

CW Leistungssender für 122/134 GHz

Michael Kuhne DB6NT 12.2021

Die meisten im Amateurfunkbereich eingesetzten Millimeterwellen Mixer sind Subharmonic Mixer, die auch zum Senden verwendet werden. Die dabei erzeugte Sendeleistung liegt meist bei ca. 0,2 mW SSB oder noch weniger. Leistungsverstärker Chips für diese Frequenzen werden von der Firma Teledyne angeboten. Diese Chips erreichen eine Leistung von über 200 mW bei 23 dB Verstärkung (TSC 115-145G-5S4C). Diese Teile sind aber sehr schwer zu bekommen und noch schwieriger zu verarbeiten. Standard Bondgeräte reichen hier nicht mehr aus.

Eine weitere Möglichkeit ein starkes CW Sendesignal zu generieren, ist die Methode der Frequenzvervielfachung. Einige Möglichkeiten habe ich in vorherigen Veröffentlichungen schon beschrieben. Mir stand ein Frequenzverdoppler der Firma VDI zur Verfügung der bei 122-134 GHz eine Ausgangsleistung von ca. 200 mW verspricht. Dafür muss aber eine Ansteuerleistung von 0,5-0,6 Watt auf 61-67 GHz erzeugt werden. Der Wirkungsgrad dieses Verdopplers wird mit ca. 30% angegeben.

Die Suche nach einem entsprechenden Verstärker, der diese Leistung erzeugt war sehr zeitintensiv. Schließlich wurde ich bei der Firma **gotMIC** fündig. Diese Firma stellt eine große Palette an Chips für das 60 GHz Band her. Zwei davon habe ich als Vervielfacher bereits in meinen bisherigen CW-Sendern verwendet. Bei der Nachfrage nach diesem Chip **gAPZ0079** bekam ich die Information das es eine ähnlichen Verstärker auch als SMD-Variante im Lötgehäuse gibt, Type: **gMPA0038A**.

Diese Version ist zwar deutlich teurer, aber natürlich viel einfacher zu verarbeiten. Ich habe mich dann doch für diese SMD-Version entschieden.

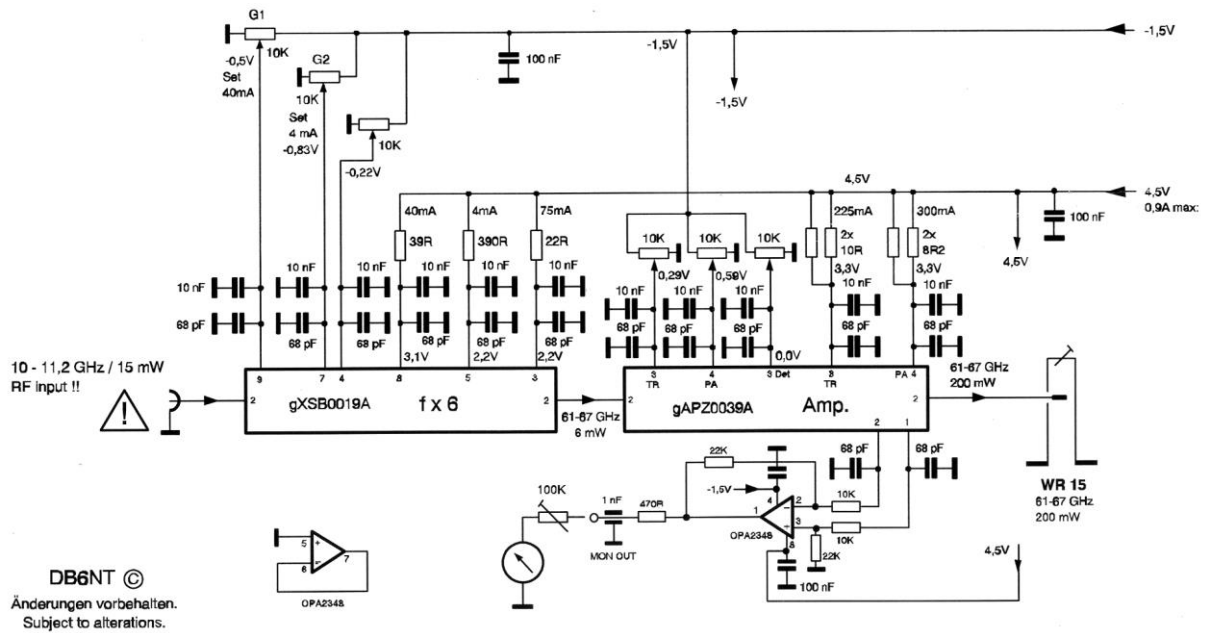
Hier sei noch erwähnt, dass die Beschaffung der benötigten Informationen zur Entwicklung des Verstärkers, das Erhalten eines Angebotes und der Teile sehr beschwerlich und zeitintensiv war...!

