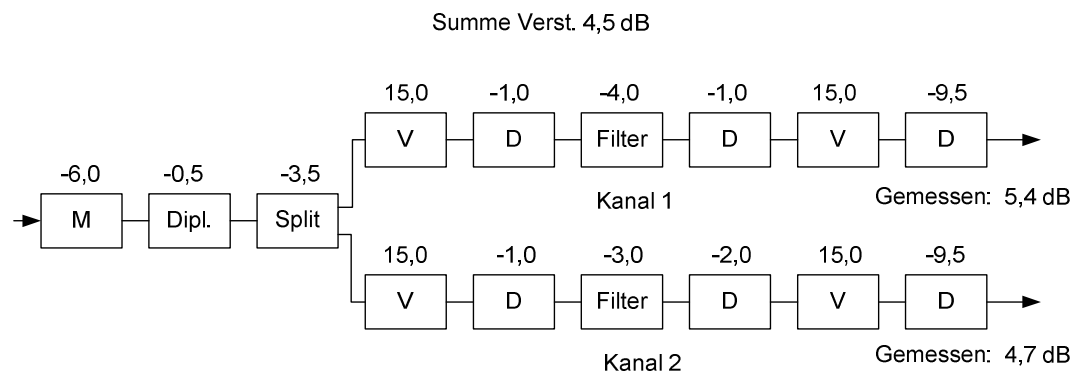


## Messungen Frontend : Board Z1

### 1. Aufbau



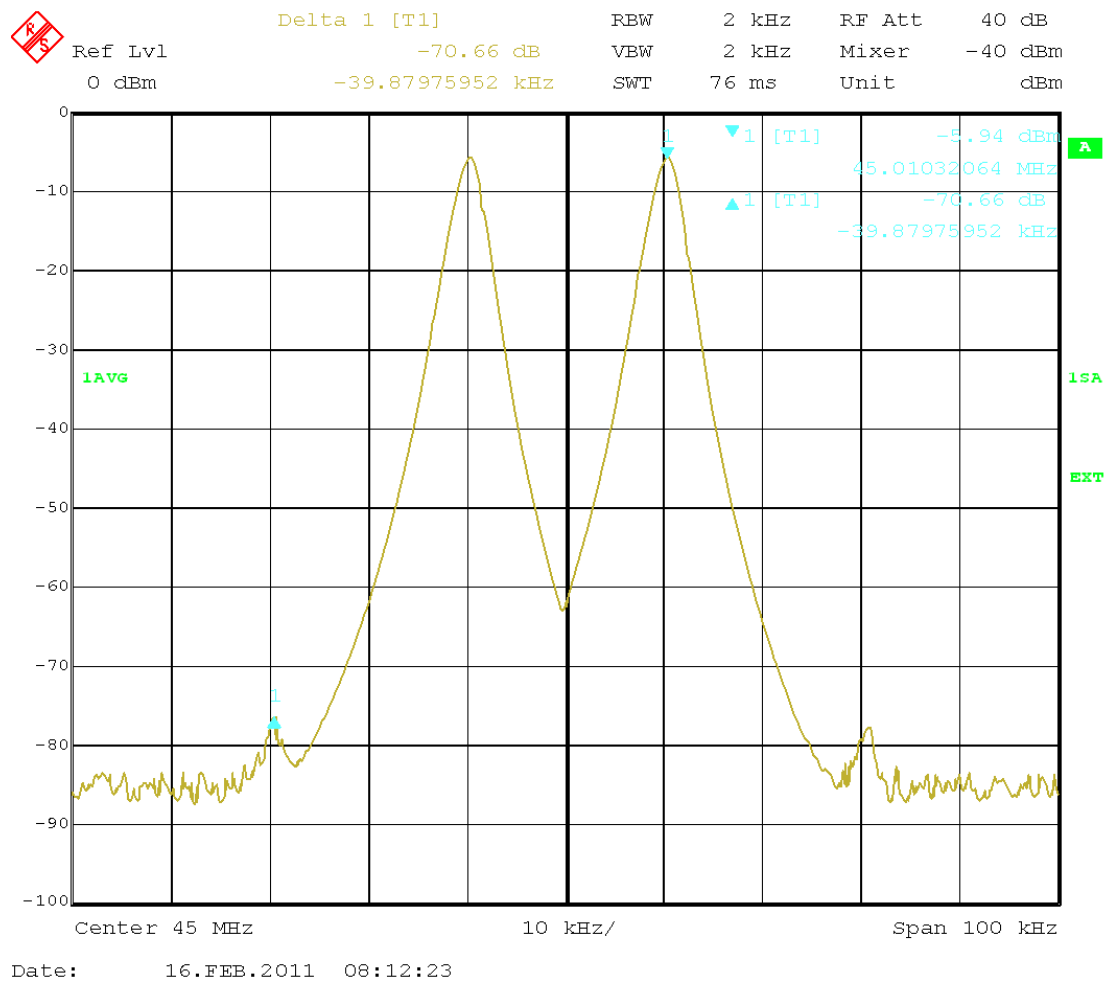
Bavarix Frontend aktueller Aufbau Design 1

Wahlweise kann im Kanal 2 ein Quarzfilter mit 15 kHz Bandbreite oder ein SAW-Filter mit 200 kHz Bandbreite eingefügt werden.

## 2. IP3-Messungen

### 2.1 Mischer + Diplexer

IP3 bei 20 KHz : 2x -0 dBm f1= 6,990 MHz, f2 = 7,010 MHz, LO = 52 MHz  
 ZF = 45 MHz  
 V = - 6,0 dB

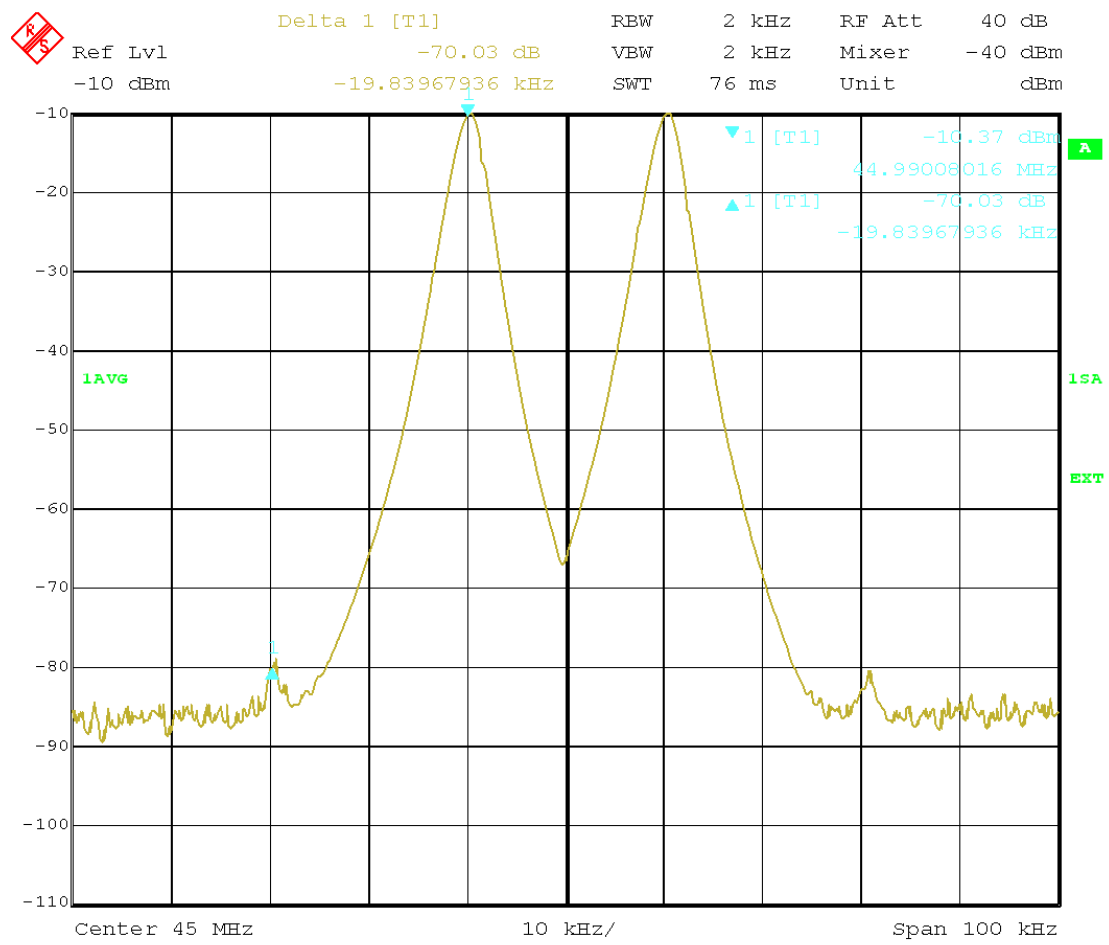


$$OIP3 = IM3/2 + P_{out} = 70,6/2 - 6,0 = 29,3 \text{ dBm}$$

$$IIP3 = OIP3 - V = 29,3 - (- 6) = 35,3 \text{ dBm}$$

**2.2 Mischer + Diplexer + 90 Grad Hybrid (2x8 Wdg. auf T50-10) Kanal 1**

IP3 bei 20 kHz: 2x 0 dBm f1= 6,990 MHz, f2 = 7,010 MHz, LO = 52 MHz  
 ZF = 45 MHz; Hybrid zum Kanal2 mit 50 Ohm abgeschlossen  
 V = - 10,0 dB



Date: 16.FEB.2011 09:37:18

$OIP3 = IM3/2 + P_{out} = 70,0/2 - 10,0 = 25,0 \text{ dBm}$   
 $IIP3 = OIP3 - V = 25 + 10 = 35 \text{ dBm}$

