

Technische Daten

Frequenzbereich: ca. 1 MHz bis 8000 MHz teilweise kompensiert
(ca. 1 MHz bis 10000 MHz mit verminderter Genauigkeit)

Meßbereich: 6 mV/m bis 2000 mV/m (= ca. 0,1 - 10000 $\mu\text{W}/\text{m}^2 = 10 \text{ pW}/\text{cm}^2 - 1 \text{ mW}/\text{cm}^2$)
besser als 0,05 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (= 1 pW/cm^2)

max. Empfindlichkeit: $\pm 3 \text{ dB}$ im Bereich 2 GHz bis 6 GHz

Meßföleranz: LC-Display, 2 zeilig
0 bis 40°C

Anzeige: 85mm x 117mm x 55mm

Umgebungstemperatur: PeakHold, einstellbare Lautstärke
ca. 300 g

Abmessungen: 9V Blockbatterie bzw. Akku

Funktionen: HFR-4, Logper-Antenne 900 MHz - 2600 MHz,
Logper-Antenne 2000 Mhz - 11000 MHz,
max. 40 mA

Gewicht: Stromversorgung:

Stromaufnahme Stromaufnahme

Lieferumfang: HFR-4, Logper-Antenne 900 MHz - 2600 MHz,
Logper-Antenne 2000 Mhz - 11000 MHz,
Akkuladegerät, 2 Akkus

optional auch mit serieller Computerschnittstelle und Schreiberausgang lieferbar

Technische Änderungen vorbehalten

Tips und Hinweise auf häufig gestellte Fragen

Vermeiden Sie den Betrieb eines Mobil-Telefons (Handy) in unmittelbarer Nähe zum HFR-4! Niemals Antennen von HFR-4 und Handy im Betrieb berühren lassen!

ZERSTÖRUNGSGEFAHRI

Bei der Spitzenwertfassung kann es eine gewisse Zeit dauern, 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.

Prüfxe und Potenzschreibweise großer und kleiner Zahlen

Zahl	in Worten	Potenz	EDV	Prüfx	Abkürzung
1000000	Million	10^6	1.0E06	Mega	M
1000	Tausend	10^3	1.0E03	kilo	k
100	Hundert	10^2	1.0E02	hecto	h
10	Zehn	10^1	1.0E01	deca	da
1	Ein	10^0	1.0E00		
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	μ
0,000000001	Milliardstel	10^{-9}	1.0E-09	nano	n
0,000000000001	Billionstel	10^{-12}	1.0E-12	pico	p

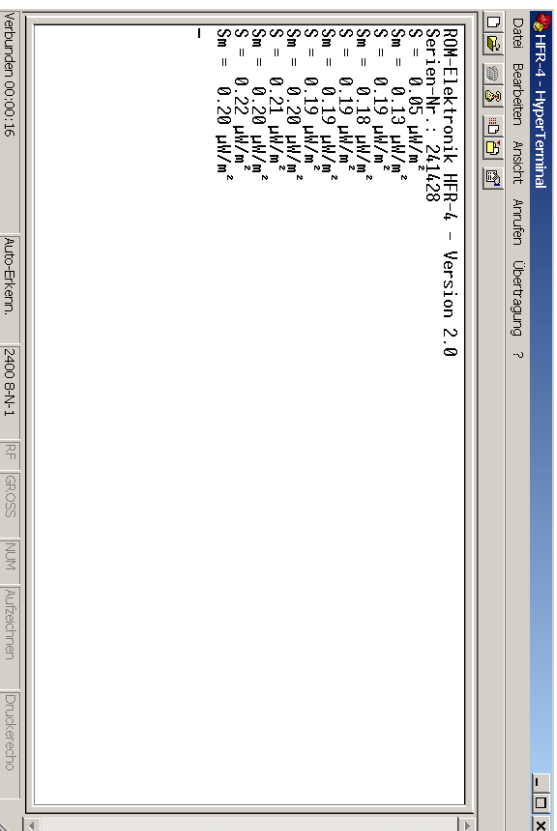
HF-Analyzler HFR-4



**Handbuch
V2.3**



den.



Datenausgabe des HFR-4

Hat alles geklappt, dann sollten jetzt fortlaufend Daten auf dem Bildschirm erscheinen, ähnlich wie oben dargestellt.

Einstellen der korrekten Baudrate

Sollten wider Erwarten nur unleserliche „Hieroglyphen“ auf dem PC zu lesen sein, so kann dies an einer etwas abweichenden Baudrate von PC und HFR-4 liegen.

Für diesen Fall kann der HFR-4 rekaliert werden. Hierzu sind beim **Ein-schalten linker und rechter Taster GLEICHZEITIG gedrückt** zu halten. Auf dem Display erscheint eine Meldung ähnlich wie folgt:

OscCal: 7E
EEPROM: 126

nach einer Pause gefolgt von

Kalibrierwert: 63H

Wobei die Zahl in der zweiten Zeile kontinuierlich abnimmt. Auf dem Termi-

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

Sie sind damit in der Lage, die hochfrequente Strahlungssituation im Frequenzbereich von ca. 800 MHz bis ca. 10 GHz schnell und einfach zu ermitteln.

Die Bedienung des HFR-4 ist einfach. Hierauf haben wir höchsten Wert gelegt!

Durch unsere langjährige Erfahrung im HF-Meßgerätebau mit Unterstützung durch die Universität der Bundeswehr München haben unsere HF-Meßgeräte PDM-3, HFA-3, HFR-2, sowie unser Mehrfrequenzfilter MFF-1 einige entscheidende Verbesserungen erfahren. Nur durch diesen (kostspieligen) Entwicklungsaufwand konnten wir etliche dieser Verbesserungen auch für den HFR-4 realisieren.

Der HFR-4 ist ein Breitbandempfänger zum Nachweis und Beurteilung von hochfrequenten Signalen (Mobiltelefone C-, D-, E-Netz, Schnurlostelefone (DECT, CT1+,...), Radio- und Fernsehsender, Mikrowellenherd,...).

