

Breitbandmessgeräte für Funkwellen im Vergleich

Situation

Jeder, der baubiologische Messungen durchführt, wird zunehmend mit Belastungen durch Funkwellen konfrontiert, speziell mit dem seit einigen Jahren explodierenden Mobilfunk. Bisher standen für die Diagnose keine kostengünstigen und zuverlässigen Messgeräte zur Verfügung, und die wenigen, die es gab, waren nicht oder kaum fähig, die speziellen gepulsten Mobilfunksignale richtig zu erfassen. Modulationsmeter können zwar einen guten ersten akustischen Eindruck der gepulsten Felder vermitteln, das lässt aber noch keine soliden Messresultate zu. Inzwischen werden Breitbandgeräte angeboten, welche die Gesamtbelastung aller Funkwellen in einem definierten Frequenzbereich bestimmen wollen.

Entscheidung

Der Verband Baubiologie (VB e.V.) wollte es wissen und entschied sich, einen Messgerätevergleich unter Laborbedingungen durchzuführen. Am 16. Juli 2003 und am 8. Januar 2004 fanden die Tests in den Räumen der Firma ECL (European Compliance Laboratory) in Nürnberg statt. Für den VB betreuten Dipl.-Ing. Norbert Honisch und Dipl.-Ing. Friedbert Lohner die Untersuchungen.

Testteilnehmer

Folgende Geräte wurden überprüft:

1. HF-Digitmeter II (Endotronic)
2. dto. mit Sonde AS2002 (Kugler)
3. Esmog-Spion (Endotronic)
4. PDM-3 (ROM-Elektronik)
5. HFR-1 (ROM-Elektronik)
6. HFR-2 (ROM-Elektronik)
7. HF-Detektor II Profi (Aaronia)
8. Lambda-Fox RFA3 (Merkel)
9. EMR-300, Sonde 18 (Narda)
10. HF 58B (Gigahertz Solutions)
11. HF 35C (Gigahertz Solutions)
12. UMS 4, Sonde HF1 (Fauser)
13. C.A 43 (Chauvin Arnoux)

Erstmals in der Geschichte der baubiologischen Messtechnik wurden die 13 gängigsten HF-Breitbandgeräte untersucht. Dies war nur möglich, weil der vor zwei Jahren gegründete Baubiologenverband VB e.V. die Kosten übernahm. Da die Geräte von Gigahertz Solutions zum Zeitpunkt des ersten Termins nicht lieferbar waren, wurden diese Anfang 2004 unter gleichen Bedingungen nachgetestet. Darüber hinaus war nun auch das UMS 4 mit HF 1 von Fauser und das C.A 43 von Chauvin Arnoux verfügbar.

Vorgehensweise

In der Praxis geht es meist darum, die von einer oder mehreren Emissionsquelle(n) wie Mobilfunkstationen, Handys oder Radar auf einen Messort bzw. den Menschen einwirkende Immission zu erfassen.

Diese Situation bildeten wir im Labor nach. In einer mit 80 dB Dämpfung abgeschirmten und zudem reflexionsarmen Messhalle der Firma ECL wurden mit hochwertigen Signalgeneratoren, Sendeverstärkern und -antennen die jeweiligen Testsignale reproduzierbar erzeugt. In einem Abstand von acht Metern fand die Messung der dort ankommenden Strahlungsstärken mit den Testkandidaten statt.

Referenz, Toleranz

Als Referenz wählten wir einen kalibrierten Spektrumanalysator mit ebenso kalibrierten Messantennen und -kabeln. Alle ermittelten Ergebnisse der zu prüfenden Breitbandgeräte sind bei der Genauigkeitsermittlung auf diese Referenz bezogen. Natürlich hat auch das Referenzsystem eine Messunsicherheit. Deshalb galt es, den Spektrumanalysator mit möglichst guten Toleranzwerten ausfindig zu machen. Dafür standen sechs unterschiedliche Spektrumanalysatoren zur Verfügung. Diese wurden miteinander verglichen. An diesem Vorversuch waren folgende Geräte beteiligt:

1. ESIB Receiver (Rohde&Schwarz)
2. MS 2661 A (Anritsu)
3. R 3131 (Advantest)
4. FS 300 (Rohde&Schwarz)
5. FSH 3 (Rohde&Schwarz)
6. HP 8560 A (Hewlett-Packard)

Der Anritsu MS 2661 A mit der Antenne USLP 9143 und entsprechendem Messkabel wies über die untersuchten Testfrequenzen eine Toleranzspanne von etwa $\pm 1,5$ dB auf und lieferte somit die genauesten Messwerte. Diesen Analyser wählten wir als Referenzgerät.

