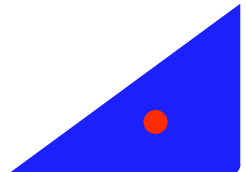


# Detektorempfänger HFR-2



Handbuch



Vielen Dank, daß Sie sich für den Kauf dieses Gerätes entschieden haben.

Sie sind damit in der Lage, die hochfrequente Situation schnell und einfach zu ermitteln. Die Bedienung des HFR-2 ist einfach. Hierauf haben wir höchsten Wert gelegt!

Durch unsere langjährige Erfahrung im HF-Meßgerätebau mit Unterstützung durch die Universität der Bundeswehr München hat unser "großes" HF-Meßgerät PDM-3 einige entscheidende Verbesserungen erfahren. Nur durch diesen (kostspieligen) Entwicklungsaufwand konnten wir etliche dieser Verbesserungen auch für das HFR-2 realisieren.

Das HFR-2 ist ein Breitbandempfänger zum Nachweis und Beurteilung von hochfrequenten Signalen (Mobiltelefone C-, D-, E-Netz, Schnurlostelefone (DECT, CT1+,...), Radio- und Fernsehsender, Mikrowellenherd,...).

Die eingebaute Spitzenwerterfassung erlaubt die Messung gepulster HF-Signale nach baubiologischen Anforderungen.

Die Empfindlichkeit und Messgenauigkeit wurde gegenüber dem HFR-1 nochmals gesteigert. Auf dem LC-Display des handlichen Gerätes kann die elektrische Feldstärke direkt in mV/m abgelesen werden.

Die angezeigten Werte stimmen  $\pm 3$  dB bei ca. 1 GHz (1000 MHz, D-Netzbereich) und Ausrichtung der Antenne in der Polarisationssebene.

Über den zuschaltbaren internen Lautsprecher kann die Modulation der Hochfrequenzsignale hörbar gemacht werden (z. B. gepulste HF-Strahlung).

Durch die im Lieferumfang enthaltene, aufsteckbare logarithmisch periodische Breitbandantenne (Logper-Antenne) kann die Richtung und die Polarisation der HF-Strahlung einfach bestimmt werden.

## **Vorbemerkungen - Sicherheitshinweise**

Sie haben ein elektronisches Messgerät erworben. Behandeln Sie Ihr HFR-2 sorgsam! Aufgrund der hohen Empfindlichkeit ist die Elektronik des Messgerätes schock- und stoßempfindlich. Lassen Sie es bitte nicht fallen!

Die Antenne des Gerätes leitet elektrischen Strom sehr gut. Bringen Sie die Antenne nicht zu nahe an Steckdosen, stromführende Kabel oder Gerätschaften! Das HFR-2 könnte bei Kontakt der Antenne mit Strom zerstört werden! Auch ein Stromschlag des Anwenders ist hierbei nicht gänzlich ausgeschlossen!

Das HFR-2 gehört nicht in Kinderhände! Obwohl das Gerät ziemlich robust ist, könnte doch die Antenne bei Zweckentfremdung Schaden nehmen.

Das HFR-2 niemals mit Wasser in Berührung bringen! Nicht bei Regen benutzen. Die sensible Elektronik könnte sonst Schaden nehmen.

Hohe Temperaturen vermeiden! Das Gerät nicht auf die Heizung oder im Sommer in der prallen Sonne oder im Auto liegen lassen!

Bitte beachten Sie weiterhin, daß das Gerät relativ viel Strom verbraucht und daher die Batterie schnell verbraucht sein kann. Eine verbrauchte Batterie signalisiert das HFR-2 mit der Meldung "Batterie wechseln" im display. Es können auch wiederaufladbare Akkus verwendet werden.

Das HFR-2 ist wartungsfrei. Eine Rekalibrierung ist nicht erforderlich! Reinigen sie das Gerät nur von außen mit einem feuchten Tuch. Benutzen Sie keine Reinigungsmittel!

## Inbetriebnahme

Falls noch nicht geschehen, eine 9 V-Batterie (oder Akku) in das Batteriefach auf der Rückseite einlegen.

Mitgelieferte Logper-Antenne über Adapter auf HFR-2 stecken und mit Bajonetverschluss verriegeln.

Mit dem seitlichen Schiebeschalter das HFR-2 einschalten.

### Antennenanschluss



*Bedienelemente des HFR-2*

Auf der Anzeige (Display) sollte kurz folgende Meldung erscheinen:



ROM-Elekt.  
HFR-2 V1.2

dann z. B.



65.4 mV/m  
■■■■■

Damit ist Ihr HFR-2 schon in Betrieb.

## Eingebauter Lautsprecher

Auf der Frontseite des HFR-2 befindet sich ein Lautstärkesteller. Hier läßt sich die Lautstärke des eingebauten Lautsprechers und/oder optional eingestecktem Kopfhörer einstellen.