Anschließend nochmal die verkürzte Beschreibung des schon vorhandenen Vervielfachers, der zur Ansteuerung des 60 GHz Leistungsverstärkers verwendet werden soll.

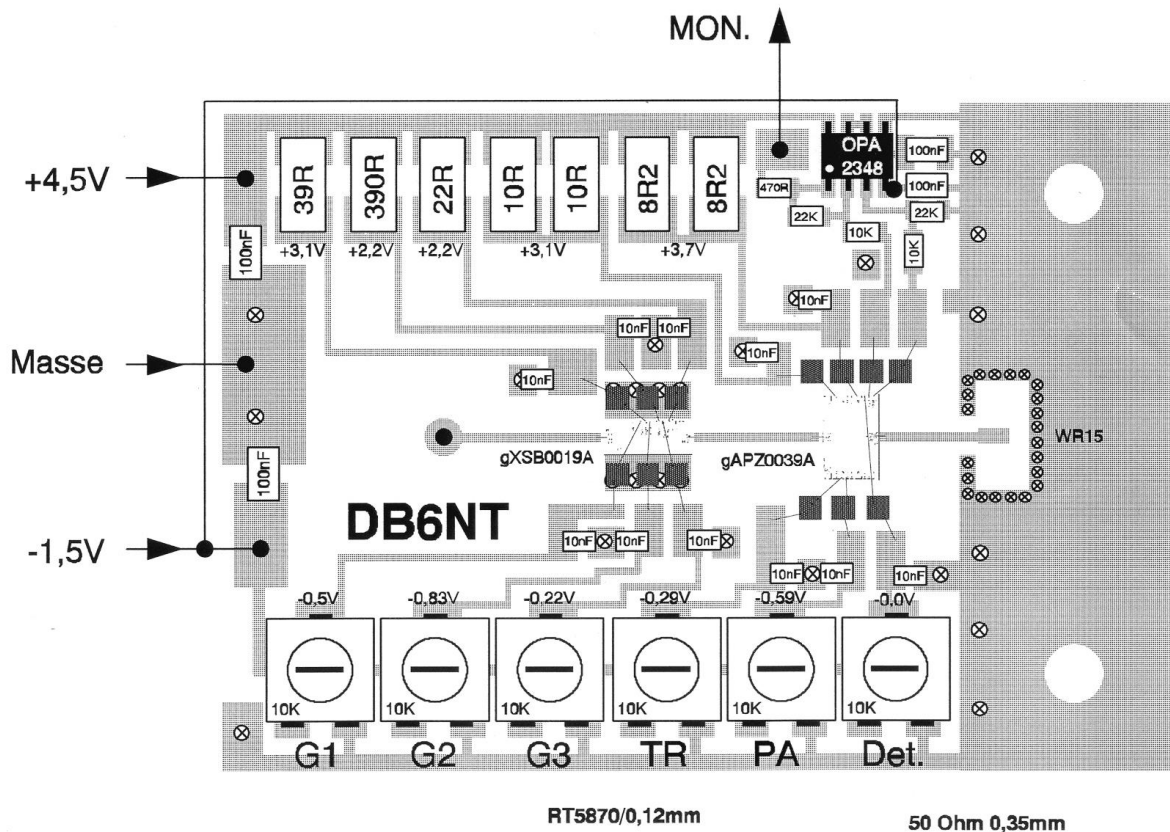
122 – 134 GHz Signalerzeugung:

