HF-Analyzer HFA-3

Handbuch

Technische Daten

Frequenzbereich:	**ca. 100 MHz bis 2500 MHz teilweise kompensiert (ca. 10 MHz bis 3500 MHz mit verminderter Genauigkeit)**
Meßbereich:	**6 mV/m bis 2000 mV/m (= ca. 0,1- 10000 µW/m² = 10 pW/cm² - 1 µW/cm²)**
max. Empfindlichkeit:	**besser als 0,01 µW/m² (= 1 pW/cm²)**
Filterfrequenzbereiche:	**Allpass, Breitband (100 MHz bis ca. 3 GHz)**
	D-Netz, GSM 900 (935 MHz bis 960 MHz)
	E-Netz, GSM 1800 (1805 MHz bis 1880 MHz)
	Schnurlose Telefone nach DECT Standard (1880 MHz bis 1890 MHz)
	UMTS (2110 MHz bis 2170 MHz)
	WLAN, Bluetooth, Mikrowellenherd (2400 MHz bis 2500 MHz)
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:	**HFA-3, Logper-Antenne 900MHz - 2600 MHz, Adapter, Batterie**

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 HFA-3! Niemals Antennen von HFA-3 und Handy im Betrieb berühren lassen!
ZERSTÖRUNGSGEFAHR!

Bei der Spitzenwerterfassung 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	µ
0,000000001	Milliardstel	10^{-9}	1.0E-09	nano	n
0,000000000001	Billionstel	10^{-12}	1.0E-12	pico	p

Vorbemerkungen - Sicherheitshinweise

Sie haben ein elektronisches Messgerät erworben. Behandeln Sie Ihr HFA-3 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 HFA-3 könnte bei Kontakt der Antenne mit Strom zerstört werden! Auch ein Stromschlag des Anwenders ist hierbei nicht gänzlich ausgeschlossen!

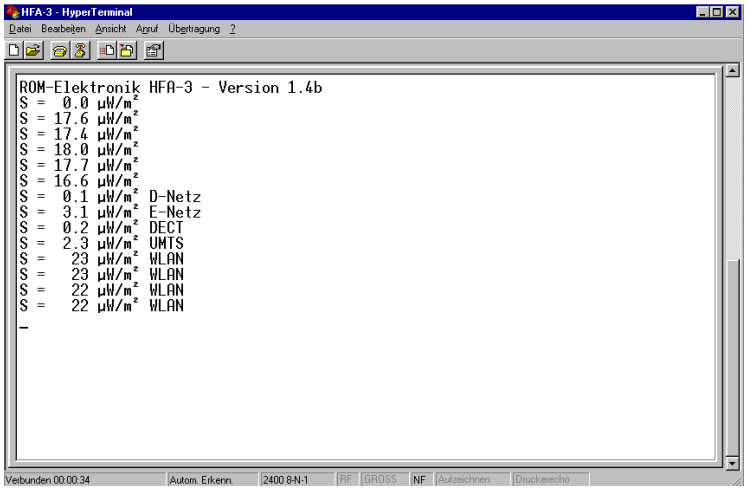
Der HFA-3 gehört nicht in Kinderhände! Obwohl das Gerät ziemlich robust ist, könnte doch die Antenne bei Zweckentfremdung Schaden nehmen.

Der HFA-3 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 der HFA-3 mit der Meldung „Batterie wechseln" im Display. Es können auch wiederaufladbare Akkus verwendet werden.

Der HFA-3 ist wartungsfrei. Eine Rekalibrierung ist nicht erforderlich! Reinigen sie das Gerät nur von außen mit einem feuchten Tuch. Benutzen Sie keine Reinigungsmittel!



Datenausgabe des HFA-3

Hat alles geklappt, dann sollten jetzt fortlaufend Daten auf dem Bildschirm erscheinen, ähnlich wie oben dargestellt. Ist ein Filter angewählt, wird dies hinter dem Meßwert mit ausgegeben.

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 HFA-3 liegen.
Für diesen Fall kann der HFA-3 rekalibriert werden. Hierzu sind beim **Einschalten 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

```
Kalibrier-
wert:  63H
```


Eingebauter Lautsprecher

Auf der Frontseite des HFA-3 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 Schnurlostelefons. Die Basisstation sendet ununterbrochen einen 100 Hz Ton ob telefoniert wird oder nicht! Sobald der Netzstecker der Basistation gezogen wird, verschwindet der Brummton.

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 Pfeifton von ca. 1733 Hz (8x217 Hz=1733 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

Der HFA-3 besitzt eine eingebaute Filterbank um die Messung nur für einzelne Frequenzbereiche durchzuführen. Die Filter sind auf feste Frequenzen eingestellt. Im meßbaren Frequenzbereich bieten sich die 3 Bänder des Mobilfunks (D-, E-Netz, UMTS), drahtlose Telefone (DECT) und die für Computervernetzung verwendeten Dienste wie WLAN und Bluetooth an.