Der Lautsprecher gibt die Modulationssignale wieder, die über die Antenne empfangen werden. Erschrecken Sie nicht, wenn Sie die Signale zum ersten mal hören. Hier bekommen Sie einen Eindruck, welche Signale im "Äther" unterwegs sind, die Sie nicht merken, weil keiner Ihrer Sinne in der Lage ist, diese zu erfassen.

Ein einfach zu erkennendes Signal ist das eines DECT Schnurlostelefon. Die Basisstation sendet ununterbrochen einen 100 Hz Ton ob telefoniert wird oder nicht! Sobald der Netzstecker der Basistation gezogen wird, verschwindet der Brummtton.

Mobiltelefone (Handies), die nach dem GSM-Standard kommunizieren senden ein Signal von 217 Hz. Dies aber nur während des Telefonats. Die zugehörigen Basisstationen hingegen sind durch einen hohen Ton von ca. 1733 Hz ( $8 \times 217 \text{ Hz} = 1733 \text{ Hz}$ ) zu identifizieren.

Radaranlagen senden Signale von 600 Hz bis 1200 Hz.

Es gibt noch unzählige weitere, teilweise "exotische" Signale, die hier nicht alle aufgezählt werden können. Mit der Zeit werden Sie Ihre eigenen Erfahrungen machen.

## HF-Grundlagen

Bei hohen Frequenzen existieren elektrische Felder (E-Felder) und magnetische Felder (H-Felder) nicht mehr unabhängig voneinander. Beide stehen in einer festen Beziehung und transportieren zusammen Energie. Die Strahlungsdichte  $S$  ergibt sich aus der Energie, die pro Zeiteinheit (sek.) eine bestimmte Querschnittsfläche ( $\text{m}^2$ ) durchströmt.

S, E und H lassen sich jederzeit ineinander umrechnen<sup>1</sup>:

$$S = E \cdot H = \frac{E^2}{377\Omega} = H^2 \cdot 377\Omega \quad (\text{GL 1})$$

und

$$\frac{E}{H} = 377\Omega \quad (\text{GL 2})$$

S:	Strahlungsdichte	(W/m <sup>2</sup> )
E:	elektrische Feldstärke	(V/m)
H:	magnetische Feldstärke	(A/m)

Es genügt daher, eine Größe zu messen, um auch alle anderen bestimmen zu können. Sehr häufig ist es die Strahlungsdichte S, die gemessen wird. Unser HFR-2 mißt die Komponente der elektrischen Feldstärke!

Zur Messung benötigt man eine geeignete Antenne, die mit ihrer wirksamen Fläche A<sub>w</sub> eine bestimmte Menge Strahlungsdichte auffängt und in eine leitungsgeführte Welle umwandelt. Die Leistung dieser Welle ergibt sich aus der Strahlungsdichte und der wirksamen Fläche der Antenne:

$$P_E = S \cdot A_W \quad (\text{GL 3})$$

P <sub>E</sub> :	Empfangsleistung
A <sub>w</sub> :	wirksame Fläche der Antenne
S:	Strahlungsdichte

Der Meßbereich des HFR-2 erstreckt sich von ca. 16 mV/m bis 2000 mV/m. Sollen höhere Pegel gemessen werden, so kann durch externe Dämpfungsglieder der Meßbereich nach oben hin angepaßt werden. Verfügbare Dämpfungsglieder gibt es mit 3 dB, 6 dB, 10 dB und 20 dB

	Dämpfungsfaktor für Leistung
3 dB	2
6 dB	4
10 dB	10
20 dB	100

**Dämpfungsfaktoren verfügbarer Dämpfungsglieder**

1. Gilt nur bei Ausbreitung im freien Raum

Die am häufigsten benötigten Dämpfungsglieder sind wohl die mit 10 dB und 20 dB. Wenn Sie z.B. den Meßbereich von jetzt 10 mW/m<sup>2</sup> auf 1000 mW/m<sup>2</sup> (ca. 20 V/m) erweitern wollen, benötigen Sie das 20 dB Dämpfungsglied (Faktor 100).

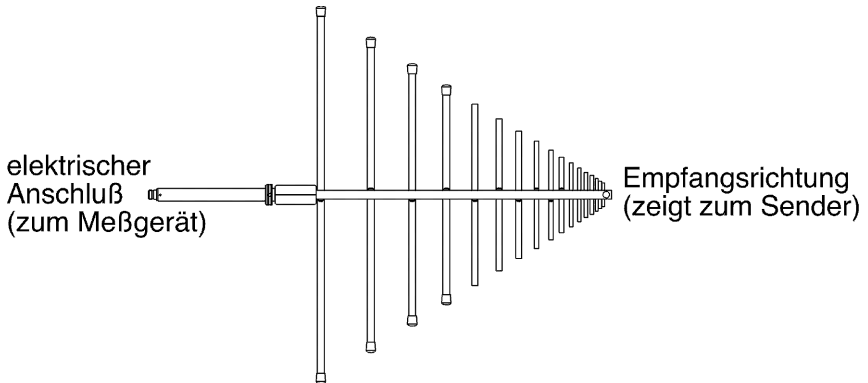
Möchten Sie 10000mW/m<sup>2</sup> (ca. 61 V/m), dann müssen Sie noch das 10 dB Dämpfungsglied (Faktor 100 + Faktor 10 = Faktor 1000 = 30 dB) zusätzlich verwenden.

