NF-Zweitonmessungen am Elecraft KX3

Reinhard Noll, DF1RN

Einen NF-Zweitongenerator für IM-Messungen an SSB-Sendern hat Werner Schnorrenberg, DC4KU, in einer Artikelserie im Funkamateur vorgestellt [1]. Für Messungen an meinem Elecraft KX3 Transceiver habe ich mir den zugehörigen Bausatz bestellt [2]. Bild 1 zeigt das aufgebaute Gerät.

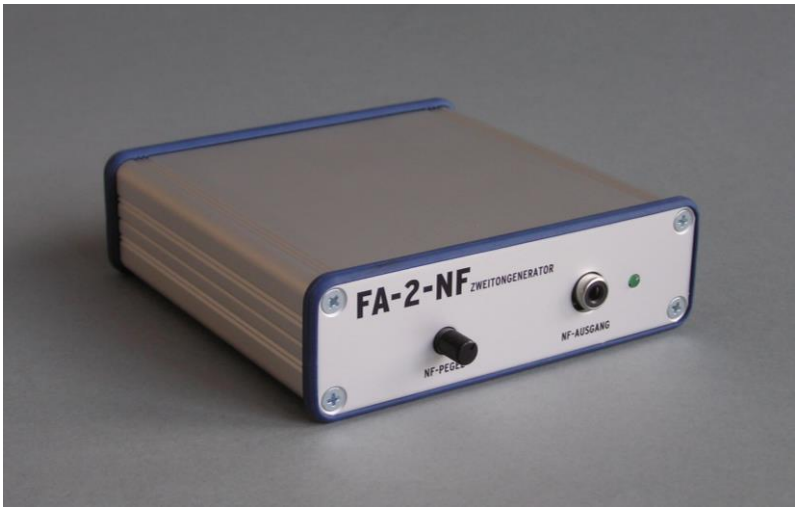

Bild 1: NF-Zweitongerator. An der Frontseite befindet sich links das Potentiometer zur Einstellung des NF-Pegels und rechts die NF-Cinch-Ausgangsbuchse. Die Stromversorgung, 12 - 15 V, wird über einen Hohlstecker an der Rückseite angeschlossen

Kernstück der Schaltung sind zwei ICs des Typs XR 2206. Die Frequenz wird durch die Beschaltung dieses ICs mit einem Kondensator an den Pins 5 und 6 sowie einem Widerstand und Trimmer zwischen Pin 7 und Masse bestimmt. Für die Schaltung in [1] resultiert ein Frequenzverstellbereich von 100 Hz bis 3300 Hz. Im Bausatz [2] wurden andere Werte gewählt (C = 47 nF, R = 10 - 35 kΩ), mit denen sich rechnerisch ein Frequenzverstellbereich von 608 Hz bis 2128 Hz ergibt ($f = 1/(RC)$). Die gemessenen Einstellbereiche für die Frequenz sind: Generator 1: 638 Hz bis 2183 Hz; Generator 2: 573 Hz bis 2153 Hz.

Die beiden Generatoren können einzeln über Jumper aktiviert werden. Die Maximalpegel jedes einzelnen Generators habe ich an den Frequenzgrenzen mit dem HF/NF-Tastkopf von QRP gemessen [3]. Tabelle 1 zeigt die Messergebnisse (mit Verwendung der Kalibrierkurve des HF/NF-Tastkopfs für den unteren Bereich, [3]). Die gemessenen Werte passen zum in [1], Teil (2), angegebenen Wert von u_{ss} = 0,1 V. In der Bauanleitung wird für eine 600 Ω Last eine Ausgangsspannung von u_{ss} = 60 mV angegeben.

Tab. 1: Maximalpegel der beiden Generatoren an den Frequenzgrenzen

	f_{min} [Hz]	u_{ss} [mV]	f_{max} [Hz]	u_{ss} [mV]
Generator 1	638	107	2183	112
Generator 2	573	105	2153	110

Die Ausgangspegel jedes einzelnen Generators werden mit den Trimmern R3 und R13 mit Hilfe des Programms Audiotester auf gleiche Höhe gestellt [3]. Die Einstellungen zur Messung mit dem Audiotester sind im Anhang in Tab. A1 angegeben. Die Verbindungs-leitung zwischen dem NF-Zweitongenerator zur Mikrofoneingangsbuchse am PC sollte möglichst kurz sein, um Einstreuungen so klein wie möglich zu halten (hier ca. 30 cm). Die Frequenzen des Generators 1 und 2 werden für IM-Messungen als nicht-harmonische Frequenzpaare gewählt, sodass alle IM-Produkte klar voneinander getrennt werden können [1] (Teil (3)). Die Bilder 2 und 3 zeigen das jeweilige Spektrum der beiden Generatoren nach der Abstimmung (Screenshots des Programms Audiotester).

Eine Frequenzeinstellung auf einen vordefinierten Wert ist mit dem im Bausatz gewählten Vorwiderstand (10k) und Trimmer (25k) an Pin 7 des XR 2206 nur schwer möglich. In der Schaltung nach [1], Bild 5, waren an Pin 7 ein Vorwiderstand (3k) sowie zwei in Serie geschaltete Trimmer (1k, 100k) angegeben, die sicher eine wesentlich präzisere Frequenzeinstellung ermöglichen.

Mit den Trimmern R5, R6 und R15, R16 wird der Klirrfaktor im Frequenzbereich von 300 Hz bis 2700 Hz minimiert. Für Generator 1 wird ein Klirrfaktor von 0,26 % erreicht, für Generator 2 ein Wert von 0,39 % (siehe Angabe am jeweiligen unteren Bildrand von Bild 2 und 3).

