

Ausgabe: 11/2003

Änderungen zur Vorversion: Keine

1 Warum bietet der Lambda-Fox RFA3 einen Frequenzbereich von 10 MHz bis 3,3 GHz?

Aktuelle Diskussionen beschränken sich zur Zeit meist nur auf Handys, GSM, DECT und UMTS. Eine ganze Reihe anderer Funkdienste, die zum Teil auch mit periodisch gepulsten Signalverläufen arbeiten sollten aber ebenso beachtet und messtechnisch korrekt erfasst werden: z.B. UKW (87,5-108 MHz), TV (z.B. Band IV/V 470-862 MHz), digitales Radio DAB-T (223-230, 1452-1467 MHz), digitaler Behördenfunk TETRA (390-393 MHz), Flugsicherungsradar (z.B. 1240-1400, 2700-3400 MHz), WLAN und Bluetooth (z.B. im 2,4 GHz-Band) oder drahtloses Telefon-Ortsnetz WLL (z.B. bei 2540-2670 MHz)

2 Warum hat der Lambda-Fox RFA3 für die Messwertanzeige „nur“ Leuchtdioden (LED)?

Mit LED ist im Gegensatz zu digitalen LCD-Anzeigen eine wesentlich schnellere Visualisierung der Empfangssignale möglich. Im Avg-Messmodus lässt sich deshalb sofort und einfach beurteilen, ob kontinuierliche und/oder gepulste Signale vorliegen. Die in der Messtechnik allgemein verwendeten LCD-Anzeigen (und deren Ansteuerung) gaukeln dem Benutzer eine Genauigkeit vor, die bei gängigen HF-Messunsicherheiten von 3 bis 6 dB nicht gehalten werden kann. Beispiel: Die Digital-Anzeige eines HF-Messgerätes zeigt einen Wert von 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$. Laut Betriebsanleitung beträgt die Messunsicherheit (Toleranz) z.B. ± 3 dB. Die tatsächlich vorhandene Strahlungsdichte kann demnach irgendwo zwischen 500 und 2000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ liegen. Da macht ein digital abgelesener Messwert, womöglich noch mit zwei Stellen hinter dem Komma, nicht mehr den allergrößten Sinn. Zusätzlich ist der Betrachtungswinkel von LED-Anzeigen wesentlich größer als bei fest verbauten LCD-Anzeigen.

3 Warum wird „dBm“ und nicht z.B. W/m^2 angezeigt?

Die Ausbreitung von Funkwellen unterliegt in bebauter Umgebung großen Feldstärke-schwankungen. In einer Ecke eines Raumes kann die Immission sehr hoch sein, einige Zentimeter weiter schon sehr viel geringer. Es ist in solchen Fällen nicht praktisch, ständig zwischen den einzelnen Messbereichen hin- und herzuschalten. Das Messgerät sollte daher mit einem einzigen Messbereich auskommen. Innerhalb dieses Messbereichs muss jedoch eine extrem große Messdynamik von z.B. 75 dB verarbeitet werden. Lineare Maßeinheiten wie etwa $\mu\text{W}/\text{m}^2$ würden zu unübersichtlichen Zahlenketten führen. Als Alternative bieten sich mehrere Messbereiche an, was wiederum ein ständiges Umschalten erfordert (siehe oben). Wenn mit nur einem Messbereich sowohl extrem kleine wie auch extrem große Messwerte angezeigt werden sollen, haben sich logarithmische Einheiten (dB) bewährt. Auch Schallwellen werden deshalb in dB gemessen. Auch hier sind extrem kleine und große Messwerte zu erwarten. Gleiches gilt für das Display eines Spektrumanalysators. Dieser zeigt die Messwerte deshalb in einem logarithmischen Verhältnismaß, nämlich dBm oder dB μV an. Der wichtigste Grund für eine logarithmische Anzeige in dBm ist die Flexibilität. An ein Messgerät lassen sich z.B. verschiedene Messantennen anschließen ohne dass das Messgerät ständig neu kalibriert werden muss. Lediglich die Umrechnungstabellen sind vom Hersteller anzupassen. Ein Neuabgleich beim Hersteller ist somit nicht notwendig. Da die Frequenzgänge und die Amplitudenlinearitäten aller Hochfrequenz-Messgeräte, auch die der besten Spektrumanalysatoren, nicht linear sind, kann durch angepasste Tabellen dennoch eine Linearität erreicht werden. Große Empfangspegel-Differenzen, wie z.B. bei DECT-Signalen, werden mit einer Anzeige in dBm schnell und unkompliziert als „Ganzes“ dargestellt. Ständig schnell hin- und herspringende digitale Zahlenwerte sind visuell sehr viel schwerer zu erfassen.

