

Eisch-Kafka-Electronic

Ulm

23-cm-USER - Transceiver
nach DF2VO, DC8SE

Handbuch
Stand: 9.08.95

Eisch-Kafka-Electronic GmbH
Inh. Annemarie Eisch-Kafka
Abt-Ulrich-Str.16
89079 Ulm - Göggingen
Tel:07305/23208
FAX 07305/23306

Alle Vertriebsrechte für diesen Bausatz sind exklusiv bei Eisch electronic.
Copyright für Beschreibung und Bausatz bei den Verfassern. Abdruck, ganz oder teilweise, sowie kommerzielle Nutzung nur mit schriftlicher Genehmigung der Verfasser.

Verstöße werden strafrechtlich verfolgt.

Sie haben sich für den Bausatz 23-cm USER - Transceiver nach DF2VO und DC8SE entschieden. Das vorliegende Handbuch soll mehrere Aufgaben erfüllen:

- Ihnen die Funktionen der Schaltungen erläutern
- Hilfestellung beim Aufbau geben
- Hilfestellung beim Abgleich geben
- Hilfestellung bei der Fehlersuche geben
- Hinweise für die Zusammenschaltung der Baugruppen geben
- ... und Sie für weitere Angebote aus unserem Lieferprogramm interessieren.

Wir sind für Verbesserungs- und Ergänzungsvorschläge immer dankbar. Der Inhalt des Handbuches wurde in Zusammenarbeit mit DF2VO erstellt.

Sollten Sie Fehler finden, bitten wir um Rückmeldung (wir sind auch nur Menschen).

Teile der Schaltung wurden bereits von DF9IC und anderen verwendet.

Adressen der Entwickler:

Michael Bloch, DF2VO @ DB0HOM, Karl-Leibrock-Str.7, 66424 Homburg
Ulrich Kafka, DC8SE @ DB0ULM-8, Abt Ulrich Str.16, 89079 Ulm

Technische Daten:

Sender und Empfänger

Frequenzbereich:	1240 MHz bis 1300 MHz
Kanalzahl:	Einkanalgerät (ohne externen Synthesizer)
Kanalraster:	20 kHz; 25 kHz; (30 kHz)
Frequenztoleranz:	max. +/- 2kHz im Temperaturbereich von +10°C bis +55°C
Betriebsarten:	bedingtes Gegensprechen (bGU oder bGO)
Modulationsart:	F2, F3 und F9 mit oder ohne Pre-/Deemphasis
Klirrfaktor:	< 10% bei Nennhub

Sender:

Sendeleistung an 50Ω:	> 1,2 Watt
Frequenzhub:	Nennhub 3,0 kHz, Spitzenhub 5 kHz
NF-Eingangsspannung:	
Eingang NF/AFSK:	40 mV an 10kΩ für Spitzenhub, einstellbar bis 10mV
Eingang FSK:	980 mV an 600 Ω für Spitzenhub, einstellbar
Linearität:	+/-1dB zwischen 10 Hz und 10 kHz
Klirrfaktor:	< 7%, gemessen bei 1000 Hz und Nennhub
Störmodulationsabstand:	= < 33dB
Oberwellenleistung:	= < $2,5 \times 10^{-6}$ W
Nebenwellenleistung:	< = -55dBc
Tastzeit:	< 10ms für 70% Sendeleistung

Empfänger:

Empfindlichkeit:	typisch $1\mu\text{V}$ bei 20dB SINAD und B=35 kHz
Bandbreite:	+/-16 kHz
Störstrahlung:	= < $2 \times 10^{-8}\text{W}$
NF Übertragungsbereich:	
Ausgang NF/AFSK:	300 Hz bis 3,4 kHz
Ausgang FSK:	10 Hz bis 8 kHz
Linearität:	+/- 2dB
NF-Ausgangsleistung:	0,2 Watt an 8Ω
Klirrfaktor:	< 7%, gemessen bei 1000 Hz und Nennhub
Rauschsperr:	abschaltbar, rauschgesteuert Einstellbereich: 10 bis 20dB S/R Schaltkriterium an Buchse
Squelchempfindlichkeit:	typisch $0,45\mu\text{V}$
Squelchhysterese:	typisch 0,6dB
Feldstärkeanzeige:	logarithmisch von -123,5dBm bis -71dBm
Empfängerdurchschaltung:	
NF/AFSK:	< 20 ms für 70% Ausgangsleistung

Stromversorgung:

Versorgungsspannung:	12,6V = (12V = bis 14V =)
Stromaufnahme:	bei Empfang: ca 120mA beim Senden (1,5 Watt) ca 1,2 A

Abmessungen und Gewicht:

Abmessungen:	160 x 100 x 50mm
Gewicht:	ca. 700g
Temperaturbereich:	betriebsfähig +10°C bis +35°C

Vorbemerkung:

Um auf 23 cm mit 9600 Baud in PR QRV zu werden, gab es bisher hauptsächlich folgende zwei Möglichkeiten: Entweder Modifikation eines vorhandenen FM-Transceivers (z.B. Mobilgerät oder Handfunke) oder Einsatz eines speziellen "Link-TRX" für 23cm.