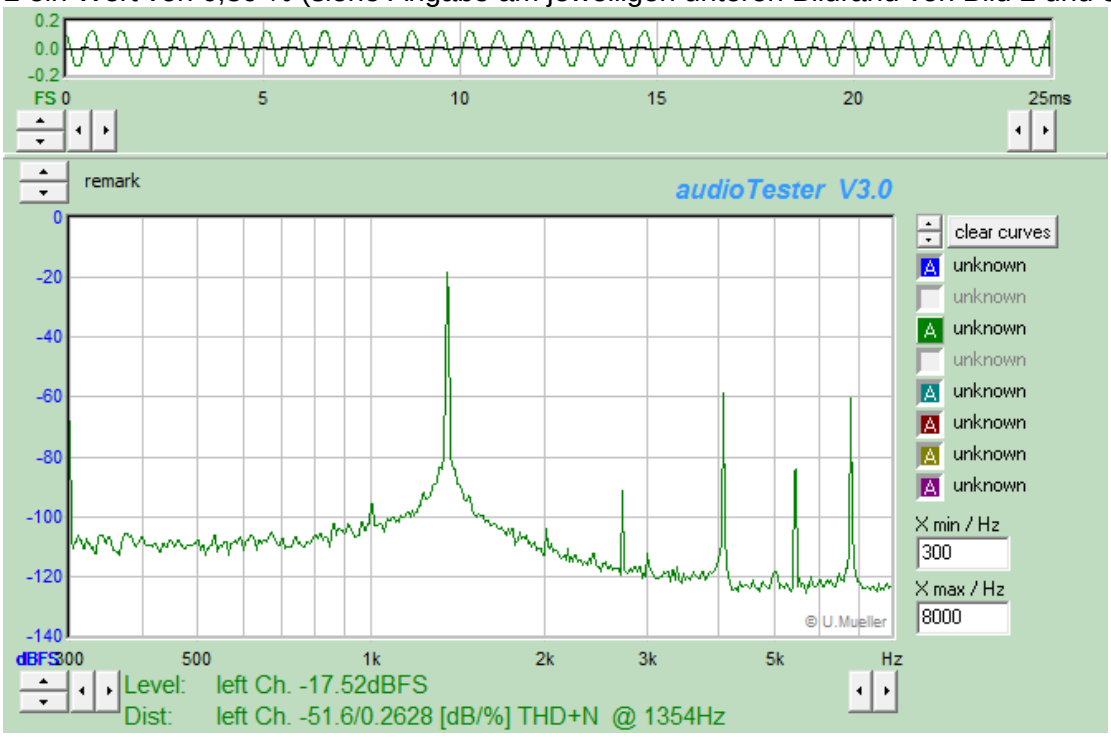

Bild 2: Ausgangsspektrum des Generators 1 im Frequenzbereich von 300 Hz bis 8 kHz. Die eingestellte Frequenz beträgt 1354 Hz. Die Klirrfaktorangabe bezieht sich auf den Frequenzbereich von 300 Hz bis 2700 Hz, vgl. Tab. A1

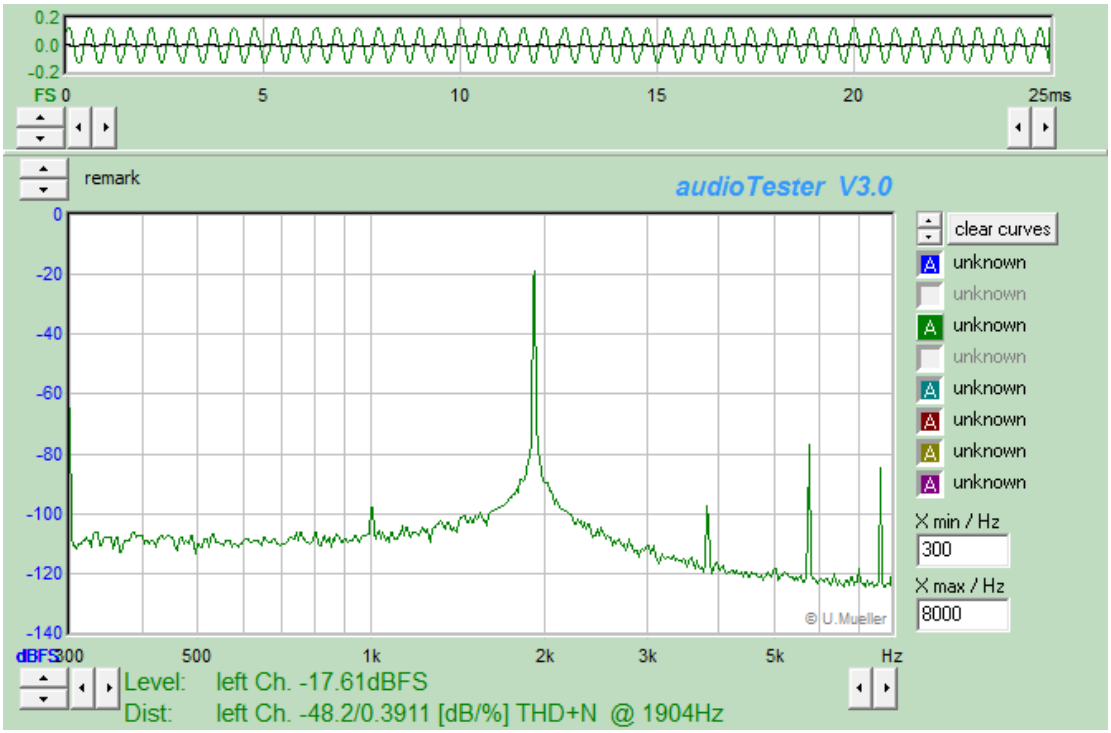

Bild 3: Ausgangsspektrum des Generators 2 im Frequenzbereich von 300 Hz bis 8 kHz. Die eingestellte Frequenz beträgt 1904 Hz

Das Frequenzspektrum einer Überlagerung beider Generatorsignale zeigt Bild 4.

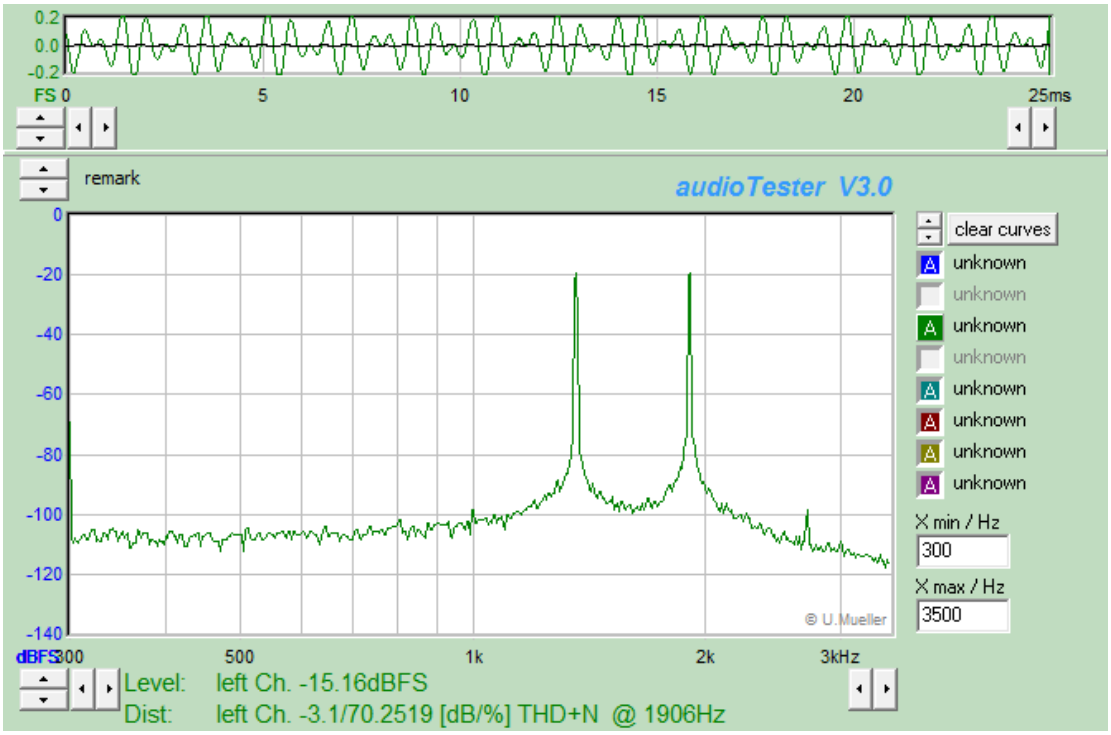

Bild 4: Frequenzspektrum der beiden Generatorsignale im Bereich von 300 Hz bis 3500 Hz

Für die IM-Messungen wird der Ausgang des Zweittongenerators an die Mikrofoneingangsbuchse des KX3 angeschlossen (Cinch auf 3,5 mm Klinkenstecker, Anschluss an Spitze des Klinkensteckers). Der HF-Ausgang des KX3 wird per RG 58 Kabel auf eine 100 W Dummy Load geführt [5, 6]. Das Signal am -40 dB Ausgang der Dummy Load habe ich mit dem Oszilloskop TK 7844 für verschiedene HF-Leistungen gemessen. Dazu wird der KX3 auf eine Sendefrequenz von 7,100 MHZ und USB (unteres Seitenband) eingestellt. Die Bilder 5 bis 8 zeigen die Oszillogramme für die eingestellten Sendeleistungen 10 W, 5 W, 2 W und 1 W.