Frequenzbezeichnung	Frequenzbereich
Allpaß (kein Filter)	**10 MHz bis ca. 2500 MHz**
D-Netz (GSM 800)	**935 MHz bis 960 MHz**
E-Netz (GSM 1800)	**1805 MHz bis 1880 MHz**
DECT (Digital Enhanced Cordless Telephone)	**1880 MHz bis 1890 MHz**
UMTS	**2110 MHz bis 2170 MHz**
WLAN, Bluetooth, Mikrowellenherde	**2400 MHz bis 2500 MHz**

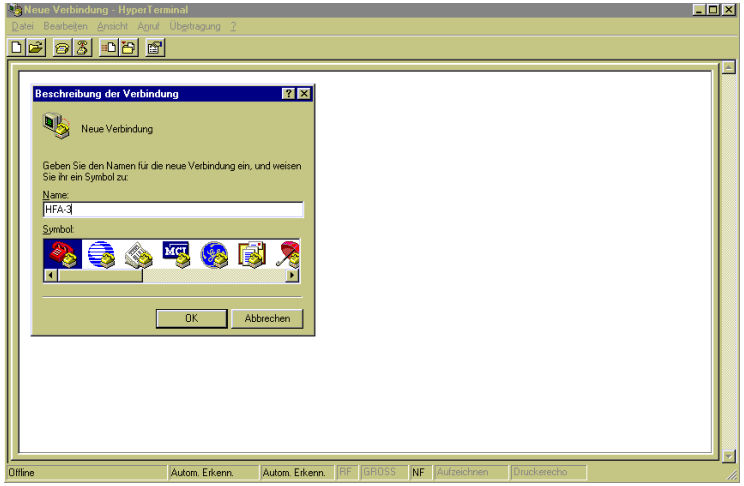
Bezeichnung und Frequenzbereiche der Frequenzfilter des HFA-3

Serieller RS232 Datenausgang (PC-Anschluß)

Um die Daten auf einem PC zu speichern (Langzeitaufzeichnung) ist der HFA-3 über das mitgelieferte Kabel (wenn Option bestellt) mit einer **freien seriellen** Schnittstelle zu verbinden. Falls ihr PC keine serielle Schnittstelle besitzt, kann die Verbindung auch mit einem USB-seriell-Wandler hergestellt werden.

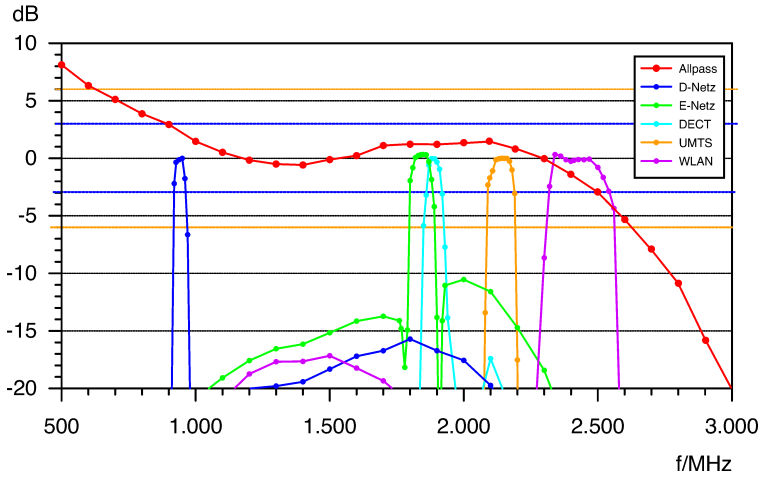
Nachfolgend ist die Vorgehensweise exemplarisch für einen Windows-PC beschrieben. Für andere Computer ist evtl. ein ähnliches Vorgehen nötig. Ggf. fragen Sie Ihren Computerhändler bzw. einen Fachmann.

Auf dem PC die Software „Hyper Terminal" (zu finden in /Programme/Kommunikation/Hyperterminal) starten. Nach dem Start ist die Konfiguration vorzunehmen.



Anlegen einer neuen Verbindung

HFA-3 Anzeigefehler über der Frequenz

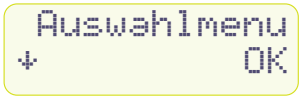


Typische Frequenzgänge des HFA-3

Wahl der Maßeinheit

Der HFA-3 ist in der Lage den Meßwert entweder in der Einheit der elektrischen Feldstärke (mV/m) oder der Strahlungsdichte (µW/m^2) anzugeben. Die Einheit wird wie folgt geändert:

Linker Taster (LT) gedrückt halten und anschließend den rechten Taster (RT) drücken bis nachfolgendes Display angezeigt wird.



