

# HFW59D

## Hochfrequenz-Analyser

für Frequenzen von 2,4 GHz bis 10 GHz



# Bedienungsanleitung

Revision 1.3

Diese Anleitung wird kontinuierlich aktualisiert, verbessert und erweitert. Unter [www.gigahertz-solutions.de](http://www.gigahertz-solutions.de) finden Sie immer die aktuellste Fassung zum download.

Bitte lesen Sie diese Bedienungsanleitung unbedingt vor der ersten Inbetriebnahme aufmerksam durch. Sie gibt wichtige Hinweise für den Gebrauch, die Sicherheit und die Wartung des Gerätes.

Außerdem enthält sie wichtige **Hintergrundinformationen**, die Ihnen eine aussagefähige Messung ermöglichen.

## Danke!

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

Über diese Anleitung hinaus bieten wir **Schulungsvideos** (auf unserer website) und **Anwenderseminare** zur optimalen Nutzung unserer Messtechnik an.

Bei Problemen bitten wir Sie, uns zu kontaktieren! Wir helfen Ihnen schnell, kompetent und unkompliziert.

## Inhaltsverzeichnis

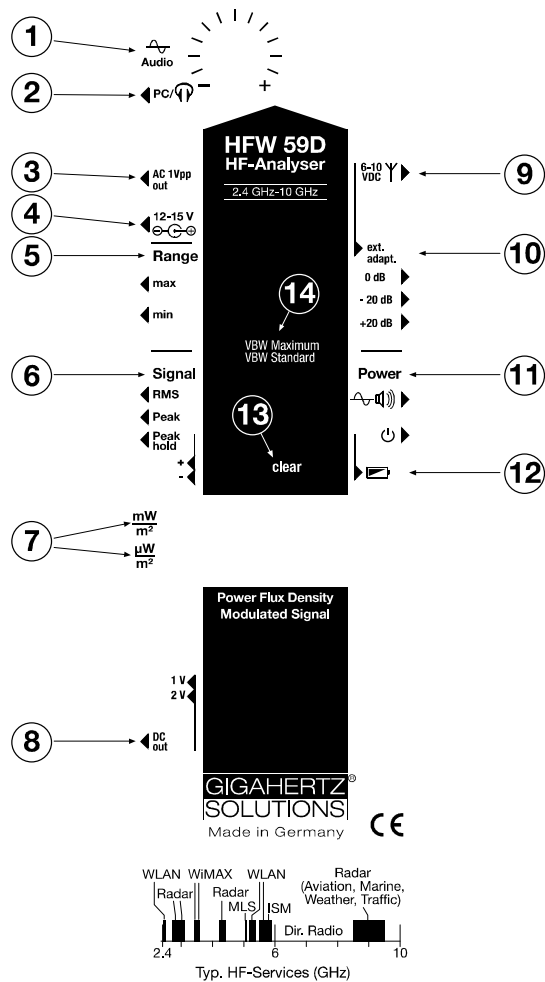
Funktions- und Bedienelemente	2
Vorbereitung des Messgerätes	3
Eigenschaften hochfrequenter Strahlung ...	4
...und Konsequenzen für die - Durchführung der Messung	4
Schritt-für-Schritt-Anleitung zu den Geräteeinstellungen und zur Durchführung der Messung	5
Grenz-, Richt- und Vorsorgewerte	9
Frequenzanalyse	9
Benutzung der Signalausgänge	10
Weiterführende Analysen	10
Akkumanagement	10
Abschirmung	11
Garantie	11
Serviceadresse	11
Messbereiche / Umrechnungstabellen	12

