

HF59B

27 MHz (UBB27) / 700 MHz (LogPer) - 2,7 GHz (3,3 GHz: -3dB)



Deutsch

Seite 1

HF-Analyser

Hochfrequenz-Analyser für Frequenzen von 700 MHz bis 2,7 (3,3) GHz

Bedienungsanleitung

English

Page 20

RF-Analyser

High Frequency Analyser for Frequencies from 700 MHz to 2.7 (3.3) GHz

Manual

Danke!

Wir danken Ihnen für das Vertrauen, das Sie uns mit dem Kauf dieses Gerätes bewiesen haben. Es erlaubt Ihnen eine einfache Bewertung Ihrer Belastung hochfrequenter („HF“) Strahlung in Anlehnung an die Empfehlungen der Baubiologie.

Wiederholen Sie die Messung regelmäßig, da sich die Belastung durch den schnellen Ausbau der Funktechnologien über Nacht vervielfachen kann.

Thank you!

We thank you for the confidence you have shown in buying a Gigahertz Solutions product. It allows for an easy evaluation of your exposure to high-frequency (“HF”) radiation according to the recommendations of the building biology.

Please make sure to repeat measurements at regular intervals as the rapid development of the radio technologies may cause an overnight multiple increase of the pollution in your surroundings.

Sicherheitshinweise:

Das Messgerät nicht in Berührung mit Wasser bringen oder bei Regen benutzen. Reinigung nur von außen mit einem schwach angefeuchteten Tuch. Keine Reinigungsmittel oder Sprays verwenden.

Aufgrund der hohen Auflösung des Messgerätes ist die Elektronik hitze-, stoß- und berührungsempfindlich. Deshalb nicht in der prallen Sonne oder auf der Heizung o.ä. liegen lassen, nicht fallen lassen oder im geöffnetem Zustand an den Bauelementen manipulieren.

Der Antenneneingang ist gegen Überlast abgesichert, insbesondere können keine Handys, WLAN Router und ähnliche Geräte Schaden anrichten, egal wie nah sie an die Antenne gehalten werden.

Safety Instructions:

The HF analyser should never come into contact with water or be used outdoors in the rain. Clean the meter only from the outside, using a slightly moist cloth. Do not use cleaners or sprays.

Due to the high sensitivity level, the electronics of the HF analyser are very sensitive to heat, shock as well as touch. Therefore, do not leave the instrument in the hot sun, on a heating element or in any other damaging environment. Do not drop or try to manipulate its electronics inside when the casing is open.

The antenna input is protected against overload. This way no damage can be caused by especially mobile phones, WLAN routers or similar instruments, no matter how close they get to the antenna.

Deutsch

Inhaltsverzeichnis

Vorbereitung des Messgerätes	1
Funktions- und Bedienelemente	2
Eigenschaften hochfrequenter Strahlung ...	4
...und Konsequenzen für die Durchführung der Messung	5
Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Durchführung der Messung	9
Grenz-, Richt- und Vorsorgewerte	18
Audio-Modulationsanalyse	19
Benutzung der Signalausgänge	20
Weiterführende Analysen	20
Akkumanagement	21
Garantie, Serviceadresse	23
Umrechnungstabelle	hintere Umschlagseite

Vorbereitung des Messgerätes

Anschluss der LogPer-Antenne



Der Winkelstecker der Antennenzuleitung wird an der Buchse rechts oben am Basisgerät angeschraubt. Festziehen mit den Fingern genügt - ein Gabelschlüssel sollte nicht verwendet werden, weil damit das Gewinde überdreht werden kann. Diese SMA-Verbindung mit vergoldeten Kontakten ist die hochwertigste industrielle HF-Verbindung in dieser Größe.

An der Antennenspitze befinden sich zwei Leuchtdioden zur Funktionsdiagnose bei eingeschaltetem Messgerät. Die rote LED leuchtet, wenn die Antenne richtig angeschlossen ist und die Stecker und die Antennenleitung in Ordnung sind. Die grüne LED überprüft die Leitungen und Lötstellen auf der Antenne selbst und leuchtet, wenn hier alle Kontakte ordnungsgemäß sind.

Antenne in den kreuzförmigen Schlitz in der abgerundeten Geräte- stirnseite stecken. Damit sich das Antennenkabel „entspannt“ in einem Bogen unter dem Messgeräteboden zwischen Antenne und Antennenbuchse des Messgerätes ausrichten kann, ggf. für die Ausrichtung des Kabels die Schraubverbindung an der Buchse etwas lockern.

Wichtig: Antennenkabel nicht knicken!

An beiden Enden des Antennenkabels sind Ferrittröhrchen zur Verbesserung der Antenneneigenschaften aufgesteckt.

Der Anschluss der Omni-Antenne UBB27 (optional zum HF59B erhältlich) ist in deren Bedienungsanleitung beschrieben.

Überprüfung der Akkuspannung

Wenn die „Low Batt.“-Anzeige senkrecht in der Mitte des Displays angezeigt wird, so ist keine zuverlässige Messung mehr gewährleistet. In diesem Falle Akku laden.

Falls gar keine Anzeige auf dem Display erscheint, Kontaktierung des Akkus prüfen bzw. versuchsweise eine 9 Volt E-Block-Batterie (Alkalimangan) einsetzen. (Siehe Kapitel „Akkuwechsel“).

Vorsicht: Bei temporärem Batteriebetrieb darf keinesfalls das Netzteil angeschlossen werden!

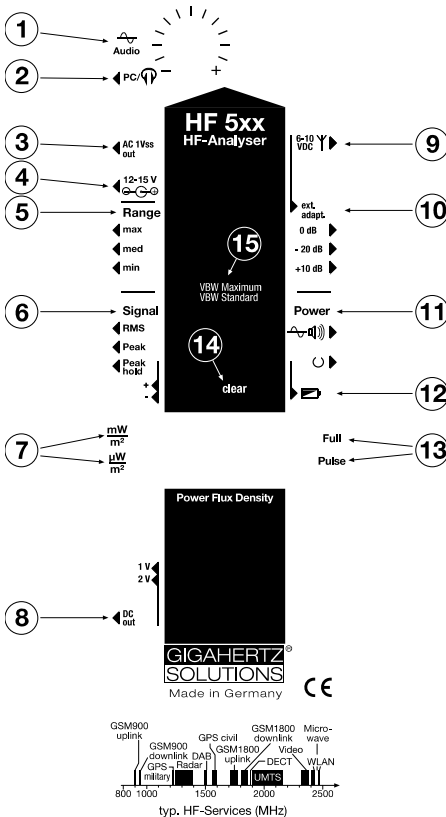
Hinweis

Jeder Schaltvorgang (z.B. Messbereichswechsel) führt systemimmanent zu einer kurzen Übersteuerung, die auf dem Display dargestellt wird.


Das Messgerät ist nun einsatzbereit.

Im nächsten Kapitel sind einige essentielle Grundlagen für eine belastbare HF-Messung kurz zusammengefasst. Wenn Ihnen diese nicht geläufig sind, so sollten Sie dieses Kapitel keinesfalls überspringen, da sonst leicht gravierende Fehler in der Messung unterlaufen können.

Funktions- und Bedienelemente



Der HF-Teil des Gerätes ist durch ein internes Blechgehäuse am Antenneneingang gegen Störeinstrahlung geschirmt (Schirmungsmaß ca. 35 - 40 dB)

- 1) Lautstärkeregler für die Audioanalyse
- 2) 3,5mm Klinkebuchse: AC-Ausgang des modulierten Signals zur Audioanalyse (PC-Audiokarte oder Kopfhörer (mono)).
- 3) Genormter AC Ausgang 1 Volt Spitze-Spitze, feldstärkeproportional.
- 4) Ladebuchse 12-15 Volt DC zur Verwendung mit dem mitgelieferten Netzteil. Nur bei Akkubetrieb verwenden!
- 5) Wahlschalter für den Messbereich:
 max = 19,99 mW/m² (=19.990 µW/m²)
 med = 199,9 µW/m²
 min = 19,99 µW/m²
 Zu beachten: Mit Vorverstärker und Dämpfer verändert sich die Skalierung.
- 6) Wahlschalter für die Signal-Bewertung. Standardeinstellung = „Peak“. Wenn „Peak hold“ (Spitzenwert halten) eingestellt ist, so kann mit dem kleinen Serviceschalter schräg rechts darunter noch zusätzlich die Zeitkonstante eingestellt werden, d.h. ob der Spitzenwert langsamer oder schneller „zurückläuft“. Standardeinstellung = „+“. Manuelle Rücksetzung des Spitzenwertes mit Taster 14.
- 7) Die Einheit der angezeigten Zahlenwerte wird durch kleine Balken links im Display angezeigt:
 Balken oben = mW/m² (Milliwatt/m²)
 Balken unten = µW/m² (Mikrowatt/m²)
- 8) Gleichspannungsausgang z.B. für Langzeitaufzeichnungen. 1 Volt DC bei Vollauschlag, skalierbar auf 2 Volt DC.
- 9) Anschlussbuchse für das Antennenkabel. Die Antenne wird in den Kreuzschlitz auf der Gerätestirnseite gesteckt.
- 10) Pegelanpassungsschalter nur bei Verwendung der optional erhältlichen Zwischenstecker zur Verstärkung und Dämpfung (nicht im Standardlieferungsumfang). Bei direktem Anschluss des Antennenkabels ist die Standardeinstellung „0 dB“ richtig. Ohne die entsprechenden Zwischenstecker führt jede andere Einstellung nur zu einem Kommafehler, nicht etwa einer realen Pegelanpassung.
- 11) Ein-/Ausschalter  = Ein, mit Audioanalyse.
- 12) Ladeanzeige
- 13) Signalanteil: „Full“ = gesamte Leistungsflussdichte.
 „Pulse“ = amplitudenmodulierter (= „gepulster“) Anteil. Bei dieser Einstellung minimiert sich das Geräterauschen auf einen Bruchteil (wichtig bei besonders kleinen Signalen).
- 14) Taster zur Rücksetzung d. Spitzenwertes. (so lange drücken, bis der Wert nicht weiter zurückgeht!)
- 15) Schiebeschalter zur Wahl der Videobandbreite.
Standardeinstellung = „VBW Standard“.

Die Schalter selten benötigter Funktionen sind abgesenkt!

Inhalt der Verpackung

Messgerät, Aufsteckbare Antenne mit Antennenkabel, Akkupack (im Gerät), Netzgerät, Bedienungsanleitung

Eigenschaften hochfrequenter Strahlung...

Wenn hochfrequente Strahlung des betrachteten Frequenzbereichs auf irgendein Material auftrifft, so

1. durchdringt sie es teilweise
2. wird sie teilweise reflektiert
3. wird sie teilweise absorbiert.

Dadurch kommt es innerhalb eines Gebäudes zu extrem unterschiedlichen Feldverteilungen mit starken Überhöhungen in einzelnen Punkten (sogenannte „Hotspots“).

Mindestabstand

Erst in einem bestimmten Abstand von der Strahlungsquelle („Fernfeld“) kann Hochfrequenz in der gebräuchlichen Einheit „Leistungsflussdichte“ (W/m^2) quantitativ gemessen werden.

Auch in der Fachliteratur findet man unterschiedliche Angaben darüber, wo die Fernfeldbedingungen beginnen, wobei die Angaben zwischen dem 1,5-fachen und dem 10-fachen der Wellenlänge liegen. Als einfach zu merkende Faustregel können Sie von folgenden Untergrenzen ausgehen:

- Bei 27 MHz ab ca. 27 Metern
- Bei 270 MHz ab ca. 2,7 Metern
- Bei 2700 MHz ab ca. 27 Zentimetern
- ... also umgekehrt proportional zur Frequenz.