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 mW/cm^2 = 1 mW/m^2 für Kurzzeitexpositionen an. Für Dauerbelastungen wie z. B. bei DECT-Basisstationen, die ständig gepulste Hochfrequenz aussenden, sollten 5 µW/m^2 = 0,5 nW/cm^2 ≈ 40 mV/m nicht überschritten werden!
Erhält man Meßwerte über 2000 mV/m bzw. 10 mW/m^2 (Anzeige „MAX!" im HFA-3), 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!

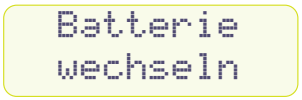
Grenzwert in W/m^2	Grenzwert in W/cm^2	Grenzwert in mV/m	empfohlen von
0,1-5 µW/m^2	0,001-0,5 nW/cm^2	5-50 mV/m	schwache Anomalie lt. SBM 2000 für gepulste Strahlung
>10 µW/m^2	>1 nW/cm^2	>50 mV/m	schw. Anomalie lt. SBM 2000 f. ungepulste Strahlung
1 mW/m^2	0,1 µW/cm^2	614 mV/m	Hinstromveränderungen (gepulst, n. v. Klitzing)
>100 mW/m^2	>10 µW/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

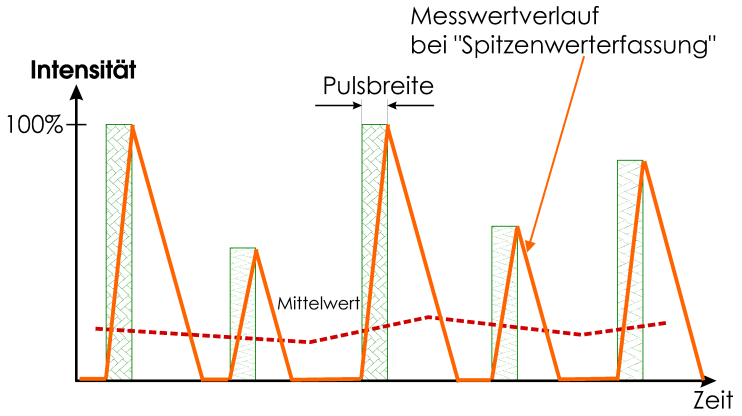


signalisiert.

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 HFA-3 nur für die in dieser Anleitung beschriebenen Messungen verwenden. Zuwiderhandlungen können eine Zerstörung des Meßgerätes und Garantieverlust zur Folge haben.

zenwertspeicher" 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 Spitzenwerterfassung

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 (m^2) durchströmt.

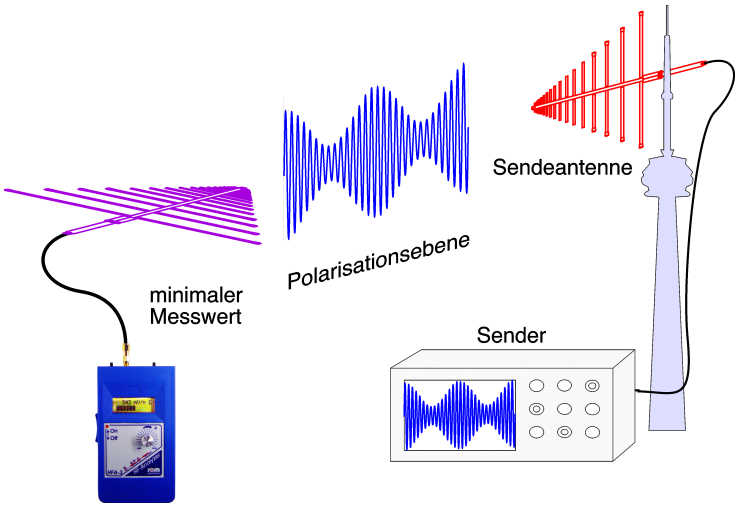
S, E und H lassen sich jederzeit ineinander umrechnen[1]:

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

und

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

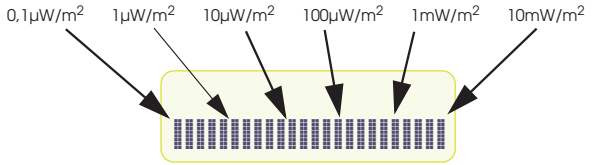
1.Gilt nur bei Ausbreitung im freien Raum



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

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 µW/m² möglich.