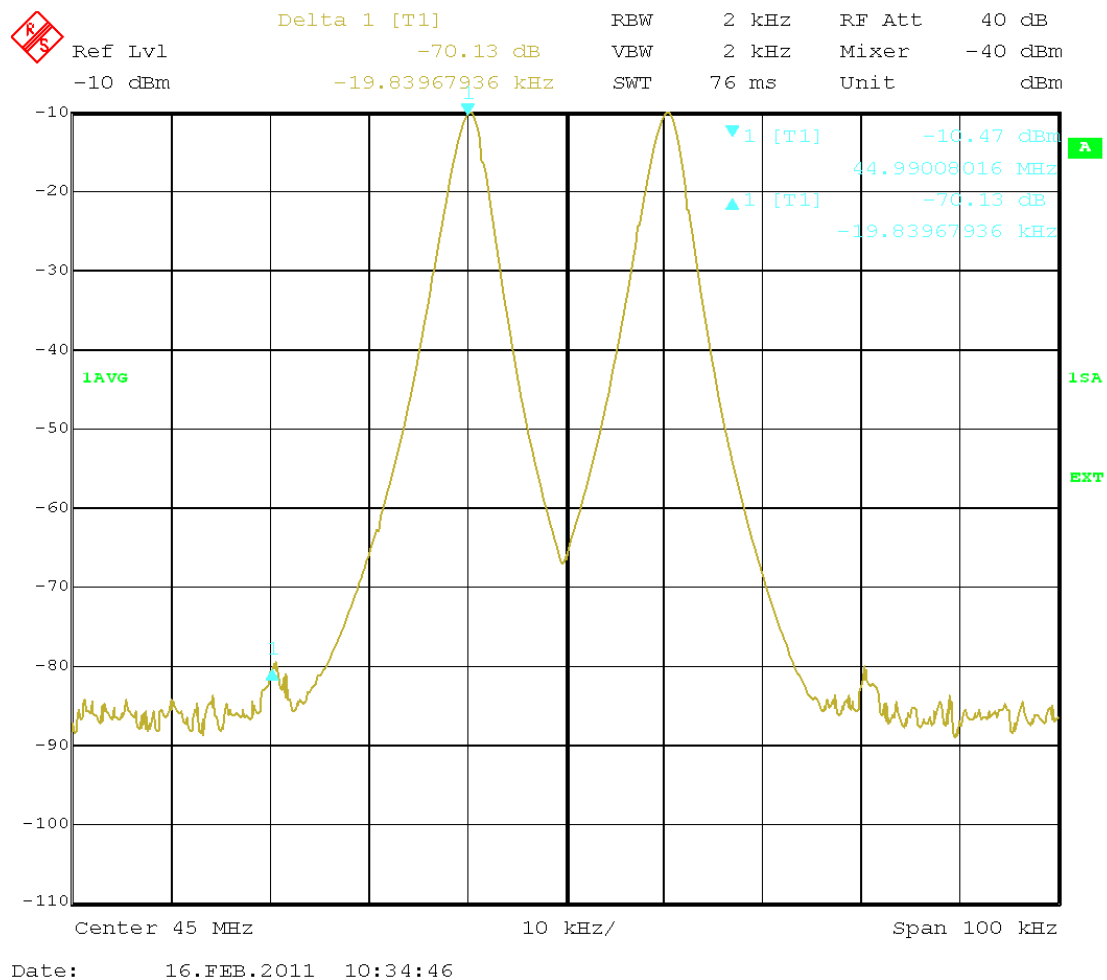
## 2.3 Mischer + Diplexer + 90 Grad Hybrid (2x8 Wdg. auf T37-6) Kanal 1

### 2.3.1 Hybrid-Ausgang Kanal 2 mit 50 Ohm abgeschlossen

IP3 bei 20 kHz: 2x -0 dBm f1= 6,990 MHz, f2 = 7,010 MHz, LO = 52 MHz

ZF = 45 MHz;

V = - 10,5 dB

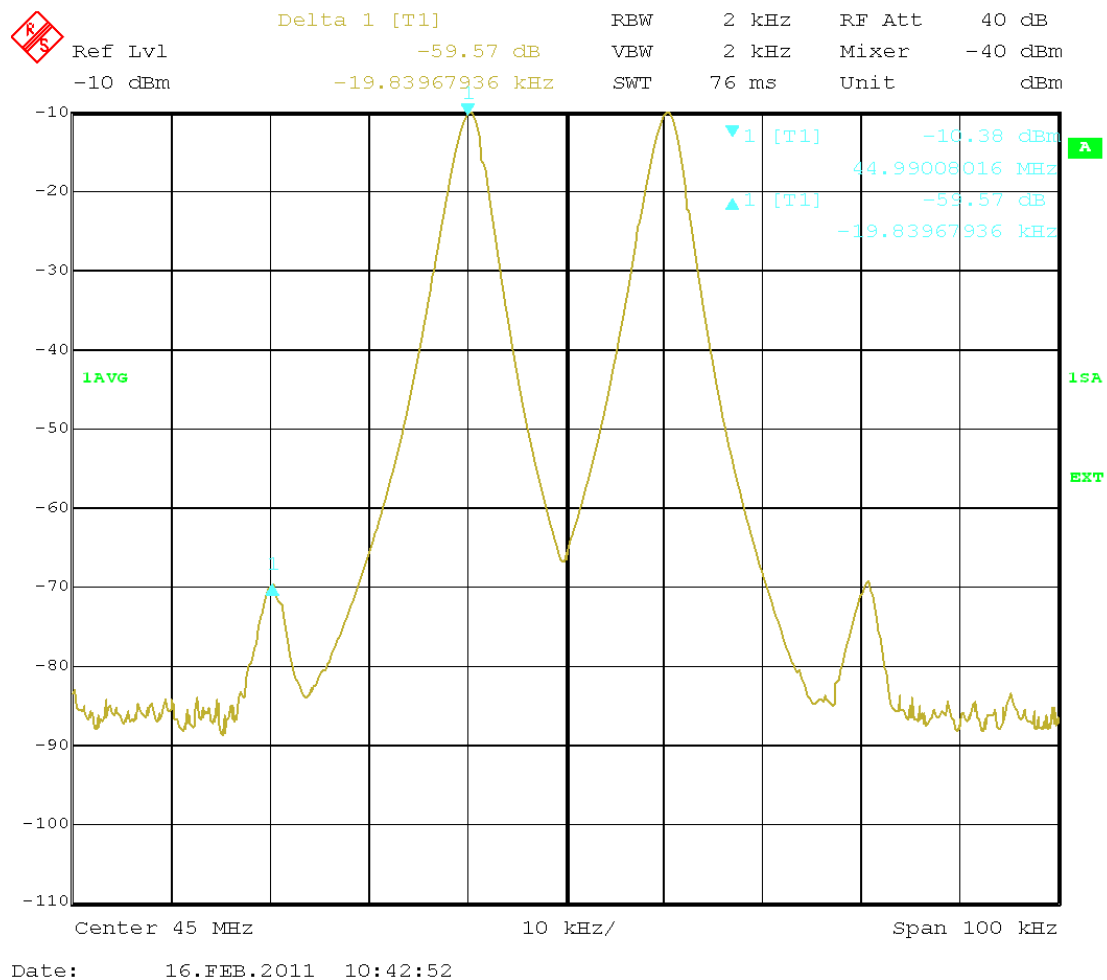


$$\text{OIP3} = \text{IM3}/2 + \text{P}_{\text{out}} = 70,0/2 - 10,5 = 24,5 \text{ dBm}$$

$$\text{IIP3} = \text{OIP3} - V = 24,5 + 10,5 = 35 \text{ dBm}$$

### 2.3.2 Hybrid-Ausgang Kanal 2 mit MGA30889 (normaler Betrieb)

IP3 bei 20 kHz: 2x 0 dBm f1= 6,990 MHz, f2 = 7,010 MHz, LO = 52 MHz  
 ZF = 45 MHz;  
 V = - 10,5 dB



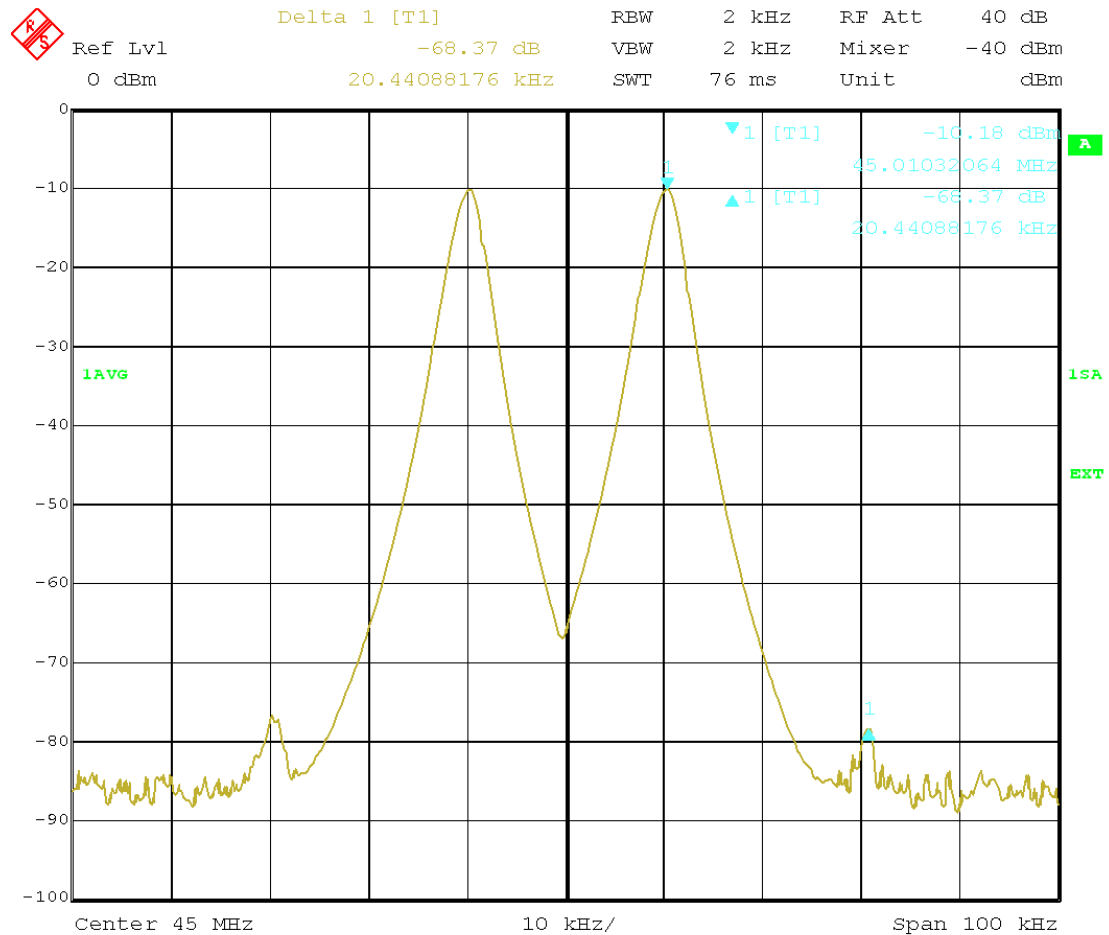
$$\text{OIP3} = \text{IM3}/2 + \text{P}_{\text{out}} = 59,6/2 - 10,4 = 19,4 \text{ dBm}$$

$$\text{IIP3} = \text{OIP3} - V = 19,4 + 10,5 = 29,9 \text{ dBm}$$

5 dB Verschlechterung gegenüber einem idealen Abschluss mit 50 Ohm

mit verbessertem Layout und Anpassung an den folgenden Verstärker im Kanal 2

IP3 bei 20 kHz: 2x -0 dBm f1= 6,990 MHz, f2 = 7,010 MHz, LO = 52 MHz  
 ZF = 45 MHz;  
 V = - 10,2 dB