### 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.

## 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 (Ein-/Ausschalter ).
- 2) 3,5mm Klinkenbuchse: 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/m<sup>2</sup> (=19.990µW/m<sup>2</sup>)  
min = 1999 µW/m<sup>2</sup>  
Zu beachten: Mit dem optional erhältlichen Vorverstärker oder Dämpfer verändert sich die Skalierung.
- 6) Wahlschalter für die **Signal-Bewertung**. **Standardeinstellung = „Peak hold“** (Spitzenwert halten). Wenn „Peak hold“ 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 = „+“**. Mit dem Taster 13 kann der Spitzenwert manuell zurückgesetzt werden.
- 7) Die Einheit der angezeigten Zahlenwerte wird durch kleine Balken links im Display angezeigt:  
Balken oben = mW/m<sup>2</sup> (Milliwatt/m<sup>2</sup>)  
Balken unten = µW/m<sup>2</sup> (Mikrowatt/m<sup>2</sup>)
- 8) Gleichspannungsausgang z.B. für Langzeitaufzeichnungen.  
1 Volt DC bei Vollausschlag. (Skalierbar auf 2 Volt DC, nur für Verwendung einer externen Displayeinheit)

- 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 oder 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**. In der oberen Schalterstellung ist die Audioanalyse aktiviert.
- 12) **Ladeanzeige**
- 13) Taster zur Rücksetzung d. Spitzenwertes. (so lange drücken, bis der Wert nicht weiter zurückgeht!)

**Die Standardeinstellung wichtiger Funktionen ist unterlegt.**

## Längere und kürzere Schalterknöpfe

Längere Schalterknöpfe: Standardfunktionen.

Kürzere Schalterknöpfe: Um ein versehentliches Umschalten zu vermeiden, sind Schalter, die seltener oder nur mit optionalem Zubehör benötigt werden, kürzer ausgeführt.

## Inhalt der Verpackung

Messgerät

LogPer-Antenne mit SMA-Anschluss

NiMH-Akkublock (im Gerät)

Netzgerät

Bedienungsanleitung

## Vorbereitung des Messgerätes

### Anschluss der LogPer-Antenne

Der SMA-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.

In der Regel sind die Strahlungsquellen im betrachteten Frequenzbereich vertikal polarisiert. Eine hierfür geeignete Ausrichtung der Antenne zeigt folgende Abbildung:



**Wichtig: Die beiden Antennenkabel nicht scharf knicken oder in sich verdrehen!**

Für die horizontale Ausrichtung der Antenne sollten nicht die Kabel in sich, sondern das ganze Messgerät gedreht werden. Die Leuchtdiode an der Antennenspitze dient der Kontrolle einer sauberen Kontaktierung der Anschlussleitung.

Während der Messung sollten die Antennenkabel nicht berührt werden.

### Anmerkung zur Antenne

Die SMA-Verbindung zwischen Antenne und Messgerät ist die hochwertigste industrielle HF-Verbindung in dieser Größe. Auch weist das verwendete, „halbstarre“ Antennenkabel hervorragende Parameter im hier betrachteten Frequenzbereich auf. Es ist auf mehrere hundert Biegezyklen ausgelegt, ohne dass die Qualität der Messung darunter leiden würde. Die spezielle Ausformung mit dem zweiten „Dummy“-Antennenkabel ist Gegenstand einer unserer Patentanmeldungen und gleicht eine systemimmanente Schwäche leiterplattenbasierter „simple-log.-per.-Antennen“ aus. Außerhalb der Haupt-Empfangsrichtung sind diese nämlich auch für Frequenzen unterhalb der spezifizierten Bandbreite empfindlich, so dass die Messung in der Hauptrichtung verfälscht werden

kann. Mit der hier vorliegenden Antenne werden diese Störungen um rund 15 bis 20 dB unterdrückt (zusätzlich zu den rund 40 dB des internen Hochpassfilters).

## 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.*

## Eigenschaften hochfrequenter Strahlung...

Vorab: Für Hintergrundinformationen zum Thema „Elektrosmog durch hochfrequente Strahlung“ verweisen wir auf die umfangreiche Fachliteratur zu diesem Thema. In dieser Anleitung konzentrieren wir uns auf diejenigen Eigenschaften, die für die Messung im Haushalt von besonderer Bedeutung sind.

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.

Die Anteile hängen dabei insbesondere vom Material, dessen Stärke und der Frequenz der HF-Strahlung ab. So sind z.B. Holz, Gipskarton, Dächer und Fenster oft sehr durchlässige Stellen in einem Haus.

