

Application Note

Messungen an Rundfunk- und Fernsehsendern

Bestimmung der Feldexposition im Bereich von Sendeanlagen

Der Zweck von Rundfunk- und TV-Sendeanlagen ist die flächen-deckende Versorgung mit Fernsehen, Hörfunk und multimedialen Diensten. Hohe Sendeleistungen ermöglichen große Reichweiten, belasten jedoch die Umgebung mit hohen Feldstärken. Daran ändert auch der Übergang von analogen zu digitalen Übertragungsverfahren prinzipiell nichts, obwohl von tendenziell geringeren Feldbelastungen berichtet wird [1].

Die vorliegende Application Note beschreibt beispielhaft die Messung der Feldimissionen von Rundfunk- und Fernsehsendern und ihre Auswertung unter den Aspekten des Immissions- und Personenschutzes. Sie geht insbesondere auf die Unterschiede zwischen analogem und digitalem Fernsehen ein. Während sich die Gesamtmission mit einem breitbandigen Messgerät erfassen und bewerten lässt, können die Einzelbeiträge von analogen und digitalen Sendern nur durch ein frequenz-selektives Messgerät getrennt erfasst werden. Die Messungen wurden deshalb mit dem Selective Radiation Meter SRM-3006 durchgeführt.

Inhalt

1	Hintergrund	Seite 2
2	Normen und Vorschriften	Seite 3
3	Nahfeld-Fernfeld-Unterscheidung	Seite 3
4	Vorbereitung der Messung	Seite 4
5	Übersichtsmessung, Einstellungen	Seite 5
6	Detaillierte Messung einzelner Analog-TV-Kanäle	Seite 6
7	Detaillierte Messung einzelner DVB-T-Kanäle	Seite 7
8	Messung von DAB-Rundfunkkanälen	Seite 8
9	Messung von FM-Rundfunkkanälen	Seite 9
10	Messung von AM-Rundfunkkanälen	Seite 9
11	Auswertung der Ergebnisse und Erstellen eines Messberichts	Seite 10
12	Abkürzungen	Seite 11
13	Literatur	Seite 12



© 2010

Narda Safety Test Solutions GmbH

Sandwiesenstr. 7

72793 Pfullingen, Deutschland

Tel.: +49 7121 9732-777

Fax: +49 7121 9732-790

E-mail: support@narda-sts.de

www.narda-sts.de

1 Hintergrund

Der Begriff „Rundfunk“ schließt eine ganze Reihe von Diensten und Übertragungsverfahren ein, die teilweise gemeinsame Frequenzbänder benutzen, aber wegen ihrer Eigenart messtechnisch unterschiedlich behandelt werden müssen.

Analog-TV

Analoge TV-Kanäle haben übliche Kanalbandbreiten zwischen 6 MHz und 8 MHz, z. B. in Deutschland 7 MHz im VHF-Band und 8 MHz im UHF-Band. Die Sendeleistung wird als Synchronspitzenleistung angegeben. Das ist die Leistung, mit der der Zeilensynchronimpuls abgestrahlt wird. Die übrige Leistung ist stark vom Programminhalt abhängig: Die größtmögliche mittlere Sendeleistung liegt etwa 2,3 dB unter der Synchronspitzenleistung, die minimale mittlere Sendeleistung ca. 7,5 dB unter der Synchronspitzenleistung. Das Spektrum ist ungleich verteilt, es enthält starke Anteile um den Bildträger herum (Bild 1).

DVB-T – Digital Video Broadcasting, Terrestrial

Wegen der „gleitenden“ Einführung des digitalen Fernsehens benutzt DVB-T das gleiche Kanalraster wie das analoge TV. In einem Kanal von 7 oder 8 MHz Bandbreite lassen sich jedoch mehrere Programme zugleich übertragen; z. Zt. üblich ist ein „Bouquet“ von vier Programmen. Der Datenstrom enthält Video- und Audio-Daten sowie sonstige Nutzdaten wie Videotext. Das Spektrum entspricht einem schmalbandigen weißen Rauschen. Auch im Zeitbereich ist das Signal rauschähnlich; es hat Crestfaktoren zwischen 10 und 12 dB.

DAB – Digital Audio Broadcasting

Während Analog- und Digital-TV im selben Frequenzbereich nebeneinander existieren, nutzt DAB abweichend von UKW das VHF-Band oder für lokale Ausstrahlung noch höhere Frequenzen. Das DAB-Signal ähnelt dem DVB-T-Signal, hat pro Kanal jedoch nur eine Bandbreite von ca. 1,5 MHz. Innerhalb eines Kanals im VHF-Band können also vier DAB-Blöcke nebeneinander untergebracht werden.