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

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

Tabelle 3: Umrechnung der Strahlungsdichte in V/m und A/m

	S in mW/m²	S in µW/cm²	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/m²	S in nW/cm²	E in mV/m	H in mA/m	H in mA/m
Meßbereich des HFA-3	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
	0,1	0,01	6,1	0,016	16,29

Im Lieferumfang des HFA-3 enthalten ist eine logarithmisch periodische Antenne (Logper-Antenne) für den Frequenzbereich 900 MHz bis 2,6 GHz aus Kostengründen in Form einer gedruckten Platine! Hiermit kann grundsätzlich die Richtung und Polarisation der HF-Strahlung genau ermittelt werden.

Abstand zum Durchlassbereich voraus (in der Regel 10 dB bis 20 dB). Sie gelten nicht für die gegenseitige Unterdrückung von E-Netz und DECT.

Beispiel:

Das D-Netz-Filter hat eine Mindest-Sperrdämpfung von 29 dB. Das heißt, alle Frequenzen außerhalb des Durchlassbereichs werden um mindestens 29 dB stärker abgeschwächt als D-Netz Frequenzen.

An einem angenommenen Messort sind D-Netz– und E-Netz Frequenzen vorhanden. Am HFA-3 stellen wir das **Filter** auf **D-Netz** (weil uns z. B. nur das D-Netz interessiert)!

Der Einfluß der E-Feldstärkemesswerte der **E-Netz Frequenzen** werden sich dann **höchstens mit 3,5%** ihres ursprünglichen Wertes bemerkbar machen. Die Korrektur der Anzeige ist dabei bereits berücksichtigt. Angenommen die wirkliche Feldstärke im E-Netz Bereich beträgt 1 V/m (=1000 mV/m). Dann beträgt die Restanzeige nur noch maximal 0,03V/m (= 30 mV/m)!

Wird die Meßwertanzeige für die **Leistungsflussdichte** verwendet, dann wird die Anzeige der E-Netz Frequenzen sogar **auf 0,13% reduziert**. Bei einer Leistungsflussdichte von 1 mW/m^2 (=1000 $\mu W/m^2$) ist die Restanzeige nur noch 0,0013 mW/m^2 (=1,3 $\mu W/m^2$).

Die angegebenen Werte sind die schlechtesten Werte bis 2,5GHz. In den meisten Fällen ist die Unterdrückung der anderen Mobilfunksignale noch weit besser, als hier angegeben. Dies gilt insbesondere für UMTS. Die in den meisten Fällen sehr hohe Trennschärfe der Filter ermöglicht auch eine Messung von bestimmten Mobilfunkfrequenzbereichen, wenn andere Mobilfunksignale weitaus stärker sind.

Für die Praxis bedeutet dies:

Wenn also beispielsweise an einem Messort die Leistungsflussdichte der E-Netz Frequenzen **10 mal stärker** ist, als die Leistungsflussdichte der D-Netz Frequenzen, kann trotzdem die Stärke der D-Netz Frequenzen bei Verwendung des D-Netz-Filters **sehr genau bestimmt werden.**

DECT, E-Netz (GSM 1800)

E-Netz und DECT Frequenzen liegen praktisch nahtlos aneinander. Die Trennschärfe der Filter ist zwar gut, aber es gibt physikalische Grenzen. Wie auch in obiger Grafik zu erkennen ist, überlappen sich die Filterkurven (grün und türkis) von E-Netz und DECT etwas. In der Praxis wird man deshalb z. B. bei gewähltem E-Netz-Filter auch Signale von einer in der Nähe befindlichen DECT-Basisstation messen und umgekehrt.

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** nicht 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-Analyzer HFA-3 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 ±50% bei einem sehr guten Meßgerät!

Bei preiswerteren Geräten sind diese Meßfehler oft deutlich größer. Wie sieht es aber beim HFA-3 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 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 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 HFA-3 enthalten.

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 und eine einfache Selektion der Frequenzbereiche durchzuführen (also quasi eine vereinfachte HF-Spektralanalyse).

Hinweis: bei den Mobilfunk Frequenzbereichen D-Netz, E-Netz und UMTS unseres **HFA-3** wird NUR der sog. Downlink gemessen; also die Frequenzen der Basisstationen! Ein Mobilfunktelefon kann in der Betriebsart „Allpass" gemessen werden, da der Frequenzbereich (D-, E-Netz oder UMTS) dann in der Regel bekannt ist.

Die Bedienung des HFA-3 ist einfach. Hierauf haben wir höchsten Wert gelegt!

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

Der HFA-3 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-2 nochmals gesteigert. Auf dem LC-Display des handlichen Gerätes kann die elektrische Feldstärke direkt in mV/m oder die Strahlungsdichte in $\mu W/m^2$ abgelesen werden.

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

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.