**Umrechnung der Strahlungsdichte in V/m und A/m**

S in mW/m <sup>2</sup>	S in µW/cm <sup>2</sup>	E in V/m	H in A/m	H in mA/m
200	20	8,68	0,023	23,03
100	10	6,14	0,016	16,29
50	5	4,34	0,012	11,52
20	2	2,75	0,007	7,28
S in µW/m <sup>2</sup>	S in nW/cm <sup>2</sup>	E in mV/m	H in mA/m	H in µA/m
10000	1000	1940	0,005	5,15
5000	500	1370	0,004	3,64
2000	200	870	0,002	2,30
1000	100	614	1,629	1628,70
500	50	434	1,152	1151,60
200	20	274	0,728	728,36
100	10	194	0,515	515,03
50	5	137	0,364	364,18
20	2	86,8	0,230	230,33
10	1	61,4	0,163	162,87
5	0,5	43,4	0,115	115,16
2	0,2	27,5	0,073	72,84
1	0,1	19,4	0,052	51,50
0,5	0,05	13,7	0,036	36,42
0,2	0,02	8,6	0,023	23,03

Meßbereich des HFR-2

Im Lieferumfang des HFR-2 enthalten ist eine logarithmisch periodische Antenne (Logger-Antenne) für den Frequenzbereich 900 MHz bis 2,6 Ghz aus Kostengründen in Form einer gedruckten Platine! Hiermit kann grundsätzlich die Richtung und Polarisierung der HF-Strahlung genau ermittelt werden.



Eine Logper-Antenne besteht aus mehreren, unterschiedlich langen Dipolen. Jedes Stäbchenpaar empfängt eine andere Frequenz. Die langen Stäbe sind für die niederen Frequenzen (größere Wellenlänge) und die kurzen Stäbe für die hohen Frequenzen (kleinere Wellenlänge) zuständig. Wellenlänge und Frequenz stehen in folgender Beziehung zueinander:

$$c_0 = \lambda \cdot f \quad (\text{GL 4})$$

$\lambda$ : Wellenlänge

$c_0$ : Lichtgeschwindigkeit (=300000 km/s)

$f$ : Frequenz

Mit dem HFR-2 kann man die elektrische Feldstärke  $E$  in mV/m messen und aus der obigen Formel (3) die Strahlungsdichte bestimmen. Voraussetzung ist allerdings, daß die wirksame Fläche der Antenne bekannt ist.

Die wirksame Fläche ist jedoch nicht konstant, sondern frequenzabhängig:

$$A_W = G \cdot \frac{\lambda^2}{4\pi} = G \cdot \frac{c_0^2}{4\pi f} \quad (\text{GL 5})$$

$G$ : Antennengewinn (=Verstärkung; frequenzabhängig)

$\lambda$ : Wellenlänge

$c_0$ : Lichtgeschwindigkeit

$f$ : Frequenz

Um die Strahlungsdichte mit Gleichung (3) und (5) genau bestimmen zu können, muß man also nicht nur die Empfangsleistung messen, sondern

auch die Frequenz ermitteln. Hierzu benutzt man im allgemeinen Spektrumanalysatoren, die wegen ihres komplizierten Aufbaus sehr teuer sind.

Wenn es um die Wirkung von elektromagnetischen Wellen auf Menschen geht, muß jedoch im allgemeinen die Strahlungsdichte genau ermittelt werden. Hier ist es in erster Linie wichtig, die Größenordnung der Strahlungsdichte zu kennen, um ein Urteil über die potentielle Gefährdung abzugeben. Zu diesem Zweck wurde der HF-Strahlungsdetektor HFR-2 entwickelt.

Er besteht aus einem sehr empfindlichen Leistungsmeßgerät (Detektor). Da der Detektor die Frequenz der Hochfrequenzstrahlung nicht feststellen kann, sind mit ihm aus den oben erläuterten Gründen keine hochpräzisen Messungen möglich.

## **Meßunsicherheiten**

Aus dem oben erwähnten ist erkennbar, daß bei der Messung der Hochfrequenz mit Meßunsicherheiten (Meßfehlern) gerechnet werden muß.

Mit welcher Größenordnung der Meßfehler muß nun gerechnet werden? Wenn wir die besten, käuflich zu erwerbenden HF-Meßgeräte anschauen, so haben diese meist eine Meßunsicherheit von  $\pm 3\text{dB}$ . In der Leistungsmessung bedeuten  $3\text{dB}$  den Faktor 2! Für den Meßwert bedeutet das, daß der wahre Wert doppelt oder nur halb so groß sein kann wie der angezeigte Wert. In Prozent ausgedrückt haben wir also eine Meßunsicherheit  $\pm 50\%$  bei einem sehr guten Meßgerät!

