

Messung der Nebenaussendungen von Handfunkgeräten an der Surplus Party 2017

Mathias Weyland HB9FRV, Leiter Betrieb Sektion HB9UF (*It-Betrieb@hb9uf.ch*)

Einführung

Die UHF-Gruppe der USKA ist traditionell an der Surplus Party in Zofingen mit einem Stand präsent, um sich mit Vereinsmitgliedern auszutauschen und um neue Mitglieder zu werben. Seit meiner Aufnahme in den Vereinsvorstand habe ich zu dieser Gelegenheit stets eine kleine technische Demonstration mitgebracht. So habe ich 2015 eine selbstgebaute Empfangs- und Decodiersoftware [1,2,3] für das C4FM System von Yaesu vorgeführt und interessierten Funkamateure erklärt. 2016 habe ich eine externe Steuerung für ein «System Fusion»-Relais von Yaesu (eine Eigenentwicklung der UHF Gruppe der USKA, die inzwischen auf dem Uetliberg im Einsatz ist) ausgestellt.

2017 wollte ich die Nebenaussendungen mitgebrachter Handfunkgeräte messen. Meine Motivation hierfür hatte verschiedene Gründe: Auf der einen Seite war dies eine gute Möglichkeit, mit Besuchern ins Gespräch zu kommen, den Versuchsaufbau zu diskutieren oder einfach ein bisschen zu plaudern. Auf der anderen Seite hatte ich einiges über den zweifelhaften Ruf von billigen, chinesischen Handfunkgeräten gehört. Ich selbst verfüge über kein solches Gerät und war deshalb neugierig ob dieser schlechte Ruf gerechtfertigt ist.

Die Idee, Nebenaussendungen zu messen, ist nicht neu. So führt das «ARRL Laboratory» an ähnlichen Anlässen seit Jahren solche Messungen durch und hat inzwischen über 1700 Handfunkgeräte getestet. Eine Übersicht über die dabei gefundenen Erkenntnisse ist in der QST Ausgabe von November 2015 [4] erschienen. Gemäss diesen Angaben halten vorwiegend die Geräte der Hersteller Baofeng, Wouxun und TYT die Grenzwerte nicht ein. Dass dies bei uns anders sein sollte ist auf den ersten Blick unwahrscheinlich, allerdings unterscheiden sich unsere Grenzwerte

von den amerikanischen Vorschriften. Ausserdem besteht die Möglichkeit (an die ich jedoch nicht so richtig glaube), dass die Hersteller inzwischen aus ihren Fehlern gelernt haben oder die Besitzer dieser Geräte um das Einhalten der Vorschriften bemüht sind und ihre Sender entsprechend modifiziert haben. Unabhängig davon war ich überzeugt, dass die Aktion auf Interesse stossen würde und habe deshalb mit Bob Allison (WB1GCM, ARRL Senior Test Engineer) Kontakt aufgenommen und ihn um seine Erfahrungen in Bezug auf die anstehenden Messungen gebeten. In seiner rasch erfolgten, ausführlichen Antwort riet er mir dazu diese Messung aus Zeitgründen so weit wie möglich zu automatisieren damit ich mir Zeit nehmen kann den technischen Sachverhalt und die gemessenen Resultate gut zu erklären und den Besuchern ein Messprotokoll mit nach Hause zu geben.

Messaufbau

Der eigentliche Aufbau der Messanlage ist denkbar einfach. Das zu messende Handfunkgerät sendet mit Maximalleistung in ein 30 dB-Leistungsdämpfungsglied, dessen Ausgang mit einem Spectrum-Analyzer (Siglent SSA3021) verbunden ist. Bei der Auswahl des Dämpfungsgliedes ist natürlich darauf zu achten, dass es sich für UHF-Frequenzen eignet. So ist das gewählte Dämpfungsglied vom Hersteller bis 6 GHz charakterisiert. Zusätzlich greife ich mit einem Sampler (Rfconnectors RFA4059A) am Ausgang des Dämpfungsgliedes einen kleinen Anteil der Leistung ab und speise diesen in einen RTL2832U SDR Dongle [5]. Dieser Abgriff gehört aber nicht zur eigentlichen Messung sondern dient zur Kontrolle der Sendefrequenz und des Spitzenhubes. Letzteren habe ich nur sporadisch kontrolliert; er war aber tendenziell zu tief. Um einen Eindruck über den durch diese Apparatur eingeführten Fehler zu erlangen habe ich vorgängig alle Teile mit einem VNA geprüft bzw. den Spectrum-Analyzer mit dem einschlägigen Verfahren kalibriert.