Testsignale

Folgende im Alltag häufig auftretende Funksignale wurden erzeugt:

1. D-Netz
GSM-900 / BCCH / 944,8 MHz
Puls 1733 Hz
2. E-Netz
GSM1800 / BCCH / 1825,5 MHz
Puls 1733 Hz
3. Neue Mobilfunknetze
UMTS / FDD / 2159,8 MHz
4. Radar
1340 MHz, Intervall 3 s
Puls 333 Hz

5. Schnurlostelefon
DECT / 1890 MHz
Puls 100 Hz
6. Drahtlose Bürokommunikation
WLAN / 2412 MHz
Puls 10 Hz
13 Frequenzbänder je 5 MHz

Linearität bei drei Feldstärken

Um die Feldstärken-Linearität der Breitbandmessgeräte zu überprüfen, erzeugten wir bei jeder Testfrequenz drei verschiedene Intensitäten. Die Feldstärken entsprachen den drei baubiologischen Einstufungen schwache ($0,1-5 \mu\text{W}/\text{m}^2$), starke ($5-100 \mu\text{W}/\text{m}^2$) bzw. extreme Anomalie ($> 100 \mu\text{W}/\text{m}^2$), das sind Intensitäten, die im Alltag besonders oft anzutreffen sind. Für vorsorgliche biologische Rückschlüsse und um baubiologischen Ansprüchen zu genügen, muss ein Messgerät an erster Stelle empfindlich sein und eine Strahlungsstärke von zumindest $0,1 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (keine Anomalie) messen können.

Messrisiken, Ergebnisse

Alltag ist nicht Labor. In der baubiologischen Realität kommen Reflexionen oder Störstrahlungen anderer Frequenzen außerhalb der Gerätespezifikation vor. Unter unseren Laborbedingungen und bei optimaler Antennenausrichtung konnten solche Fehlerquellen ausgeschlossen werden. Aus der Tabelle der nächsten Seite können Sie die leicht auf- und abgerundeten einzelnen Messergebnisse entnehmen.

Genauigkeit, Bewertung

Wie genau muss ein Breitbandmessgerät sein? Natürlich so genau wie möglich. Teure Spektrumanalysen inklusive Antenne und Kabel bieten eine Genauigkeit von $\pm 2-3$ dB. Ausgehend von der Strahlungsstärke von $100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ bedeutet eine Messunsicherheit von ± 3 dB: Der Messwert liegt irgendwo zwischen 50 und $200 \mu\text{W}/\text{m}^2$. Ganz schön daneben, denkt der Unbedarfte. Allerdings spricht man in der HF-Messtechnik bei ± 3 dB immer noch von einer guten Genauigkeit. Für den Messwertvergleich wendeten wir dieses Bewertungsschema an:

Toleranz		Bewertung
± 3 dB	++	gut
± 5 dB	+	akzeptabel
± 7 dB	-	schlecht
± 10 dB	--	sehr schlecht
$> \pm 10$ dB *	---	untauglich