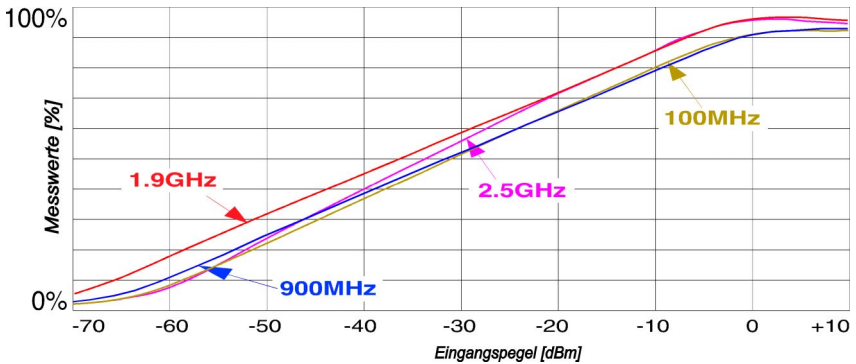
Bei preiswerteren Geräten sind diese Meßfehler oft deutlich größer. Wie sieht es aber beim HFR-2 aus? Wir müssen die Unzulänglichkeiten der Antenne und des Meßgerätes betrachten. Denn die Kombination der beiden soll ja den "korrekten" Meßwert liefern.

Für das Meßgerät ist eine hohe Linearität erforderlich (um den Meßfehler gering zu halten). Hochfrequenzverstärker haben in der Regel einen mehr oder weniger linearen Frequenzgang. Ohne spezielle Maßnahmen kann sich dieses Verhalten ungünstig auf die Gesamtlinearität auswirken.

Nur durch einigen Entwicklungsaufwand und mit enger Zusammenarbeit und Unterstützung durch die Universität der Bundeswehr München konnte schließlich eine geeignete Hochfrequenzschaltung entwickelt werden, die die genannten Nachteile nicht aufweist. Das Ergebnis dieser Anstrengungen sind in nachfolgender Grafik dargestellt.

Um eine entsprechende Empfindlichkeit zu erreichen, benötigt man Antennen, die in einem großen Frequenzbereich eine hinreichende Ausgangsspannung liefern. Hierfür sind logarithmisch periodische Antennen gut geeignet. Deshalb ist diese Antenne auch im Lieferumfang des HFR-2 enthalten.

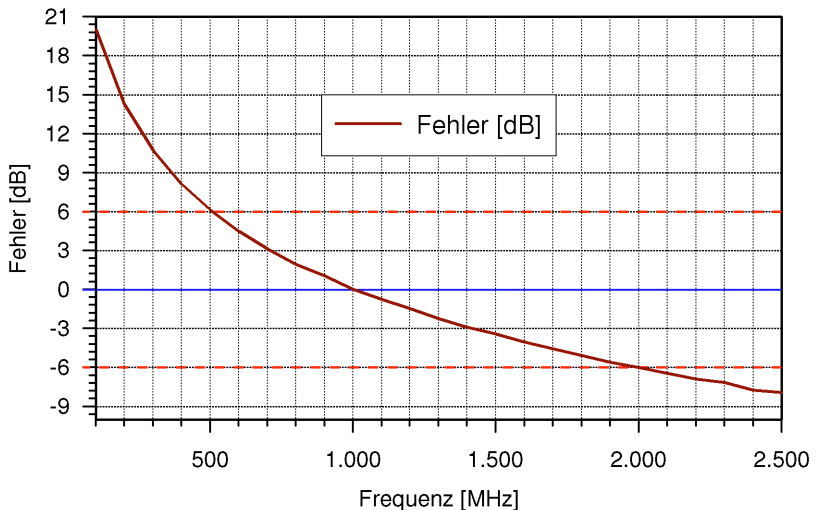




### Linearitätsverlauf der Eingangsverstärkerschaltung des HFR-2

Diese haben jedoch den Nachteil, dass ihre Ausgangsspannung mit dem Quadrat der Frequenz sinkt. Bei der Messung mit einem Spektrumanalysator kann der dadurch entstehende Fehler aus dem Messergebnis herausgerechnet werden, da die Frequenzen der gemessenen Signale bekannt sind. Bei einem Breitbandmessgerät, wie dem HFR-2 muss der Fehler dagegen in Kauf genommen werden. Die nachfolgende Grafik zeigt die Fehlerkurve.