Ein CW-Sender, der einen Dioden-Frequenzverdoppler für 122- und 134 GHz verwendet, benötigt als Steuerfrequenz 61- bzw. 67 GHz. Bei meiner Suche nach geeigneten Chips für diese Frequenzen fand ich den Versechsfacher **gXSB0019A** und den Leistungsverstärker **gAPZ0039A** der Firma **gotMIC** aus Göteborg (Schweden). Diese Kombination verspricht bei einer Ansteuerung von 15 mW (10 bzw. 11,2 GHz) eine Ausgangsleistung von >100 mW zur Ansteuerung eines Leistungsverstärkers und danach eines Leistungs-Frequenzverdopplers.

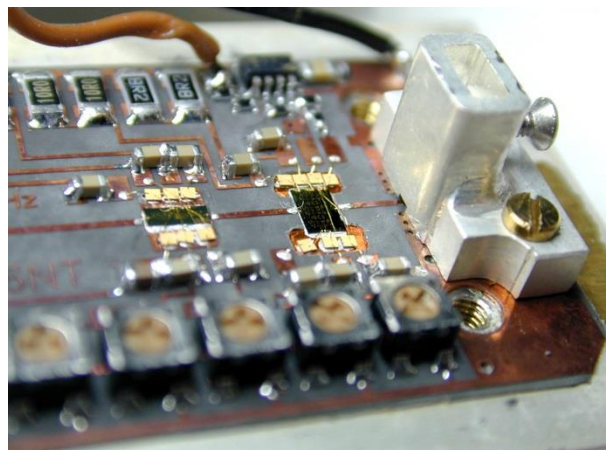
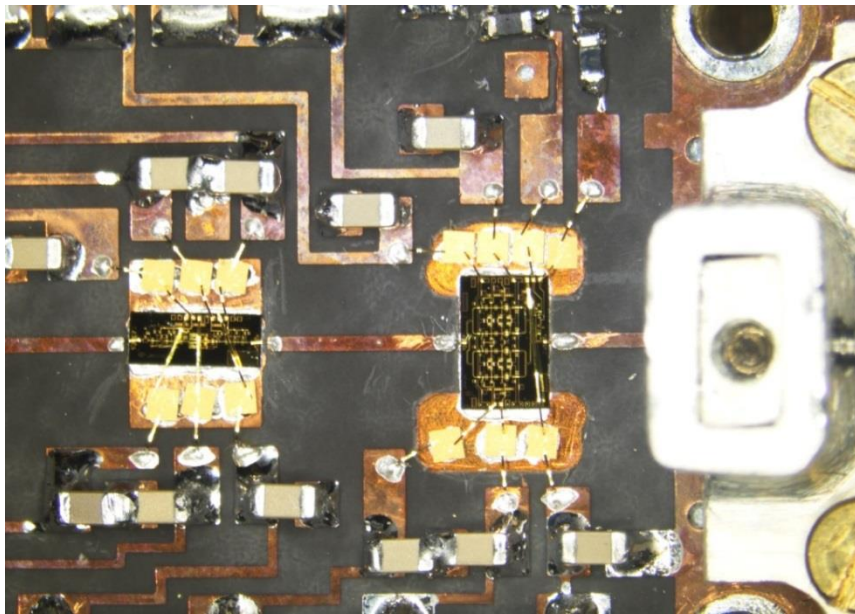
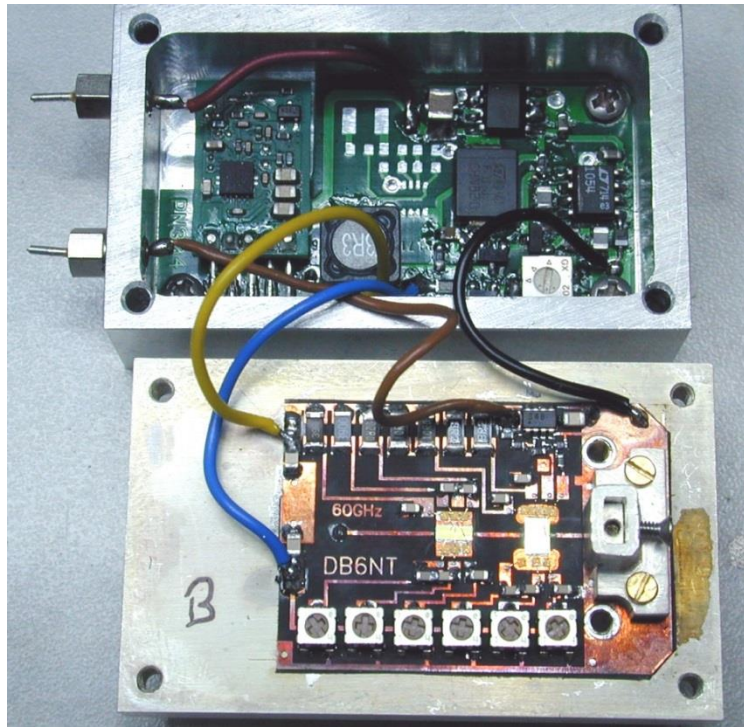
Die Leiterplatte ist aus RT5870, 0,12mm gefertigt und auf eine vorher bearbeitete Messingplatte gelötet. Die Plätze für die Chips und Kondensatoren werden nach dem Auflöten ausgefräst. Die Spannungsversorgung ist im Deckel montiert. Diese besteht aus einem Step-down Converter (OKR-T/3 Serie) und eine Minusspannungserzeugung mit dem LT1054 IC.