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

Die Empfindlichkeit und Messgenauigkeit wurde gegenüber dem HFR-2 nochmals gesteigert. Auf dem LC-Display des handlichen Gerätes kann die elektrische Feldstärke direkt in mV/m oder die Strahlungsdichte in µW/m² abgelesen werden.

Die angezeigten Werte stimmen ±3 dB bei ca. 1 GHz (1000 MHz, D-Netzbe-reich) 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 enthaltenen, auf-schraubbaren logarithmischen Breitbandantennen (Log-per-Antenne) kann die Richtung und die Polarisation der HF-Strahlung einfach bestimmt werden.



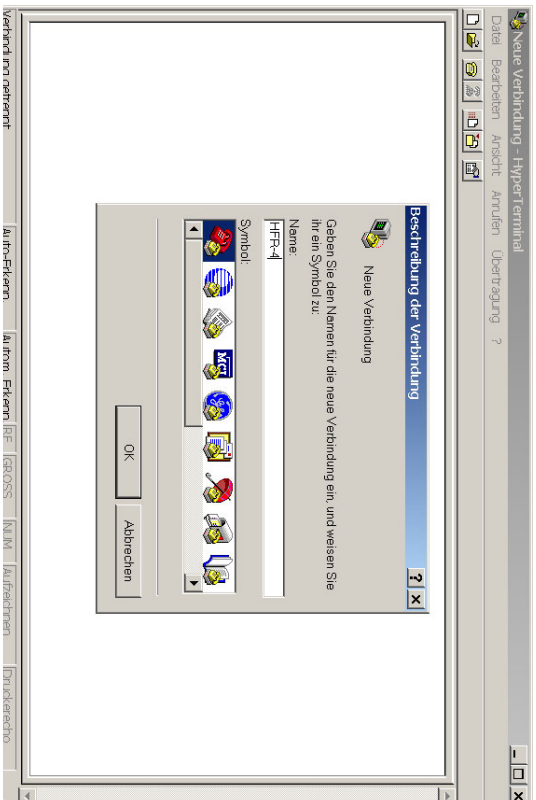
Detektor-Ausgang

Hier wird die Detektor-Ausgangsspannung direkt auf den Stecker im Bereich ca. 0,4 Volt bis 1,7 Volt ($R_{min} \Rightarrow 10 \text{ k}\Omega$) bereitgestellt.

Serieller RS232 Datenausgang (PC-Anschluß, alternative Methode)

Nachfolgend ist die Vorgehensweise exemplarisch für einen Windows-PC beschrieben. Für andere Computer ist evtl. ein ähnliches Vorgehen nötig. Ggf. fragen Sie Ihren Computerhändler bzw. einen Fachmann.

Auf dem PC die Software „Hyper Terminal“ (zu finden in /Programme/Kommunikation/Hyperterminal) starten. Nach dem Start ist evtl. eine Konfiguration vorzunehmen, wie nachstehend beschrieben!



Anliegen einer neuen Verbindung

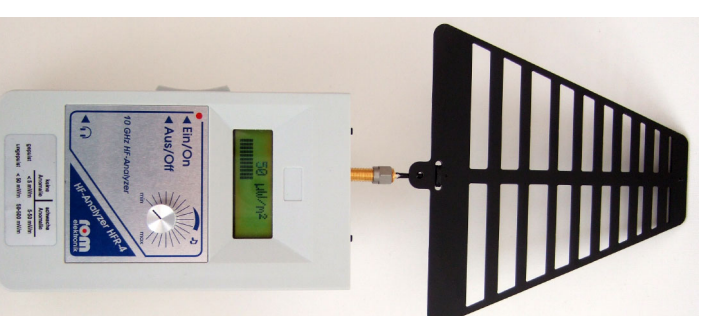


Montage der Antenne mit Aufdrehhilfe

Frequenzbereich

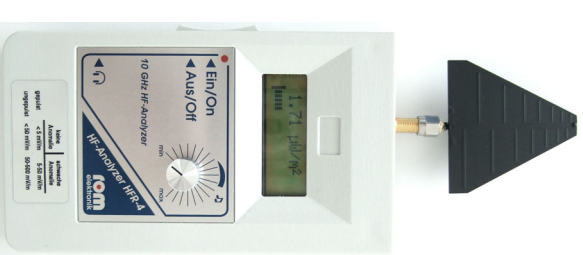
800 MHz bis 2,6 GHz

große Antenne



2 GHz bis 10 GHz

kleine Antenne



5 $\mu\text{W}/\text{m}^2 \approx 0.5 \text{ nW}/\text{cm}^2 \approx 40 \text{ mV}/\text{m}$ nicht überschritten werden!

Erhält man Meßwerte über 2000 mV/m bzw. 10 mW/m^2 (Anzeige „MAX!“ im HFR-4), sind Abschirmmaßnahmen sicherlich zu empfehlen. 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 W/m^2	Grenzwert in W/cm^2	Grenzwert in mV/m	empfohlen von
0,1-5 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	0,001-0,5 nW/cm^2	5-50 mV/m	schwache Anomalie lt. SBM 2000 für gepulste Strahlung
>10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	> 1 nW/cm^2	>50 mV/m	schw. Anomalie lt. SBM 2000 f. ungepulste Strahlung
1 mW/m^2	0,1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	614 mV/m	Hinstronveränderungen (gepulst, n. v. Klitzing)
>100 mW/m^2	>10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	6140 mV/m	ECOLOG
2-10 W/m^2	0,2-1 mW/cm^2	27500-61000 mV/m	BImSchV (je nach Frequenz)
2-10 W/m^2	0,2-1 mW/cm^2	27500-61000 mV/m	Bevölkerung (je nach Frequenz)

Tabelle 5: 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

**Batterie
wechseln**

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.

