

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 $\mu\text{V}/\text{m}^2 = 10 \text{ pW}/\text{cm}^2 - 1 \text{ nW}/\text{cm}^2$)
besser als 0,01 $\mu\text{W}/\text{m}^2 (= 1 \text{ pW}/\text{cm}^2)$

max. Empfindlichkeit: 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, 3G (2110 MHz bis 2170 MHz)

WLAN, Bluetooth, Mikrowellenherd (2400 MHz bis 2500 MHz)

LC-Display, 2 zeilig

0 bis 40°C

85mm x 117mm x 55mm

PeakHold, einstellbare Lautstärke

ca. 300 g

9V Blockbatterie

max. 20 mA

HFA-3, Logger-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!
ZERSTÖRUNGSGEFAHRI

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.

Prüfxe und Potenzschreibweise großer und kleiner Zahlen

Zahl	In Worten	Potenz	EDV	Prüfix	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	Eins	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

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!

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.

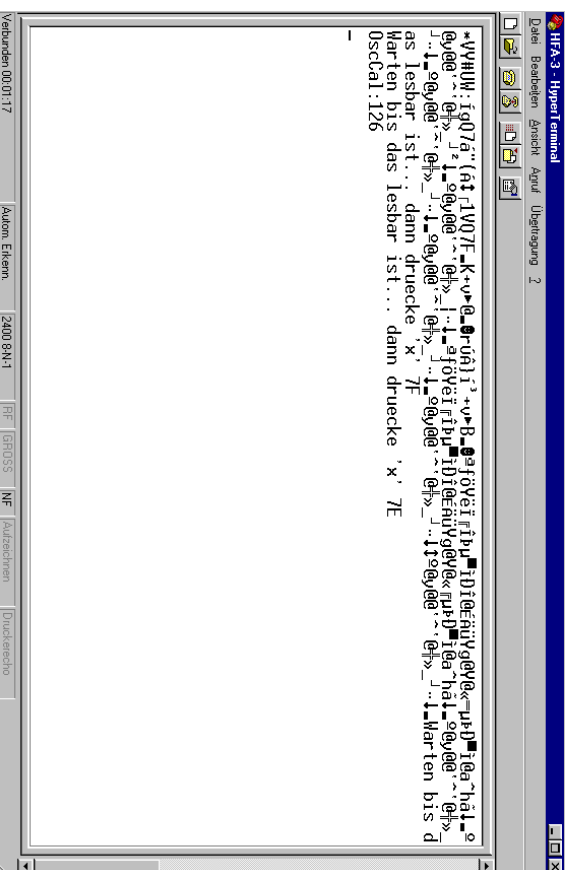
Für diesen Fall kann der HFA-3 rekaliert werden. Hierzu sind beim Einschalten linker und rechter Taster **GLEICHZEITIG** gedrückt zu halten. Auf dem Display erscheint eine Meldung ähnlich wie folgt:

OscCal: 7E
EEPROM: 126

nach einer Pause gefolgt von

Kalibrierwert: 63H

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.

Funktionen der Taster



Funktionen der Taster am HFA-3 (im normalen Betrieb)

Tabelle der Funktionen beim Betätigen der Taster

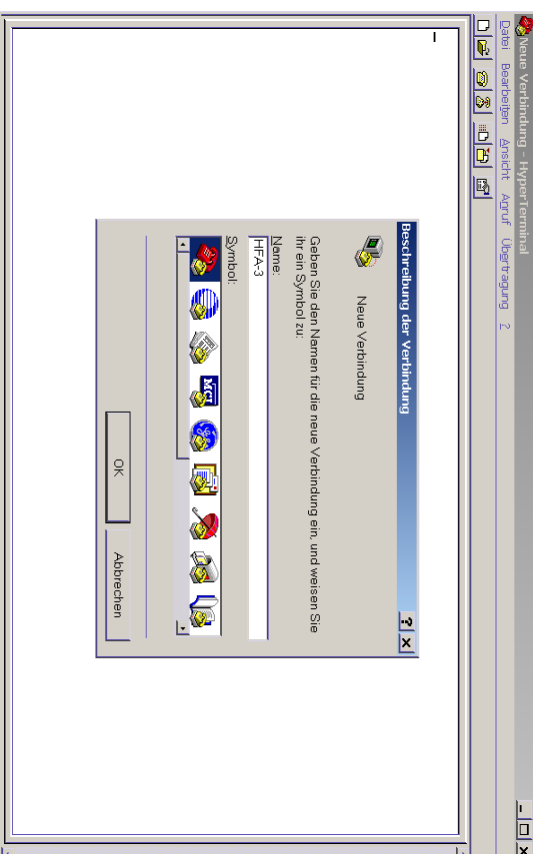
linker Taster	rechter Taster	Funktion
betätigen	betätigen	Spitzenwertspeicher (PeakHold) ein-/auswählen
betätigen und halten	dann betätigen	HF-Filter werden bei jeder Betätigung zyklisch durchgeschaltet
betätigen im Hauptmenü		Verzweigung ins Hauptmenü
	betätigen im Hauptmenü	Wahl zwischen Anzeige - und Datenlogger-Menü
betätigen im Anzeige-Menü		Verzweigung ins Anzeige- oder Datenlogger-Menü
	betätigen im Anzeige-Menü	Wahl zwischen mV/m und µV/m ²
betätigen im Daten-Logger-Menü		Rückkehr zur normalen Betriebsanzeige
	betätigen im Daten-Logger-Menü	DatenLog. und/oder zyklischer Filterdurchlauf
		Rückkehr zur normalen Betriebsanzeige

Eingebauter Lautsprecher

Auf der Frontseite des HFA-3 befindet sich ein Lautstärkeregler. Hier läßt sich die Lautstärke des eingebauten Lautsprechers und/oder optional eingestecktem Kopfhörer einstellen.

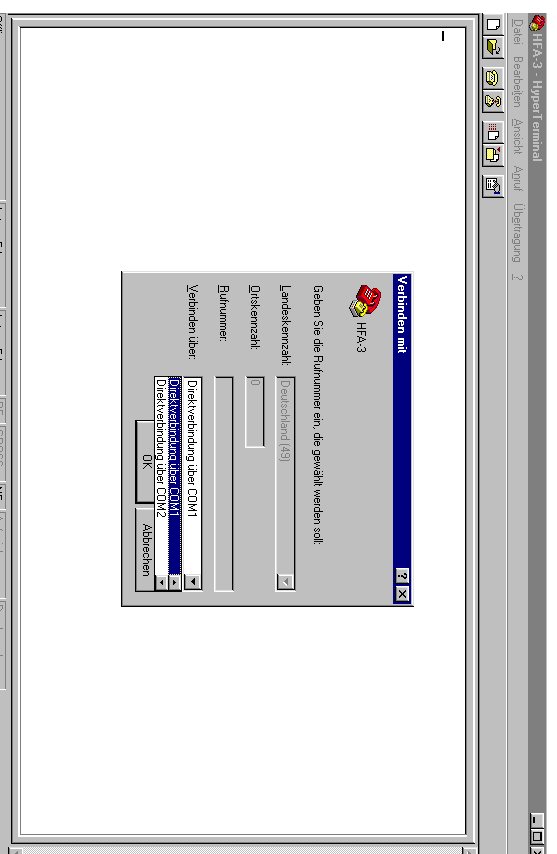
Der Lautsprecher gibt die Modulationssignale wieder, die über die Antenne empfangen werden. Erschrecken Sie nicht, wenn Sie die Signale zum ersten mal hören. Hier bekommen Sie einen Eindruck, welche Signale im „Ather“ unterwegs sind, die Sie nicht merken, weil keiner Ihrer Sinne in der Lage ist, diese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



Anlegen einer neuen Verbindung

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

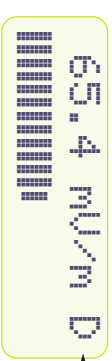


Eine freie, serielle Schnittstelle auswählen



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.



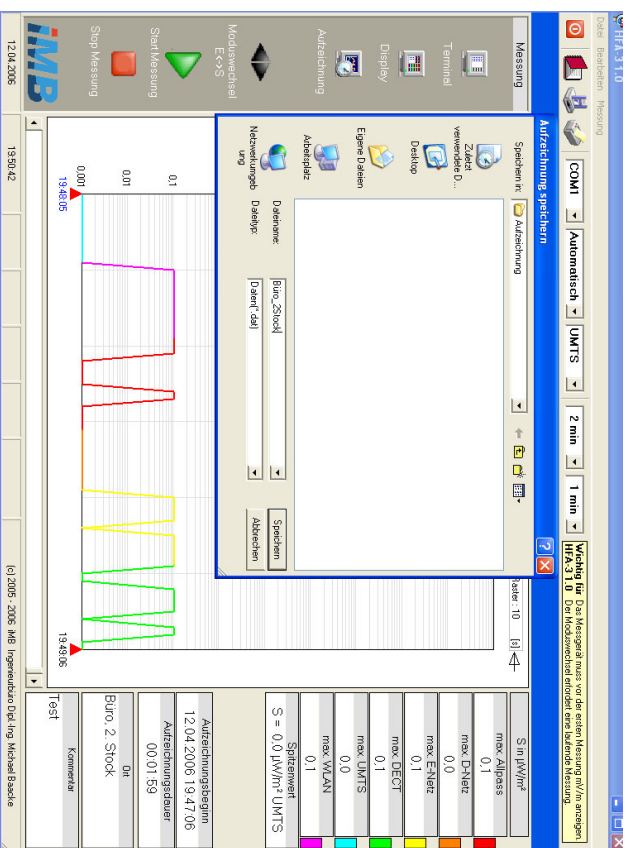
Ein D signalisiert Filter für D-Netz aktiv

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



Anzeige Aufzeichnung, Aufzeichnung speichern

Alle Angaben aus der Anzeige Aufzeichnung werden in eine ASCII-Datei gespeichert (Modus: Maxima, Aufzeichnungsbeginn, Aufzeichnungsdauer, Ort und Kommentar).

Die Messkurve wird mit Zeit, Messwert, Filter und Farbcode gespeichert.

Somit ist es möglich eine bereits durchgeführte Aufzeichnung zu einem späteren Zeitpunkt zur Ansicht wieder in HFA3 1.0 zu laden.

Dies geschieht durch Klicken auf das Icon **Öffnen** (oder im Menü) und die Auswahl eines Dateinamens im Dialogfenster Öffnen. Die Datei wird strondardmäßig zuerst im Verzeichnis **Vaufzeichnung** gesucht.

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

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

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:

65.4 $\mu\text{W}/\text{m}^2$

Konfiguration des Datenloggers

Der HFA-3 ist in der Lage an einem an der seriellen Schnittstelle angeschlossene Datenlogger Messwerte zu übertragen. Die Konfiguration des Gerätes zum Betrieb mit einem Datenlogger geht folgendermassen:

65.4 $\mu\text{W}/\text{m}^2$

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 Datenlogger-Menü.