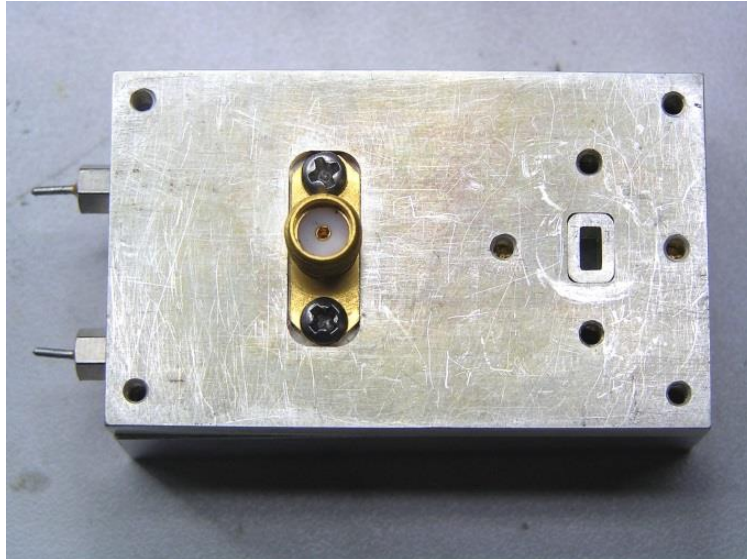


Die Spannungsangaben sind ohne HF-Ansteuerung der Schaltung.



Es wurden von dieser Baugruppe 3 Exemplare aufgebaut, die erzielten HF-Ausgangsleistungen sind vergleichbar.

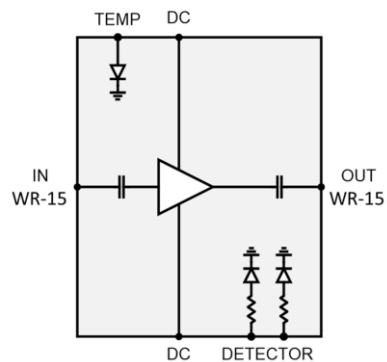




V-Band Verstärker mit 500 mW Ausgangsleistung:

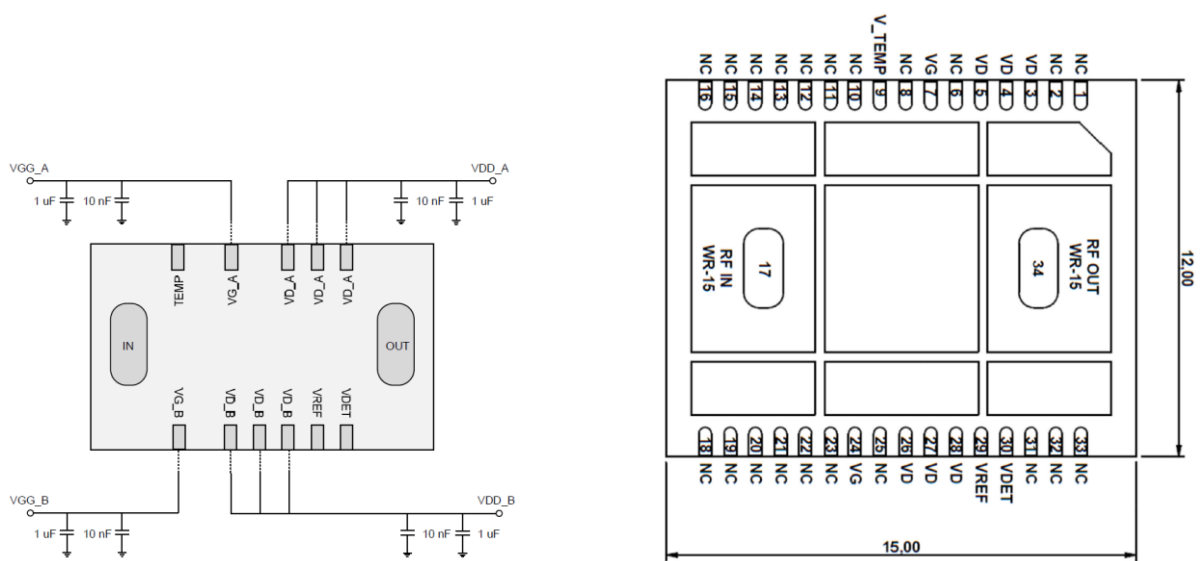
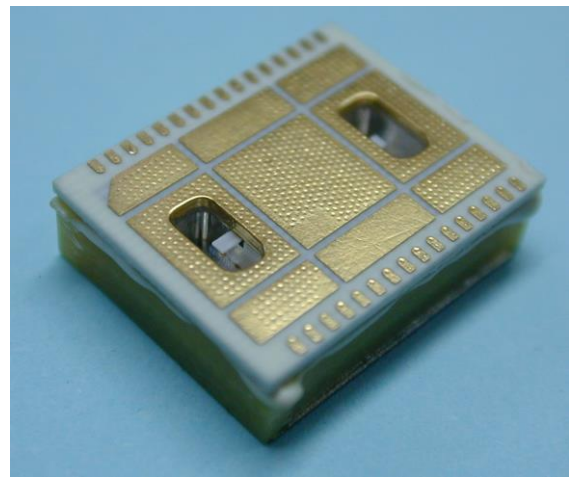
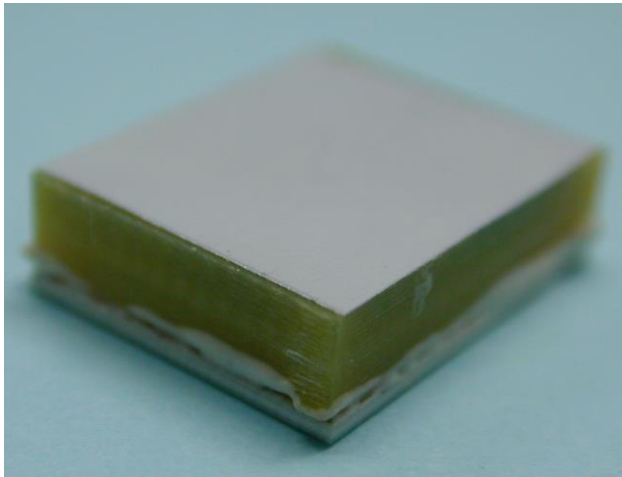
Hier sind die Kurzdaten des 60 GHz MMIC SMD Verstärkers.

