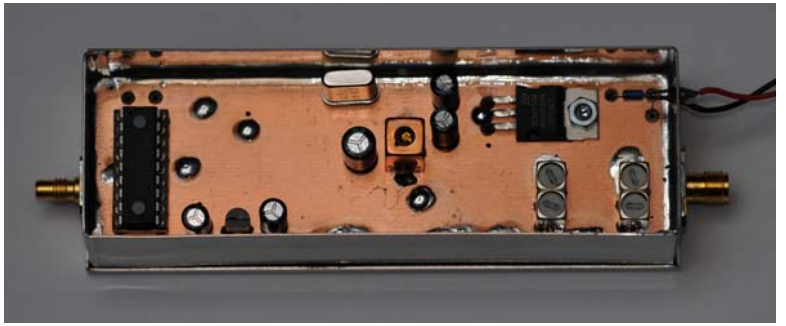
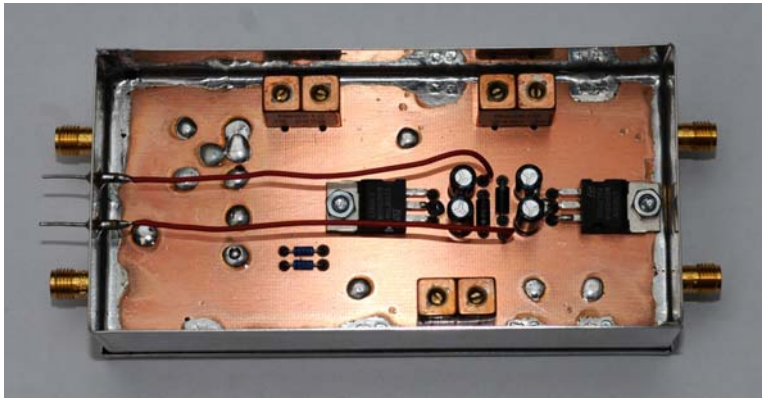
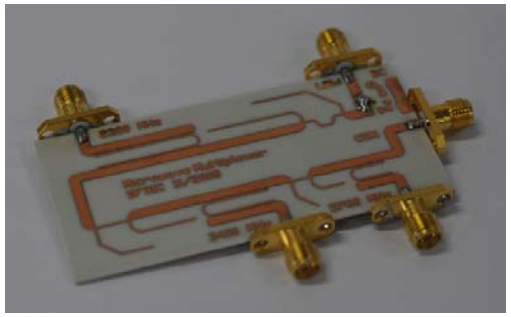
Baugruppen für ein modulares Transvertersystem für die unteren Mikrowellenbänder

Wolf-Henning Rech
DF9IC
Eisinger Str. 36/2
75245 Neulingen

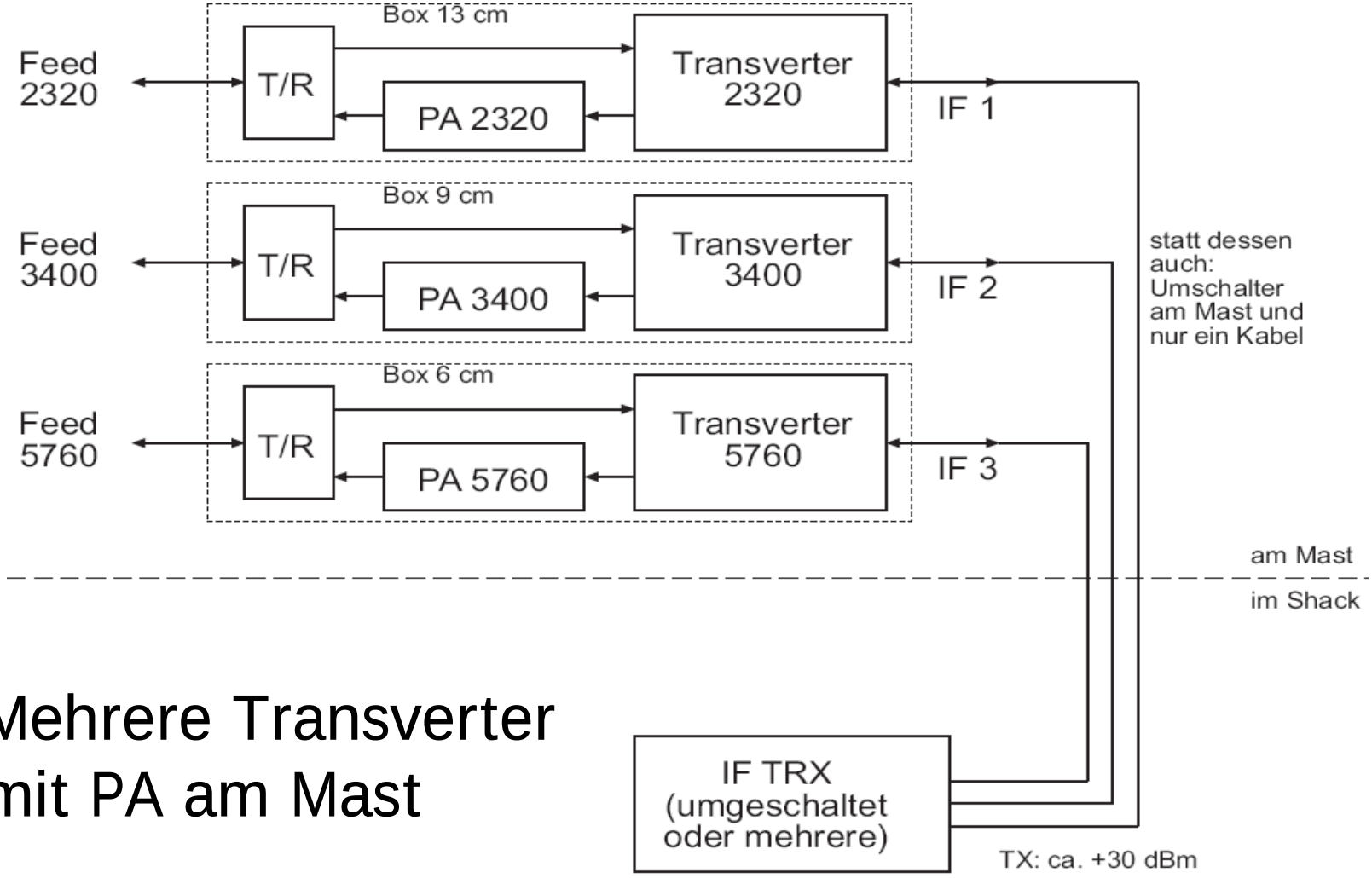
http://www.df9ic.de







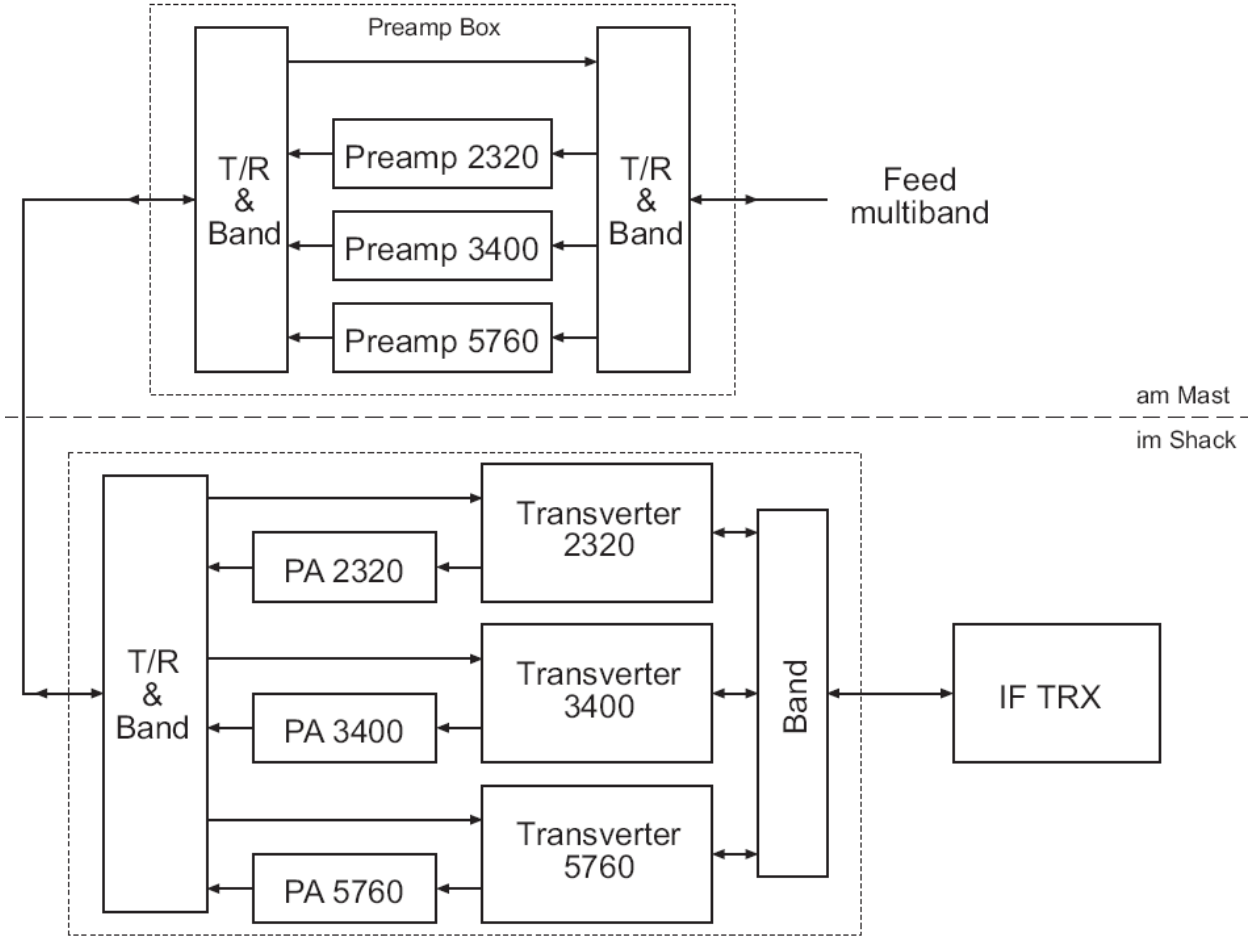
Stationskonzepte für Multiband



- Mehrere Transverter mit PA am Mast

Stationskonzepte für Multiband

- Multiband-transverter mit PAs im Shack, RX-Vor-verstärker am Mast, Breitband-Hornfeed