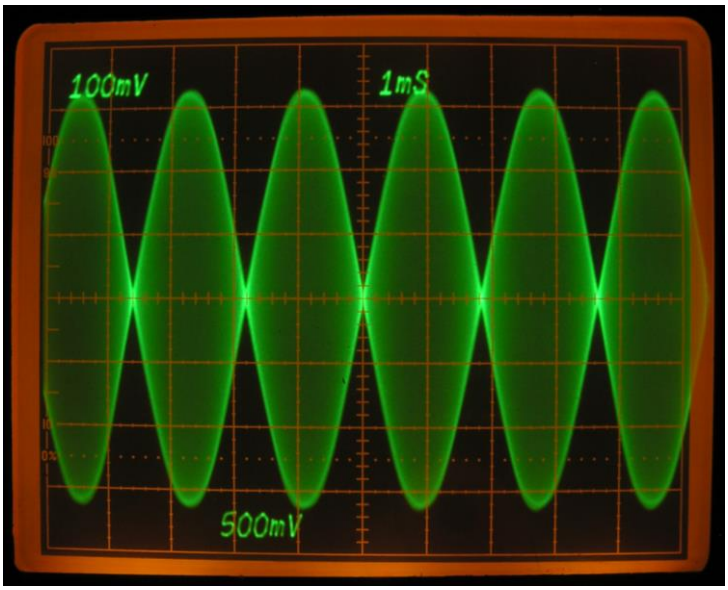

Bild 5: Zweitonsignal des KX3 gemessen am -40 dB Ausgang der 100 W Dummy Load, eingestellte Sendeleistung am KX3: 10 W

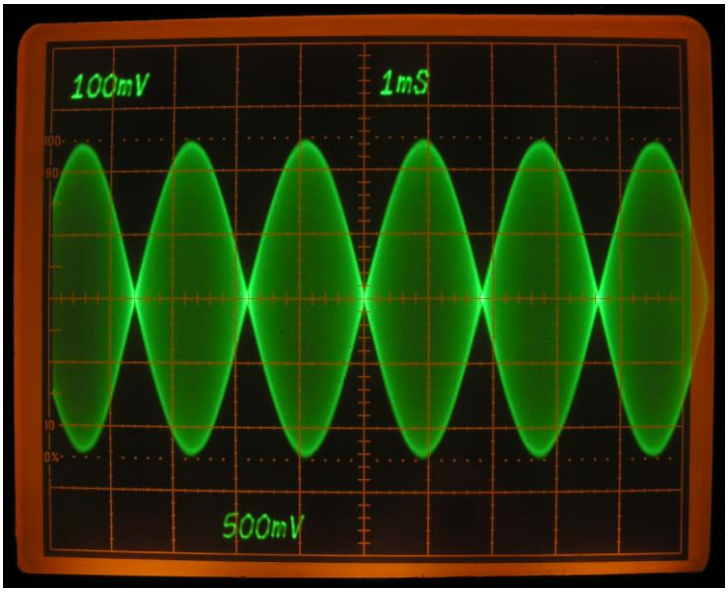

Bild 6: Zweitonsignal des KX3 gemessen am -40 dB Ausgang der 100 W Dummy Load, eingestellte Sendeleistung am KX 3: 5 W

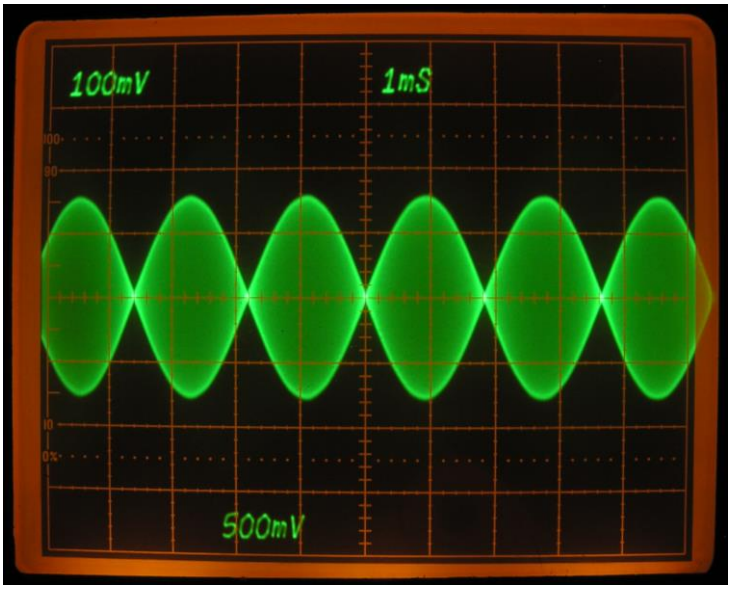

Bild 7: Zweitonsignal des KX3 gemessen am -40 dB Ausgang der 100 W Dummy Load, eingestellte Sendeleistung am KX3: 2 W

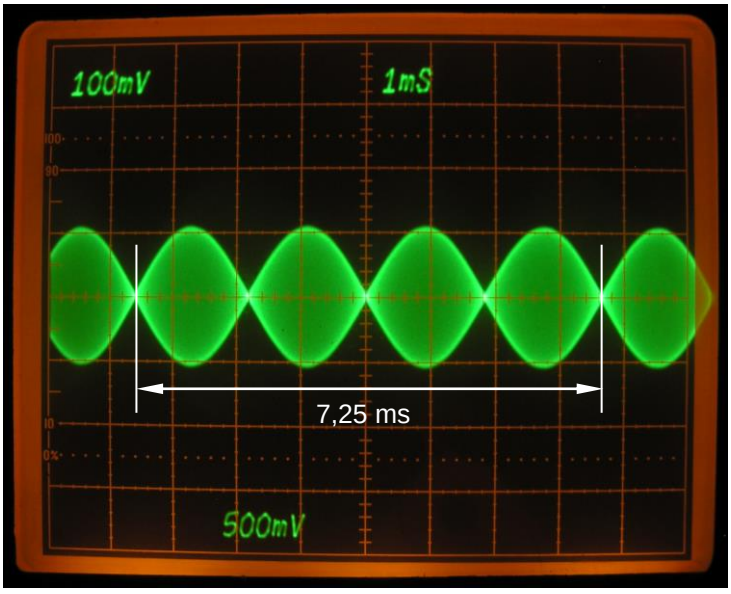

Bild 8: Zweitonsignal des KX3 gemessen am -40 dB Ausgang der 100 W Dummy Load, eingestellte Sendeleistung am KX3: 1 W

Aus den Oszillogrammen kann die Spitze-Spitze Spannung abgelesen werden, die der jeweiligen Hüllkurven-Spitzenleistung (PEP, peak envelope power) entspricht. Tabelle 1 zeigt die ausgewerteten Ergebnisse. Die ermittelten PEP Leistungen liegen stets über den eingestellten HF-Leistungen (bis zu 20 %).