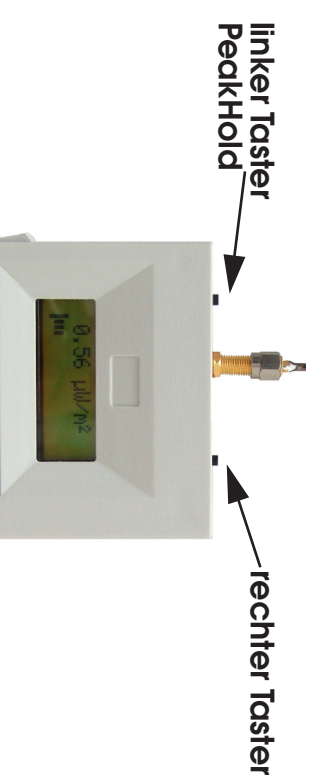
Meßgerät HFR-4 nur für die in dieser Anleitung beschriebenen Messungen verwenden. Zuweilhandlungen können eine Zerstörung des Meßgerätes und Garantieverlust zur Folge haben.

Nach der Wahl der Antenne erscheint dann auf dem Display z. B.

218 $\mu\text{W}/\text{m}^2$

Damit ist Ihr HFR-4 schon in Betrieb.

Funktionen der Taster



Funktionen der Taster am HFR-4 (im normalen Betrieb)

Tabelle der Funktionen beim Betätigen der Taster

linker Taster	rechter Taster	Funktion
betätigen		Spitzenwertspeicher (PeakHold) ein-/ausschalten
betätigen und halten	dann betätigen	Verzweigung ins Hauptmenü
betätigen im Hauptmenü		Wahl zwischen Anzeige - und Datenlogger-Menü
	betätigen im Hauptmenü	Verzweigung ins Anzeige- oder Datenlogger-Menü
betätigen im Anzeige-Menü		Wahl zwischen mV/m und $\mu\text{W}/\text{m}^2$
	betätigen im Anzeige-Menü	Rückkehr zur normalen Betriebsanzeige
betätigen im Daten-Logger-Menü		DatenLog-Flag setzen oder löschen
	betätigen im Daten-Logger-Menü	Rückkehr zur normalen Betriebsanzeige

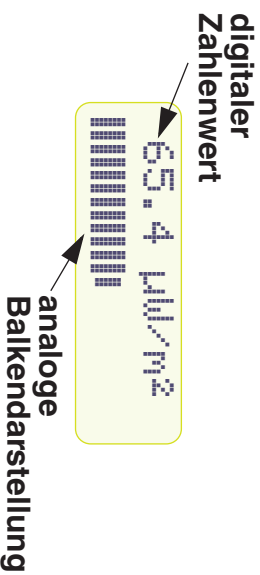
Eingebauter Lautsprecher

Auf der Frontseite des HFR-4 befindet sich ein Lautstärkeregler. Hier läßt sich die Lautstärke des eingebauten Lautspechers und/oder optional einstecktem Kopfhörer einstellen.

Der Lautsprecher gibt die Modulationssignale wieder, die über die Antenne empfangen werden. Erschrecken Sie nicht, wenn Sie die Signale zum ersten

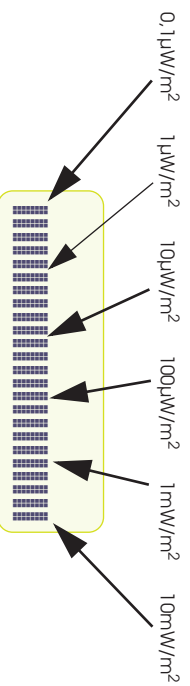
Messwertdarstellung

Im Display wird der Meßwert digital als Zahlenwert und analog als Balken dargestellt.



Der analoge Balken hat eine logarithmische Einteilung. Dies hat zwei Vorteile:

1. Bei kleinen Pegeln ist schon eine deutliche Anzeige am Balken sichtbar.
2. Bei der Meßwertanzeige der elektrischen Feldstärke in mV/m ist eine einfache Abschätzung der Strahlungsdichte in $\mu\text{W}/\text{m}^2$ möglich.



Der analoge Balken zeigt außerdem den Mittelwert und Spitzenwert gleichzeitig an. Somit ist eine einfache Einschätzung der gepulsten Signianteile zu ungepulsten möglich.

Dies ist sinnvoll, da in der Baubiologie unterschiedliche Empfehlungen für gepulste und ungepulste Signale existieren.

Nachfolgendes Beispiel zeigt ein ungepulstes Signal mit $65,4 \mu\text{W}/\text{m}^2$



Hier ein ungepulstes Signal mit einem kleinen gepulsten Anteil und einem

drücken bis nachfolgendes Display angezeigt wird.

**+Anzeige
Datenlogger**

Mit dem linken Taster (LT) kommt man zur Auswahl:

**μV/m
+ μW/m²**

Ebenso kann mit dem linken Taster (LT) zwischen den Einheiten hin und her gehüpft werden. Der Pfeil links neben der Einheit kennzeichnet die Auswahl. Mit dem rechten Taster (RT) wird die Auswahl bestätigt und das Display wechselt zur normalen Betriebsanzeige:

218 μW/m²

Konfiguration für den Datenlogger

Der HFR-4 ist in der Loge an einem an der seriellen Schnittstelle angeschlossene Datenlogger Meßwerte zu übertragen. Die Konfiguration des Gerätes zum Betrieb mit einem Datenlogger geht folgendermaßen:

65.4 μV/m

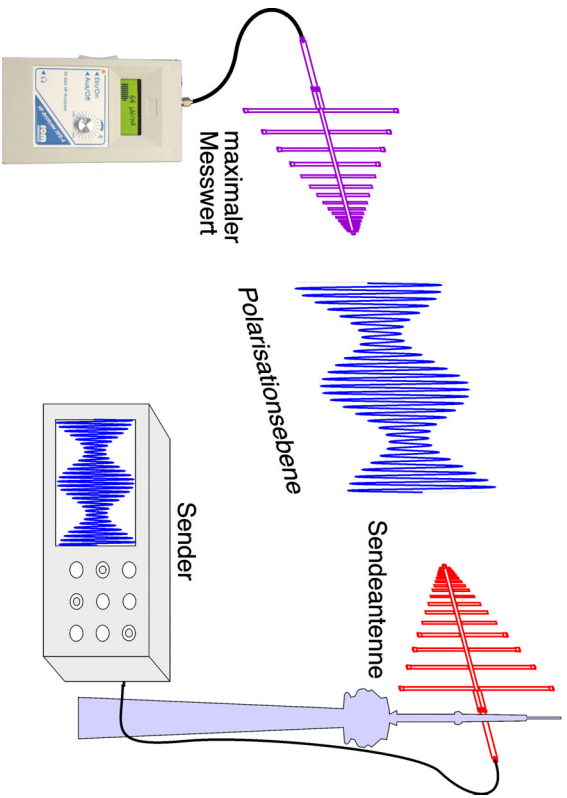
In der normalen Betriebsanzeige den Linken Taster (LT) gedrückt halten und anschließend den rechten Taster (RT) drücken bis nachfolgendes Display angezeigt wird.