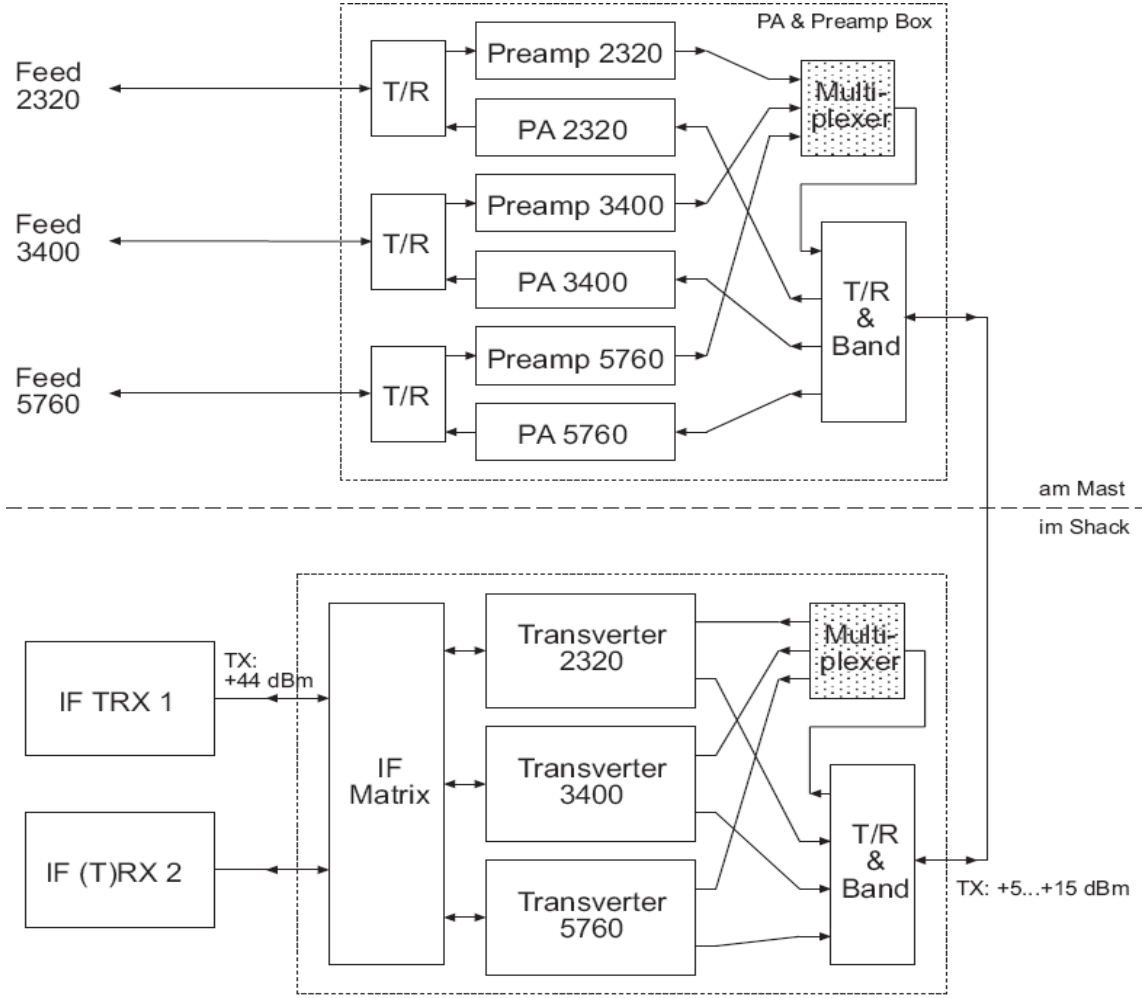


Shack oder Mast – was wohin?

- RX-Vorverstärker und S/E-Umschaltung:
  - am Mast oder sogar im Feed
- PA und PA-Stromversorgung:
  - Halbleiter PA am Mast, Stromversorgung Mast oder Shack
  - TWT im Shack/Dachboden oder am Mast
  - Steuerleistung 0...+10 dBm
- Transverter:
  - im Shack: temperiert, erschütterungsfrei, für Service zugänglich, 10 MHz verfügbar

Konzept bei DF9IC (geplant)

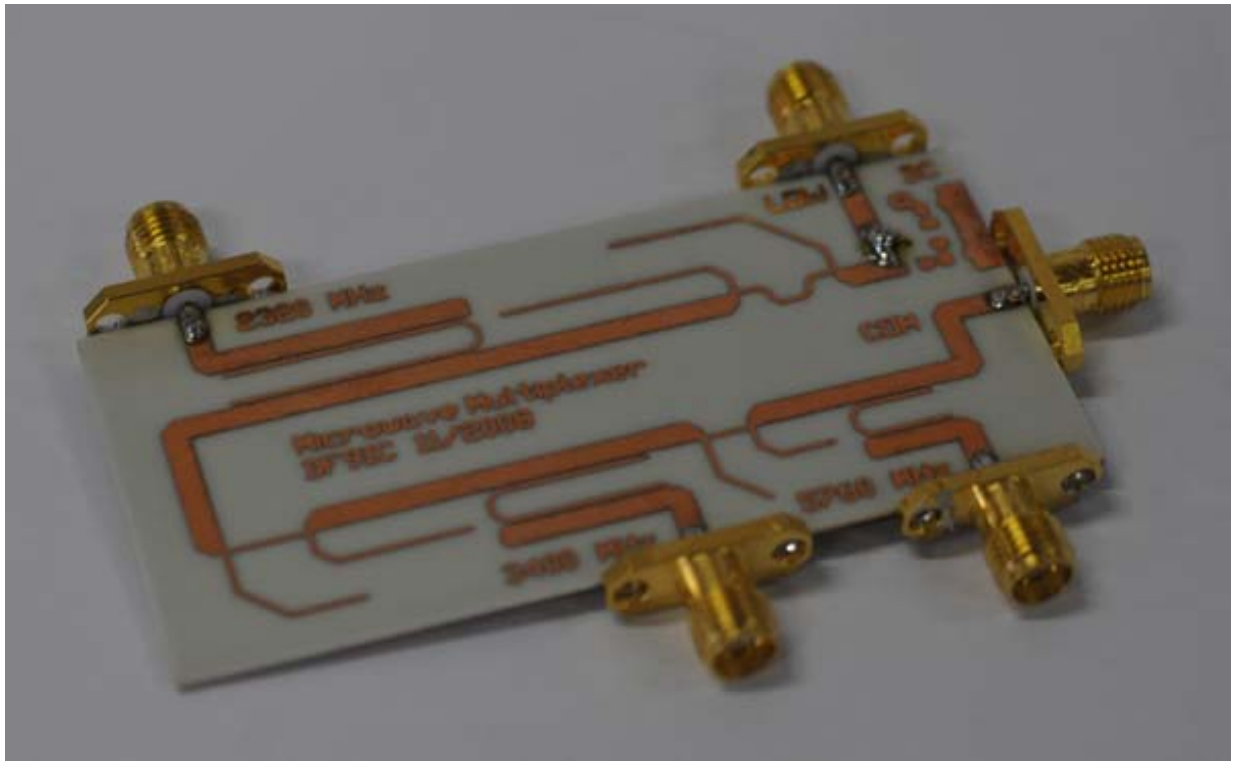
- Multiband-transverter im Shack, alle PAs und RX-Vor-verstärker am Mast



Anforderungen an Transverter

- RX: geringe Verstärkung und Empfindlichkeit
- TX: niedrige Sendeleistung (+5...+15 dBm)
- Frequenzaufbereitung:
  - gute Selektion/Nebenwellenunterdrückung
  - Normalfrequenzanbindung 10 MHz
- ZF-Interface:
  - Mikrowellenbänder umschaltbar
  - Sendeleistung bis 25 W
  - 2 Empfänger auf unterschiedlichen Bändern

Multiplexer für 23/13/9/6 cm

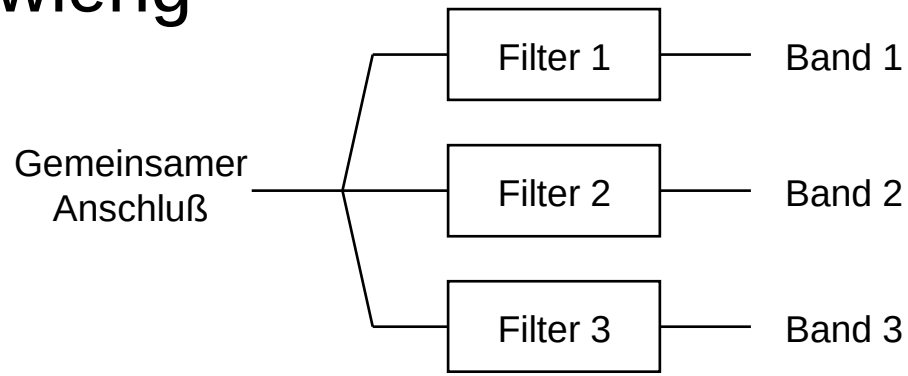


Multiplexer?

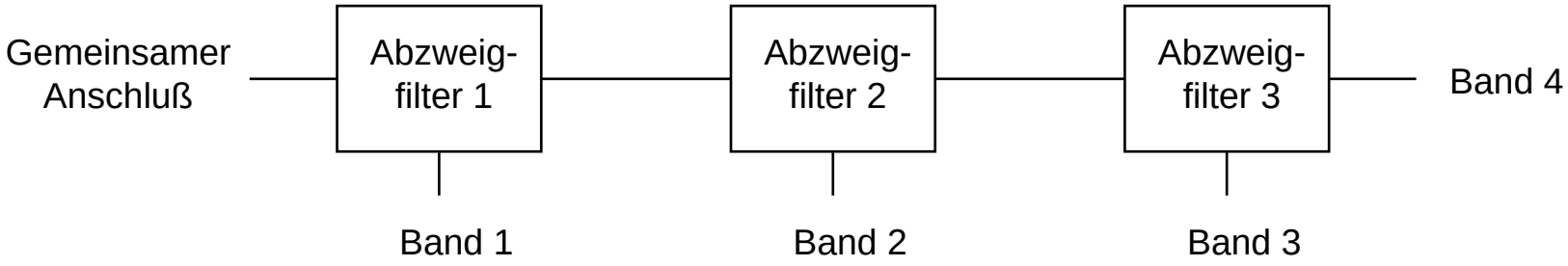
- Ziel: Übertragung mehrerer Mikrowellensignale über ein gemeinsames Kabel
- 23 cm, 13 cm, 9 cm, 6 cm
- Empfangssignale oder Sendesignale kleiner Leistung (<1 W)
- Akzeptable Einfügungsdämpfung (ca. 1 dB) und Isolation (>20 dB)
- Anwendung in Multiband-Transvertersystemen

Multiplexer: Struktur

- Sternstruktur: schwierig



- Kettenschaltung:

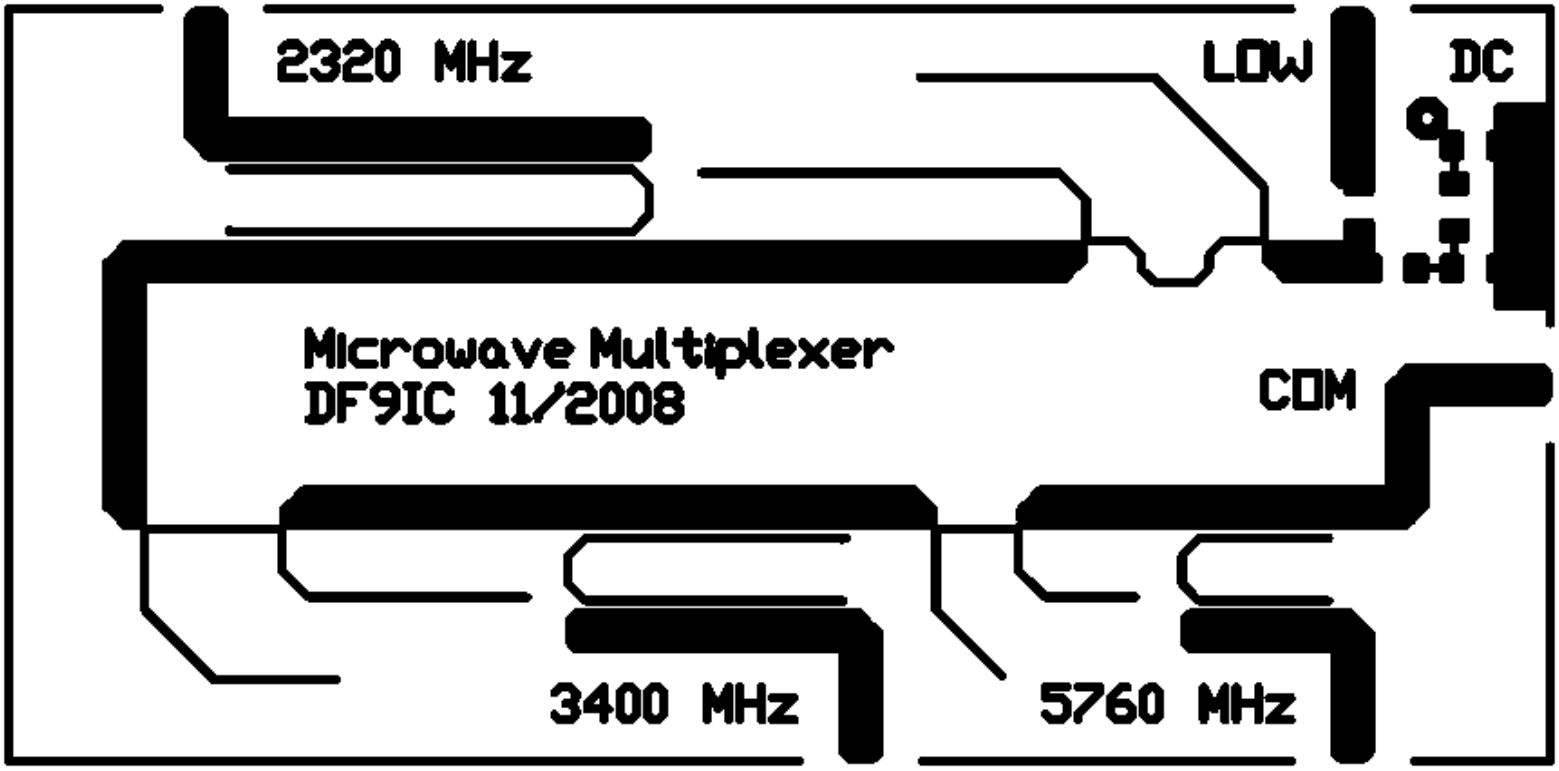


Multiplexer: Basiselement

- Bandpaßauskopplung und Tiefpaß

Multiplexer: Leiterplattenlayout

- 3 Basiselemente kaskadiert und gefaltet

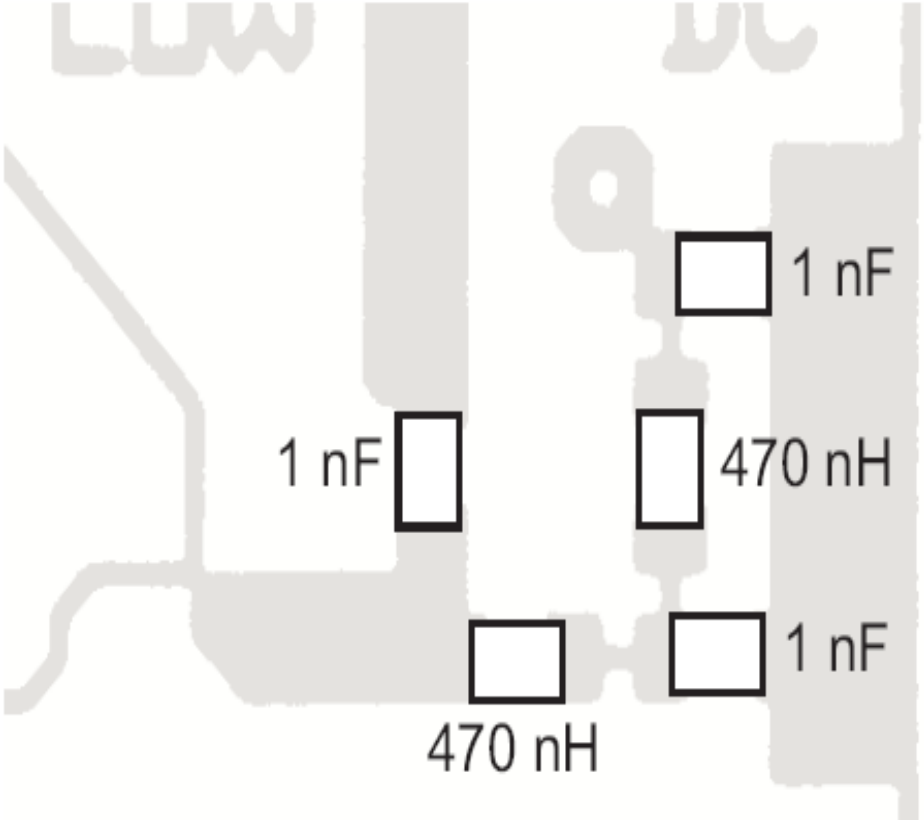


Multiplexer: optionales Bias-T

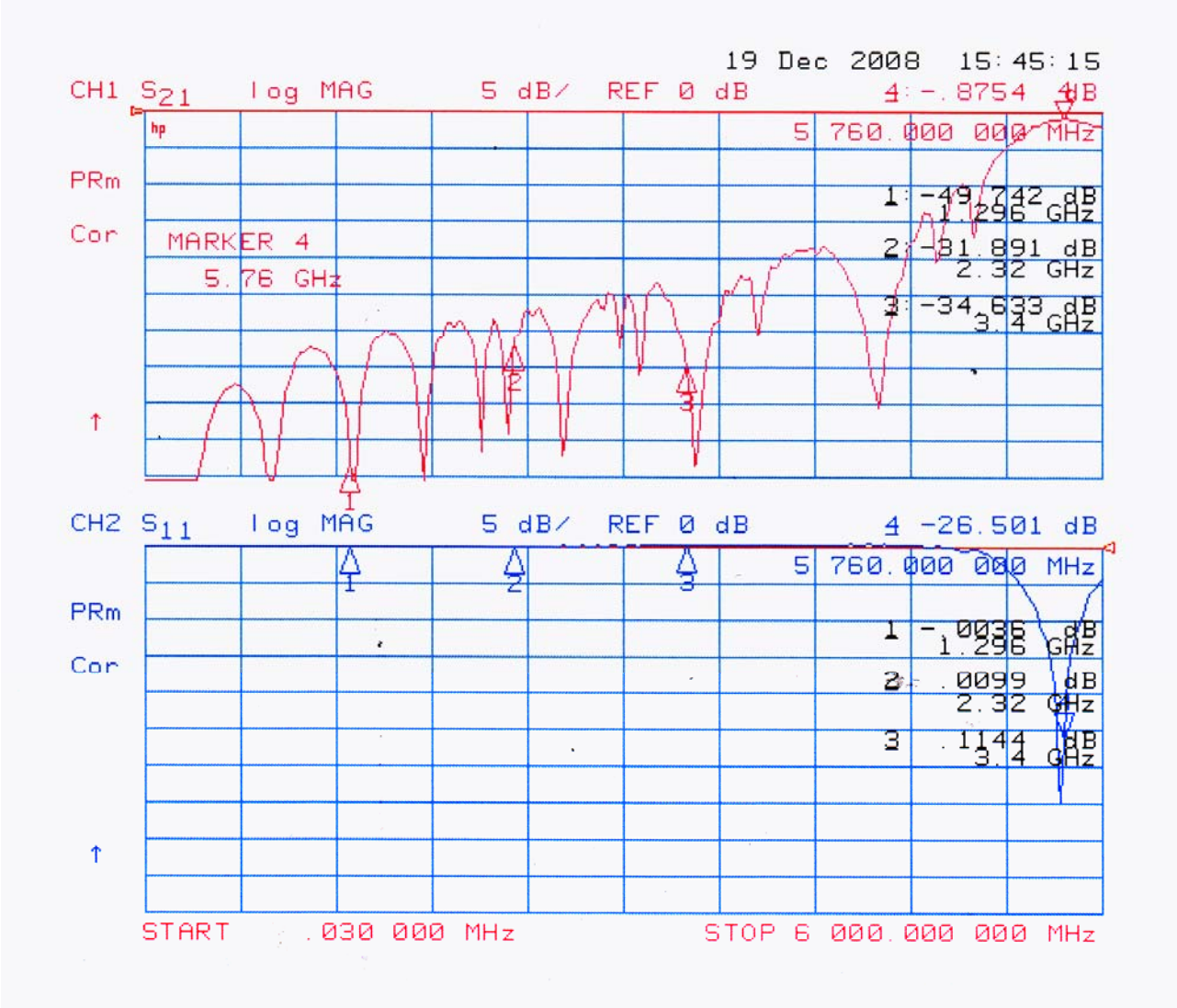
- Anwendung:

  Signalisierung oder Daten-übertragung

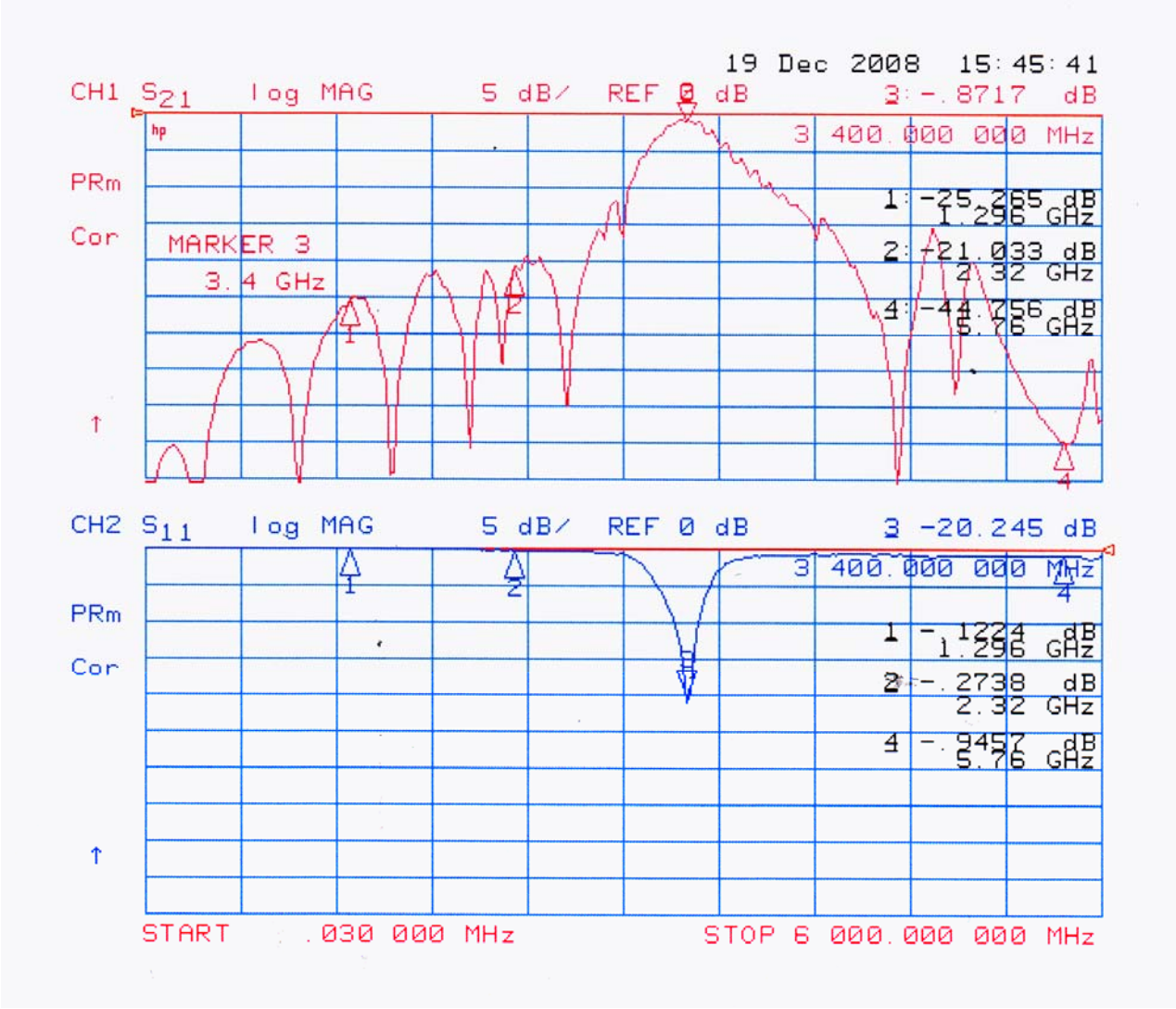
  (keine hohen Ströme !)