Analoger UKW-Rundfunk

Analoger UKW-Rundfunk wird frequenzmoduliert ausgestrahlt. Die Amplitude des Trägers bleibt also konstant. Die effektive Kanalbandbreite beträgt rund 200 kHz.

Lang-, Mittel- und Kurzwellensender

Die Sender arbeiten mit Amplitudenmodulation; Kanalbandbreite 9 kHz.

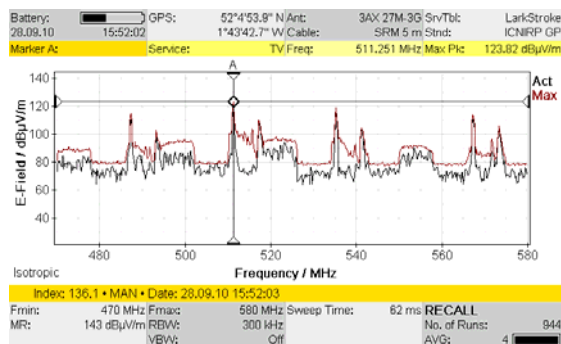


Bild 1: Typisches Spektrum im Band IV (UHF) mit Analog-TV-Kanälen (PAL) und DVB-T-Kanälen in direkter Nachbarschaft.

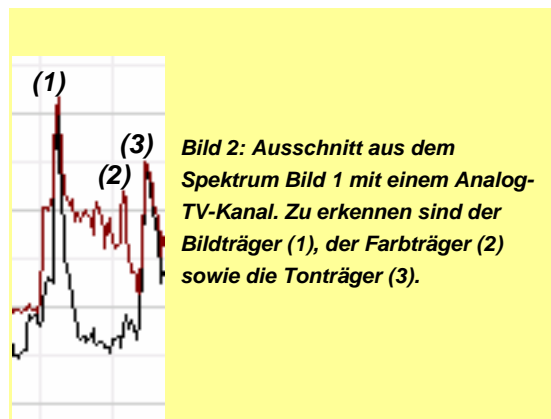


Bild 2: Ausschnitt aus dem Spektrum Bild 1 mit einem Analog-TV-Kanal. Zu erkennen sind der Bildträger (1), der Farbtträger (2) sowie die Tonträger (3).

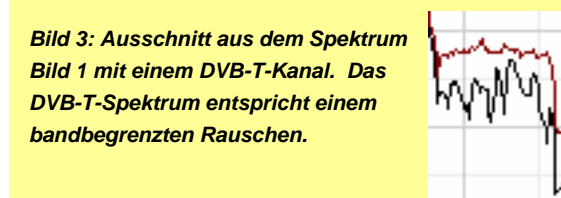


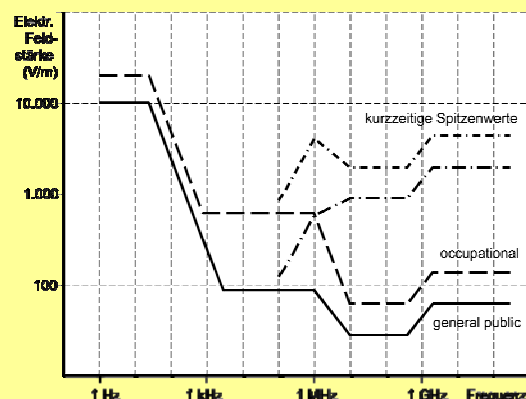
Bild 3: Ausschnitt aus dem Spektrum Bild 1 mit einem DVB-T-Kanal. Das DVB-T-Spektrum entspricht einem bandbegrenzten Rauschen.

2 Normen und Vorschriften

1998 publizierte ICNIRP, die Internationale Kommission zum Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung, ihre „Richtlinien zur Begrenzung zeitlich variierender elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder“ [2, 3]. Sie enthalten frequenzabhängige Grenzwerte, und zwar zwei unterschiedliche Grenzwertkurven: eine höhere für den Arbeitsschutz (occupational), eine niedrigere für die Allgemeinheit (general public). Die höheren Werte gelten in kontrollierten Bereichen, für die Sicherheitsmaßnahmen getroffen wurden und die nur fachlich geschultem Personal zugänglich sind. Das betrifft z. B. die Standorte von Sendantennen, für die der Betreiber Sicherheitsabstände definieren muss.