* oder gar keine Anzeige

Vergleich von 13 HF-Breitbandmessgeräten zu einem Referenz-HF-Spektrumanalyser (Strahlungsstärke in Mikrowatt pro Quadratmeter)																
Ergebnisse 16.7.2003											Ergebnisse 8.1.2004					
Referenz	Testgeräte										Referenz	Testgeräte				
	HF-Spektrumanalyser	HF-Digitmeter II	dto. mit AS 2002	Esmog Spion	PDM-3	HFR-1	HFR-2	HF-Detektor II Profi	Lambda-Fox RFA3	EMR-300 mit 18		HF 58B	HF 35C	UMS 4 mit HF1	C.A 43	
	Endotronic 824 Euro	Kugler 981 Euro	Endotronic 265 Euro	ROM 2429 Euro	ROM 414 Euro	ROM 695 Euro	Aaronia 150 Euro	Merkel 799 Euro	Narda 7390 Euro	Gigahertz Solutions 684 Euro	Gigahertz Solutions 278 Euro	Fausser 2760 Euro	Chauvin Arnoux 3940 Euro			
Signal	$\mu\text{W}/\text{m}^2$										$\mu\text{W}/\text{m}^2$					
D-Netz 1	0,17	0,05 +	0,49 +	<10 ---	0,15 ++	1 --	0 ---	(-52) 0,76 -	(-60) 0,18 ++	403 ---	0,19	0,26 ++	0 ---	0,11 ++	n.m. ---	
2	13	13 ++	62 -	~600 ---	11 ++	80 --	4 -	(-46) 3 -	(-40) 16 ++	424 ---	12	15 ++	16 ++	14 ++	n.m. ---	
3	428	104 -	500 ++	>1000 ---	558 ++	4000 --	204 +	(-26) 300 ++	(-25) 497 ++	745 ++	565	514 ++	510 ++	909 ++	n.m. ---	
E-Netz 1	0,33	0,02 ---	0 ---	<10 ---	0,2 ++	0 ---	0 ---	(-53) 0,61 ++	(-60) 0,26 ++	106 ---	0,2	0,3 ++	0 ---	0,13 ++	n.m. ---	
2	30	5 --	28 ++	~75 +	21 ++	4 --	15 ++	(-43) 6 -	(-40) 18 ++	743 ---	12	16 ++	16 ++	19 ++	n.m. ---	
3	816	27 ---	340 +	>1000 ---	1718 +	316 +	647 ++	(-26) 300 +	(-25) 574 ++	1020 ++	481	496 ++	530 ++	1581 -	n.m. ---	
UMTS 1	0,86	0,01 ---	0,06 ---	<10 ---	0 ---	0 ---	0 ---	(-57) 0,24 -	(-65) 0,48 ++	128 ---	1,71	1,97 ++	0,8 +	0,88 ++	n.m. ---	
2	48	2 ---	6 --	<10 ---	0,06 ---	6 --	7 --	(-38) 19 +	(-40) 67 ++	117 +	90	73 ++	62 ++	108 ++	n.m. ---	
3	2653	90 ---	900 +	>1000 ---	1 ---	668 -	387 --	(-26) 300 --	(-25) 2128 ++	774 -	5056	4310 ++	3100 ++	9772 ++	n.m. ---	
Radar 1	0,15	0,01 ---	0 ---	<10 ---	0,07 +	0 ---	0 ---	(-70) 0,01 ---	(-65) 0,09 ++	223 ---	0,11	0,07 ++	0,1 ++	0 ---	n.m. ---	
2	8	0,02 ---	0 ---	<10 ---	2 -	0 ---	0 ---	(-60) 0,12 ---	(-45) 6 ++	117 ---	5	2,8 ++	5 ++	0 ---	n.m. ---	
3	337	7 ---	0,1 ---	~45 ---	34 --	11 ---	0 ---	(-58) 0,19 ---	(-25) 574 ++	403 ++	244	146 ++	182 ++	0 ---	n.m. ---	
DECT 1	0,31	0,01 ---	0 ---	<10 ---	0,05 --	0 ---	0 ---	(-60) 0,12 +	(-60) 0,26 ++	77 ---	0,16	0,09 ++	0,1 ++	0,09 ++	n.m. ---	
2	14	0,01 ---	0,1 ---	<10 ---	8 ++	0 ---	4 -	(-47) 2 --	(-40) 18 ++	106 --	8	13 ++	9 ++	16 ++	n.m. ---	
3	718	1,9 ---	2 ---	~350 +	486 ++	1 ---	300 +	(-34) 48 ---	(-25) 574 ++	106 --	352	407 ++	420 ++	704 ++	n.m. ---	
WLAN 1	0,18	0,01 ---	0 ---	<10 ---	0 ---	0 ---	0 ---	(-70) 0,01 ---	(-70) 0,11 ++	68 ---	0,52	0,09 -	0,1 -	0,03 ---	n.m. ---	
2	10	0,01 ---	0,02 ---	<10 ---	0 ---	0 ---	0,7 ---	(-58) 0,19 ---	(-50) 8 ++	68 --	23	15 ++	6 -	10 +	n.m. ---	
3	566	2 ---	4 ---	~600 ++	0,03 ---	1 ---	40 ---	(-54) 0,48 ---	(-30) 673 ++	179 +	983	600 ++	437 +	12 ---	n.m. ---	