Eine sehr gut recherchierte und visualisierte Übersicht über die Dämpfungswirkung verschiedener Baustoffe sowie umfangreichen Tipps zur Reduktion der Belastung findet sich in dem Internetportal [www.ohne-elektrosmog-wohnen.de](http://www.ohne-elektrosmog-wohnen.de).

### Mindestabstand

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

Bei der unteren Grenzfrequenz des HFW59D beträgt der Mindestabstand zwischen Antennenspitze und Messobjekt ca. einen halben Meter.

### 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. Es sollten deshalb beide Ebenen gecheckt werden um die beim infrage stehenden Objekt verwendete Polarisationsebene zu identifizieren. Die aufgesteckte Antenne misst die vertikal polarisierte Ebene, wenn die Oberseite (Display) des Messgerätes waagrecht positioniert ist.

### Örtliche und zeitliche Schwankungen

Durch - teilweise frequenzselektive – Reflexionen kann es besonders innerhalb von Gebäuden zu punktuellen Verstärkungen oder Auslöschungen der hochfrequenten Welle kommen. Außerdem kann die Sendeleistung über den Tag bzw. über längere Zeiträume verändert werden.

Alle vorgenannten Punkte haben Einfluss auf die Messtechnik und in besonderem Maße auf das Vorgehen beim Messen und die Notwendigkeit mehrfacher Messungen.

## ... 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 zu 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.

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. WLAN-Accesspoints, 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.

## Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Durchführung der Messung

### Vorbemerkung zur Antenne

*Grundsätzlich* gibt es logarithmisch-periodische Antennen in zwei Ausführungen:

- Optimiert als Peilantenne (schmaler Öffnungswinkel – optimale Peilcharakteristik / schlechtere Messeigenschaften) oder
- optimiert als Messantenne (breiter Öffnungswinkel – optimale Messcharakteristik / mäßige Peileigenschaften).

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.

**Auf dem Display wird immer die Leistungsflussdichte am Messort angezeigt, in die Richtung, auf welche die Antenne zeigt** (genauer: Bezogen auf das Raumintegral der „Antennenkeule“).

Die mitgelieferte logarithmisch-periodische Antenne ist auf den Frequenzbereich von ca. 2,4 GHz bis 10 GHz optimiert. Er umfasst die Frequenzen von beider WLAN-Bänder, Bluetooth, Zigbee, diverse Radarfrequenzen (insbesondere auch das dicht belegte Frequenzband von 8,5-9,5 GHz, wo sich Radar zur Steuerung und Überwachung des Flug- und Schiffsverkehrs, Wettererkundung und Verkehrsüberwachung befinden sowie weitere kommerziell und militärisch genutzte Frequenzbänder, insbesondere für den Richtfunk. Bei diesen Quellen handelt es sich um

puls- oder spreizspektrummodulierte Signale, die von kritischen Medizinern als biologisch besonders relevant betrachtet werden.

Damit Messungen mit dieser Antenne nicht durch die häufig dominanten, darunterliegenden Strahlungsquellen wie DECT oder GSM verfälscht werden, ist in das HFW59D ein steilflankiger Hochpassfilter bei 2,4 GHz integriert, d.h. niedrigere Frequenzen werden unterdrückt.

### Orientierende Messung

Bei der orientierenden Messung geht es darum, einen groben Überblick über die Situation zu gewinnen. Die echten Zahlenwerte sind dabei von untergeordnetem Interesse, so dass es in der Regel am einfachsten ist, nur anhand des feldstärkeproportionalen Tonsignals vorzugehen.

Vorgehen zur orientierenden Messung:

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

Dann den Messbereich (Schalter „Range“) auf „max“ einstellen. Für die orientierende Messung sind kleinere Übersteuerungen in diesem groben Bereich unerheblich, da das Tonsignal noch bis über 60000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  feldstärkeproportional verläuft. Nur wenn ständig sehr kleine Werte angezeigt werden, in den Messbereich „min“ umschalten.

Den Schalter „Signal“ auf „Peak“ einstellen.