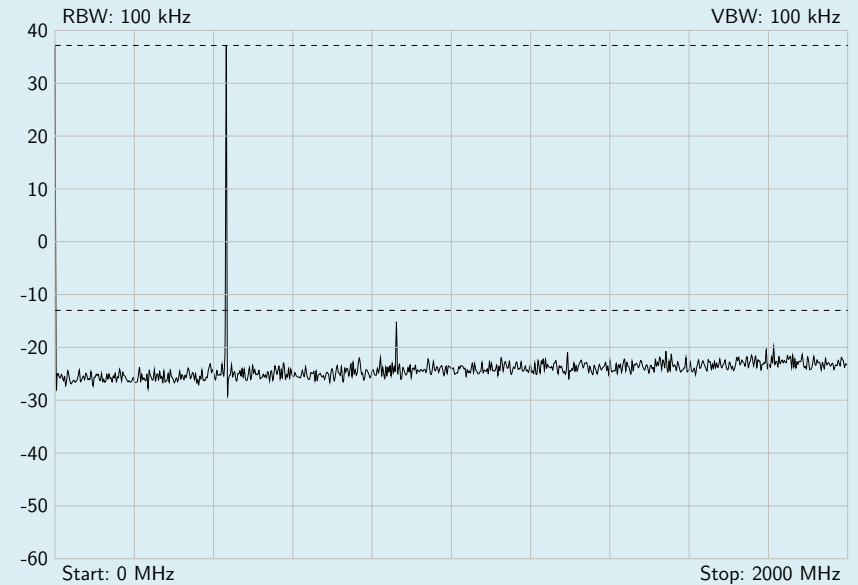
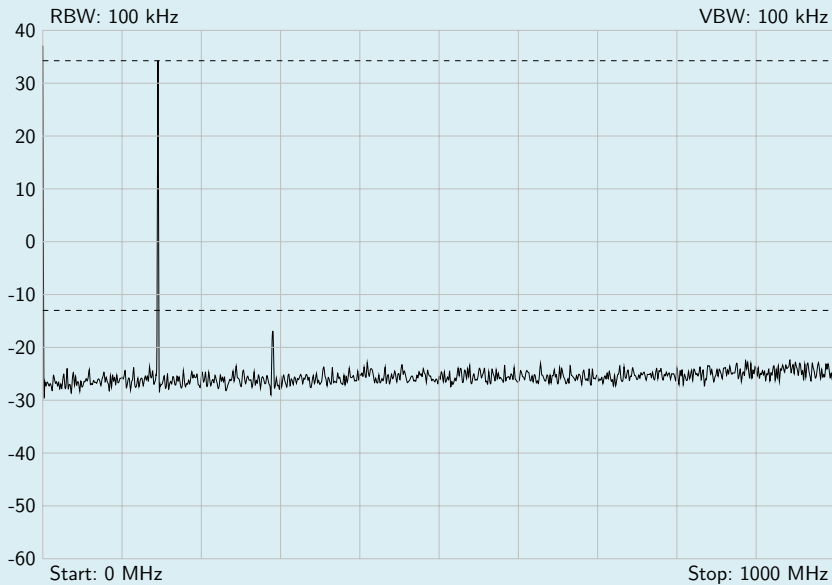
Ein kleines Python-Skript steuert den Spectrum-Analyzer: Es setzt den zu messenden Frequenzbereich, die für die Messung vorgeschriebene Auflösungsbandbreite (RBW) und eine Korrektur für den Verlust des Dämpfungsglieds. Danach wird jeweils für 2 m (0 bis 1 GHz) und für 70 cm (0 bis 2 GHz) das Spektrum bei gedrücktem PTT aufgenommen und vom Spectrum-Analyzer zum Computer übertragen. Dieses Spektrum wird analysiert, die Leistung der harmonischen Frequenzkomponenten extrahiert und daraus ein Messprotokoll erstellt und ausgedruckt. Der Einfachheit halber habe ich vorgesehen, die Messung auf vorgegebenen Frequenzen (145.000 MHz bzw. 431.000 MHz) durchzuführen. Einige Besitzer von DMR-Geräten hatten Mühe diese Frequenzen einzustellen. Ohne mich mit dieser Technik auszukennen führe ich dies auf die dort verbreitet eingesetzten kommerziellen Geräte zurück, bei denen ein für Amateurfunk gebräuchlicher VFO-Betrieb nicht vorgesehen ist. Ein Beispiel für ein solches Messprotokoll zeigt **Abbildung 1**.

