

76 GHz Verstärkertechnik

DB 6 NT Michael Kuhne 12.2003

In den letzten Jahren wurden verschiedene Halbleiterchips für 76 GHz entwickelt. Anwendungen dafür sind die Abstands-Radar-Geräte, die in Autos der gehobenen Preisklasse eingebaut werden. Der Frequenzbereich entspricht genau dem Amateurbereich von 76032 MHz. Dieses hat den Verfasser bewogen seine bisherigen Transverter, mit entsprechenden neuen Bausteinen, den Stand der Technik näher zu bringen. Leider kommt man auf dieser hohen Frequenz und den zu Verfügung stehenden Chips nicht ohne Bondkontaktierung aus.

Hersteller

Chips werden von Firmen wie z.B. **UMS** und **INFINEON**, jetzt **TRIQUINT** oder anderen hergestellt. Diese Verstärker oder Verdoppler sind intern angepasst und werden für einen Frequenzbereich 76...77 GHz gefertigt.

Aufbau

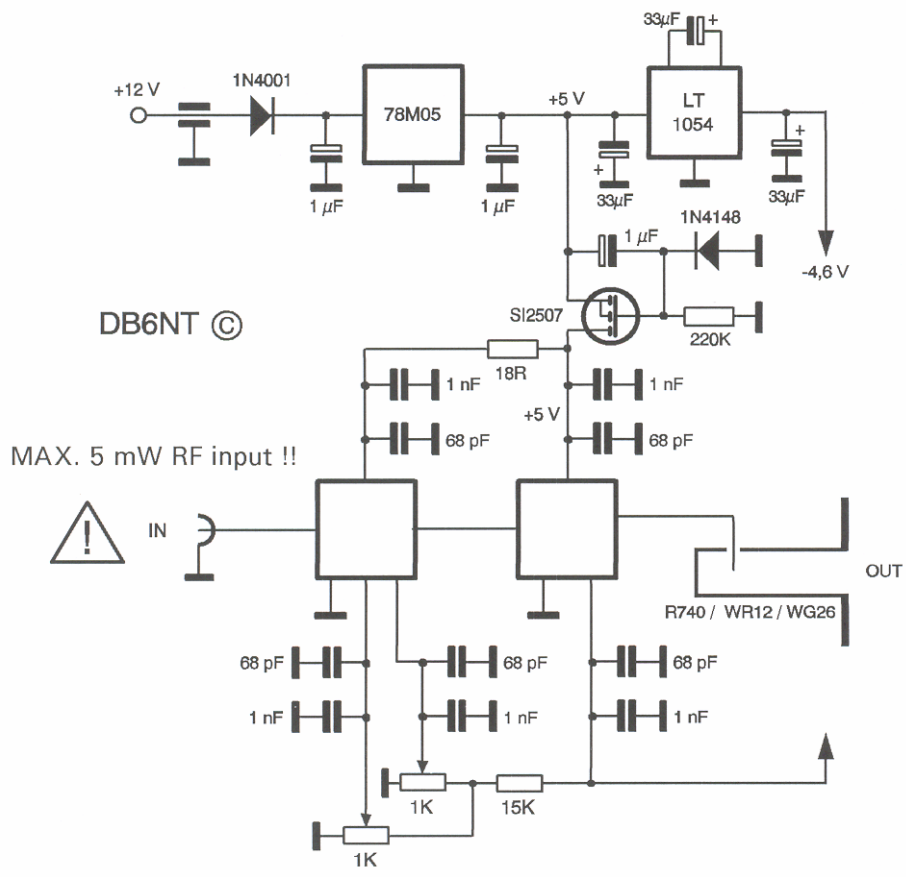
Der Aufbau erfolgt auf einer 5 mm starken und 30 x 50 mm großen Messingplatte mit entsprechenden Ausfräsungen für Hohlleiter und Bohrungen für die verstellbaren Abstimmtrieb. Die Montage der 0,12 mm starken RT/duroid 5880 ROGERS Leiterplatte erfolgt durch Auflöten. Hierzu ist die Messingplatte vorher zu verzinnen. Durch diese Anordnung ergibt sich eine direkte Einkopplung von der Leiterplatte in den Hohlleiter. Ferner lässt sich der Verstärker axial drehen und somit als „Wendeverstärker“ für Senden und Empfangen nutzen.