**+Anzeige
Datenlogger**

Anschließen mit dem Linken Taster (LT) den Datenlogger Eintrag wählen.

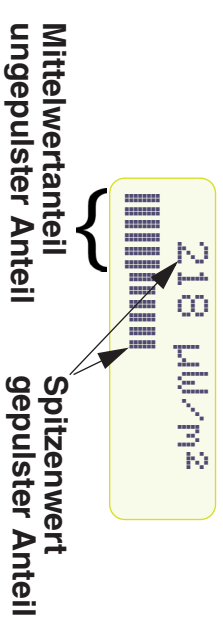
**Anzeige
+Datenlogger**

Durch einen Druck auf den Rechten Taster (RT) wechselt man in das Daten-



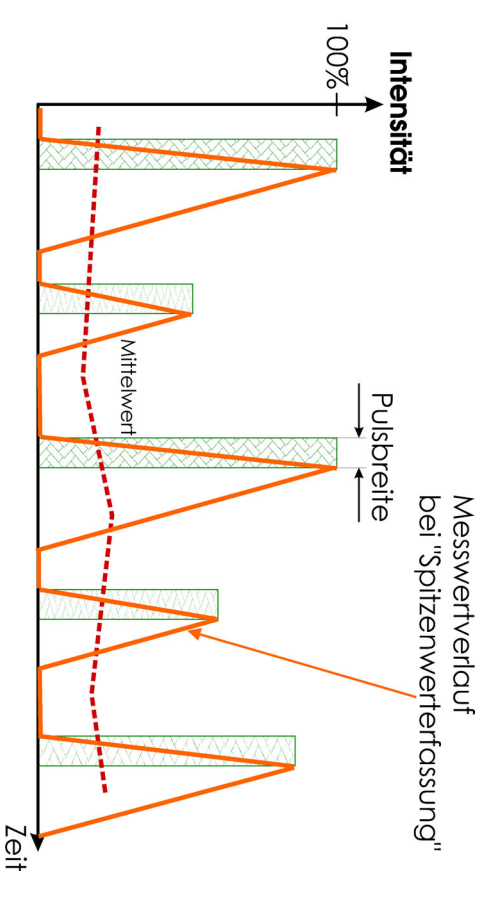
Maximaler Meßwert wenn Sende- und Empfangsantenne in gleiche Richtung und Polarisationsebene zeigen.

telwert und Spitzenwert gleichzeitig im Display!



Die Problematik der Spitzenwertfassung 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 niedrigen Meßwert. Ab und zu erwischt es aber doch einen Puls und zeigt diesen auch an. Dies geschieht aber viel zu selten.

Die Spitzenwertfassung „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 DEC1), 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.



Spitzenwertspeicher (PeakHold)

Der HFR-4 kann auch den Spitzenwert in der Anzeige „einfrieren“! Hierzu wird

Um die Strahlungslichte 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 **Strahlungslichte** nicht genau ermittelt werden. Hier ist es in erster Linie wichtig, die **Größenordnung der Strahlungslichte zu kennen**, um ein Urteil über die potentielle Gefährdung abzugeben. Zu diesem Zweck wurde der HF-Analyser HFR-4 entwickelt.

Er besteht aus einem sehr empfindlichen HF-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 ± 3 dB. In der Leistungsmessung bedeuten 3 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-4 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 Gesamtilinearität auswirken.

Nur durch großen 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 entsprecheade Empfindlichkeit zu erreichen, benötigt man Antennen, die in einem großen Frequenzbereich eine hinreichende Ausgangsspannung liefern. Hierfür sind logarithmisch periodische Antennen gut geeignet. Deshalb sind diese Antennen auch im Lieferumfang des HFR-4 enthalten.

sich aus der Strahlungslichte und der wirksamen Fläche der Antenne:

$$P_E = S \cdot A_w \quad (\text{Gl 3})$$

P_E : Empfangsleistung

A_w : wirksame Fläche der Antenne

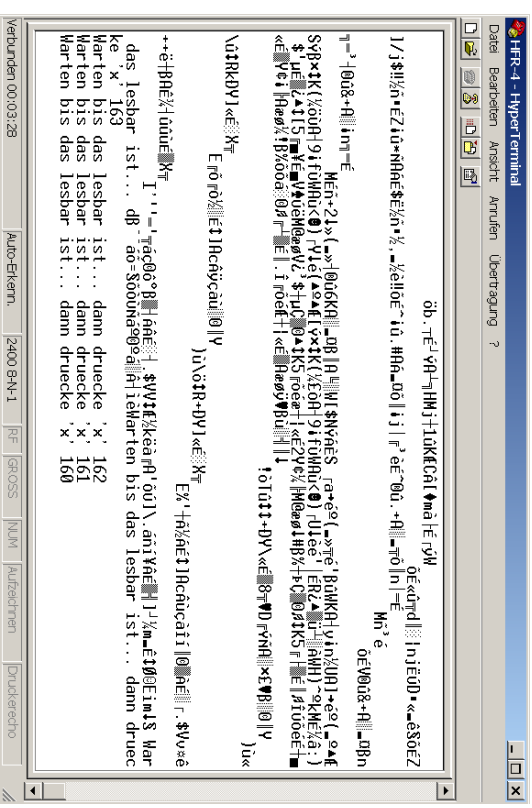
S : Strahlungslichte

Der Meßbereich des HFR-4 erstreckt sich von ca. 6 mV/m bis 2000 mV/m bzw. 0,1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ bis 10000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$. Sollen höhere Pegel gemessen werden, so kann durch externe Dämpfungsglieder der Meßbereich nach oben hin angepasst werden. Verfügbare Dämpfungsglieder gibt es mit 6 dB, 10 dB und 20 dB. Die Dämpfungsglieder werden einfach zwischen Antenne und Meßgerät geschraubt.