Tab. 1: Auswertung der Oszillogramme in den Bildern 5 bis 8

KX3, eingestellte HF-Leistung [W]	10	5	2	1
u_{ss} [mV], Oszillogramm	640	480	310	220
u_{eff} [mV], Oszillogramm	226	170	110	78
u_{eff} [V], vor Abschwächer	22,6	17	11	7,8
gemessene HF-Leistung, PEP [W]	10,24	5,76	2,40	1,21

Für die Zweitonsignale wie sie in den Bildern 5 bis 8 dargestellt sind, sollte in den Nulldurchgängen ein Phasensprung um π auftreten [7]. Dazu stellen wir folgende vereinfachte Betrachtung an. Der mit dem NF-Zweitonsignal amplitudenmodulierte Träger wird beschrieben durch:

$$u(t) = \left(u_{\mathrm{T}} + u_{\mathrm{M1}} \sin \omega_{\mathrm{M1}} t + u_{\mathrm{M2}} \sin \omega_{\mathrm{M2}} t\right) \sin \omega_{\mathrm{T}} t \qquad (1)$$

mit u_{T} Amplitude der Trägerschwingung; $u_{\mathrm{M1}}, u_{\mathrm{M2}}$ Amplituden der NF-Signale, $\omega_{\mathrm{M1}}, \omega_{\mathrm{M2}}$ Kreisfrequenzen der NF-Signale, ω_{T} Kreisfrequenz der Trägerschwingung. Mit Trägerunterdrückung ($u_{\mathrm{T}} = 0$) erhalten wir das Zweiseitenbandsignal (DSB):

$$u_{\mathrm{DSB}}(t) = \left(u_{\mathrm{M1}} \sin \omega_{\mathrm{M1}} t + u_{\mathrm{M2}} \sin \omega_{\mathrm{M2}} t\right) \sin \omega_{\mathrm{T}} t\,. \qquad (2)$$

Weiterhin wird angenommen, dass die Amplituden der NF-Signale gleich groß sind ($u_{\mathrm{M}} = u_{\mathrm{M1}} = u_{\mathrm{M2}}$). Damit vereinfacht sich (2) zu:

$$u_{\mathrm{DSB}}(t) = u_{\mathrm{M}} \left(\sin \omega_{\mathrm{M1}} t + \sin \omega_{\mathrm{M2}} t\right) \sin \omega_{\mathrm{T}} t\,. \qquad (3)$$

Die in (3) auftretenden Produkte von Sinusfunktionen können mit den trigonometrischen Additionstheoremen wie folgt umgeformt werden:

$$u_{\mathrm{DSB}}(t) = u_{\mathrm{M}} \left(\cos(\omega_{\mathrm{T}} - \omega_{\mathrm{M1}})t - \cos(\omega_{\mathrm{T}} + \omega_{\mathrm{M1}})t + \cos(\omega_{\mathrm{T}} - \omega_{\mathrm{M2}})t - \cos(\omega_{\mathrm{T}} + \omega_{\mathrm{M2}})t\right). \qquad (4)$$

Das durch den Ausdruck (4) beschriebene Signal zeigt die auftretenden Frequenzkomponenten unterhalb und oberhalb der Trägerschwingung im Abstand der beiden NF-Kreisfrequenzen $\omega_{\mathrm{M1}}, \omega_{\mathrm{M2}}$. Da nur das untere Seitenband betrachtet werden soll, können wir (4) weiter vereinfachen und erhalten für das USB-Signal folgenden Ausdruck:

$$u_{\mathrm{USB}}(t) = u_{\mathrm{M}} \left(\cos(\omega_{\mathrm{T}} - \omega_{\mathrm{M1}})t + \cos(\omega_{\mathrm{T}} - \omega_{\mathrm{M2}})t\right). \qquad (5)$$

Beim Zweiton-USB-Signal sind also im einfachsten Fall zwei Frequenzkomponenten bei $\omega_{\mathrm{T}} - \omega_{\mathrm{M1}}$ und $\omega_{\mathrm{T}} - \omega_{\mathrm{M2}}$ zu erwarten. Um den oben genannten Phasensprung zu verdeutlichen, formen wir (5) weiter um und verwenden die Abkürzungen: $\omega'_{\mathrm{T}} = \omega_{\mathrm{T}} - \omega_{\mathrm{M1}}$, $\omega''_{\mathrm{T}} = \omega_{\mathrm{T}} - \omega_{\mathrm{M2}} = \omega'_{\mathrm{T}} + \omega_{\mathrm{M1}} - \omega_{\mathrm{M2}} = \omega'_{\mathrm{T}} + \Delta\omega$. Damit folgt aus (5):

$$u_{\mathrm{USB}}(t) = u_{\mathrm{M}} \left(\cos \omega'_{\mathrm{T}} t + \cos(\omega'_{\mathrm{T}} + \Delta\omega)t\right). \qquad (6)$$

Mithilfe eines Additionstheorems wird aus (6) schließlich:

$$u_{\mathrm{USB}}(t) = 2u_{\mathrm{M}} \left[\cos\left(\omega'_{\mathrm{T}} + \frac{\Delta\omega}{2}\right)t \cdot \cos\left(\frac{\Delta\omega}{2}\right)t\right]. \qquad (7)$$

Nach (7) erwarten wir also eine hochfrequente Schwingung bei der Kreisfrequenz $\omega'_{\mathrm{T}} + \frac{\Delta\omega}{2}$ mit einer niederfrequenten Einhüllenden der Frequenz $\frac{\Delta\omega}{2}$. Zwei

aufeinanderfolgende Nullstellen der Einhüllenden im Zeitabstand Δt liegen gerade um π auseinander:

$$\frac{\Delta\omega}{2}\Delta t = \pi\,. \tag{8}$$

Der zeitliche Abstand zwischen zwei Nullstellen sollte also:

$$\Delta t = \frac{1}{|f_1 - f_2|} \tag{9}$$

betragen. Aus Bild 8 lesen wir für den zeitlichen Abstand zwischen den Nullstellen über vier Perioden 7,25 ms ab, das sind für eine Periode: 1,813 ms. Mit den beiden NF-Frequenzen von Generator 1 und 2 erwarten wir nach der Beziehung (9): Δt = 1,818 ms. Das stimmt im Rahmen der Ablesegenauigkeit sehr gut miteinander überein.