An jedem Punkt und aus allen Richtungen kann die Strahlungseinwirkung unterschiedlich sein. Wenngleich sich die Feldstärke bei der Hochfrequenz im Raum sehr viel schnell-

ler 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 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.

**Wie weiter oben bereits erwähnt: Es geht bei der orientierenden Messung nicht um eine exakte Aussage, sondern lediglich darum, diejenigen Zonen zu identifizieren, in denen es örtliche Spitzenwerte gibt.**

## Quantitative (zahlenmäßige) Messung

Wenn mit Hilfe des im vorigen Abschnitt beschriebenen Vorgehens die eigentlichen Messstellen identifiziert sind, kann die quantitativ präzise Messung beginnen.

Geräteeinstellung: **„Range“ (Messbereich)**

Schaltereinstellung wie im Kapitel „Orientierende Messung“ beschrieben: Zunächst den Schalter „Range“ auf „max“ einstellen. Nur wenn ständig sehr kleine Werte angezeigt werden, in den Messbereich „min“ umschalten. Grundsatz für die Wahl des Messbereichs:

**So grob wie nötig, so fein wie möglich.**

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 (d.h. Indikation der Einheit und Anzeige der richtigen Kommastriche) erfolgt dabei über den Schalter „ext. adapt. - 20 dB“.

Mit dem optionalen HF-Vorverstärker HV20\_2400G10 als Zwischenstecker für den Antenneneingang erhöht sich die Empfindlichkeit um den Faktor 100. Damit erreicht das Gerät eine (theoretische) minimale Auflösung von  $0,01 \mu\text{W}/\text{m}^2$ . Die Rauschgrenze führt zu einer real etwas geringeren minimalen Auflösung.

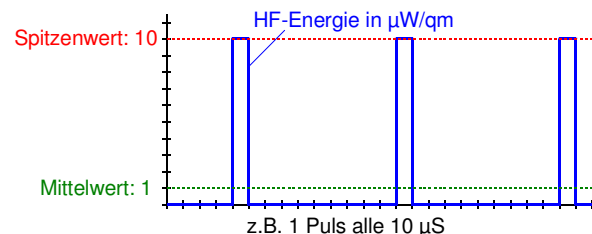
Eine **Übersichtstabelle über alle Anzeigemöglichkeiten** finden Sie auf der letzten Seite dieser Anleitung.

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  $1 \mu\text{W}/\text{m}^2$  ( $= ((1 \times 10) + (9 \times 0)) / 10$ ).

Der in der Schalterstellung „Peak“ ermittelte Messwert der HF-Analyser von Gigahertz Solutions wird in der Baubiologie oft plastisch als „Mittelwert des Spitzenwertes“ umschrieben und entspricht somit genau der geforderten Messwertdarstellung.

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

- Die „offiziellen“ Grenzwerte basieren auf einer Mittelwertbetrachtung. Zur Einschätzung „offizieller“ Messergebnisse, z.B. auch durch Mobilfunkbetreiber, ist also eine Vergleichsmöglichkeit nützlich.

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).

## Spitze halten

In der Praxis wird sehr häufig mit dieser Funktion gearbeitet. Dazu den Schalter „Range“ auf „Peak hold“ einstellen. Dann mit dem Taster „clear“ eventuelle „Pseudospitzen“ durch den Umschaltimpuls löschen. Bei gedrücktem Schalter „clear“ geht die Messung in eine reine Spitzenwertmessung über. Mit dem Loslassen des Tasters der Beginn des Zeitraumes festlegen, in welchem der höchste Messwert ermittelt werden soll. Durch erneutes Drücken des Tasters „clear“ (ein bis zwei Sekunden gedrückt halten) beginnt der Zeitraum für die Spitzenwertermittlung von Neuem (im Moment des Loslassens.)