### Fehlerkurve HFR-2



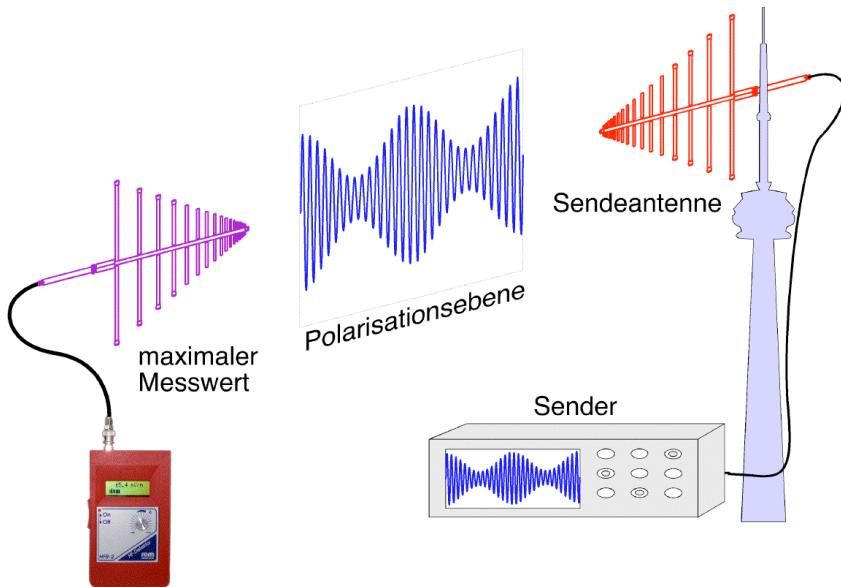
### Fehlerkurve einer Logper-Antenne

Es ist gut zu erkennen, daß im Frequenzbereich 700 MHz bis 1400 MHz die Meßunsicherheit innerhalb der erwähnten  $\pm 3\text{dB}$  liegt. D. h., D-Netz und CT1+ Schnurlostelefone werden korrekt erfaßt. Wenn wir den Frequenzbereich

500 MHz bis 2000 MHz betrachten, so liegt die Meßunsicherheit immer noch innerhalb von  $\pm 6\text{dB}$ . Für die Praxis bedeutet das, daß E-Netz, DECT und UMTS Signale etwas unterbewertet werden, also ein etwas zu kleiner Meßwert angezeigt wird.

## Polarisation

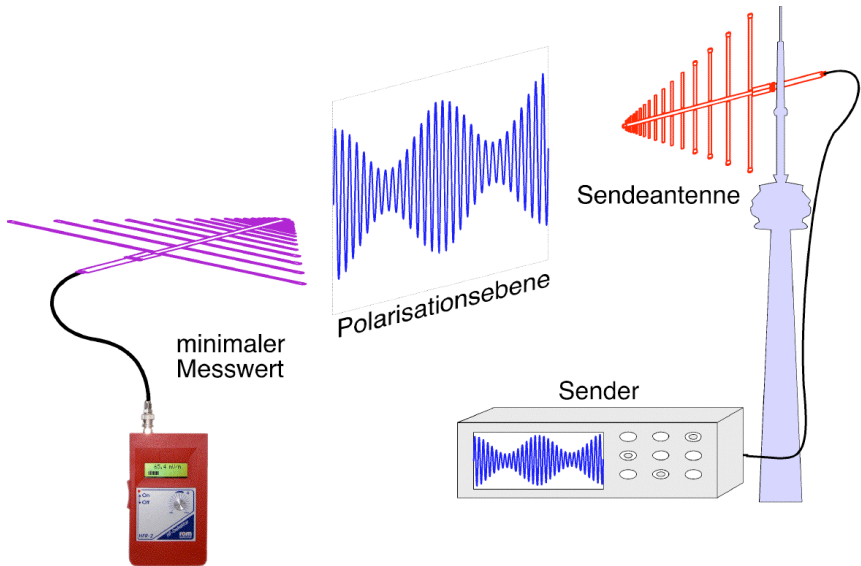
Wenn wir die elektrische Feldkomponente einer elektromagnetischen Welle betrachten, so stellt man fest, daß diese in einer Ebene liegt. Diese Ebene wird auch als Polarisationssebene bezeichnet. Den maximalen Meßwert erhält man dann, wenn die Empfangsantenne in der gleichen Richtung und Ebene der Sendeantenne zeigt.



**Maximaler Meßwert wenn Sende- und Empfangsantenne in gleiche Richtung und Polarisationssebene zeigen.**

## Modulation

Hochfrequenzsignale sind nicht nur wegen ihrer sehr unterschiedlichen Frequenzen schwierig zu messen. Erschwerend kommt hinzu, daß es auch sehr viele unterschiedliche Modulationsarten gibt. Neueste Forschungsergebnisse deuten daraufhin, daß die Modulationsart (z.B. Pulsmodulation) einen starken Einfluß auf die biologische Relevanz eines Hochfrequenzsignals hat.