Sowohl die Grenzwerte als auch die Zweiteilung spiegeln sich in den europäischen Richtlinien wider. Für den Arbeitsschutz gilt die Richtlinie 2004/40/EC vom 29. April 2004 [4], für den Schutz der Allgemeinheit wurde bereits am 12. Juli 1999 die Empfehlung 1999/519/EC veröffentlicht [5]. Ergänzend gibt es in vielen Ländern nationale Normen, die häufig die ICNIRP-Grenzwerte übernehmen, teilweise aber niedrigere Grenzwerte vorschreiben.

Allgemeine Messverfahren unabhängig von den einzelnen Grenzwerten beschreibt die ECC-Empfehlung (02)04 [5].



Grenzwertkurven nach ICNIRP1998 für die elektrische Feldstärke. Weitere einschlägige Normen und Vorschriften:

Nordamerika

FCC OET Bulletin 65; IEEE C95

Europa

EN 50413 [6], EN 50420, EN 50421; EN 62110
 ECC Rec. (02)04 [5]

Deutschland

26. BImSchV [7]; BEMFV [8];
 VDE 0848-110 = DIN EN 62110:2010-08 Teil 1 [9];
 BGV [10] / BGR

Schweiz

BUWAL [11]

3 Nahfeld-Fernfeld-Unterscheidung

Im Fernfeld stehen die elektrische und die magnetische Feldkomponente senkrecht zueinander, und ihre Größe ist über den Wellenwiderstand des Raumes miteinander verknüpft. Es reicht also, eine Komponente – z. B. die elektrische Feldstärke – zu messen und zu bewerten.

Im Nahfeld gilt diese Beziehung nicht, so dass beide Komponenten getrennt erfasst werden müssen. Häufig ist die magnetische Feldstärke diejenige Komponente, die für die Sicherheitsbeurteilung relevant ist.

Als Nahfeld gilt im Allgemeinen ein Bereich um die Quelle, der dem Dreifachen der Wellenlänge entspricht. Das Nahfeld ist also frequenzabhängig. Über die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen von rund 300.000 km/s (Lichtgeschwindigkeit) lassen sich die Wellenlängen für die jeweiligen Frequenzen berechnen (Tabelle rechts).

Frequenz	Wellenlänge	Nahfeld (ca.)
100 kHz	3 km	10 km
300 kHz	1 km	3 km
1 MHz	300 m	1000 m
3 MHz	100 m	300 m
10 MHz	30 m	100 m
30 MHz	10 m	30 m
100 MHz	3 m	10 m
300 MHz	1 m	3 m
1 GHz	30 cm	1 m
3 GHz	10 cm	0,3 m

4 Vorbereitung der Messung

Messungen im hochfrequenten Bereich ab ca. 400 MHz sind grundsätzlich „aus der Hand“ möglich. Dazu lässt sich die Messantenne direkt auf dem SRM-Grundgerät montieren oder über das 1,5 m lange HF-Kabel mit dem SRM-Grundgerät verbinden. Für Messungen in niederen Frequenzbereichen ist die Messantenne vorzugsweise auf dem Stativ zu montieren und über das 5 m lange HF-Kabel mit dem SRM-Grundgerät zu verbinden. Messungen mit Stativ führen grundsätzlich zu einer höheren Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. In jedem Fall ist darauf zu achten, dass sich die messende Person nicht zwischen Feldquelle und Messantenne befindet.

Für die **Punktrastermethode**, bei der bestimmte Raumpunkte nach einem festen Schema vermessen werden, empfiehlt sich die Verwendung von triaxialen (isotropen) Antennen. Das SRM-Grundgerät ermittelt dann automatisch für jeden Messpunkt das isotrope (richtungsunabhängige) Ergebnis.

Für die **Schwenkmethode**, mit der das Raumvolumen kontinuierlich durchfahren wird, können wahlweise triaxiale oder uniaxiale Antennen verwendet werden. Wenn man die Antenne über das 1,5 m lange HF-Kabel mit dem SRM-Grundgerät verbindet, lässt sich das Gerät am Gurt umhängen und die Antenne mit der Hand schwenken. Wegen der Polarisationsrichtung des Feldes sind die uniaxialen Antennen während des Schwenkens zugleich zu drehen. Bei triaxialen Antennen ist dies nicht nötig. Wichtig: Die **Schwenkgeschwindigkeit** muss so langsam sein, dass das SRM in jeder Position der Antenne etwa zwei bis drei Messwerte aufnehmen kann.

Die Messausrüstung

richtet sich nach der Messaufgabe.