Datenlog.
Zuklisch

In der **Messkurve** sind die Filterbereiche (Frequenzen; z.B. D-Netz) farblich codiert. Die Farbcodes sind neben den Textfeldern der Maxima angegeben.

Die Farbcodes sind (wie in Anzeige Display):

rot	Allpass
orange	D-Netz
gelb	E-Netz
grün	DECT
blau	UMTS
lila	WLAN

Unterhalb der Textfelder für die Maxima der Aufzeichnung ist das Textfeld, in dem der aktuelle Messwert in Betrag und Einheit angegeben wird.

Weiter angezeigt werden der **Aufzeichnungsbeginn** (Datum, Uhrzeit) und die **Aufzeichnungsdauer**. Diese Textfelder werden automatisch mit Start der Messung gefüllt.

Für das optionale Abspeichern der Aufzeichnung stehen zwei Info-Textfelder zur Verfügung:

Ort: Angaben zum Messort als Textfeld (Textlänge ist begrenzt!)

Kommentar: Notizen zur Messung werden hier eingegeben

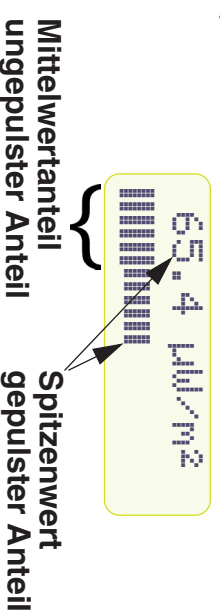
In den Textfeldern und im Diagramm werden die Spitzenwerte der Aufzeichnung zu den einzelnen Filtereinstellungen (Frequenzbereiche; z.B. D-Netz) **entweder** für die **Feldstärke** oder die **Leistungsflusdichte** angezeigt.

Durch Anklicken des Icons **Moduswechsel** wird zwischen diesen Betriebsmoden gewechselt. Bei jedem Moduswechsel werden die Anzeigen und das Diagramm gelöscht und eine neue Aufzeichnung begonnen.

Besonders hilfreich ist es an dieser Stelle die Einstellung **Automatisch** in der Anzeigeliste **Modus**. Es werden dann in Abständen von 8 Sekunden alle Filter (Frequenzbänder) nacheinander abgearbeitet. Die Messkurve wird entsprechend des gerade abgearbeiteten Filters (Frequenzbereichs) in der zugeordneten Farbe weitergezeichnet.

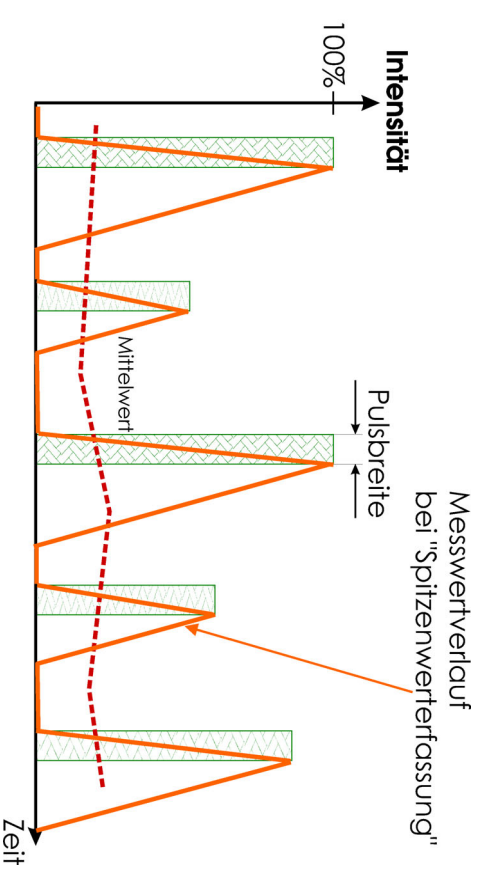
Hinweis: Diese Einstellung funktioniert erst bei laufender Messung und beginnt immer mit dem Filter **Allpass** (unabhängig davon, was vor Start der Messung eingestellt wurde).

Der HFA-3 hat eine Spitzenwertfassung fest eingebaut und zeigt den **Mittelwert (ungepulster Anteil)** und **Spitzenwert (gepulster Anteil)** gleichzeitig im Display!



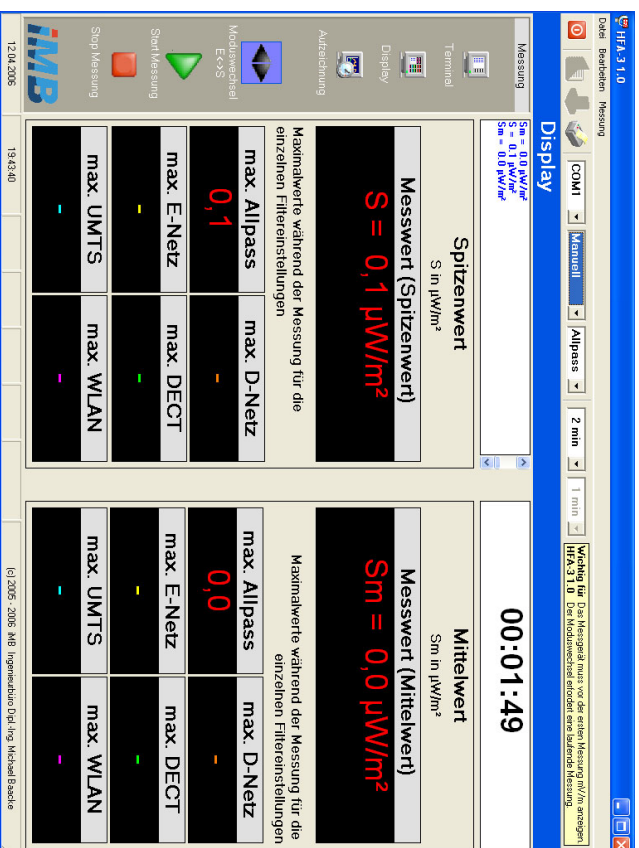
Die Problematik der Spitzenwertfassung ist folgende: Das Meßgerät benötigt zum Messen eine gewisse Zeit. Das Meßgerät „schaut“ gelegentlich nach, ob ein Meßwert vorliegt. Findet dieses „nachschaun“ zufällig immer zwischen den Pulsen statt, so zeigt das Meßgerät einen sehr niedrigen Meßwert. Ab und zu 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. $100 \text{ ns} = 100 \text{ Nanosekunden} = 100 \text{ Milliardstel Sekunden}$ bei DECT), so wird u. U. der „Spitzenwertspeicher“ nicht ganz voll und der Meßwert ist etwas zu niedrig. Dauert der Puls länger ($>0,3 \mu\text{s}$, GSM ca. $577 \mu\text{s}$), so steigen die Chancen, daß der „Spitzenwertspeicher“ ganz voll wird, was dann wieder in einer korrekten Meßwertanzeige resultiert.



Unterschied zwischen Mittelwert und Spitzenwertfassung

Hinweis: Diese Einstellung funktioniert erst bei laufender Messung und beginnt immer mit dem Filter **Allpass** (unabhängig davon, was vor Start der Messung eingestellt wurde).



Anzeige Display, Leistungsfußbedichte S, Modus: manuell

Zur Messung benötigt man eine geeignete Antenne, die mit ihrer wirksamen Fläche A_w eine bestimmte Menge Strahlungsdichte auffängt und in eine leistungsführte 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_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 µW/m² bis 10000 µW/m². 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 (µW/m²)
6 dB	2
10 dB	3
20 dB	10

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).

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.

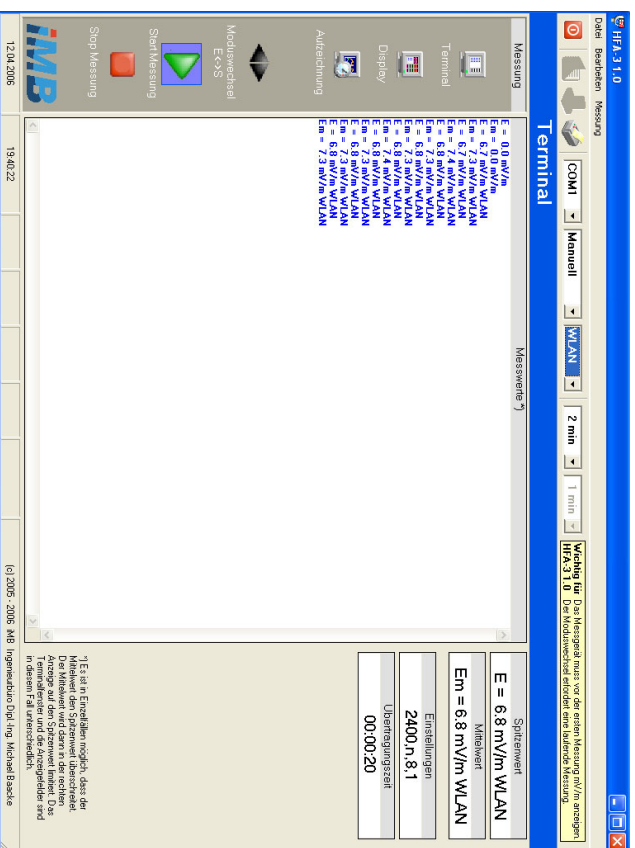
Tabelle 3: Umrechnung der Strahlungsdichte in V/m und A/m

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

Zusätzlich wird die Übertragungsrate des HFA-3 am PC im Feld **Einstellungen** angegeben sowie die **Übertragungszeit**, die während der Messung mitgeschrieben wird.

Hinweis 1: Der **Moduswechsel** von Feldstärke nach Leistungsflussdichte so wie die Einstellung des Filters (Frequenzbereich: z.B. D-Netz) hat nur Auswirkung, wenn die Messung bereits läuft.

Hinweis 2: Es ist in Einzelfällen möglich, dass die Anzeige des Mittelwertes die **Anzeige** des Spitzenwertes übersteigt. Der Mittelwert wird dann in dem Textfeld **Mittelwert** auf den Spitzenwert begrenzt. Im Feld **Messwerte** ist das nicht der Fall, weil hier die Werte angegeben werden, wie sie ankommen.



Anzeige Terminal

Display

Bei dieser Anzeige werden die Messwerte aus der HF-Sonde in großen Textfeldern angezeigt, die auch aus einiger Entfernung vom PC noch gut lesbar sind.

Es ist ein kleines **Terminalfeld** im linken oberen Rand verfügbar, das wie ein Statusfenster den erfolgreichen Lauf einer Messung protokolliert.