Hintergrund: Im Nahfeld müssen die elektrische und magnetische Feldstärke des HF-Feldes separat ermittelt werden (d.h. sie sind nicht ineinander umrechenbar); während man diese im Fernfeld ineinander umrechnen kann und in Deutschland meist als Leistungsflussdichte in W/m^2 (bzw. $\mu W/m^2$ oder mW/m^2) ausdrückt.

Polarisation

Wenn hochfrequente Strahlung gesendet wird, so bekommt sie eine „Polarisation“ mit auf den Weg, d.h. die Wellen verlaufen entweder in der horizontalen oder der vertikalen Ebene. Im besonders interessanten Mobilfunkbereich verlaufen sie zumeist vertikal oder unter 45 Grad. Durch Reflexion und dadurch, dass die Handys selbst irgendwie liegen können oder gehalten werden, sind auch andere Polarisations Ebenen möglich. Es sollte deshalb immer zumindest die vertikale und die 45° Ebene gemessen werden. Die aufgesteckte Antenne misst die vertikal polarisierte Ebene, wenn die Oberseite (Display) des Messgerätes waagrecht positioniert ist. Ein besonderes Merkmal der mitgelieferten logarithmisch-periodischen Antenne ist die besonders gute Entkopplung zwischen vertikaler und horizontaler Ebene.

... und Konsequenzen für die Durchführung der Messung

Wenn Sie ein Gebäude, eine Wohnung oder ein Grundstück HF-technisch „vermessen“ möchten, so empfiehlt es sich immer, die Einzelergebnisse zu **protokollieren**, damit Sie sich im Nachhinein ein Bild der Gesamtsituation machen können.

Ebenso wichtig ist es, die **Messungen mehrere Male zu wiederholen**: Erstens zu unterschiedlichen Tageszeiten und Wochentagen, um die teilweise erheblichen Schwankungen nicht zu übersehen. Zweitens aber sollten die Messungen auch über längere Zeiträume hinweg gelegentlich wiederholt werden, da sich die Situation oft quasi „über Nacht“ verändern kann. So kann schon die versehentliche Absenkung der Sendeantenne um wenige Grad, z.B. bei Montagetarbeiten am Mobilfunkmast, gravierenden Einfluss haben. Insbesondere aber wirkt sich selbstverständlich die enorme Geschwindigkeit aus, mit der die Mobilfunknetze (LTE, 5G) und auch WLAN Hotspots heute ausgebaut werden.

Auch wenn Sie eigentlich die Innenräume vermessen möchten, so empfiehlt es sich, zunächst auch außerhalb des Gebäudes eine Messung in **alle Richtungen** durchzuführen. Ggf. aus dem geöffneten Fenster messen. Dies erlaubt erste Hinweise auf die „HF-Dichtigkeit“ des Gebäudes einerseits und auf mögliche gebäudeinterne Quellen andererseits (z.B. DECT-Telefone, auch von Nachbarn).

Außerdem sollte man bei einer Innenraummessung immer beachten, dass diese über die spezifizierte Genauigkeit der verwendeten Messtechnik hinaus eine zusätzliche Messunsicherheit durch die aus den beengten Verhältnissen resultierenden „stehenden Wellen“, Reflexionen und Auslöschungen mit sich bringt. Nach der „reinen Lehre“ ist eine quantitativ genaue HF-Messung prinzipiell nur unter so genannten „Freifeldbedingungen“ reproduzierbar möglich. Dennoch wird in der Realität selbstverständlich auch in Innenräumen Hochfrequenz gemessen, da dies die Orte sind, von denen die Messwerte benötigt werden. Um diese systemimmanente Messunsicherheit möglichst gering zu halten, sollte man aber genau die Hinweise zur Durchführung der Messung beachten.

Wie bereits in den Vorbemerkungen erwähnt, können die Messwerte schon durch geringe Veränderung der Messposition relativ stark schwanken (meist deutlich stärker als im Bereich der Niederfrequenz). **Es ist sinnvoll, das lokale Maximum im betreffenden Raum für die Beurteilung der Belastung heranzuziehen**, auch wenn dieser Ort nicht exakt mit dem zu untersuchenden Punkt, z.B. dem Kopfende des Bettes übereinstimmt.

Der Grund liegt in der Tatsache begründet, dass oft schon kleinste Veränderungen der Umgebung zu recht großen Veränderungen der lokalen Leistungsflussdichte führen können. So beeinflusst bereits die messende Person den genauen Ort des Maximums. Insofern kann also ein zufällig geringer Messwert am relevanten Platz am nächsten Tag schon wieder viel höher sein. Das Maximum im Raum aber verändert sich meist nur, wenn sich an den Strahlungsquellen etwas ändert, ist also repräsentativer für die Beurteilung der Belastung.

Die folgenden Beschreibungen beziehen sich auf die **Immissionsmessung**, d.h. auf die Ermittlung der für den Grenzwertvergleich relevanten, summarischen Leistungsflussdichte.

Eine zweite messtechnische Anwendung des vorliegenden Gerätes ist diejenige, die Verursacher dieser Belastung zu identifizieren bzw. – noch wichtiger – geeignete Abhilfe- bzw. Abschirmungsmaßnahmen festzulegen, also letztlich eine **Emissionsmessung**. Hierfür ist die mitgelieferte LogPer-Antenne prädestiniert. Das Vorgehen zur Festlegung geeigneter Abschirmmaßnahmen wird am Ende dieses Kapitels in einem speziellen Abschnitt beschrieben.

Vorbemerkung zur Antenne

Die mitgelieferte Antenne stellt einen ausgewogenen Kompromiss aus einer hervorragenden Messcharakteristik und gleichzeitig noch sehr guten Peileigenschaften dar. Somit kann die Richtung des Strahlungseinfalls zuverlässig ermittelt werden - eine Grundvoraussetzung für eine zielgerichtete Sanierung.

Wichtig: Da die Antenne zur Reduktion des Erdeinflusses nach unten abgeschirmt ist, sollte man mit der Antennen„spitze“ etwa 10° unter das eigentliche Messobjekt zielen, um Verfälschungen im Grenzübergang zu vermeiden (bei leicht erhöhten Zielen, z.B. Mobilfunkmast, ggf. einfach horizontal peilen. Siehe Zeichnung).



Wenn man als „Zielhilfe“ von der oberen Vorderkante des Messgerätes über die Spitze des kleinsten Resonators peilt, hat man diese 10° recht gut erreicht. Plus/Minus ein paar Grad machen dabei keinen wesentlichen Unterschied. Die „Ziellinie“ ist auf der Antenne markiert.

Das konkrete Vorgehen für eine aussagefähige Messung wird weiter hinten noch detailliert beschrieben.

Die ungewöhnliche Ausprägung der Ihnen hier vorliegenden logarithmisch-periodischen Antenne ist Gegenstand einer unserer Patentanmeldungen. Sie erlaubt eine sehr gute Trennung der horizontalen und vertikalen Polarisationssebene und hat einen deutlich günstigeren Frequenzverlauf (geringere „Welligkeit“) als herkömmliche logarithmisch-periodische Antennen. (Für Profis: Bei der technisch schwierigeren Messung der vertikalen Polarisationssebene ist sie zudem deutlich besser gegen den verfälschenden Erdeinfluss abgeschirmt).

Auf dem Display wird immer die gesamte Leistungsflussdichte am Messort angezeigt, in die Richtung, auf welche die Antenne zeigt.

Da das HF59B auch Frequenzen unter 700 MHz empfängt, ist dieser Filter hier nicht integriert, sondern als HP700 extern vorschaltbar. Dieser kleine Filter wird als Durchgangsstecker zwischen Antennen-eingang und das Antennenkabel geschraubt.

Zusätzlich gibt es besonders im unteren HF-Bereich viele nicht amplitudenmodulierte („ungepulste“) Sender. Diese können durch die Audioanalyse prinzipiell nicht hörbar gemacht werden, was die Interpretation der Messergebnisse zusätzlich erschwert. Deshalb

werden solche Strahlungsanteile durch das Messgerät mit einem gleichmäßigen **Knatterton** „markiert“, welcher in der Lautstärke der Audioanalyse proportional zum Anteil am Gesamtsignal ist. Die „Markierung“ hat eine Frequenz von 16 Hz (also sehr tief). Ein Hörbeispiel ist auf unserer homepage zu finden. In der Schalterstellung „Pulse“ rechts neben dem Display werden diese Sender und somit auch das „Knattern“ ausgeblendet.

Um mit dem HF59B auch Frequenzen unter 700 MHz quantitativ zu messen, ist aus dem Hause Gigahertz Solutions die aktive, horizontal isotrope Ultrabreitbandantenne (auch „Omni-Antenne“) UBB27_G3 von 27 MHz bis über 3,3 GHz erhältlich.

LogPer- oder isotrope Antenne?

Je nach Aufgabe haben beide Typen Vor- und Nachteile:

- unter 700 MHz gibt es keine Alternative zur isotropen UBB-Antenne, da die LogPer-Antenne aus geometrischen Gründen erst bei 700 MHz beginnt.
- Für Langzeitaufzeichnungen ist i.d.R. nur eine isotrope Antenne sinnvoll.
- Für die *orientierende* „Immissionsmessung“ (Messung der Gesamtbelastung) hat die isotrope Antenne klare Vorteile.
- Für die Festlegung von Sanierungsmaßnahmen („Emissionsmessung“) ist die LogPer-Technik klar überlegen.

Bei der quantitativen „Immissionsmessung“ (Messung der Gesamtbelastung) sind Vor- und Nachteile beider Antennentypen gegeneinander abzuwägen:

- Die Messunsicherheit der isotropen Antenne ist in der Praxis höher und die Interpretation der Ergebnisse schwieriger, aber dafür geht die Messung schneller und ist umfassender.
- Umgekehrt ist es bei der LogPer-Antenne: Die Messunsicherheit ist im messtechnischen Alltag geringer und die Interpretation der Ergebnisse einfacher, aber dafür ist die Messung aufwändiger und der Frequenzbereich eingeschränkt.

Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Durchführung der Messung

Vorgehen zur orientierenden Messung:

Messgerät und Antenne gemäß dem Kapitel: „Vorbereitung des Messgerätes“ überprüfen.

Den Schalter „Signal“ auf „Peak“ einstellen.

Dann den Messbereich (Schalter „Range“) auf „max“ einstellen. Nur wenn ständig sehr kleine Werte angezeigt werden, in den Messbereich „med“ oder ggf. sogar in den Messbereich „min“ umschalten.

Zu beachten: Beim Umschalten von „max“ auf „med“ wird das Tonsignal deutlich lauter; Zwischen „med“ und „min“ ist kein Unterschied in der Lautstärke.

An jedem Punkt und aus allen Richtungen kann die Strahlungseinwirkung unterschiedlich sein. Wenngleich sich die Feldstärke bei der Hochfrequenz im Raum sehr viel schneller ändert als bei der Niederfrequenz, ist es kaum möglich und auch nicht notwendig, in jedem Punkt in alle Richtungen zu messen.

Da man für die orientierende Messung nicht auf das Display sehen, sondern nur auf das **Tonsignal** hören muss, kann man problemlos langsamen Schrittes und unter ständigem Schwenken (als „liegende Acht“) der Antenne bzw. des Messgerätes mit aufgesteckter Antenne in alle Himmelsrichtungen die zu untersuchenden Räume bzw. den Außenbereich abschreiten, um einen schnellen Überblick zu bekommen. Gerade in Innenräumen kann auch ein Schwenken nach oben oder unten erstaunliche Resultate zeigen.

Quantitative (zahlenmäßige) Messung

Geräteeinstellung: „Range“ (Messbereich)

Zunächst den Schalter „Range“ auf „max“ einstellen. Nur wenn ständig sehr kleine Werte angezeigt werden, in den Messbereich „med“ oder ggf. sogar in den Messbereich „min“ umschalten.