Inbetriebnahme

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

Mitgelieferte Logper-Antenne über Adapter auf HFA-3 aufschrauben.

Mit dem seitlichen Schiebeschalter den HFA-3 einschalten.

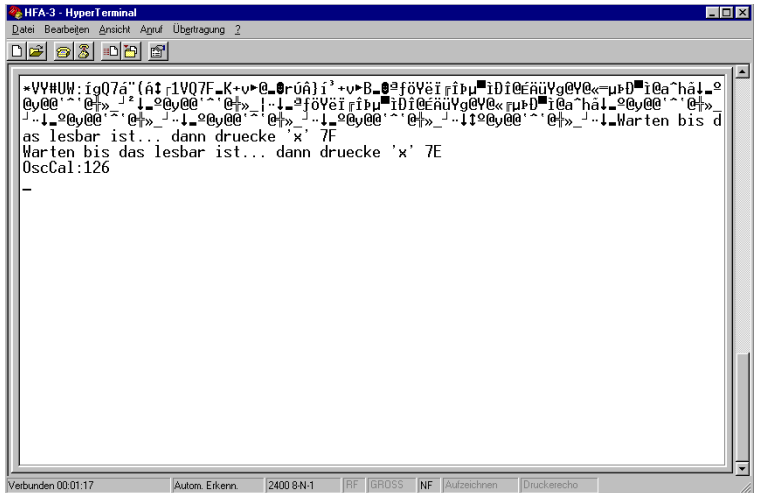
Bedienelemente des HFA-3

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

dann z. B.

Damit ist Ihr HFA-3 schon in Betrieb.

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

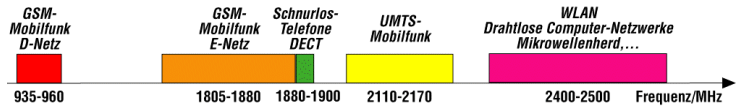
Diese Prozedur kann sooft wiederholt werden wie nötig.

Haftung und Garantie

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

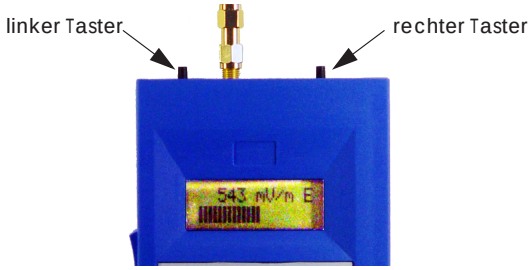
Hilfe und Unterstützung

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.



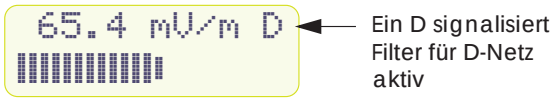
Lage der Frequenzfilter beim HFA-3

Um zwischen den verschiedenen Funktionen des HFA-3 umzuschalten, werden die an der Stirnseite befindlichen Taster verwendet.



Frequenzfilter

Mit dem rechten Taster (RT) werden die einzelnen Frequenzbereiche ausgewählt. Einfach sooft den Taster betätigen bis das gewünschte Symbol für den Frequenzbereich im Display angezeigt wird.

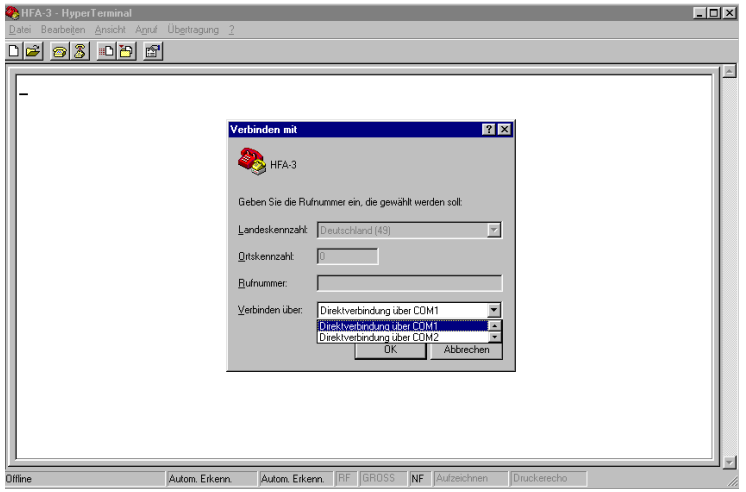


Ein D signalisiert Filter für D-Netz aktiv

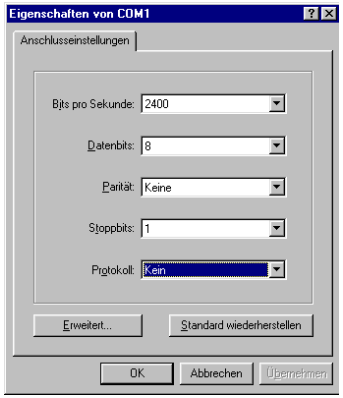
Symbol im Display	Bedeutung
D	Filter für D-Netz (935 MHz bis 960 MHz) in Funktion
E	Filter für E-Netz (1805 MHz bis 1880 MHz) in Funktion
d	Filter für DECT (1880 MHz bis 1890 MHz) in Funktion
U	Filter für UMTS (2110 MHz bis 2170 MHz) in Funktion
W	Filter für WLAN (2400 MHz bis 2500 MHz) in Funktion