++ gut ± 3 dB + akzeptabel ± 5 dB - schlecht ± 7 dB -- sehr schlecht ± 10 dB --- untauglich ≥ 10 dB oder gar keine Anzeige

Die in Klammern angegebenen dBm-Werte entsprechen den Leuchtdiodenanzeigen der Messgeräte, sie wurden den Herstellerangaben gemäß in Strahlungsstärke umgerechnet. Preise dezent auf- oder abgerundet einschließlich Mehrwertsteuer.

n.m. = nicht messbar

Messfehler C.A 43: Obwohl kein Feld vorliegt, schnell die Anzeige der Geräte bereits bei Einschalten der Messfunktion für gepulste Strahlung auf etwa 2 V/m bzw. 10.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ und mehr.

Copyright: Verband Baubiologie VB, Bonn

Aus der Tabelle ist gut zu erkennen, dass Messgenauigkeit nicht unbedingt von hohen Preisen abhängt. Ebenfalls eine positive Überraschung. Die Messgenauigkeit ist in der baubiologischen Messtechnik zweifellos ein wichtiges Kriterium. Aber auch Funktionalität, Handhabung, Qualität, Ausstattung und das Preis-/Leistungsverhältnis sind für eine Kaufentscheidung wichtig. Obwohl diese Kriterien eher von subjektiver Natur sind, haben wir sie den nachfolgenden Einzelbeschreibungen beigelegt.

HF-Digitmeter II

Endotronic, 824 Euro

Den Eindruck, den Baubiologen schon länger hatten, bestätigte sich. Das Digitmeter ist als echtes Messgerät für gepulste Feldstärken nicht einsetzbar. Das belegen die Messergebnisse mit Bewertungen von sehr schlecht bis untauglich. Lediglich bei D-Netz-Feldstärken (Organisationskanäle) konnte das Digitmeter punkten. Dabei ist allerdings die schlechte Feldstärken-Linearität zu beachten. Wir setzten beim Test, wie vom Hersteller vorgeschrieben, die 4,5 cm kurze Antenne ein.

Im Gegensatz zur Messgenauigkeit ist die akustische Diagnosemöglichkeit gut. Sie ist ideal geeignet, Menschen für die Problematik gepulster Mikrowellen, z.B. Handyfunk oder DECT-Telefone, zu sensibilisieren. Der Frequenzbereich bis über 5 GHz ist groß, etwas größer als bei den meisten anderen Geräten, die hören bei 3 GHz auf.

Hat man sich erst einmal an die seitlich angebrachten Schalter gewöhnt, klappt es auch mit der Bedienung. Etwas lästig sind die drei Eingänge mit unterschiedlichen Frequenz und Feldstärkebereichen. Im Lieferumfang sind mehrere Monopol- sowie eine Teleskop-Antenne, Ladegerät und Schutztasche enthalten. Eine Antenne mit guter Richtwirkung fehlt. Trotz umfangreicher Ausstattung: als Indikator ohne echte Messfunktion zu teuer.

HF-Digitmeter II mit Antenne AS2002

Kugler, 981 Euro

Die Zusatz-Antenne soll laut Hersteller aus dem Digitmeter ein richtiges Messgerät machen. Unsere Ergebnisse

bestätigen das allerdings nicht. Zwar sind mit der Zusatzantenne AS2002 im E-Netz-Bereich deutliche Fortschritte zu verzeichnen, und auch die UMTS-Resultate haben sich verbessert, aber bei Radar, DECT und WLAN konnte auch diese Antenne dem Digitmeter nicht auf die Sprünge helfen. Trotz etwas besserer Messgenauigkeit bleibt die nach wie vor schlechte Feldstärke-Linearität. 981 Euro für das Digitmeter mit AS2002 könnten besser angelegt werden.

Esmog Spion

Endotronic, 265 Euro

Wie die Messwerte zeigen, ist auch der kleine Bruder des Digitmeters als Messgerät nicht geeignet. Es zeigt die Werte über eine Leuchtdiodenskala an. Leider ist für den baubiologisch wichtigen Intensitätsbereich unter 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ nur eine Leuchtdiode zuständig, ebenso für die im Alltag anzutreffenden Strahlungsstärken von 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ und darüber. Die Akustik ist etwas schlechter als beim großen Bruder. Die Bedienung, vor allem das Wechseln der Antennen, ist gewöhnungsbedürftig. Die eingebaute und die mitgelieferte Antenne haben



keine Richt- bzw. Peilwirkung.