Dagegen wurde hier bei der Entwicklung das Ziel gesetzt, einen speziellen PR-TRX zur Verfügung zu haben, der von Anfang an für 9600- bzw. 19200-Baud-FSK-Modulation mit einer Ablage von 28 MHz ausgelegt ist.

Außer der eigentlichen Anwendung als Packet-Radio-Transceiver kann der Transceiver darüberhinaus auch für den Fonie-Betrieb über FM-Relaisfunkstellen verwendet werden.

Da der Transceiver speziell für den Einsatz auf Duplex-Digipeater-Zugängen oder Fonie-Relaisfunkstellen ausgelegt worden ist, ist nur die Betriebsart *halbduplex* (= semiduplex), d.h. wechselweise senden und empfangen auf zwei verschiedenen Frequenzen, erforderlich. Senden und Empfangen auf ein- und derselben Frequenz (simplex) ist ebensowenig notwendig wie gleichzeitiges Senden und Empfangen auf zwei verschiedenen Frequenzen (vollduplex). Der Transceiver besitzt deshalb auch nur eine einzige (Quarz)frequenz-Aufbereitung auf der Sendefrequenz, wobei die 1.ZF gleich der Ablage (Shift) gewählt wird.

Dieses Konzept bietet folgende Vorteile:

- * Für einen Duplexkanal genügt ein einziger Quarz.
- * Beim Frequenzwechsel braucht nur ein Quarz ausgetauscht zu werden.
- * Bei der RX/TX-Umschaltung schwingt die Aufbereitung ohne Frequenzänderung weiter durch. Damit werden kurze Umschaltzeiten für Datenfunk (TXDelay) erreicht.
- * Bei einer Sendefrequenz von 1270,xxx MHz können die Empfangsfrequenzen sowohl bei 1242,xxx MHz (-28 MHz Ablage) als auch bei 1298,xxx MHz (+28 MHz Ablage) liegen. Damit eignet sich das Konzept gleichermaßen für Digipeater mit positiven und negativen Ablagen.

Empfänger:

Bild 1 und 2 zeigen das Schaltbild des Empfängers. Er ist als Doppelsuper konzipiert. Die erste ZF liegt bei 28 MHz, die zweite ZF bei 455 kHz. Die notwendigen Mischfrequenzen werden von einem PLL-Oszillator und einem Quarzoszillator abgeleitet.

Das Empfangssignal gelangt über die Antennenbuchse Bu2 über den RX/TX-Umschalter (Pin-Dioden D17 und D18) zur Vorstufe mit T1. Bei diesem handelt es sich um einen rauscharmen Transistor, dessen Eingangsimpedanz bei 50 Ω liegt und der trotzdem sehr intermodulationsfest ist. Dadurch wird ein sehr gutes Großsignalverhalten des Empfangszuges erreicht. Zur Spiegelselektion und um unerwünschte Nebenwellen und andere Produkte vom Mischer fernzuhalten, folgt auf den ersten Transistor ein zweikreisiges Helixfilter (Fi1). Über das Anpaßnetzwerk L3 und L4 gelangt das HF-Signal zum Breitband-Verstärker IC2. Dieses IC in GaAs-

Technologie, welches ursprünglich für den Einsatz in GPS-Empfängern gedacht war, hat eine Verstärkung von ca. 20 dB bei einer Rauschzahl von 1,5 dB und bestimmt maßgeblich die Eigenschaften des gesamten Empfängers mit. Hinter IC2 folgt nochmals ein dreikreisiges Helixfilter (Fi2) zur Spiegelselektion.

Zur Anpassung und um den nachfolgenden Empfangszweig nicht zu übersteuern ist zwischen dem dreikreisigen Helixfilter und dem nachfolgenden Ringmischer ein Dämpfungsglied - bestehend aus R101, R102, R103 - eingefügt.

Nach dieser kräftigen Verstärkung wird das Empfangssignal mit dem Schottky-Dioden-Ringmischer M1 (SYM-11) auf die erste ZF von 28 MHz heruntergemischt.

Von der Frequenzaufbereitung gelangt im Empfangsbetrieb das Oszillatorsignal mit einem Pegel von 5 mW (+7 dBm) über die Schaltdiode D12 zum LO-Eingang des Mischers.

ZF-seitig wird der Mischer impedanzrichtig mit einem Diplexer bestehend aus L5 und R5, abgeschlossen. Der FET T2 (J-310) verstärkt das ZF-Signal und paßt es über den Resonanzwiderstand des Schwingkreises L6 / C13 an die Impedanz des ZF-Quarzfilters Fi3 an.

Dieses Quarzfilter wurde extra für eine schnelle Datenübertragung optimiert und hat eine Bandbreite von ca. 30 kHz. Gleichzeitig hat es aber auch eine sehr konstante Gruppenlaufzeit.

Mit dem Schwingkreises L7 / C15 wird das Quarzfilter impedanzrichtig angepaßt. Da die Ausgangsimpedanz des Quarzfilters und Schwingkreises (L7 / C15) im kOhm-Bereich liegt, folgt eine Impedanzwandlerstufe (T3).