**Grundsatz für die Wahl des Messbereichs:
So grob wie nötig, so fein wie möglich.**

Wichtiger Hinweis zur Einstellung „VBW Maximum“:

In dieser Einstellung kann bei gleichzeitiger Einstellung auf „Full“ ein deutlich zweistelliges Messgeräterauschen angezeigt werden, in Kombination mit „Peak hold“ wird sich nach einiger Zeit sogar ein Gleichgewichtswert von teils deutlich über 100 ergeben. Dabei gilt (für Nichtfachleute überraschenderweise): „Je höher desto besser“, denn umso höher ist die reale Videobandbreite, und folglich umso kürzere Pulsbreiten können damit gemessen werden.

Deshalb bei sehr kleinen Feldstärken auf „med“ bzw. „min“, Vorverstärker HV10, „Pulse“ und/oder „VBW Standard“ zurückgreifen.

Empfehlungen für den Bereich „max“¹:

Werte < 0,15 mW/m²: Umschalten auf „med“

Werte > 0,15 mW/m² und < 1,5 mW/m²: Vorverstärker **HV10 verwenden** um den 20.000-er Bereich (max) in einen „2000er Messbereich“ zu verwandeln! Hilfsweise gilt der höhere Wert.

Bei vergleichenden Messungen (z.B. „vorher - nachher“) sollte man möglichst im selben Messbereich bleiben.

Wenn das Messgerät auch im Messbereich „max“ übersteuert (Anzeige „1“ links im Display), können Sie das Messgerät um den Faktor 100 unempfindlicher machen, indem Sie das als Zubehör erhältliche **Dämpfungsglied DG20_G10** einsetzen. Die Pegelanpassung der Displayanzeige erfolgt dabei mit dem Schalter „ext. adapt. -20 dB“ (bitte beachten Sie das erhöhte Rauschen).

Der HV10 sollte auch bei besonders kleinen Werten in der Schalterstellung „min“. verwendet werden.

Messbereiche

Messbereich	Balken im LCD	Auslieferungszustand, d.h. ohne Vorverstärker oder Dämpfungsglied ("ext.adapt" auf 0 dB)	Anzeigewert u. -einheit
max	█		0.01 - 19.99 mW/m ²
med	█		00.1 - 199.9 μW/m ²
min	█		0.01 - 19.99 μW/m ²

Messbereich	Balken im LCD	Mit ext. Dämpfungsglied DG20, ("ext.adapt" auf -20 dB)	Anzeigewert u. -einheit
max	█		1 - 1999 mW/m ²
med	█		0.01 - 19.99 mW/m ²
min	█		.001 - 1.999 mW/m ²

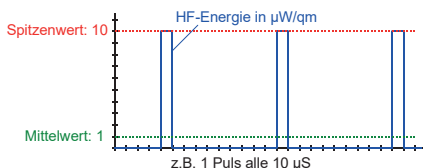
Messbereich	Balken im LCD	Mit externem Verstärker HV10, ("ext.adapt" auf +10 dB)	Anzeigewert u. -einheit
max	█		1 - 1999 μW/m ²
med	█		0.01 - 19.99 μW/m ²
min	█		.001 - 1.999 μW/m ²

¹ Um möglichst große Leistungsflussdichten noch ohne Dämpfungsglied darstellen zu können liegt zwischen „med“ und „max“ ein Faktor 100. Aus technischen Gründen muss hier mit den größten Toleranzen gerechnet werden.

Geräteeinstellung: „Signal“

Peak / RMS

Folgendes symbolisches Beispiel zeigt anschaulich die unterschiedliche Bewertung desselben Signals in der Mittel- und Spitzenwertanzeige („RMS“ und „Peak“):



In der Schalterstellung „Peak“ zeigt das Gerät die volle **Leistungsflussdichte** des Pulses an (im Beispiel also 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$). In der Schalterstellung „RMS“ wird die Leistungsflussdichte des Pulses über die gesamte Periodendauer gemittelt. Angezeigt wird also 1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (= $((1 \times 10) + (9 \times 0)) / 10$).

Wie in der Baubiologie üblich wird in der Schalterstellung „Peak“ oder „Peak Hold“ der „RMS Wert während des Pulses“ angezeigt.

Trotzdem ist auch die Kenntnis des „echten“ Mittelwertes eine nützliche Information²:

- Die „offiziellen“ Grenzwerte basieren auf einer Mittelwertbetrachtung. Zur Einschätzung „offizieller“ Messergebnisse, z.B. auch durch Mobilfunkbetreiber, ist also eine Vergleichsmöglichkeit nützlich.
- Verschiedene Funkdienste zeigen unterschiedliche Verhältnisse von Mittel- zu Spitzenwerten. Dieses Verhältnis kann bei einer DECT-Basisstation 1:100 erreichen. Beim GSM-Mobilfunk sind Verhältnisse zwischen 1:1 und 1:8 theoretisch denkbar.
- Insbesondere für die neuen breitbandig modulierten Funkdienste wie LTE lässt sich der RMS Wert extrem zuverlässig ermitteln und aufgrund der auf maximal 10 dB festgeschriebenen Crestfaktoren auch der rechnerische Spitzenwert.

Hinweis für Benutzer von professionellen Spektrumanalysatoren:

- Die HF-Analyser von Gigahertz Solutions zeigen für gepulste Strahlung in der Schalterstellung „Peak“ denjenigen Wert auf dem Display an, welcher sich aus dem mit der „Max Peak“-Funktion eines modernen Spektrumanalysators als äquivalenter Wert in $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ergibt (bei älteren Spektrumanalysatoren hieß die am ehesten vergleichbare Funktion meist „positive peak“ oder ähnlich).
- Die Schalterstellung „RMS“ entspricht der „true RMS“-Einstellung eines modernen Spektrumanalysators (bei älteren Spektrumanalysatoren arbeitet man meist mit der Funktion „normal detect“ o.ä. und einer der Pulsung sinnvoll angepassten Einstellung der Videobandbreite).
- In der Breitbandmesstechnik versteht man unter Videobandbreite etwas anderes als in der Spektrumanalyse.

² Hinweis für die Benutzer von Messgeräten anderer Hersteller: Die o.g. Rückschlüsse sind nur möglich bei einer echten Mittelwerterfassung. Sie sind nicht gültig, wenn anstelle des Mittelwertes nur der Momentanwert des modulierten HF-Signals angezeigt wird, was bei den meisten Geräten auf dem Markt der Fall ist, auch wenn lt. Spezifikation der Mittelwert angezeigt wird.

Peak hold (Spitzenwert halten)

„Peak“-Werte unterliegen in Innenräumen meist extremen örtlichen Schwankungen (aufgrund von Mehrfachreflexionen). Man arbeitet deshalb vorzugsweise in der Einstellung „Peak hold“, um bei der Untersuchung keine lokalen Maxima („Hot Spots“) zu übersehen.

Umschaltimpulse verursachen „Pseudospitzen“, die mittels des ggf. etwas länger gedrückten Tasters „clear“ gelöscht werden können (bei gedrücktem Schalter „clear“ geht die Messung in eine reine Spitzenwertmessung über). Mit dem Loslassen des Tasters beginnt der Zeitraum, in welchem der höchste Messwert ermittelt werden soll.

Das Tonsignal bleibt auch bei der Einstellung „Peak hold“ proportional zur aktuell gemessenen Leistungsflussdichte. Dies erleichtert das Auffinden absoluten Maximums im untersuchten Bereich.

Die Geschwindigkeit, mit der die „Peak hold“-Funktion „zurückläuft“, kann mit dem Schalter „+“ und „-“ eingestellt werden. Auch nach Minuten ist der Wert, trotz des langsamen „Rücklaufs“ noch innerhalb der spezifizierten Toleranz. Dennoch sollte man mit dem Ablesen nicht zu lange warten um einen möglichst genauen Wert zu erhalten. Bei sehr hohen, extrem kurzen Spitzen braucht die Haltekapazität der Funktion „Peak hold“ einige Augenblicke (unter einer Sekunde) bis sie voll geladen ist.

Quantitative Messung:

Bestimmung der Gesamtbelastung

Die Antenne wird wieder auf das Messgerät aufgesteckt, da auch die Masseanordnung hinter dem Messgerät einen Einfluss auf das Messergebnis hat. Das Gerät sollte nun **am locker ausgestreckten Arm** gehalten werden, die Hand hinten am Gehäuse.

Nun wird im Bereich eines **lokalen Maximums** die Positionierung des Messgerätes verändert, um die effektive Leistungsflussdichte (also den zahlenmäßig interessanten Wert) zu ermitteln. Und zwar

- durch **Schwenken** „in alle Himmelsrichtungen“ zur Ermittlung der Haupt-Einstrahlrichtung. In Mehrfamilienhäusern ggf. auch nach oben und unten. Dabei darf man nach rechts und links aus dem Schultergelenk schwenken, für die Einstrahlung von hinten muss man sich selbst aber wieder hinter das Messgerät bringen. Bei Verwendung der UBB27 reicht das Schwenken nach rechts und links, da nur eine Verfälschung des Messergebnisses durch die messende Person vermieden werden soll.
- durch **Drehen** um bis zu 90° nach links oder rechts um die Messgerätelängsachse, um die Polarisationssebene der Strahlung zu berücksichtigen. Bei Verwendung der UBB27 ist dieser Schritt nur nötig, wenn Einstrahlungen direkt von oben oder unten zu erwarten sind (mehrstöckige - bzw. Mehrfamilienhäuser).
- durch Veränderung der **Messposition** (also des „Messpunktes“), um nicht zufällig genau an einem Punkt zu messen, an dem lokale Auslöschungen auftreten.

Einzelne Messgerätemanbieter verbreiten die Meinung, dass die effektive Leistungsflussdichte durch Messung in drei Achsen und Bil-

dung der resultierenden gebildet werden sollten. Das ist bei Verwendung von logarithmisch-periodischen Antennen Unfug. Umso mehr übrigens auch bei Stab- oder Teleskopantennen.

Allgemein anerkannt ist die Auffassung, den höchsten Wert aus der Richtung des stärksten Feldeinfalls zum Grenzwertvergleich heranzuziehen. Bei Verwendung der UBB27 entfällt selbstverständlich die Richtungskomponente.

Im Einzelfall, wenn z.B. von einer DECT-Telefonanlage im Haushalt eine ähnlich hohe Belastung ausgeht, wie von einem Mobilfunkmast außerhalb des Hauses, könnte es sinnvoll sein, zunächst den Wert „von außen“ bei ausgeschalteter DECT-Anlage zu ermitteln, dann denjenigen von der DECT-Anlage und für den Vergleich dann die Summe aus beiden Werten heranzuziehen (relevant ist dies nur bei richtungsgebundenen Messungen mit einer LogPer-Antenne, die UBB27 berücksichtigt ohnehin beide Komponenten). Ein offiziell definiertes Vorgehen gibt es derzeit nicht, da nach Auffassung der nationalen Normungsinstitutionen, wie bereits weiter oben ausgeführt, ohnehin eine quantitativ zuverlässige, gerichtete und reproduzierbare Messung nur unter „Freifeldbedingungen“ möglich ist.

Um beim Grenzwertvergleich ganz sicher zu gehen, können Sie den angezeigten Wert mit dem Faktor 2 multiplizieren und das Ergebnis als Basis für den Vergleich heranziehen. Diese Maßnahme wird von vielen Baubiologen ergriffen, um auch in dem Fall, dass das Messgerät die spezifizierte Toleranz nach unten vollständig ausnutzt, keinesfalls von einer niedrigeren Belastung ausgegangen wird, als real vorliegt. Man muss dabei allerdings wissen, dass bei einer eventuellen Ausnutzung der Toleranz nach oben ein deutlich zu hoher Wert errechnet wird.

Dieser Faktor für die Messunsicherheit erscheint auf den ersten Blick sehr hoch, relativiert sich jedoch vor dem Hintergrund, dass sogar bei professionellen Spektrumanalysatoren vom selben Faktor ausgegangen wird.