Als schneller erster akustischer Indikator durchaus hilfreich, allein dafür aber zu teuer.

PDM-3

ROM-Elektronik, 2429 Euro

D- und E-Netz-Organisationskanäle sowie mittlere und starke DECT-Feldstärken werden in akzeptabler bis guter Qualität erfasst. Dagegen ist die Messgenauigkeit bei Radarpulsen leider kaum noch akzeptabel bis sehr schlecht. Schade, das PDM-3 war für UMTS und WLAN überhaupt nicht zu begeistern. Außer beim D-Netz und E-Netz: schlechte Feldstärke-Linearität.

Einfache Bedienung, gute Peilwirkung bzw. Richtungsempfindlichkeit der mitgelieferten Log-Per-Antenne. Schwache Akustik. Und die ist gerade bei Breitbandmessgeräten wichtig. Gute Qualität des Anzeigeegerätes. Das gilt nicht für die Antenne, die ist mechanisch instabil.

Von einem Profigerät für 2429 Euro darf mehr Qualität und Leistung erwartet werden.

HFR-1

ROM-Elektronik, 414 Euro

Hier gilt vergleichbares wie für das Digitmeter: Als echtes Messgerät für gepulste Feldstärken kaum einsetzbar. Das belegen Ergebnisse mit Bewertungen von schlecht bis untauglich. Nur bei starken E-Netz-Organisationskanälen und hohen UMTS-Feldstärken zeigt sich ein Hoffnungsschimmer am Messwert-Horizont. Dabei ist allerdings die schlechte Linearität zu beachten.

Die Teleskop-Antenne lässt keine Richtungsbestimmung zu. Die akustische Diagnose ist deutlich verbesserungsbedürftig, die HF-Abschirmung des Gehäuses ebenso. Der Anschluss von externen Richtantennen hilft daher auch nur wenig weiter. Positiv ist der große Frequenzbereich. Für die gebotene mäßige Leistung noch zu teuer.

HFR-2

ROM-Elektronik, 695 Euro

Brauchbar für schwache und starke D- und E-Netz sowie DECT-Feldstärken. UMTS, Radar und WLAN sind dagegen überhaupt nicht seine Stärke. Zudem ist es zu unempfindlich um unter $1 \mu\text{W}/\text{m}^2$ zu erfassen. Sensibel auch unter 800 MHz.

Einfache Handhabung: Einschalten und Messwerte ablesen. Hilfreiche Balkengrafik. Nur durchschnittliche akustische Diagnose (immerhin bereits besser als beim PDM-3 und HFR-1). Gute Peil- bzw. Richtwirkung der Log-Per-Antenne. Recht solide Qualität. Akzeptables Preis-Leistungsverhältnis.

HF-Detektor II Profi

Aaronia, 150 Euro

Das Aaronia liefert nur bei schwachen E-Netz und DECT-Feldstärken, mittelstarken UMTS-Signalen und starken D-Netz-Feldern brauchbare Ergebnisse. Bei niedrigen D-Netz und UMTS-Intensitäten, bei mittelstarken D- und E-Netz sowie DECT-Feldern und bei starkem UMTS sind die Werte deutlich daneben. Zudem die massive Unempfindlichkeit bis Untauglichkeit bei Radar und WLAN.

Mit der Teleskop-Antenne ist keine Quellenortung möglich. Großer Frequenzbereich. Die Messwertanzeige über die Leuchtdiodenskala in dBm liefert nicht die gewünschten Messresultate. Da hilft nur der Griff zur Bedienungsanleitung. Hier findet sich eine Umrechnungstabelle.

Die Messbereichs- und andere Umschaltungen mit winzigen Schiebern sind eher für filigrane Hände mit ausgeprägtem Tast-/Rastsinn. Außerdem sind solche Minischalter fehleranfällig und wenig robust.

Die Antennenbefestigung macht einen mechanisch empfindlichen Eindruck. Ein Ausgang für Kopfhörer, NF-Analyse oder Oszilloskop-Anschluss ist vorhanden. Für den Batteriewechsel ist das Gehäuse aufzuschrauben. Bei der Batterielebensdauer von nur einer Stunde kann das langfristig aufs Gemüt schlagen. Trotz der Ungenauigkeiten und sonstigen Nachteile, trotz der über alle Maßen viel versprechenden Werbung: Für 150 Euro ein angemessenes Preis-Leistungsverhältnis.