Date: 8.MAR.2011 12:24:15

$$OIP3 = IM3/2 + P_{out} = 68,4/2 - 10,2 = 24,0 \text{ dBm}$$

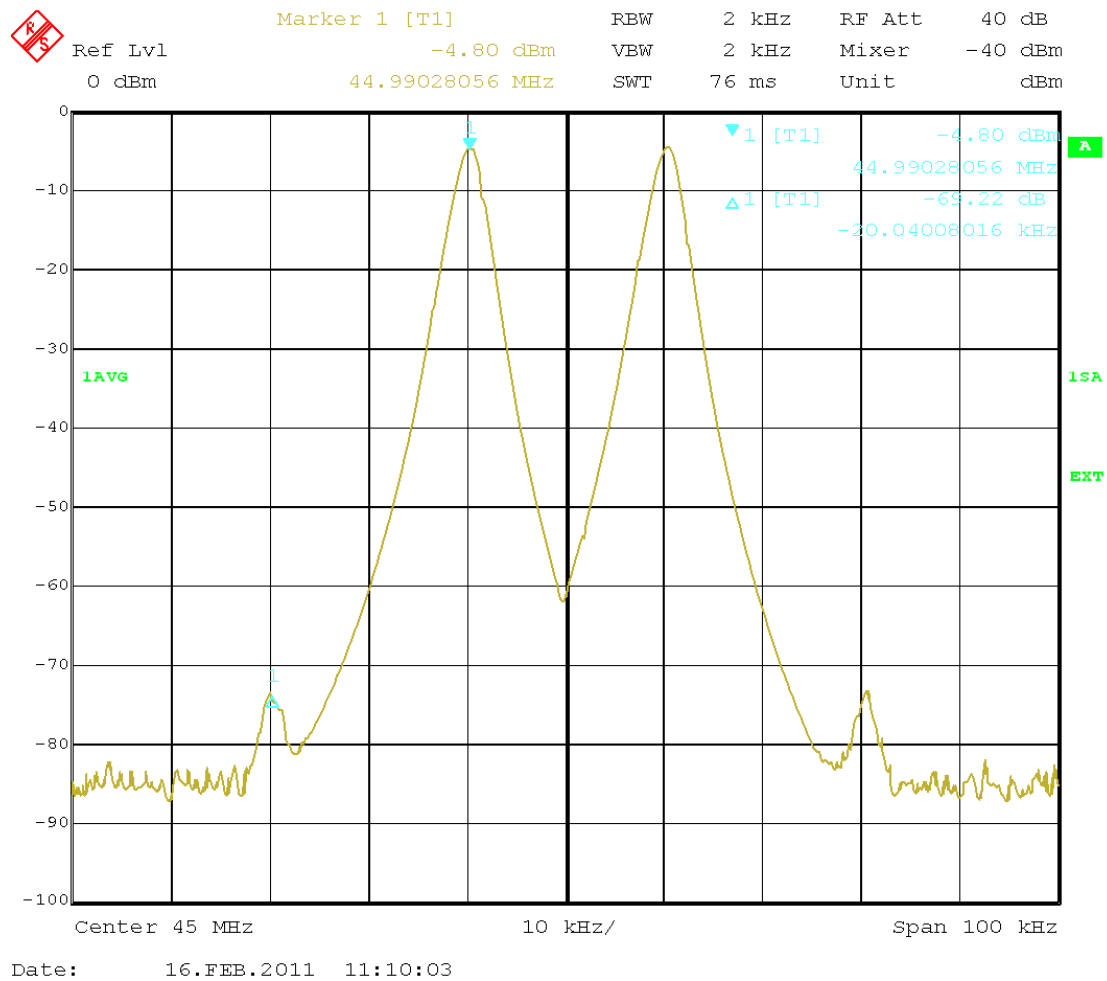
$$IIP3 = OIP3 - V = 24,0 + 10,2 = 35,2 \text{ dBm}$$

bis auf 1 dB den oben gemessenen Wert in 2.3.1 wieder erreicht

## 2.4 Mischer + Diplexer + 90 Grad Hybrid (2x8 Wdg. auf T37-6) + 1. Verstärker MAG-30889 Kanal 1

erste Messung

IP3 bei 20 kHz: 2x -10 dBm f1= 6,990 MHz, f2 = 7,010 MHz, LO = 52 MHz  
 ZF = 45 MHz;  
 V = 5,2 dB

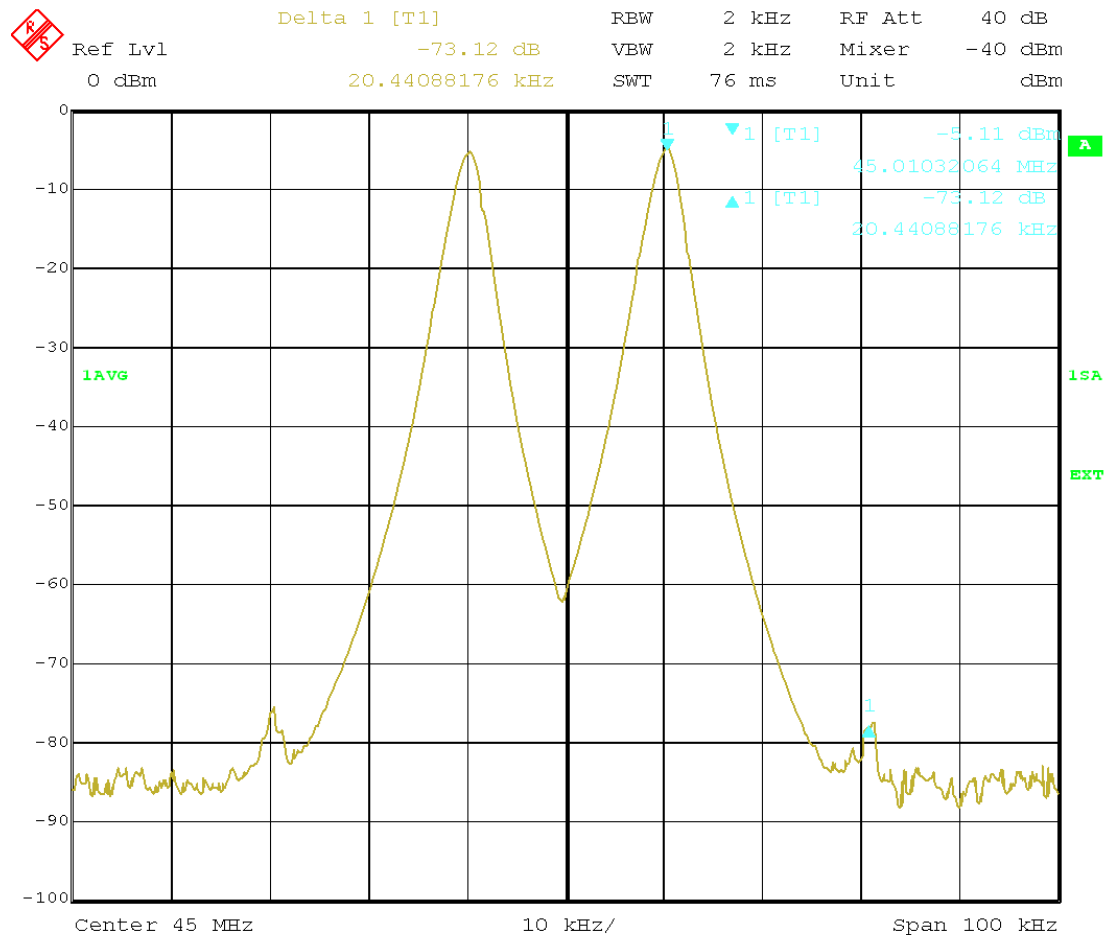


$$\text{OIP3} = \text{IM3}/2 + \text{P}_{\text{out}} = 69,2/2 - 4,8 = 29,8 \text{ dBm}$$

$$\text{IIP3} = \text{OIP3} - V = 29,8 - 5,2 = 24,6 \text{ dBm}$$

mit verbessertem Layout

IP3 bei 20 kHz: 2x -10 dBm f1= 6,990 MHz, f2 = 7,010 MHz, LO = 52 MHz  
 ZF = 45 MHz;  
 V = 4,9 dB



Date: 8.MAR.2011 11:53:21

$$\text{OIP3} = \text{IM3}/2 + \text{P}_{\text{out}} = 73,1/2 - 5,1 = 31,45 \text{ dBm}$$

$$\text{IIP3} = \text{OIP3} - \text{V} = 31,45 - 4,9 = 26,55 \text{ dBm}$$

Der OIP3-Wert konnte etwas verbessert werden ( 1,5 dB). Der rechnerisch ermittelte Wert sollte aber bei ca. 35 dBm liegen, wenn man davon ausgeht dass das Hybrid einen OIP3 von 50 dBm und der Verstärker nach Datenblatt 37 dBm hat. Hier sind demnach 3,5 dB verloren gegangen.



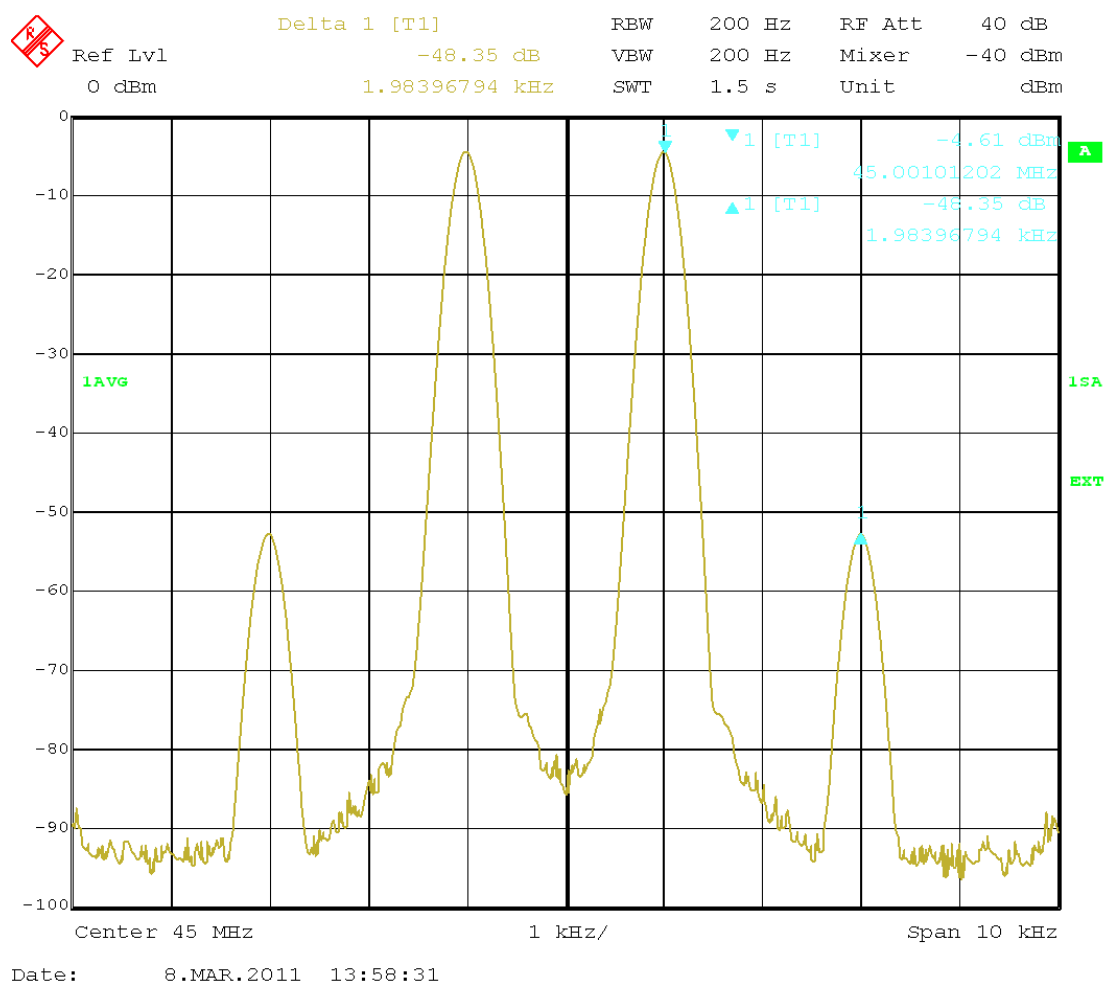
## 2.5 IP3 Frontend Kanal 1

### 2.5.1 Abstand der IM-Messsignale 2 kHz

Mischer FST3125, Diplexer, 90 Grad Hybrid, MGA-30889, Inrad-Filter, MGA-30889, 9,5 dB Dämpfungsglied