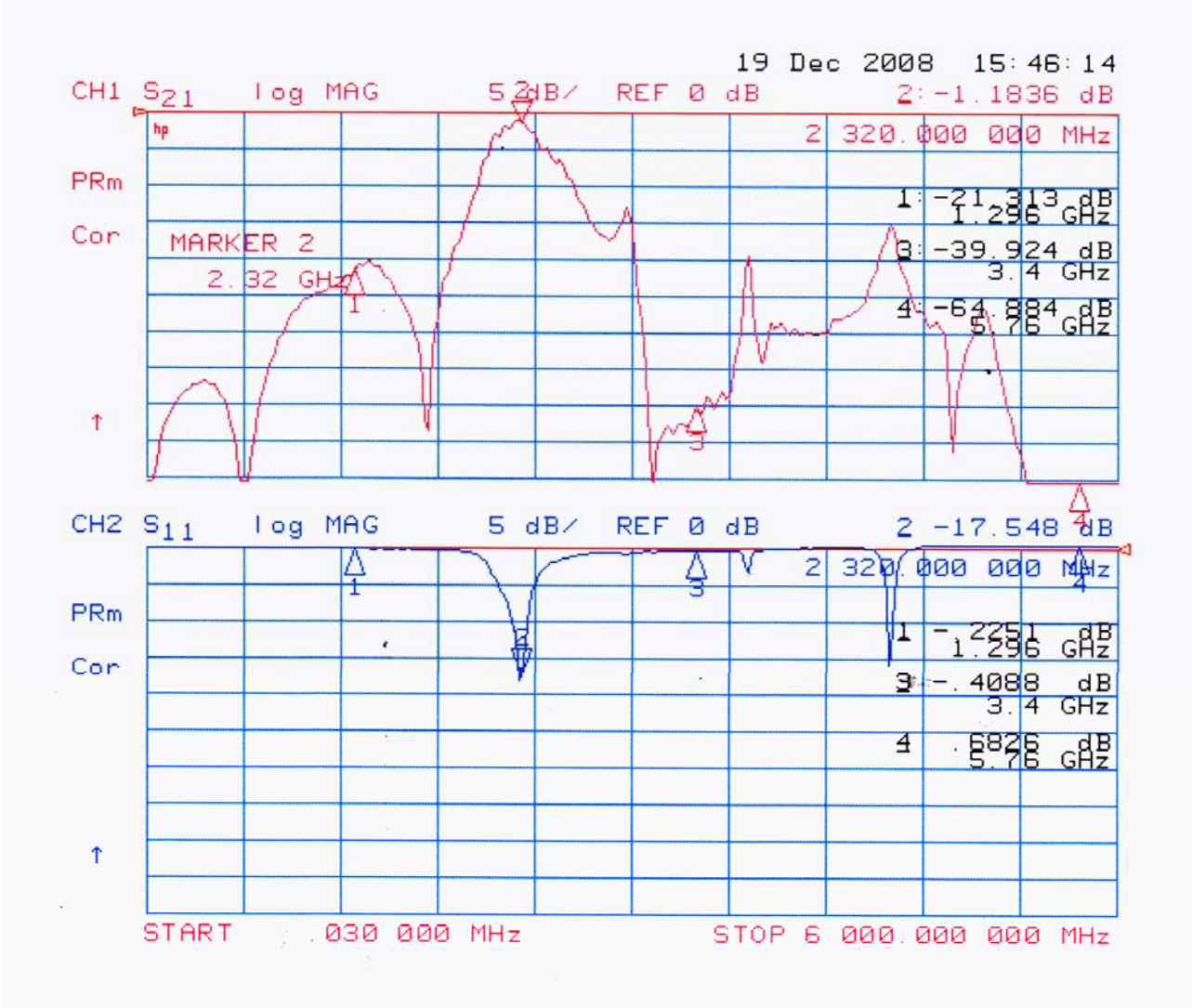
Multiplexer: Bandpaß 5760 MHz



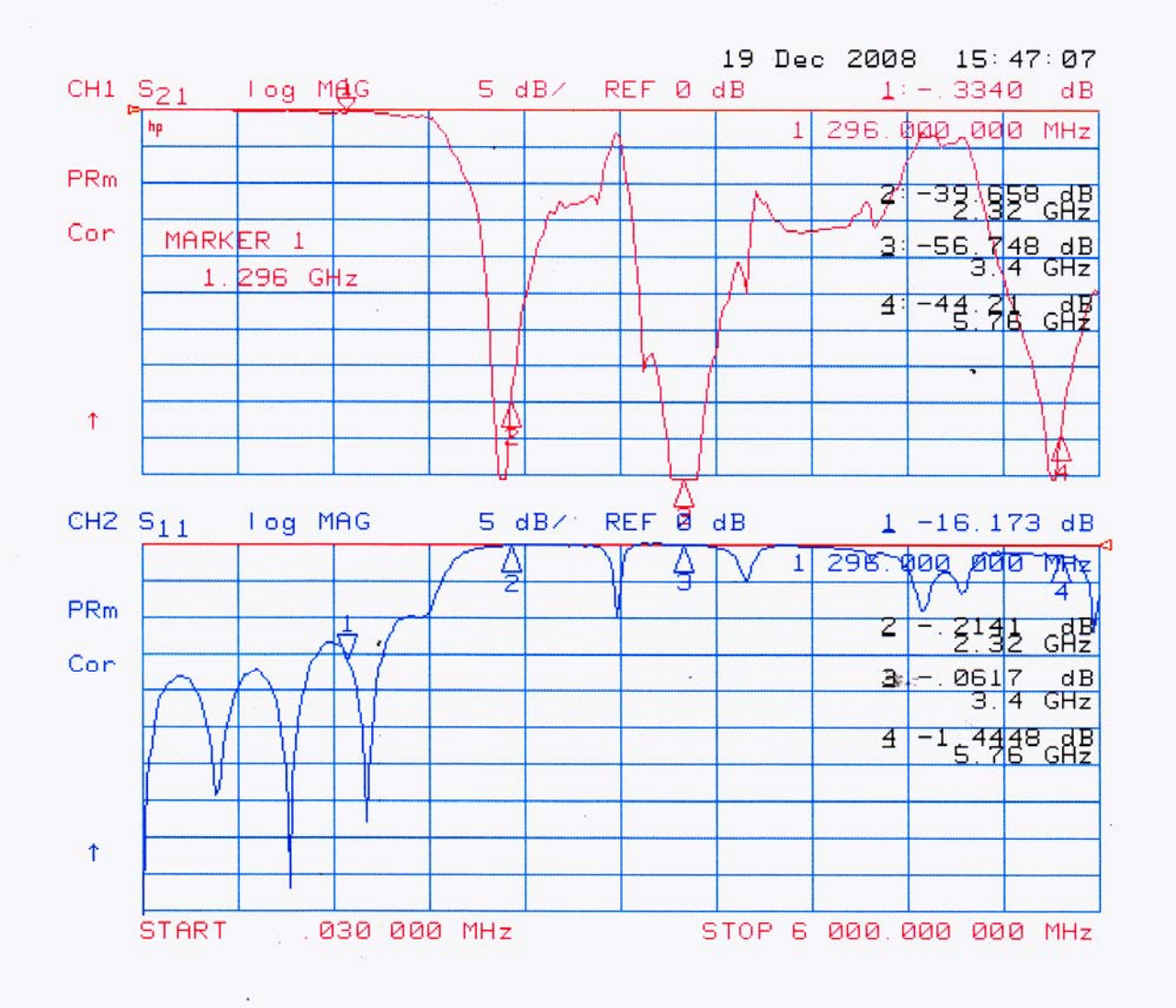
Multiplexer: Bandpaß 3400 MHz



Multiplexer: Bandpaß 2320 MHz

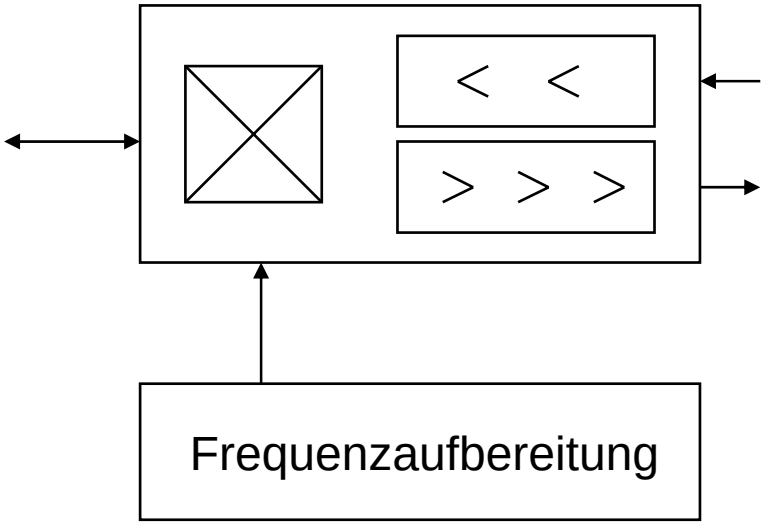


Multiplexer: Tiefpaß 1296 MHz



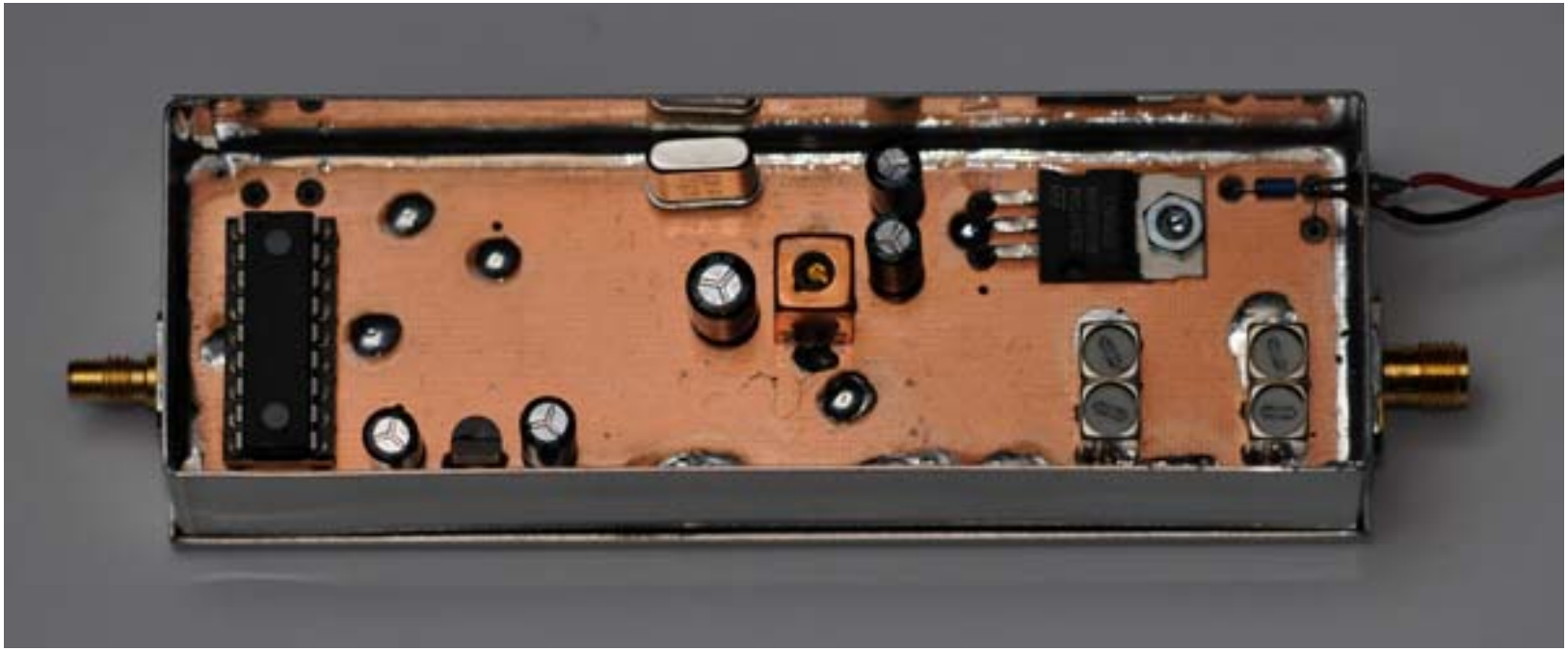
Modularer Transverter

- 13 cm, 9 cm, 6 cm
- LO und Umsetzer getrennt
- geringerer Entwicklungsaufwand, flexibler als Einplatinenlösung



- ZF-Interface und S/E-Umschaltung extern
- ein Typ Frequenzaufbereitung für alle Bänder, letzte Vervielfacher im Transverter