Den Zeitverlauf des Signals $u_{USB}(t)$ nach (7) können wir für die gewählten Parameter Trägerfrequenz und NF-Frequenzen in der Nähe des Nulldurchgangs berechnen. Bild 9 zeigt das Ergebnis. Links von der Bildmitte verdeutlicht eine Gruppe nach oben zeigender Pfeile die Lage der jeweiligen Schwingungsmaxima. Dann folgen vier (etwas nach unten versetzte) ebenfalls nach oben zeigende Pfeile im gleichen gegenseitigen Abstand, also der gleichen Periode. Im Bereich der sich nach rechts anschließenden beiden Doppelpfeile erfolgt der Nulldurchgang. Hier ist nicht ohne weiteres zu entscheiden, ob ein Maximum oder Minimum vorliegt. Die Fortsetzung der Pfeile im gleichen gegenseitigen Abstand nach weiter rechts zeigt schließlich, dass nunmehr Minima folgen. Diese Pfeile weisen entsprechend nach unten. Beim Nulldurchgang des zweiten Terms in (7) dreht sich das Vorzeichen um und die Phase der Hochfrequenzschwingung (erster Term in (7)) springt um π.

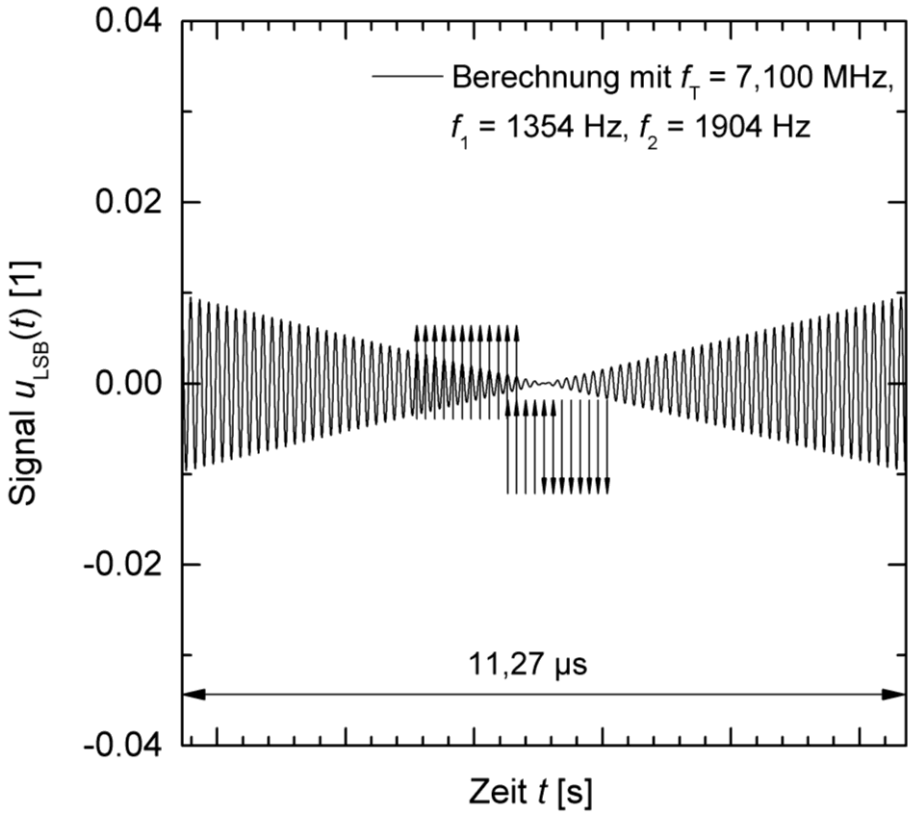

Bild 9: Berechnetes Zweitonsignal nach (7)

Läßt sich dieser Phasensprung experimentell beobachten? Mit der Zoomfunktion eines Digitalspeicheroszilloskops ist das z.B. möglich [8], siehe Bild 10. Oben ist das HF-Schwebungssignal zu sehen (vergleichbar zu Bild 5 bis 8), in der unteren Bildhälfte der gezoomte Bereich. Die weißen Hilfslinien ordnen den gezoomten Bereich dem Signal in der oberen Bildhälfte zu. Die eingezeichneten Pfeile verdeutlichen den Phasensprung.

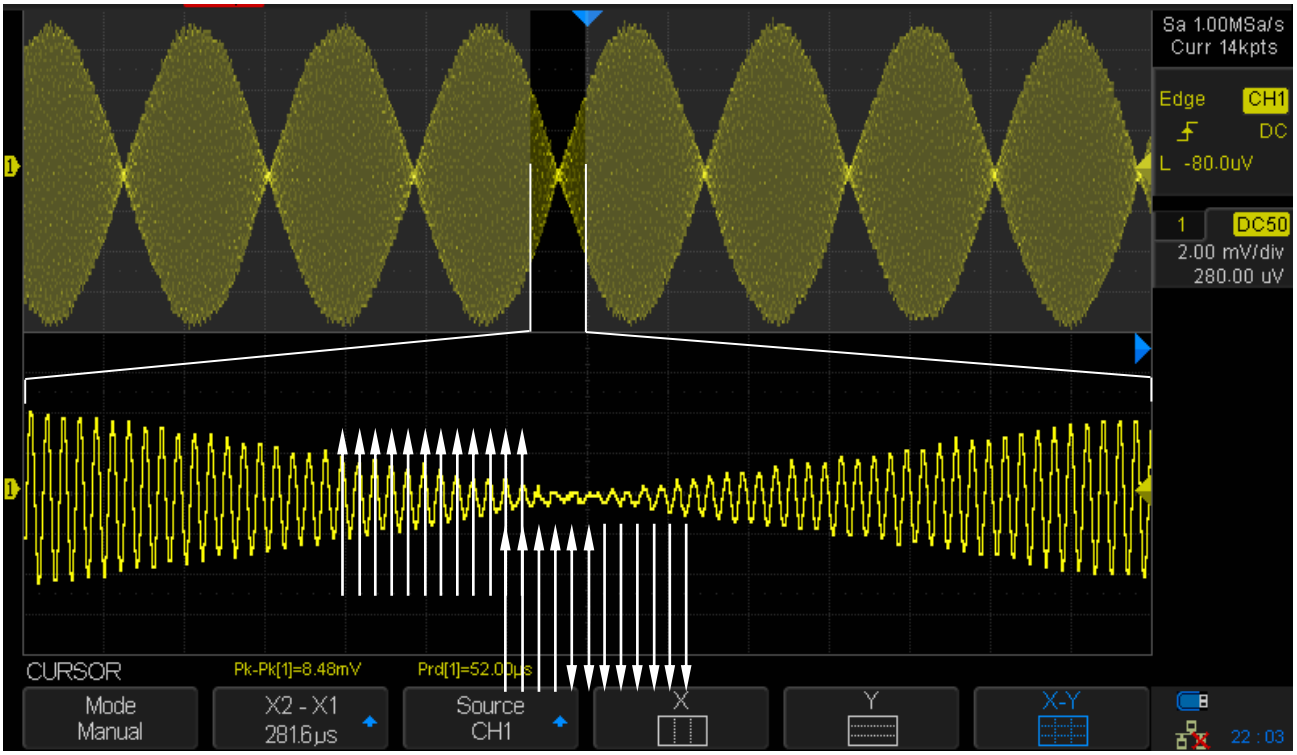

Bild 10: Oszillogramm des Zweitonsignals und gezoomter Abschnitt, der den Phasensprung im Bereich des Nulldurchgangs verdeutlicht

Schließlich wollen wir die Berechnung von Bild 9 noch direkt mit der Messung vergleichen, siehe Bild 11. Dazu wird der berechnete Kurvenverlauf mit dem gemessenen überlagert. Das Ergebnis zeigt, dass mit der Beziehung (7) das gemessene Signal sehr gut beschrieben werden kann.