Verstärkung : 5,4 dB

IP3 bei 2 kHz: 2x -10dBm f1= 7,001 MHz, f2 6,999 MHz, LO = 52 MHz,  
ZF = 45 MHz



$$\text{OIP3} = \text{IM3}/2 + \text{Pout} = 48,4/2 - 4,6 = 19,6 \text{ dBm}$$

$$\text{IIP3} = \text{OIP3} - V = 19,6 - 5,4 = 14,2 \text{ dbm}$$

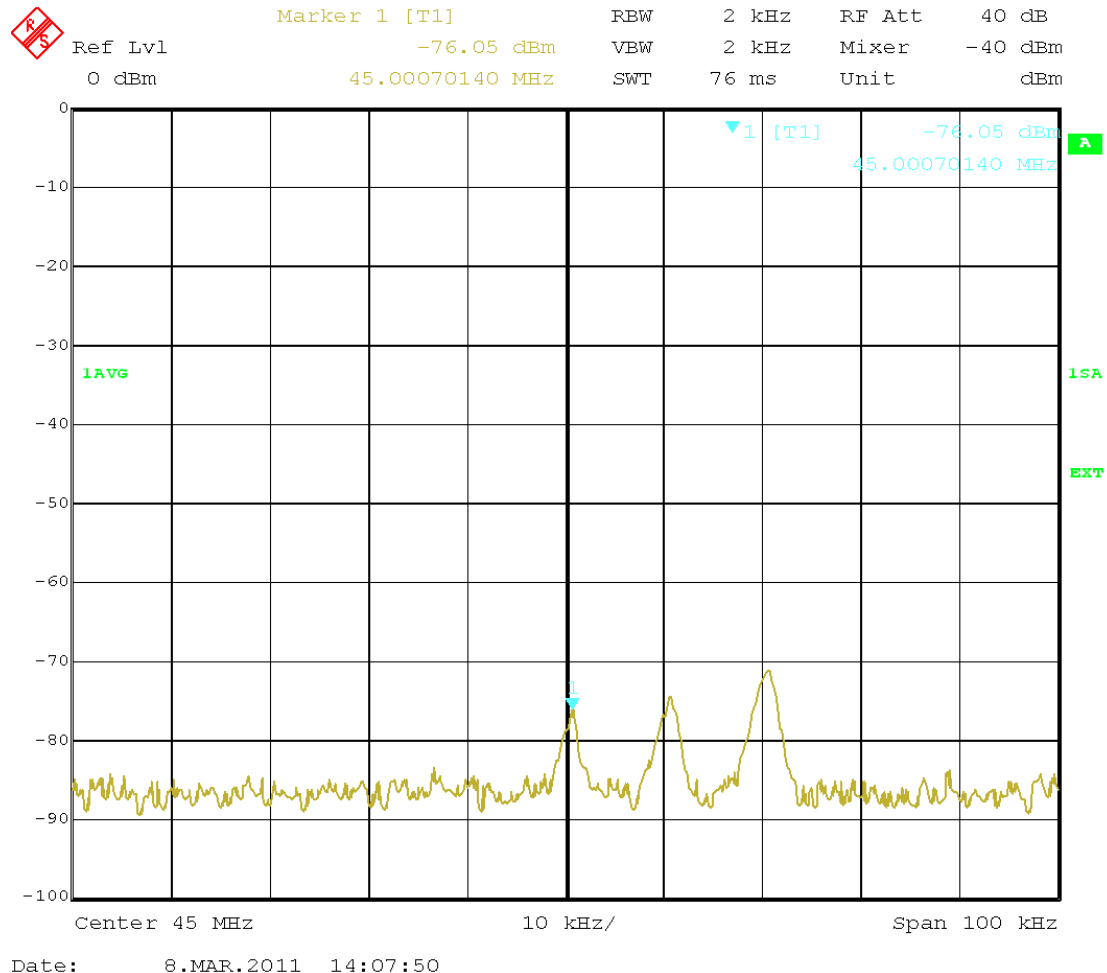
Der Inband OIP3 mit 2 kHz beträgt somit fast 20 dBm.

## 2.4.2 Abstand der IM-Messsignale 10 kHz

IP3 bei 10 kHz : 2x -10 dBm f1= 6,980 MHz, f2 = 6,990 MHz, LO = 52 MHz

ZF = 45 MHz

V = 5,4



$$P_{IM3} = -76,0 \text{ dBm} \quad IM3 = P_{IM3} - P_{in} = -76,0 - (-10) = -66,0 \text{ dB}$$

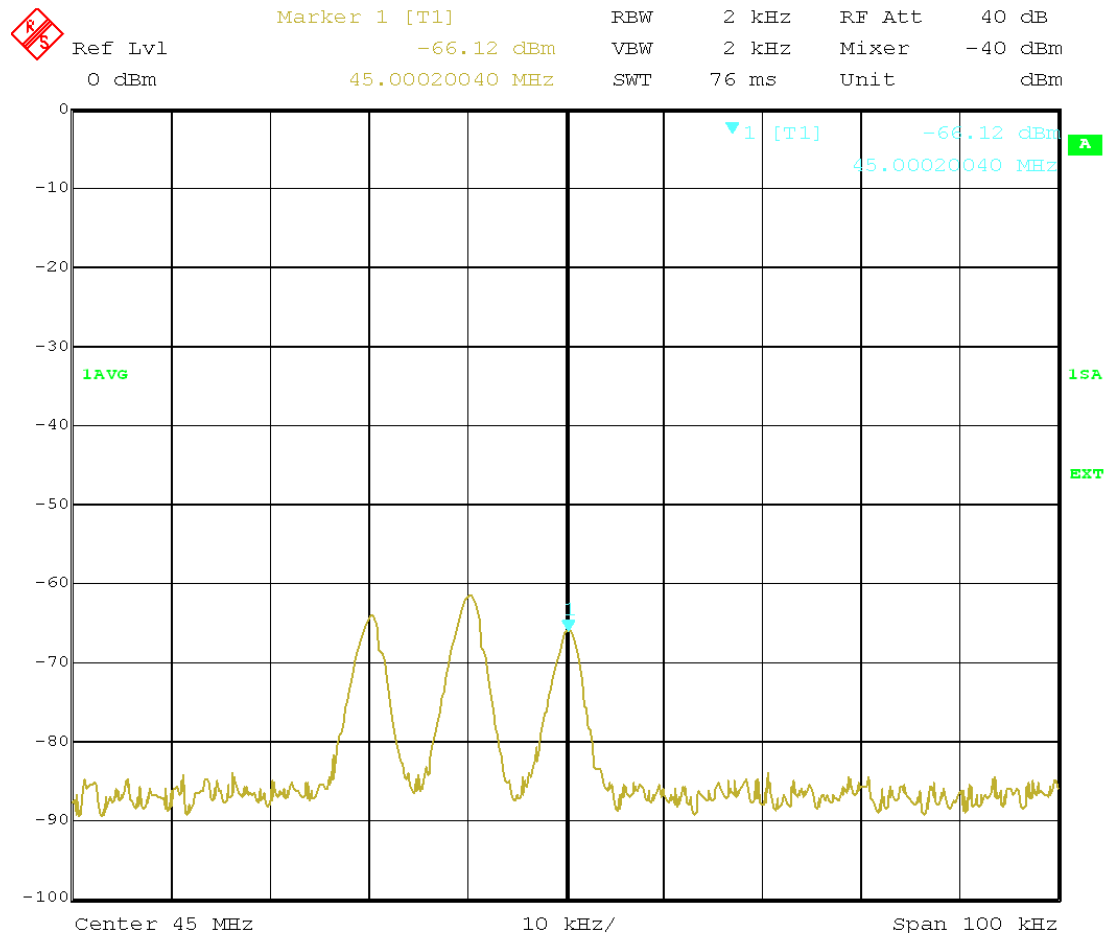
$$IIP3 = IM3/2 + P_{in} = 66,0 / 2 - 10 = 23,0 \text{ dBm}$$

$$OIP3 = IIP3 + V = 23,0 + 5,4 = 28,4 \text{ dBm}$$

Bei 10 kHz Abstand steigt der IP3-Wert auf 28,4 dBm gegenüber den 20 dBm bei 2 kHz Abstand auf Grund der einsetzenden Selektion des Quarzfilters.

IP3 bei 10 kHz: 2x -10 dBm, f1= 7,01 MHz, f2 7,02 MHz, LO = 52 MHz,  
ZF = 45 MHz

V = 5,4 dB



Date: 8.MAR.2011 14:11:33

$$P_{IM3} = -66,1 \text{ dBm} \quad IM3 = P_{IM3} - P_{in} = -66,1 - (-10) = -56,1 \text{ dB}$$

$$IIP3 = IM3/2 + P_{in} = 56,1/2 - 10 = 18,05 \text{ dBm}$$

$$OIP3 = IIP3 + V = 18,05 + 5,4 = 23,45 \text{ dBm}$$

Wegen der ca. 10 dB schlechteren Selektion des Inrad-Filters an der unteren Flanke verschlechtert sich der OIP3 um 5 dB auf 23,5 dBm.