Universalfrequenzaufbereitung



„1152-MHz-Aufbereitung“

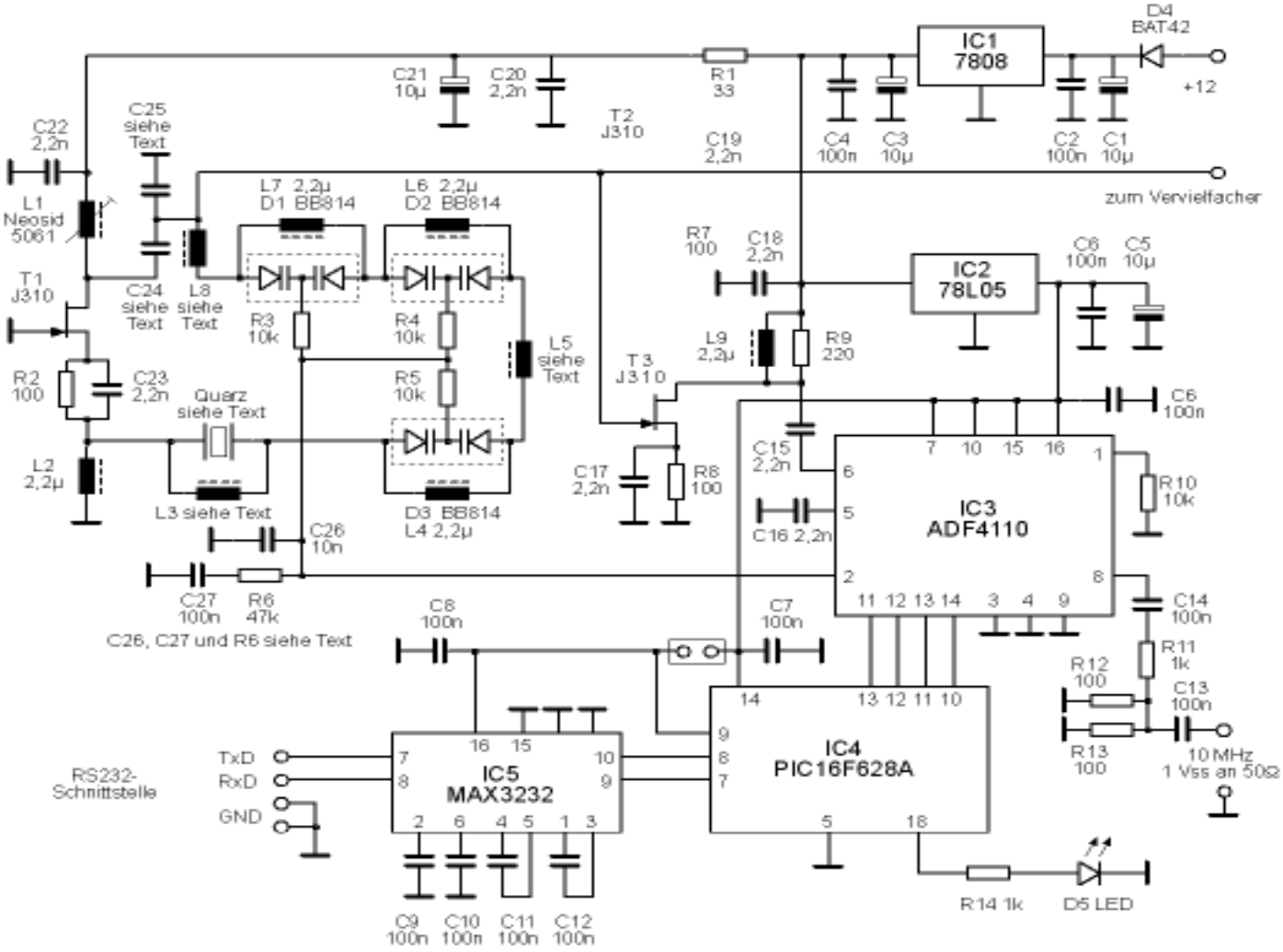
- Baubeschreibungen aus den 70er und 80er Jahren:
  - [1] Dahms, J., DC0DA: Frequenzaufbereitung für 200mW bei 1152MHz. UKW-Berichte 3/1977, 149-153.
  - [2] Beckmann, U., DF8QK: Oszillatorfrequenz-Aufbereitung für 1268MHz. UKW-Berichte 1/1978, 59-60.
  - [3] Weiner, K., DJ9HO: Injektionsfrequenzaufbereitung für 1152/1268MHz. UHF-Unterlage Teil I/II, 313-317.
  - [4] Weber, R. DF5SL, 1152-MHz-TX/RX-Oszillator für 23-cm-Konzepte mit einer ZF im 2-m-Band. UHF-Unterlage Teil V, 938-941.
  - [5] Wehrhahn, G., DD9DU: Universalfrequenzaufbereitung für GHz-Sender und Empfänger.cq-DL 1/86, 6-8.

„1152-MHz-Aufbereitung“

- Klassischer VHF-XO mit Vervielfacher
- 10-MHz-Normalfrequenzanbindung
- möglichst flexible Vervielfachung
- möglichst wenig unterschiedliche Bauteile

- basierend auf PL-VCXO wie 2008 vorgestellt

PL-VCXO


IC1
7808
D4
BAT42
+12
C21
10µ
C20
2,2n
R1
33
T2
J310
C19
2,2n
C4
100n
C3
10µ
C2
100n
C1
10µ
zum Vervielfacher
C22
2,2n
C25
siehe
Text
L1
Neosid
5061
L7 2,2µ
D1 BB814
L6 2,2µ
D2 BB814
R7
100
C18
2,2n
IC2
78L05
C6
100n
C5
10µ
T1
J310
C24
siehe
Text
L8
siehe
Text
R3
10k
R4
10k
L5
siehe
Text
L9
2,2µ
R9
220
T3
J310
R2
100
C23
2,2n
Quarz
siehe Text
R5
10k
C6
100n
C15
2,2n
L2
2,2µ
L3 siehe Text
D3 BB814
L4 2,2µ
C17
2,2n
R8
100
C16 2,2n
IC3
ADF4110
R10
10k
C26
10n
C27
100n
R6
47k
C26, C27 und R6 siehe Text
C8
100n
C7
100n
C14
100n
R11
1k
R12
100
C13
100n
R13
100
10 MHz
1 Vss an 50Ω
IC4
PIC16F628A
RS232-
Schnittstelle
TxD
RxD
GND
IC5
MAX3232
R14 1k
D5 LED
C9
100n
C10
100n
C11
100n
C12
100n

Vervielfacherkonzept

- Schottky-Verdoppler bei hohem Signalpegel

X2 Frequency Multiplier

AMK-2-13+

50Ω Output 20 to 1000 MHz

CASE STYLE: CD542
PRICE: $5.95 ea. QTY (10-49)

+ RoHS compliant in accordance with EU Directive (2002/95/EC)

The +Suffix has been added in order to identify RoHS Compliance. See our web site for RoHS Compliance methodologies and qualifications.

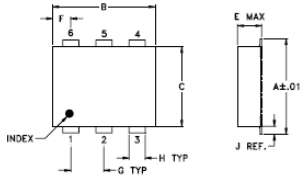
Maximum Ratings

Operating Temperature	-40°C to 85°C
Storage Temperature	-55°C to 100°C
RF Input Power	23 dBm

Pin Connections

INPUT	3
OUTPUT	6
GROUND	1,4,5
NOT USED	2

Outline Drawing



Features

- broadband
- low conversion loss, 11.4 dB typ.
- high rejection F1 and F3, -45 dBc typ.
- low cost
- aqueous washable

Applications

- synthesizers
- local oscillators
- satellite up and down converters

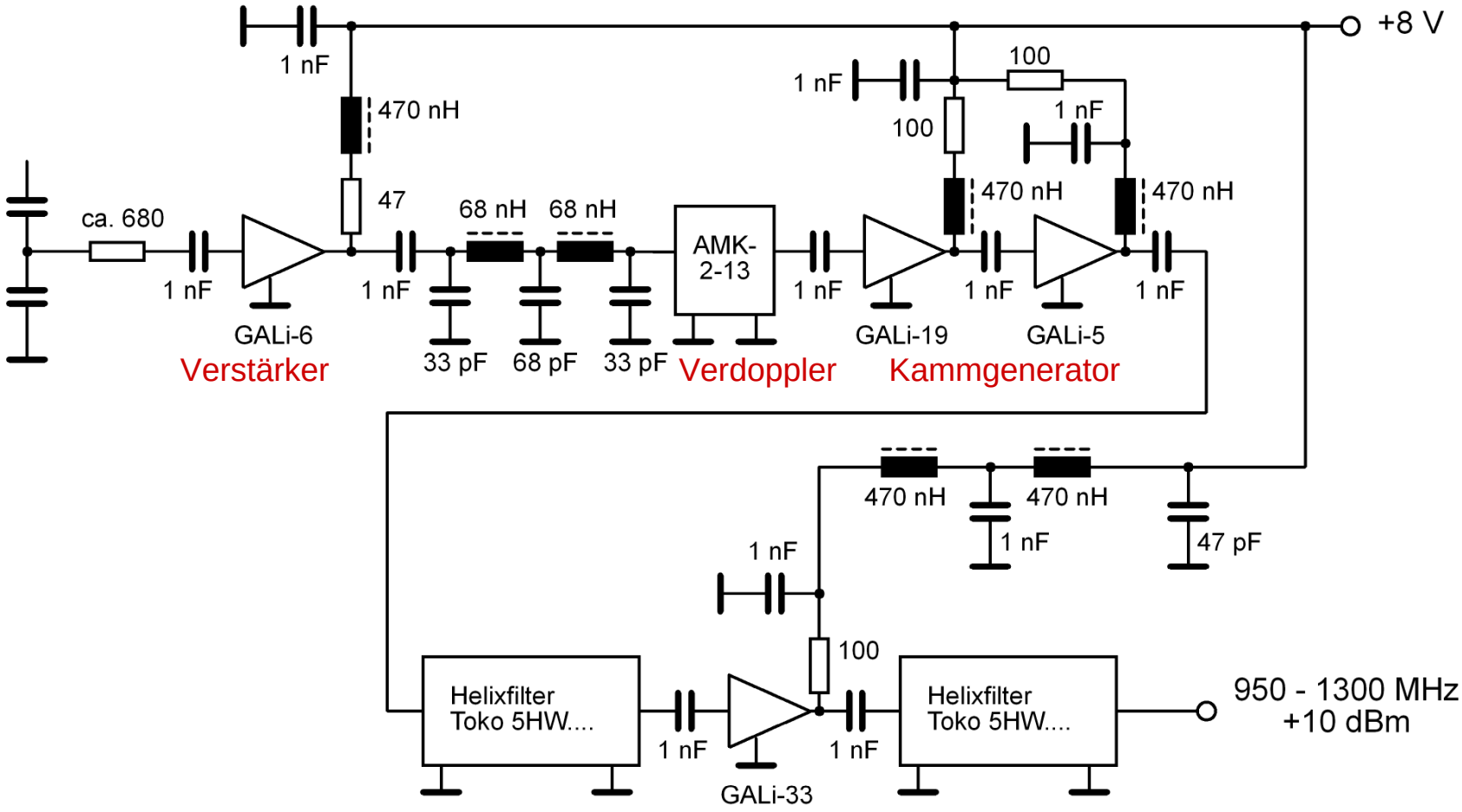
Electrical Specifications

MULTIPLICATION FACTOR	FREQUENCY (MHz)		INPUT POWER (dBm)		CONVERSION LOSS (dB)		*HARMONIC OUTPUT (dBc)					
	F1	F2					F1		F3		F4	
	Input	Output	Min.	Max.	Typ.	Max.	Typ.	Min.	Typ.	Min.	Typ.	Min.
2	10-500	20-1000	4	10	11.4	14.5	45	20	45	25	22	12