Das so gewandelte ZF-Signal gelangt zum ZF-Verstärker MC-3371P (IC3). Dort wird die ZF von 28 MHz nochmals mit einem Oszillatorsignal von 27,545 MHz heruntergemischt. Es ergibt sich nun eine ZF von 455 kHz. Diese gelangt nach dem Mischer zu einem weiteren Selektionsglied, dem Keramikfilter Fi4. Wie bereits weiter oben erwähnt sollten zur schnellen Datenübertragung Filter mit konstanter Gruppenlaufzeit verwendet werden. Deshalb kommt hier das Filter SFH-455D zum Einsatz. Es hat eine 6 dB-Bandbreite von 20 kHz, ausreichend für 9600-Baud-FSK. Dagegen muß bei einer Datenübertragung mit 19200 Baud ein breiteres Filter eingesetzt werden; zum Einsatz kommt dann das Filter SFH-455B mit 30 kHz Bandbreite.

Nach dieser - letzten - Selektion wird das ZF Signal nochmals kräftig verstärkt und mit Hilfe des Kreises Fi5 demoduliert. Dieser Kreis ist mit Widerstand R16 (18 k Ω) bedämpft, damit auch bei größerem Hub und höherer Modulationsfrequenz noch eine nennenswerte NF-Ausgangsspannung mit geringem Klirrfaktor erzeugt wird. Die erzeugte NF wird intern nochmals verstärkt, bevor sie an Pin9 zur weiteren Verwendung zur Verfügung steht.

Ein Teil der NF steht ungefiltert über R29 und T7 direkt zur Verwendung eines Datenmodems (z. B. nach G3RUH-Standard) zur Verfügung.

Ein weiterer Teil gelangt über R27, C34 zum Rauschsperrpotentiometer P1. Aus der an P1 heruntergeteilten NF werden die hochfrequenten Anteile herausgefiltert und in IC3 nochmals verstärkt. Das Ausgangssignal an Pin11 wird über die beiden Dioden D1 und D2 gleichgerichtet. Dieses Gleichspannungssignal steuert über Pin12 den Rauschsperrschaltkreis. Dieser Schaltausgang liegt an Pin14. Er steuert über den Transistor T5 die Leuchtdiode D5 an. Desweiteren wird dieses Signal zur Sperrung des NF-Verstärkers IC4 (LM-386) verwendet. Außerdem steht das Schaltsignal direkt über einen Abblockkondensator (C42 "SQL OUT") am Ausgang der siebenpoligen DIN-Buchse Pin5 zur Verfügung.

Der dritte Teil der NF wird in IC4 soweit verstärkt, daß er einen kleinen Lautsprecher treiben kann. Dieser muß an CD1 und Masse angeschlossen werden.

Um am Lautsprecherausgang das übliche Rauschsperrverhalten beobachten zu können, muß Jumper JP1 auf der Platine gesteckt werden.

Am Anschluß "S-Meter-Ausgang" kann ein Meßinstrument zur Feldstärkeanzeige (Spannungsbereich 0 - 5Volt) angeschlossen werden.

Sender:

Der Sender besteht aus einem freischwingenden Oszillator, einem Referenzoszillator, einem schnellen digitalen Teiler, einem Phasenvergleichler, einem Verdreifacher, einem Nachverstärker und einer Endstufe.

Der freischwingende Oszillator um T9 schwingt auf einem Drittel der Endfrequenz. Die frequenzbestimmenden Bauteile sind das Semi-Rigid-Kabel, die Kondensatoren CT3, C58 und die Kapazitätsdiode D9. Der Oszillator ist über C59 rückgekoppelt. Über die Kapazitätsdiode D9 kann die Ausgangsfrequenz verändert werden.

Um Rückwirkungsfreiheit zu erreichen, wird das Oszillatorsignal über den Dual-Gate-MOSFET T10 (BF960) entkoppelt.

An dieser Stelle wird ein Teil der HF für den schnellen digitalen Teiler (IC7 U891B) abgenommen. Da der Teilerbaustein bei 1200 MHz eine höhere Empfindlichkeit als bei 430 MHz hat, wird das abgenommene Signal durch L12 / C110 gefiltert (Tiefpaß). Dadurch wird ein Einrasten der PLL auf eine höhere Oberwelle teilweise unterdrückt.

PLL: Das HF-Signal wird durch IC7 um den Faktor 64 heruntergeteilt. Dieses Signal wird in IC6 mit dem Quarzoszillatorsignal phasenverglichen. Der Quarzoszillator ist ebenfalls im gleichen IC (SO42P) untergebracht und erzeugt eine quarzstabile Frequenz von ca. 6,5 MHz. Über ein diskret aufgebautes Tiefpaßfilter wird die Regelspannung gesiebt und steuert über die Kapazitätsdiode D9 den VCO in der Frequenz nach. So entsteht eine sehr schnell arbeitende PLL-Schleife. Zur Verringerung der Rauschseitenbänder werden die PLL - Schleife und der VCO aus einer getrennt geregelten Spannung versorgt (IC13).

Moduliert wird der Quarzoszillator über die Kapazitätsdioden D10 und D11. Durch die hohe Vergleichsfrequenz (ca. 6,5 MHz) können Modulationsfrequenzen von wenigen Hertz bis über 10 kHz unverzerrt über die PLL übertragen werden.