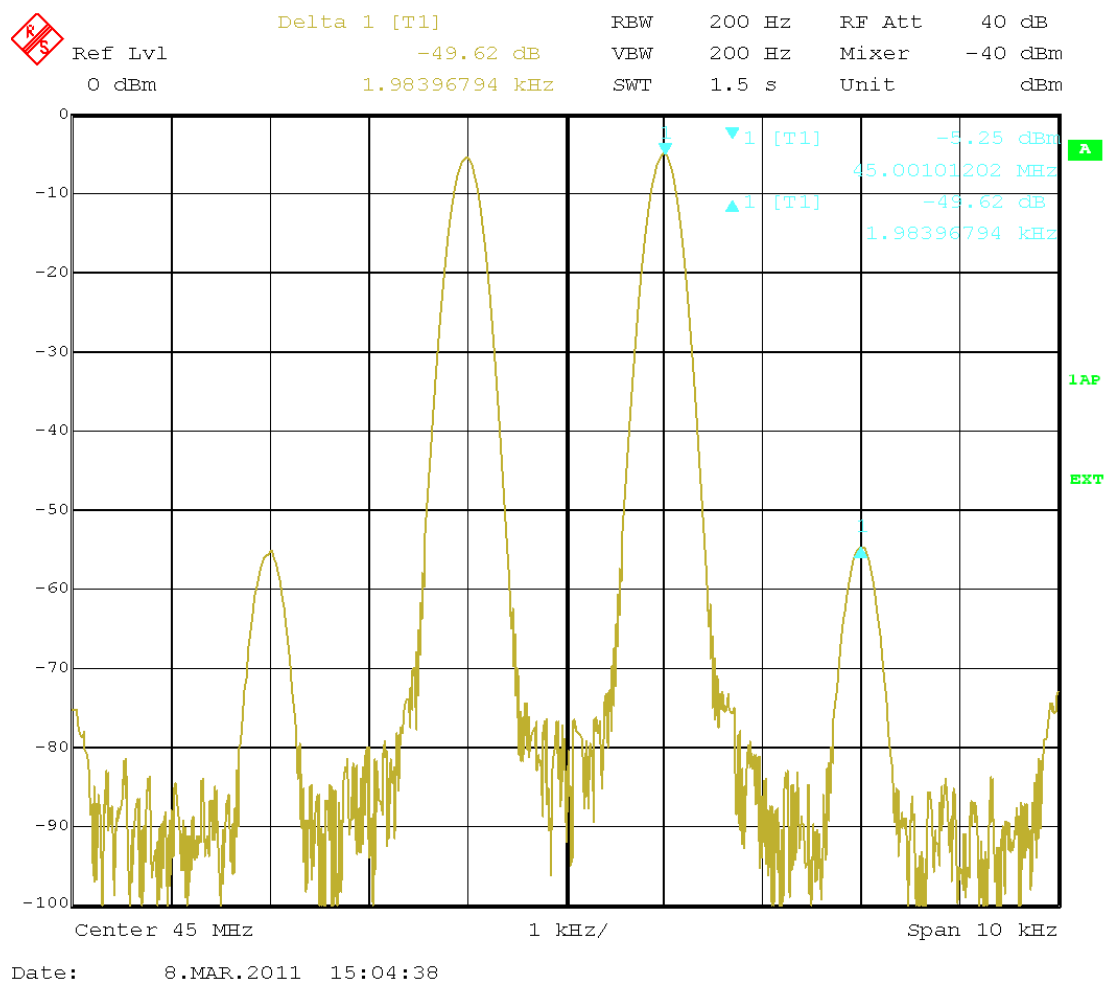
## 2.6 Frontend Kanal 2a gesamt ( Quarz-Filter 15 kHz)

### 2.6.1 Abstand der IM-Messsignale 2 kHz

Mischer FST3125, Diplexer, 90 Grad Hybrid, MAG-30889, Quarz-Filter 15 kHz,  
MAG-30889, Dämpfungsglied 9,5 dB

Verstärkung:  $V = 4,7$  dB

IP3 bei 2 kHz :  $2 \times -10$  dBm  $f_1 = 7,001$  MHz,  $f_2 = 6,999$  MHz, LO = 52 MHz,  
ZF = 45 MHz



$$\text{OIP3} = \text{IM3}/2 + \text{Pout} = 49,6/2 - 5,3 = 19,5 \text{ dBm}$$

$$\text{IIP3} = \text{OIP3} - V = 19,5 - 4,7 = 14,8 \text{ dBm}$$

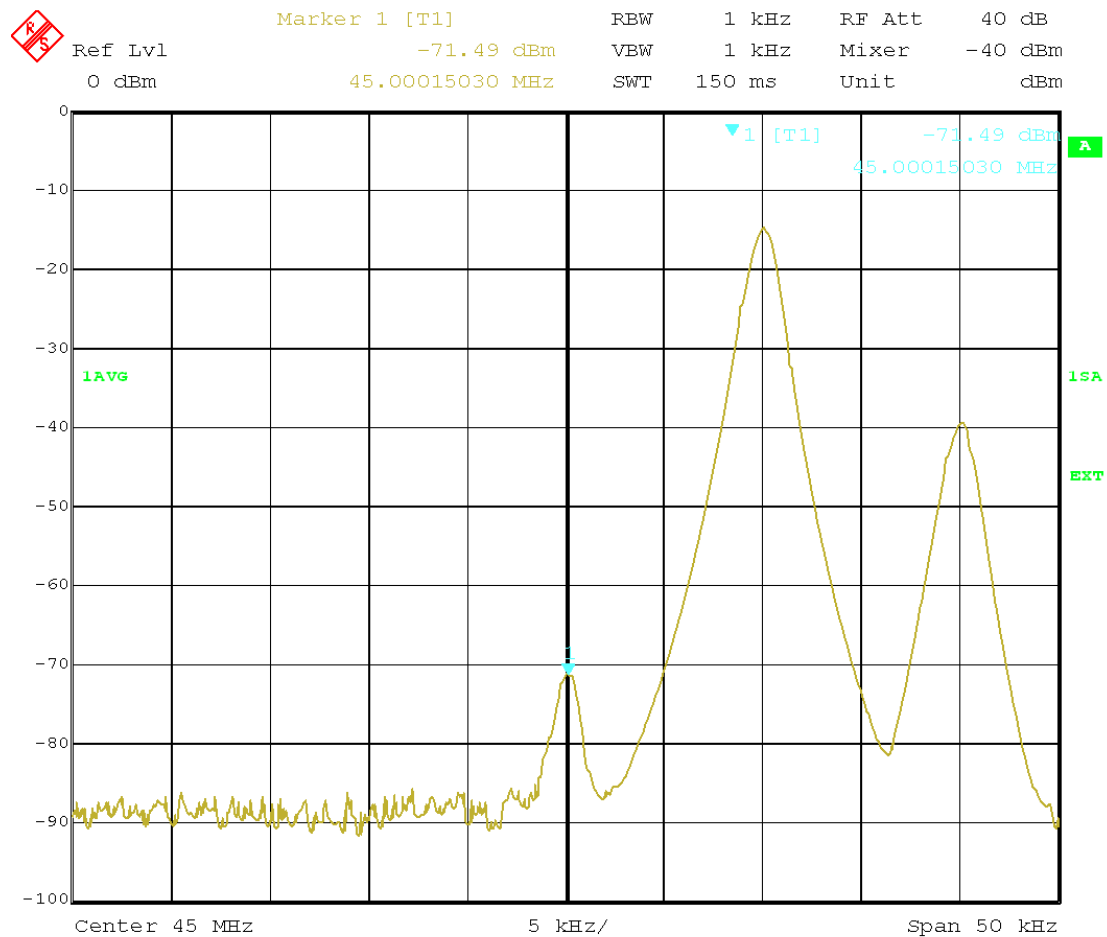
OIP3 beträgt wie bei Kanal 1 fast 20 dBm

## 2.6.2 Abstand der IM-Messsignale 10 kHz

IP3 bei 10 kHz: 2x -10 dBm f1= 6,980 MHz, f2 = 6,990 MHz, LO = 52 MHz

ZF = 45 MHz

V = 4,7 dB



Date: 8.MAR.2011 15:09:17

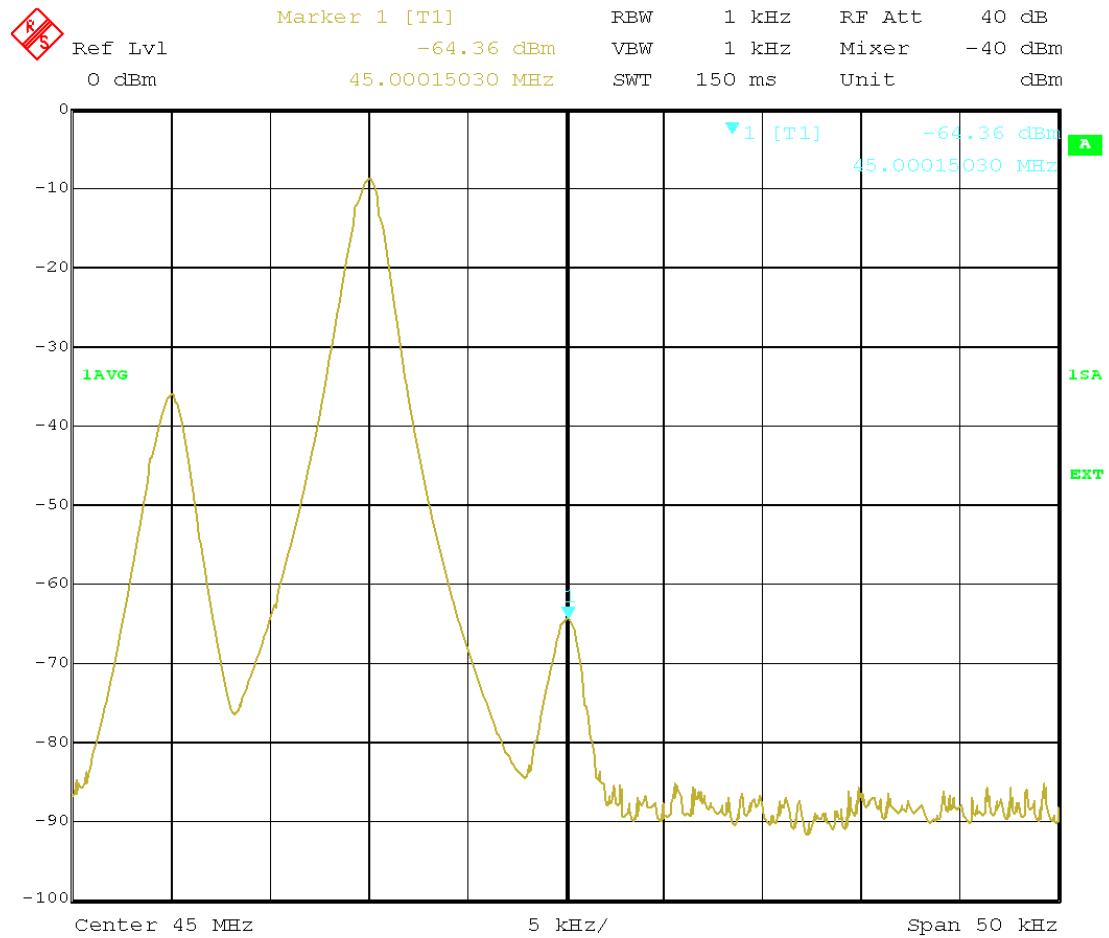
$$P_{IM3} = -71,5 \text{ dBm} \quad IM3 = P_{IM3} - P_{in} = -71,5 - (-10) = -61,5 \text{ dB}$$

$$IIP3 = IM3/2 + P_{in} = 61,5 / 2 - 10 = 20,75 \text{ dBm}$$

$$OIP3 = IIP3 + V = 20,75 + 4,7 = 25,45 \text{ dBm}$$

IP3 bei 10 kHz : 2x -10 dBm, f1= 7,01 MHz, f2 7,02 MHz, LO = 52 MHz,  
ZF = 45 MHz