Tabelle 1: Bedeutung der Symbole im Display

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



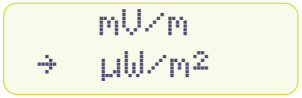
Eine freie, serielle Schnittstelle auswählen



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

Nach einem Klick auf OK können die ersten Daten auf den PC gesandt werden.

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



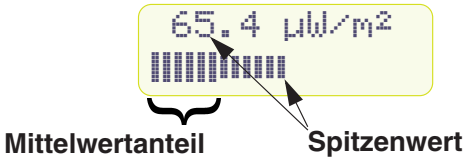
Ebenso kann mit dem linken Taster (LT) zwischen den Einheiten hin und her gehüpft werden. Der Pfeil links neben der Einheit kennzeichnet die Auswahl. Mit dem rechten Taster (RT) wird die Auswahl bestätigt und das Display wechselt in den Anzeigemodus:

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 HFA-3 hat eine Spitzenwerterfassung fest eingebaut und zeigt den **Mittelwert und Spitzenwert gleichzeitig im Display!**

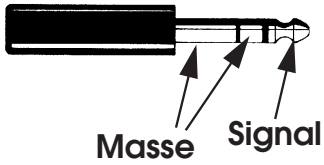


Die Problematik der Spitzenwerterfassung ist folgende: Das Meßgerät benötigt zum Messen eine gewisse Zeit. Das Meßgerät „schaut" gelegentlich nach, ob ein Meßwert vorliegt. Findet dieses „nachschauen" zufällig immer zwischen den Pulsen statt, so zeigt das Meßgerät einen sehr niederen Meßwert. Ab und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

Die Spitzenwerterfassung "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 „Spit-

Technischer Anhang

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



Anschluß des Klinkensteckers 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.

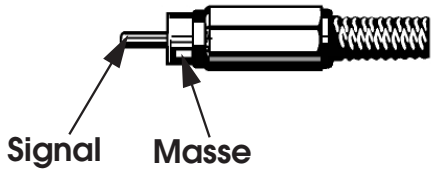
Dieser Ausgang kann auch mit einem NF-Spektrumanalyzer verbunden werden. Spektrumanalyzer gibt es mittlerweile einige; entweder als reine Softwarelösung (Anschluß über Soundkarte und PC), oder als Zusatzgeräte wie z. B. unsere Geräteserie ADC.

Optionen

Der HFA-3 kann mit einem Schreiberausgang (0-2,5 V) oder/und seriellem RS232 Computerschnittstelle geliefert werden. Auch eine Nachrüstung ist möglich.

Analoger Schreiberausgang

Der Meßwert wird als elektrische Spannung im Bereich von 0 Volt bis 2,5 Volt (R_{min}=>10 kOhm) an der Cinch-Buchse bereitgestellt.



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 HFA-3 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 sich aus der Strahlungsdichte und der wirksamen Fläche der Antenne:

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

P_E:	Empfangsleistung
A_w:	wirksame Fläche der Antenne
S:	Strahlungsdichte

Der Meßbereich des HFA-3 erstreckt sich von ca. 6 mV/m bis 2000 mV/m bzw. 0,1 $\mu W/m^2$ bis 10000 $\mu W/m^2$. 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.

	Dämpfungsfaktor für Feldstärke (mV/m)	Dämpfungsfaktor für Leistung ($\mu W/m^2$)
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/m^2 auf 1000 mW/m^2 (ca. 20 V/m) erweitern wollen, benötigen Sie das 20 dB Dämpfungsglied (Faktor 100).

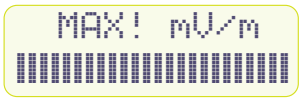
Möchten Sie 10000 mW/m^2 (ca. 61 V/m), dann müssen Sie noch das 10 dB Dämpfungsglied (Faktor 100 + Faktor 10 = Faktor 1000 = 30 dB) zusätzlich verwenden.