Lambda-Fox RFA3

Merkel Messtechnik, 799 Euro

Bei allen Testfrequenzen und -feldstärken vorbildliche Genauigkeit.

Der RFA3 nutzt Leuchtdioden zur Anzeige, welche die Messwerte in dBm anzeigen. So lässt sich der weite Dynamikbereich von $0,005 \mu\text{W}/\text{m}^2$ bis über $100.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ übersichtlich in einem Ablesebereich unterbringen. Zappelige Messwertschwankungen, wie für Digitalanzeigen typisch, gibt es hier nicht. Leuchtdioden sind von Vorteil bei der Erfassung von extrem kurzen pulsartigen Signalen, speziell bei Radar. Sie haben auch Nachteile: Die differenzierte Ablesemöglichkeit ist nicht so fein wie bei Digitalanzeigen. Die minimale Auflösung ist 2,5 dB. Die dBm-Anzeige ist gewöhnungsbedürftig. Sie muss anhand der mitgelieferten Tabellen abgelesen werden. Ebenfalls gewöhnungsbedürftig: die Peak-Hold-Funktion, gut gemeint aber nicht optimal gelungen, sie hält den Spitzenwert nicht auf Dauer stabil.

Sehr gute Qualität der akustischen Diagnose mit erweiterter Funktion einer Art 'akustischen Spektrumanalyse'. Auch das feldstärkeproportionale Ton-signal ist hilfreich.

Mit der richtungsabhängigen Log-Per-Antenne sind Senderortungen gut möglich. Pfiffig: die Möglichkeit einer Frequenzbereichszuordnung über einen Antennenschieber. Weiter Frequenzbereich. Unter 800 MHz erfasst die mitgelieferte Teleskopantenne, ebenfalls mit Umrechnungstabelle.

Die schnell aufladbaren Akkus erlauben eine Betriebsdauer von bis zu 70 Stunden.

Ein umschaltbarer Ausgang für NF-Spektrumanalyse, Oszilloskop, Datenlogger oder Multimeter ist vorhanden. Trotz der vielen diagnostischen Möglichkeiten kommt der RFA3 mit vier Schaltern und einem Lautstärkereglers aus, übersichtlich auf der Oberseite angeordnet. Ein alltagstaugliches, stabiles, messgenaues Gerät für Amateure und Profis. Sehr solide Preis-Leistung.

EMR-300 mit Sonde 18

Narda, 7390 Euro

(ehemals Wandel&Goltermann)

Schwache bis mittelstarke Signale sind für das teuerste Messgerät im Test ein Problem. Hierfür ist es viel zu unempfindlich, was der Hersteller allerdings auch angibt. Es ist eher zur Überwachung der äußerst hoch gesteckten rechtlich relevanten Grenzwerte, die sich an thermischen Effekten orientieren, gedacht.

Deshalb bewertet es auch gepulste Felder eher mäßig. Nur bei recht starken D- und E-Netz sowie Radar-Einflüssen liefert es noch gute Werte. UMTS, DECT und WLAN empfängt es kaum oder missachtet es sogar komplett.

Großer Frequenzbereich. Solide, robuste Qualität. Keine akustische Diagnose. Isotrope Sonde, oft ein Vorteil, aber Ortungen sind damit nicht möglich. Zu wenig Leistung für zu viel Geld, für ein Zehntel des Preises bieten andere Geräte mehr.

Für den praktischen Messalltag mit seinen typischen Feldintensitäten in der näheren und weiteren Umgebung von Mobilfunkstationen oder Schnurlos-techniken sowie für baubiologische Ansprüche ist das EMR-300 wegen seiner Unempfindlichkeit bis Untauglichkeit speziell bei klassisch gepulsten Techniken wie DECT, WLAN oder Handys kaum zu empfehlen. Trotz seines internationalen Profi-Images und trotz der Tatsache, dass es gern von Mobilfunkbetreibern, TÜVs und Unis eingesetzt wird.