V = 4,7 dB



Date: 8.MAR.2011 15:14:37

$$P_{IM3} = -64,4 \text{ dBm} \quad IM3 = P_{IM3} - P_{in} = -64,4 - (-10) = -54,4 \text{ dB}$$

$$IIP3 = IM3/2 + P_{in} = 54,4 / 2 - 10 = 17,2 \text{ dBm}$$

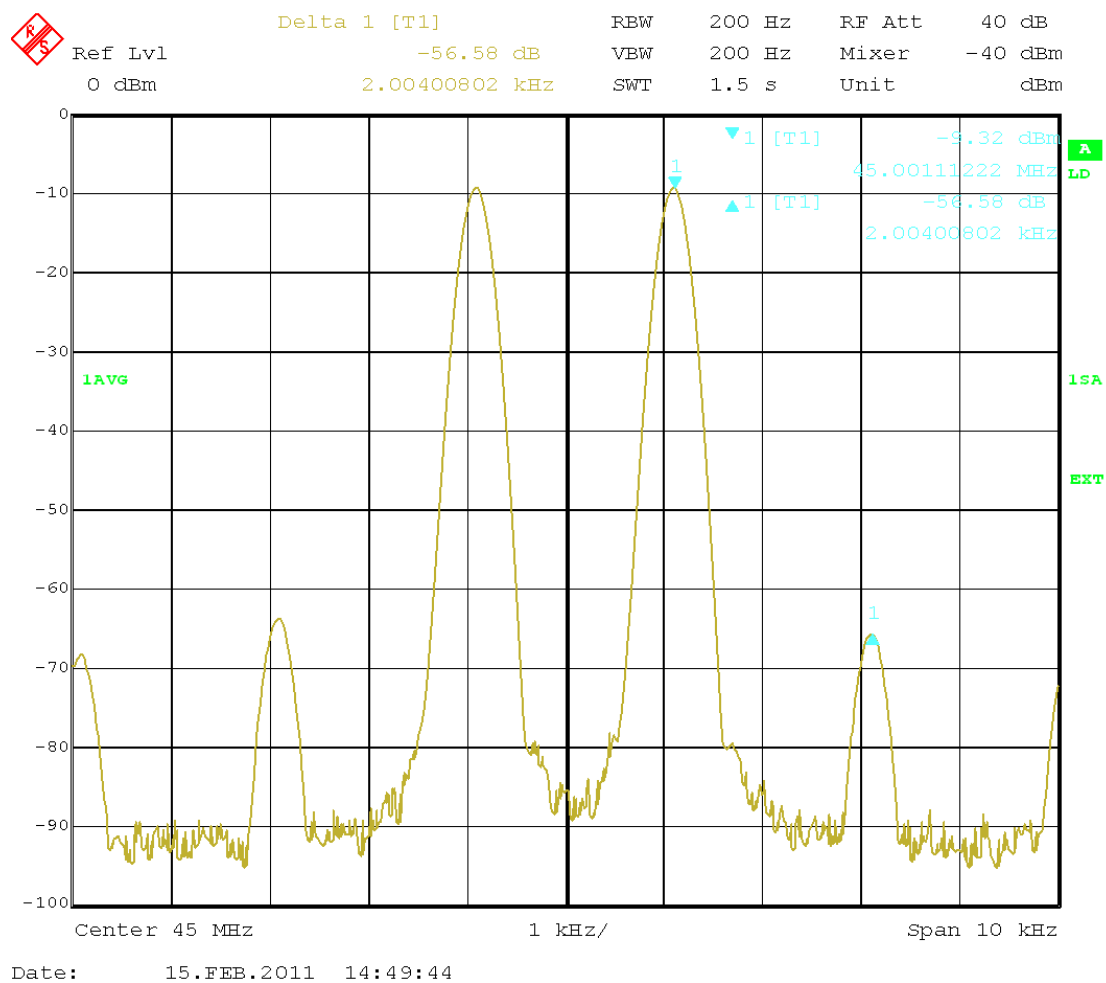
$$OIP3 = IIP3 + V = 17,2 + 4,7 = 21,9 \text{ dBm}$$

### 2.7 Frontend Kanal 2b gesamt (SAW-Filter 200 )kHz

Kanal 2b : Mischer FST3125, Diplexer, MGA30889, SAW-Filter 200 kHz, MGA30889

Verstärkung: 0,7 dB , SAW-Filter hat ca. 8 dB Dämpfung, Datenblatt : -5 dB Anpassung ??

IP3 bei 2 KHz: 2x -10dBm f1= 6,99 MHz, f2 7,01 MHz, LO = 52 MHz, ZF = 45 MHz



$$OIP3 = IM3/2 + Pout = 56,6 / 2 - 9,3 = 19,0 \text{ dBm}$$

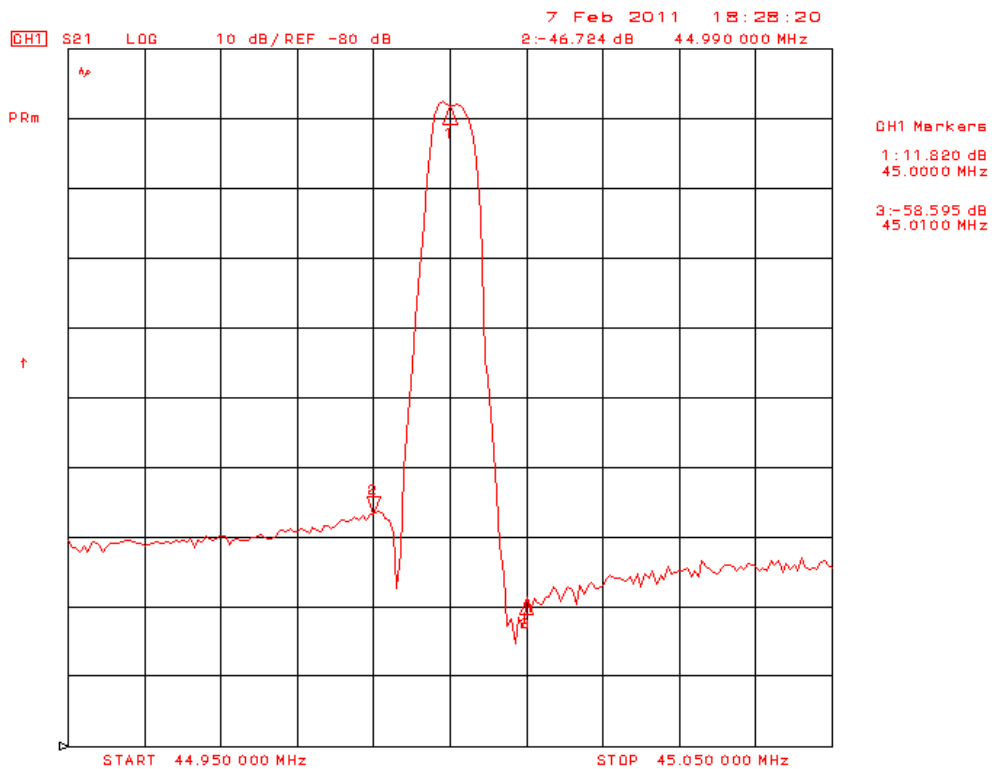
$$IIP3 = OIP3 - V = 19 - (-0,7) = 19,7 \text{ dBm}$$