Daneben wird die Übertragungsdauer angezeigt.

Eine Logger-Antenne besteht aus mehreren, unterschiedlich langen Dipolen. Jedes Stäbchenpaar empfängt eine andere Frequenz. Die langen Stäbe sind für die niedrigeren 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 ($\approx 300000 \text{ km/s}$)

f : Frequenz

Mit dem HFA-3 kann man die elektrische Feldstärke E in mV/m bzw. die Strahlungsdichte S in $\mu\text{W/m}^2$ 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:

$$A_W = G \cdot \frac{\lambda^2}{4\pi} = G \cdot \frac{C_0^2}{4\pi f^2} \quad (\text{GL 5})$$

G : Antennengewinn (=Verstärkung; frequenzabhängig)

λ : 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 Spektrogramm-analysatoren, 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-Analyser 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.



Alternativ kann eine Messung durch Anklicken dieses Icons beendet werden.



Der Moduswechsel ist nur durch Anklicken auf das Icon möglich!

Auswahllisten.



Auswahlliste



Bei den meisten Rechnern ist die serielle Schnittstelle mit COM1 verbunden. Falls der HFA-3 mit COM1 nicht funktioniert, sollte ein anderer aus der Liste der verfügbaren COM-Ports gewählt werden. Das Programm ermittelt alle auf Ihrem System verfügbaren Anschlüsse. Es ist auch möglich mittels eines USB-Wandlers den HFA-3 an den Computer anzuschließen. USB-Ports werden in der Auswahlliste ebenfalls als COM angezeigt.

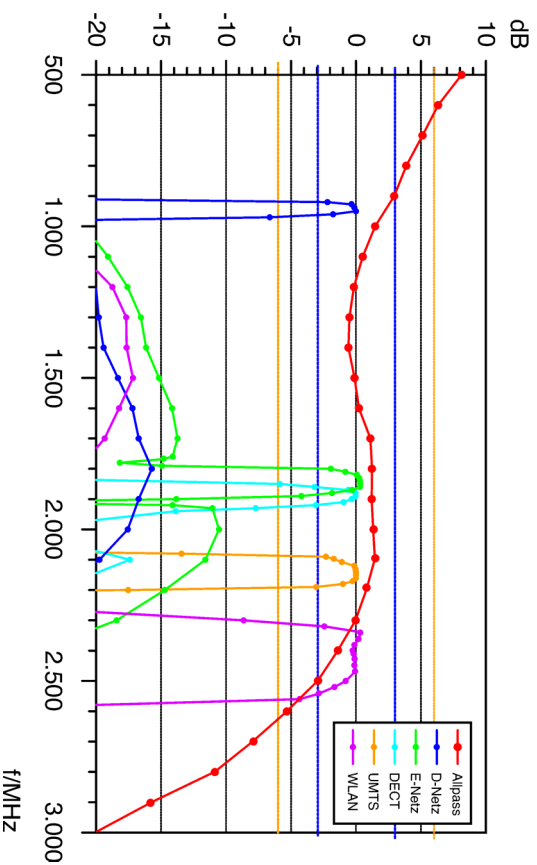
Auswahlliste: COM-Port

Die Voreinstellung ist **Manuell**, d.h. während einer Messung müssen die Filter händisch eingestellt werden. Mit der Einstellung **Automatisch** werden die Filter alle 8 Sekunden weitergeschaltet. Dadurch wird mit einem einzigen **Klick** die Messung in **allen Filterbereichen** ausgewertet und die Maximalwerte bestimmt. Bei der Langzeitaufzeichnung wird darüber hinaus der Verlauf des Maximalwertes als Funktion der Filterbereiche aufgezeichnet. Die Filterbereiche sind farblich codiert.



Auswahlliste: Modus

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 obgegen 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 ± 3 dB liegt. D. h., D-Netz und CT1 + Schnurlostelefone werden korrekt erfaßt. Wenn wir den Frequenzbereich 600 MHz bis 2500 MHz betrachten, so liegt die Meßunsicherheit immer noch innerhalb von ± 6 dB. 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.

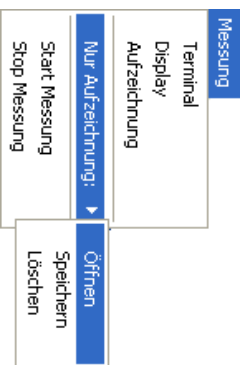
Durch die eingebauten Filter können wir diesem Umstand entgegenwirken! Der HFR-3 hat frequenzspezifische Kalibrierfaktoren für jedes Filter. Hierdurch ist es möglich, im Betrieb mit ausgewähltem Filter einen individuellen Kalibrierfaktor zu berücksichtigen, der den gesamten Frequenzgang beeinflusst.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



Kopieren: Der aktuelle Inhalt des Anzeigefensters wird in die Zwischenablage von Windows kopiert. Von hier kann mit STRG+V der Inhalt der Zwischenablage z.B. in eine Textverarbeitungssoftware (z.B. WORD) eingefügt werden.

Menüleiste: Bearbeiten



Terminal: Direkte Anzeige der Informationen, die von der HF-Sonde geliefert werden. Die Anzeige ist zeitunabhängig und liefert die Werte, wie sie ankommen.

Display: Anzeigee mit Maximal- und Mittelwert in Textfeldern mit großer Schrift, die auch auf einige Entfernung vom PC noch gut lesbar ist. Die HF-Bänder sind dabei farblich codiert. Die Anzeige ist zeitlich getaktet.

Anzeige: Terminal, Display, Aufzeichnung sind mögliche Darstellungen für die Messdaten aus der HF-Sonde.

Aufzeichnung: Die Werte haben einen Zeittakt und werden in diesem Zeittakt grafisch dargestellt. Langzeitmessungen sind daher möglich. Die Messwerte können gespeichert und die gespeicherten Messungen wieder geladen werden (dazu später mehr).

Nur Aufzeichnung: Nur für die Langzeitaufzeichnung sind Dateioptionen möglich.

Öffnen: Öffnen einer abgespeicherten Messung und Laden in das Aufzeichnungsfenster. Alle Langzeitmessdaten sowie die Maximalwerte in den sechs verschiedenen Filterbereichen (z.B. D-Netz, E-Netz, WLAN...) werden wieder angezeigt.

Speichern: Abspeichern der aktuellen Langzeitaufzeichnung mit allen Maximalwerten in den Filterbereichen.



Alternativ kann eine Messung durch Anklicken dieses Symbols in der Schaltflächenleiste gespeichert werden. Diese Schaltfläche ist nur aktiv, wenn die Langzeitaufzeichnung ausgewählt ist.



Alternativ kann eine Messung durch Anklicken dieses Symbols in der Schaltflächenleiste geöffnet werden. Diese Schaltfläche ist nur aktiv, wenn die Langzeitaufzeichnung ausgewählt ist.

Menüleiste

die wirkliche Feldstärke im E-Netz Bereich beträgt 1 V/m ($=1000$ mV/m). Dann beträgt die Restanzzeige nur noch maximal $0,03\text{V/m}$ ($= 30$ mV/m)!

Wird die Meßwertanzeige für die **Leistungsfussdichte** verwendet, dann wird die Anzeige der E-Netz Frequenzen sogar auf **0,13% reduziert**. Bei einer Leistungsfussdichte von 1 mW/m² ($=1000$ µW/m²) ist die Restanzzeige nur noch $0,0013$ mW/m² ($=1,3$ µW/m²).

Die angegebenen Werte sind die schlechtesten Werte bis 2,5GHz. In den meisten Fällen ist die Unterdrückung der anderen Mobilfunktisignale 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 Mobilfunktisignale weitaus stärker sind.

Für die Praxis bedeutet dies:

Wenn also beispielsweise an einem Messort die Leistungsfussdichte der E-Netz Frequenzen 10 mal stärker ist, als die Leistungsfussdichte 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)

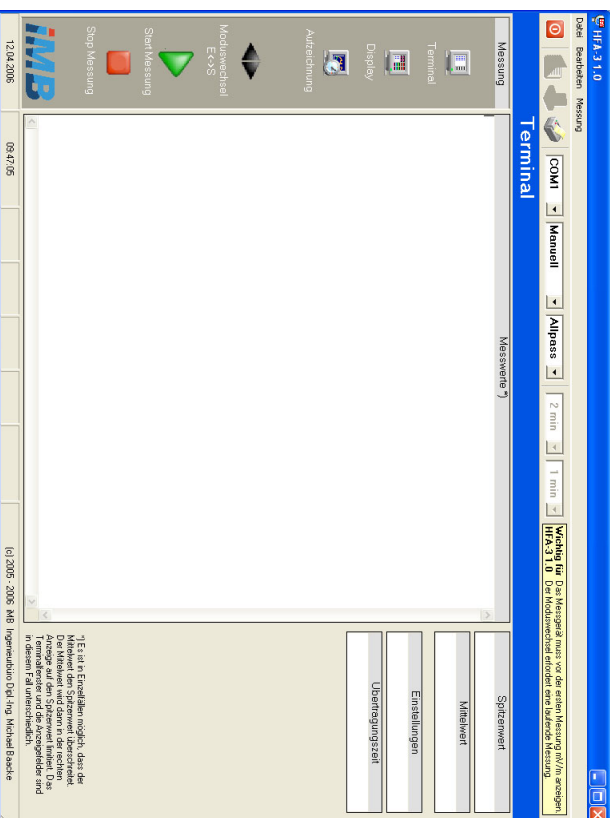
E-Netz und DECT Frequenzen liegen praktisch nahtlos aneinander. Die Trennschärfe der Filter ist zwar gut, aber es gibt physikalische Grenzen. Wie auch in obiger Grafik zu erkennen ist, überlappen sich die Filterkurven (grün und türkis) von E-Netz und DECT etwas. In der Praxis wird man deshalb z. B. bei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