Das Verhältnis zwischen minimaler und maximaler Auslastung einer Mobilfunk-Basisstation beträgt in der Regel 1:4. Da man nie genau weiß, wie stark eine Mobilfunk-Basisstation zum Zeitpunkt der Messung ausgelastet ist, kann man, um die Maximalauslastung abzuschätzen, zu einer sehr auslastungsarmen Zeit messen (sehr früh am Morgen, z.B. zwischen 3 und 5 Uhr, am Sonntagmorgen auch etwas später) und den Wert dann mit 4 multiplizieren. Wie im vorigen Absatz beschrieben, kann man auch für das „Auslastungsrisiko“ einen generellen Sicherheitszuschlag einkalkulieren, jedoch ebenfalls mit der Möglichkeit verbunden, insgesamt die Belastung unrealistisch zu hoch einzuschätzen.

Bewertung unterschiedlicher Funkdienste

Als Standard verwenden Sie bitte die Einstellungen „Peak hold“ und „VBW Standard“³.

³ die VBW Ihres HF-Analysers ist so festgelegt, dass es auch bei einer dichten Belegung von mehreren GSM Verkehrskanälen nicht zu Additionsfehlern kommt.

Das HF59B zeigt auf dem Display die summarische Leistungsflussdichte an, und zwar im Frequenzbereich der am weitesten verbreiteten digitalen Funkdienste (ohne Berücksichtigung eventueller Crestfaktoren). Insbesondere für die oft dominanten Quellen DECT und GSM, wie auch analoge Quellen gilt: Einfach ablesen und mit den baubiologischen Richtwerten vergleichen!

Um mit ein- und derselben Messtechnik die unterschiedlichsten Funkstandards und Modulationsarten zutreffend abbilden zu können, ist ein auf die jeweiligen speziellen Anforderungen angepasstes Vorgehen sinnvoll:

UMTS/3G, LTE/„4G“, WiMAX, DVB,

WLAN bei max. Datenübertragung:

Diese komplex modulierten Funkdienste beinhalten sehr hohe, nadelartige Signalspitzen im Vergleich zu durchschnittlich übertragenen Leistungsflussdichte („Crest“).

Messen Sie ein reines „Crestsignal“ ca. 1 bis 2 Minuten unter leichtem Schwenken in der Haupt-Einstrahlrichtung. Für die Abschätzung der Spitzenwerte solcher Signale (also inklusive des so genannten Crestfaktors) behalten Sie die Standardeinstellung bei: „VBW Standard“ und „Peak hold“⁴.

Zur Kompensation der Crestfaktoren multiplizieren Sie den angezeigten Messwert mit einem Korrekturfaktor. Ein pauschaler Faktor von zehn bietet eine recht gute Annäherung⁵.

In der Praxis treten häufig unterschiedliche Funkdienste parallel auf. Die Audioanalyse erlaubt eine Abschätzung, welcher Anteil am angezeigten Gesamtsignal auf solche „Crestsignale“ zurückzuführen ist.

Entsprechend dem Anteil am Gesamtsignal gelten folgende **Faustregeln für die Korrektur**:

- „Crestsignal“ kaum hörbar: Displayanzeige x 2.
- ~„Fifty-fifty“: Displayanzeige x 5.
- „Crestsignale“ dominieren: Displayanzeige x 10.

Dieser korrigierte Messwert kann nun direkt mit den Empfehlungen der Baubiologie verglichen werden. Angesichts vielfältiger externer Faktoren der Messunsicherheit reicht dieses Vorgehen durchaus für eine verwertbare Abschätzung der Gesamtbelastung. Mit einem Frequenzfilter kann die Genauigkeit durch dienstespezifische Korrekturfaktoren deutlich erhöht werden⁶.

⁴ Idealerweise würde man „RMS“ verwenden, weil die Schaltung die RMS-Werte systemimmanent unabhängig vom Crestfaktor zutreffend darstellt. Man kann es aus praktischen Gründen aber bei der hilfreichen Einstellung „Peak (hold)“ belassen, da sich die Anzeigen für „RMS“ und „Peak“ bei den hier betrachteten Signalen in der Einstellung „VBW Standard“ kaum unterscheiden,

⁵ Obwohl die Standards dieser Funkdienste teilweise noch deutlich höhere Crestfaktoren spezifizieren, strebt die Industrie aus ökonomischen Gründen deren Minimierung an, so dass die resultierenden Korrekturfaktoren auf Dauer nicht über zehn hinausgehen werden.

⁶ Derzeit kann für ein reines LTE-Signal (äußerst selten!) in der Spitze sogar noch ein Faktor 20 auftreten. Bei TETRA ist ein Faktor 2, bei WLAN-Standby („Knattern“) ein Faktor 4 zur Korrektur ausreichend.

Zu beachten:

Das angezeigte Grundrauschen kann bei der Kombination der Einstellungen „VBW Maximum“, „Range: min“ unter Nutzung von „Peak hold“ nach einigen Sekunden auf einen Wert über 1,00 ansteigen⁷. Eine empfindlichere Messung erlaubt der Vorverstärker HV 10.

Logischerweise ist die Anwendung eines Korrekturfaktors nur bei Messwerten oberhalb des angezeigten Rauschens sinnvoll.

Radar

Für die Flugzeug- und Schiffsnavigation wird von einer langsam rotierenden Sendeantenne ein eng gebündelter „Radarstrahl“ ausgesendet. Deshalb ist dieser nur alle paar Sekunden für Bruchteile von Sekunden messbar, was zu einer besonderen Messsituation führt.

Bei akustischer Identifikation eines Radarsignals (ein kurzes „piep“, das sich im Extremfall nur etwa alle 12 Sekunden wiederholt) folgendermaßen vorgehen:

„VBW Maximum“ und „Peak hold“ einstellen und mehrere Durchläufe des Radarsignals bei unterschiedlicher Messgeräteposition aufnehmen, um die Haupteinstrahlrichtung zu identifizieren und den quantitativ richtigen Messwert aufzunehmen.

Für die Radarmessung bei unbekanntem Standort der Radarstation ist die Verwendung der quasiisotropen UBB-Antenne besonders empfehlenswert, da das genaue Orten der Strahlungsquelle mit einer LogPer-Antenne aufgrund der langen Zwischenzeiten zwischen den einzelnen Radarpulsen sehr lang ist. Andererseits fehlt bei der quasiisotropen Messung dafür die Richtungsinformation.

Ein genereller Hinweis noch: Zwischen 8,5 und 9,5 GHz gibt es weitere, verbreitete Radarsysteme (Schiffs-, Flug-, Verkehrs- und Wetterradar), die mit unserem HF59D gemessen werden können.

Smart Meters

Hierfür werden die üblichen Funkdienste der drahtlosen Kommunikation verwendet, wie beispielsweise GSM, WLAN oder Zigbee. Die Herausforderung bei der Messung liegt in dem Umstand, dass die Datenübertragung in kurzen Pulsen und in unvorhersehbaren und unregelmäßigen Abständen erfolgt. Die Pulse treten dabei meist etwa alle ein bis zehn Minuten auf, manchmal allerdings auch seltener oder häufiger.

Um diese Pulse zu messen verwenden Sie die Standardeinstellung (Peak hold/VBW Standard), verweilen Sie so lange an derselben Stelle und beobachten die Anzeige, bis die Pulse auftreten.

Das HF59B hat eine patentierte Schaltung, welche die schnellen Anstiegszeiten der Pulse auch in der Schalterstellung „+“ für den „Peak hold“ verfälschungsfrei erfasst.

⁷ Dabei gilt systemimmanent: Je höher die Videobandbreite desto höher das angezeigte Rauschen.

Identifikation der HF-Einfallstellen

Zunächst sind – naheliegend – Quellen im selben Raum zu eliminieren (DECT-Telefon, o.ä.). Die danach verbliebene HF-Strahlung muss also von außen kommen. Für die Festlegung von Abschirmmaßnahmen ist es wichtig, diejenigen Bereiche von Wänden (mit Türen, Fenstern, Fensterrahmen), Decke und Fußboden zu identifizieren, durch welche die HF-Strahlung eindringt. Hierzu sollte man nicht mitten im Raum stehend rundherum messen, sondern nahe an der gesamten Wand- / Decken- / Bodenfläche nach außen gerichtet messen⁸, um genau die durchlässigen Stellen einzuzugrenzen. Denn neben der bei hohen Frequenzen zunehmend eingeschränkten Peilcharakteristik von LogPer-Antennen machen in Innenräumen kaum vorhersagbare Überhöhungen und Auslöschungen eine genaue Peilung von der Raummitte aus schwierig, wenn nicht gar unmöglich. Die Vorgehensrichtlinie illustriert die folgende Skizze.

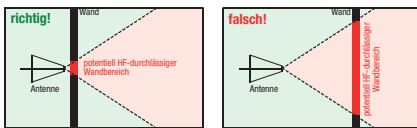


Abbildung: Illustrationsskizze zur Ortungsunsicherheit bei Messantennen

Die Abschirmungsmaßnahme selbst sollte durch eine Fachkraft definiert und begleitet werden und jedenfalls großflächig über die Bereiche hinaus erfolgen.

Grenz-, Richt- u. Vorsorgewerte

Die „offiziellen“ Grenzwerte in Deutschland liegen sehr weit über den Empfehlungen von Umweltmedizinern, Baubiologen, vielen wissenschaftlich arbeitenden Institutionen und auch denen anderer Länder. Sie befinden sich deshalb zwar in heftiger Kritik, gelten aber als Grundlage für Genehmigungsverfahren etc. Der Grenzwert ist frequenzabhängig und beträgt im betrachteten Frequenzbereich etwa 4 bis 10 Watt pro Quadratmeter ($1\text{W}/\text{m}^2 = 1.000.000\mu\text{W}/\text{m}^2$) und basiert auf einer – aus baubiologischer Sicht verharmlosenden – Mittelwertbetrachtung der Belastung. Derselbe Kritikpunkt betrifft auch die offiziellen Grenzwerte anderer Länder und der ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) und vernachlässigt – wie diese – die sogenannten nicht-thermischen Wirkungen. Dies wird in einem Kommentar des schweizerischen Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft vom 23.12.1999 sozusagen „von offizieller Seite“ erläutert. Diese Werte liegen weit über dem Messbereich dieses Gerätes, da es darauf hin optimiert ist, insbesondere die Messwerte im Bereich baubiologischer Empfehlungen möglichst genau darzustellen.

⁸ Zu beachten: In dieser Position ist nur ein *relationaler* Messwertvergleich möglich!

Der „Standard der baubiologischen Messtechnik“, kurz SBM 2015, unterscheidet die folgenden Stufen:

Baubiologische Richtwerte gem. SBM-2015				
© Baubiologie Maes / IBN				
Auffälligkeit	keine	schwache	starke	extreme
(in $\mu\text{W}/\text{m}^2$)	< 0,1	0,1-10	10-1000	> 1000

Kritischere Funkwellen wie z.B. gepulste bzw. periodische Signale (Mobilfunk, DECT, WLAN, digitaler Rundfunk...) sollten speziell bei stärkeren Auffälligkeiten empfindlicher und weniger kritische, wie z.B. un gepulste bzw. nichtperiodische Signale (UKW, Kurz-, Mittel-, Langwelle, analoger Rundfunk...) speziell bei schwächeren Auffälligkeiten großzügiger bewertet werden.