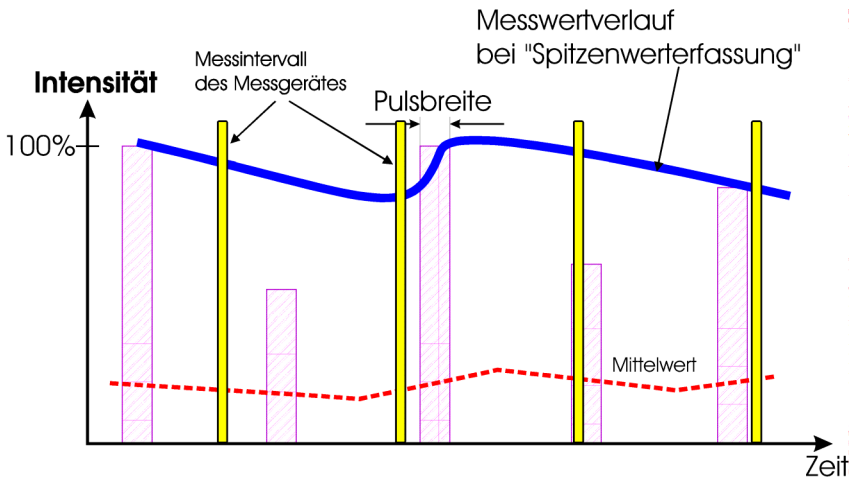
**Minimaler Meßwert wenn Sende- und Empfangsantenne zwar in gleiche Richtung zeigen, aber unterschiedliche Polarisations Ebenen haben.**

Genau wie biologische Systeme reagiert auch der Strahlungsdetektor nicht auf alle Modulationsarten gleich. Die Modulation der HF-Signale kann über den eingebauten Lautsprecher detektiert werden.

Das HFR-2 hat eine Spitzenwert erfassung fest eingebaut. Unsere Erfahrungen mit dem HFR-1 haben gezeigt, daß 99% der Kunden die Spitzenwertoption gewählt haben. Aus diesem Grund wurde sie im HFR-2 gleich grundsätzlich vorgesehen.

Die Problematik der der Spitzenwert erfassung ist folgende: Das Meßgerät benötigt zum Messen eine gewisse Zeit. Das Meßgerät "schaut" gelegentlich nach, ob ein Meßwert vorliegt. Findet dieses "nachschaun" zufällig immer zwischen den Pulsen statt, so zeigt das Meßgerät einen sehr niederen Meßwert. Ab und zu erwischt es aber doch einen Puls und zeigt diesen auch an. Dies geschieht aber viel zu selten.

Die Spitzenwert erfassung "merkt" sich den Spitzenwert des Pulses eine gewisse Zeit. Somit sind die Chancen für das Meßgerät größer, den korrekten Spitzenwert zu messen. Ist die Pulsbreite sehr schmal (ca. 100 ns = 100 Nanosekunden = 100 Milliardstel Sekunden bei DECT), so wird u. U. der "Spitzenwertspeicher" nicht ganz voll und der Meßwert ist etwas zu niedrig. Dauert der Puls länger (>0,3µs, GSM ca. 577µs), so steigen die Chancen, daß der "Spitzenwertspeicher" ganz voll wird, was dann wieder in einer korrekten Meßwertanzeige resultiert.



### Unterschied zwischen Mittelwert und Spitzenwert Erfassung

## Meßwertdarstellung

Das HFR-2 zeigt die Meßwerte in mV/m an. Wie im Abschnitt "HF-Grundlagen" nachzulesen, genügt es, eine Feldkomponente zu messen um daraus die anderen Größen berechnen zu können.

Beispiel: Ihr HFR-2 zeigt 110 mV/m. Wir messen die elektrische Feldstärke E! Sie möchten gerne wissen wieviel das in W/m<sup>2</sup> ist. Gleichung (1) zeigt nochmals den Zusammenhang:

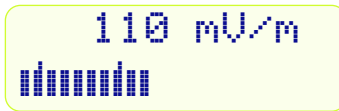
$$S = E \cdot H = \frac{E^2}{377\Omega} = H^2 \cdot 377\Omega$$

Sie setzen die Werte in die Formel ein:

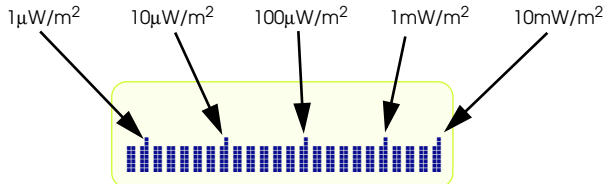
$$S = \frac{E^2}{377\Omega} = \frac{\left(110 \frac{\text{mV}}{\text{m}}\right)^2}{377\Omega} = \frac{\left(0,11 \frac{\text{V}}{\text{m}}\right)^2}{377\Omega} = 0,0000321 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} = 32,1 \frac{\mu\text{W}}{\text{m}^2}$$

Am Besten wandelt man zuerst alle Einheiten in Basiseinheiten um; also Millivolt in Volt (mV in V), Zentimeter in Meter (cm in m) usw. Als Ergebnis erhalten wir 32,1 μW/m<sup>2</sup> (Mikrowatt pro Quadratmeter).