Der Transistor T11 hebt das Oszillatorsignal auf ca. 10 mW Leistung an. Zur Unterdrückung von Neben- und Oberwellen durchläuft das Signal ein Helixfilter (Fi6).

Dieses Signal wird im Transistor T12 verdreifacht. Für die Unterdrückung der Grundfrequenz und anderer Nebenwellen sorgt das Filter Fi7, welches bereits auf die Endfrequenz abgestimmt ist.

Im Empfangsbetrieb gelangt das Oszillatorsignal (5 mW) über die verlustarme PIN-Diode (D12) zum LO-Eingang des Schottky-Ringdiodenmischers.

Im Sendefall wird die Diode D12 gesperrt und Diode D13 (ebenfalls eine verlustarme PIN-Diode) über R69 durchgesteuert.

Da das Endstufenmodul M67715 eine Steuerleistung von 10 mW benötigt, wird das Sendesignal in dem MMIC (INA-10386) nochmals verstärkt und auf ca. 12 dBm angehoben. Ein weiteres Filter (Fi8) sorgt für die notwendige Selektion.

Als Endstufe wird das Hybrid-Modul M-67715 (IC10) von Mitsubishi eingesetzt. Diese Lösung ermöglicht ohne Abgleich eine Sendeleistung von ca. 1,5 Watt HF, ist robust und unempfindlich gegen Fehlanpassung am Ausgang.

Der Sendeverstärkerzweig bestehend aus IC9 und IC10 wird nur bei getastetem Sender mit Spannung versorgt. Die Frequenzaufbereitung schwingt dagegen auch bei Empfangsbetrieb durch.

Auch die notwendige Sende-Empfangs-Umschaltung ist auf der Leiterkarte untergebracht. Sie besteht aus D17, L15, D18. Im Empfangsfall sind D17 und D18 gesperrt. Dadurch fällt nur eine Durchlaßdämpfung von ca. 1 dB an. Im Sendefall werden D17 und D18 leitend. Über R76 und L14 fließt ein Steuerstrom von ca. 10 mA. Dadurch wird D17 niederohmig und stellt einen Längswiderstand von ca. 1 Ω dar. Auch D18 wird leitend und schließt das vom Sender kommende HF-Signal kurz. Durch die Transformation der Leitung L15 (Semi-Rigid-Kabel) wirkt sich der Kurzschlußwiderstand von D18 am Zusammenschaltungspunkt von L15 / C96 / D17 nicht aus (der Kurzschluß wird in einen unendlichen Widerstand transformiert). Durch diese Kombination wird eine Entkopplung von ca. 27 dB erzielt.

Die Stromversorgung des Transceivers erfolgt über mehrere Spannungsregler. Mit IC13 (7809) wird eine stabilisierte Spannung von 9Volt für die Frequenzaufbereitung sowie den ZF- und NF-Teil des Empfängers erzeugt. Der Transistor T14 schaltet die Versorgungsspannung für die RX-Vorstufe während des Sendebetriebs ab. Da das GaAS-FET-IC TQ-9121 (IC2) nur 5Volt benötigt, wird die stabilisierte Spannung von 9Volt nochmals mit IC1 (78L05) herunter stabilisiert. Das Endstufenmodul benötigt eine Betriebsspannung von 9Volt. Diese wird mit dem Spannungsregler IC12 (78S09) erzeugt. Während des Empfangsbetriebes wird diese Spannung mit T13 (BD680) abgeschaltet.

Über den Eingang "PTT" wird der Sender eingeschaltet. Der Eingang muß dazu auf Masse gelegt werden.

NF-Teil: Die Aufbereitung des Modulations-NF-Signales erfolgt getrennt für Phonie/AFSK und FSK.

Die NF für Phonie/AFSK wird an den Eingang "NF-Eingang" (Pin1 der DIN-Buchse) angeschlossen. Sie wird frequenzabhängig mit Pre-Emphase in IC5 (TL072) verstärkt. Der Spitzenhub kann dann mit P3 eingestellt werden.

Für schnelle Datenübertragung (FSK) hat der Steuersender einen eigenen Eingang. Die NF wird dafür an "FSK-Eingang, DIN-Buchse Pin 6" angeschlossen. Die Begrenzung des Spitzenhubes hat durch das vorgeschaltete Modem zu erfolgen.

Aufbau und Abgleich der Baugruppen:

Wir versuchen den Aufbau des Gerätes in möglichst kleinen Schritten zu erklären. Trotzdem müssen bestimmte Grundkenntnisse vorausgesetzt werden. Sie sollten z.B. mit Lötkolben, Ohmmeter, Oszillograf und Bohrmaschine umgehen können. Zum Abgleich sollten unbedingt ein Vielfachmeßinstrument, Meßsender, Frequenzzähler, Oszillograf und HF Leistungsmesser zur Verfügung stehen. Der Besitz eines Spektrumanalyzers ist sehr hilfreich.

