

SRM-3006 – tatsächliche HF-Immissionen sicher messen



Application Note „SRM-3006- tatsächliche HF - Immissionen sicher messen“

Immissionsmessstudien zur Exposition der Bevölkerung durch hochfrequente elektromagnetische Felder (HF-EMF) beschränkten sich in der Vergangenheit meist auf einzelne Funkdienste der Mobilkommunikation und des drahtlosen Internets. In unserem Alltag haben wir es jedoch mit einem weitaus bunteren Mix aus einer Vielzahl unterschiedlicher HF-Quellen zu tun. Daher werden in der öffentlichen Diskussion zunehmend Fragen nach der tatsächlichen persönlichen Gesamtbelastung laut. Wie hoch ist die reale Exposition zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort? Für solche anspruchsvollen Messaufgaben ist der SRM-3006 der Firma Narda STS nachweislich besonders gut geeignet. Um die vorherrschende Gesamtexposition von Personen durch hochfrequente elektromagnetische Felder in typischen Alltagssituationen korrekt zu messen, ist vieles zu beachten. Dabei spielen das Verhältnis der verschiedenartigen Beiträge unterschiedlicher Emittenten und ihre Abhängigkeiten untereinander entscheidende Rollen. Die Bandbreite reicht von körpernahen Endgeräten wie Schnurlostelefonen oder Handys über HF-Quellen in der Nähe, z. B. DECT oder WLAN, bis hin zu weiter entfernten Rundfunk- und Fernsehsendern oder Basisstationen.

Frequenzselektive Messgeräte

Frequenzselektive Messinstrumente wie Spektrumanalysatoren sind die einzigen, die die tatsächliche Gesamtexposition durch HF-EMF inklusive der jeweiligen Verteilung im Feld erfassen können. Dr. Christian Bornkessel von der TU Ilmenau hat für eine solche „Messung der durchschnittlichen Immission in typischen Alltagssituationen“ im Rahmen einer Studie den SRM-3006 (Selective Radiation Meter) der Firma Narda Safety Test Solutions eingesetzt.

Nach Angaben des international anerkannten HF-Messtechnik-Experten eignet sich das ebenso robuste wie handliche Instrument in vielerlei Hinsicht hervorragend für eben diese Messaufgaben. Es ermöglicht eine effiziente Erfassung mehrerer spektral getrennter Funkdienste in einem einzigen Messdurchlauf. Der leistungsfähige Handheld verfügt zudem über eine gute Empfindlichkeit, und seine präzisen Ergebnisse – selbst in einem inhomogenen Feld – sind einfach zu interpretieren.



Bild 2: Der SRM-3006 (Selective Radiation Meter) von Narda Safety Test Solutions, den Dr. Christian Bornkessel für die Messungen einsetzte

Entwicklungsziele des SRM-3006

Im Vorfeld der Entwicklung des frequenzselektiven Feldmessgerätes haben die Messtechnik-Ingenieure des Anbieters zahlreiche Gespräche vor allem mit Anwendern, mit Nutzern aus der Praxis, geführt. Daraus entstand ein umfassendes, in sich schlüssiges Bild über die Bedarfe der Zielgruppe und ein klares Konzept. In Kombination mit der langjährigen Erfahrung von Narda ist ein praxisorientierter mobiler Spektrumanalysator für Profis entstanden. Das Gerät mitsamt seiner PC-Software macht es dem Benutzer durch viele ausgeklügelte Features so einfach wie möglich, korrekte Werte sicher zu erfassen und zu verwalten. Es hilft auf diese Weise, Zeit zu sparen und Messfehler zu vermeiden.