Das HFR-2 zeigt in der zweiten Zeile den Meßwert grafisch dar.



Der Balken hat kleine Markierungen, die den Meßwert in  $W/m^2$  (bzw.  $\mu W/m^2$ ) darstellen.



Liegt ein zu hoher HF-Pegel an, so erscheint in der Digitalanzeige



Schalten Sie bitte das HFR-2 sofort aus, um eine Schädigung des HFR-2 zu vermeiden.

## Hinweise zur Antenne

Die mitgelieferte Logger-Antenne ist Teil eines Meßsystems! Bitte entsprechend sorgsam damit umgehen! Sie empfängt elektromagnetische Strahlung im Bereich von 900 MHz bis 2600 MHz. Sie kann im Bereich des Steckers leicht verbiegen. Wenn dieser Fall eintritt, kann sie vorsichtig wieder gerade gebogen werden. Dies sollte allerdings nicht allzuoft geschehen, damit eine nachhaltige Beschädigung ausgeschlossen wird.

## Bewertung der Meßergebnisse

Die Beurteilung der Meßwerte ist naturgemäß schwierig, da gesicherte Forschungsergebnisse im Bereich der Gesundheitsgefährdung durch elektromagnetische Wellen nach wie vor fehlen.

Grundsätzlich ist daher sicher eine Beurteilung der Meßwerte nach dem Vorsorgeprinzip zu empfehlen. Mit dem häufigen Einsatz des Gerätes wird man auch ein Gefühl dafür bekommen, welcher Meßwert als normal und welcher Meßwert als überhöht oder vielleicht sogar als bedenklich anzusehen ist.

Herr Dr. Lebrecht von Klitzing (Lübeck), der Untersuchungen bezüglich der Beeinflussung von Hirnströmen durch gepulste Hochfrequenzstrahlung ge-

macht hat, gibt als unterste Beeinflussungsschwelle den Wert  $0,1 \text{ mW/cm}^2 = 1 \text{ mW/m}^2$  für Kurzzeitexpositionen an. Für Dauerbelastungen wie z. B. bei DECT-Basisstationen, die ständig gepulste Hochfrequenz ausstrahlen, sollten  $5 \text{ } \mu\text{W/m}^2 = 0,5 \text{ nW/cm}^2 \approx 40 \text{ mV/m}$  nicht überschritten werden!

Erhält man Meßwerte über  $10 \text{ mW/m}^2$  (Anzeige "MAX!" im HFR-2), sind Abschirmmaßnahmen sicherlich zu empfehlen, wenn man nach dem Vorsorgeprinzip vorgehen will. Eventuell ist hier auch eine genaue Messung durch einen Spezialisten zu empfehlen, um Klarheit über die tatsächliche Belastung (Stärke, Frequenz, Modulation, usw.) zu bekommen.

Wir führen verschiedene Abschirmmaterialien. Bei Bedarf fragen Sie uns!

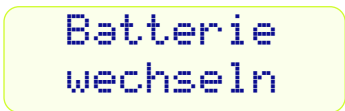
Grenzwert in $\text{W/m}^2$	Grenzwert in $\text{W/cm}^2$	Grenzwert in $\text{mV/m}$	empfohlen von
0,1-5 $\mu\text{W/m}^2$	0,001-0,5 $\text{nW/cm}^2$	5-50 $\text{mV/m}$	schwache Anomalie lt. SBM 2000 für gepulste Strahlung
>10 $\mu\text{W/m}^2$	>1 $\text{nW/cm}^2$	>50 $\text{mV/m}$	schw. Anomalie lt. SBM 2000 f. ungepulste Strahlung
1 $\text{mW/m}^2$	0,1 $\mu\text{W/cm}^2$	614 $\text{mV/m}$	Hinstromveränderungen (gepulst, n. v. Klitzing)
>100 $\text{mW/m}^2$	>10 $\mu\text{W/cm}^2$	6140 $\text{mV/m}$	ECOLOG
2-10 $\text{W/m}^2$	0,2-1 $\text{mW/cm}^2$	27500-61000 $\text{mV/m}$	BImSchV (je nach Frequenz)
2-10 $\text{W/m}^2$	0,2-1 $\text{mW/cm}^2$	27500-61000 $\text{mV/m}$	Bevölkerung (je nach Frequenz)

#### Vorsorge- und Grenzwerte (Auswahl)

## Pflege des Gerätes und Batteriewechsel

Bitte benutzen Sie Für die Reinigung des Gerätes nur ein leicht angefeuchtetes Tuch. Das Gehäuse und die Anzeige nie mit scharfen Reinigungsmitteln behandeln!

Ein erforderlicher Batteriewechsel wird durch



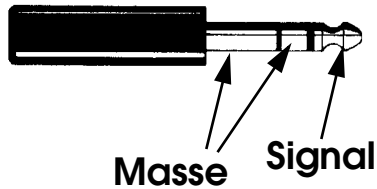
signalisiert.