Bonden

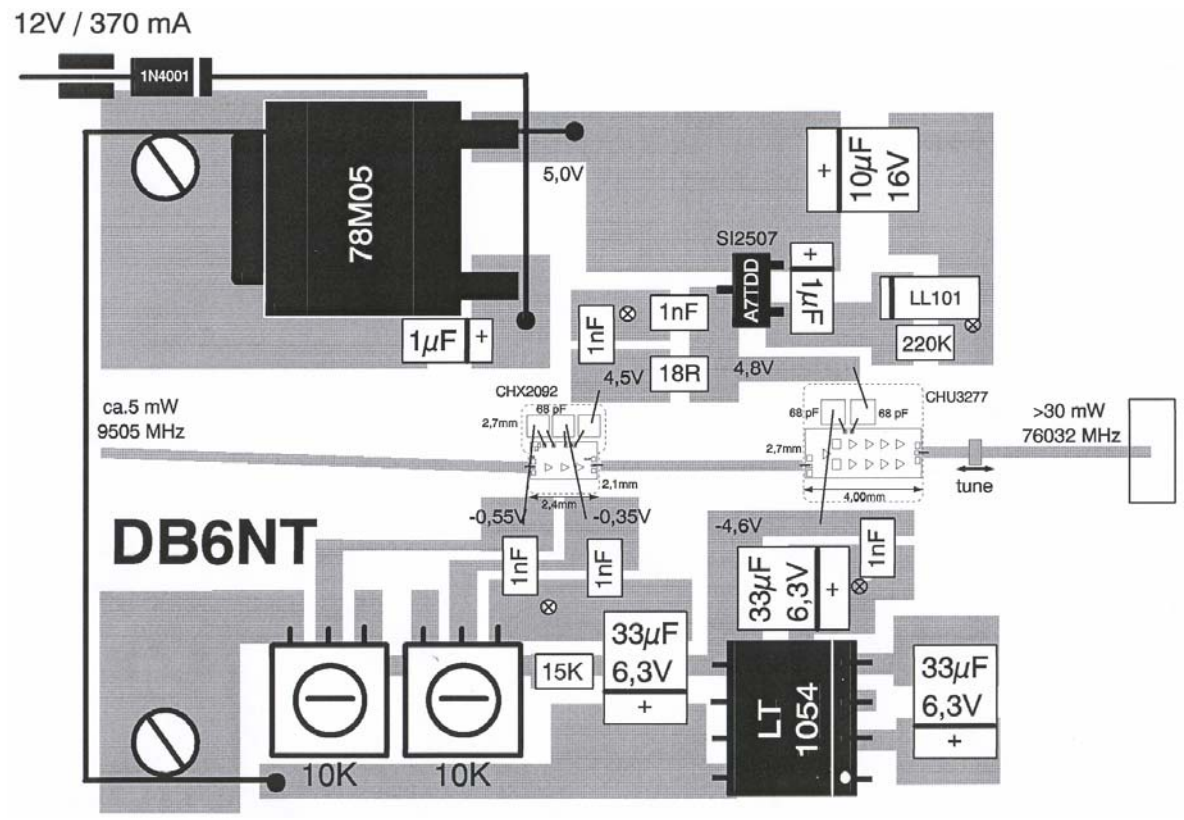
Die Verstärkerchips werden in eine Ausfräsung der Leiterplatte eingeklebt (die-bonding) und im „wedge-wedge“ Bondverfahren mit 25 μ Golddraht ohne Bondloop mit der Leiterplatte verbunden. Der Spalt zwischen Leiterplatte und IC sollte dabei so gering wie möglich sein, um kurze Bonddrahtlängen und somit gute HF-Eigenschaften zu erreichen (Bonddraht = Induktivität = Tiefpass!). Die Versorgung der Halbleiter mit Betriebsspannung für Gate und Drain erfolgt über Bondverbindungen mit normaler „loop“ auf „singellayer Chipkondensatoren“, die unmittelbar neben den Verstärkerchips eingeklebt sind und dann weiter auf die Leiterplatte. Die Chipkondensatoren sind notwendig, um Schwingneigungen durch zu lange Bonddrähte zu minimieren und somit eine gute HF-Abblockung zu erreichen. Das Bonden auf weichen Substraten (9) wie TEFLON erfordert höhere Ultraschalleistung als auf den Halbleiter. Um eine optimale Haftung der Drähte auf der Kupferleiterbahn zu erreichen wurde zusätzlich etwas Leitkleber aufgetragen.