Eine vollständige Messausrüstung besteht aus

- SRM-Grundgerät mit aktueller Firmware (Download von www.narda-sts.de), ein oder mehreren Messantennen je nach Messaufgabe (siehe Tabelle unten),
- HF-Kabel 1,5 m,
- Netz-/Ladegerät bzw. Reserve-Akku, falls kein Stromanschluss vor Ort zur Verfügung steht,
- Schreibmaterial, um Messaufbauten und örtliche Gegebenheiten zu skizzieren. Im Übrigen verfügt das SRM-Grundgerät über einen Voice Recorder, so dass sich zu jeder Messung ein Kommentar aufsprechen lässt, der zugleich mit dem Ergebnis gespeichert wird. Mit der kostenfreien PC-Software SRM-3006 Tools lassen sich die Ergebnisse auf PC speichern, anzeigen und die zugehörigen Kommentare über die Sound-Karte des PC wiedergeben.

Falls die Punktrastermethode mit uniaxialen Antennen angewandt wird oder falls niedere Frequenzbereiche erfasst werden müssen, sind zusätzlich nötig:

- Stativ,
- Antennenhalter für uniaxiale und triaxiale Messantennen,
- HF-Kabel 5 m.

Messantennen von Narda für Rundfunk- und Fernseh-Frequenzbereiche					
Antennentyp	Isotrope E-Feld-Antenne (isotrop), Dipol-Anordnung, passiv	Uniaxiale E-Feld-Antenne, Dipol, passiv	Uniaxiale E-Feld-Antenne, Dipol, aktiv	Isotrope H-Feld-Antenne (isotrop), Spulen-Anordnung, aktiv	Uniaxiale H-Feld-Antenne, Spule, aktiv
Frequenzbereich	27 MHz bis 3 GHz	27 MHz bis 3 GHz	9 kHz bis 300 MHz	9 kHz bis 250 MHz	9 kHz bis 300 MHz
Bevorzugte Anwendung	Schnelle, richtungsunabhängige Messungen, z.B. im UHF- und Mobilfunkbereich	Präzisionsmessungen im UKW- und TV-Bereich	Präzisionsmessungen des elektrischen Feldes an Rundfunk-/TV-Sendern	Schnelle, richtungsunabhängige Nahfeldmessungen des Magnetfeldes an Rundfunk-/TV-Sendern	Präzise Nahfeldmessungen des Magnetfeldes an Rundfunk-/TV-Sendern

5 Übersichtsmessung, Einstellungen

Eine Übersichtsmessung über den gesamten einstellbaren Frequenzbereich empfiehlt sich immer dann, wenn unbekannte Feldquellen in der Nähe des Messorts vorhanden sind, die die Aussteuerung des Messgeräts beeinflussen können. Geeignet ist Betriebsart Spectrum Analysis.

Messbereich (MR) einstellen

In allen Betriebsarten führt die Automatik-Funktion „MR Search“ in der Regel am schnellsten zu der optimalen Einstellung des Messbereichs. Nur wenn pulsartige Quellen z. B. von Radaranlagen mit dominierenden Feldstärken in der Nähe sind, *muss* die Einstellung des Messbereichs von Hand vorgenommen werden. Selbstverständlich *kann* man die Einstellung individuell nach dem Ergebnis einer Übersichtsmessung vornehmen. In den meisten Fällen ist es ausreichend, über die Marker-Funktion „Highest Peak“ die Feldstärke der höchsten Spektrallinie auszulesen und den Messbereich auf etwa das Doppelte einzustellen.

Frequenzbereich (Span) einstellen

Um eine gute Bildschirmauflösung und eine hohe Messgeschwindigkeit zu erreichen, empfiehlt es sich, den Frequenzbereich auf die interessierenden Frequenzen einzuengen. Hierzu lassen sich die untere und obere Frequenzgrenze über „Fmin / Fmax“ wählen oder die Zoom-Funktionen benutzen.

Auflösungsbandbreite (RBW) einstellen

Die Auflösungsbandbreite richtet sich nach dem zu messenden Kanalspektrum und wird deshalb in den nächsten Kapiteln unterschiedlich angegeben. Ein spezieller Algorithmus des SRM sorgt dafür, dass bei der Auswertung des Spektrums mit der Peak Table oder bei der Benutzung der Marker-Funktion „Highest Peak“ der echte Wert angezeigt wird, auch wenn das Selektionsfilter nicht auf die Kanalmitte abgestimmt ist. Voraussetzung ist jedoch die Wahl einer genügend großen RBW.