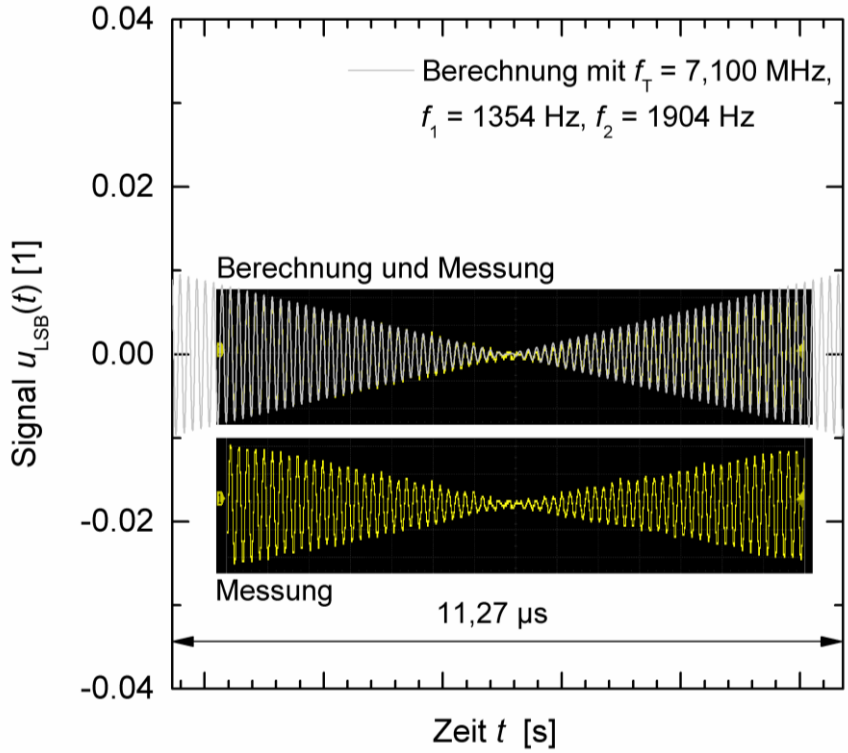

Bild 11: Das gezoomte gemessene Signal (gelbe Kurve) aus Bild 10, unten, ist in das Diagramm eingefügt, und zwar einmal separat (unten) und einmal direkt mit der Berechnung (graue Kurve, gleiche Kurve wie in Bild 9) überlagert dargestellt

Das HF-Ausgangssignal am -40 dB Abgriff der Dummy Load habe ich für die IM-Messungen zum Spektrumanalysator HP 70 000 geführt. Um die angezeigten Pegel zu kalibrieren (die eingebaute Kalibrierfunktion des Geräts funktioniert nicht mehr), habe ich als erstes ein 7,100 MHz Sinussignal des Signalgenerators DDS 20 G gemessen, siehe Bild 12. Der

Spektrumanalysator wurde auf eine Zentralfrequenz (Center) von 7,100 MHz eingestellt, die Auflösungs-bandbreite (RB) beträgt 21,5 Hz. Die Spitze des Sinussignals liegt etwas links von 7,100 MHz, sie berührt gerade die zweite horizontale Gitternetzlinie von oben. Die mit dem Oszilloskop TK 7844 gemessene Spitze-Spitze-Spannung dieses Signals beträgt u_{ss} = 248 mV, u_{eff} = 88 mV. An 50 Ω entspricht dies einer Leistung von 0,154 mW. In die Dummy Load mit dem -40 dB Abgriff, müsste also eine Leistung von 10^4 x 0,154 mW = 1,54 W eingekoppelt werden, um diese Signalhöhe am Spektrumanalysator zu erzeugen. Diese HF-Leistung entspricht 32 dBm. Am (nicht-kalibrierten) Spektrumanalysator wird -10 dBm angezeigt, vgl. Bild 12. Zu diesem Ablesewert sind also +42 dB zu addieren, um die Leistung vor der Dummy Load zu erhalten.

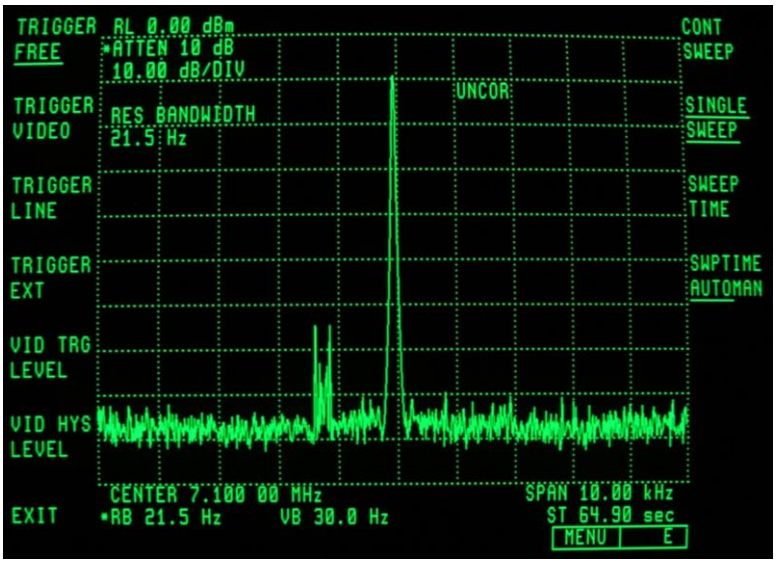

Bild 12: Spektrum des Signals des DDS 20 G bei 7,100 MHz

Die Funktion ALC (automatic level control) am KX3 wird deaktiviert und der Ausgangspegel des Zweitongenerators auf einen sehr kleinen Pegel eingestellt. Bild 13 zeigt das Spektrum. Bei 7,100 MHz in der Mitte des Spektrums ist der Restträger zu sehen. Seine Leistung beträgt -73 dBm + 42 dB = -31 dBm. Die Zweitonsignale liegen wie erwartet 1,4 kHz und 1,9 kHz links vom Träger. Ihre Pegel sind jeweils: -67 dBm + 42 dB = -25 dBm, entsprechend etwa 3 µW. Deutlich ist der NF-Bereich des unteren Seitenbandes zu erkennen, der sich von der Grundlinie des Spektrums zwischen 300 Hz und 2700 Hz unterhalb des Trägers abhebt.