Der beschriebene Versuchsaufbau unterscheidet sich von demjenigen des «ARRL Labs» in folgenden Punkten: (1) Ich habe die Ausgangsleistung nicht separat mit einem Leistungsmessgerät gemessen. Entsprechend sind die absoluten Leistungsangaben etwas ungenau. Das Datenblatt meines Spectrum-Analyzers gibt hierfür ± 0.7 dB an. Nach Einbezug aller zusätzlichen Fehler und grosszügigem Aufrunden habe ich den Fehler meiner Messung mit ± 2 dB angegeben. Ausserdem habe ich für die Berechnung der notwendigen Dämpfung der Nebenaussendungen nur die Leistung der Grundfrequenz verwendet und die Oberwellen vernachlässigt. Diese Näherung ist nur gut, wenn eine genügende Dämpfung der Oberwellen stattfindet. (2) Das «ARRL Lab» verwendet kein Hilfsprogramm für das Durchführen der Messung und für das Zusammenstellen des

Messprotokoll Nebenaussendungen

Icom IC-E92D, 20171028-SURPLUSPARTY17-009

Abbildung 1: Messprotokoll (= 1 A4-Seite)



145 MHz	290 MHz	435 MHz	580 MHz	725 MHz
34.3 dBm	-18.5 dBm	-25.5 dBm	-26.3 dBm	-25.2 dBm
0.0 dBc	-52.7 dBc (✓)	-59.8 dBc (✓)	-60.5 dBc (✓)	-59.4 dBc (✓)

431 MHz	862 MHz	1293 MHz	1724 MHz
37.1 dBm	-15.2 dBm	-20.9 dBm	-22.5 dBm
0.0 dBc	-52.3 dBc (✓)	-58.1 dBc (✓)	-59.6 dBc (✓)

Fehler ± 2 dBm; ± 1 dB. Grenzwert ab 30 MHz: -13 dBm bis $P_{out} \approx 57$ dBm gem. RR
 UHF-Gruppe der USKA, <http://www.hb9uf.ch>, an der Surplus-Party 2017 in Zofingen

Abbildung 1: Beispiel eines ausgehändigten Messprotokolls. Die obere gestrichelte Linie gibt die Leistung der Grundfrequenz an, die untere gestrichelte Linie den Grenzwert. Da sämtliche Nebenaussendungen unterhalb dieser unteren Linie liegen entspricht das Gerät den Vorschriften

Messprotokolls. (3) Zur Maximierung des Dynamikbereiches und zur Vereinfachung der Berechnungen nutzt das «ARRL Lab» ein weiteres, variables Dämpfungsglied. Dank meiner automatischen Berechnung konnte ich darauf verzichten.

Im Bericht des «ARRL Labs» werden die Messresultate eingeteilt in konform («compliant»), nicht konform («non compliant») und grenzwertig («borderline»). Aufgrund der relativ geringen Anzahl gemessener Geräte wäre eine Einteilung in diese drei Kategorien nicht sinnvoll gewesen. Stattdessen habe ich die klar nicht konformen Geräte den Übrigen (also Konformen und Grenzwertigen) gegenübergestellt. Insbesondere als Folge der oben erwähnten Vereinfachungen (1) und (3) konnte ich aber tatsächlich bei einigen Geräten nicht zweifelsfrei feststellen ob sie die Grenzwerte einhielten. Dies traf durchaus nicht nur für chinesische Hersteller zu. Ob meine Einteilung «richtig» ist, ist wohl Ansichtssache (siehe Abschnitt «Fazit»). Falls ich diese Aktion wiederhole würde ich versuchen in dieser Hinsicht genauer zu arbeiten.

Grenzwerte

Die aktuell in der Schweiz geltenden Grenzwerte zu finden war nicht ganz einfach. Das BAKOM schreibt in den aktuellen «Vorschriften für Amateurfunk» vom 1.3.2012: «*Es gelten die Werte gemäss Radioreglement, Anhang 3. Sie sind im wesentlichen in dem für Amateurfunkgeräte relevanten Standard, in den europäischen Normen ETSI EN 301 783 1 und EN 301 783 2, zu finden.*» Weshalb ich in dieser Form darüber informiert wurde, dass ich die geltenden Werte «im wesentlichen» auch in einem anderen Dokument finden kann erschliesst sich mir nicht ganz. Immerhin widersprechen sich die Angaben im vorliegenden Fall nicht und beide Dokumente sind über die einschlägigen Webseiten abrufbar. Für Sendefrequenzen höher als 30 MHz gilt: Jegliche Nebenaussendung muss verglichen mit der mittleren Gesamtleistung P Watt mindestens um x dB gedämpft sein, wobei für x gilt:

$$x = 43 + 10 \log_{10}(P)$$

Da x mit steigender Leistung zunimmt ist es auf 70 dBc begrenzt. Mit anderen Worten: Fordert die Gleichung eine Dämpfung von $x > 70$ dBc gilt trotzdem $x = 70$ dBc. Diese Lockerung tritt allerdings erst bei $P \approx 500$ W ein und ist bei Handfunkgeräten deshalb nicht relevant.