Auswerteart (Result Type) einstellen

Die Auswerteart richtet sich nach dem Zweck der Messung und der Norm oder Vorschrift, nach der das Ergebnis bewertet werden soll.

Anzeigeeinheit (Display Unit) einstellen

Hier ist die Entscheidung zu treffen, ob in physikalischen Einheiten (V/m, A/m, W/m², dBμV/m usw.) oder in Prozent des Grenzwerts (%) gemessen werden soll. Nachträgliche Umrechnung der physikalischen Einheiten untereinander ist möglich.

6 Detaillierte Messung einzelner Analog-TV-Kanäle

Messung in Betriebsart Level Recorder

(entspricht der Betriebsart Time Analysis des SRM-3000)

Empfohlene Einstellungen:

Auflösungsbandbreite (RBW): **8 MHz**

Detektorart: **Peak**

Ablauf:

Mittenfrequenz auf einen Bildträger abstimmen, vorzugsweise über *Extras* -> *Select Service*, falls eine Service-Tabelle mit TV-Kanälen hinterlegt ist. Andernfalls numerische Eingabe, falls die Trägerfrequenz bekannt ist, oder Bestimmung über eine Spectrum Analysis. Beim Wechsel von Betriebsart Spectrum Analysis in Betriebsart Level Recorder mit der Funktion *Extras* -> *Go to* übernimmt das SRM-3006 die Position des aktiven Markers (Bild 5) automatisch als Mittenfrequenz für den Level Recorder (Bild 4).

Abwarten, bis Peak-Wert „steht“, dann ablesen.

Keine rechnerische Korrektur nötig!

Messung in Betriebsart Spectrum Analysis

Empfohlene Einstellungen:

Auflösungsbandbreite (RBW): **1 MHz**

Auswertart (Result Type): **MAX**

Ablauf:

Mehrere Messdurchläufe abwarten, dann die Maximalwerte der Bildträger mit dem Peak Marker auslesen oder über die Peak Table darstellen lassen.

Auswertung:

Mittelwert worst case = Maximalwert minus 1,5 dB.

Mittelwert für Schwarzbild (PAL) = Maximalwert minus 2,2 dB

Mittelwert für mittleren Grauwert (PAL) = Maximalwert minus 3,7 dB

Zur Erklärung: Durch das verwendete Modulationsverfahren (PAL: Restseitenband-AM für das Schwarzweiß-Signal) schwankt die Sendeleistung und damit die Feldimmission vor allem mit dem Bildinhalt. Konstant ist jedoch die Synchronspitzenleistung, d. h. die Leistung der Zeilensynchronimpulse. Mit der Wahl der Auswertart (Result Type) MAX erfasst das SRM diese Synchronspitzenleistung, was zu einer Überbewertung führt. Um die tatsächliche Feldimmission zu erhalten, ist das Messergebnis um die oben angegebenen Werte zu korrigieren.

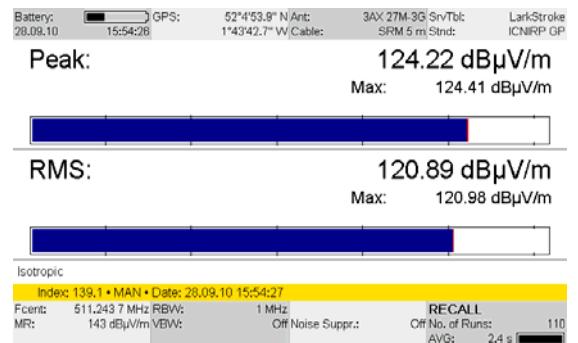


Bild 4: Messung eines analogen TV-Kanals in Betriebsart Level Recorder.

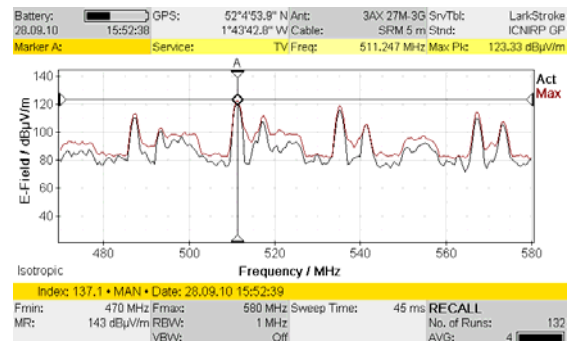


Bild 5: Messung analoger TV-Kanäle in Betriebsart Spectrum Analysis.