Der "Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V." (BUND) schlägt einen Grenzwert von $100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ im Außenbereich vor, woraus angesichts üblicher Abschirmwirkungen von Baustoffen (außer Trockenbaumaterialien) für den Innenbereich resultiert, dass hier deutlich geringere Werte angestrebt werden sollten. Im Februar 2002 wurde von der Landessanitätsdirektion Salzburg aufgrund von "empirischen Erkenntnissen der letzten Jahre" eine Senkung des geltenden „Salzburger Vorsorgewertes“ von $1.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ vorgeschlagen, nämlich für Innenräume ein Wert von $1 \mu\text{W}/\text{m}^2$ und im Freien ein Höchstwert von $10 \mu\text{W}/\text{m}^2$.

In Summe also eine Bestätigung von deutlich unter den gesetzlichen Grenzwerten liegenden Vorsorgewerten.

Hinweis für Nutzer von Handys und WLAN:

Ein problemloser Handy-oder WLAN-Empfang ist auch noch bei deutlich geringeren Leistungsflussdichten als dem strengen Richtwert des SBM für gepulste Strahlung möglich, nämlich bei Werten um $0,01 \mu\text{W}/\text{m}^2$.

Audio-Modulationsanalyse

Zur **Identifizierung der Verursacher** von HF-Strahlung dient die Audioanalyse des amplitudenmodulierten Signalanteils. Klangbeispiele finden Sie auf unserer Homepage bei der Hochfrequenz-Messtechnik.

Wichtig: Für die Audioanalyse sollte der Schalter rechts neben dem Display auf „Pulse“ geschaltet sein, um die akustische „Markierung“ (16 Hz „Knattern“) ungepulster Signale zu unterdrücken.

Näheres im nächsten Kapitel.

Vorgehen:

Zunächst die Lautstärke am Drehknopf für die Audioanalyse rechts oben auf der Geräteoberseite ganz nach links („-“) drehen, da es beim Umschalten während eines sehr hohen Feldstärkepegels plötzlich sehr laut werden kann. Der Drehknopf ist nicht festgeklebt um ein Überdrehen des Potis zu vermeiden. Sollten Sie versehentlich über den Anschlag hinausdrehen, so können Sie durch Drehen über den Anschlag in der anderen Richtung den Versatz wieder ausgleichen.

Geräusche sind schriftlich sehr schwer zu beschreiben. Am einfachsten ist es, sehr nahe an bekannte Quellen heranzugehen und sich das Geräusch anzuhören. Ohne detailliertere Kenntnisse kann man leicht das **charakteristische Tonsignal** der folgenden Verursacher ermitteln: DECT-Telefon, Mobiltelefon (Handy), jeweils unterschieden zwischen „während des Gesprächs“, im „Standby-Modus“ und, insbesondere beim Handy, dem „Einloggen“. Auch die charakteristischen Audiosignale eines Mobilfunksenders lassen sich so ermitteln. Dabei sollte man zu Vergleichszwecken eine Messung während der Hauptbelastungszeit und irgendwann nachts machen, um die unterschiedlichen Geräusche kennen zu lernen.

Mit dem „Audio“-Drehknopf kann während der Messung die Lautstärke so reguliert werden, dass das charakteristische Tonsignal gut zu identifizieren ist. Nach der Audioanalyse sollte die Lautstärke dann wieder ganz heruntergeregelt werden, da diese viel Strom verbraucht.

Zur quantitativen Unterscheidung der verschiedenen Funkdienste haben wir einen schaltbaren Frequenzfilter im Programm.

Analyse des modulierten / gepulsten Signalanteils (Full/Pulse)

Der kleine Schalter rechts des Displays ermöglicht die quantitative Unterscheidung zwischen dem Gesamtsignal und dem gepulsten bzw. modulierten Anteil.

Da die meisten heute verwendeten Signale 100 % Modulation aufweisen, ist der Unterschied zwischen beiden Schalterstellungen meist gering. Insbesondere bei sehr kleinen Feldstärken (wenige $\mu\text{W}/\text{m}^2$) empfiehlt sich die Verwendung der Schalterstellung Pulse, da das Geräuschaussehen hier um mehr als einen Faktor zehn geringer ist als in der Schalterstellung Full.

„Markierung“ von CW-Signalen

Ungepulste Signale können bei der Audioanalyse systemimmanent nicht hörbar gemacht werden, sind also leicht zu übersehen. Deshalb werden etwaige ungepulste Signalanteile mit einem gleichmäßigen Knatterton „markiert“, welcher in der Lautstärke proportional zum Anteil am Gesamtsignal ist. Die „Markierung“ hat eine Grundfrequenz von 16 Hz und ist ebenso als Hörprobe auf unserer Homepage (Klangbeispiele) zu finden.

Hinweis zur Schalterstellung „Pulse“:

Bei der Einstellung „Pulse“ kann unter Laborbedingungen ein Signal erzeugt werden, welches eine zusätzliche Abweichung vom Istwert in Höhe von maximal -3 dB verursacht. Bei den kommerziell genutzten Modulationen wird in der Praxis aber nur eine minimale zusätzliche Toleranz zu finden sein.

Benutzung der Signalausgänge

AC-Ausgang:

Der AC-Ausgang „PC/Kopfhörer“ (3,5mm Klinkenbuchse) dient zur weitergehenden Analyse des amplitudenmodulierten/gepulsten Signalanteils z.B. über Kopfhörer.

DC-Ausgang („DC out“, 2,5mm Klinkenbuchse):

Der DC-Ausgang dient zur (Langzeit-) Aufzeichnung der Displayanzeige. Bei „Vollausschlag“ auf dem Display liegt hier (umschaltbar) ein Volt DC an.

Die Funktion Auto-Power-Off wird mit dem Einstecken des Steckers automatisch deaktiviert bis eine Tiefentladung droht.

Weiterführende Analysen

Vor Gigahertz Solutions erhältlich:

- **Vorverstärker HV10** für eine besonders hohe Auflösung zur Messung schwacher HF-Signale.
- **Vorsatz-Dämpfungsglied DG20_G10** für besonders starke HF-Signale.
- **Frequenzfilter** für eine genauere Unterscheidung unterschiedlicher Quellen.
- **Messgeräte für HF bis 6 GHz / 10 GHz:** Für die Analyse noch höherer Frequenzen ist das HFW35C (2,4 - 6 GHz) sowie das HFW59D (2,4 - 10 GHz) erhältlich.
- **Messgeräte für die Niederfrequenz:** Mit der neuen NFA-Baureihe für die dreidimensionale Messung elektrischer und magnetischer Wechselfelder hat Gigahertz Solutions auch in diesem Frequenzbereich eine richtungsweisende Palette professioneller Messtechnik im Programm.
- **Datenlogger:** Alle NFAs eignen sich zur Langzeitaufzeichnung mit unseren HF-Analysern.

Akkumanagement

Das Gerät ist **ab Werk** mit einem hochwertigen **NiMH-Akkupack** ausgestattet. Die gegenüber NiCd deutlich höhere Kapazität der NiMH-Akkus erhalten Sie optimal, wenn Sie diese möglichst weitgehend entladen, also benutzen, bevor Sie sie wieder vollständig laden, also > 13h oder bis die grüne Lade-LED erlischt. Der Ladevorgang wird durch einmaliges An- und Ausschalten nach Anschluss des Netzteils gestartet.

Tipp: Immer eine 9V-Primärbatterie für Notfälle dabeihaben!

Akkuwechsel

Das Akkufach befindet sich auf der Geräteunterseite. Zum Öffnen im Bereich des gerillten Pfeils fest eindrücken und den Deckel zur unteren Stirnseite des Geräts hin abziehen.

Auto-Power-Off

Diese Funktion dient zur Verlängerung der realen Nutzungsdauer.

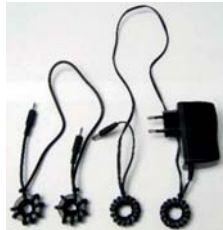
1. Wird vergessen, das Messgerät auszuschalten oder wird es beim Transport versehentlich eingeschaltet, so schaltet es sich nach einer Betriebsdauer von durchgehend ca. 40 Minuten automatisch ab.
2. Erscheint in der Mitte des Displays ein senkrechtliches „LOW BATT“ zwischen den Ziffern, so wird das Messgerät bereits nach etwa 3 Minuten abgeschaltet, um Messungen unter unzuverlässigen Bedingungen zu verhindern und daran zu erinnern, den Akku möglichst bald nach zu laden.
3. Die reguläre Funktion Auto-Power-Off wird mit dem Einstecken des DC-Steckers automatisch deaktiviert. Die Funktion tritt – ebenso automatisch – nur dann wieder in Kraft, wenn durch weiteren Betrieb eine Tiefentladung droht.

Netzbetrieb

Der HF-Analyser lässt sich auch direkt über das Netzteil mit Strom versorgen (z.B. für Langzeitmessungen in Verbindung mit dem NFA). Der Lautstärkeregler sollte dabei aber ganz auf „-“ gestellt werden, weil sonst das 50 Hertz-Brummen der Netzspannung zu hören sein kann.

Es kann dabei allerdings auch zu ungewollten Hochfrequenz-Einkopplungen über die Netzteile kommen. Ob das der Fall ist erkennt man, indem man bei eingeschaltetem Messgerät den Netzspannungsstecker am Messgerät löst. Wenn der Messwert dann deutlich abfällt, ist das ein Hinweis auf eine solche ungewollte Einkopplung.

Zuverlässiger für Langzeitmessungen ist die Verwendung einer externen Batterie mit kurzer Zuleitung zur Spannungsversorgungsbuchse oder zumindest das Anbringen von Ringferriten am Zuleitungs- und Verbindungskabel (als Zubehör erhältlich).



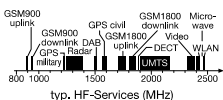
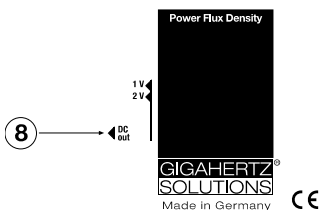
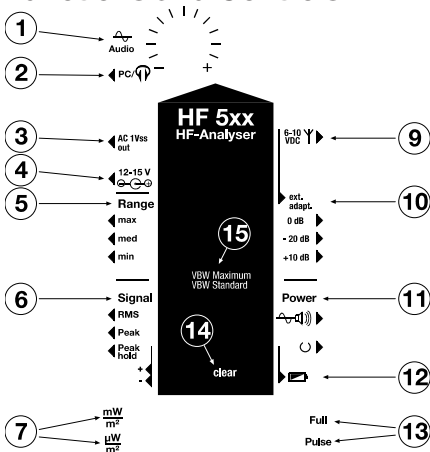
Garantie

Auf das Messgerät, die Antenne und das Zubehör gewähren wir zwei Jahre Garantie auf Funktions- und Verarbeitungsmängel.