* Harmonics of input frequency below the power level of F2

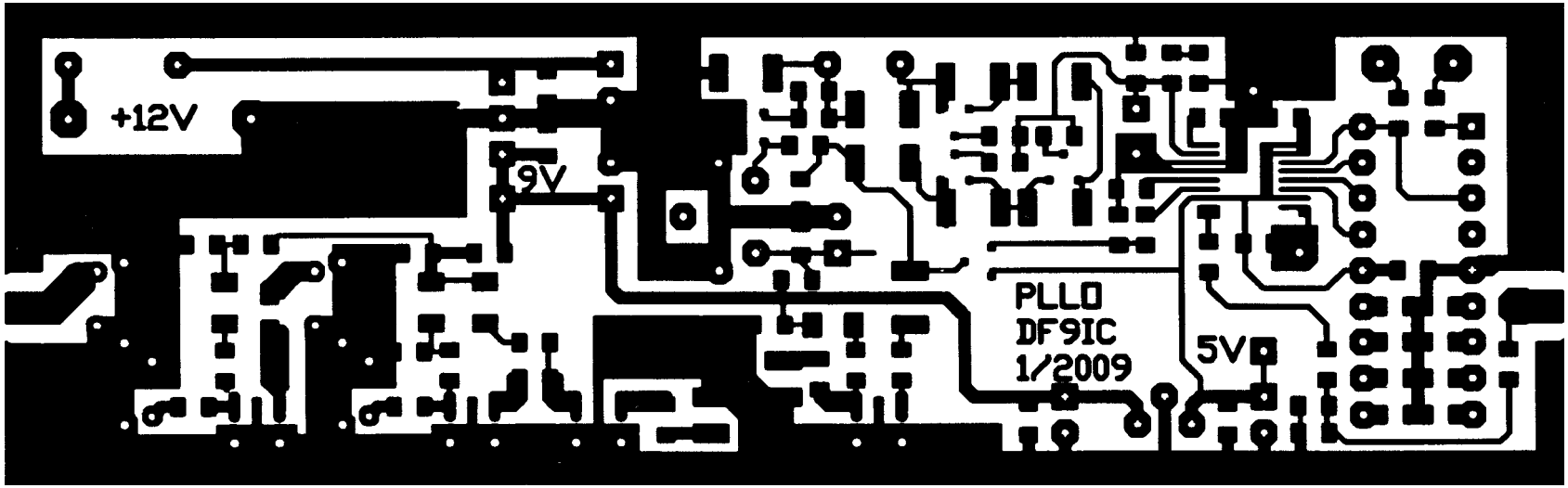
- Kammgenerator und zwei kaskadierte Helixfilter

Vervielfacherkonzept



Filter und Verstärker

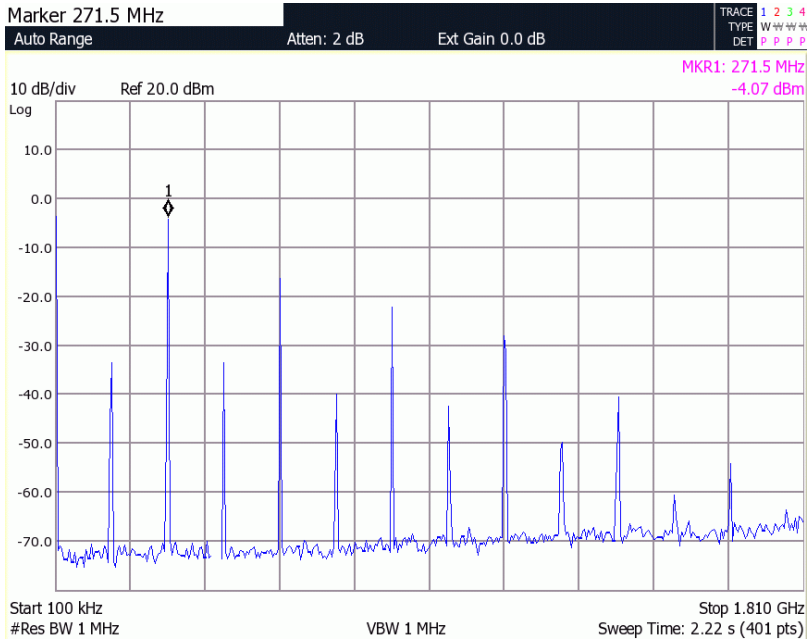
Layout Frequenzaufbereitung

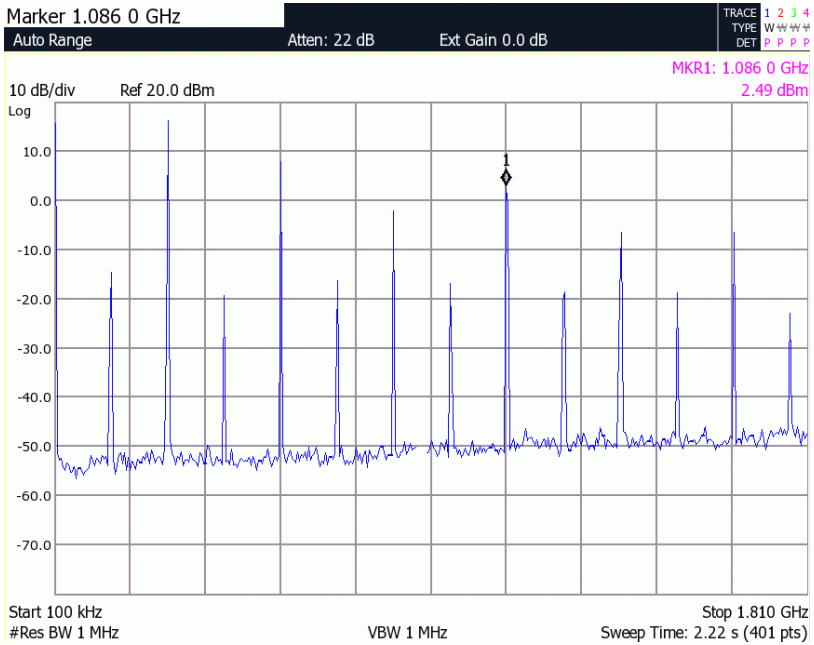


FR4 1,5 mm 37 x 111

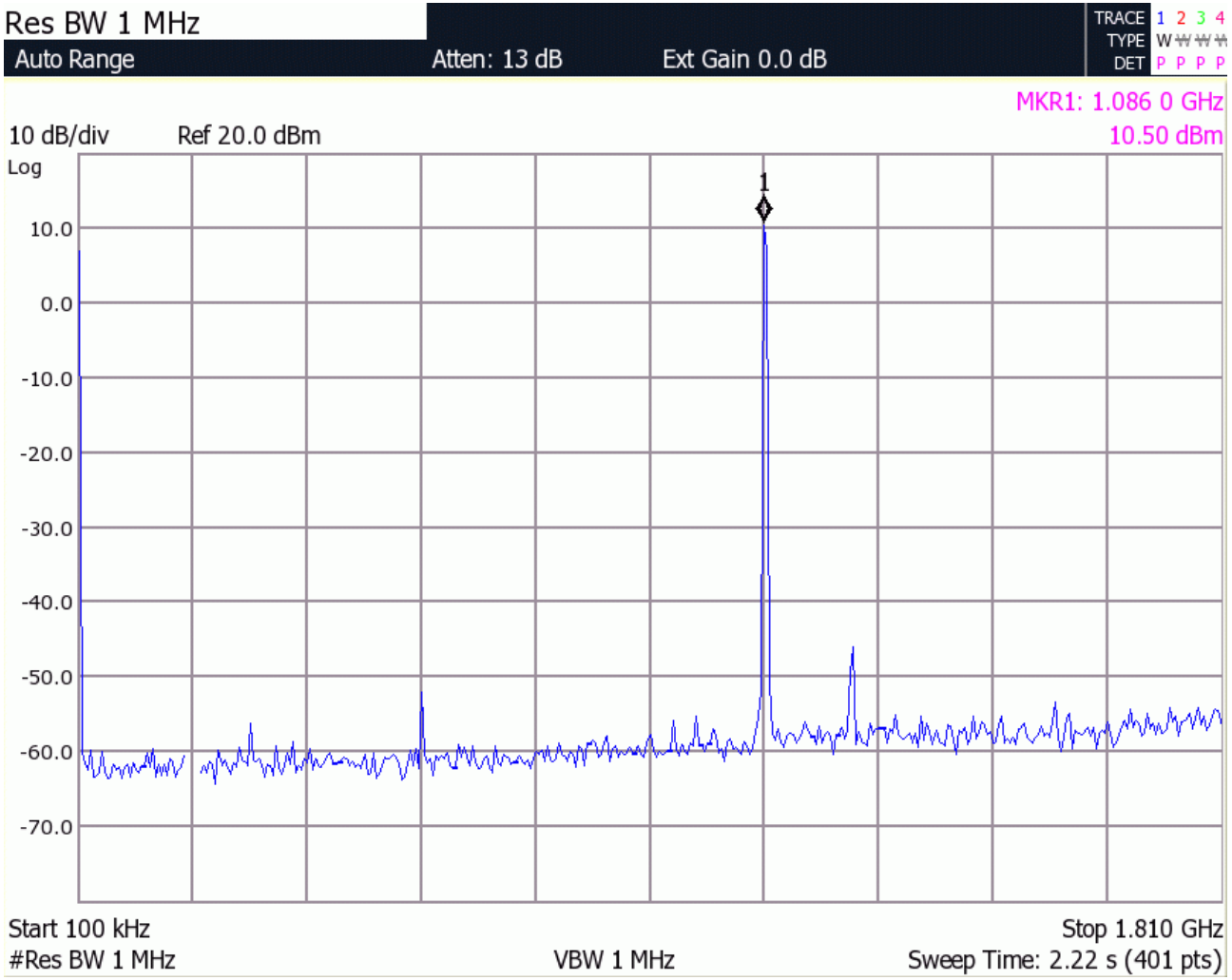
Symmetrischer Verdoppler

- am Ausgang des AMK-2:
  271,25 MHz -4 dBm
- am Ausgang des GALi-5:
  1085 MHz +2,5 dBm





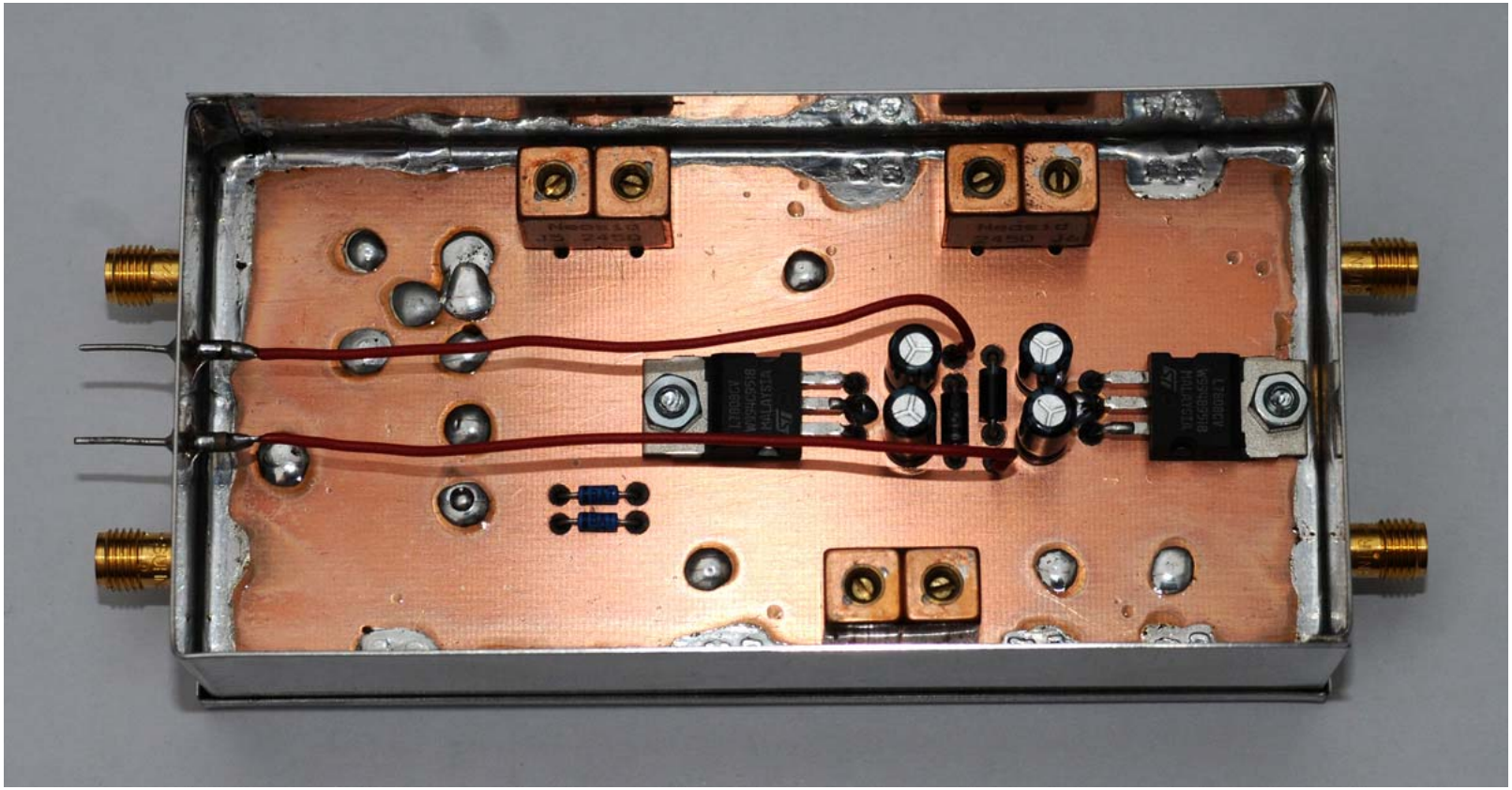
Ergebnis: Ausgangsspektrum



Ergebnis Frequenzaufbereitung

- Frequenzaufbereitung, geeignet für verschiedene Mikrowellenbänder
- Anbindung an Normalfrequenz
- 55 dB Nebenwellenabstand
- Phasenrauschen besser -141 dBc/Hz @ 1 GHz