Frequenzvervielfacher mit CHX2092 und CHU3277 von UMS

Die nachfolgende Schaltung ist ein Verachtfacher der aus 9504 MHz mit etwa 5 mW eine Ausgangsfrequenz von 76032 MHz bei min. 30 mW erzeugt. Leider konnte bei dem ersten Versuchsaufbau die propagierte Ausgangsleistung des Chipherstellers von 60 mW nicht erreicht werden. Aber ich denke, dass gegenüber meiner bisherigen Sendeleistung von 1 mW eine deutliche Verbesserung erzielt wurde. Weitere Aufbauten werden folgen um eine weitere Vergrößerung der Ausgangsleistung zu erreichen. Die Schaltung ist sehr stabil und neigt auch zu keinerlei Schwingungen. Der Abgleich beschränkt sich auf das Optimieren der Arbeitspunkte mit den Trimpotentiometern, das Optimieren durch Einstellen der Abstimmtrieb des Hohlleiterübergangs und das Aufbringen eines einzelnen Abstimmtriebchens auf der Auskoppelstreifenleitung.



Schaltung des Frequenzverachtfachers



Bestückplan des Frequenzverachtfachers

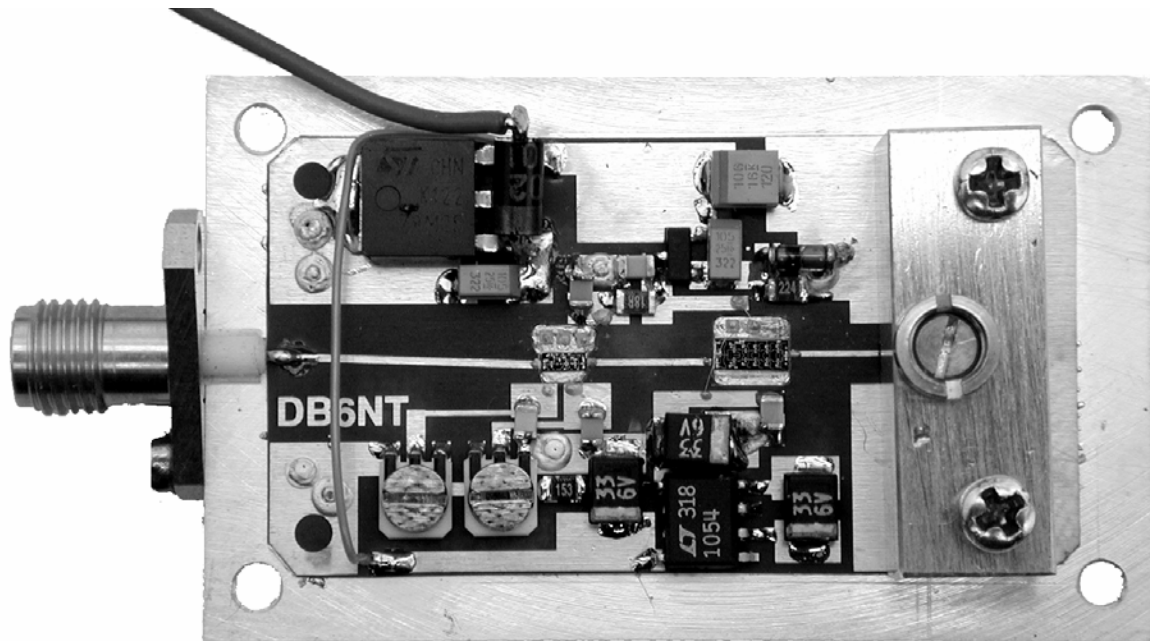
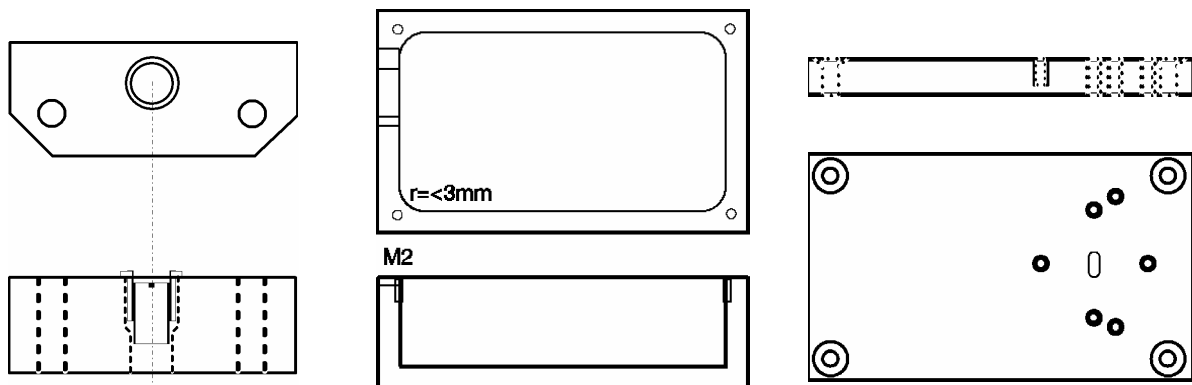