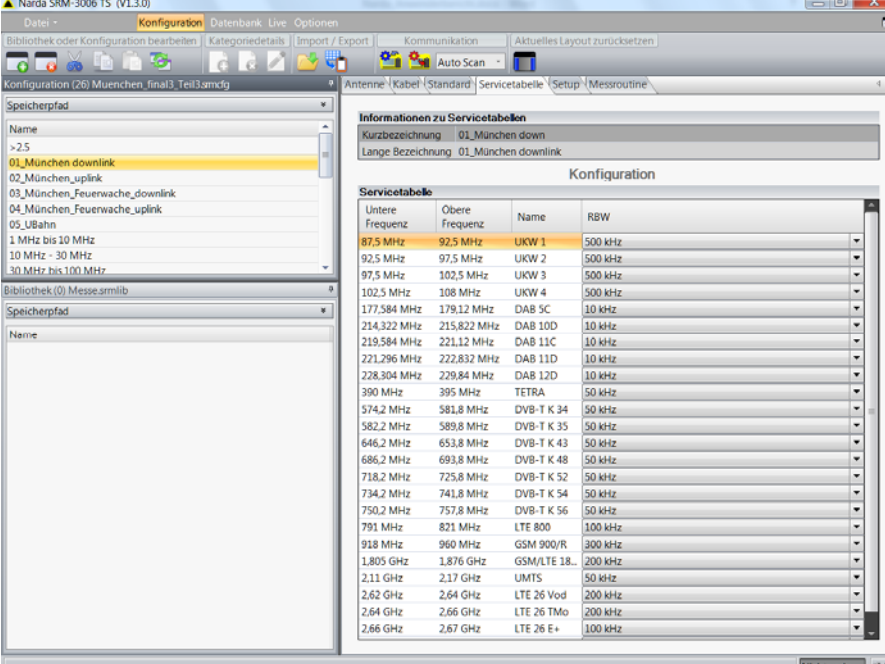
2015: IZMF-Studie zur HF-Gesamtmission

Worum es bei der durch das Informationszentrum Mobilfunk e.V. (IZMF) unterstützten Studie „Systematische Erfassung der HF-Gesamtmission in typischen Alltagssituationen“ aus dem Jahr 2015 in erster Linie ging: „Es sollten zum einen belastbare Daten zur Abschätzung der Gesamtmissionen im Hochfrequenzbereich unter Berücksichtigung mobiler Endgeräte bereitgestellt werden. Darüber hinaus galt es, Informationen darüber zu liefern, welche HF-Quellen in welchem Maß Anteil an der Gesamtexposition haben.“

Verfahren und Geräteeinstellungen

Die IZMF-Studie umfasst die derzeit in Deutschland gängigen Dienste unterschieden nach Sendeanlagen und Endgeräten. Für die eigentlichen Messungen stellte der Wissenschaftler die Betriebsart „Safety Evaluation“ ein. In diesem Modus kann der SRM-3006 mehrere frequenzmäßig getrennte Funkdienste quasi gleichzeitig in einem einzigen Messdurchlauf erfassen.

Als Vorbereitung werden die jeweiligen Funkdienstparameter, Anfangs- und Endfrequenz sowie ihre Auflösungsbreite RBW (Resolution Bandwidth) samt Servicenamen, in eine sogenannte Servicetabelle eingetragen. Zweckmäßigerweise geschieht dies über einen Eingabe-Editor mit Hilfe der Software „Narda SRM-3006 TS“. Je detaillierter die Vorkenntnisse über die zu messenden Dienste sind und je sorgfältiger die Servicetabelle ausgefüllt ist, desto einfacher, sicherer und schneller gehen die Messungen vonstatten. Im Vorfeld der Messung ist dies der Part, der eine genauere Fachkenntnis eines Experten erfordert. Ist der SRM-3006 erst einmal fachmännisch eingestellt, kann auch der „instruierte Laie“ korrekte Messungen vornehmen.



Informationen zu Servicetabelle
 Kurzbezeichnung: 01_München down
 Lange Bezeichnung: 01_München downlink

Konfiguration

Untere Frequenz	Obere Frequenz	Name	RBW
87,5 MHz	92,5 MHz	UKW 1	500 kHz
92,5 MHz	97,5 MHz	UKW 2	500 kHz
97,5 MHz	102,5 MHz	UKW 3	500 kHz
102,5 MHz	108 MHz	UKW 4	500 kHz
177,584 MHz	179,12 MHz	DAB 5C	10 kHz
214,322 MHz	215,822 MHz	DAB 10D	10 kHz
219,584 MHz	221,12 MHz	DAB 11C	10 kHz
221,296 MHz	222,832 MHz	DAB 11D	10 kHz
228,304 MHz	229,84 MHz	DAB 12D	10 kHz
390 MHz	395 MHz	TETRA	50 kHz
574,2 MHz	581,8 MHz	DVB-T K 34	50 kHz
582,2 MHz	589,8 MHz	DVB-T K 35	50 kHz
646,2 MHz	653,8 MHz	DVB-T K 43	50 kHz
686,2 MHz	693,8 MHz	DVB-T K 48	50 kHz
718,2 MHz	725,8 MHz	DVB-T K 52	50 kHz
734,2 MHz	741,8 MHz	DVB-T K 54	50 kHz
750,2 MHz	757,8 MHz	DVB-T K 56	50 kHz
791 MHz	821 MHz	LTE 800	100 kHz
918 MHz	960 MHz	GSM 900/R	300 kHz
1,805 GHz	1,876 GHz	GSM/LTE 18...	200 kHz
2,11 GHz	2,17 GHz	UMTS	50 kHz
2,62 GHz	2,64 GHz	LTE 26 Vod	200 kHz
2,64 GHz	2,66 GHz	LTE 26 TMO	200 kHz
2,66 GHz	2,67 GHz	LTE 26 E+	100 kHz