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen - Sicherheitshinweise	3
Inbetriebnahme	3
Eingebauter Lautsprecher	6
Funktionen	7
Wahl der Maßeinheit	7
Konfiguration für den Datenlogger	8
Modulation	9
Spitzenwertspeicher (PeakHold)	10
HF-Grundlagen	11
Meßunsicherheiten	15
Polarisation	16
Meßwertdarstellung	19
Hinweise zur Antenne	20
Bewertung der Meßergebnisse	20
Pflege des Gerätes und Batteriewechsel	21
Technischer Anhang	22
Optionen	22
DC-Ausgang (analoger Schreiberausgang)	22
Detektor-Ausgang	23
Einstellen der korrekten Baudrate	25
Hilfe und Unterstützung	26
Tips und Hinweise auf häufig gestellte Fragen	27

nal Bildschirm sollte etwa folgendes zu beobachten sein.



Bildschirm für die Baudratenkalibrierung

Ist der Text „Warten bis das lesbar ist... dann druecke „X““ fehlerfrei lesbar, dann bitte die Taste „X“ auf der PC Tastatur betätigen. Die korrekte Baudrate ist nun eingestellt und dauerhaft gespeichert.

Diese Prozedur kann sooft wiederholt werden wie nötig.

Haftung und Garantie

Jede Haftung, die durch Anwendung des Gerätes entsteht, ist ausgeschlossen. Die Garanzzeit 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.

Hilfe und Unterstützung

Sollten Sie Hilfe bei der Anwendung des Gerätes benötigen, dann können Sie die uns unter der Fax-Nr.: 08282-7305 oder über Tel.: 08282-7385 bei Bedienungsfragen zum Gerät erreichen.

Vorbemerkungen - Sicherheitshinweise

Sie haben ein **elektronisches Messgerät** erworben. Behandeln Sie Ihr HFR-4 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-4 könnte bei Kontakt der Antenne mit Strom zerstört werden! Auch ein Stromschlag des Anwenders ist hierbei nicht gänzlich ausgeschlossen!

Der HFR-4 gehört nicht in Kinderhände! Obwohl das Gerät ziemlich robust ist, könnte doch die Antenne bei Zweckentfremdung Schaden nehmen.

Den HFR-4 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 der Akku schnell verbraucht sein kann. Eine verbrauchte Batterie/Akku signalisiert der HFR-4 mit der Meldung „Batterie wechseln.“ im Display. Es können auch handelsübliche 9V-Blockbatterien verwendet werden.

Der HFR-4 ist wartungsfrei. Eine Rekalibrierung ist nicht erforderlich! Reinigen sie das Gerät nur von außen mit einem feuchten Tuch. Benutzen Sie keine Reinigungsmittel!

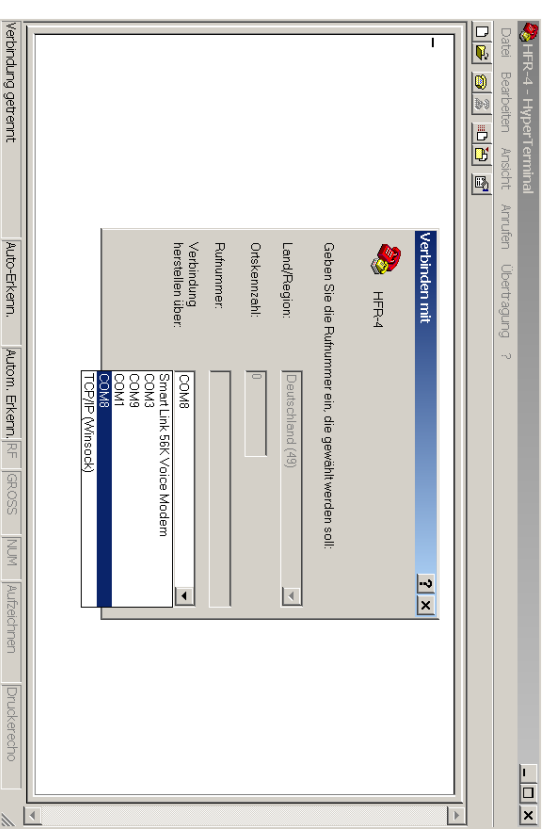
Inbetriebnahme

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

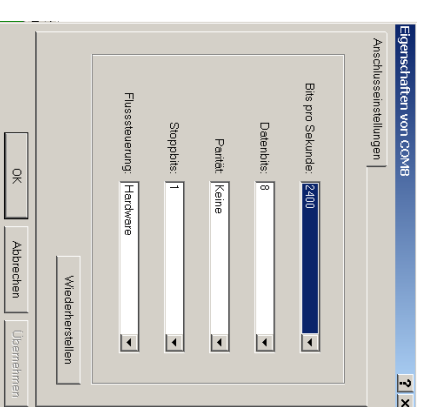


Eine der mitgelieferten Logger-Antennen auf HFR-4 aufschrauben und ggf. mit der Aufdreihilfe befestigen. Wir empfehlen mit der großen Antenne zu beginnen.

Die Schnittstelle muß auf 2400 Baud, 8N1 eingestellt werden!



