeige. Sinussignale (CW) ohne Modulation, wie sie z. B. von Quarzoszillatoren abgegeben werden, profitieren davon ohne Einschränkung. Breitbandige, pulsförmige Spektren jedoch nicht.

Nachstehende Tabelle gibt das Grundrauschen der Sonde an.

Die Messung erfolgte mit den Störmeßempfängern FCKL 1528 und FCVU 1534. Die angegebenen Bandbreiten entsprechen den Störmeßbandbreiten.

## Measuring high field-strength

*The linear range of the probe ends at 105 dB $\mu$ A/m acc. to 178 mA/m.*

*Saturation begins "soft" and depends on the frequency.*

*Human protection limits are covered beginning at 4.5 MHz. Below this frequency the FMZB 1547/1548 is a good choice.*

*Higher field-strength levels lead to signal distortion and intermodulation products occur in the spectrum.*

*The same situation occurs with many weak signals. Whenever strange signals are recognised under high level conditions, increase the distance between probe and field source.*

*Intermodulation products then decrease faster than "real" signals.*

*Simple receivers and spectrum analysers with no or insufficient front-end-filtering may cause intermodulation while the probe is still linear.*

*In this case increase R.-F.-attenuation and decrease I.-F.-attenuation to reduce input saturation at the expense of noise.*

## Measuring very low field strength

*When a sensitive receiver or spectrum analyser is used, the noise of the probe is the limit for low field-strength measurement.*

*Making the receiver bandwidth smaller will reduce noise indication.*

*Under the condition that the signal to measure is a narrow-band-signal, smaller receiver bandwidth will give better signal to noise ratio.*

*Choosing the average detector may reduce noise even more.*

*There will be improvements for narrow band signals (cw) without modulation, but not for broad band signals and pulse spectrum.*

*The following table shows the noise of the probe.*

*Measurement was made with the emi-receivers FCKL 1528 and FCVU 1534.*

*The bandwidths are standard emi-bandwidths.*

## Eigenrauschen der Sonde (typisch)

## Internal noise of the probe (typ.)

F Receiver Frequency	$\Delta F$ Receiver Band-width	Noise Level Voltage CISPR QP Det.	Noise Level Voltage Average Det.	"Noise Level" Field Strength CISPR QP Det.	"Noise Level" Field Strength Average Det.
150 kHz	9 kHz	+20 dB $\mu$ V	+15 dB $\mu$ V	+25 dB $\mu$ A/m	+20 dB $\mu$ A/m
1 MHz	9 kHz	+10 dB $\mu$ V	+5 dB $\mu$ V	+7,3 dB $\mu$ A/m	+2,3 dB $\mu$ A/m
10 MHz	9 kHz	-3 dB $\mu$ V	-8 dB $\mu$ V	-6,5 dB $\mu$ A/m	-11,5 dB $\mu$ A/m
20 MHz	9 kHz	-4 dB $\mu$ V	-9 dB $\mu$ V	-7,5 dB $\mu$ A/m	-12,5 dB $\mu$ A/m
30 MHz	120 kHz	+5 dB $\mu$ V	0 dB $\mu$ V	+1,5 dB $\mu$ A/m	-3,5 dB $\mu$ A/m
100 MHz	120 kHz	+5 dB $\mu$ V	0 dB $\mu$ V	+1,2 dB $\mu$ A/m	-3,8 dB $\mu$ A/m
400 MHz	120 kHz	+5 dB $\mu$ V	0 dB $\mu$ V	+5,6 dB $\mu$ A/m	+0,6 dB $\mu$ A/m

### Erste Versuche mit der Sonde

Nach dem Anschluß der Sonde an den Empfänger oder Spektrum-Analysator sind erste Signale feststellbar. Rundfunksender im Lang- Mittel- und Kurzwellenbereich sind mit einem Meßempfänger auch in Gebäuden gut hörbar. Dies trifft auch für den UKW–FM–Bereich 88 MHz – 108 MHz zu. Da die Sonde direktonal ist, muss das Maximum durch drehen gefunden werden. In Büroräumen dominieren PCs, Monitore und Datennetze. In industrieller Umgebung werden oft starke Hochfrequenzgeneratoren auf den I.S.M.–Frequenzen betrieben.