Polarisation

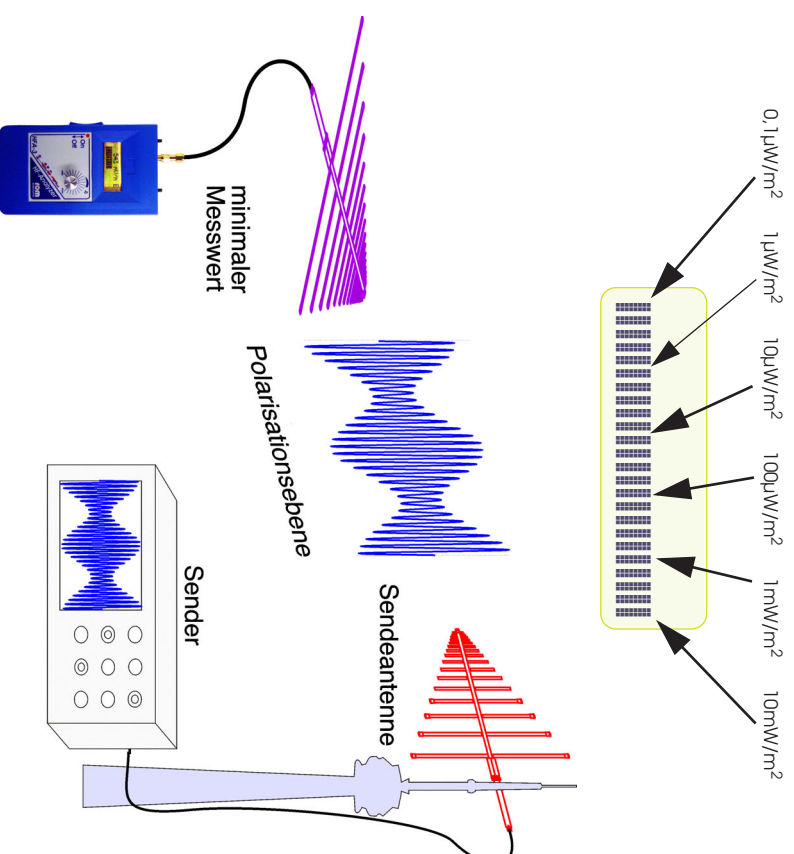
Wenn wir die elektrische Feldkomponente einer elektromagnetischen Welle betrachten, so stellt man fest, daß diese in einer Ebene liegt. Diese Ebene wird auch als Polarisationsebene bezeichnet. Den maximalen Meßwert erhält man dann, wenn die Empfangsantenne in der gleichen Richtung und Ebene der Sendearntenne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



Startbildschirm des Programms



Bedienelemente und Anzeigen



Minimales Messwert wenn Sender- und Empfangsanne zwar in gleiche Richtung zeigen, aber unterschiedliche Polarisationsebenen haben.

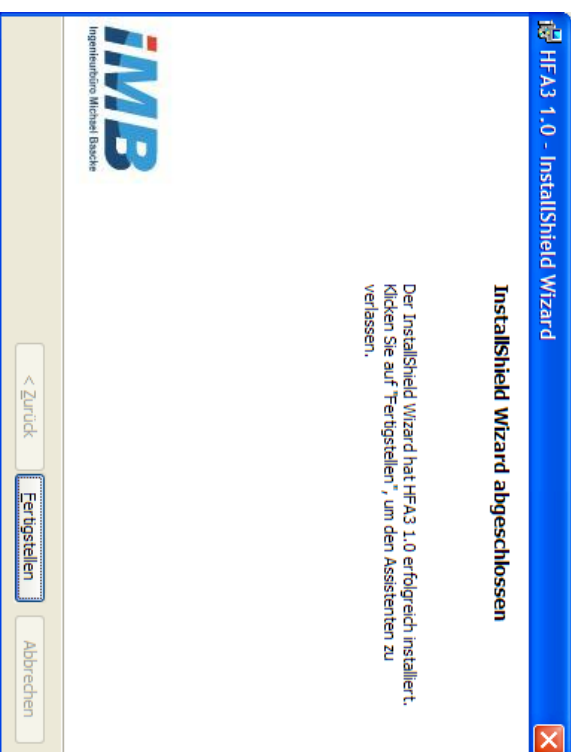
Der anliegende Balken zeigt außerdem den Mittelwert und Spitzenwert gleichzeitig an. Somit ist eine einfache Einschätzung der gepulsten Signalanterie zu ungepulsten möglich.

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

Nachfolgendes Beispiel zeigt ein ungepulstes Signal mit 65.4 µW/m²

65.4 µW/m²

Hier ein ungepulstes Signal mit einem kleinen gepulsten Anteil und einem



Schritt 6 der Installation (Fertigstellen)

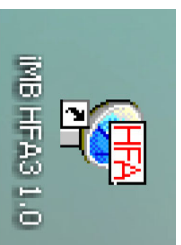
Nach Beenden der Installation haben Sie auf Ihrem Desktop ein HFA3 1.0-Icon sowie in der Programmliste eine Programmgruppe IMB > HFA3 1.0 gebildet.

Der Start über die Programmgruppe erfolgt durch Ankllicken, wie unten abgebildet.



Start aus der Programmgruppe

HFA3 1.0 können Sie auch mit Klick auf das Programmsymbol auf dem Desktop starten.



Start vom Desktop aus

Erhält man Messwerte über 2000 mV/m bzw. 10 mW/m² (Anzeige „MAXI“ 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 Anomale lt. SBM 2000 für gepulste Strahlung
>10 µW/m ²	>1 nW/cm ²	>50 mV/m	schw. Anomalie lt. SBM 2000 f. un gepulste 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	BlnSchV (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.

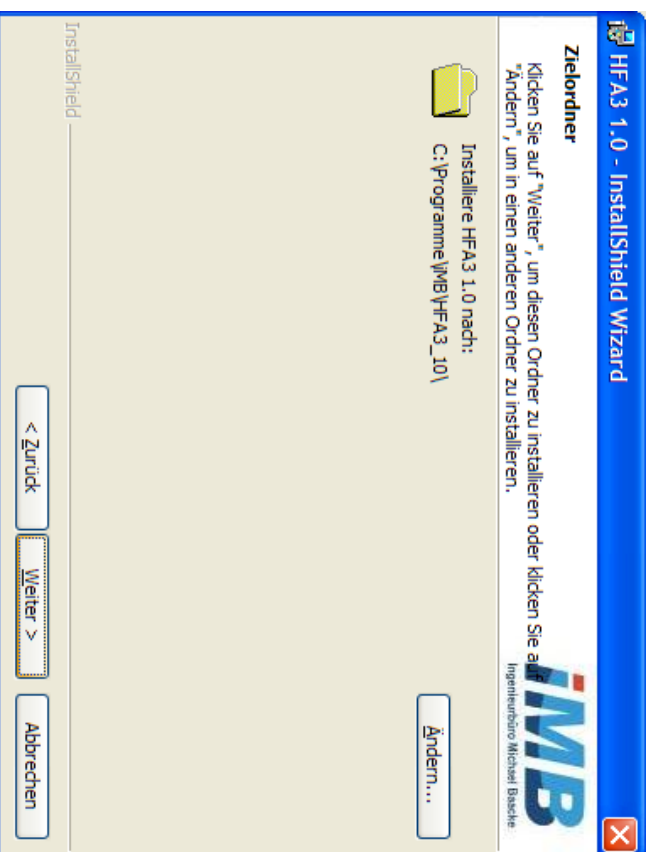
Schalten Sie dann das Gerät aus, ziehen den Batteriefachdeckel auf der Rückseite ab und nehmen die verbrauchte Batterie heraus. Als neue Batterie setzen Sie wieder eine handelsübliche 9 Volt Batterie (9 Volt Block) ein und schließen das Batteriefach mit dem Deckel. Das Gerät ist nun wieder betriebsbereit.

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

Sind Sie als Administrator angemeldet, haben Sie die Wahl die Software HFA3 1.0 für alle Benutzer bzw. nur für sich selbst einzurichten. Mit „Weiter“ setzen Sie die Installation fort.

Hinweis: Sollte die Installation nicht erfolgreich starten, müssen Sie sich ggf. als Administrator anmelden und die Installation wiederholen.

In Schritt 4 der Installation können Sie ein Verzeichnis auf Ihrem Computer auswählen, in dem HFA3 1.0 mit seinen Unterverzeichnissen eingerichtet werden soll. Standardmäßig ist das Verzeichnis „C:\Programme\IMB\HFA3_10“ vorgesehen. Es wird empfohlen, diesen Pfad zu übernehmen, da hierdurch unter Umständen Probleme mit bestimmten PC-Konfigurationen vermieden werden.



Schritt 4a der Installation (Zielordner)

Die Installation von HFA3 1.0 setzen Sie mit <OK> in Schritt 4a und 4b fort.

Wichtige Hinweise zur Software HFA-3

1. Es gibt sehr viele unterschiedliche Betriebssysteme und PC-Konfigurationen. Bei den meisten PCs funktioniert die Installation des Programms und die Inbetriebnahme reibungslos. Dies kann aber nicht in jedem Fall garantiert werden. Falls es Probleme gibt, nehmen Sie bitte Kontakt mit ROM-Elektronik auf. Grundsätzlich haben sich bisher alle diesbezüglichen Probleme lösen lassen.
2. Der HFA-3 ist für eine Ansteuerung über die serielle Schnittstelle des PCs ausgelegt. Falls ihr PC nur über USB-Schnittstellen verfügt, nehmen Sie bitte Kontakt mit ROM-Elektronik auf. Es gibt entsprechende Adapter, bei denen jedoch unter Umständen eine spezielle Software-Anpassung notwendig ist.
3. Das Programm arbeitet mit einer Bildschirmauflösung von 1024 x 768 Pixel. Nur wenn der verwendete PC ebenfalls mit dieser Bildschirmauflösung arbeitet, nimmt das Bild den kompletten Bildschirm ein. Arbeitet der PC mit einer höheren Auflösung, z.B. 1268 x 1024 Pixel, dann nimmt das Bild nur einen Teil des PC-Bildschirms ein. Das Programm ist in diesem Fall verwendbar. Arbeitet der PC mit einer niedrigeren Auflösung, z.B. 800 x 600 Pixel, dann ist nur ein Teil des Bildes sichtbar. Das Programm kann so kaum genutzt werden. Der PC sollte dann auf eine höhere Auflösung eingestellt werden.
4. Die Farbdarstellung „Hi-Color“ oder „True-Color“ bietet die beste Farbqualität.
5. Das Programm ist sehr umfangreich und hat mehrere 1000 Programmzeilen. Trotz intensiver Tests können noch Fehler auftreten. Falls bei Ihnen Fehler auftreten, möchten wir Sie bitten, eine möglichst präzise Fehlerbeschreibung an ROM-Elektronik zu schicken. In regelmäßigen Abständen werden dann verbesserte Programmversionen auf der Homepage von ROM-Elektronik veröffentlicht, die Sie sich kostenlos herunterladen können.
6. Falls Sie Verbesserungsvorschläge für das Programm oder für den HFA-3 haben, möchten wir Sie ebenfalls bitten, uns diese zuzuschicken.

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, CTT+,...), Radio- und Fernsehsender, Mikrowellenherd,...).

Die eingebaute Spitzenwertferrschung 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 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ abgelesen werden.

Die angezeigten Werte stimmen ± 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).