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

Hier ein ungepulstes Signal mit einem kleinen gepulsten Anteil und einem Spitzenwert von 65,4 $\mu W/m^2$

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

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



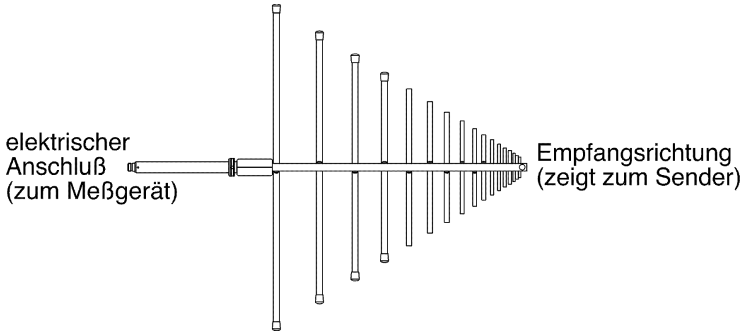
Schalten Sie bitte den HFA-3 sofort aus, um eine Schädigung des HFA-3 zu vermeiden.

Hinweise zur Antenne

Die mitgelieferte Logper-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

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.



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:

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

- λ: Wellenlänge
- c_0: Lichtgeschwindigkeit (=300000 km/s)
- f: Frequenz

Mit dem HFA-3 kann man die elektrische Feldstärke E in mV/m bzw. die Strahlungsdichte S in $\mu W/m^2$ messen und mit Formel (3) ineinander umrechnen. Voraussetzung ist allerdings, daß die wirksame Fläche der Antenne bekannt ist.

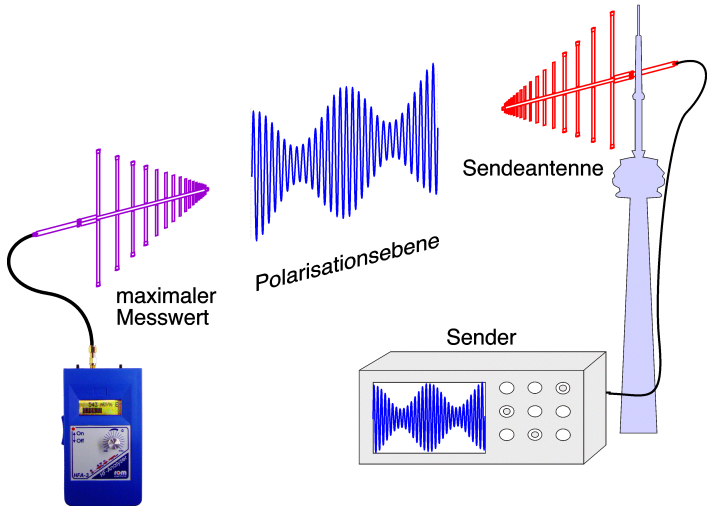
Die wirksame Fläche ist jedoch nicht konstant, sondern frequenzabhängig:

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

- G: Antennengewinn (=Verstärkung; frequenzabhängig)
- λ: Wellenlänge
- c_0: Lichtgeschwindigkeit
- f: Frequenz

Polarisation

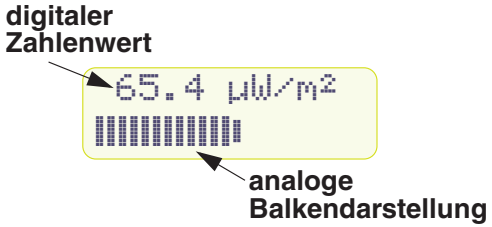
Wenn wir die elektrische Feldkomponente einer elektromagnetischen Welle betrachten, so stellt man fest, daß diese in einer Ebene liegt. Diese Ebene wird auch als Polarisationsebene bezeichnet. Den maximalen Meßwert erhält man dann, wenn die Empfangsantenne in der gleichen Richtung und Ebene der Sendeantenne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

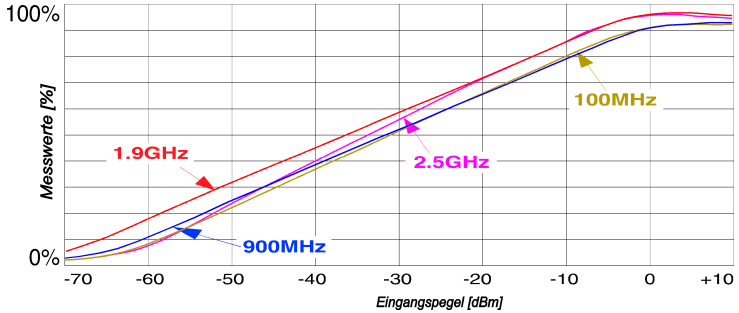


Maximaler Meßwert wenn Sende- und Empfangsantenne in gleiche Richtung und Polarisationsebene zeigen.