### 3. Selektionsmessungen

#### 3.1 Kanal 1 Inrad Filter 45 MHz

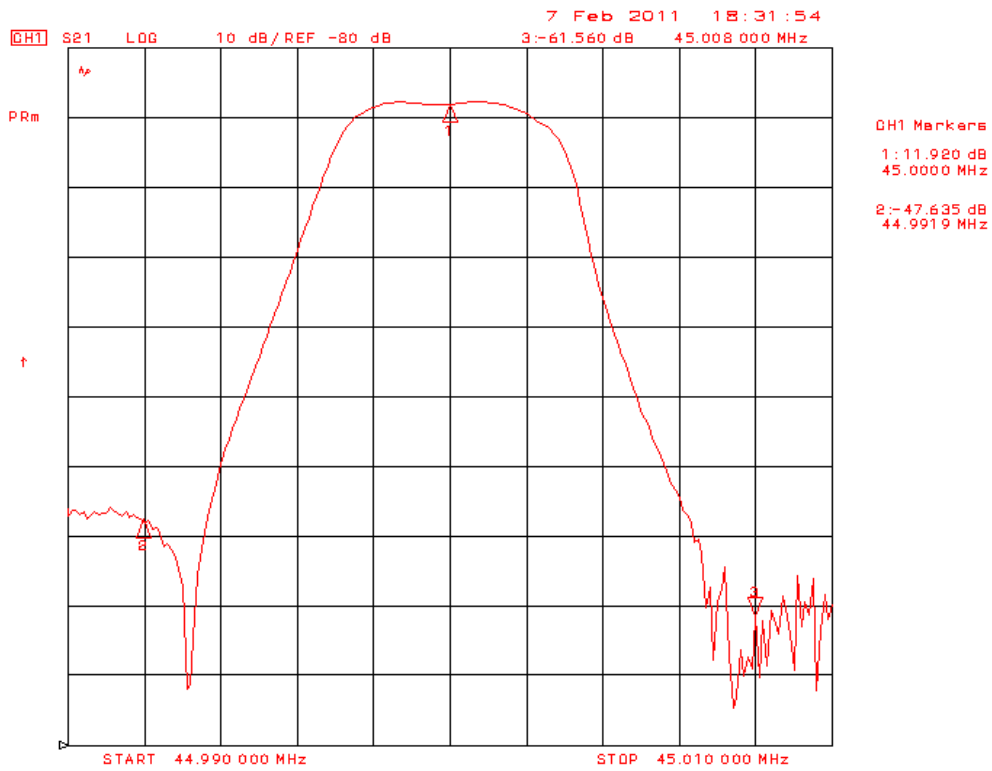
RF in = Test; RF out = ZF1\_out

Sweep 45 MHz +/- 50 kHz entspricht 10 kHz/Div

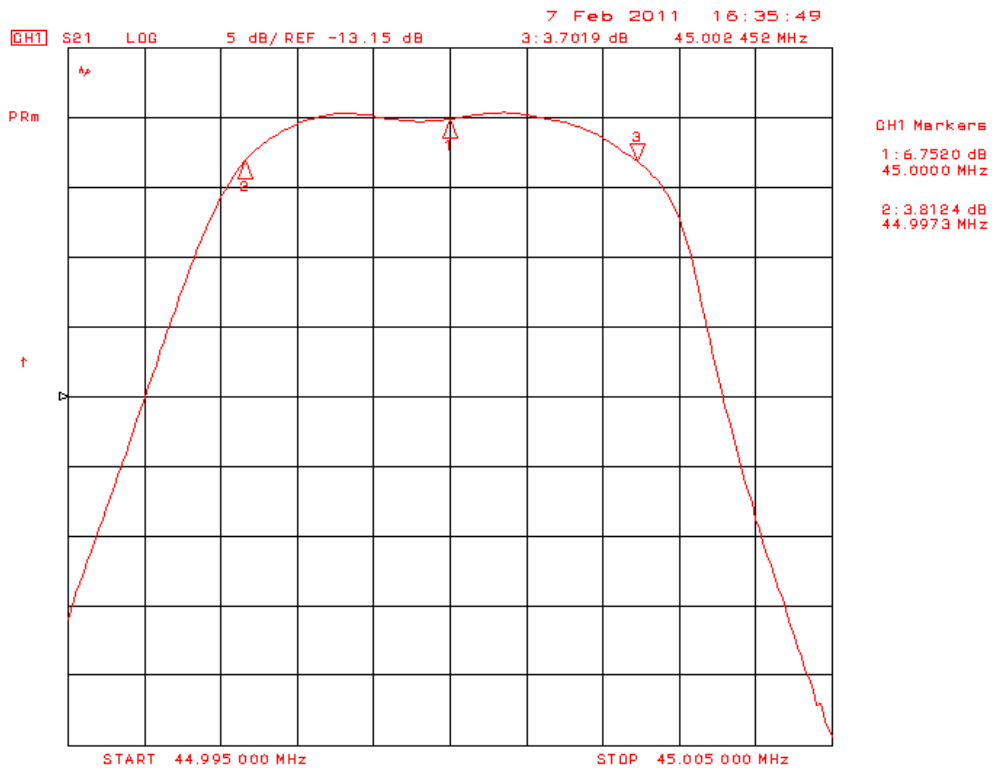




Sweep 45 MHz +/- 10 kHz entspricht 2kHz/Div



Sweep 45 MHz +/- 5 kHz entspricht 1 kHz / Div

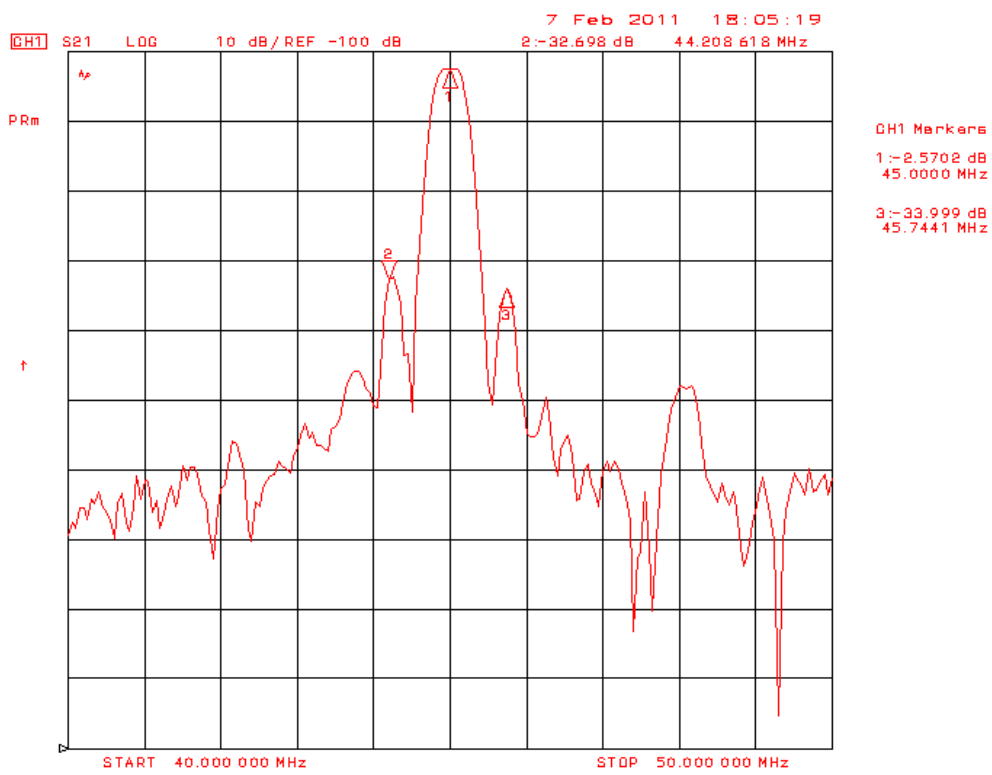


B<sub>3dB</sub> = 5 kHz

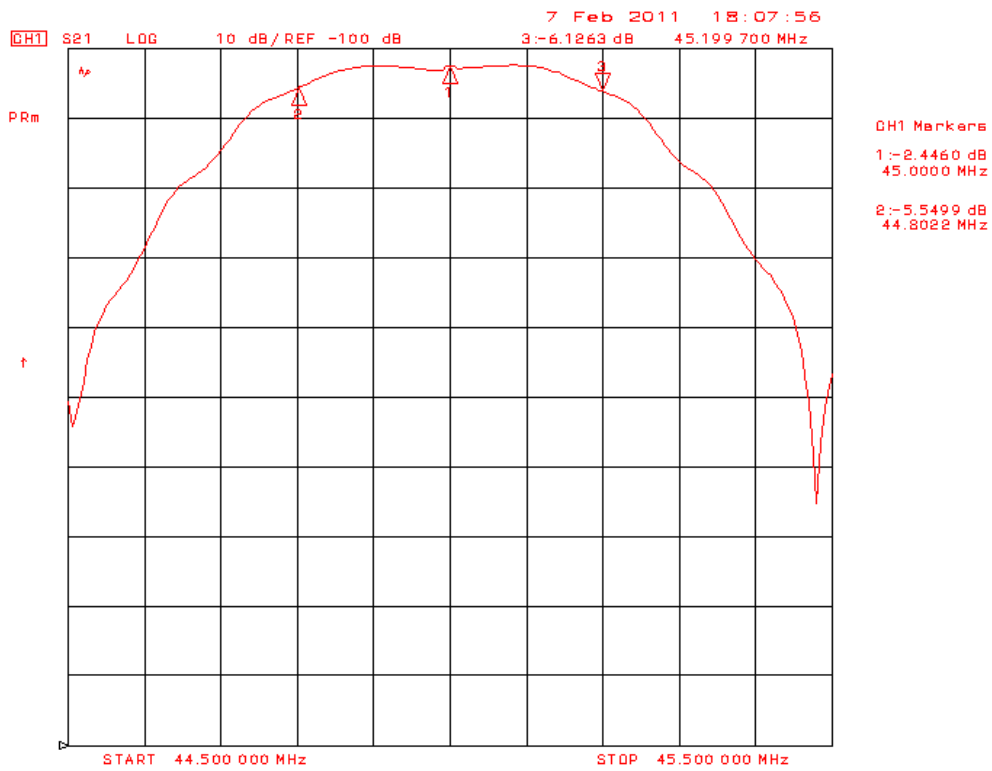
### 3.2 Kanal 2a mit SAW-Filter

RF in = Test; RF out = ZF2\_out

Sweep 45 MHz +/- 5 MHz entspricht 1 MHz/Div

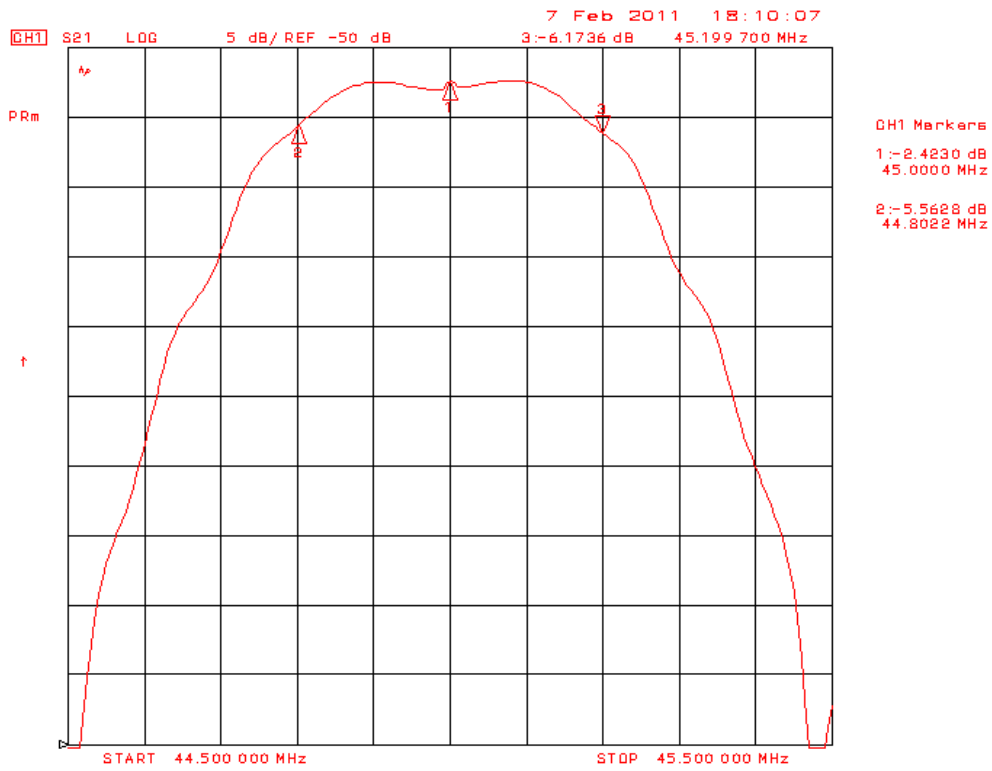


Sweep 45 MHz +/- 500 kHz entspricht 100 kHz/Div



3dB-Bandbreite = 200 kHz

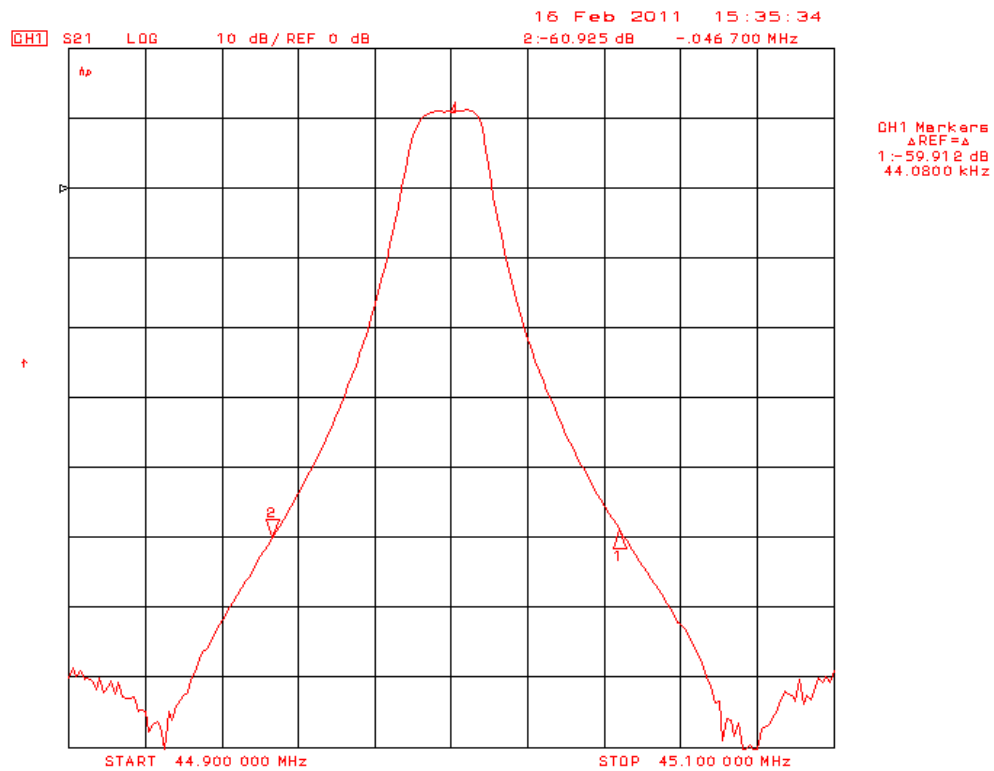
Vertikale Auflösung: 5 dB/Div



### 3.3 Kanal 2b mit Quarzfilter-Fiter B=15 kHz

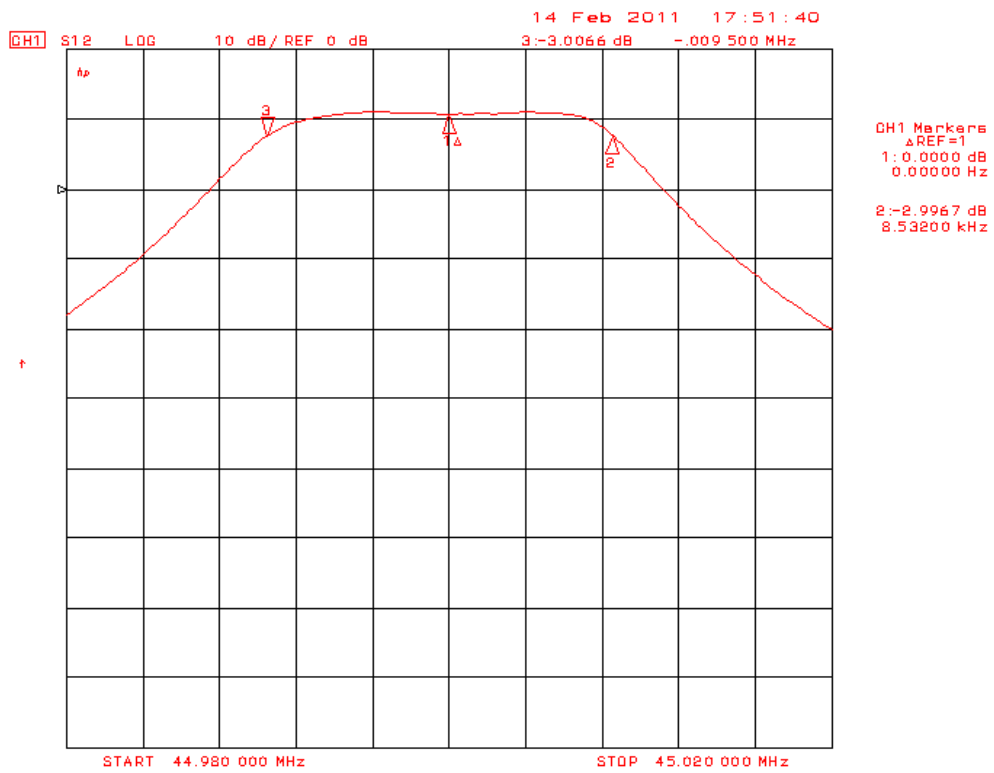
RF in = Test; RF out = ZF2\_out

Sweep 45 MHz +/- 0,1 MHz entspricht 20 kHz/Div



$$B_{60\text{dB}} = 44,08 + 46,7 \text{ kHz} = 91,58 \text{ kHz}$$

Sweep 45 MHz +/- 0,02 MHz entspricht 4 kHz/Div



$$B_{3dB} = 8,5 + 9,5 \text{ kHz} = 18 \text{ kHz}$$

#### 4. Zusammenfassung

Abschnitt 4.1 zeigt den Wunsch-Pegelplan. Gefordert sind  $> 100\text{dB}$  SFDR (spurious free dynamic range) bis zur ersten Filterstufe. Mit idealen Bauteilen wären hier  $105,5\text{ dB}$  zu erreichen.

In 4.2 sind die tatsächlich erreichten Messwerte für den kumulierten OIP3-Wert eingetragen. Dann wurden die OIP3-Werte für die Einzelkomponente (90-Grad Hybrid und Verstärker) solange geändert bis die rechnerischen Werte den gemessenen entsprachen.

Somit hat unser Hybrid einen OIP3 von  $30\text{ dBm}$ , der erste Verstärker einen von  $32\text{ dBm}$  und der 2. Verstärker von  $30\text{ dBm}$ . Für den Verstärker auf einer Testplatine selbst habe ich einen Wert von  $36\text{ dBm}$  (Datenblatt 37) gemessen, für das Hybrid habe ich noch keine Messung gemacht.

Im Moment vermute ich, dass unser Layout noch nicht optimal ausgelegt ist und die Anpassung zum Verstärker verbessert werden kann.

Die Auswirkung auf den SFDR ist somit eine Verschlechterung von ca.  $2,5\text{ dB}$ .

Die Selektionmessungen zeigen folgendes Ergebnis:

Kanal 1:

Inrad-Filter :  $3\text{db}$ -Bandbreite :  $5\text{ kHz}$

$60\text{db}$ -Bandbreite:  $12,5\text{ kHz}$

Kanal 2:

Quarzfilter :  $3\text{db}$ -Bandbreite :  $18\text{ kHz}$

$60\text{db}$ -Bandbreite:  $91,5\text{ kHz}$

SAW-Filter:  $3\text{db}$ -Bandbreite :  $200\text{ kHz}$



### 4.1 Ziel-Pegelplan

RF Levelplan  
Bavarix

23.02.2011 Gerrit Buhe,  
DL9GFA

Pin [dBm]	BW [kHz]	Pn [dBm/BW]	Länge [m]	Kabelsorte	Attn. @ 1MHz [dB]	Attn. @ 30MHz [dB]	EINGABE FELDER