Foto des Frequenzverachtfachers



Skizze: Abstimmtrieb

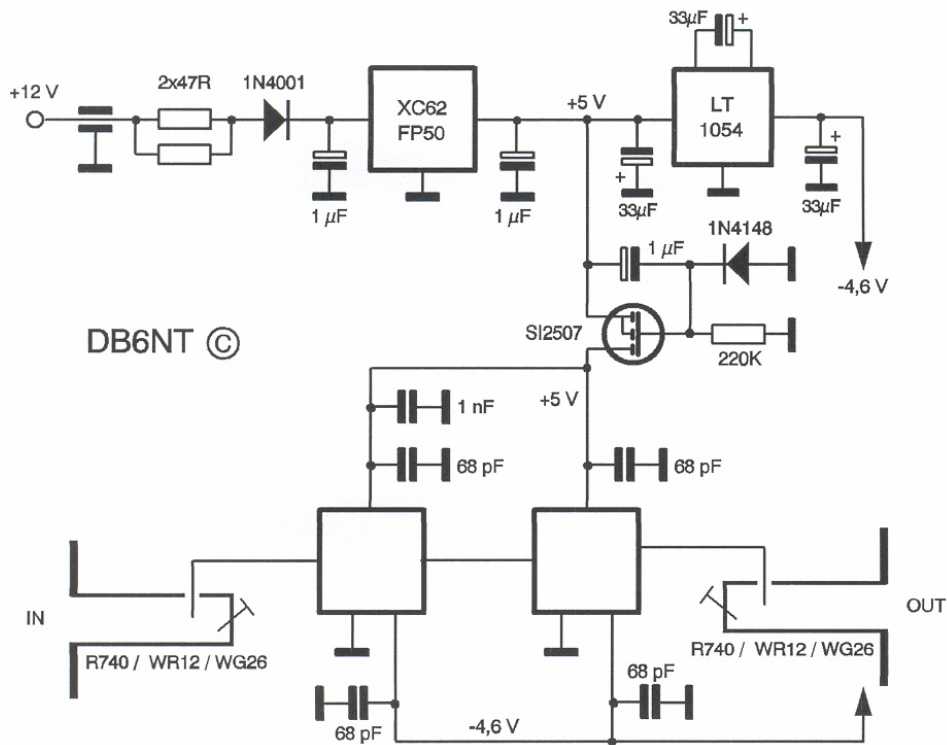
Deckel

Grundplatte

Vorverstärker mit CHA1077

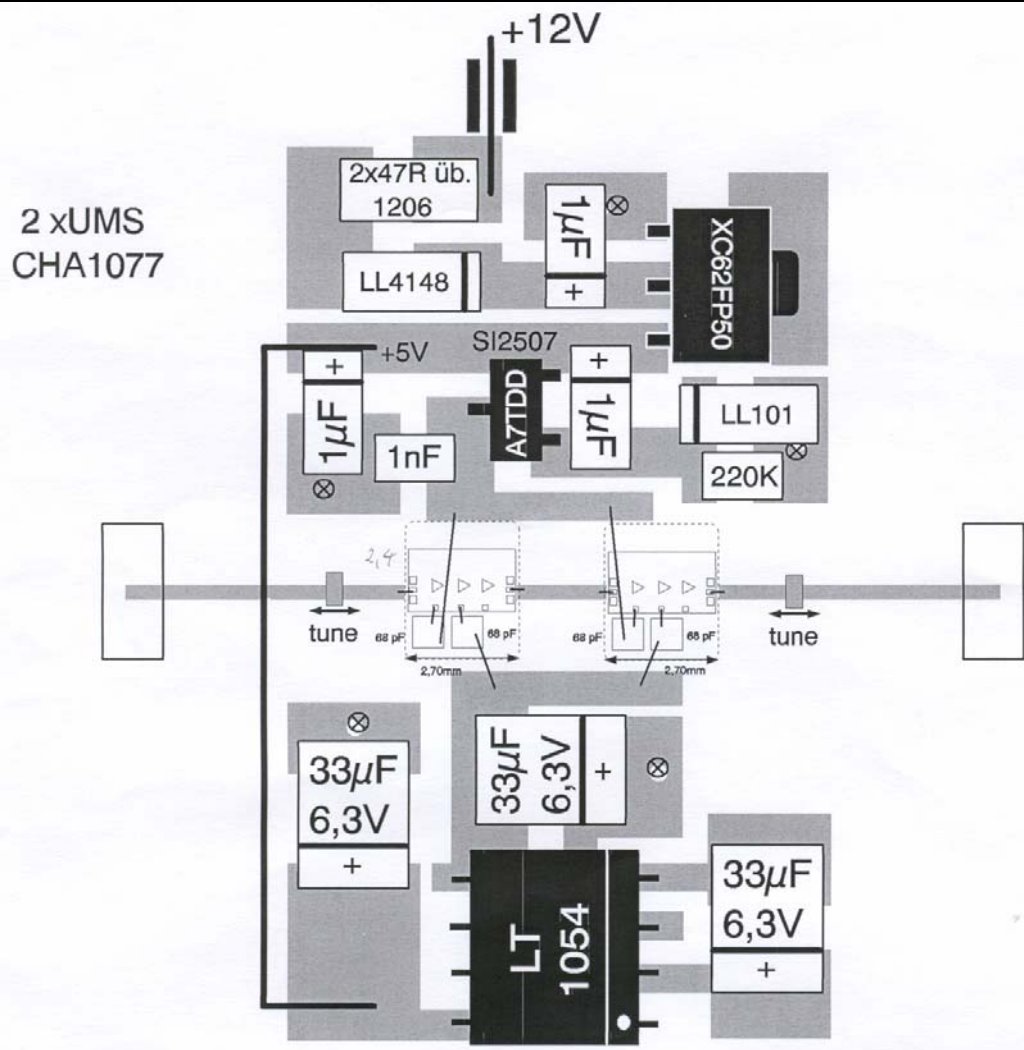
Im nachfolgend beschriebenen rauscharmen Vorverstärker sind 2 Stück CHA1077 von UMS in Serie geschaltet. Dabei besteht das Risiko einer erhöhten Schwingneigung. Eine einstufige Version kann bei Bedarf leicht aufgebaut werden. Die Verstärkerchips stellen sich über ein internes Bias Netzwerk den Arbeitspunkt selbst ein, es ist lediglich die entsprechende Gate- und danach die Drainspannung anzulegen. Dafür ist die im Schaltplan eingezeichnete Schaltstufe mit einem P-Kanal MOSFET eingebaut, die das Zuschalten der Drainspannung um einige Millisekunden verzögert.