Transverter für 2320 MHz

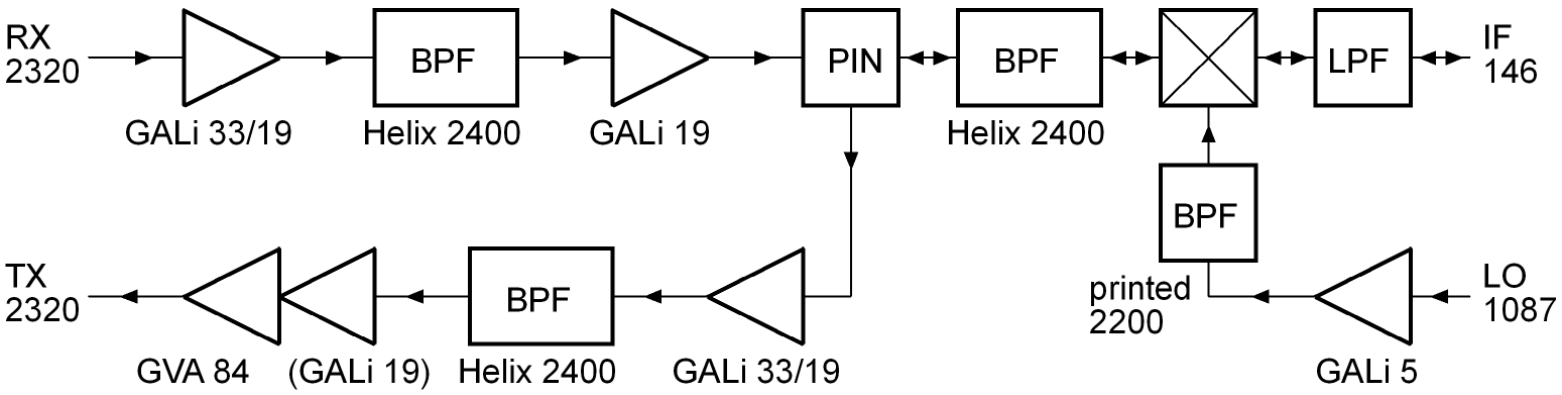


Transverter: Aktive HF-Bauteile

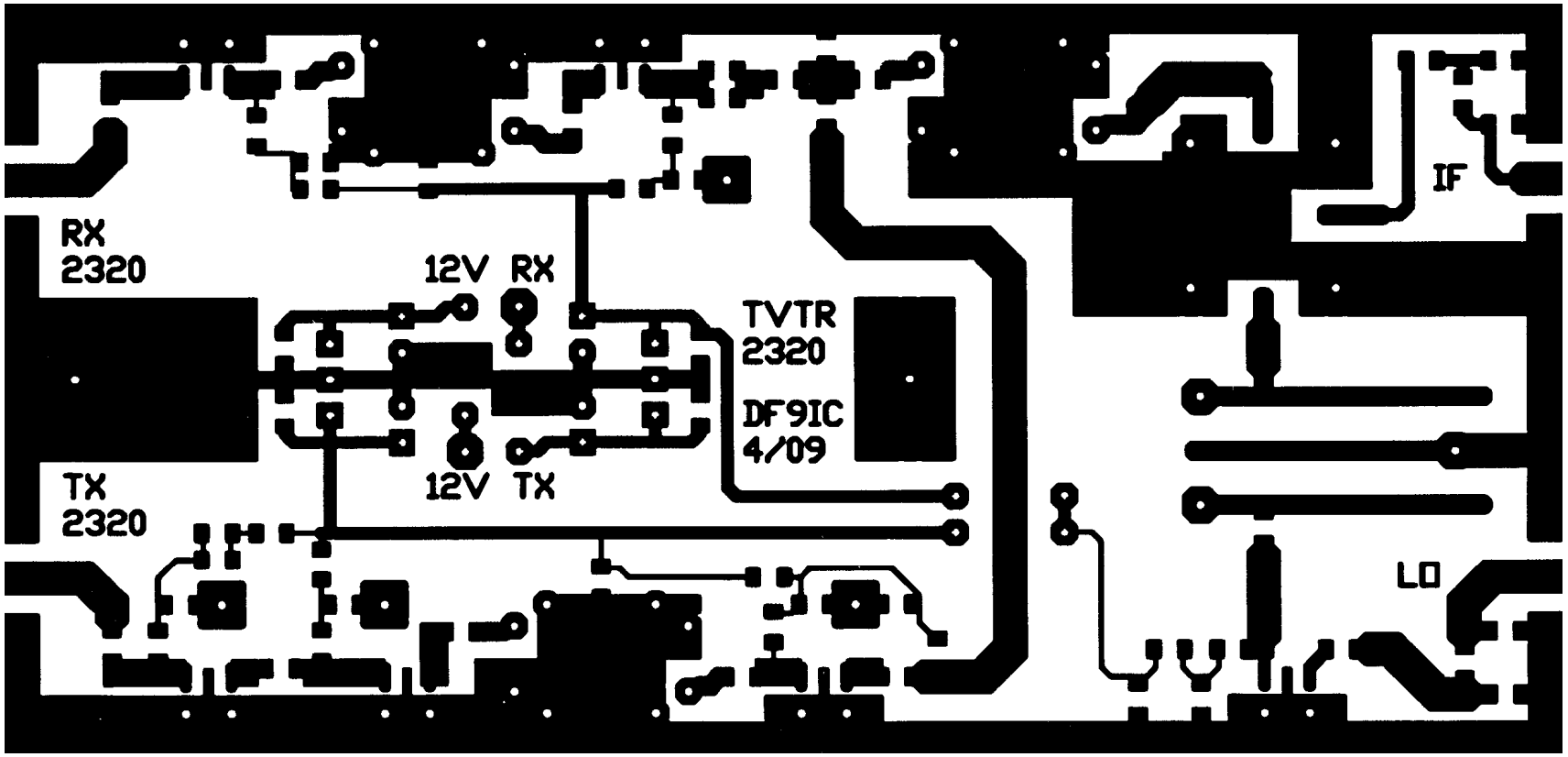
- Verwendung weniger Typen von MMICs, teilweise gegeneinander austauschbar
- GALi/GVA von Mini Ciruits: relativ gut beschaffbar, gute Wärmeableitung und Masse
  - GALi 19+ (ähnlich GALi 1): 10-12 dB Kleinsignal/RX
    GALi 33+ (ähnlich GALi 3): 15-20 dB Kleinsignal/RX
    GALi 5+: Vervielfacher/Kammgenerator/ZF-Verstärker
    GVA 84+: Kleinleistungsverstärker 20 dBm
- Standard-Mischer (Mini Ciruits SYM, WJ SME, ...)

Transverter: Blockschaltbild

- RX: 2-stufiger Verstärker, 2 Helixfilter
- TX: 2- oder 3-stufiger Verstärker, 2 Helixfilter
- LO: Verdoppler mit Bandpaß, ca. 10-13 dBm