HF 58B

Gigahertz Solutions, 684 Euro

Das Spitzenmodell von Gigahertz liefert durchweg gute Messergebnisse. Nur mit ganz schwachen WLAN-Feldstärken kam es nicht zurecht. Allerdings zeigt das Display auch ohne eingeschalteten Sender bereits um $0,08 \mu\text{W}/\text{m}^2$. Daher ist zu empfehlen, mit angezeigten Strahlungsstärken bis und um $0,1 \mu\text{W}/\text{m}^2$ vorsichtig umzugehen, weil sie bereits im Bereich des Grundrauschens des HF 58B liegen.

Die Akustik ist verbesserungsbedürftig, in jedem Fall zu unempfindlich. Peak-Hold könnte ebenso verbessert werden, es hält den 'eingefrorenen' Spitzenwert eines Funkereignisses, wie beim Lambda-Fox auch, nicht stabil über lange Zeit.

Um umfangreiche Anzeige und Bedienmöglichkeiten mit durchaus professionellen Attributen bieten zu können, hat das Gerät eine Menge Schalter, die oben und beidseitig verteilt sind. Deshalb gründlich mit der Anleitung beschäftigen.

Die Digitalanzeige benötigt nach Ein- und Umschaltvorgängen ein wenig Zeit zum 'Einschwingen' der Werte. Auch während des Messens sollte sich der Bediener zum Ablesen der ständig schwankenden Anzeige typisch digital etwas Zeit nehmen. HF 58B detektiert Feldintensitäten lediglich bis $2000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ über drei Messbereiche. Darüber bietet Gigahertz optional ein Dämpfungsglied an, das zwischen Antenne und Gerät einzubauen ist. Bei Signalen größerer Dynamik ist das ständige Umschalten eher störend.

Das recht solide anmutende Gehäuse und speziell die stabile Antennenbefestigung verdienen Lob. Die Antenne selbst nicht, weil sie 'schießt'. Wer glaubt, mit der Spitze der Antenne auf den vermeintlichen Verursacher zu zeigen, sollte sich nicht wundern, wenn ihn der ortskundige Kunde darauf hinweist, dass der Sender eigentlich rechts daneben ist. Mit Abweichungen von der echten Hauptstrahlrichtung in Größenordnungen von 30° bis 90° (je nach Frequenz) ist zu rechnen. Gigahertz hat deshalb bereits eine Rückrufaktion angekündigt, fair.

Der Frequenzbereich ist, wie bei einigen Mitbewerbern, eingeschränkt von 800 bis 2500 MHz. Geplantes Zubehör: Externes Schiebefilter zur Frequenzbereichsordnung. Akku hält 7 bis 8 Stunden. AC- und DC-Ausgang für vielfältige Diagnosen. Ausstattung: umfangreich. Guter Eindruck mit einigen 'Schönheitsfehlern'. Preis-Leistung: gut.

HF 35C

Gigahertz Solutions, 278 Euro

Überraschend solide Messergeb-

nisse für ein Gerät dieser Preisklasse.

Außer bei WLAN werden mittelstarke und starke Felder aller Emittenten mit guter Genauigkeit angezeigt. Für schwache Felder ist das HF 35C nicht geeignet, denn die Geräteempfindlichkeit liegt nach Herstellerangaben bei $0,1 \mu\text{W}/\text{m}^2$. Hier, im niedrigen Intensitätsbereich um $0,1 \mu\text{W}/\text{m}^2$, könnte bei Radar und DECT im Test eine Genauigkeit vorgetauscht worden sein, die nicht eingehalten wurde.

Die Akustik rauscht und ist zu unempfindlich. Das HF 35C bietet zwei Messbereiche, davon der gröbere bis $2000 \mu\text{W}/\text{m}^2$. Für die Digitalanzeige, die Intensitäts- und Frequenzbereiche sowie die 'schiele' Antenne gelten die gleichen Anmerkungen wie beim großen Bruder HF 58B. Gigahertz empfiehlt 9V-Alkali-Batterien für 6 bis 7 Stunden Betrieb. Signalausgänge sind nicht vorhanden. In der Anleitung sind, wie beim HF 58 B, kaum technische Daten zu finden. Für dieses niedrige Preissegment, trotz mancher Kritik: Optimale Preis-Leistung.

UMS 4 mit Sonde HF1

Fauser Elektrotechnik, 2760 Euro

Gute Messergebnisse bei D- und E-Netzen sowie UMTS und DECT. Abgesehen von einem Ausrutscher bei starken E-Netz-Signalen. Radar und WLAN liegen dem Gerät leider kaum bis überhaupt nicht.