PRELIMINARY gMPA0038A
SMD V-Band Power Amplifier
57-71 GHz (56-72 GHz)

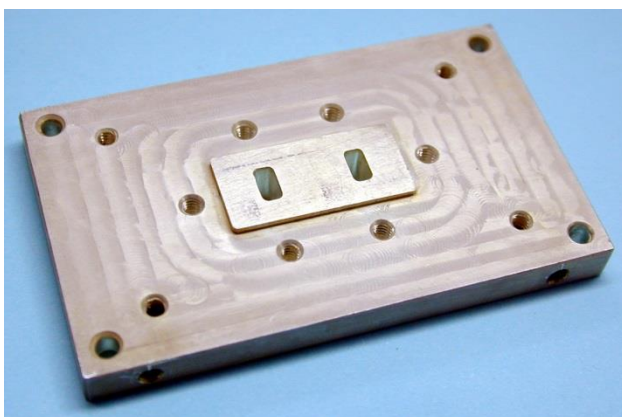


FEATURES

- SMD package (WR-15 interface)
- V-band coverage
- Gain: 14 dB
- P_{1dB}/P_{SAT}: 26.5/27.5 dBm
- OIP₃: 36.5 dBm
- Integrated detector
- Size: 12 x 15 x 4 mm



Der Verstärker wird auf eine 5 mm starke Messingplatte aufgebaut. In der Platte sind die entsprechenden Hohlleiter für Ein- und Auskopplung des Signals eingefräst. Der SMD-Verstärker wird dann mit Silberleitkleber **H20S** aufgeklebt. Diese Montageart gewährleistet eine sehr gute HF-Kontaktierung und eine optimale Kühlung des Bauteils. Es muss immerhin eine Abwärme von ca. 5 Watt abgeführt werden. Seitlich sind M2 Gewinde zur Montage eines Kühlkörpers zu sehen.



In rechtem Foto ist die PCB aufgelegt, die zur späteren Zuführung der Versorgungsspannung dient.

Ich habe zwei dieser Verstärker aufgebaut. Der Abgleich ist sehr einfach. Zuerst stellt man die Minus Gate-Vorspannung auf Maximum, ca. -2V. Nach dem Anlegen der Betriebsspannung wird dann der jeweilige Betriebsstrom eingestellt. Dieser ist an den zwei parallel geschalteten 1 Ohm Widerständen zu messen. Mehr ist nicht erforderlich.

Nun wird mit ca. 100 mW HF angesteuert und die Ausgangsleistung gemessen.

Die maximale Steuerleistung des Verstärkers ist mit 200 mW spezifiziert.

Ein Verstärker erreichte bei 61 GHz >620 mW und bei 67 GHz >420 mW Sättigungsleistung.

Das andere Exemplar bei beiden Frequenzen >500 mW. Das trifft die versprochenen Daten des Herstellers ganz gut.

Die Verstärker verfügen über einen Monitorausgang. Das ermöglicht eine Kontrolle der Ausgangsleistung. Die abgegebene Gleichspannung ist proportional zur Ausgangsleistung.

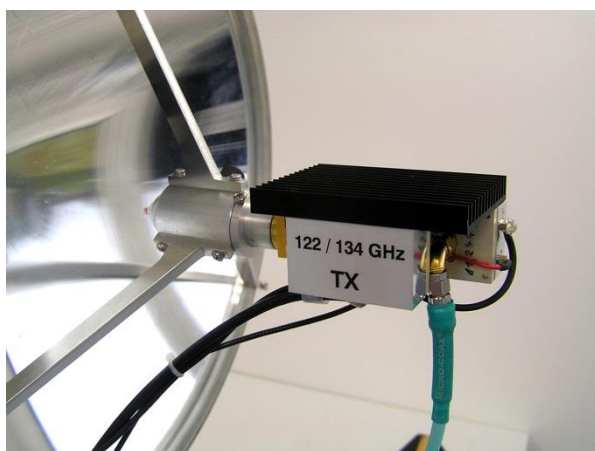
Die Stromversorgung des Verstärkers geschieht über einen Steppdown Regler. Der ist auch vom Wirkungsgrad sehr effizient um die Batterie bei Portabelbetrieb zu schonen. Der Regler ist auch überwacht und kann bei fehlender Minusspannung oder bei zu hoher Gehäusetemperatur abschalten.