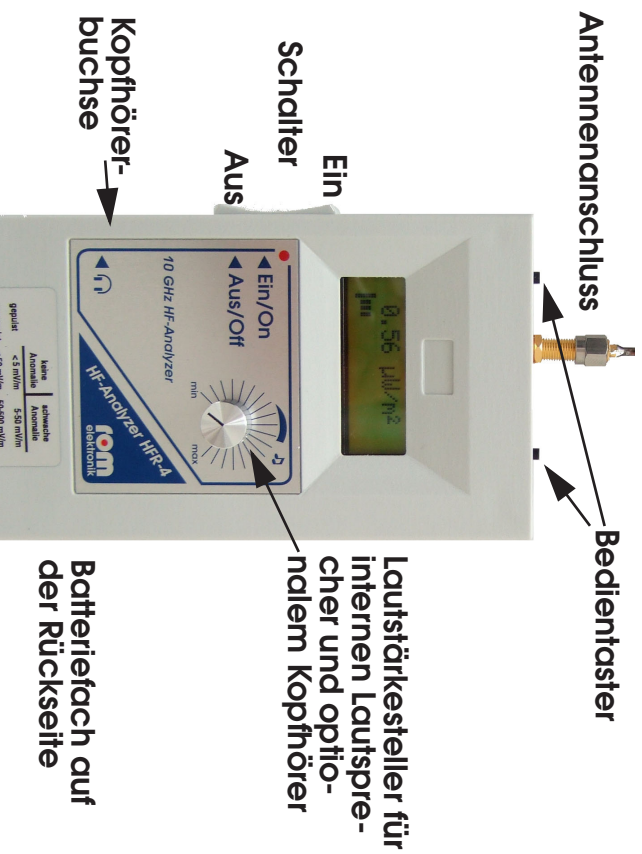
Eine freie, serielle Schnittstelle auswählen



Schnittstellenparameter auf 2400 Baud, 8 Datenbits, 1 Stopbit, keine Parität einstellen

Nach einem Klick auf OK können die ersten Daten auf den PC gesandt wer-

Mit dem seitlichen Schiebeschalter den HFR-4 einschalten.



Bedienelemente des HFR-4

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

ROM-Elektro.
HFR-4 U2.3

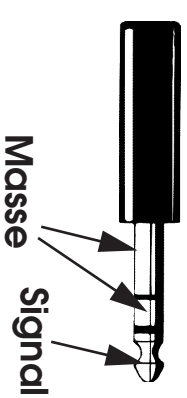
danach wird nach der verwendeten Antenne gefragt:

<2.5 GHz >2
gr. Ant. k1.

Linker Bedientaster wählt die große Antenne (<2,5 GHz), rechter Bedientaster die kleine Antenne (>2 GHz) aus. Werden hauptsächlich Frequenzen bis 2,5 GHz gemessen (WLAN, Bluetooth, etc.), so ist die große Antenne auszuwählen. Bei Frequenzen über ca. 4 GHz ist die kleine Antenne zu wählen! Hier sollte der Benutzer im eigenen Interesse die korrekte Auswahl treffen, um für die jeweilige Antenne die korrekten Kalibrierdaten zu verwenden. Diese Prozedur ist leider notwendig, um den unterschiedlichen Daten der verwendeten Antennen gerecht zu werden.

Technischer Anhang

Am Kopfhörerausgang kann ein handelsüblicher Kopfhörer (Mono oder Stereo) angeschlossen werden. Dadurch ist eine bessere akustische Identifikation der Modulationen möglich.



Anschluss des Klinkesteckers 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.

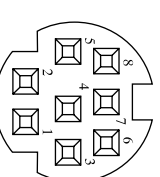
Dieser Ausgang kann auch mit einem NF-Spektrumanalysator verbunden werden. Spektrumanalysator gibt es mittlerweile einige; entweder als reine Softwarelösung (Anschluss über Soundkarte und PC), oder als Zusatzgeräte wie z. B. unsere Gerätserie ADC.

Optionen

Der HFR-4 kann mit einem Schreiberanschluss (0-2,5 V) oder/und seriellem RS232 Computerschnittstelle geliefert werden. Auch eine Nachrüstung ist möglich.

Anschlussbelegung Schnittstelle

- 1 = nicht belegt
- 2 = nicht belegt
- 3 = TXD (Daten senden)
- 4 = Masse
- 5 = RXD (Daten empfangen)
- 6 = DC-Ausgang 0 - 2,5 Volt
- 7 = nicht belegt
- 8 = Analog-Ausgang vom Detektor



DC-Ausgang (analoger Schreiberanschluss)

Der Maßwert wird als elektrische Spannung im Bereich von 0 Volt bis 2,5 Volt ($R_{min} \Rightarrow 10 \text{ KOhm}$) bereitgestellt.

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 Basisstation gezogen wird, verschwindet der Brumnton.

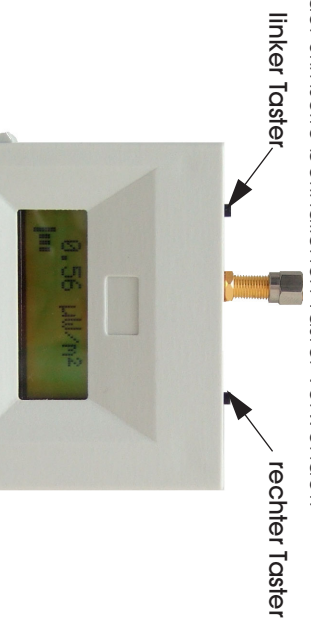
Mobiltelefone (Handies), die nach dem GSM-Standard kommunizieren, senden ein Signal von 217 Hz. Dies aber nur während des Telefonats. Die zugehörigen Basisstationen hingegen sind durch einen hohen Pfifton von ca. 1733 Hz ($8 \times 217 \text{ Hz} = 1733 \text{ Hz}$) zu identifizieren.

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.

Funktionen

Um zwischen den verschiedenen Funktionen des HFR-4 umzuschalten, werden die an der Stirnseite befindlichen Taster verwendet:



Wahl der Maßeinheit

Der HFR-4 ist in der Lage den Meßwert entweder in der Einheit der elektrischen Feldstärke (mV/m) oder der Strahlungsdichte ($\mu\text{W/m}^2$) anzugeben. Die Einheit wird wie folgt geändert:

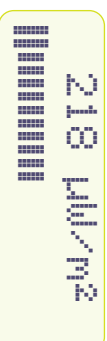


Linker Taster (LT) gedrückt halten und anschließend den rechten Taster (RT)

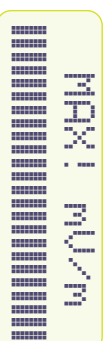
Spitzenwert von $65,4 \mu\text{W}/\text{m}^2$



Dieses Signal besteht fast ausschließlich aus dem gepulsten Anteil und einem Spitzenwert von $65,4 \mu\text{W}/\text{m}^2$



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



Schalten Sie bitte den HFR-4 sofort aus, um eine Schädigung des HFR-4 zu vermeiden.