Mit der recht instabil anmutenden Antenne (siehe PDM-3 von ROM) sind Quellenortungen möglich. Großer Frequenzbereich. Gewöhnungsbedürftige Bedienung. Nur mäßige akustische Darstellung. Gute Verarbeitung. Umfangreiche Ausstattung. Am Grundgerät UMS 4 lassen sich verschiedene Sensoren anschließen. Der HF1-Sensor ist Bestandteil eines Messsystems. Nur alleine für solche Funkmessungen lohnt die Anschaffung eines UMS 4 nicht. Sollen auch andere Sensoren für viele weitere Zwecke am UMS 4 betrieben werden, kann sich die Kombination durchaus rechnen.

C.A 43 mit Sonde EF2 A

Chauvin Arnoux, 3940 Euro

Ein handliches Breitbandmessgerät mit großem Frequenzbereich von 100 kHz bis 2,5 GHz, isotroper Antenne, übersichtlicher Bedienstruktur, solide anmutender Verarbeitung. Das C.A 43 mit Sonde EF2 A spricht viele Baubiologen an und wird immer wieder von der Mobilfunkindustrie, Behörden und TÜVs eingesetzt. Dennoch: Vorsicht!

Wir haben uns jetzt und schon seit Jahren mit dem C.A 43 beschäftigt. Die in der Baubiologie (und im Alltag) maßgeblichen Feldstärken sind mit diesem

Gerät nicht messbar. Obwohl gar kein Feld vorliegt, schnell die Anzeige bereits beim Einschalten der Messfunktion für gepulste Strahlung (PeakHold) auf etwa $2 \text{ V}/\text{m}$ bzw. $10.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (!) und mehr. Auch durch Klopfen auf die Sonde lassen sich beliebige Messwerte erzeugen. Die Sonde reagiert empfindlich auf Erschütterungen aller Art, auch auf Elektrostatik durch Reibung.

Mehrere Baubiologen haben den Hersteller seit bereits sieben Jahren schriftlich, telefonisch und mündlich auf Messen auf diese nicht akzeptablen Probleme hingewiesen. Antworten oder Reaktionen gab es nicht, das C.A 43 wird weiter verkauft, trotz dieser Ausrutscher. Deshalb konnten wir es auch nicht testen, der Messfehler ist größer als unsere stärksten Feldintensitäten.

Zum Schluss

In der HF-Breitbandmesstechnik hat sich etwas getan. Auch für Baubiologen mit dem kleineren Geldbeutel sind Messgeräte erhältlich, die in guter Qualität den typischen Frequenzbereich der modernen gepulsten Mobilfunktechniken und der meisten anderen Senderaktivitäten bis 2500 MHz abdecken. Dieser 'Quantensprung' wäre vor einigen Jahren noch unvorstellbar gewesen. Gratulation an die Hersteller (nicht an alle), und danke für das Engagement und die Entwicklungsarbeit.

Bei aller Begeisterung darf nicht vergessen werden, dass wir es in der EMV-Halle immer nur mit einem definierten Sender zu tun hatten. Wir kannten Standort und Sendefrequenz. Die Praxis sieht anders aus. Da strahlen (leider) Sender vieler Frequenzen aus allen Richtungen. Mit messtechnischer und gerätespezifischer Erfahrung ist der Fachmann mit einem soliden Breitbandmessgerät in der Lage, erste gute Aussagen über Funkbelastungen zu machen. Laien sind mit der Einschätzung der Qualität solcher Geräte, ihrer Bedienung, mit der Quellenzuordnung, der Interpretation der Ergebnisse und der sich daraus ergebenden wichtigen Erarbeitung von Sanierungsstrategien meist völlig überfordert (siehe: 'Hochfrequenz-Messungen, eine Wissenschaft für sich', W+G, Heft 108). Für Profis wie Laien gilt: Breitbandgeräte und selektiv messende Spektrumanalysen können sich ideal ergänzen, jedoch niemals ersetzen.

Verband Baubiologie VB

Norbert Honisch

Baubiologe / Diplom-Ingenieur

Friedbert Lohner

Baubiologe / Diplom-Ingenieur

Journalistische Unterstützung von

Wolfgang Maes