Contents

Functions & Controls	20
Getting Started	22
Properties of HF Radiation ...	23
... and Consequences for Measurements	23
Step-by-Step-Instruction to HF-Measurement	26
Guidelines, Limiting and Precautionary Values	34
Audio Analysis of Modulation	35
Use of Signal Outputs	36
Further Analysis	36
Battery Management	37
Warranty, Service Address	37
Conversion Tables	outside back cover


Functions and Controls



The HF component of the meter is shielded against interference by an internal metal box at the antenna input (shielding factor approx. 35 - 40 dB)

- 1) Volume control for the audio analysis
- 2) Jack, 3.5 mm: AC output for the modulated part of the signal, for audio analysis via PC or headset (mono).
- 3) Normed AC output 1 Volt peak-peak, proportional to the field strength.
- 4) Jack, 12-15 Volt DC for charging the battery. AC adapter for 230 Volt/50 Hz and 60 Hz is included. For other voltages/frequencies please get an equivalent local AC adaptor with the output parameters 12 - 15 Volt DC / >100mA.
 Caution: If an alkaline battery is used, under no circumstances should the power adapter be connected at the same time, otherwise the battery may explode.
- 5) Measurement ranges

max	= 19.99 mW/m ² (= 19,990 µW/m ²)
med	= 199.9 µW/m ²
min	= 19.99 µW/m ²

 Scaling differs when applying an amplifier or damper!
- 6) Selector switch for signal evaluation. Standard setting: "Peak". In the Peak hold mode you can choose a time setting for the droop rate (Standard = "+"). The Peak hold value can be manually reset by pressing (14) "clear".
- 7) A little bar on the very left of the LCD indicates the unit of the numerical reading:
 - bar on top = mW/m² (Milliwatts/m²)
 - bar on bottom = µW/m² (Microwatts/m²)
- 8) DC output for additional instruments, e.g. data logging devices for longterm recordings (1 V DC full scale, scalable to 2 V DC).
- 9) Connecting socket for antenna cable. The antenna is inserted into the cross slot at the top side of the instrument.
- 10) Power Level Adapter Switch for external optional amplifier or attenuator only (these are not part of the standard scope of supply). For regular use of the instrument, the switch should be in pos. "0 dB". (Any other position will shift the decimal point to an incorrect position).
- 11) ON/OFF switch.  = On with audio analysis mode.
- 12) Load indicator
- 13) Signal fraction: "Full" = total signal strength. "Pulse" = pulsed/ amplitude modulated part of the signal. The latter setting minimizes the instrument's noise to a fraction of the normal level (of importance for particularly small signals).
- 14) Push button to reset peak hold. (Push and hold for 2 seconds or until the reading no longer drops)
- 15) Switch for selection of the Video Bandwidth. **Standard setting: "VBW Standard"**

Switches for rarely used functions are recessed in the casing of the instrument.

Contents of the package

Meter, attachable antenna incl. cable, rechargeable battery pack (in the meter), mains adapter, manual.

Getting Started

Connecting the LogPer Antenna

Screw the angle connector of the antenna connection into the uppermost right socket of the HF analyser. It is sufficient to tighten the connection with your fingers. (Do not use a wrench or other tools because over tightening may damage the threads). This SMA connector with its gold-plated contacts is the highest quality commercial HF connector available in that size.

At the tip of the antenna, there are two LEDs for monitoring the proper function of all connections of the antenna and the cable during operation. The red LED checks the cable, the green one the antenna itself, both ok if the LEDs are lit.

Slide the antenna into the vertical/cross shaped slot at the rounded top end of the HF analyser. Make sure the antenna cable has no tension and lies below the instrument. It may help to loosen the SMA-connector temporarily to let the cable fall into a “relaxed” position.

Do not bend or stretch the antenna cable!

Both ends of the antenna cable are equipped with small ferrite-rolls to improve the antenna characteristics. *Do not remove them!*

The connection of the omni-antenna UBB27 (available as optional accessory for the HF59B, but included in the HFE59B-kit) is described in the respective manual.

Checking Battery Status

If the “Low Batt” indicator appears in the center of the display, measurement values are no longer reliable. In this case, the battery needs to be charged.

If there is no display at all upon switching the analyser on, check the connections of the rechargeable battery. If that does not help try to insert a regular 9 Volt alkaline (non-rechargeable) battery (see chapter on battery change). **Caution:** make sure NOT to connect the analyser to a power supply unit/AC adaptor while temporarily operating it with a non-rechargeable battery!

Insert fully charged batteries only.

Note

Each time you make a new selection (e.g. switching to another measurement range), the display will systematically overreact for a moment and show higher values which will, however, droop down within a couple of seconds.

The instrument is now ready for use.

In the next chapter you will find the basics for true, accurate HF-measurement.

Properties of HF Radiation...

Across the specified frequency range (and beyond), HF radiation can cause any of the following effects on the materials exposed to it:

1. Partial permeation
2. Partial reflection
3. Partial absorption.

You may, therefore, come across various extremely differing field distributions within one building, with strong peaks at individual spots (so called “hotspots”).

Minimum Distance

In order to measure the quantity of HF radiation in the common unit “power density” (W/m^2), a certain distance has to be kept from the HF source. The distance depends on the frequency – the higher the frequency the lower the distance. The transition frequency between so called far field and near field conditions is not determined exactly, but here are some typical distances:

- 27 MHz from approx. 27 meters
- 270 MHz from approx. 2.7 meters
- 2700 MHz from approx. 0.27 meters

That means the distances are inversely proportional to the frequencies.

Polarization

When HF radiation is emitted, it is sent off with a “polarization”. In short, the electromagnetic waves propagate either vertically or horizontally. Cellular phone technology, which is of greatest interest to us, is usually vertically polarized, or at an angle below 45°. Due to reflection effects and the many ways in which a cellular handset can be held, we also observe other polarization patterns. Therefore, it is always strongly recommended to measure both polarization planes, which is defined by the orientation of the antenna.

... and Consequences for the Measurements

When testing for HF exposure levels in an apartment, home or property, it is always recommended to **record individual measurements** on a data sheet. Later this will allow you to get a better idea of the complete situation.

It is equally important to repeat **measurements several times**: First, choose different daytimes and weekdays in order not to miss any of the fluctuations, which sometimes can be quite substantial. Second, once in a while, measurements should also be repeated over longer periods of time, since a situation can literally change “overnight”. Major changes in exposure levels can, for instance, already be caused by a transponder only being tilted down by a few degrees (e.g. during installation or repair works on cellular phone transmitters). In particular, however, the worldwide extremely rapid expansion of the cellular

phone networks (LTE, 5G) as well as wireless LAN hotspots have a considerable impact on the exposure levels.

Even if you only intend to test indoors, it is recommended first to take measurements **in each direction** outside of the building. This will give you an initial awareness of the “HF tightness” of the building, and also potential HF sources inside the building (e.g. cordless phones, also from neighbours).

Furthermore, you should be aware that taking measurements indoors adds another dimension of testing uncertainties to the specified accuracy of the used HF analyser due to the narrowness of indoor spaces. According to the “theory”, quantitatively accurate HF measurements are basically only reproducible under so-called “free field conditions”, yet we have to measure HF inside buildings because this is the place where we wish to know exposure levels. In order to keep system-immanent measurement uncertainties as low as possible, it is imperative to carefully follow the measurement instructions.

As mentioned earlier in the introduction, even slight changes in the positioning of the HF analyser can already lead to rather substantial fluctuations in measurement values. (This effect is even more prevalent here than in the ELF range.) **It is suggested that exposure assessments are based on the maximum value within a locally defined area** even if this particular value should not exactly coincide with a particular point of interest in, for example, the head area of the bed.

The above suggestion is based on the fact that slightest changes within the environment can already cause rather major changes in the power density of a locally defined area. The person who performs the HF testing, for example, affects the exact point of the maximum value. It is quite possible to have two different readings within 24 hours at exactly the same spot. The maximum value across a locally defined area, however, usually only changes if the HF sources are subject to change. This is why the latter value is much more representative for the assessment of HF exposure.

The descriptions in the following mainly refer to **immission** measurements, i.e. to the definition of the total power flux density relevant for limit value comparisons.

In addition, this device can also be used to identify the source of radiation, and – most important – to determine appropriate shielding measures. The logper antenna which comes with the meter is predestined for this aim. The procedure to determine appropriate shielding methods is described at the end of this chapter in a separate section.

Preliminary Notes Concerning the Antenna

The supplied logarithmic-periodic antenna (or aerial), has exceptional **directionality**. Thus it becomes possible to reliably locate or “target” specific emission sources in order to determine their contribution to the total HF radiation level – a fundamental prerequisite for effective shielding.

Important:

As the LogPer Antenna provided with this instrument is shielded

against ground influences one should “aim” about 10 degrees below the emitting source one wants to measure. This is to avoid distortions of the reading.



The upper edge of the foremost resonator is a good “aiming aid” for the required angle. It does not matter if the angle gets a little too wide.

Our logarithmic periodic antenna, the “LogPer antenna”, provides a distinct division of the horizontal and vertical polarization plane. Also the frequency response is exceptional. There is a patent pending for its design. (For professionals: For the technically rather difficult measurement of the vertical polarization, it is significantly better shielded against the falsifying ground influences).

The missing directionality of standard telescope antennae is one of the reasons why they are not suited for reliable HF measurements in building biology EMR.

The readings from the instrument’s display always reflect the integral power density at the measurement location coming from the direction the antenna is pointing at.

As the HF59B picks up frequencies below 700 MHz, it has no integrated high pass filter. However the filter HP700 is available for external connection if needed, and is to be placed between the antenna entry and the antenna cable.

In addition, the HF59B is able to capture numerous sources of radiation in the lower HF band which are not pulsed (i.e. amplitude modulated). By their nature these non-pulsed sources are not available for audio analysis. That means you can get a significant reading on the instrument without hearing any audio signal, which makes the interpretation of the readings more difficult. To avoid this source of misinterpretation the instrument marks those “inaudible” signals by a **rattling tone**, the loudness of which is in proportion to its share in the total signal. The frequency of this marking is very low (16 Hertz). An example of it can be found on our homepage. With the switch to the right of the display in the “Pulse” position, these sources of radiation as well as the corresponding rattling “marking” are blanked out.

For a quantitative measurement of frequencies below 700 MHz with the HF59B, Gigahertz Solutions provides the active, horizontally isotropic ultra broadband antenna UBB27_G3 responding to frequencies from 27 MHz right up to more than 3.3 GHz.

LogPer or Omni-Antenna?

Depending on the task, either of the antennas have advantages as well as disadvantages:

- For frequencies below 700 MHz the UBB27 antenna is the only option, as for geometrical reasons the LogPer antenna only starts at 700 MHz.
- For long term data logging in most cases the isotropic observations make most sense: Again UBB27.
- For a quick survey of the total immission (that is: Total exposure to radiation) the UBB also has clear advantages.

- For the determination of appropriate shielding measures, i.e. the location and identification of the source of pollution, the LogPer technology is definitely superior to the isotropic measurement.

When it comes to quantifying the total emission (measurement of the total pollution) in more detail, the pros and cons of the two approaches need to be weighed up:

- On the one hand, under typical measuring conditions, an isotropic measurement has a broader error band by its very nature, and the interpretation of the results is also more difficult. Yet, the measurement is faster and more encompassing.
- On the other hand, the LogPer antenna offers a higher precision and better localization for the same kind of work, and the interpretation of the results is easier. Yet, a comprehensive measurement is more time consuming and restricted to a smaller frequency band.

Step-by-Step-Instruction to HF-Measurement

Procedure for the Quick Overview Measurement:

The HF analyser and antenna are to be checked following the instructions under “Getting Started”.

Set the “Signal” switch to “Peak”.

Then set the measurement range (“Range”) switch to “max”. Only if the displayed measurement values are persistently very low, change to the measurement range “med” or even to “min”.

Note: When switching from “max” to “med”, the volume of the audio signals will increase considerably; between “med” and “min”, there is no difference in volume.

HF radiation exposure can differ at each point and from all directions. Even though the HF field strength of a given space changes far more rapidly than in the lower frequencies, it is neither feasible nor necessary to measure all directions at any given point.

Since there is no need to look at the display during an overview measurement, but only to listen to the **audio signal**, you can easily walk around at a slow pace through the indoor or outdoor spaces in question, constantly panning the antenna or the HF analyser with attached antenna in all directions (forming a horizontal eight). This will provide you with a quick overview of the situation. In indoor spaces, antenna movements towards the ceiling or the floor will also reveal astonishing results.

As already mentioned above, the aim of the quick overview measurement is to identify the zones of local peaks, not to supply exact data.

Quantitative (numeric) Measurement:

Setting:

“Range” (measurement range)

Start with the “Range” switch set to “max”, and only switch to “med” or even “min” if the display constantly shows very low values.

**Basic rule for measurement range selection:
As coarse as necessary, as fine as possible.**

Important note regarding the setting “VBW Maximum”:

A simultaneous setting of “VBW Maximum” and “Full” may cause a clearly two-digit meter noise value, and in combination with “Peak hold” the equilibrium level may after a while even clearly exceed the value of 100. “The higher the better”, though (much to the surprise of non-experts), as the higher the value, the higher the actual video bandwidth, and consequently the better the chance of measuring short pulse widths.