7 Detaillierte Messung einzelner DVB-T-Kanäle

Messung in Betriebsart Level Recorder

(entspricht der Betriebsart Time Analysis des SRM-3000)

Empfohlene Einstellungen:

Auflösungsbandbreite (RBW): **8 MHz**

Detektorart: **RMS**

Ablauf:

Mittenfrequenz auf eine Kanalmitte abstimmen, vorzugsweise über *Extras* -> *Select Service*, falls eine Service-Tabelle mit DVB-Kanälen hinterlegt ist. Andernfalls numerische Eingabe, falls die Mittenfrequenz bekannt ist, oder Bestimmung über eine Spectrum Analysis, wie in Kapitel 6 beschrieben.

Warten bis RMS-Wert „steht“, dann ablesen.

Keine rechnerische Korrektur nötig!

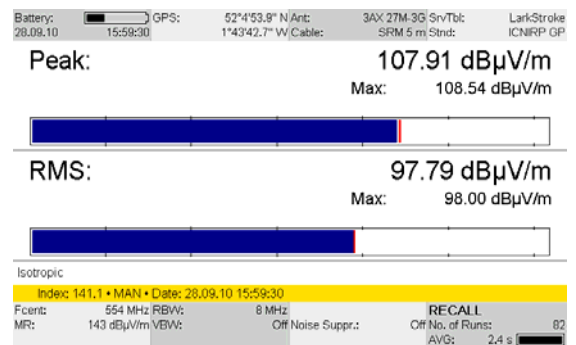


Bild 6: Messung eines DVB-T-Kanals in Betriebsart Level Recorder mit einer auf die Kanalbreite passenden Auflösung (RBW = 8 MHz).

Messung in Betriebsart Safety Evaluation

Diese Betriebsart dient im Allgemeinen einer schnellen Bewertung der gesamten Feldsituation. Voraussetzung ist, dass im Gerät entsprechende Service-Tabellen hinterlegt sind, welche die Frequenzbereiche der interessierenden Frequenzbänder definieren. Die Betriebsart lässt sich auch benutzen, um innerhalb eines Frequenzbandes die DVB-T-Kanäle einzeln zu erfassen, indem man sie jeweils als einen Dienst definiert. Die Service-Tabellen lassen sich am einfachsten mit der Software SRM-3006 Tools erstellen und dann in das SRM-Grundgerät übertragen.

Empfohlene Einstellungen:

Auflösungsbandbreite (RBW): **50 kHz oder kleiner**

Auswertart (Result Type): **AVG**

Mittelungen (Number of Averages): **mindestens 16**

Ablauf:

Mittelungszeit abwarten.

Auswertung:

Die Betriebsart Safety Evaluation liefert automatisch die Einzelbeiträge der definierten Dienste oder Kanäle sowie den Gesamtwert der Feldimmission.

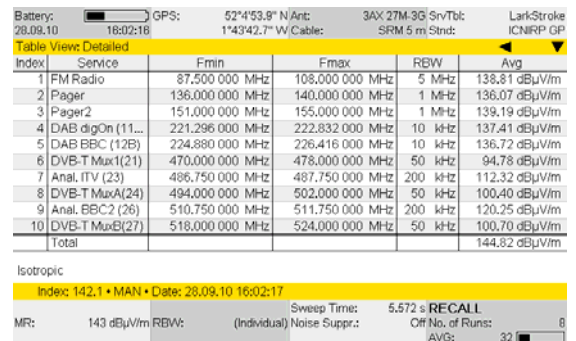


Bild 7: Messung aller DVB-T-Kanäle plus anderer Quellen in Betriebsart Safety Evaluation. Die Auflösungsbandbreite wurde individuell eingestellt, um die Messgeschwindigkeit zu erhöhen.

Messung in Betriebsart Spectrum Analysis

Empfohlene Einstellungen:

Auflösungsbandbreite (RBW): **100 kHz**

Auswertart (Result Type): **AVG**

Mittelungen (Number of Averages): **mindestens 16**

Ablauf:

Mittelungen abwarten.

Auswertung:

Integration über die Kanalbandbreite. Wert ablesen.

Zur Erklärung: Wegen des rauschförmigen Zeitverlaufs des DVB-T-Signals *muss* die Auswertart (Result Type) AVG gewählt werden. So erhält man als Ergebnis die Feldimmission, die der mittleren (effektiven) Sendeleistung entspricht. Maximalwerterfassung würde zu einer Überbewertung um etwa den Crestfaktor von 10 bis 12 dB führen.