Die Funktion „Peak hold“ ist in der Praxis von großem Nutzen, da, wie weiter unten noch genauer ausgeführt werden wird, der Spitzenwert derjenige ist, der für die Beurteilung der Situation herangezogen wird. Da aber in der Praxis die Messwerte oft über die Zeit, die Einstrahlrichtung, die Polarisierung und die konkrete Messstelle stark schwanken, kann man bei der reinen Spitzenwertbetrachtung, die an sich auch der relevanten Größe entspricht, leicht einzelne Spitzen übersehen. Mit der Funktion „Peak hold“ kann man mit dem weiter unten unter der Überschrift „Eigentliche Messung“ beschriebenen Vorgehen einfach und schnell den echten Spitzenwert „einsammeln“.

Das Tonsignal ist unabhängig von der Funktion „Peak hold“ proportional zur aktuell gemessenen Leistungsflussdichte. Dies erleichtert das Auffinden der Stellen, Einstrahlrichtungen und Polarisierungsebenen, an denen Maxima erreicht werden, wobei dennoch deren Maximum gespeichert bleibt.

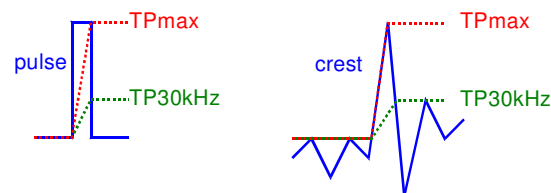
Die Geschwindigkeit, mit der die „Peak hold“-Funktion „zurückläuft“, kann mit dem Schalter „+“ und „-“ eingestellt werden. Auch nach Minuten ist der Wert, trotz des langsamen „Rücklaufs“ noch innerhalb der spezifizierten Toleranz. Dennoch sollte man mit dem Ablesen nicht zu lange warten um einen möglichst 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. Zum Umschalten ggf. einen Kugelschreiber o.ä. verwenden.

Geräteeinstellung:

„VBW Maximum / VBW Standard“

VBW steht für Videobandbreite. Sie qualifiziert entscheidend die Möglichkeiten und Grenzen eines Hochfrequenzmessgerätes.

Für die meisten Signale ist die Einstellung „VBW Standard“ (30kHz) zu wählen. Um Signale wie Radar („pulse“ in folgender Zeichnung), oder breitbandig modulierte Signale wie LTE (4G), WLAN während der Datenübertragung verfälschungsfrei darzustellen, wird die maximale Videobandbreite (2 MHz) benötigt. Den Grund erklärt folgende Zeichnung:



Die Vorteile der hohen Videobandbreite werden aber durch ein erhöhtes Rauschen erkauft.

Quantitative Messung:

**Bestimmung der Gesamtbelastung**

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.
- durch **Drehen** um bis zu 90° nach links oder rechts um die Messgerätelängsachse, um die Polarisierungsebene der Strahlung zu berücksichtigen.
- durch Veränderung der **Messposition** (also des „Messpunktes“), um nicht zufällig genau an einem Punkt zu messen, an dem lokale Auslöschungen auftreten.

Einzelne Messgeräteanbieter verbreiten die Meinung, dass die effektive Leistungsflussdichte durch Messung in drei Achsen und Bildung 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.**

Um beim Grenzwertvergleich ganz sicher zu gehen, können Sie den angezeigten Wert mit dem Faktor 4 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 bei professionellen Spektrumanalysatoren vom Faktor zwei ausgegangen wird.

Quantitative Messung:

**Breitbandig modulierte Signale** z.B. WLAN im Übertragungsmodus

Diese Signale haben in vielerlei Hinsicht ähnliche Eigenschaften wie das „Weiße Rauschen“ und erfordern deshalb eine besondere Betrachtung. Wenn durch die akustische Analyse ein solches Signal identifiziert wird, sollte „VBW Maximum“ eingestellt werden. Zur Messung wird das Messgerät ca. 1 bis 2 Minuten lang in der Hauptstrahlrichtung des Signals gehalten. Diese Messdauer ist für eine realistische Messung sinnvoll, da aufgrund der Signalcharakteristik Schwankun-

gen von +/- einem Faktor 3 bis 6 innerhalb kürzester Zeit auftreten können.