Meßwertdarstellung

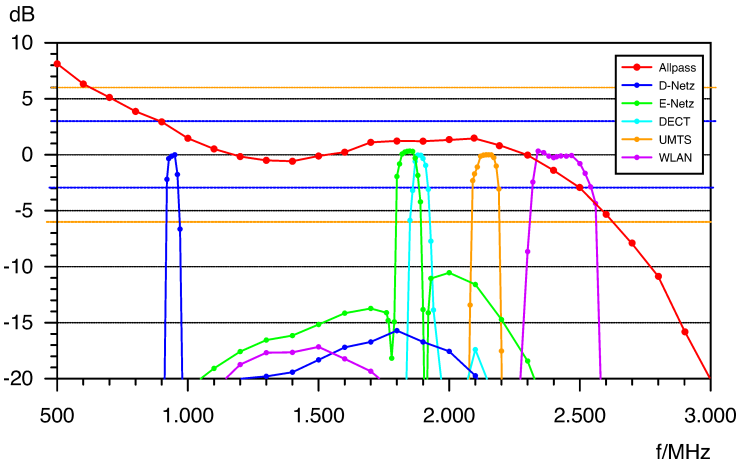
Im Display wird der Meßwert digital als Zahlenwert und analog als Balken dargestellt.





Linearitätsverlauf der Eingangsverstärkerschaltung des HFA-3

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 HFA-3 muß der Fehler dagegen in Kauf genommen werden. Die nachfolgende Grafik zeigt die Fehlerkurve.



Anzeigefehler HFA-3

Es ist gut zu erkennen, daß im Frequenzbereich ab ca. 900 MHz bis ca. 2500 MHz die Meßunsicherheit innerhalb der erwähnten ±3dB liegt. D. h., D-Netz und CT1+ Schnurlostelefone werden korrekt erfaßt. Wenn wir den Frequenzbereich 600 MHz bis 2600 MHz betrachten, so liegt die Meßunsicherheit immer noch innerhalb von ±6dB. Für die Praxis bedeutet das, daß im Allpaß-Betrieb (=Breitband) UMTS und WLAN Signale etwas unterbewertet werden können, also ein etwas zu kleiner Meßwert angezeigt wird.

Durch die eingebauten Filter können wir diesem Umstand entgegenwirken! Der HFR-3 hat frequenzspezifische Kalibrierfaktoren für jedes Filter. Hierdurch ist es möglich, im Betrieb mit ausgewähltem Filter einen individuellen Kalibrierfaktor zu berücksichtigen, der den gesamten Frequenzgang beeinflußt.

Mit anderen Worten: wie aus obiger Grafik ersichtlich, nimmt die Empfindlichkeit im Allpaß-Betrieb (rote Kurve) im WLAN-Frequenzbereich etwas ab. Wird nun das Filter für WLAN eingeschaltet, so wird nun der tatsächliche, wahre Meßwert angezeigt, der durchaus über dem Wert liegen kann, der im Allpaß-Betrieb ermittelt wurde.

Wundern Sie sich nicht, wenn Sie z. B. ein reines WLAN-Signal messen und bei aktiviertem WLAN-Filter ein höherer Meßwert angezeigt wird als im Allpaß-Betrieb. Ähnliches kann evtl. auch bei DECT und UMTS-Signalen beobachtet werden.

Sperrdämpfung

Die Sperrdämpfung wird für jedes Filter bezogen auf die Durchlassdämpfung angegeben.

Die Sperrdämpfung gibt somit an, wie stark Frequenzen außerhalb des Durchlassbereichs mindestens unterdrückt werden.

Beispielsweise beträgt die Dämpfung des D-Netz-Filters im Durchlassbereich 6 dB und im Sperrbereich 35 dB. Frequenzen im Sperrbereich werden also um 29 dB mehr abgeschwächt, als im Durchlassbereich. Die Sperrdämpfung beträgt 29 dB.

Die Sperrdämpfung gilt für Frequenzen mit genügendem Abstand zum jeweiligen Mobilfunk-Frequenzbereich.

Filter	Sperrdämpfung	E-Feldstärke Restanzeige	Leistungsflussdichte Restanzeige
	mindestens	höchstens	höchstens
D-Netz	29dB	3,5%	0,13%
E-Netz	34dB	2,0%	0,04%
DECT	40dB	1,0%	0,01%
UMTS	16dB	15,8%	2,51%
WLAN	24dB	6,3%	0,40%

Tabelle 4: Sperrdämpfungen der Filter bis 2,5GHz

Tabelle 4 zeigt typische Sperrdämpfungen der Filter bis 2,5 GHz. Die angegebenen Werte sind „worst case – Werte" und setzen einen genügenden