Aufbau des 23-cm-Sende-Empfängers:

1. Bitte packen Sie den Bausatz aus und kontrollieren Sie anhand der Stückliste alle Teile. **Bitte lassen Sie keine Teile vom Tisch fallen. Quarze und Quarzfilter vertragen das nicht!**
 2. Abweichend von anderen Bausätzen ist bei diesem Bausatz die Leiterkarte vorbestückt. Auf der Unterseite der Leiterkarte sind bereits eine Vielzahl an Bauelementen aufgelötet worden. Behandeln Sie deshalb die Leiterkarte entsprechend vorsichtig.
 3. Auf der Leiterkarte sind zwei Testpunkte vorhanden (PLL=PLL-Spannung, TP3=S-Meter-Spannung). Hier können Sie Lötnägel einschlagen.
 4. In den beiliegenden zwei Gehäusewinkeln sind bereits alle Löcher eingestanz. Zwei Löcher für zwei Durchführungskondensatoren fehlen jedoch. Sie sind für den praktischen Betrieb auch nicht unbedingt erforderlich. Es wird Ihnen deshalb überlassen, ob und wo Sie die Löcher für die DuKos CD1 (Lautsprecherausgang) und CD2 (PTT-Eingang) bohren wollen.

In Winkel 1 finden Sie ein 6 mm und ein 3 mm Loch. Dieses ist die Rückseite. Hier wird später die N-Buchse aufgelötet und der Duko CD3 eingelötet.

In Winkel 2 finden Sie drei Löcher. In das große Loch in der Mitte wird später von außen die DIN-Buchse eingelötet. Die beiden 3 mm Löcher rechts und links davon sind zur Aufnahme der Leuchtdioden (ROT=Sender, GRÜN=Rauschsperr) gedacht.
4. Die **Leiterkarte** paßt fast in das Gehäuse. Bitte stecken Sie beide Metallwinkel zusammen und prüfen Sie, ob die Leiterkarte reinpaßt. Eventuell müssen Sie an den Ecken noch etwas feilen. Bitte überlegen Sie sich jetzt auch, ob noch Löcher in die Weißblechwinkel gebohrt werden müssen (siehe Punkt 4). Zerlegen Sie jetzt wieder die Teile und bohren Sie bitte die eventuell noch notwendigen Löcher in die Weißblechwinkel. Jetzt können Sie die Winkel zusammenlöten. Dazu sollte aber die Leiterkarte (als Abstandshalter) im Gehäuse liegen und beide Deckel aufgesteckt werden. Nach dem Zusammenlöten der Winkel können Sie die Leiterkarte einlöten. Sie sollte vom unteren Deckel einen Abstand von 6mm haben
Vorschlag: Die beiden Distanzbolzen in den schwarzen Kühlkörper schrauben. An die Leiterkarte den Alukühlkörper für das HF-Modul mit zwei Schrauben anschrauben. Zum Einlöten der Leiterkarte sollten Sie einen Lötkolben von mind. 50 W (80 Watt sind besser) verwenden (z.B. Weller Magnastat mit Spitze

"7" oder "8" oder einen geregelten LötKolben, bei dem Sie die Temperatur einstellen können "400°C"), damit es keine "kalten Lötstellen" gibt.

Achtung: Zwischen Kühlkörper und Gerät muß unbedingt der untere Deckel aus Weißblech montiert werden. Dazu muß dieser noch Bohrungen für die Distanzbolzen M2,5 und zur Befestigung des Kühlkörpers gebohrt werden.

3. **Durchführungskondensatoren.** Nach dem Einbau der Leiterkarte sollten alle DuKos von außen eingesteckt und von innen verlötet werden.
4. **Koaxbuchse.** Sie kann jetzt von außen eingelötet werden.
5. **Bestücken der Leiterkarte:** Die Ihnen vorliegende Leiterkarte ist teilbestückt. Das heißt, alle SMD-Bauelemente (bis auf einige HF-Transistoren) auf der Lötseite sind bereits bestückt und verlötet. Sie müssen jetzt nur noch einige Bauelemente von der Bestückungsseite her einstecken und verlöten. Diesen Vorgang erklären wir Schritt für Schritt. Bitte nehmen Sie dazu den Bestückungsplan zu Hilfe.
 - 5.1 **Einbau der restlichen SMD-Kondensatoren:** Auf der Bestückungsseite (B-Seite) fehlen noch einige SMD-Kondensatoren. Dies sind C87, C89, C90. Suchen Sie diese Tantal-Elkos heraus und löten Sie sie vorsichtig ein. Eine Beschreibung / Erklärung der Kondensatorbeschriftungen finden Sie weiter hinten.
 - 5.2 **Einbau aller Filter und Spulen.** (Fi1, Fi2, Fi4, Fi5, Fi6, Fi7, Fi8, L6, L7) Bei Fi8 muß vor dem Einbau ein Massebeinchen abgeschnitten (oder abgefeilt) werden, da sonst leicht ein Schluß mit der darunterliegenden Leiterbahn (HF zum Modul) auftreten kann. Die Vergleichsliste (Nummer zu Farbkennzeichnung) der Spulen finden Sie in der Stückliste.
 - 5.3 **Einbau der Potentiometer und Spannungsregler:** Um die Übersichtlichkeit zum Einbau der restlichen Bauelemente zu verbessern, werden die Potentiometer P1, P2, P3, der Spannungsregler IC13 und der Transistor T13 eingelötet. Der Spannungsregler IC13 und der Transistor T13 sollten vor dem Festlöten mit einer Schraube festgeschraubt werden. Der Spannungsregler IC12 sollte erst zusammen mit dem Modul IC10 eingebaut werden.
- 5.4 **Einbau der Kondensatoren:**
 - 5.4.1 Suchen Sie die Sky-Trimmer (CT3, CT4, CT5) heraus und stecken Sie sie in die entsprechenden Löcher.
 - 5.4.2 Jetzt können Sie die ELKOS einbauen. Dies sind C38, C39, C56. Bitte achten Sie auf die Polarität der Kondensatoren.