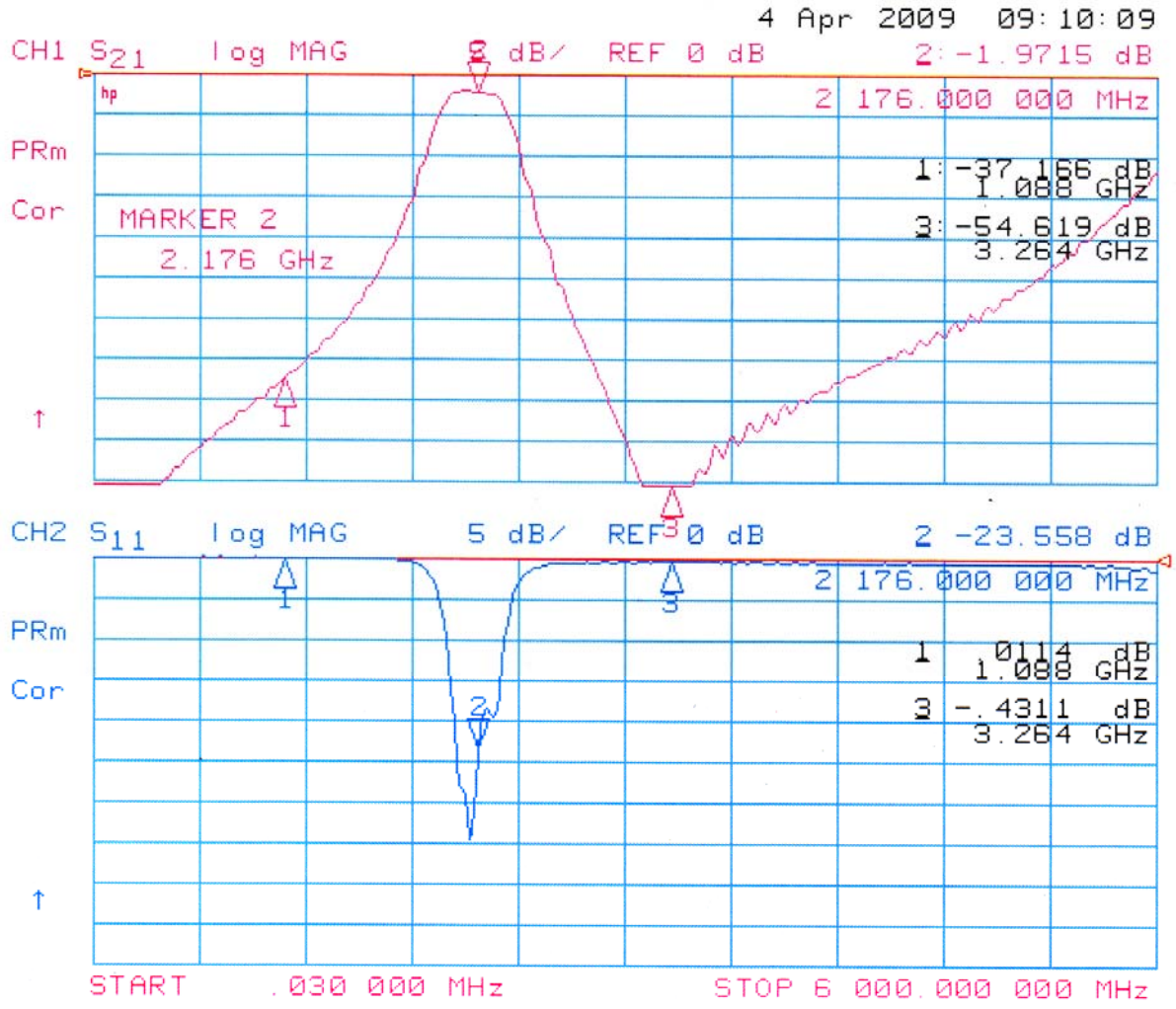


Layout 13-cm-Transverter

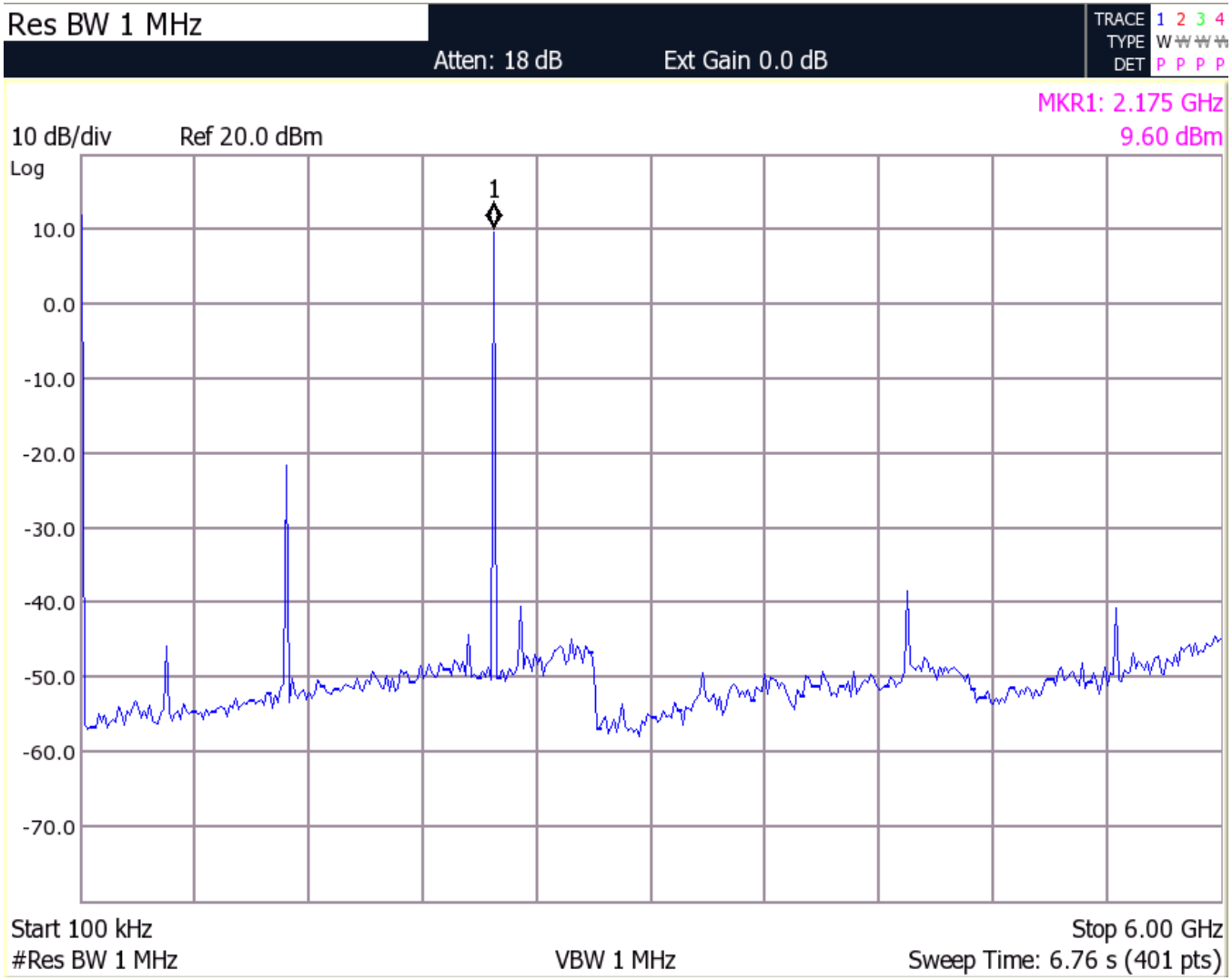


FR4 1,5 mm 55 x 111

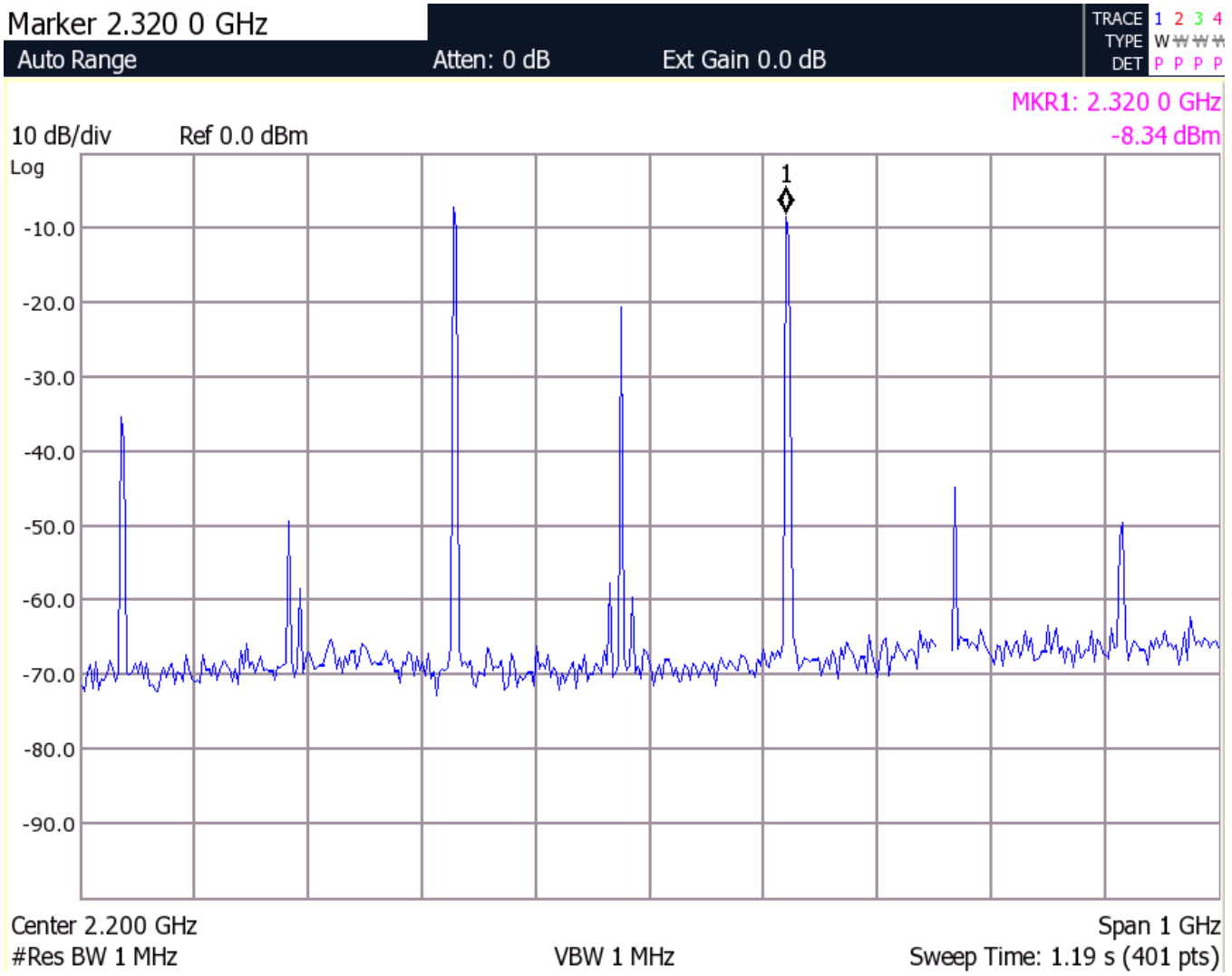
Bandpaß 2200 MHz FR4



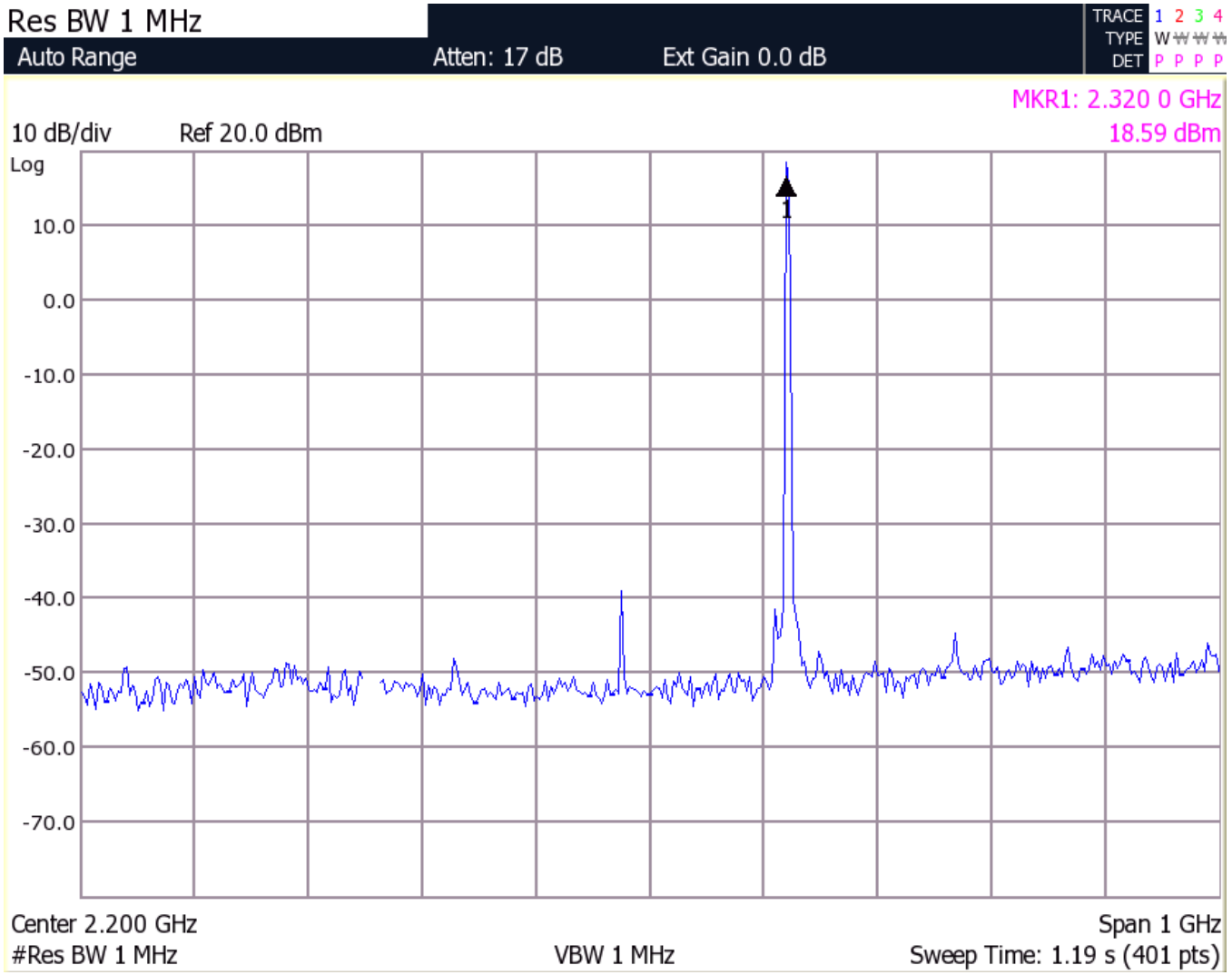
Verdoppeltes LO-Signal



Ausgangssignal des Mischers



Transverterausgang



Ergebnis 13-cm-Transverter

- Einfacher Aufbau:
  - FR4-Leiterplatte
  - nur MMICs GALi/GVA, flexible Bestückung möglich
  - nur 1 Typ Helixfilter
- TX: bis 20 dBm bei >55 dB Nebenwellenabstand
- RX: in Musterbestückung 4 dB Rauschzahl und 10 dB Verstärkung

Zusammenfassung

- Multiband-Stationskonzept für die Bänder 13/9/6 cm: Transverter im Shack, alle Verstärker am Mast
- Erste Baugruppen sind realisiert:
  - Multiplexer zur gemeinsamen Signalübertragung zwischen Shack und Mast
  - Universalfrequenzaufbereitung:
    13 cm: 2174 MHz / 2 = 1087 MHz
    9 cm: 3254 MHz / 3 = 1084,666 MHz
    6 cm: 5614 MHz / 6 = 935,666 MHz
    (auch für 23 cm: 1246 MHz)
  - 13-cm-Transverter