Beispiel: Für ein Gerät mit mittlerer Gesamtleistung $P=5$ W ist $x = 43 + 10 \log_{10}(5) \approx 50$ dBc. Rechnet man übrigens in dBm statt in W dann lässt sich die Berechnung mit etwas Umformen der Gleichung deutlich vereinfachen.

Resultate

Ich habe insgesamt 19 Handfunkgeräte der Hersteller **Albrecht, Alinco, Baofeng, Icom, Kenwood, Retevis, TYT und Yaesu** getestet. Bei Zweibandgeräten sind die Oberwellen in aller Regel im 2m-Band prominenter als im 70cm-Band. Die Geräte der Hersteller Albrecht (1), Alinco (2), Icom (3), Kenwood (2), Retevis (1) und Yaesu (4) waren durchwegs konform oder grenzwertig; keines war nicht konform. Das Gerät von Retevis war ein RT8 (UHF). Funkgeräte dieses Herstellers sind im eingangs genannten QST-Artikel [4] nicht erwähnt; allerdings handelt es sich dabei angeblich um ein Rebranding von TYT-Geräten, welche keine guten Resultate erzielt haben. So fiel auch in meinem Test das MD-390 (VHF) von TYT in die Kategorie «nicht konform». Von den Geräten des Herstellers Baofeng sind vier von fünf durchgefallen. Dabei erzielten die UV-3R wahrlich miserable Werte (siehe **Abbildung 2a**); aber auch die UV-5R überschritten die Grenzwerte in zwei Fällen deutlich; nur ein Fall war grenzwertig (siehe **Abbildung 2b**). Gerne hätte ich auch Geräte von Wouxun und nachträglich entstörte Geräte getestet – solche wurden aber nicht vorbeigebracht.

Fazit

Beim Durchführen der Messungen und den damit verbundenen Gesprächen mit den Gästen der Surplus Party hatte ich viel Spass. Ich wurde oft nach der Funktionsweise meines Aufbaus gefragt, was mich sehr erfreut hat, denn für mich stellt die technische Neugierde einen zentralen Aspekt unseres Hobbys dar - solche Fragen zeigen, dass diese technische Neugierde immer noch präsent ist.

Schon bei der relativ kleinen Anzahl getesteter Geräte zeichnet sich ab, dass die *Produkte der chinesischen Hersteller in Bezug auf die Nebenaussendungen von fragwürdiger Qualität* sind. Dies steht auch im Einklang mit den im QST-Artikel publizierten Erkenntnissen. Allerdings hatte ich nicht erwartet, dass die Geräte von Baofeng in dieser Hinsicht derart schlecht sind. Kein Wunder hat das BAKOM gegen diese Anlagen ein Verkaufsverbot verhängt. Erst nach dem Anlass fand ich die Zeit diesen Sachverhalt überhaupt zu reflektieren. Dabei bin ich zu folgendem Schluss gelangt: Verwenden wir diese nicht konformen Geräte ohne Modifikation verursachen wir damit Störungen. Üblicherweise sind wir aber die ersten, die sich an solchen Störungen stossen (vgl. diverse Artikel in den vergangenen Ausgaben von HBRadio über PV-Anlagen, DSL, Schaltnetzteilen, LED-Leuchtmittel, PLC, usw.). Diese Haltung setzt meiner Meinung nach auch voraus, dass wir uns selbst an die geltenden Vorschriften halten – alles Andere hinterlässt vermutlich keinen besonders guten Eindruck.

Dank

Für die Hilfe bei Transport und Aufbau sowie bei der Korrekturlese dieses Artikels möchte ich mich herzlich bei Peter HB9DWW, Hansjörg HB9DWS und Rolf HB9ENC bedanken. Mein Dank gilt ebenso den Funkamateuren, die ihre Geräte für diesen Test zu Verfügung gestellt haben.