5.5 Einbau der Semi-Rigid-Kabel .

5.5.1 **Semi-Rigid-Kabel (L10, L15).** Die Induktivitäten L10 und L15 bestehen aus Semi-Rigid-Kabel. Dieses Kabel ist ein Koaxkabel mit festem Außenleiter, Teflonisolation und festem Innenleiter. Es liegt Ihrem Bausatz bei und sieht wie ein Stück versilberter Kupferdraht mit 2,3mm Durchmesser aus (Länge ca. 100mm). Sägen Sie bitte ein Stück mit einer Länge von 45mm und ein Stück mit 55mm ab. Mit einem scharfen Messer läßt sich der Kupfermantel ritzen und mit einer Zange dann (mit viel Gefühl!) brechen.

1. Kupfermantel vom linken Ende nach ca. 10 mm rundherum anritzen, mit Zange brechen und vorsichtig abziehen. Dabei sollte die innere Teflonisolation noch stehen bleiben. Die Teflonisolation weitere 1 mm stehen lassen und wieder mit dem Messer die Teflonisolierung einkerben (Innenleiter nicht verletzen!). Teflonisolation abziehen.

Spule L10:

2.1 Der Außenleiter sollte 28 mm lang sein. Also nach ca. 28 mm wieder den Kupfermantel mit dem Messer einkerben. Mit Zange brechen und abziehen.

3. Die Teflonisolation weitere 1 mm stehen lassen und wieder mit dem Messer die Teflonisolierung einkerben. Teflonisolation abziehen.

4.1 Den 8 mm langen Teil des Innenleiters (linkes Ende) umbiegen und mit dem Außenmantel verlöten.

5.1 Den 10 mm langen Innenleiter (rechtes Ende) um 90° abbiegen und durch das Loch der Leiterkarte schieben.

6.1 Der 28 mm lange Außenleiter muß flach auf der Leiterkarte aufliegen. Bitte vollflächig mit der Leiterkarte verlöten.

7.1 Jetzt den Innenleiter anlöten.

Spule L15:

2.2 Der Außenleiter sollte 35 mm lang sein. Also nach 35 mm wieder den Kupfermantel mit dem Messer einkerben. Mit Zange brechen und abziehen.

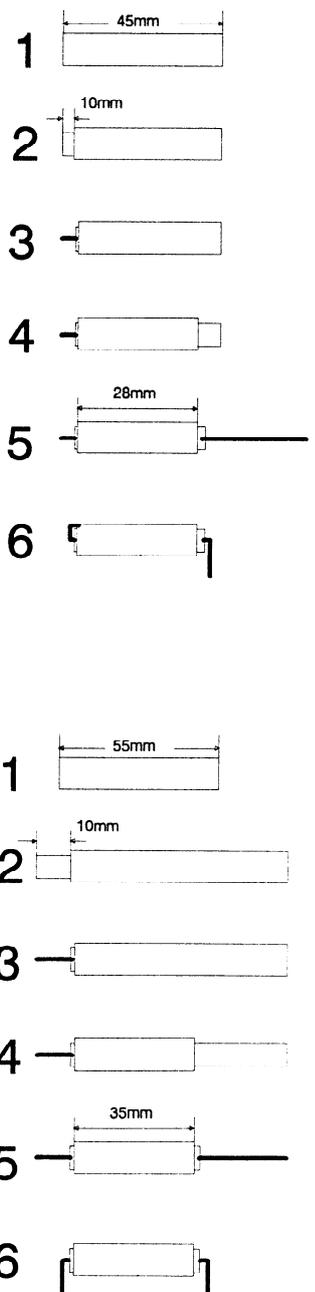
3.2 Die Teflonisolation weitere 1 mm stehen lassen und wieder mit dem Messer die Teflonisolierung einkerben. Teflonisolation abziehen.

4.2 Die 10 mm langen Innenleiter rechts und links um 90° abbiegen und durch die Löcher der Leiterkarte schieben.

5.2 Der 35 mm lange Außenleiter muß flach auf der Leiterkarte aufliegen. Bitte vollflächig mit der Leiterkarte verlöten.

6.2 Jetzt die Innenleiter anlöten.

Arbeitsanweisung Semi Rigid Kabel



5.6 Einbau der Halbleiter

Achtung: Bitte das Endstufenmodul erst einlöten, wenn es im Text beschrieben wird.

5.5.1 **Einbau von IC4, IC6 und IC7:** Suchen Sie auf dem Lageplan die Lage der ICs. Sie haben an der Stirnseite eine Einkerbung. Bitte stecken Sie die ICs entsprechend in die Leiterkarte und verlöten Sie die Beinchen.