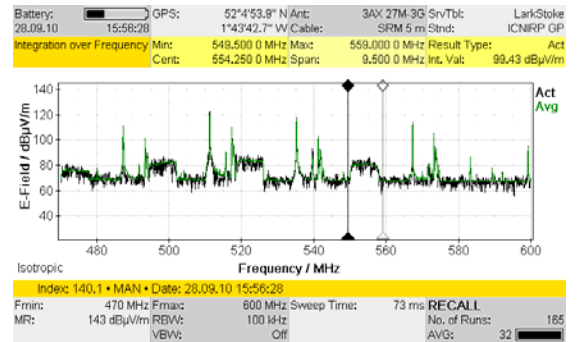


Bild 8: Messung eines DVB-T-Kanals in Betriebsart Spectrum Analysis mit hoher Auflösung (RBW = 100 kHz) und anschließender Integration über die Kanalbandbreite.

8 Messung von DAB-Rundfunkkanälen

DAB-Kanalmessungen werden im Prinzip wie DVB-T-Kanalmessungen durchgeführt. DAB und DVB-T benutzen nicht nur gemeinsame Frequenzbänder, sie lassen sich also auch gemeinsam messen.

Bild 7 zeigt entsprechende Ergebnisse, gewonnen in der Betriebsart Safety Evaluation.

Auch Messungen in Betriebsart Level Recorder sind möglich; die Auflösungsbandbreite lässt sich in diesem Fall auf die DAB-Kanalbandbreite von 2 MHz einstellen.

9 Messung von FM-Rundfunkkanälen

Messung in Betriebsart Spectrum Analysis

Empfohlene Einstellungen:

Auflösungsbandbreite (RBW): **200 kHz**

Auswertart (Result Type): **AVG**

Da die Amplitude der FM-Signale zeitlich nicht schwankt, führen die Auswertarten (Result Type) ACT, AVG und MAX zu keinen unterschiedlichen Ergebnissen. Die Mittelung über AVG bewirkt jedoch eine wesentlich „ruhigere“ Kurvendarstellung an der Rauschgrenze.

Auswertung vorzugsweise mit der Peak Table.

10 Messung von AM-Rundfunkkanälen

Die Wahl der Messantenne(n) richtet sich nach dem zu messenden Frequenzbereich (Kapitel 4). Da sich der Messort häufig – bei Langwelle fast immer – im Nahfeld des Senders befindet, ist die elektrische und magnetische Feldstärke getrennt zu messen (Kapitel 3). Die isotrope H-Feld-Antenne (eine Besonderheit des SRM) hat praktische Vorteile gegenüber der uniaxialen H-Feld-Antenne: Bei der Punktrastermethode ist pro Messpunkt nur eine Messung durchzuführen, und bei der Schwenkmethode muss keine Rücksicht auf die Polarisationsrichtung des Feldes genommen werden. Bei der uniaxialen E-Feld-Antenne sind an jedem Messpunkt drei Messungen durchzuführen; bei der Schwenkmethode ist die Antenne entsprechend zu drehen.

Messung in Betriebsart Spectrum Analysis

Empfohlene Einstellungen:

Auflösungsbandbreite (RBW): **10 kHz**

Auswertart (Result Type): **AVG**

Auswertung vorzugsweise mit der Peak Table.

11 Auswertung der Ergebnisse und Erstellen eines Messberichts

Bei allen Messungen von Feldimissionen interessiert letztendlich,

- ob die zulässigen Grenzwerte eingehalten sind bzw.
- welcher Betreiber sie wie weit überschreitet und deshalb seine Sendeleistung reduzieren muss oder
- in welchen Bereichen sich kein Personal aufhalten darf.

Summenbildung

Überall dort, wo Mittelwerte als Grenzwerte gelten, sind einzelne *Kanalleistungen* zu addieren, um die Gesamtmission zu ermitteln. Um den Wert zweier gleich starker Kanäle zu ermitteln, kann man zum Wert eines Kanals einfach 3 dB addieren, falls man die Feldstärke logarithmisch (z. B. in dBV/m oder dBµV/m) anzeigen lässt; bei vier Kanälen sind es 6 dB, usw. Andernfalls ist die Gesamtfeldstärke durch quadratische Addition zu berechnen:

$$E_{gesamt} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + \dots} \quad \text{bzw.} \quad H_{gesamt} = \sqrt{H_1^2 + H_2^2 + \dots}$$

In der Betriebsart Spectrum Analysis lässt sich mit der Funktion Integration over Frequency die Gesamtfeldstärke eines zusammenhängenden Frequenzbands ermitteln.