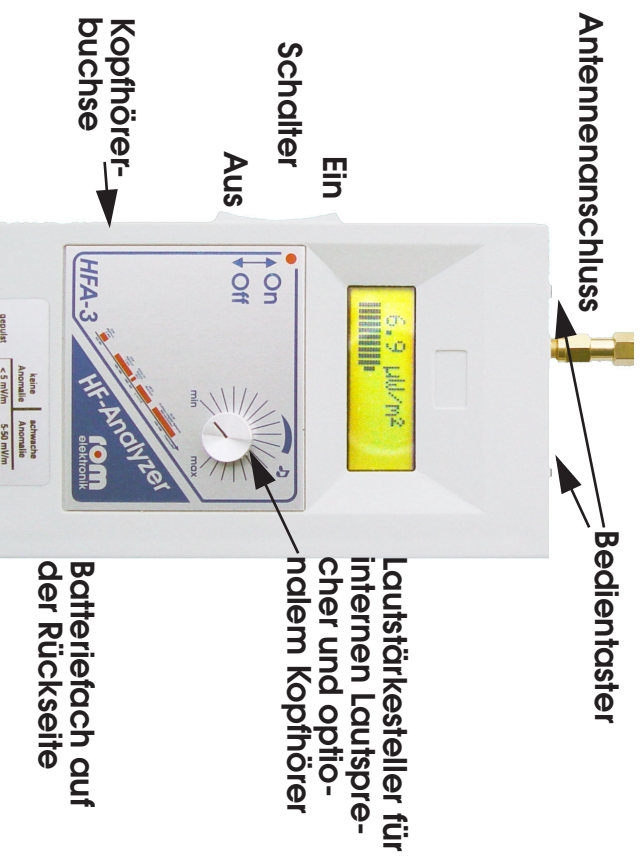
Durch die im Lieferumfang enthaltene, aufsteckbare logarithmisch periodische Breitbandantenne (Logger-Antenne) kann die Richtung und die Polarisierung der HF-Strahlung einfach bestimmt werden.

Inbetriebnahme

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

Mitgelieferte Logger-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:

ROM-Elekt.r.
HFA-3 V2.0

dann z. B.

65.4 $\mu\text{V/m}$

Damit ist Ihr HFA-3 schon in Betrieb.

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 Bedienungstrogen zum Gerät erreichen.

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.

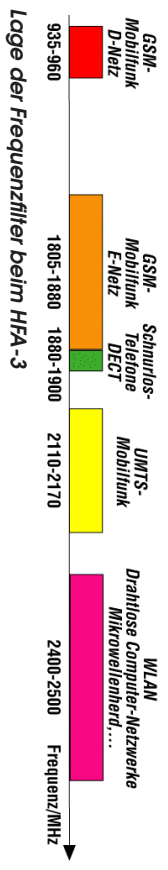
Radaranlagen senden Signale von 600 Hz bis 1200 Hz.

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

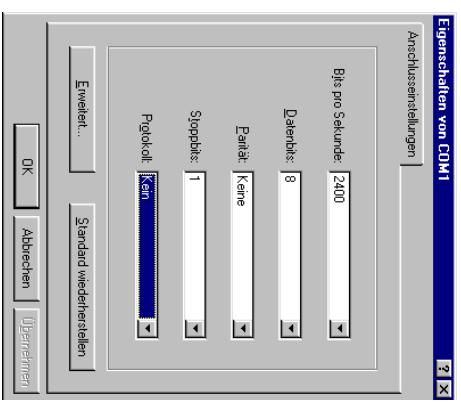
Funktionen

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.

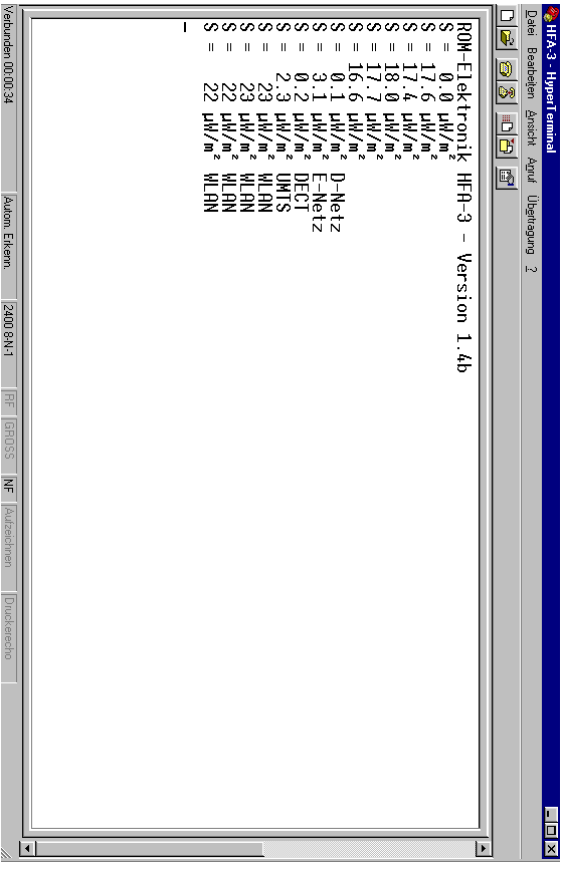
- | | |
|--|-------------------------|
| Frequenzbezeichnung | Frequenzbereich |
| Allpaß (kein Filter) | 10 MHz bis ca. 2500 MHz |
| D-Netz (GSM 900) | 935 MHz bis 960 MHz |
| E-Netz (GSM 1800) | 1805 MHz bis 1880 MHz |
| DECT (Digital Enhanced Cordless Telephone) | 1880 MHz bis 1890 MHz |
| UMTS | 2110 MHz bis 2170 MHz |
| WLAN, Bluetooth, Mikrowellenherde | 2400 MHz bis 2500 MHz |
- Bezeichnung und Frequenzbereiche der Frequenzfilter des HFA-3**



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

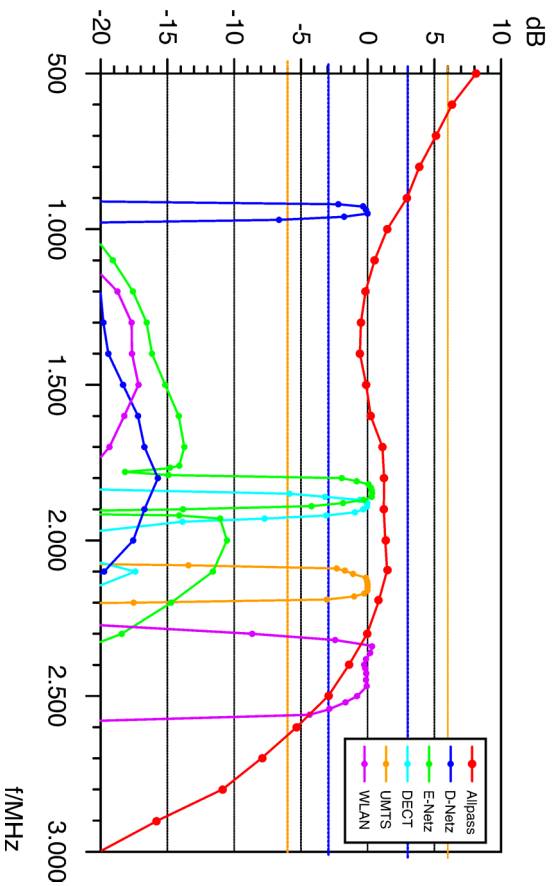


Schnittstellenparameter auf 2400 Baud, 8 Datenbits, 1 Stoppbit, keine Parität einstellen
 Nach einem Klick auf OK können die ersten Daten auf den PC gesandt werden.



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 ausgeben.

HFA-3 Anzeigefehler über der Frequenz



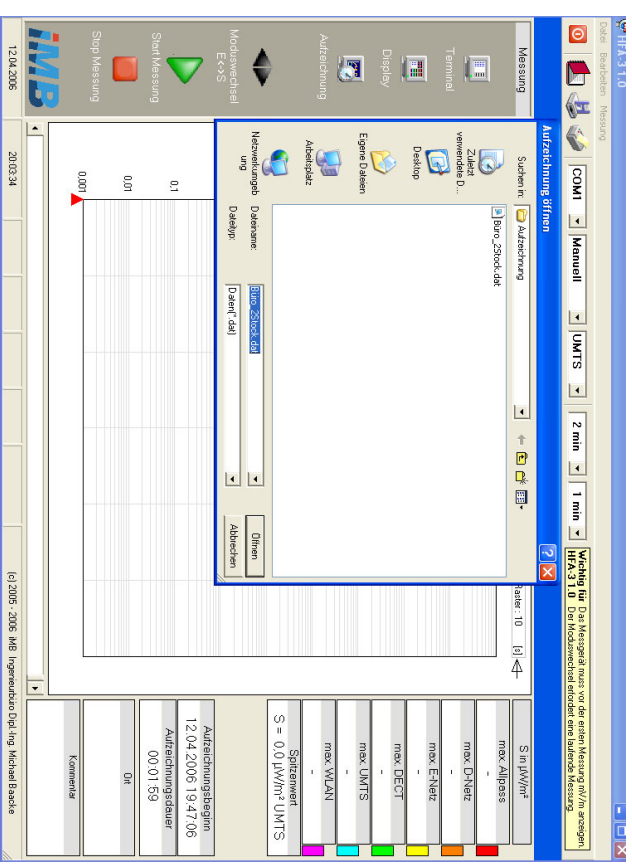
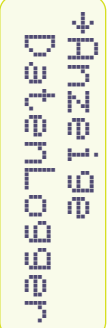
Typische Frequenzgänge des HFA-3

Wahl der Maßeinheit

Der HFA-3 ist in der Lage den Meßwert entweder in der Einheit der elektrischen Feldstärke (mV/m) oder der Strahlungsdichte ($\mu\text{W}/\text{m}^2$) anzugeben. Die Einheit wird wie folgt geändert:



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



Anzeige Aufzeichnung, Aufzeichnung öffnen (laden)

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.

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 die Konfiguration vorzunehmen.

Mit jedem Druck auf den Linken Taster (LT) wechselt der Pfeil zwischen beiden Möglichkeiten und der Datenlogger (DatenLog.) und die Filterrotation (zyklisch) wird aktiviert oder deaktiviert. Ob der Datenlogger und/oder die Filterrotation aktiviert ist erkennt man an dem „<“ Zeichen am Ende des Wortes.

+DatenLog.<
zyklisch<

Wenn „Datenlog.“ aktiviert ist, werden alle Messwerte mit 4800 Baud über die serielle Schnittstelle übertragen.

Wenn „zyklisch“ aktiviert ist, werden die Filter nach jeweils 5 Messwerten zyklisch gewechselt.