5.5.2 **Einbau der Transistoren:** Viele Transistoren sind bereits bestückt, da sie in SMD-Ausführung sind. Deshalb müssen nur noch wenige Transistoren von Hand eingelötet werden. Bei den meisten wird der Einbau keine Probleme bereiten, da die Lage eindeutig aus dem Bestückungsplan zu erkennen ist.

Bei folgenden Transistoren ist der Einbau mit Vorsicht vorzunehmen:

T1, Typ AT-42085. Der Transistor wird von der Lötseite eingebaut. **Das Anschlußschaltbild ist weiter hinten vor der Stückliste zu finden. Aus diesem Bild ist zu sehen, daß das Basisbeinchen abgeschrägt ist.**

T2, T3, Typ J310. Die Transistoren werden von der Bestückungsseite her in die Leiterkarte gesteckt. Bitte drücken Sie beide Transistoren so weit in die Leiterkarte, bis zwischen Transistor und Leiterkarte nur noch 2mm Luft sind.

T9, Typ BF979. Der Transistor wird von der Lötseite eingebaut. Das Anschlußschaltbild ist weiter hinten vor der Stückliste zu finden. Aus diesem Bild ist zu sehen, daß das Collectorbeinchen etwas länger ist. Wenn Sie sich über die Anschlußbelegung des Transistors im Klaren sind, können Sie die Beinchen kürzen, damit der Transistor von unten flach auf die Leiterkarte gelegt werden kann. Dann festlöten. Die Bedruckung muß von der Lötseite her lesbar sein.

T10, Typ BF960. Der Transistor wird von der Lötseite her eingebaut. Die Bedruckung muß von der Bestückungsseite her lesbar sein. Es gilt das zu T9 gesagte.

T11, Typ BFR 90a. Der Transistor wird von der Lötseite eingebaut. Die Bedruckung muß von der Lötseite her lesbar sein.

T12, Typ BFR 91a. Der Transistor wird von der Lötseite eingebaut. Die Bedruckung muß von der Lötseite her lesbar sein.

IC9, Typ INA-10386. Der IC wird von der Lötseite eingebaut. Das Anschlußschaltbild ist weiter hinten vor der Stückliste zu finden. **Aus diesem Bild ist zu sehen, daß das Eingangsbeinchen abgeschrägt ist. Die Anschlußbeinchen sind bereits gekürzt.**

D6, D10, D11: Bitte suchen Sie diese Dioden anhand der Stückliste heraus, biegen Sie die Beinchen entsprechend um und verlöten sie mit der Leiterkarte.

5.7 **Einbau der Quarzfilter Fi3.** Dem Bausatz liegt ein zweiteiliges Quarzfilter mit einer Mittenfrequenz von 28 MHz und 30 kHz Bandbreite bei. Auf der Oberseite der Filter sind Punkte. **Die Filter müssen dergestalt eingebaut werden, daß die schwarzen Punkte zueinander und der gelbe Punkt zu T2 zeigt.** Vor dem Festlöten sollten Sie prüfen, daß kein Schluß zwischen dem Gehäuse des Quarzfilters und den Leiterbahnen vorhanden ist. Eventuell vorhandene Lötäugen auf der Bestückungsseite müssen mit einem Spiralbohrer (Durchmesser ca. 3mm) entfernt werden.

- 5.8 **Einbau der Quarze Qu1, Qu2.** Bitte suchen Sie den Platz für die Quarze und stecken Sie beide Quarze in die Leiterkarte. Auch hier können Kurzschlüsse zwischen Masse und den Leiterbahnen auftreten. Sollte dies der Fall sein, entfernen Sie auf der Bestückungsseite die Lötungen.
- 5.9 **Einbau des Endstufenmodules:** Das Endstufenmodul besteht aus einer verzinnnten Kupfergrundplatte. Darauf aufgesetzt ist eine Keramikplatte, auf der alle Bauelemente untergebracht sind. Diese Keramikplatte reagiert sehr empfindlich auf Zug und Druck an den Anschlußdrähten. Deshalb Drähte vorsichtig auf ca. 4mm kürzen und das Modul auf den Kühlkörper legen. Das Modul muß satt aufliegen. **Bitte keine Wärmeleitpaste verwenden.** Zwischen Modul und Leiterkarte darf die Drahtlänge nicht größer als 1mm sein. Eventuell ist der gefräßte Alukühlkörper etwas zu verschieben. Beim Festschrauben und Festlöten des Modules muß folgende Reihenfolge eingehalten werden:
- A) Modul lose auf den Alukühlkörper schrauben.
 - B) Alukühlkörper mit Modul zur Leiterkarte ausrichten. Dabei darauf achten, daß alle Schrauben zum Modul, zur Leiterkarte und zum unteren Kühlkörper eingeschraubt aber nicht festgezogen sind. **Bitte keine Wärmeleitpaste verwenden, da hierdurch unerwünschte Nebenwellen auftreten können!**
 - C) Schrauben am Modul festziehen, dann Schrauben an der Leiterkarte festziehen.
 - D) Jetzt die Drähte des Modules an der Leiterkarte anlöten.
 - E) Spannungsregler IC12 am Kühlkörper festschrauben und zur Leiterkarte ausrichten. Drähte festlöten.
 - E) Damit ist der Einbau abgeschlossen.
 - F) **Die Schrauben zwischen Modul, Alukühlkörper und Leiterkarte dürfen jetzt nicht mehr gelöst werden, da sonst Spannungen zwischen Modul und Leiterkarte entstehen können.**
- 5.10 **Einbau der SMD - Kondensatoren C86, C88 und C103.** Diese Kondensatoren werden erst nach dem Einbau des PA-Modules auf der Bestückungsseite eingelötet
- Wichtig:** Bitte halten Sie die angegebenen Plätze für die Kondensatoren ein, da hiervon mit die Ausgangsleistung und der Wirkungsgrad des Senders abhängt.
- 5.11 **Einbau der Abschirmbleche:** Auf dem Bestückungsplan der Lötseite sind Abschirmbleche eingezeichnet. Bei allen bisherigen Aufbauten waren sie nicht notwendig. Falls doch einmal die Notwendigkeit bestehen sollte, können auf diesen Flächen Bleche aufgelötet werden.
- 5.12 **Verbindung mit den DuKos, der N-Buchse und der DIN-Buchse:** Nun ist es an der Zeit alle Verbindungen nach außen zu führen. Dazu löten Sie an die Drähte der DuKos kurze isolierte Drähte und stecken sie in die entsprechenden Löcher der Leiterkarte. Zwischen der N-Buchse und der Leiterkarte muß ein kurzes Stückchen Draht eingelötet werden. Dazu ist mit einer Pinzette eine kleine Haarnadel zu biegen. Diese Öse ist über den Anschlußpin der N-Buchse zu schieben. Gleichzeitig sollte der Draht aber auch in der Leiterkarte stecken.