Jetzt erfolgt der Zusammenbau des 60 GHz Vervielfacher-Modules und der PA sowie des Verdoppler-Modules zur Erzeugung der 122/134 GHz Frequenz. Zur Kühlung der Baugruppe ist ein kleiner flacher Kühlkörper montiert. Dieser dient auch zur mechanischen Stabilisierung der Einheit. Die Spannungsversorgung erfolgt über zugentlastete Kabel.

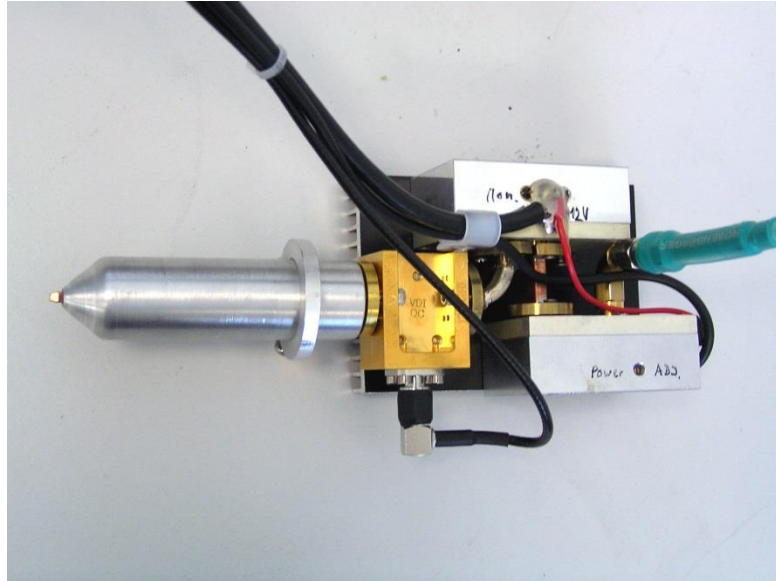
Die Ansteuerung der LO-Frequenz wird über ein Koaxkabel vom Oszillator realisiert. Die Oszillatorbaugruppe ist eine **MKU LO 8-13 PLL**, die auch für die anderen Frequenzen genutzt wird. Dieser Oszillator wird durch eine 10 MHz OCXO von **MORION Inc. Type. MV103a** gesteuert. Diese Type hat sich seit vielen Jahren bewährt. Er ist sehr schnell auf der Betriebsfrequenz und hat auch bei 241 GHz eine sehr hohe Wiederkehrgenauigkeit.

Eine Einspeisung eines externen 10 MHz GPS Disziplinierten Oszillators ist auch vorgesehen.

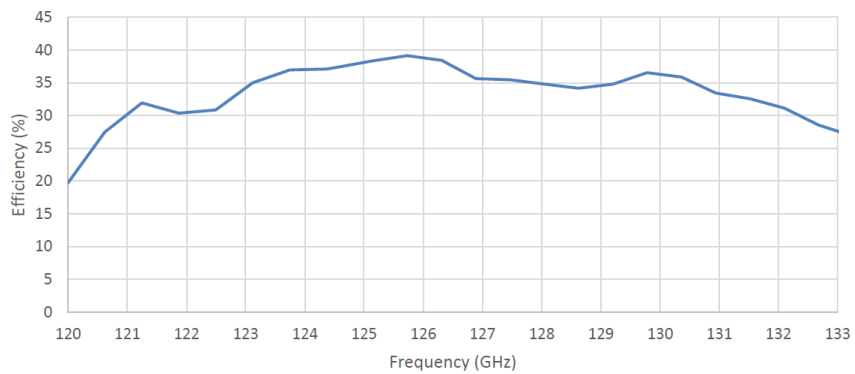
Die CW-Tastung erfolgt auch über eine Funktion des PLL-Oszillators. Diese Funktion ist da schon eingebaut.