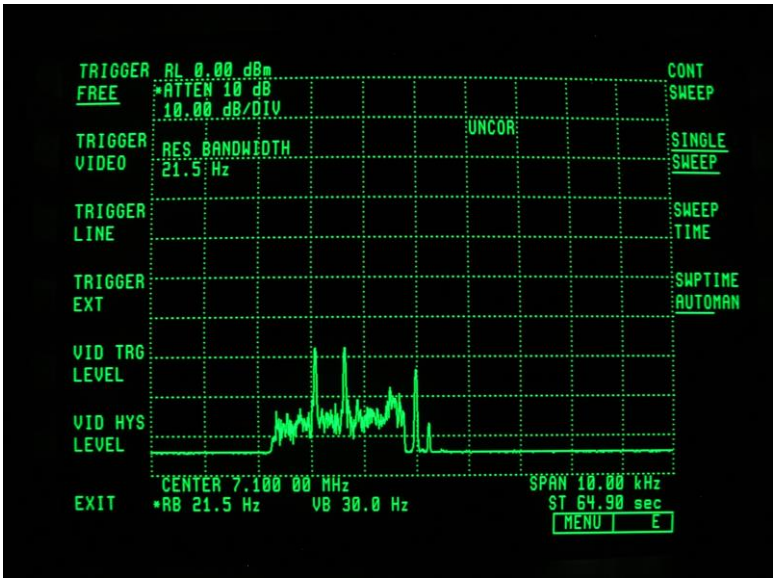

Bild 13: NF-Zweitongenerator bei geringstem Pegel des Zweitongenerators am Mikrofoneingang des KX3 (ALC deaktiviert)

Bild 14 zeigt das Spektrum bei maximalem Pegel des Zweitongenerators und einer eingestellten HF-Leistung am KX3 von 12 W (das ist nur kurzzeitig möglich, da die Temperatur der HF-Endstufe innerhalb der Sweepzeit des Spektrumanalysators von 65 s von anfänglich 35 °C auf 52 °C ansteigt und dann die HF-Leistung des KX3 automatisch gedrosselt wird).

Deutlich treten eine Reihe zusätzlicher Maxima auf, die u.a. auf Intermo-dulationsprodukte zurückgeführt werden können. Das Spektrum von Bild 14 habe ich in das Programm sPlan [9] importiert und so skaliert, dass die zehn horizontalen Kästchen gerade 100 mm entsprechen. Dann können mit dem Maßwerkzeug aus sPlan die Abstände der einzelnen Maxima zum Träger bei 7,100 MHz leicht bestimmt und in Frequenzabstände umgerechnet werden. In Bild 14 sind die den einzelnen Maxima zugeordnenten Intermodulationsprodukte und Frequenzen f_1, f_2 angegeben. Tabelle 2 gibt eine Übersicht der identifizierten Maxima.

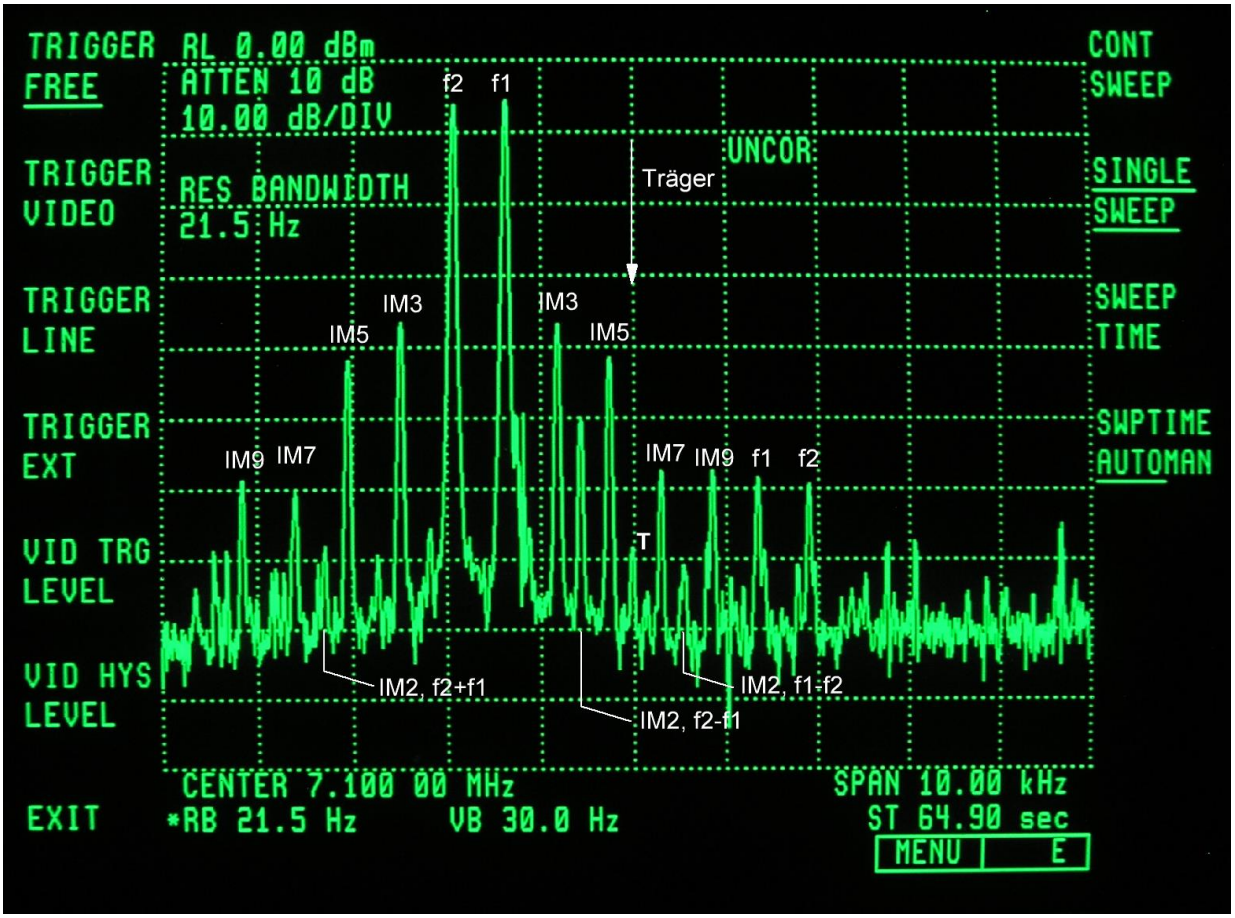

Bild 14: Das Spektrum mit dem Träger (T, Center 7,100 MHz), dem Zweitonsignal (f_1, f_2) und den identifizierten IM-Produkten IM2, IM3, IM5, IM7 und IM9 bei maximaler HF-Leistung des KX3 von 12 W

Um die Abhängigkeit der Signale S(IM3) vom NF-Pegel bei der Frequenz f_1 zu bestimmen, habe ich zunächst die ALC-Funktion des KX3 ausgeschaltet (automatic level control). Der Mikrofonpegel am KX3 wird auf 10 eingestellt. Am Spektrumanalysator habe ich eine Auflösungsbandbreite von 50 Hz bis 100 Hz gewählt, um die Messzeit für eine Spektrumaufnahme auf wenige Sekunden zu begrenzen. Nach einer Messung wird der NF-Pegel wieder auf Minimum gestellt. Auf diese Weise können alle Messungen bei einer Temperatur der Endstufe des KX3 von < 50 °C durchgeführt werden (im KX3 gibt es eine Menufunktion mit der diese Temperatur angezeigt werden kann).