-110	2,4	-140,1	40	RG58	0,6	3,6	
			20	RG174	0,51	2,92	

Device	Gain [dB]	NF [dB]	OIP3 [dBm]	OP1dB CP [dBm]	Gain cum. [dB]	NF cum. [dB]	OIP3 cum. [dBm]	OP1dB cum. [dBm]	Psig [dBm]	Pn [dBm/BW]	SNR [dB]	SFDR [dB]
FE-Filter	-3,0	3,0	100,0	100,0	-3,0	3,0	100,0	100,0	-113,0	-140,1	27,1	160,0
Mixer + Diplexer	-6,0	6,0	29,3	15,0	-9,0	9,0	29,3	15,0	-119,0	-140,1	21,1	112,9
90-Grad Hybrid	-4,0	4,0	50,0	50,0	-13,0	13,0	25,3	11,0	-123,0	-140,1	17,1	110,2
IF1 amp1	15,2	2,0	37,0	21,0	2,2	15,0	35,4	19,9	-107,8	-122,9	15,1	105,5
Inrad QF	-6,0	6,0	40,0	20,0	-3,8	15,2	29,0	12,9	-113,8	-128,6	14,8	105,1
IF1 amp2	15,2	2,0	37,0	21,0	11,4	15,4	36,2	20,2	-98,6	-113,2	14,6	99,7
Attenuator	-10,0	10,0	100,0	100,0	1,4	15,5	26,2	10,2	-108,6	-123,2	14,6	99,6
DVGA	30,0	8,3	35,0	14,5	31,4	16,0	35,0	14,5	-78,6	-92,7	14,1	85,1
Noise Filter	-2,0	2,0	100,0	100,0	29,4	16,0	33,0	12,5	-80,6	-94,7	14,1	85,1
ADC	0,0	30,0	44,0	100,0	29,4	16,1	32,6	12,5	-80,6	-94,6	14,0	84,8
			100,0	100,0	29,4	16,1	32,6	12,5	-80,6	-94,6	14,0	84,8
			100,0	100,0	29,4	16,1	32,6	12,5	-80,6	-94,6	14,0	84,8
			100,0	100,0	29,4	16,1	32,6	12,5	-80,6	-94,6	14,0	84,8
Endwerte			100,0	100,0	29,4	16,1	32,6	12,5	-80,6	-94,6	14,0	84,8

### 4.2 Erreichte Werte

RF Levelplan  
Bavarix

23.02.2011

Gerrit Buhe,  
DL9GFA

modifiziert

08.03.11 DF3GV

Pin [dBm]	BW [kHz]	Pn [dBm/BW]	Länge [m]	Kabelsorte	Attn. @ 1MHz [dB]	Attn. @ 30MHz [dB]	EINGABE FELDER
-110	2,4	-140,1	40	RG58	0,6	3,6	
			20	RG174	0,51	2,92	

Device	Gain [dB]	NF [dB]	OIP3 [dBm]	OP1dB CP [dBm]	Gain cum. [dB]	NF cum. [dB]	OIP3 cum. [dBm]	OP1dB cum. [dBm]	Psig [dBm]	Pn [dBm/BW]	SNR [dB]	SFDR [dB]	OIP3 cum. gemessen
FE-Filter	-3,0	3,0	100,0	100,0	-3,0	3,0	100,0	100,0	-113,0	-140,1	27,1	160,0	
Mixer + Diplexer	-6,0	6,0	29,3	15,0	-9,0	9,0	29,3	15,0	-119,0	-140,1	21,1	112,9	29,3
90-Grad Hybrid	-4,0	4,0	30,0	20,0	-13,0	13,0	24,0	10,5	-123,0	-140,1	17,1	109,4	24,0
IF1 amp1	15,0	2,0	32,5	18,0	2,0	15,0	31,6	17,3	-108,0	-123,1	15,1	103,1	31,5
Inrad QF	-6,0	6,0	40,0	20,0	-4,0	15,3	25,5	10,7	-114,0	-128,8	14,8	102,9	
IF1 amp2	15,0	2,0	30,0	18,0	11,0	15,4	29,6	17,3	-99,0	-113,6	14,6	95,5	
Attenuator	-10,0	10,0	100,0	100,0	1,0	15,5	19,6	7,3	-109,0	-123,5	14,5	95,4	19,6
DVGA	30,0	8,3	35,0	14,5	31,0	16,0	34,9	14,5	-79,0	-93,0	14,0	85,2	
Noise Filter	-2,0	2,0	100,0	100,0	29,0	16,0	32,9	12,5	-81,0	-95,0	14,0	85,2	
ADC	0,0	30,0	44,0	100,0	29,0	16,2	32,5	12,5	-81,0	-94,9	13,9	84,9	
			100,0	100,0	29,0	16,2	32,5	12,5	-81,0	-94,9	13,9	84,9	
			100,0	100,0	29,0	16,2	32,5	12,5	-81,0	-94,9	13,9	84,9	
			100,0	100,0	29,0	16,2	32,5	12,5	-81,0	-94,9	13,9	84,9	
Endwerte			100,0	100,0	29,0	16,2	32,5	12,5	-81,0	-94,9	13,9	84,9	