Quantitative Messung:

**Radar**

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

Um ganz sicher zu gehen, ist bei akustischer Identifikation eines Radarsignals (ein kurzes „piep“, das sich im Extremfall nur alle etwa 12 Sekunden wiederholt, durch Reflexionen evtl. häufiger) folgendes Vorgehen anzuraten:

„VBW“ Maximum einstellen.

Schalter „Signal“ auf „Peak“ einstellen. In dieser Schalterstellung die Haupteinstrahlrichtung identifizieren. Der Radarpuls ist jeweils so kurz, dass nur sehr kurz ein eher stochastischer Messwert angezeigt wird.

Schalter „Signal“ auf „Peak hold“ einstellen und mehrere Durchläufe des Radarsignals bei geringfügig veränderte Messgeräteposition aufnehmen um den quantitativ richtigen Messwert aufzunehmen.

Quantitative Messung:

**Identifikation der HF-Einfallstellen**

Zunächst sind – naheliegend – Quellen im selben Raum zu eliminieren (WLAN, 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 messen<sup>1</sup>, um genau die durchlässigen Stellen einzugrenzen. 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.

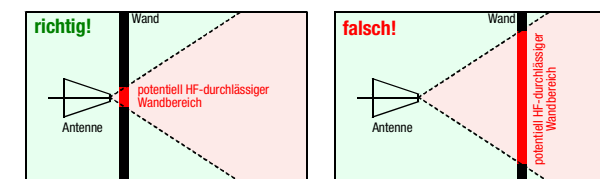


Abbildung: Illustrationsskizze zur Ortungsunsicherheit bei Messantennen

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

<sup>1</sup> Zu beachten: In dieser Position ist nur ein *relationaler* Messwertvergleich möglich!



## Grenz-, Richt- u. Vorsorgewerte

**Vorsorgliche Empfehlungen**  
für Schlafplätze bei gepulster Strahlung:

**Unter 0,1  $\mu\text{W}/\text{m}^2$**

(Standard der baubiologischen Messtechnik  
SBM 2008: „Keine Anomalie“)

**unter 1  $\mu\text{W}/\text{m}^2$**  („für Innenräume“)

(Landessanitätsdirektion Salzburg)

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 Frequenzbereiche 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.

Der „Standard der baubiologischen Messtechnik“, kurz SBM 2008 unterscheidet die folgenden Stufen:

### Baubiologische Richtwerte gem. SMB-2008

© Baubiologie Maes / IBN

Angaben in $\mu\text{W}/\text{m}^2$	keine Anomalie	schwache Anomalie	starke Anomalie	extreme Anomalie
< 0,1	0,1 - 10	10 - 1000	> 1000	

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  $10 \mu\text{W}/\text{m}^2$ .

Das ECOLOG-Institut in Hannover gibt nur eine Empfehlung für den Außenbereich ab, nämlich  $10.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ . Dieser Wert liegt deutlich höher als die Empfehlungen der Baubiologie und stellt eine Kompromissformel des Instituts mit dem Ziel dar, auch in der Industrie Akzeptanz zu finden und eine Chance auf Niederschlag in der Festlegung öffentlicher Grenzwerte zu finden. Einschränkung wird von den Autoren festgestellt,

- dass dieser Wert für maximal mögliche Emissionen von verursachenden Sendeanlagen ausgeht. Reale Messwerte sollten also deutlich kritischer bewertet werden, da die reale Auslastung der Sendeanlagen in der Regel nicht bekannt ist,

- dass von einer einzelnen Sendeanlage nicht mehr als ein Drittel dieses Wertes ausgehen sollte,

- dass auch umfangreiche Erfahrungen und Erkenntnisse einzelner Umweltmediziner und Baubiologen über die negative Wirkung deutlich geringerer Belastungen nicht bei der Grenzwertfestlegung berücksichtigt werden konnten, weil keine hinreichende Dokumentation dieser Ergebnisse vorhanden ist. Die Autoren schließen: „Eine wissenschaftliche Überprüfung dieser Hinweise ist dringend erforderlich.“

- dass nicht alle in der Literaturlauswertung aufgeführten Effekte [...] auf zellulärer Ebene berücksichtigt werden konnten, da deren Schadenspotenzial noch nicht sicher abgeschätzt werden kann.