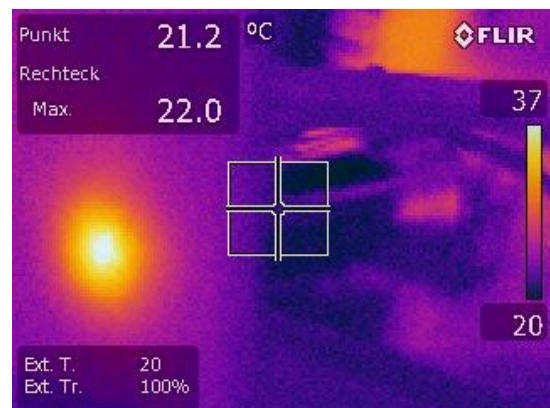
Hier ist die fertig montierte HF-Einheit des CW-Senders zu sehen. Diese Einheit besitzt eine 20 mm Aufnahme mit WR8 Hohlleiter als Strahler und kann durch andere Einheiten wie Converter ausgetauscht werden.



Das Messprotokoll des Verdopplers von VDI zeigt den Wirkungsgrad über die Frequenz. Das sollte bei 122 GHz bei 30% und bei 134 GHz bei 25% liegen.



Die Leistungs-Messung bei 122/134 GHz ergab eine Anzeige von >100 mW. Hier ist auch der Anschlag meines PROCOM Powermeters mit angeschlossenen selbstgebauten Diodenmesskopf. Eine Messung mit einem kalibrierten Powermeter werde ich zu einem späteren Zeitpunkt nachholen. Das „Zuhalten“ des Hohlleiters mit einem Finger erzeugte einen kleinen stechenden Schmerz... Die 200 mW sind ja auch nur auf die 2mm Fläche der Hohlleiteröffnung verteilt. Ein weiterer HF-Leistungsnachweis ergab sich durch das Anstrahlen einer Absorbermatte unter Beobachtung mit einer Wärmebild Kamera.



Quellen- und Literatur Verweise:

Technische Daten des **gXSB0019A** und **gAPZ0039A** sowie **gMPA0038A**

<https://www.gotmic.se/>

Sigurd Werner DL9MFV: Oszillatoraufbereitung für 122 GHz:

Frequenzvervielfacher auf 61 GHz und Signalverstärkung

UKW- Berichte 1/2013

Sigurd Werner DL9MFV: Verbesserte Frequenzverdoppler für 122 GHz

UKW- Berichte 3/2014

Sigurd Werner DL9MFV: Frequenzverdoppler für 122 GHz im Zwei-Schalenaufbau

UKW- Berichte 3/2013

Michael Kuhne DB6NT: Signalerzeugung für die mm-Wellen Bänder

http://www.db6nt.de/fileadmin/userfiles/_pdf/download_archiv/Signal%20Erzeugung%20fu%CC%8r%20die%20mm-Wellen%20Ba%CC%88nder2.pdf

Michael Kuhne DB6NT: CW Sender für die mm-Wellen Bänder 122 -134 und 241 GHz

http://www.db6nt.de/fileadmin/userfiles/_pdf/download_archiv/CW%20Sender%20fu%CC%88r%20die%20mm.pdf

SALUT ELECS Ltd. Dioden Daten:

http://www.db6nt.de/fileadmin/userfiles/_pdf/download_archiv/Elecs.pdf

MACOM Diode **MA46H146:**

<https://cdn.macom.com/datasheets/MAVR-000146.pdf>

MACOM Diode **MA4E1310:**

<https://cdn.macom.com/datasheets/MA4E1310.pdf>

Teledyne GaAs Millimeter Wave/Sub-Millimeter Wave Schottky Diodes:

<http://www.teledyne-si.com/products-and-services/scientific-company/gaas-millimeter-wave-sub-millimeter-wave-schottky-diodes>

ACST GmbH Dioden:

<http://www.acst.de/>

Virginia Diodes, Inc.:

<https://vadiodes.com/en/products-6/w-and-g-band-diodes>

Teratech Dioden:

<http://www.teratechcomponents.com/>

Teledyne mmWave MMIC-Power Amplifier:

<http://www.teledyne-si.com/products-and-services/scientific-company/mm-wave-and-thz-pa-chips>

DB6NT Download Archiv:

<http://www.db6nt.de/download-archiv.html>