Hinweise zur Antenne

Die mitgelieferten Logper-Antennen sind Teil eines Meßsystems! Bitte entsprechend sorgsam damit umgehen! Sie empfangen elektromagnetische Strahlung im Bereich von 900 MHz bis 2600 MHz und 2000 MHz bis 11000 MHz. Sie können im Bereich des Steckers leicht verbiegen. Wenn dieser Fall eintritt, können sie vorsichtig wieder gerade gebogen werden. Dies sollte allerdings nicht allzuoft geschehen, damit eine nachträgliche Beschädigung ausgeschlossen wird.

Bewertung der Meßergebnisse

Grundsätzlich ist 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. Nachstehende Tabelle 5 gibt Anhaltswerte für Vorsorge- und Grenzwerte.

Herr Dr. Lebrecht von Klitzing (Lübeck), der Untersuchungen bezüglich der Beeinflussung von Hirnströmen durch gepulste Hochfrequenzstrahlung gemacht hat, gibt als unterste Beeinflussungsschwelle den Wert $0,1 \text{ mW}/\text{cm}^2 = 1 \text{ mW}/\text{m}^2$ für Kurzeitexpositionen an. Für Dauerbelastungen wie z. B. bei DECT-Basisstationen, die ständig gepulste Hochfrequenz aussenden, sollten

Logger-Menü.

→DatenLog.

Mit jedem Druck auf den Linken Taster (LT) wird der Datenlogger-Modus aktiviert oder deaktiviert. An dem „<“ Zeichen am Ende des Wortes „Daten-Log“ erkennt man ob der Datenlogger-Modus aktiviert ist.

→DatenLog.<

Wenn „DatenLog.“ aktiviert ist, werden alle Messwerte mit 4800 Baud über die serielle Schnittstelle an ein angeschlossenes Datenlogger übertragen.

Die gewählte Einstellung bleibt bis zum Ausschalten des Geräts erhalten, und wird beim Wiedereinschalten automatisch deaktiviert. Das bedeutet also, daß nach jedem Einschalten die Funktion aktiviert werden muß, falls gewünscht!

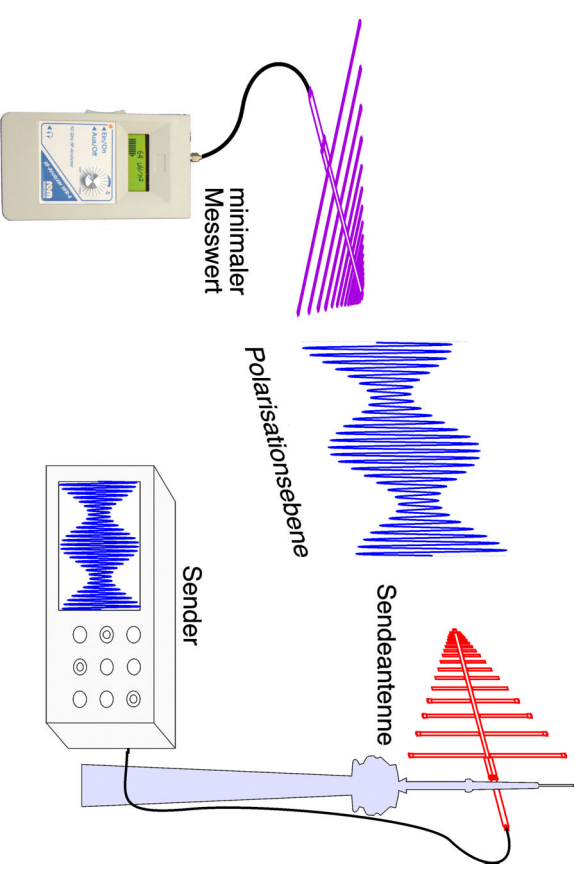
Mit einem Druck auf den Rechten Taster (RT) kehrt man wieder zur normalen Betriebsanzeige zurück.

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.

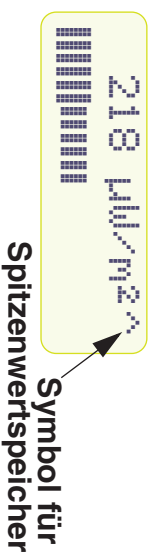
Genau wie biologische Systeme reagiert auch der Strahlungsdetektor nicht auf alle Modulationsarten gleich. Die Modulation der HF-Signale kann über den eingebauten Lautsprecher detektiert werden.

Der HFR-4 hat eine Spitzenwertfassung fest eingebaut und zeigt den Mit-



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

der linke Taster (LT) betätigt, bis in der Anzeige das Symbol für den Spitzenwertspeicher erscheint



Bei aktiviertem Spitzenwertspeicher wird der Meßwert in der Anzeige immer dann aktualisiert, wenn der neue Meßwert über dem gespeicherten alten Meßwert liegt. Die Balkenanzeige bleibt davon unberührt, will heißen, daß die Balkenanzeige dem aktuellen Meßwert folgt.

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 (m²) durchströmt:

S, E und H lassen sich jederzeit ineinander umrechnen¹:

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

und

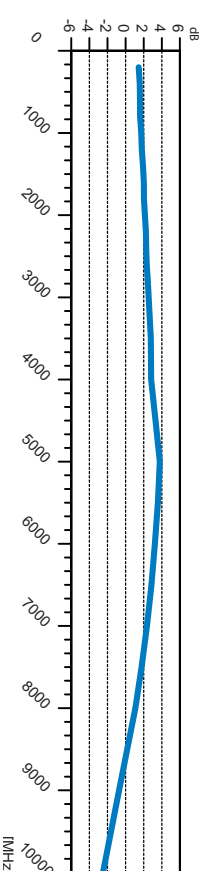
$$\frac{E}{H} = 377\Omega \quad (\text{Gl 2})$$

S:	Strahlungsdichte	(W/m ²)
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-4 mißt die Komponente der elektrischen Feldstärke!