Leider waren bei Drucklegung des Tagungsheftes die Messungen am Prototypenaufbau noch nicht abgeschlossen, aber die vom Hersteller propagierten Daten lassen auf eine deutliche Verbesserung der bisherigen Transvertereigenschaften hoffen. Die Rauschzahl wird von UMS mit typ. 4,5 dB NF und die Verstärkung pro Chip mit typ. 15 dB angegeben. Der 1 dB Kompressionspunkt der Ausgangsleistung soll bei 10 mW liegen. Diese Ausgangsleistung macht den Verstärker auch für die Anwendung als Sendeverstärker interessant.



DB6NT ©

Schaltplan des 76 GHz Vorverstärkers



Bestückplan des 76 GHz Vorverstärkers

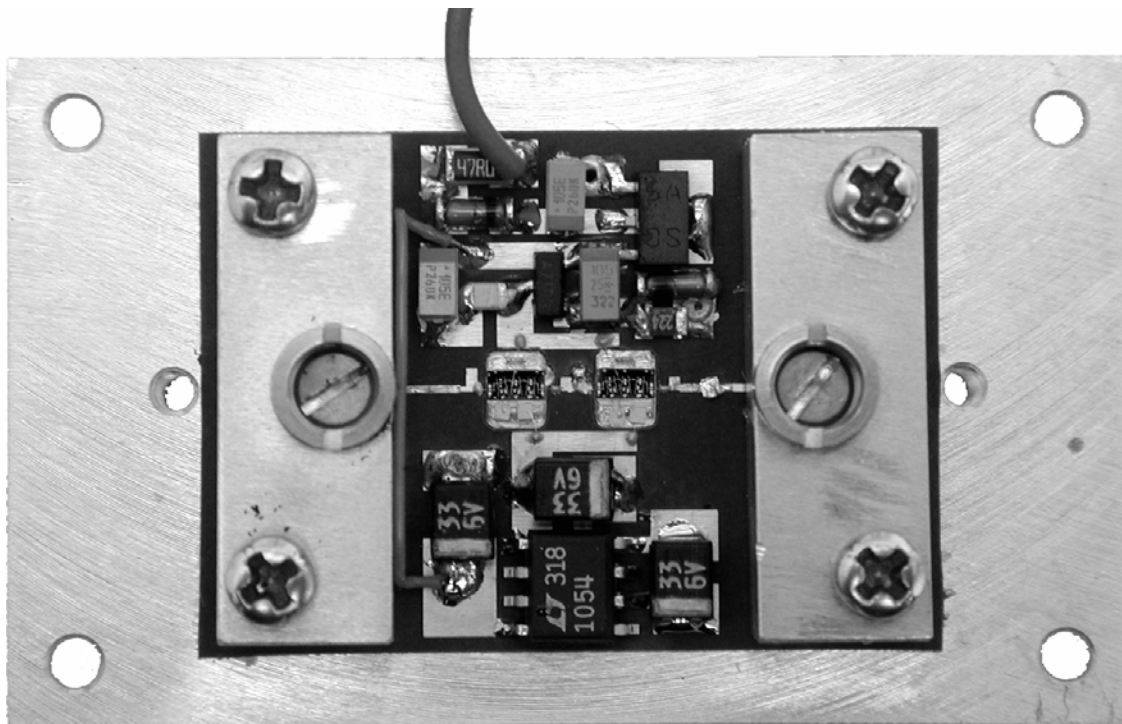
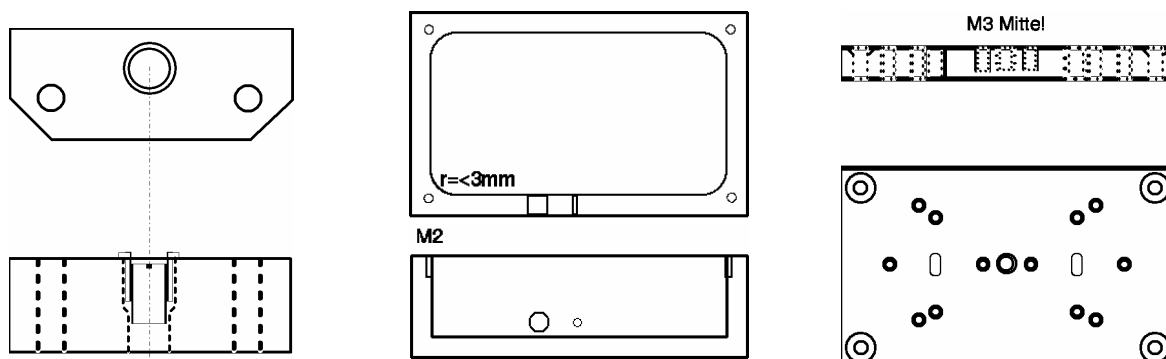