Bild 3: Beispielhaft – Servicetabelle für Sendeanlagen nach der derzeitigen Frequenzbelegung in Deutschland – für die Region München konkretisiert

Dr. Bornkessels Empfehlungen

Der Experte empfiehlt, die Immissionen von Sendeanlagen und Endgeräten getrennt zu messen. Denn oftmals können – neben zeitlichen Aspekten – durch benachbarte Endgeräte vergleichsweise hohe Pegel erzeugt werden, die eine Anpassung des Messbereichs durch Vorschalten einer Dämpfung erfordern. Eine gleichzeitige Erfassung beider Quellen in einer gemeinsamen Servicetabelle hingegen würde zu einer unvorteilhaft hohen Herabsetzung der Gesamtempfindlichkeit führen. In der Folge könnten so unter Umständen alle Messwerte der Sendeanlage unter der Anzeigeschwelle des Messgerätes liegen.

Zudem sollte unter dem Softkey „Result Type“ die Möglichkeit „Average Type: Average Time“ ausgewählt und dabei ein Wert von 6 Minuten eingestellt werden. Das bewirkt eine automatische Mittelwertbildung über 6 Minuten und dessen Anzeige am Gerät. Dieses 6-Minuten-Intervall entspricht exakt den Empfehlungen der Internationalen Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection). Die so gemessenen Immissionswerte werden dann mit den darin festgelegten Grenzwerten verglichen.

Die dreiachsige Narda Antenne

Für diese Messung ist ausschließlich eine 3-Achsen-Antenne zu verwenden, da die korrekte Erfassung der mittleren Immission nur mit einer Antenne mit isotroper Richtcharakteristik möglich ist. Im Inneren befinden sich drei Sensoren, die das Gerät nacheinander anwählt – daher quasi-isotrop. Dadurch kommt der SRM-3006 bei drei zu messenden Kanälen mit lediglich einem HF-Modul aus.



Bild 4: Dreiachsige Antenne von Narda mit isotroper Richtcharakteristik für mobile Dienste

LTE-Option spart Zeit

Seit Mitte 2012 ist der SRM-3006 über seine UMTS-Option hinaus auch mit einer LTE-Option ausgestattet. Damit erfasst das Gerät EMF, die von LTE-Basisstationen ausgehen sowohl gesamt als auch automatisch aufgeschlüsselt nach Funkzellen und deren Antennen. Der Clou ist, dass das Feldmessgerät zu jeder Zeit auf diejenige Belastung hochrechnen kann, die theoretisch bei voller Auslastung der Sendekapazität bzw. maximaler Verkehrsauslastung vorliegen würde. So spart diese Option dem Benutzer viel Zeit und hilft, Fehlerquellen zu vermeiden, die sonst durch aufwendige händische Berechnungen anfallen würden.

Auswertung der Messung

Nach Abschluss einer solchen 6-Minuten-Messung werden die Ergebnisse im Gerät gespeichert. Nachdem diese ebenfalls über die PC-Software „Narda SRM-3006 TS“ auf den Rechner übertragen worden sind, können sie im Büro ausgewertet werden. Über eine Dokumentation der Absolutwerte für die Feldstärke „E“ und Leistungsflussdichte „S“ hinaus sollten dabei auch die zugehörigen Ausschöpfungen der Grenzwerte „% GW“ ausgewiesen werden.

Immission durch Sendeanlagen					Immission durch Endgeräte				
Quelle	E [V/m]	E [% GW]	S [mW/m ²]	S [% GW]	Quelle	E [V/m]	E [% GW]	S [mW/m ²]	S [% GW]
Mobilfunk-BS	0,17	0,29	0,078	0,0009	Mobilfunk-EG	0,23	0,40	0,140	0,0016
Rundfunk	0,04	0,12	0,003	0,0002	DECT	0,02	0,03	0,001	0,0000
					WLAN	0,07	0,11	0,013	0,0001
					ISM 434/868	0,05	0,12	0,006	0,0001
Summe	0,18	0,32	0,081	0,0010	Summe	0,25	0,43	0,159	0,0019

Tabelle 1: Auswertungsbeispiel einer Messung mit dem SRM-3006 nach dem vorgestellten Verfahren getrennt nach Sendeanlagen und Endgeräten

Anmerkung: In diesem konkreten Fall (Tab. 1) stammen die Werte aus der IZMF-Messreihe eines Messpunktes in Halle 8 auf der Hannovermesse 2015. Dabei wird deutlich, dass die durch Endgeräte verursachten Immissionen größer sind als diejenigen, die von Sendeanlagen ausgehen. Eine mögliche Erklärung hierfür sind die geringere „Netzqualität“ in geschlossenen Räumen und die damit verbundene höhere erforderliche Strahlungsleistung der Endgeräte. Diese senden nämlich immer nur mit der Leistung, die notwendig ist, um eine korrekte Kommunikation zu ermöglichen. Zudem befinden sich in einer Messehalle viele Endgerätenutzer auf engstem Raum.