4 Ist die Gehäuse-Abschirmung wirklich notwendig?

Sie ist notwendig, denn elektromagnetische Wellen sollen nur über die angeschlossene Antenne und nicht „quer“ durch Drähte, Leiterbahnen oder elektronische Bauteile, die bei bestimmten Frequenzen als optimale Antennen wirken können, unspezifiziert empfangen werden. Vor allem ab 2 GHz ist eine wirksame Hochfrequenz-Abschirmung von großer Bedeutung. Auch im Akustik-Bereich des Messgerätes darf keine niederfrequent gepulste HF-Störstrahlung, 50 Hz-Brummen o.ä. die akustische Diagnose verfälschen.

5 Wie ist der Frequenz-Schieber der Log-Per Antenne zu bedienen?

Sinn und Zweck dieses Schiebers ist die Frequenz-Identifikation des stärksten Empfangspegels. Beispiel: Ein GSM1800-Organisationskanal ist die dominierende Strahlungsquelle am Messort. Der Empfangsspitzenpegel des RFA3, der mit dem Schieber in Parkposition (also ganz hinten) in Schalterstellung „Peak“ gemessen wird, liegt bei -35 dBm. Akustisch kann die 1733 Hz Pulsfrequenz eindeutig im Lautsprecher gehört werden, allerdings lässt sich daraus nicht schließen, ob es sich um einen GSM900 oder GSM1800-Organisationskanal (evtl. mit aktiven Verkehrskanälen) handelt - da beide identisch „klingen“. Der Frequenzschieber wird deshalb von der Parkposition beginnend langsam nach vorne geschoben bis die LED-Anzeige um eine LED (also 5 dB), und somit nach -40 dBm, abfällt. Auf der Antenne ist zu erkennen, dass der Frequenzschieber die gepunktete weiße Linie bei etwa 950 MHz schneidet. Das bedeutet, bei dem dominierenden Signal handelt es sich um einen GSM900-Sender (D-Netz). Sie können den Schieber nun weiter nach vorne schieben, die Anzeige kann dabei bei -40 dBm bleiben oder auch wieder auf -35 dBm ansteigen. Wenn die LED-Anzeige nun z.B. bei 1800 MHz erneut um 5 dB abfällt so wird auch ein schwächerer GSM1800-Organisationskanal mit empfangen. Diese Methode ist natürlich nicht mit der eines frequenzselektiven Spektrumanalysators zu vergleichen. Es kann auch nicht der aktuelle Anzeigewert mit dem einer individuellen Frequenzmarkierung in Verbindung gebracht werden.

Entscheidend ist die Frequenz, bei der der Spitzenpegel um 5 dB abfällt. Mit dieser Information kann der zuvor gemessene Spitzenpegel, entsprechend der unterschiedlichen Tabellen (im Beispiel die *800 bis 1300 MHz*-Tabelle) in die Strahlungsdichte oder elektr. Feldstärke umgesetzt werden. Die korrekte Immission kann mit dieser Methode sehr genau gemessen werden, da alle kleineren Pegel nicht mehr nennenswert in die Berechnung mit eingehen.

Falls dennoch Unsicherheiten hinsichtlich der Frequenz-Zuordnung bestehen, verwenden Sie bitte die Tabelle *800 bis 2500 MHz* mit einer größeren Messunsicherheit von ± 3 dB.

6 Was bedeutet bei *Peak Hold* „der Spitzenwert wird temporär gehalten“?

Erfasst der RFA3 z.B. bei LED -45 dBm den 5 dB-Bereich ($-44,9$ dBm bis -40 dBm) nur knapp, z.B. mit -44 dBm, so hält er den Peak nur kurz, für etwa 30 Sekunden. Wird dieser Bereich jedoch mit -41 dBm erfasst, so wird der Spitzenwert für mindestens 2 Minuten gehalten.

Bei *Peak Hold*-Messungen macht es Sinn, den zu untersuchenden Raum in einzelne Sektoren aufzuteilen und spätestens nach 30 Sekunden die Anzeige abzulesen. Hilfreich ist hierbei auch das Zuschalten der *Tone*-Funktion, um zusätzlich eine akustische Pegel-Tendenz zu hören.