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

### First steps with the probe

*After connecting the probe to the receiver or spectrum analyser signals will appear. Broadcast transmitters in the AM-range can be easily monitored even in buildings and rooms.*

*This is also the case with FM-radio and TV.*

*Because of the fact that the probe is directional, the maximum will be found by turning.*

*In office rooms emission is dominated by PCs, monitors and data networks. Industrial environment shows high field-strength on ISM-frequencies (Industrial, Scientific, Medical).*

*Even some receivers or spectrum analysers radiate electric field strength, which can be monitored with the probe.*

## Akku

Die Sonde verfügt über 6 Stück NiMH-Akkuzellen a 1,2 V/1000 mAh und arbeitet mit einer nominellen Betriebsspannung von 7,2 V.

Die Akkus sind im Antennenrohr untergebracht und daher voll abgeschirmt. Irgendwelche Einstreuungen oder Beeinflussungen von aussen sind daher unmöglich.

Bei einer durchschnittlichen Stromaufnahme von etwa 30 mA ist die Betriebsdauer von 10 Stunden sehr konservativ angegeben.

Die Reserveanzeige kann dadurch schon bei relativ hoher Spannung ausgelöst werden, so daß noch ausreichend Restzeit zur Beendigung der Messung verbleibt.

Ausserdem steht die angegebene Betriebsdauer auch bei Kapazitätsabnahme durch Alterung noch zur Verfügung.

Akkus dieser Bauart haben einen so kleinen Innenwiderstand, dass sie sich bei einem Kurzschluss innerhalb kürzester Zeit so stark erhitzen, dass durch Abschmelzen der Isolation zwischen den Zellen dauerhafte Kurzschlüsse entstehen, was zu noch grösserer Wärmeentwicklung führt.

Der Akkusatz ist daher durch Thermoschalter und Schmelzsicherung geschützt. Sind jedoch erst einmal Kurzschlüsse zwischen den Zellen entstanden, so nützt dies nichts mehr und eine Zerstörung der Sonde ist die Folge.

Die Sonde darf daher keinesfalls geöffnet oder mit ungeeigneten Mitteln geladen werden.

Ein Kurzschluss des Ladeanschlusses muss unbedingt vermieden werden.

Als Ladebuchse wird eine SMA-Buchse verwendet, was auf den ersten Blick ungewöhnlich erscheint. Sie hat jedoch den Vorteil sehr guter mechanischer Stabilität bei kleinem Aufbau. Keinesfalls dürfen hier oder am SMA-Stecker des Ladegerätes auf Grund der Assoziation SMA=Hochfrequenz irgendwelche anderen Geräte angeschlossen werden!

Das optionale Ladegerät ACS 410 (Ansmann) eignet sich sehr gut, da es eine intelligente Ladeschaltung enthält.

Die Erwärmung des Rohres während des Ladevorganges ist normal.

Ladebuchse:

Innenleiter: PLUS

Aussenleiter: MINUS (MASSE)

## Battery

*The probe contains 6 NiMH-cells with 1.2 V/1000 mAh each resulting in a voltage of 7.2 V (nom.).*

*The batteries are built in the antenna tube and completely shielded. Any stray coupling or other effects from outside are impossible.*

*The 10 hours of operation time is very conservative considering the current consumption of only 30 mA.*

*Under these circumstances the reserve indication can occur very much on the safe side, providing sufficient time to complete the measurement.*

*Furthermore the operation time will still be available after ageing.*

*Batteries of this kind have a very low resistance. After a short current they will heat up in seconds. Burning out of the insulating material between the cells leads to permanent inner short circuit with even more heat.*

*The battery is protected by a thermal switch and a fuse. But once a short circuit between cells is established, switch and fuse cannot prevent severe damage to the probe.*

*For this reason never open the probe or charge it with inappropriate charging equipment.*

*Avoid short circuits to the charging connector.*

*A SMA-connector is used for charging, which seems to be quite strange at the first view. The reason is that the SMA-connector is small and has good stability. The disadvantage is the common link between SMA and R.F.-equipment, which is not the case here.*

*So never connect any other equipment to the charging connector or the charger!*

*The optional charger ACS 410 (Ansmann) is a good choice because of the intelligent charging.*

*The antenna tube may warm up while charging. This is normal.*

*Charging Connector:*

*Inner conductor: PLUS*

*Outer conductor: MINUS (MASSE)*