In der Betriebsart Safety Evaluation ermittelt das SRM-3006 die Gesamtfeldstärke der definierten Dienste oder Kanäle automatisch, auch wenn sie kein zusammenhängendes Frequenzband bilden. Dadurch erübrigt sich die obige Berechnung. Es muss nur einmal eine entsprechende Service-Tabelle angelegt werden.

Bewertung

Falls die Ergebnisse in physikalischen Einheiten (z. B. V/m) angezeigt werden, müssen sie mit dem für die jeweilige Frequenz geltenden Grenzwert verglichen werden.

Das SRM-3006 als Spezialgerät bietet jedoch die direkte Anzeige in Prozent, bezogen auf einen wählbaren Personenschutzstandard, und zwar in allen Betriebsarten.

Messunsicherheit

Bei allen Ergebnissen ist die Messunsicherheit zu berücksichtigen. Hierzu verweisen wir auf unsere Application Note „Berücksichtigung der Messunsicherheiten beim SRM-3000“ (AN_HF_1004), die ebenso auf das SRM-3006 anwendbar ist.

Messbericht

Die Auswertung und Bewertung ist in der Regel in einem Messbericht festzuhalten. Die kostenfreie PC-Software SRM-3006 Tools (oder die optional erhältliche SRM-3006 TS) bietet dazu eine große Hilfe. Über einfache Copy+Paste-Funktionen kann man die Messdaten und Grafiken direkt in den Messbericht kopieren oder Messdatensätze in gängige Tabellenverarbeitungsprogramme exportieren.

12 Abkürzungen

DAB	Digital Audio Broadcasting – digitaler Hörfunk
DVB-T	Digital Video Broadcasting, Terrestrial – digitales Fernsehen, terrestrisch übertragen
E-Feld	Elektrisches Feld
H-Feld	Magnetisches Feld
MR	Measurement Range, Messbereich
RBW	Resolution Bandwidth, Auflösungsbandbreite
SRM	Selective Radiation Meter

13 Literatur

- [1] Chr. Bornkessel, M. Schubert, M. Wuschek, et al.: "Exposure of the General Public to Digital Broadcast Transmitters Compared to Analogue ones", Radiation Protection Dosimetry, Volume 124 No 1, pp. 53-57, 2007
- [2] Guidelines on Limiting Exposure to Non-Ionizing Radiation. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), July 1999; ISBN 3-9804789-6-3.
- [3] Richtlinie 2004/40/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder) (18. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG) vom 29. April 2004.
- [4] Council Recommendation of 12 July on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz) (1999/519/EC). Official Journal of the European Communities L 199/59, 30.7.1999.
- [5] Revised ECC Recommendation (02)04: Measuring non-ionising electromagnetic radiation (9 kHz – 300 GHz). Electronic Communications Committee (ECC) within the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT). Edition October, 2003.
- [6] VDE 0848-1, DIN EN 50413:2009-08: Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz).
- [7] Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV). 16. Dezember 1996.
- [8] Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder (BEMFV) vom 20. August 2002. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2002 Teil I Nr. 60, 27. August 2002.
- [9] VDE 0848-110, DIN EN 62110:2010-08: Elektrische und magnetische Felder, die von Wechselstrom-Energieversorgungssystemen erzeugt werden Messverfahren im Hinblick auf die Exposition der Allgemeinbevölkerung (IEC 62110:2009); Deutsche Fassung EN 62110:2009
- [10] BGV B11: Unfallverhütungsvorschrift Elektromagnetische Felder (Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit). 1. Juni 2001.
- [11] Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen – Vollzugsempfehlung zur NISV. (Schweizerisches) Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Entwurf vom 6.7.2005.

Narda Safety Test Solutions GmbH
Sandwiesenstrasse 7
72793 Pfullingen, Germany
Phone: +49 (0) 7121-97 32-777
Fax: +49 (0) 7121-97 32-790
E-Mail: support@narda-sts.de
www.narda-sts.de

Narda Safety Test Solutions
435 Moreland Road
Hauppauge, NY 11788, USA
Phone: +1 631 231-1700
Fax: +1 631 231-1711
E-Mail: NardaSTS@L-3COM.com
www.narda-sts.us

Narda Safety Test Solutions Srl
Via Leonardo da Vinci, 21/23
20090 Segrate (Milano) - Italy
Phone: +39 02 269987 1
Fax: +39 02 269987 00
E-mail: support@narda-sts.it
www.narda-sts.it

© Namen und Logo sind eingetragene Markenzeichen der Narda Safety Test Solutions GmbH und L3 Communications Holdings, Inc. – Handelsnamen sind Markenzeichen der Eigentümer.