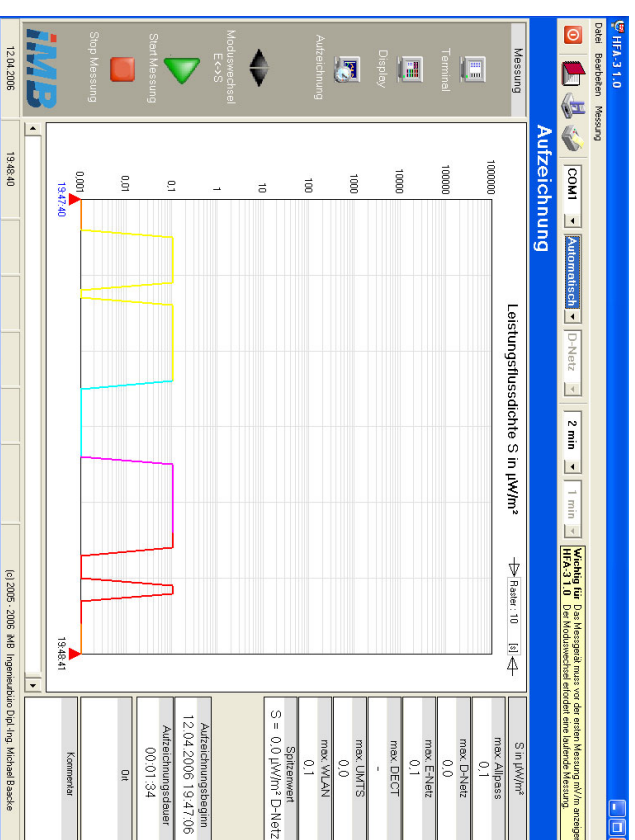
Die gewählten Einstellungen bleiben bis zum Ausschalten des Geräts erhalten, und werden beim Wiedereinschalten automatisch deaktiviert.

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.



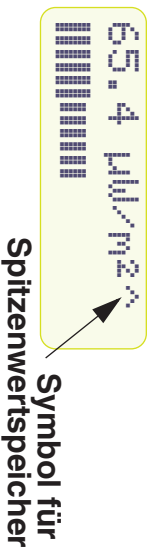
Anzeige Display, Leistungsflußdiichte S, Modus: automatisch

Mit Anklicken Schaltfläche Speichern (oder im Menü) kann eine Aufzeichnung abgespeichert werden.

Dabei öffnet sich ein Dialogfenster, in dem der Dateiname für die Aufzeichnung und ein Speicherort (Pfad) für diese Datei eingegeben werden. Standard Speicherort ist das Verzeichnis \Aufzeichnung, das bei der Installation angelegt wird.

Spitzenwertspeicher (PeakHold)

Der HFA-3 kann auch den Spitzenwert in der Anzeige „einfrieren“! Hierzu wird der linke Taster (LD) betätigt, bis in der Anzeige das Symbol für den Spitzenwerterspeicher 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 Strahlungslichte S ergibt sich aus der Energie, die pro Zeiteinheit (sek.) eine bestimmte Querschnittsfläche (m^2) 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

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

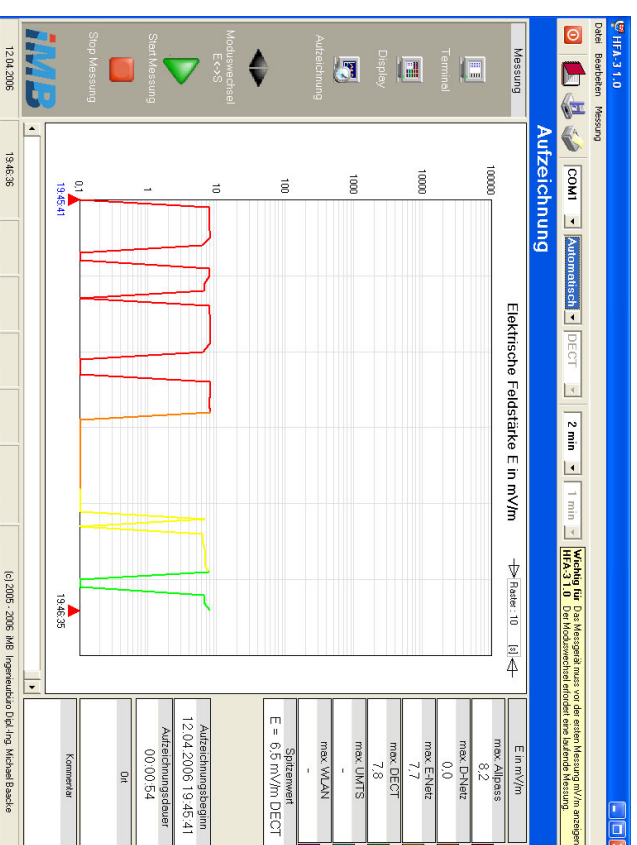
S:	Strahlungslichte	(W/m ²)
E:	elektrische Feldstärke	(V/m)
H:	magnetische Feldstärke	(A/m)

Es genügt daher, eine Größe zu messen, um auch alle anderen bestimmen zu können. Sehr häufig ist es die Strahlungslichte S, die gemessen wird. Unser HFA-3 mißt die Komponente der elektrischen Feldstärke!

¹ Gilt nur bei Ausbreitung im freien Raum

Aufzeichnung

Diese Anzeige dient dazu, den zeitlichen Verlauf bzw. die Schwankungen der Feldstärke bzw. der Leistungsflussdichte während einer Messung beobachten und speichern zu können.



Anzeige Display, Leistungsflußdichte S, Modus: *manuell*

Es werden ausschließlich die Spitzenwerte einer Messung aufgezeichnet. Die Darstellung der Messwerte erfolgt in einem logarithmischen Diagramm über der Zeit, nachdem die Messung gestartet wurde. Wenn die eingestellte **Aufzeichnungsbreite** (siehe Kapitel Anzeigelisten) während der Aufzeichnung erreicht ist, dann scrollt die Messkurve automatisch weiter. Die zugehörigen **Zeitmarken** werden am linken und rechten Rand der Grafik fixiert. Der Zeitunterschied zwischen diesen Zeitmarken entspricht dann genau der Aufzeichnungsbreite.

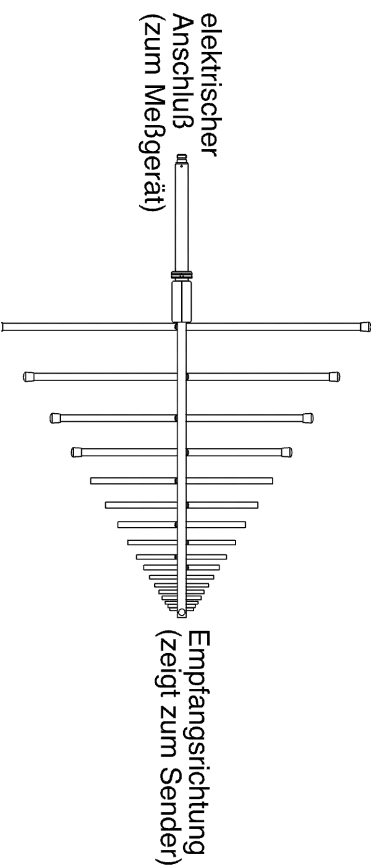
Die Aufzeichnung endet, wenn der eingestellte Wert der **Aufzeichnungsdauer** erreicht wird (siehe Kapitel Anzeigelisten).

Die **Maximalwerte** während einer Aufzeichnung werden in gesonderten Textfeldern angegeben, die sich am rechten Rand des Anzeigefensters befinden.

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

S in mW/m ²	S in µW/cm ²	E in V/m	H in A/m	H in mA/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
0,1	0,01	6,1	0,016	16,29

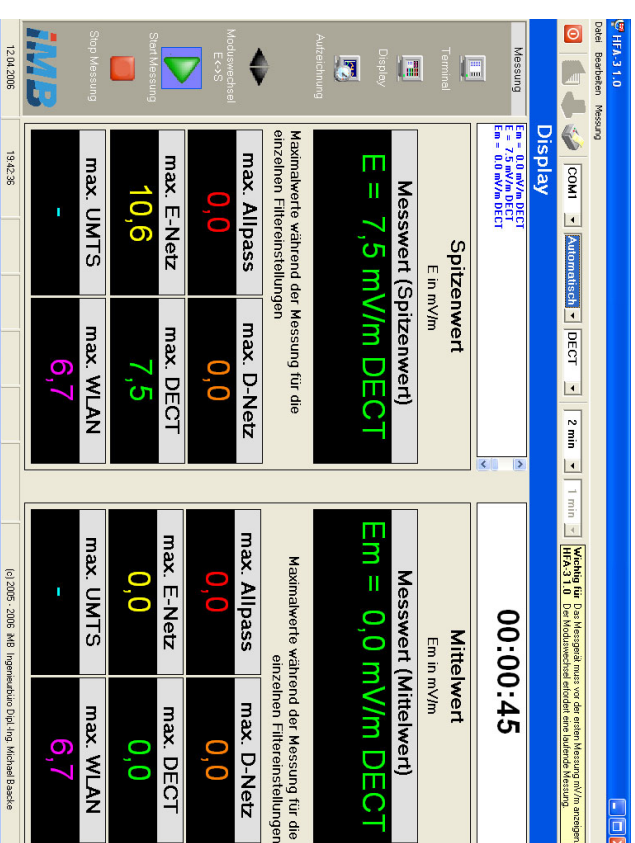
Im Lieferumfang des HFA-3 enthalten ist eine logarithmisch periodische Antenne (Logper-Antenne) für den Frequenzbereich 900 MHz bis 2,6 GHz aus Kostengründen in Form einer gedruckten Platine! Hiermit kann grundsätzlich die Richtung und Polarisation der HF-Strahlung genau ermittelt werden.



In den Textfeldern werden alle Messwerte und deren Maxima während der Messung in den einzelnen Filterbereichen (z.B. D-Netz) entweder für die Feldstärke oder die Leistungsflussdichte angezeigt (Anklicken des Icons Moduswechsel).

Die Anzeigen sind farblich codiert:

Messwerte:	grün	Feldstärke E in V/m
Maxima:	rot	Leistungsflussdichte S in µW/m ²
	rot	Allpass
	orange	D-Netz
	gelb	E-Netz
	grün	DECT
	blau	UMTS
	lila	WLAN



Anzeige Display, Feldstärke E, Modus: automatisch

Besonders hilfreich ist es an dieser Stelle Automatisch in der Anzeigeliste Modus einzustellen. Es werden dann in Abständen von 8 Sekunden alle Filter (Frequenzbänder) nacheinander abgearbeitet.