7 Warum verringert sich bei voll aufgedrehtem Lautstärke-Regler die Messwertanzeige?

Dieser Effekt beschränkt sich auf tatsächlich NF-gepulste Eingangssignale. Er tritt jedoch nur auf, wenn der Lautstärkeregler voll aufgedreht wird und der entsprechende 5 dB-Bereich um nicht mehr als 1,5 dB erfasst wird, bzw. bei niedrigerer Erfassung ab den letzten 30° der möglichen 270° Reglerstellung – dort wo das Signal auch akustisch verzerrt wird und die Lautstärke schon sehr hoch ist. Außerdem müssen die Schalter auf *Sound*, *Peak* und Σ stehen und die Pulse deutlich kürzer als $900\mu\text{s}$ (wie z.B. bei DECT) sein.

Wir empfehlen daher bei genauen Messungen den Lautstärkeregler nicht weiter als auf zwei Drittel des möglichen Drehweges zu stellen und bei Messwertaufzeichnungen mit Multimeter oder Datenlogger die akustische „*Sound*“-Auswertung in Σ -Stellung nicht zu verwenden.

- 8 **Welche Möglichkeiten bietet der Drehschalter zur „pegelselektiven akustischen Analyse“?**
Um diese innovative Funktion nutzen zu können, müssen die Schalter auf *Sound* und *Avg* stehen. Niederfrequente Modulationsgemische von hochfrequenter Strahlung sind schwierig akustisch auseinander zu halten. Mit dem Schalter ist es möglich, entsprechend dem einstrahlenden Pegel, die korrespondierende Modulation selektiv akustisch darzustellen und sie in Bezug zu ihrer aktuellen Pegelstärke zu setzen.
Beispiel: In einem Gebäude können Emissionen einer DECT-Telefon-Anlage (–50 dBm LED), eines GSM900-Organisationskanals (–35 dBm LED) und die eines WLAN-Accesspoints (–40 dBm LED) akustisch und entsprechend ihres aktuellen Empfangspegels selektiv dargestellt werden. Dazu den Drehschalter schrittweise nach rechts drehen, um akustisch die aktuell vorherrschende NF-Modulation zu analysieren. So ist bei Schalterstellung „–35 dBm“ nur noch die typische 1733 Hz-Pulsung (evtl. mit 217 Hz Verkehrskanälen) zu hören und bei Schalterstellung „–50 dBm“ die 100 Hz-Pulsung der DECT-Anlage.
- 9 **Erfolgt die akustische Darstellung der Modulation originalgetreu?**
In Schalterstellung *Sound* wird –originalgetreu– nur die tatsächlich vorhandene niederfrequente Amplitudenmodulation dargestellt. Es sind nahezu kein schaltungsbedingtes Rauschen oder andere systembedingte Verfälschungen zu hören. Ebenso erfolgt, auch bei schwachen Pegeln, keine Zwangsverstärkung / Pegelanpassung o.ä.
Die akustische Darstellung in diesem *Sound*-Modus ist, ähnlich der der Messwertanzeige, logarithmisch ausgeführt. Schließlich soll die Modulation in diesem Modus mit den Ohren aufgenommen werden und die hören logarithmisch.
- 10 **Kann ich an den Lambda-Fox RFA3 auch andere Antennen anschließen?**
Durch das flexible Konzept des RFA3 ist das problemlos möglich.
Dabei ist zu beachten, dass der RFA3 nicht als Pegelmesser definiert ist, sondern als Hochfrequenz-Messgerät inkl. der im Lieferumfang enthaltenen Antennen. Das bedeutet: Der RFA3, die Antenne und das eventuell dazwischen geschaltete Messkabel bilden eine Messeinheit. Wenn Sie Ihre Messungen mit fremder Antenne und fremdem Kabel mit guter Genauigkeit durchführen möchten, senden Sie uns bitte vorher die Antennen- und Kabeldaten und wir erstellen Ihnen entsprechende Umrechnungstabellen in Strahlungsdichte und elektr. Feldstärke. Bedenken Sie jedoch, dass die Umrechnung in Strahlungsdichte bzw. elektr. Feldstärke per Definition immer frequenzabhängig ist und deshalb bei fehlender Frequenzinformation erhebliche Messfehler entstehen können.