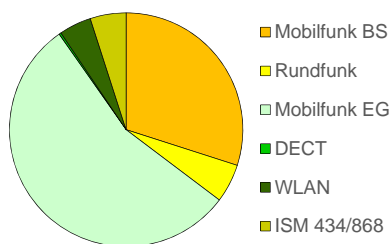


Bild 5: Grafische Darstellung eines Auswertungsbeispiels im Rahmen der IZMF-Studie (Gelbtöne $\hat{=}$ Sendeanlagen und Grüntöne $\hat{=}$ Endgeräte)

Langzeitmessungen

Eine sinnvolle Ergänzung zu den über 6 Minuten gemittelten Immissionsmessungen können Langzeitmessungen sein, die mit dem SRM-3006 ebenfalls möglich sind. Grundsätzlich können die definierten Servicetabellen bzw. die daraus erstellten Setups auch hierfür verwendet werden. Jedoch sei darauf hingewiesen, dass die Messkonzeption und die Interpretation der Messergebnisse eine gewisse Erfahrung des Anwenders erfordern. Grund hierfür sind beispielsweise unter diesen Umständen auftretende physikalische Effekte und Phänomene: Aufgrund einer inhomogenen Feldverteilung etwa in Innenräumen mit örtlich auseinanderliegenden Feldstärkemaxima für verschiedene Funkdienste können die Absolutwerte der Feldstärken je nach Messposition völlig unterschiedlich ausfallen.

Bislang wenige Studien

Untersuchungen, die jene HF-Feld-abhängigen Wechselwirkungen im Alltag berücksichtigen, gibt es aktuell nur recht wenige. In einigen wurden mit Personendosimetern kompakte Geräte eingesetzt, die direkt am Körper getragen werden. Im Grunde genau dort, wo es darauf ankommt. Als Nachteile sind jedoch ihre für diese Messaufgabe viel zu geringe Empfindlichkeit – meist liegen die vorhandenen Felder dann unter der Nachweisgrenze – sowie einsatzbedingt zum Teil erhebliche Messunsicherheiten zu nennen. Diese treten etwa durch Abschattungseffekte infolge des Tragens dicht am Körper auf. Zudem kann eine ungenügende Diskriminierung angrenzender Frequenzbereiche unterschiedlicher Funkdienste die Messwerte zusätzlich verfälschen.

Fazit

Der SRM-3006 ist ein frequenzselektives Feldmessgerät für professionelle Anwender. Neben der normgerechten Immissionsmessung von GSM-, UMTS- und LTE-Basisstationen bei maximaler Auslastung oder von Rundfunksendern eignet es sich hervorragend für Messungen der zeitlich gemittelten bzw. durchschnittlichen Immissionen unterschiedlicher Verursacher. Dabei spielt der Modus „Safety Evaluation“ eine tragende Rolle. Er gestattet eine wesentlich effizientere Messung der Immissionsbeiträge frequenzmäßig unterschiedlicher Funkdienste als ein manuell betriebener klassischer, großer Laborspektrumanalysator.

Zwar setzt auch der SRM-3006 in der Konzeption der Messung und der Definition der Geräteeinstellungen und Servicetabellen Detailkenntnisse des Anwenders in puncto Funktionsweise des Messgerätes und Signalstruktur der zu messenden Signale voraus. Sind die Messparameter jedoch einmal korrekt eingestellt, sorgen seine umfangreichen Software-Steuerungsmöglichkeiten für einen enorm hohen Automatisierungsgrad des Messablaufs. Mit der Konsequenz, dass der SRM-3006 (in Grenzen) auch für Nicht-HF-Spezialisten zuverlässig einsetzbar ist.

Narda Safety Test Solutions GmbH

Sandwiesenstrasse 7
72793 Pfullingen, Germany
Phone: +49 (0) 7121-97 32-0
Fax: +49 (0) 7121-97 32-790
E-mail: info.narda-de@L3T.com
www.narda-sts.com

Narda Safety Test Solutions

435 Moreland Road
Hauppauge, NY 11788, USA
Phone: +1 631 231-1700
Fax: +1 631 231-1711
E-Mail: NardaSTS@L3T.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: nardait.support@L3T.com
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.