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

## Audio-Frequenzanalyse

Zur **Identifizierung der Verursacher** von HF-Strahlung dient die Audioanalyse des amplitudenmodulierten Signalanteils.

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 ho-

hen 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. 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 dieser viel Strom verbraucht.

Wir haben einige Audiodateien als Hörproben für Sie auf unserer Homepage zusammengestellt. Sehen Sie dazu bitte unter [www.gigahertz-solutions.de](http://www.gigahertz-solutions.de) unter Multimedia.

## Benutzung der Signalausgänge

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

Der DC-Ausgang („DC out“, 2,5mm Klinkenbuchse) dient zur (Langzeit-) Aufzeichnung der Displayanzeige oder zum Anschluss einer externen Displayeinheit (im Lieferprogramm; siehe Kontaktadresse am Ende dieser Anleitung).

Bei „Vollausschlag“ auf dem Display liegt hier (umschaltbar) ein Volt DC an.

Die reguläre Funktion Auto-Power-Off wird mit dem Einstecken des Steckers automatisch deaktiviert. Die Funktion tritt – ebenso automatisch - nur dann wieder in Kraft, wenn durch weiteren Betrieb eine Tiefentladung droht.

## Weiterführende Analysen

Von Gigahertz Solutions sind erhältlich:

- **Vorsatz-Dämpfungsglieder** zur Erweiterung der Messbereiche nach oben für starke Quellen.
- **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:** Schon das NFA 30M hat einen Eingang 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 bis die grüne Lade-LED erlischt.

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. Durch den eingelegten Schaumstoff drückt der Akku gegen den Deckel, damit er nicht klappert. Das Zurückschieben muss also gegen einen gewissen Widerstand erfolgen.

### 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 senkrechtes „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). Der Lautstärkereglert sollte dabei aber ganz auf „-“ gestellt werden, weil sonst das 50 Hertz-Brummen der Netzspannung zu hören ist.

## Fachgerechte Abschirmung ist eine zuverlässige Abhilfemaßnahme

Physikalisch nachweisbar wirksam sind fachgerecht ausgeführte Abschirmungen. Dabei gibt es eine große Vielfalt von Möglichkeiten. Eine individuell angepasste Abschirmungslösung ist in jedem Falle empfehlenswert.

Die Schirmdämpfung unterschiedlicher Abschirmmaterialien wird in der Regel in „-dB“ angegeben, z.B. „-20dB“.

Umrechnung Schirmdämpfung in Reduktion der Leistungsflussdichte:

„-10dB“ entspricht „Messwert durch 10“  
 „-15dB“ entspricht „Messwert durch ~30“  
 „-20dB“ entspricht „Messwert durch 100“  
 „-25dB“ entspricht „Messwert durch ~300“  
 „-30dB“ entspricht „Messwert durch 1000“  
 usw.

Bitte beachten Sie die Herstellerhinweise zu real *in der Praxis* erreichbaren Dämpfungswerten, die bei Teilschirmungen meist deutlich unter den Werten liegen, die mit einer Vollschirmung zu erreichen sind. Teilschir-

mungen sollten insofern immer möglichst großflächig angelegt sein.

Näheres erfahren Sie auf unseren **Produkt-schulungen und Seminare** zum Thema „Hoch- & Niederfrequenz – Messtechnik & Schutzlösungen“.

Für Informationen zu Terminen und Veranstaltungsorten nutzen Sie bitte die Kontaktmöglichkeiten weiter am Ende der Anleitung.

## Garantie

Auf das Messgerät, die Antenne und das Zubehör gewähren wir zwei Jahre Garantie auf Funktions- und Verarbeitungsmängel. Danach gilt eine großzügige Kulanzregelung.