Meßunsicherheiten

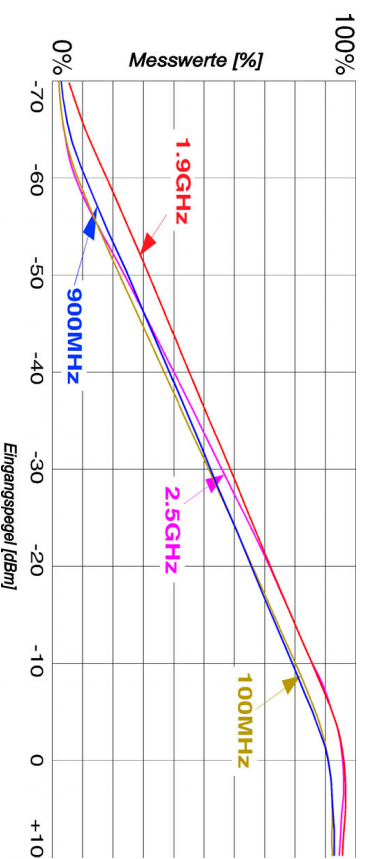
Aus dem oben erwähnten ist erkennbar, daß bei der Messung der Hochfrequenz mit Meßunsicherheiten (Meßfehlern) gerechnet werden muß.

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 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 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.



Linearitätsverlauf der Eingangsverstärkerschaltung des HFA-3

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.

Allpass
Allpass
D-Netz
E-Netz
DECT
UMTS
WLAN

Auswahlliste: Filter

2 min
2 min
6 min
12 min
30 min
1 std
2 std
3 std

Die Filter (Frequenzen) in der Auswahlliste können manuell oder automatisch eingestellt werden. Die Maximalwerte für jeden Filterbereich werden ausgewertet und können während der Langzeitmessung gespeichert werden.

In dieser Auswahlliste sind die verfügbaren Aufzeichnungsdauern für die Langzeitaufzeichnung gelistet. Wenn die eingestellte Zeit abgelaufen ist, wird die Messung automatisch beendet.

Auswahlliste: Aufzeichnungsdauer

1 min
1 min
10 min

In dieser Auswahlliste sind die beiden möglichen Aufzeichnungsbreiten gelistet. Die Aufzeichnungsbreite ist die Zeit, die maximal während der Langzeitaufzeichnung dargestellt wird. Wenn die Aufzeichnungsdauer die Aufzeichnungsbreite übersteigt, wird die Grafik automatisch gescrollt. Die Aufzeichnungsbreite wird mit abgespeichert, d.h. wenn eine Messung wieder geladen wird, wird nur soviel von der Messkurve dargestellt, wie in die Aufzeichnungsbreite paßt. Der restliche Teil der Messkurve wird durch Schieben der horizontalen Bildlaufleiste sichtbar gemacht („gescrollt“).

Auswahlliste: Aufzeichnungsbreite

Terminal

Bei dieser Anzeige werden die Ausgaben **Spitzenwert** und **Mittelwert** sowohl vom Betrag als auch mit der jeweiligen Dimension angezeigt. Die Werte werden so angezeigt, wie sie über die Schnittstelle kommen („Endlosschleife“ im Messgerät). Ein Zeittakt ist nicht verfügbar.

Sobald die Messung gestartet ist (Klick auf das Icon **Start Messung** oder aus dem Menü heraus) werden im Textfeld **Messwerte**, die ausgelesenen Werte untereinander dargestellt, wobei sich Spitzenwert und Mittelwert abwechseln.

Zu Diagnosezwecken werden die jeweils letzten Messwerte in den gesonderten Textfeldern **Spitzenwert** und **Mittelwert** in größerer Schriftart dargestellt.

paß-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 Restanzzeige	Leistungsflussdichte Restanzzeige
	mindestens	höchstens	höchstens
D-Netz (GSM900)	29dB	3,5%	0,13%
E-Netz (GSM1800)	34dB	2,0%	0,04%
DECT	40dB	1,0%	0,01%
UMTS (3G)	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 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 angenehmenen 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

Löschen: Löschen der aktuellen Langzeitaufzeichnung und aller Anzeigen.

Messung: Moduswechsel, Start/Stop Messung sind die Bedienoptionen während des Messvorgangs.

Start Messung: Die Messung wird gestartet. Und die Messung in der zuvor ausgewählten Anzeige dargestellt.

Stop Messung: Die Messung wird angehalten. Die Messung kann jetzt gespeichert werden (siehe später).

Moduswechsel: Nur während einer laufenden Messung ist es möglich einen „Moduswechsel“ von Feldstärke nach Leistungsflussdichte und umgekehrt durchzuführen. Die Programmierung des HFA3-Messgerätes erfordert dies. Dazu sollte auch durch den Anwender sichergestellt werden, dass vor der ersten Messung mit der HFA3 1.0 Software das Messgerät sich im Modus E (Feldstärke, Anzeige V/m) befindet.

Hinweis: Einige Einstellungen in den Menülisten oder Auswahllisten (z.B. Filter, Automatikmodus) sind erst wirksam, nachdem die Messung gestartet wurde.



Terminal

Alternativ kann die Anzeige Terminal durch Anklicken dieses Icons ausgewählt werden.



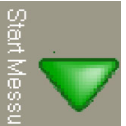
Display

Alternativ kann die Anzeige Display durch Anklicken dieses Icons ausgewählt werden.



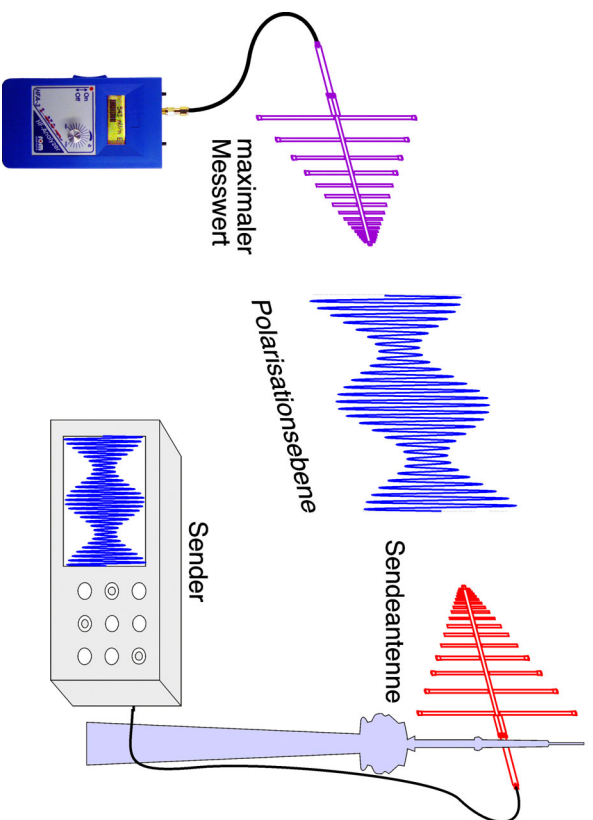
Aufzeichnung

Alternativ kann die Anzeige Aufzeichnung durch Anklicken dieses Icons ausgewählt werden.



Start Messung

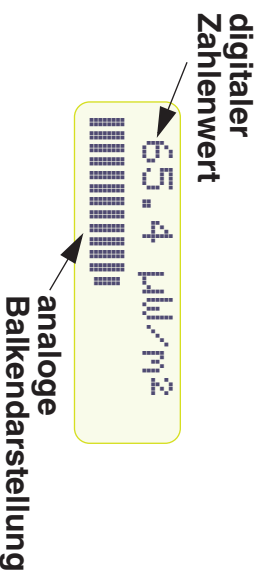
Alternativ kann eine Messung durch Anklicken dieses Icons gestartet werden.



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

Meßwertdarstellung

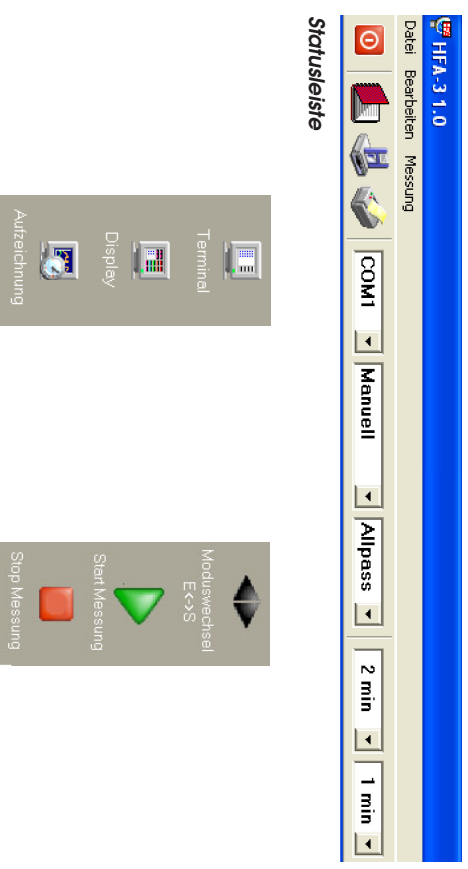
Im Display wird der Meßwert digital als Zahlenwert und analog als Balken dargestellt.



- 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 Strahlungsichte in $\mu\text{W}/\text{m}^2$ möglich.

Bedienelemente und Anzeigen

Die Bedienung der HFA3 1.0 Software ist über die Menüleiste, Schaltflächen und Icons möglich. Nachfolgend werden alle Bedienelemente vorgestellt.



Bedienelemente

Menüleiste, Schaltflächen und Icons



Drucken: Das aktuelle Anzeigefenster wird mit seinem gesamten Inhalt an den installierten Drucker gesandt.

Beenden: Alle Messungen werden angehalten und die Software beendet.

Menüleiste: Datei



Anstelle des Menüeintrags bewirkt ein Klick auf dieses Icon in der Schaltflächenleiste das Auslösen des Druckvorganges.



Anstelle des Menüeintrags bewirkt ein Klick auf dieses Icon in der Schaltflächenleiste das Beenden des Programms.

Menüleiste

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

65.4 $\mu\text{W}/\text{m}^2$



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

65.4 $\mu\text{W}/\text{m}^2$



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

MPX! $\mu\text{W}/\text{m}^2$



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.

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 Kurzzeitexpositionen an. Für Dauerbelastungen wie z. B. bei DECT-Basisstationen, die ständig gepulste Hochfrequenz aussenden, sollten $5 \mu\text{W}/\text{m}^2 = 0,5 \text{ nW}/\text{cm}^2 \approx 40 \text{ mV}/\text{m}$ nicht überschritten werden!

Eine dritte Möglichkeit bietet der Explorer. Hiermit können Sie im Installationsverzeichnis „HFA3_10.exe“ direkt starten.

Die Installationsroutine erzeugt folgende Verzeichnisstruktur:

Hauptverzeichnis:

Hier steht die Programmdatei HFA3_1_2_2.exe.

Unterverzeichnis „Aufzeichnung“: Hier werden die Dateien der Aufzeichnungen abgelegt.