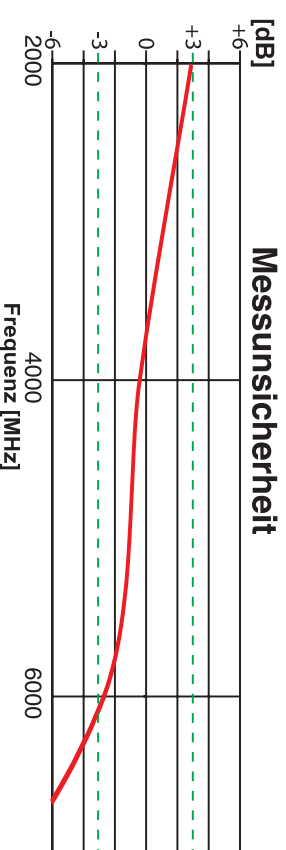
Zur Messung benötigt man eine geeignete Antenne, die mit ihrer wirksamen Fläche A_w eine bestimmte Menge Strahlungsdichte auffängt und in eine leitungsgeführte Welle umwandelt. Die Leistung dieser Welle ergibt

¹ Gilt nur bei Ausbreitung im freien Raum



Linearitätsverlauf der Eingangsverstärkerschaltung des HFR-4

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-4 muß der Fehler dagegen in Kauf genommen werden. Die nachfolgende Grafik zeigt die Meßunsicherheit des Meß-Systems bestehend aus HFR-4 und Antenne.

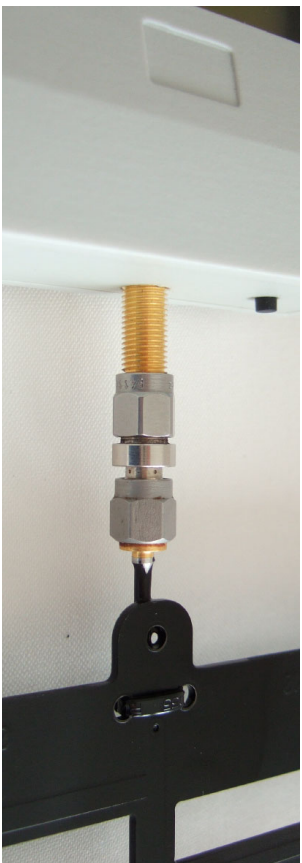


Meßunsicherheit „System HFR-4“ (HFR-4 und Antenne)

Es ist gut zu erkennen, daß im Frequenzbereich von ca. 2000 MHz bis ca. 6000 MHz die Meßunsicherheit innerhalb der erwähnten ±3dB liegt.

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 Polarisationsebene bezeichnet. Den maximalen Meßwert erhält man dann, wenn die Empfangsantenne in der gleichen Richtung und Ebene der Sendenantenne zeigt.



Montiertes Dämpfungsglied

Dämpfungsfaktor für Feldstärke (mV/m)		Dämpfungsfaktor für Leistung ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)
6 dB	2	4
10 dB	3	10
20 dB	10	100

Tabelle 2: Dämpfungsfaktoren verfügbarer Dämpfungsglieder

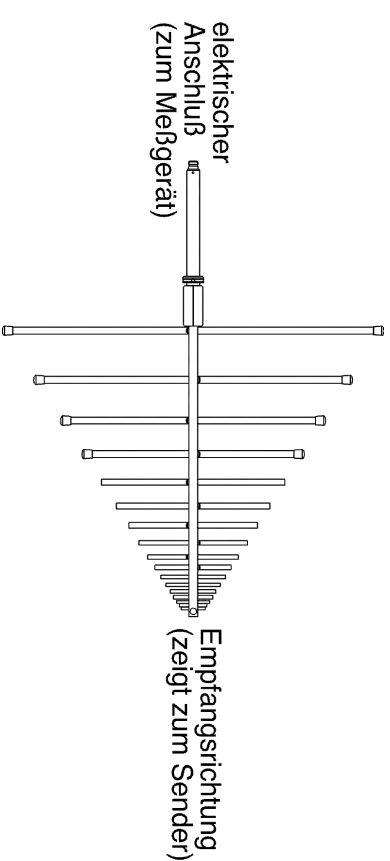
Die am häufigsten benötigten Dämpfungsglieder sind wohl die mit 10 dB und 20 dB. Wenn Sie z.B. den Meßbereich von jetzt 10 mW/m² auf 1000 mW/m² (ca. 20 V/m) erweitern wollen, benötigen Sie das 20 dB Dämpfungsglied (Faktor 100).



Dämpfungsglied

Möchten Sie 10000 mW/m² (ca. 61 V/m), dann müssen Sie noch das 10 dB Dämpfungsglied (Faktor 100 + Faktor 10 = Faktor 1000 = 30 dB) zusätzlich verwenden.

Im Lieferumfang des HFR-4 enthalten sind logarithmisch periodische Antennen (Logger-Antenne) für den Frequenzbereich 900 MHz bis 2,6 GHz und 2 GHz bis 11 GHz aus Kostengründen in Form einer gedruckten Platine! Hiermit kann grundsätzlich die Richtung und Polarisation der HF-Strahlung genau ermittelt werden.



Eine Logger-Antenne besteht aus mehreren, unterschiedlich langen Dipolen. Jedes Ströbchenpaar 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:

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

λ : Wellenlänge

c_0 : Lichtgeschwindigkeit (=300000 km/s)

f : Frequenz

Mit dem HFR-4 kann man die elektrische Feldstärke E in mV/m bzw. die Strahlungslichte S in $\mu\text{W}/\text{m}^2$ messen und mit Formel (3) ineinander umrechnen. 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)

λ : Wellenlänge

c_0 : Lichtgeschwindigkeit

f : Frequenz