[1] <https://hb9uf.github.io/gr-ysf/> «gr-ysf: GNU Radio modules for decoding Yaesu System Fusion C4FM packets»

[2] «Hinter den Kulissen des „System Fusion“ von Yaesu (1.Teil)», Mathias Weyland HB9FRV, HBRadio 6/2015

[3] «Hinter den Kulissen des „System Fusion“ von Yaesu (2.Teil)», Mathias Weyland HB9FRV, HBRadio 1/2016

[4] «ARRL Laboratory Handheld Transceiver Testing», Bob Allison WB1GCM, QST Nov. 2015

[5] <https://www.rtl-sdr.com/buy-rtl-sdr-dvb-t-dongles/> Web-Shop für optimierte RTL-SDR Dongles

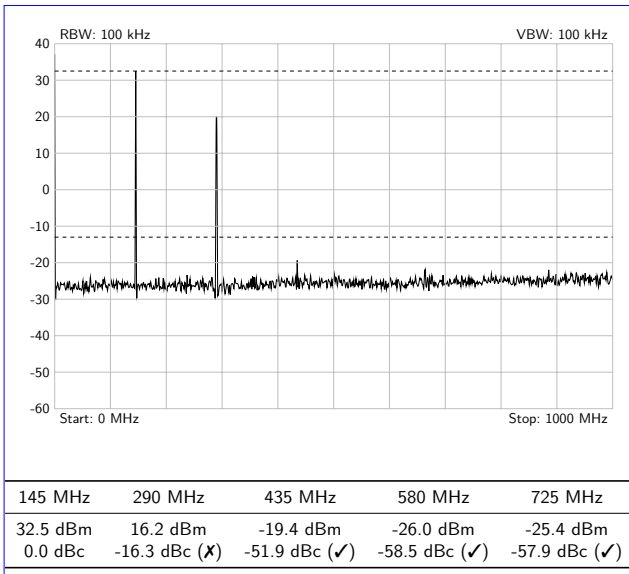


Abbildung 2a: Baofeng UV-3R auf 2m

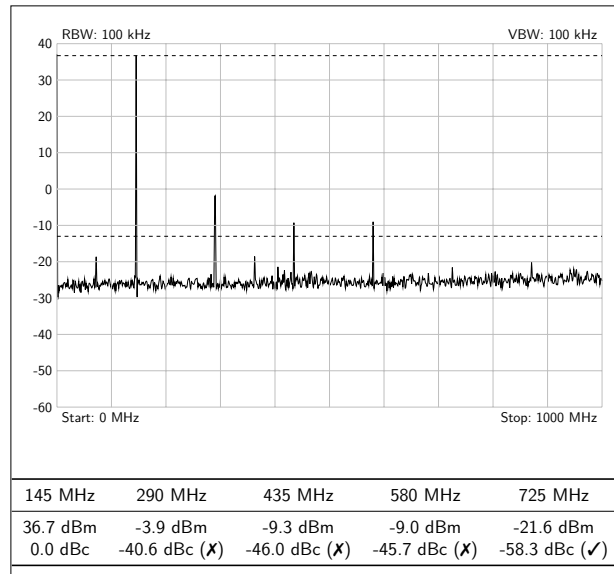


Abbildung 2b: Baofeng UV-5R auf 2 m

➔ beide Gerät sind nicht konform !

QSL-BÜRO: STATISTIK 2017				
2017	QSL-EINGANG			QSL-AUSGANG
	HB9	DX	TOTAL	Couvert HB9
	kg	kg	kg	
JAN	19.600	14.400	34.000	680
FEB	20.300	21.100	41.400	
MÄRZ	39.900	35.500	75.400	690
APR	19.300	24.000	43.300	
MAI	19.300	24.000	43.300	747
JUN	17.900	3.700	21.600	
JUL	24.300	63.100	87.400	596
AUG	26.000	12.600	38.600	923
SEPT	18.400	31.600	50.000	
OKT	17.700	10.900	28.600	830
NOV	29.000	14.500	43.500	
DEZ	18.700	9.900	28.600	1200
TOTAL	270.400	265.300	535.700	5666

Achtung !

270.400 =
270 kg 400 g etc.

QSL-BÜRO: STATISTIK 2008 - 2017				
	QSL-EINGANG			QSL-AUSGANG
	HB9	DX	TOTAL	Couvert HB9
	kg	kg	kg	
2008	574.100	549.300	1123.400	9419
2009	495.600	533.300	1028.900	10345
2010	586.400	450.400	1036.800	8446
2011	515.500	402.300	917.800	8892
2012	505.700	438.800	944.500	7502
2013	447.500	480.100	927.600	8274
2014	474.100	373.700	847.800	6802
2015	325.200	362.700	687.900	5994
2016	319.900	293.900	613.800	6686
2017	270.400	265.300	535.700	5666
TOTAL	4514.400	4149.800	8664.200	78026