Foto des 76 GHz Vorverstärkers



Skizze: Abstimmtrieb

Deckel

Grundplatte

Messungen

Rauschzahl und Verstärkung werden über einem 76 GHz DB6NT Transverter mit 2-Kreis-Hohlleiterfilter gemessen. Dazu wurde ein Noise Gain Analysator von EATON 2075B mit einer kalibrierten Eigenbau-Hohlleiterrauschquelle benutzt. Die Leistungsmessung erfolgte durch ein HP432A mit Powersensor 45775H-1100 von Millitech.

Ich hoffe bei der Tagung die ermittelten Messwerte bekannt geben zu können.

Diese und andere Beschreibungen werden auf meiner Web Seite www.db6nt.de unter Transverter als PDF-File abgelegt und aktualisiert.

Zusammenfassung

Die erreichten Werte dürften einen deutlichen Fortschritt für die Amateurfunktechnik in dem 76 GHz Band darstellen. Sicherlich wird es in Zukunft weitere interessante Verstärker IC's geben, die noch bessere Ergebnisse bringen. Als einzige Hürde für den Nachbau ist die Bondtechnologie zu sehen, die leider nicht zu umgehen ist.

Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei Herrn **Gerold Henning** für die Inbetriebnahme unserer Bondanlage und die Verarbeitung der Prototypen. Der optimale Aufbau wurde unter anderem durch **Gert DG8EB** und **Hubert DG1KBF** realisiert.

Literatur Quellen / Nachweis

- (1) Ein einfaches Konzept für einen 76 GHz Transverter **DL9MFV** UKW-Berichte 4/2002
- (2) Signalverstärker für 76 GHz **DL9MFV** UKW-Berichte 1/2003
- (3) Leistungsaddition bei 76 GHz **DL9MFV** UKW-Berichte 3/2003
- (4) Datenblatt, **UMS CHA1077** www.ums-gaas.com
- (5) Datenblatt, **UMS CHX2092**
- (6) Datenblatt, **UMS CHU3277**
- (7) 76 GHz **Transverter**, DB6NT DUBUS 1.94 / Technik Buch IV
- (8) 47 GHz **Hohlleiterfilter**, OE9PMJ GHz Tagungsheft Dorsten 1992
- (9) **Wire bonding to Soft Substrates**, DENIS BOULANGER Microwave Journal Feb.1990

Begriffe und eingetragene Warenzeichen, die im Text verwendet wurden, sind ausschließlich das Eigentum der entsprechenden Unternehmen.