Therefore, in the case of very low field strengths, please use “med” or even “min”, the pre-amplifier HV10, “Pulse” and/or “VBW Standard”.

Recommendations for the range “max”⁹:

Values < 0.15 mW/m²: switch to “med”

Values > 0.15 mW/m² and < 1.5 mW/m²:

Use **preamplifier HV10** to convert the range of 20,000 (max) to a range of 2,000! Alternatively, the larger value applies.

If you intend to do comparative measurements (such as “before vs. after”), please always measure in the same range.

In the case of overload even with the range set to max (display shows “1” on its left side), the sensitivity of the meter can be reduced by a factor of 100 by applying the **attenuator DG20_G3** available as an optional accessory. By setting the “ext. adapt.” switch to -20 dB on your instrument, you will ensure a correct display of the measurement value (please note: there will be an increased noise level).

In the case of especially low values with the “Range” switch set to “min”, the HV10 should also be applied.

⁹ In order to maximize the display of power flux densities without having to apply an attenuator, there is a factor of 100 between “med” and “max”. For technical reasons large tolerances are to be expected. .

Measurement Ranges

	Bar on LCD	Instrument as delivered i.e. without preamplifier or attenuator ("ext. adapt." set to "0 dB") displayed value & unit
Range		
max	■	0.01 - 19.99 mW/m²
med	■	00.1 - 199.9 μW/m²
min	■	0.01 - 19.99 μW/m²

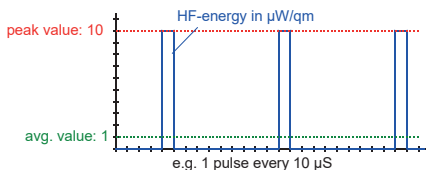
	Bar on LCD	With ext. attenuator DG20 ("ext. adapt." set to "-20 dB") displayed value & unit
Range		
max	■	1 - 1999 mW/m²
med	■	0.01 - 19.99 mW/m²
min	■	.001 - 1.999 mW/m²

	Bar on LCD	With ext. amplifier HV10 ("ext. adapt." set to "+10 dB") displayed value & unit
Range		
max	■	1 - 1999 μW/m²
med	■	0.01 - 19.99 μW/m²
min	■	.001 - 1.999 μW/m²

Setting: "Signal"

Peak / RMS

The following illustration shows the difference in the evaluation of a pulsed signal if displayed as an average value reading or a peak value reading ("RMS" and "Peak"):



With the switch set to "Peak", the meter will display the full power flux density of the pulse (10 μW/m² in the graph). With the switch set to "RMS", the meter will take the mean of the power flux density over the total period of time, for instance 1 μW/m² in the above graph (= ((1 x 10) + (9 x 0)) / 10).

With the switch set to "Peak" or "Peak hold", the display will show the "RMS value during the pulse", which is a common practice in the building biology.

Nevertheless, the “true” mean value is of great interest, too¹⁰:

- The “official” limit values are always based on mean value examinations. When analysing “official” measurement results, therefore, such as those for instance done for cell phone operators, it may be useful to have a possibility of comparison.
- Different radio services will never have an equal ratio between mean values and peak values. DECT cordless phones, for instance, can have a ratio of as high as 1:100, while for GSM the ratio may vary from 1:1 up to 1:8.
- Especially in the case of the new broadband modulated radio services, such as LTE, the RMS value and – thanks to the crest factor of max. 10 dB – also the arithmetical peak value can both be reliably determined.

Users of professional spectrum analysers please note:

- The value for pulsed radiation shown on the display of the Gigahertz Solutions HF Analysers with the signal switch set to “Peak” corresponds to the equivalent value in $\mu\text{W}/\text{m}^2$ resulting from the “Max. Peak” function of a modern spectrum analyser (elder spectrum analysers had a similar function mostly called “positive peak”).
- The switch setting “RMS” corresponds the “true RMS” setting of a modern spectrum analyser (elder spectrum analysers have a similar function mostly called “normal detect”, as well as a setting for the video bandwidth adapted to match the pulse).
- In broadband-measurement technology “Videobandwidth” (VBW) is understood differently than in terms of spectrum analysis.

Setting: “Signal”

Peak hold

In the interior, local peak values are mostly subject to strong fluctuations (caused by multiple reflections). In order not to overlook any local maxima (so called hot spots), indoor measurements should, therefore, preferably be done with the “Peak hold” setting.

Switching impulses can cause “pseudo peaks” which will appear on your display. These can be deleted by pressing and holding the “clear” button for several seconds (while keeping the “clear” button pressed, the measurement will turn into a regular peak measurement). Releasing the “clear” button will trigger the period during which the maximum value is to be determined.

In the “Peak hold” mode, the sound signal remains proportional to the currently measured power flux density. This helps finding the absolute maximum within the measured area.

The droop rate, at which the held peak value decreases over time can be controlled with the “+” and “-” switch. Even after several minutes, the value displayed is still

¹⁰ Users of meters produced by other manufacturers please note: The a.m. conclusions are only feasible for recordings of the true mean value. They do not apply if your meter shows the momentary value of the modulated HF signal only instead of the mean value, which is the case for most meters on the market, even if their specifications state that it will display the mean value.

within the specified tolerance. Nevertheless, the display should be checked frequently in order to obtain the most accurate readings. In the case of very high and short signal peaks, the holding capacity of the “Peak hold” function needs several recurrences (less than a second) to fully load.

Quantitative Measurement:

Determination of Total High Frequency Pollution

As described in Getting Started, attach the LogPer **antenna to the HF analyser**. Hold the HF analyser with a **slightly outstretched arm** because objects (mass) directly behind it “like yourself”, have effects on the testing result. Your hand should not get too close to the antenna, but should be near the bottom end of the instrument.

In the area of a **local maximum**, the positioning of the HF analyser should be changed until the highest power density (the most important measurement value) can be located. This can be achieved as follows:

- When **scanning “all directions”** with the LogPer to locate the direction from which the major HF emission(s) originate, move your wrist right and left. For emission sources behind your back, you have to turn around and place your body behind the HF analyser. When scanning with the isotropic UBB27 aerial, it is sufficient to move the instrument to see the field distortions effected by your body.
- Through **rotating the HF analyser**, with attached LogPer antenna, around its longitudinal axis, determine the polarization plane of the HF radiation. When using the UBB27 you only need to do this in locations where radiation from directly below or above cannot be ruled out (multi-storey buildings, town houses, etc)
- **Change the measurement position** and avoid measuring exclusively in one spot, because that spot may have local or antenna-specific cancellation effects.

Some manufacturers of field meters propagate the idea that the effective power density should be obtained by taking measurements of all three axes and calculating the result. Most manufacturers of professional testing equipment, however, do not share this view.

In general, it is well accepted that exposure limit comparisons should be based on the maximum value emitted from the direction of the strongest radiation source. When using the UBB27, of course, the directional component will not apply.

But the details of the situation need to be considered! For example, if a 2.4-GHz telephone inside the house emits a similar level of microwaves as a nearby cellular phone base station outside the house, it would be helpful to first turn off the 2.4-GHz telephone in the house. Now measure the exposure level originating from the outside. After having measured the emission of the 2.4-GHz telephone on its own, the sum of both measurement values could be used for the exposure

assessment. (This is necessary only when using the LogPer aerial. The isotropic UBB27 does this in a single measurement).

There is no “official regulation” nor clearly defined testing protocol, because according to national standards setting institutions, as described earlier, quantitatively reliable, targeted and reproducible measurements are only possible under “free field conditions“ but not in indoor environments.

To be on the safe side when comparing limit values, multiply the displayed value by 2 and use the result as basis for the comparison. This method is often used by the building biology professionals to avoid assuming a far lower value of pollution than really existent, especially if the specified downward tolerance of the meter is fully reached. However, please be aware of the fact that the so calculated values may be far too high should the upward tolerance be fully reached.

This measurement uncertainty factor appears to be very high at first, but becomes realistic when taking into account that the same factor is applied even for professional spectrum analysers.

Cellular phone channel emissions vary with the load. The minimum HF level occurs, when only the control channel operates. It is suggested that measurements should be taken at different times during the day / week in order to find out the times of highest traffic.

Evaluating the different radio services

Please use “Peak hold” and “VBW standard¹¹” as standard settings.

The HF59B displays show the sum of the total power density within the frequency range of the most common digital radio services. This means for the often dominating sources GSM, PCT/DECT or the wireless LAN beacon signal (standby-“rattling”), as well as analogue sources: Simply take the readings and compare them to the building biology standard values!

To be able to evaluate the different radio standards, transmission and modulation patterns with one single measurement technology, compensation is required. The following approach is recommended:

CDMA, UMTS/3G, LTE/4G, WiMAX, DVB, Wireless LAN during full data transmission:

The modulation of these high-speed services includes high, needle-like peaks compared to the average power transmitted. Such signals are referred to as “high crest factor” signals.

Measure these signals for 1 or 2 minutes (with peak hold) by slightly panning the meter pointing to the direction of the main source. For the assessment of the peak values of such signals (including the crest factors) keep the standard setting “Peak hold” and “VBW standard”¹².

¹¹ The VBW of your HF-Analyser is so chosen, that “mistaken additions” cannot occur, even if multiple GSM traffic channels are fully used.

¹² Ideally one would keep the setting “RMS”, as the utilized circuitry by its nature ensures the correct display of RMS values independently of the signal's crest fac-

For the compensation of the crest factor multiply the displayed reading by a correction factor. A flat factor of 10 offers a good approximation¹³.

Often you will find different telecommunication services performing at the same time. With the help of the audio analysis, you will be able to estimate how much of the total value shown is caused by such high crest factor signals.

Depending on the proportion to the total signal, please apply the following "rules of thumb" for corrections:

- Slightly audible portion of "high crest factor signals": multiply display reading by 2.
- ~"Fifty-fifty"-ratio:
multiply display reading by 5
- Dominating "high crest factor signals":
multiply display reading by 10.

This adjusted measurement value can now be recorded or compared directly to the building biology recommendations. Taking into account the multiple external factors of measurement uncertainty, this approach is perfectly adequate for an assessment of the total pollution. The use of a frequency filter and service specific correction factors will allow an increased accuracy.¹⁴

Please note: In the combination of the settings "VBW Maximum", "Range: min" and "Peak hold" the the background noise level can sum up to a value of 1.00 or more on the display¹⁵. In order to reach lower levels you can use the preamplifier HV10.

For obvious reasons the use of a correction factor only makes sense for readings above the noise level.

Radar

For air and sea navigation, a radar antenna slowly rotates around its own axis, thereby emitting a tightly bundled "radar ray". Even with sufficient signal strength, this ray can only be detected every couple of seconds, for a few milliseconds. This requires special measurement technology.

For an acoustic identification of a radar signal (a short "beep" which in extreme cases is only repeated approx. every 12 seconds), please proceed as follows:

Select setting "VBW Maximum". Set signal switch to "Peak hold" and direct the LogPer antenna towards the signal emitting source. Wait

tor. For practical reasons one can nonetheless use the convenient "Peak hold" setting, as with "VBW standard" the readings for RMS and Peak won't differ significantly for the signals in question.

¹³ Even if the standards of these radio services specify far higher crest factors, the industry is striving for crest limitation for economic reasons, so that in the longterm the resulting correction won't exceed a factor of 10.

¹⁴ For the time being with a pure LTE signal (very rare) a factor of 20 may still occur at the peak. For TETRA a factor of 2, and for WLAN ("standby-rattling") a factor of 4 will be enough.

¹⁵ Inherent to the system: The higher the video bandwidth, the higher the displayed noise level.

for several circles of the radar ray, move the instrument left and right in order to identify the main direction of the source and get the relevant quantitative measurement value.