Start des Programms

Wegen der vielen unterschiedlichen PC-Konfigurationen ist die Inbetriebnahme nicht immer völlig problemlos. Es empfiehlt sich, bei der Inbetriebnahme folgende Reihenfolge einzuhalten:

1. Verbindung von PC und HFA-3 mit dem Seriellen Kabel am seriellen Anschluss des PCs.

Hinweis:

Steht kein serieller Anschluss zur im PC zur Verfügung muss ein sogenannter USB-Seriell-Adapter verwendet werden. Über den Fachhandel oder ROM-Elektronik erhalten Sie einen solchen Adapter. Die Inbetriebnahme des Adapters erfolgt nach den Herstellerangaben.

2. Einschalten des Messgerätes
3. Start des Programms
4. Auswahl der Darstellungen und Start der Messungen

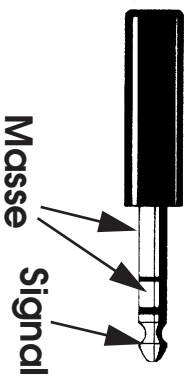
Nach dem Start des Programms erscheint der Startbildschirm (siehe Abbildung). Nach circa 5 Sekunden startet dann das eigentliche Programm. Durch einen Mausklick auf die Schaltfläche „Weiter“ wird das eigentliche Programm ohne weitere Wartezeit gestartet.

Die Mehrsprachenversion bietet neben Deutsch noch Englisch, Französisch und Spanisch an.

Nach dem Start wird automatisch die Anzeige **Terminal** gezeigt.

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.

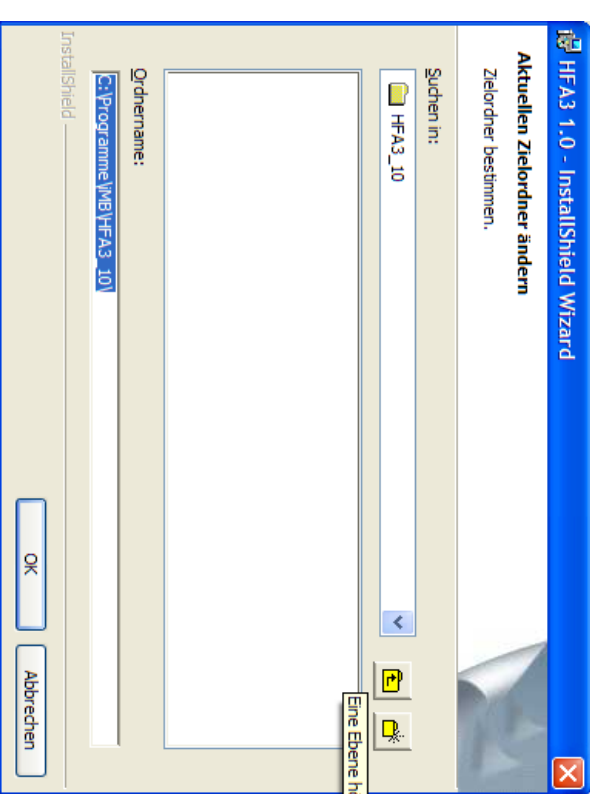
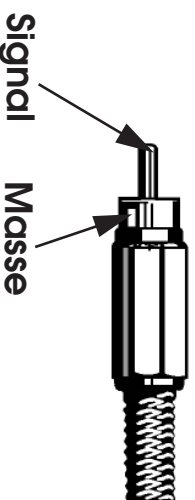
Dieser Ausgang kann auch mit einem NF-Spektrumanalysator verbunden werden. Spektrumanalysator gibt es mittlerweile einige; entweder als reine Softwarelösung (Anschluss über Soundkarte und PC), oder als Zusatzgeräte wie z. B. unsere Geräte Serie ADC.

Optionen

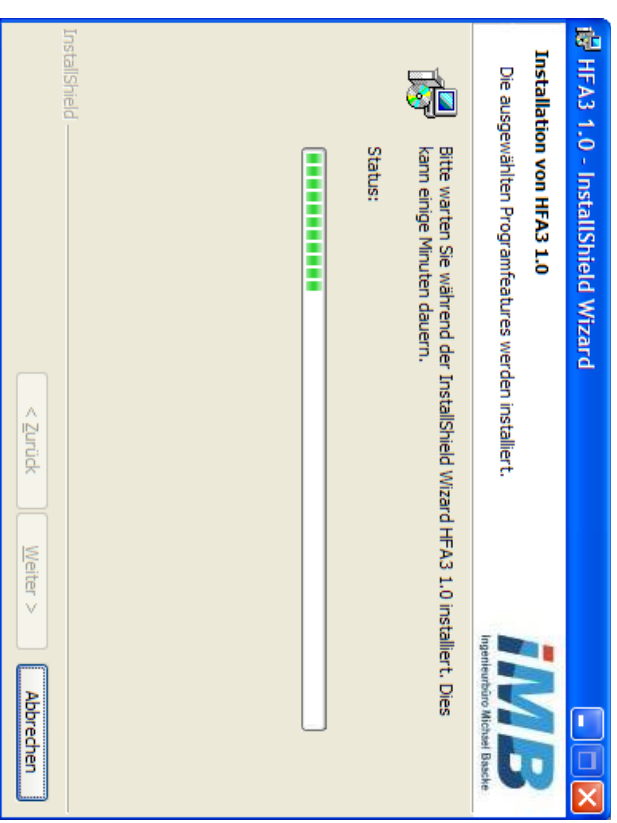
Der HFA-3 kann mit einem Schreiber Ausgang (0-2,5 V) oder/und seriellem RS232 Computerchnittstelle geliefert werden. Auch eine Nachrüstung ist möglich.

Analoger Schreiber Ausgang

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



Schritt 4b der Installation (Ziellordner)



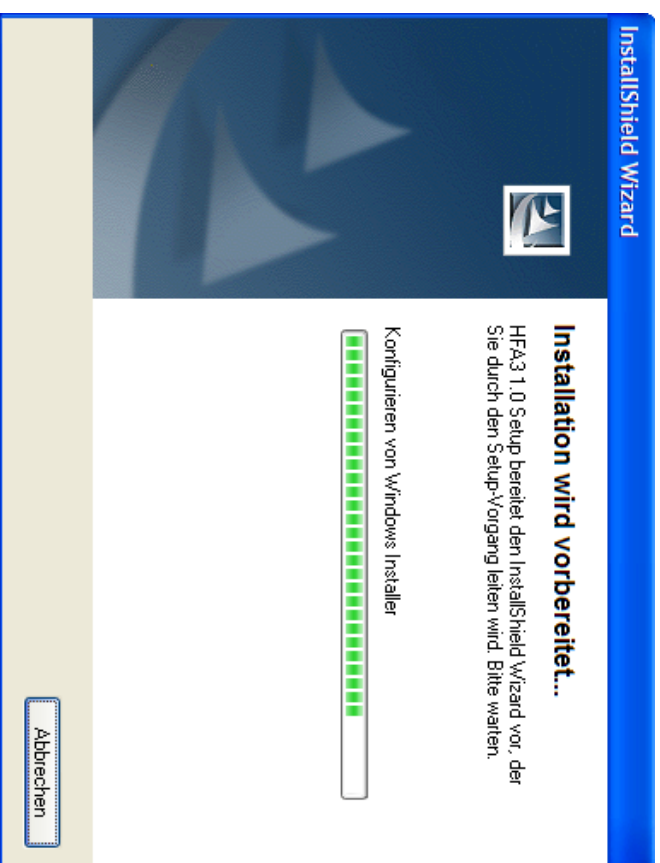
Schritt 5 der Installation (Durchführung)

Installation

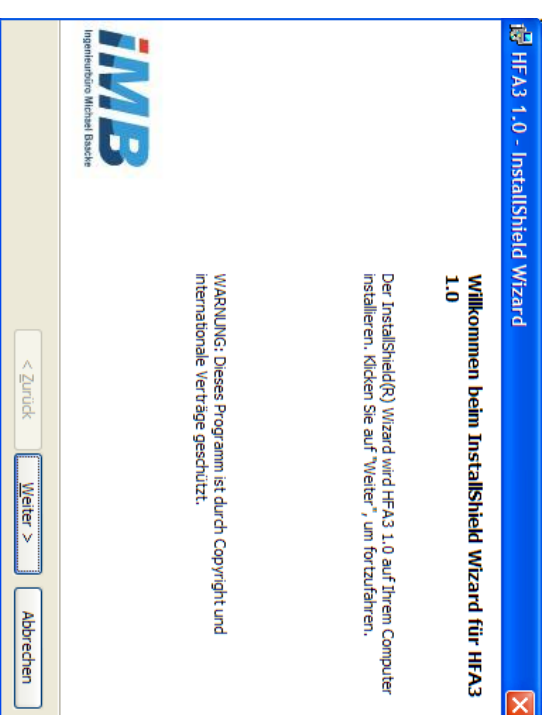
Bitte legen Sie die Programm-CD in das CD-Laufwerk Ihres Computers und starten Sie die Installation:

Klicken Sie auf d:\setup.exe (ggf. haben Sie einen anderen Laufwerksbuchstaben als d: für Ihr CD-Laufwerk).

Nachfolgend werden Sie durch die einzelnen Schritte der Installation geführt.

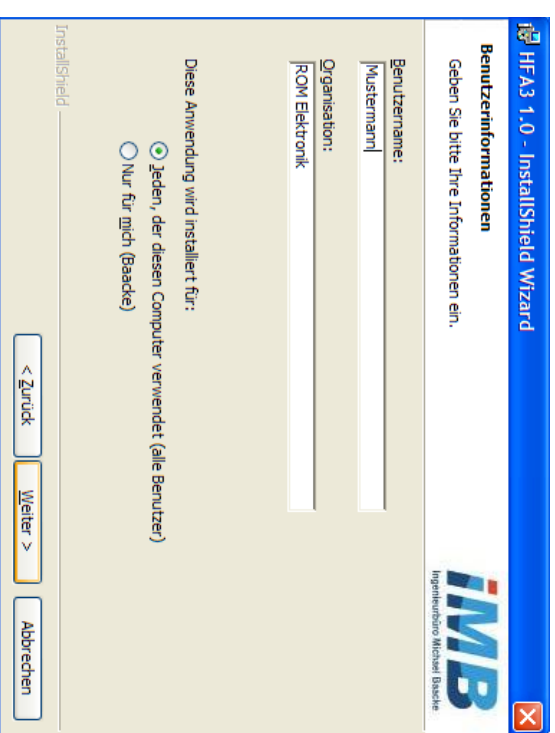


Schritt 1 der Installation (Start)



Schritt 2 der Installation

Setzen Sie die Installation in Schritt 3 mit „Weiter >“ fort und geben Sie Ihre persönlichen Daten in die unten stehenden Felder ein.



Schritt 3 der Installation (Persönliche Daten)