### Antenne

Das verwendete FR4-Basismaterial ist hochstabil und übersteht problemlos einen Sturz von der Tischkante. Als zusätzliche Sicherheit dienen die Leuchtdioden an der Antennenspitze, welche im eingeschalteten Zustand die durchgängige Kontaktierung aller Antennenelemente signalisieren. Im Falle eines mechanischen Schadens verlöscht eine oder beide LEDs. Die Garantie umfasst auch solche Sturzschäden, sollte doch einmal einer auftreten.

### Messgerät

Das Messgerät selbst ist ausdrücklich nicht sturzsicher: Aufgrund des schweren Akkupacks und der großen Zahl bedrahteter Bauteile können Schäden in diesem Falle nicht ausgeschlossen werden. Sturzschäden sind daher durch die Garantie nicht abgedeckt.

## Kontakt- und Serviceadresse:

Gigahertz Solutions GmbH  
 Am Galgenberg 12  
 90579 Langenzenn Deutschland

Telefon 09101 9093-0  
 Telefax 09101 9093-23

[www.gigahertz-solutions.de](http://www.gigahertz-solutions.de)  
[info@gigahertz-solutions.de](mailto:info@gigahertz-solutions.de)

### Messbereiche HFW59D

Messbereich	Balken im LCD	<b>Auslieferungszustand,</b> d.h. ohne Vorverstärker oder Dämpfungsglied ("ext. adapt." auf "0dB")
		Anzeigewert u. -einheit
max		0.01 - 19.99 <b>mW/m<sup>2</sup></b>
min		1 - 1999 <b>µW/m<sup>2</sup></b>
einfach ablesen - kein Korrekturfaktor		

Messbereich	Balken im LCD	<b>Mit ext. Dämpfungsglied DG20,</b> ("ext. adapt." auf "-20dB")
		Anzeigewert u. -einheit
max		1 - 1999 <b>mW/m<sup>2</sup></b>
min		0.1 - 19.99 <b>mW/m<sup>2</sup></b>
einfach ablesen - kein Korrekturfaktor		

Messbereich	Balken im LCD	<b>Mit externem Verstärker HV20,</b> ("ext. adapt." auf "+20dB")
		Anzeigewert u. -einheit
max		0.1 - 199.9 <b>µW/m<sup>2</sup></b>
min		0.01 - 19.99 <b>µW/m<sup>2</sup></b>
einfach ablesen - kein Korrekturfaktor		

Umrechnungstabelle W/m<sup>2</sup> und V/m

nW/m <sup>2</sup>	µW/m <sup>2</sup>	mW/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	mV/m	V/m
0,01	0,00001	0,000000001	0,0000000000001	0,0614	0,0000614
0,1	0,0001	0,00000001	0,000000000001	0,194	0,000194
1	0,001	0,0000001	0,000000000001	0,614	0,000614
10	0,01	0,000001	0,000000000001	1,94	0,00194
100	0,1	0,0001	0,000000000001	6,14	0,00614
1.000	1	0,001	0,000000000001	19,4	0,0194
10.000	10	0,01	0,000000000001	61,4	0,0614
100.000	100	0,1	0,000000000001	194	0,194
1.000.000	1.000	1	0,000000000001	614	0,614
10.000.000	10.000	10	0,01	1.940	1,94
100.000.000	100.000	100	0,1	6.140	6,14
1000.000.000	1.000.000	1.000	1	19.400	19,4
10.000.000.000	10.000.000	10.000	10	61.400	61,4

mV/m und V/m - Angaben gerundet, siehe auch Tabelle in der nächsten Spalte

Umrechnungstabelle  
(µW/m<sup>2</sup> zu V/m)

µW/m <sup>2</sup>	mV/m	µW/m <sup>2</sup>	mV/m	µW/m <sup>2</sup>	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

### Warum keine Spalte: „dBm“?

Grenzwerte für Hochfrequenz werden in W/m<sup>2</sup> (ggf. auch V/m) angegeben, also genau in der von diesem Messgerät angezeigten Dimension. Eine Anzeige in dBm, wie beispielsweise auf einem Spektrumanalyser, muss erst frequenz- und antennenspezifisch mittels einer komplizierten Formel in diese Einheiten umgerechnet werden, eine „Rückrechnung“ ist also unsinnig.