Schalten Sie dann das Gerät aus, ziehen den Batteriefachdeckel auf der Rückseite ab und nehmen die verbrauchte Batterie heraus. Als neue Batterie setzen Sie wieder eine handelsübliche 9 Volt Batterie (9 Volt Block) ein und schließen das Batteriefach mit dem Deckel. Das Gerät ist nun wieder betriebsbereit.

Meßgerät HFR-2 nur für die in dieser Anleitung beschriebenen Messungen verwenden. Zuwiderhandlungen können eine Zerstörung des Meßgerätes und Garantieverlust zur Folge haben.

## Optionen

Das HFR-2 kann mit einem Kopfhörerausgang (3,5 mm Klinenbuchse) geliefert werden. Auch eine Nachrüstung ist möglich. An diesen Ausgang kann ein handelsüblicher Kopfhörer (Mono oder Stereo) angeschlossen werden. Dadurch ist eine bessere akustische Identifikation der Modulationen möglich.



### ***Anschluß des Klinensteckers für einen Kopfhörer oder Signalanalyse mit Spektrumanalysator***

Mit etwas Übung und Erfahrung kann über die Akustik eine Zuordnung der demodulierten Signale zum Sender hergestellt werden.

Dieser Ausgang kann auch mit einem Spektrumanalyzer verbunden werden. Spektrumanalyzer gibt es mittlerweile einige; entweder als reine Softwarelösung (Anschluß über Soundkarte und PC), oder als Zusatzgeräte wie z. B. unsere Geräteserie ADC.

Ebenso kann auch ein Schreiber Ausgang nachgerüstet werden!

## Haftung und Garantie

Jede Haftung, die durch Anwendung des Gerätes entsteht, ist ausgeschlossen. Die Garantiezeit beträgt 24 Monate ab Lieferdatum. In dieser Zeit werden alle Mängel, die nicht auf unsachgemäße Behandlung zurückzuführen sind, umgehend und kostenfrei behoben. Senden Sie bitte im Reparaturfall das Gerät mit dem Kaufbeleg an uns ein.

## Technische Daten

Frequenzbereich:	ca. 100 MHz bis 2500 MHz teilweise kompensiert (ca. 10 MHz bis 3500 MHz mit verminderter Genauigkeit)
Meßverfahren:	Detektorempfänger
Meßbereich:	15 mV/m bis 2000 mV/m (= ca. $1 \cdot 10000 \mu\text{W}/\text{m}^2 = 100 \text{ pW}/\text{cm}^2 - 1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ )
max. Empfindlichkeit:	besser als $0,6 \mu\text{W}/\text{m}^2 (= 60 \text{ pW}/\text{cm}^2)$
Anzeige:	LC-Display, 2 zeilig
Umgebungstemperatur:	0 bis 40°C
Abmessungen:	85mm x 117mm x 55mm
Funktionen:	einstellbare Lautstärke
Gewicht:	ca. 300 g
Stromversorgung:	9V Blockbatterie
Stromaufnahme	max. 20 mA
Lieferumfang:	HFR-2, Logger-Antenne 900MHz - 2600 MHz, Adapter, Batterie
optional auch mit Kopfhörerausgang und Schreiberanschluss lieferbar	
Technische Änderungen vorbehalten	

## Anworten auf häufig gestellte Fragen

Vermeiden Sie den Betrieb eines Mobil-Telefons (Handy) in unmittelbarer Nähe zum HFR-2! Niemals Antennen von HFR-2 und Handy im Betrieb berühren lassen!

### ZERSTÖRUNGSGEFAHR!

Bei der Spitzenwertfassung dauert es eine gewisse Zeit, bis sich der Meßwert angepaßt hat; insbesondere nach unten. Der Grund hierfür ist, daß die Meßwerte gespeichert werden und es eine gewisse Zeit (ca. 30 sek.) dauert, bis dieser Speicher geleert ist. Auch wird die Anzeige sehr unruhig, wenn gepulste Signale erfaßt werden.

### Präfixe und Potenzschreibweise großer und kleiner Zahlen

Zahl	in Worten	Potenz	EDV	Präfix	Abkürzung
1000000	Million	$10^6$	1.0E006	Mega	M
1000	Tausend	$10^3$	1.0E003	kilo	k
100	Hundert	$10^2$	1.0E002	hecto	h
10	Zehn	$10^1$	1.0E001	deca	da
1	Eins	$10^0$	1.0E000		
0,1	Zehntel	$10^{-1}$	1.0E-01	dezi	d
0,01	Hundertstel	$10^{-2}$	1.0E-02	centi	c
0,001	Tausendstel	$10^{-3}$	1.0E-03	milli	m
0,000001	Millionstel	$10^{-6}$	1.0E-06	mikro	$\mu$
0,000000001	Milliardstel	$10^{-9}$	1.0E-09	nano	n
0,000000000001	Billionstel	$10^{-12}$	1.0E-12	pico	p