Die so aufgenommenen Signalpegel der IM3-Produkte relativ zum Signal bei f_1 zeigt Bild 15 (offene Dreiecke). Bei den geringsten eingestellten Signalpegeln beträgt der Abstand zwischen $S(f_1)$ und S(IM3) ca. 55 dB. Er sinkt bis zur Maximalleistung auf ca. 30 dB ab. An alle Messpunkte des Signals S(IM3) habe ich eine lineare Funktion angefittet (grüne Kurve in Bild 15). Die Steigung dieser Kurve beträgt ca. 2. Werden die fünf Messpunkte bei den höchsten Pegeln von $S(f_1)$ gewählt und nur an diese Punkte eine Gerade angepasst, so hat diese eine Steigung von 3.5 (blaue Kurve). Dies kommt der für IM3-Produkte zu erwartenden Steigung von 3 nahe.

Fazit

Mit einem NF-Zweitongenerator können aufschlussreiche Messungen im Zeit- und Frequenzbereich an KW-Transceivern durchgeführt werden. Der gemessene Phasensprung des Zweitonsignals im HF-Bereich kann experimentell gut beobachtet werden. Elf Intermodulationsprodukte sind bei Vollaussteuerung des KX3 eindeutig zu identifizieren. Der Abstand der IM3-Produkte zum Pegel des Nutzsignals beträgt im 40 m Band zwischen 30 und 55 dB.

Für den Gedankenaustausch im Zuge der Erarbeitung des vorliegenden Artikels möchte ich mich an dieser Stelle herzlich bei Werner Schnorrenberg, DC4KU, und Manfred Jost, DH0KAI, bedanken!

Tab. 2: Zuordnung der Maxima im Frequenzspektrum von Bild 14. Negatives Vorzeichen bedeutet, dass das entsprechende Maximum unterhalb der Trägerfrequenz von 7,100 MHz liegt, bei positivem Vorzeichen entsprechend oberhalb der Trägerfrequenz. USB unteres Seitenband, OSB oberes Seitenband

Frequenzlage relativ zum Träger [kHz]	Zuordnung
0	Träger (T)
-1904	Generator 2, f_2, USB
-1354	Generator 1, f_1, USB
+1354	Generator 1, f_1, OSB
+1904	Generator 2, f_2, OSB
-3258	$f_2 + f_1$, IM2
-550	$f_2 - f_1$, IM2
+550	$f_1 - f_2$, IM2
-2454	$2f_2 - f_1$, IM3
-804	$2f_1 - f_2$, IM3
-3004	$3f_2 - 2f_1$, IM5
-254	$3f_1 - 2f_2$, IM5
-3554	$4f_2 - 3f_1$, IM7
296	$4f_1 - 3f_2$, IM7
-4104	$5f_2 - 4f_1$, IM9
846	$5f_1 - 4f_2$, IM9

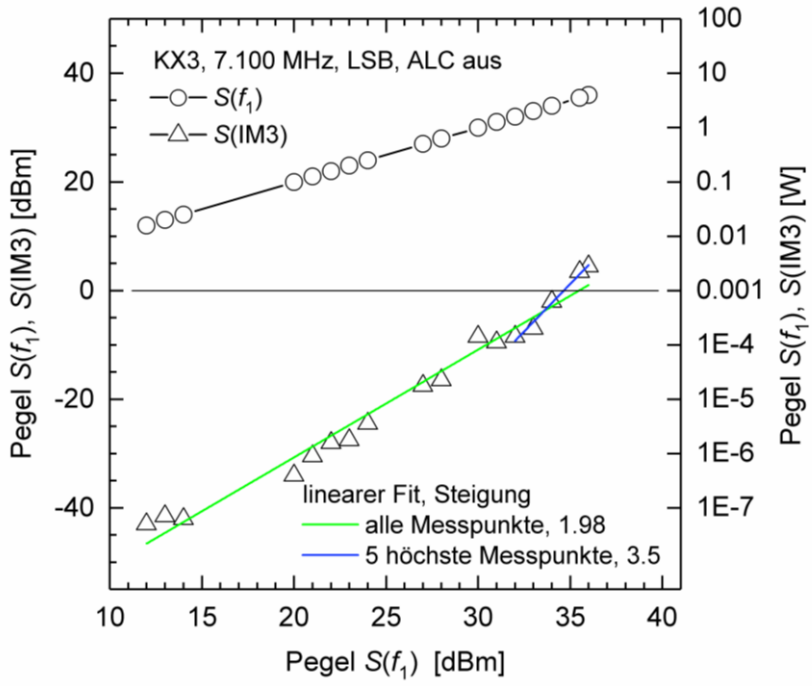

Bild 15: Die Pegel der Frequenzkomponenten $S(f_1)$ und S(IM3) in dBm für eine Zweitonmessung am KX3 bei ausgeschaltetem ALC. Die lineare Fitkurve für S(IM3) (offene Dreiecke) auf der Basis aller Messpunkte hat eine Steigung von 1.98±0.08 (grüne Gerade); die für die fünf Messpunkte bei den höchsten Pegeln von $S(f_1)$ hat eine Steigung von 3.5±0.3 (blaue Kurve)

25.6.2018, Reinhard, DF1RN

Bezugsdokumente

[1] W. Schnorrenberg, NF-Zweitongenerator für IM-Messungen an SSB-Sendern (1) - (3), Funkamateur, 12(2015)1302-1303, 1(2016)40-41, 2(2016)138-139
[2] FA-Leserservice, BX-086, FA-NF-Zweitongenerator, 160708
[3] HF/NF Tastkopf, DL-QRP-AG, www.QRPproject.de
[4] U. Müller, Audiotester V3.0D Build 21 (32 bit), www.audiotester.de
[5] H. Nussbaum, Einfache 40-dB-Leistungsdämpfungsglieder mit 100 W Belastbarkeit, Funkamateur 1(2008)52-55; Bausatz von Funkamateur BX-140
[6] R. Noll, Dummy Load von DL1NF, 21.2.2011, 4 S.; siehe: http://www.darc.de/der-club/distrikte/g/ortsverbaende/01/artikel/dummy-load/
[7] O. Zinke, H. Brunswig, Lehrbuch der Hochfrequenztechnik, Springer-Verlag, Berlin, 1965, S. 474, Abb. 12.2/23 b
[8] Siglent SDS2204X, Vierkanal DSO, 200 MHz
[9] Software sPlan 7.0, www.abacom-online.de

Anhang

Tab. A1: Einstellungen für die Messung des Klirrfaktors mit dem Programm Audiotester V3.0

Sound-Manager am PC	
Mikrofonvorverstärkung	+ 10 dB
Mikrofonaufnahmelautstärke	10
Audiotester	http://www.audiotester.de/
Select input device	Mikrofon (Realtek High Defintion Audio)
Input parameter for microphone	96 kHz sample rate, data width 24/32 Bit, Latency 50 ms
Analyze Dialog	300 Hz - 2700 Hz
FFT Window	Rife-Vinc3
FFT Points	131072
Resolution	0,73 Hz