If the location of the radar station is unknown, it is particularly convenient to use the isotropic UBB27 antenna. However the trade-off is no information of the direction. The long delays between pulses may consume a great deal of time trying to detect signal direction with a LogPer aerial.

Please note that there are radar systems which operate at frequencies between 8.5 and 9.5 GHz (naval, aviation, traffic and weather radar), and which can be measured with our HFW59D.

Smart Meters

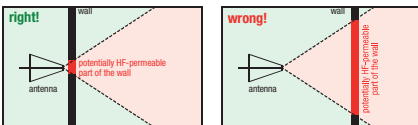
The frequencies / radio services implied are those of common wireless communication standards. The challenge when measuring smart meters emissions lies in their duty cycles. They transmit data in very short, irregular, and unpredictable, but intensive bursts that happen only about every 1 to 10 or even more minutes.

To measure these bursts use the standard setting (Peak hold/VBW standard), keep the meter in the same location and monitor it until a burst occurs.

The HF59B has a patented circuitry that allows for the exact measurement of the extra fast rise times of the bursts even in the “+”-setting for Peak hold.

Identify where the radiation enters a structure

As a first step eliminate sources from within the same room (e.g. cordless phones, wireless routers, etc.). Once this is completed, the remaining radiation will originate from outside. For remedial shielding it is important to identify those parts of the walls (including doors, windows and window frames!), ceiling and floor, which are penetrated by the radiation. To do this one should not stand in the centre of the room, measuring in all directions from there, but monitor the permeable areas with the antenna (LogPer) directed and positioned close to the wall¹⁶. That is because the antenna lobe widens with increasing frequency. In addition, reflections and cancellations inside rooms make it difficult and often impossible to accurately locate the “leaks”. Please see the illustrating sketch below!



The uncertainty of localization with HF-antennas

The shielding itself should be defined and surveyed by a specialist, and in any case the area covered by it should be much larger than the leak.

¹⁶ Please note: In this position the readings on the LCD only indicate relative highs and lows that cannot be interpreted in absolute terms.

Guidelines, Limiting and Precautionary Values

The official regulations in many countries specify limits far beyond the recommendations of environmentally oriented doctors, “building biologists” and many scientific institutions, and also those of other countries. They are vehemently criticised, but they are nonetheless “official”. The limit values vary depending on the frequencies looked at, and in the HF range of interest here they are between 4 and 10 W/m², i.e. they exceed the recommendations by far more than 10 million times (1 W/m² = 1,000,000 µW/m²). This point of criticism also applies to the limit values of other countries as well as of the ICRNIP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection). Official limits are determined by the potential heat generation in the human body and are therefore consequently measurements of averages rather than peaks. This ignores the state of environmental medicine. The “official” limits are far beyond the range of this instrument, which is optimized for accurate measurement of power densities targeted by the building biologists.

The building biology guideline SBM 2015, widely accepted worldwide, classifies the following steps:

Building biology guideline acc. to SBM-2015				
© Baubiologie Maes / IBN				
Anomaly	none	slight	strong	extreme
(µW/m ²)	< 0,1	0,1-10	10-1000	> 1000

Critical radio waves, such as pulsed or periodic signals (mobile phones, DECT, WLAN, digital radio, etc.) should be considered more damageable, especially when frequently measured, whereas less critical radio waves, such as unpulsed or non-periodic signals (VHF, short wave, MW, LW, analogue radio, etc.) can be considered less important, especially when less frequently measured.

The "Bund fuer Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V." (BUND) proposes a limit value of 100 µW/m² for the outside of buildings. In view of the shielding properties of normal building materials, the values inside buildings should be far lower. In February of 2002, the Medical Authority of the Federal State of Salzburg, Austria, recommended to reduce its “Salzburger Precautionary Recommendation” from 1,000 µW/m² to 1 µW/m² inside buildings and max. 10 µW/m² outside. These limits are based on empirical evidence over the past few years.

In summary it confirms the justification of precautionary limits well below the present legal limits.

Note for users of cellular phones or Wifi:

Unimpaired reception of calls or Wifi is possible with power densities far below even the very strict precautionary recommendation of 0.01 µW/m² for pulsed HF frequencies by the SBM.

Audio Analysis of Modulation

The audio analysis of the modulated portion of the HF signal helps to identify the source of a given HF radiation signal. There is a selection of audio samples on our homepage ("Sound Samples" under RF and EMF Meters / High Frequency).

Important: For the audio analysis please set the switch on the right of the display to "Pulse" in order to eliminate acoustical markings ("rattling" with 16 Hz) of unpulsed signals (please see next chapter for details).

How to proceed:

For audio analysis, simply turn the volume knob of the speaker at the top of the case all the way to the left ("-"). If you are switching to audio analysis while high field strength levels prevail, high volumes can be generated quite suddenly. This is especially true for measurements which are to be taken without audio analysis. The knob is not fastened with glue to prevent over winding. However, if by accident you should turn the knob too far, simply turn it back again. No damage will be caused.

Sounds and signals are very difficult to describe in writing. The best way to learn the signals is to approach known HF sources very closely and listen to their specific signal patterns. Without detailed knowledge, the **characteristic signal patterns** of the following HF sources can be easily identified: 2.4-GHz telephones as well as cellular phones, the signal patterns of which can be divided into "a live connected phone call", "stand-by mode" and of special interest the "establishing of a connection". The typical signal patterns of a cellular phone base station can also be identified this way. For comparison reasons you are well advised to take measurements during high-traffic times, as well as some times during the night, in order to get familiarized with the different noises.

The volume can be controlled with the "audio" knob. Note: The power consumption of the speaker is directly proportional to the volume.

For a quantitative differentiation of the various radio services, we can offer selective frequency filters.

Analysis of the modulated / pulsed signal component (Full/Pulse)

The little switch at the right of the display allows to distinguish between the complete signal including the pulsed part and its pulsed or modulated part only.

As most of the presently used signals have a modulation of 100%, there is mostly only little difference between the two switch settings. Especially in the case of very low field strengths (only few $\mu\text{W}/\text{m}^2$), we recommend to use the "Pulse" setting as the instrument noise is more than a factor 10 lower in this setting than in the "Full" setting.

Marking of CW signals

Un-pulsed signals by their very nature are not audible in the audio analysis and therefore easily missed. For that reason they are marked by a uniform "rattling" tone, with its volume proportional to its contents of the total signal. This "marking" has a frequency of 16 Hz, and

is also available as audio sample on our website (see “Sound Samples”).

Note concerning the switch setting “Pulse“:

Under special laboratory conditions a signal can be created, which causes an additional deviation from the actual value of up to -3 dB. However, commercially used modulations under field conditions will only show minimal deviations.

Use of Signal Outputs

AC output:

The AC output “PC/headset” (3.5 mm jack socket) is meant for an in-depth analysis of the AM/pulsed content of the signal by headset or a corresponding PC-audiocard.

DC output (2.5 mm jack socket):

The DC output is meant for a long-term recording of the display value. If “Full Scale” is displayed, it has 1 VDC output.

The auto power off function is automatically deactivated as soon as external devices are connected, but only as long as there is no threat of total discharge.

Further Analysis / Optional Accessories:

Available from Gigahertz Solutions:

- **The amplifier HV10** for a particularly high resolution, allowing measurements of very weak HF signals.
- **The Attenuator DG20_G10** allowing the measurement of very strong HF signals.
- **A Frequency filter** for a more specific differentiation of the various sources.
- **Meters for HF from 2.4 to 6 or 10 GHz** allowing the analysis of even higher frequencies, i.e. the HFW35C (2.4 - 6 GHz) or the HFW59D (2.4 - 10 GHz)
- **Meters for the low frequencies:** With the NFA series, which allows a three-dimensional measurement of alternating electrical and magnetic fields, Gigahertz Solutions offers a broad range of professional measurement technology also for this frequency range.
- **Data loggers:** All NFA meters can equally be applied as data loggers for long-term recordings.

Battery Management

The instrument comes with a rechargeable, high quality internal NiMH-Battery. The quality of these high-capacity NiMH batteries (far better than NiCd batteries, for instance) can be best maintained if they are almost totally discharged (i.e. used) before being fully recharged (for > 13 hours or until the green charging LED turns off). The charging procedure is started by switching the meter on and off once only after connecting it to the power supply unit. Hint: Always carry a 9V primary battery with you.

Changing the Rechargeable Battery

The battery compartment is at the back of the analyser. To remove the lid, press on the grooved arrow and pull the cap off. **Insert only rechargeable batteries. If you use regular alkaline (non-rechargeable) batteries do not use a charger or AC-adapter!**

Auto-Power-Off

This function conserves energy and extends the operating time.

1. In case you have forgotten to turn OFF the HF analyser or it has been turned ON accidentally during transport, it will shut off automatically after 40 minutes.
2. If "LOW BATT" appears vertically between the digits in the center of the display, the HF analyser will turn OFF after 3 min already in order to avoid unreliable measurements. In that case charge the rechargeable battery as soon as possible.
3. Auto-Power-Off is automatically de-activated when DC out is being used. In this case only total discharging is being prevented.

Mains operation

The HF analyser can also be supplied with power by using the mains adapter (for instance for long-term measurements in combination with the NFA). When doing so, please take care to turn the volume button right down to zero ("-"), otherwise you will be hearing the 50 Hertz noise of the mains voltage.

Interferences may, however, also be caused by high frequency couplings through the power supply unit. This can easily be tested by unplugging the power supply unit from the meter while in use. If the measurement value now shows a significant drop, this is a sign of an unwanted coupling.

For long-term measurements, the more reliable solution is to use an external battery with short cable to the power supply jack, or alternatively to apply ring ferrites onto the power supply cable (please see photo).



Warranty

We provide a two year warranty on factory defects of the HF analyser, the antenna and accessories.

Umrechnungstabelle Conversion Table

($\mu\text{W}/\text{m}^2$ - mV/m)					
$\mu\text{W}/\text{m}^2$	mV/m	$\mu\text{W}/\text{m}^2$	mV/m	$\mu\text{W}/\text{m}^2$	mV/m
0,01	1,94	1,0	19,4	100	194
-	-	1,2	21,3	120	213
-	-	1,4	23,0	140	230
-	-	1,6	24,6	160	246
-	-	1,8	26,0	180	261
0,02	2,75	2,0	27,5	200	275
-	-	2,5	30,7	250	307
0,03	3,36	3,0	33,6	300	336
-	-	3,5	36,3	350	363
0,04	3,88	4,0	38,8	400	388
0,05	4,34	5,0	43,4	500	434
0,06	4,76	6,0	47,6	600	476
0,07	5,14	7,0	51,4	700	514
0,08	5,49	8,0	54,9	800	549
0,09	5,82	9,0	58,2	900	582
0,10	6,14	10,0	61,4	1000	614
0,12	6,73	12,0	67,3	1200	673
0,14	7,26	14,0	72,6	1400	726
0,16	7,77	16,0	77,7	1600	777
0,18	8,24	18,0	82,4	1800	824
0,20	8,68	20,0	86,8	2000	868
0,25	9,71	25,0	97,1	2500	971
0,30	10,6	30,0	106	3000	1063
0,35	11,5	35,0	115	3500	1149
0,40	12,3	40,0	123	4000	1228
0,50	13,7	50,0	137	5000	1373
0,60	15,0	60,0	150	6000	1504
0,70	16,2	70,0	162	7000	1624
0,80	17,4	80,0	174	8000	1737
0,90	18,4	90,0	184	9000	1842

Hersteller / Manufacturer:

Gigahertz Solutions GmbH
 Im Kessel 2, 90579 Langenzenn, GERMANY
 +49 (0) 9101 9093-0

info@gigahertz-solutions.de
 www.gigahertz-solutions.de / .com