Die 7polige DIN-Buchse ist von außen in das Weißblechgehäuse zu stecken und auszurichten. Dann kann sie vollflächig mit dem Weißblechrahmen verlötet werden. Nun sind gemäß Schaltbild (Plan "Schnittstellen") isolierte Drähte von der Buchse zu den Lötunkten auf der Leiterkarte zu ziehen.

5.13 Einbau der Leuchtdioden D5 und D16: Die Leuchtdiode D5 signalisiert den Zustand des Empfängers (Squelch). Die Leuchtdiode D16 signalisiert den Zustand des Senders (PTT). Beide schauen durch je ein 3-mm-Loch im Weißblechgehäuse nach außen. Zur dauerhaften Befestigung sollten sie mit UHU-Plus eingeklebt werden. Danach sind sie mit Drähten mit der Leiterkarte zu verbinden.

Damit wäre der Aufbau des 23cm-Sende-Empfängers abgeschlossen.

Inbetriebnahme des 23-cm-Sende-Empfängers

Ableich des Oszillators:

1. **Prüfung auf Kurzschlüsse.** Vor der ersten Inbetriebnahme sollten Sie prüfen, ob kein Kurzschluß vorhanden ist. Bitte messen Sie mit einem Ohmmeter zwischen "+13.8V" und "Masse" Der Widerstand sollte $> 100 \Omega$ sein.
2. **Erstes Einschalten.** Jetzt können Sie an den Sende-Empfänger zum ersten Mal Betriebsspannung anlegen. Verwenden Sie dazu ein Netzteil mit Strombegrenzung (Strombegrenzung auf 500 mA einstellen) und nicht gerade Ihr Stations-Powernetzteil mit 20 A. Falls eine Fehlverdrahtung vorliegt und Sie ein Netzteil mit 20 A verwenden, können Sie sicher sein, daß dann etliche Bauelemente abbrennen.

Es sollte bei 12,6Volt ein Strom von ca. 150mA (< 200mA!!) fließen.

Der Jumper JP1 muß gesteckt sein.

Abschlußwiderstand mit 50Ω / 2Watt an Bu2 anschließen!

Zum schnellen Abgleich des Oszillators ist ein Spectrumanalyser und ein Voltmeter hilfreich. Zumindest sollte aber ein Oszi und ein Frequenzzähler zur Verfügung stehen.

3. **Inbetriebnahme.** Nach dem Einschalten muß der VCO auf einer Frequenz zwischen 350 MHz und 450 MHz schwingen. Die Frequenz kann kapazitiv an C62 gemessen werden.

Nun mit dem Oszi die Spannung an TP2 messen und dabei CT3 langsam durchdrehen. Zuerst wird eine Sägezahnspannung sichtbar sein. Diese muß beim Durchdrehen von CT3 verschwinden. Dafür wird eine Gleichspannung zwischen 2V und 6V meßbar sein.

Die PLL rastet immer einwandfrei, wenn an TP2 eine Gleichspannung von 3,8V +/- 0,1V eingestellt wird.

Bitte Gerät mehrmals ein- und ausschalten und dabei prüfen, ob die PLL immer einrastet.

Sollte die PLL nicht einrasten, werden Sie immer an TP2 eine Sägezahnspannung messen. Messen Sie jetzt mit dem Zähler die Frequenz an Pin7/IC7. Hier wird in jedem Fall die Endfrequenz / 192 angezeigt.

Vielleicht ist die Länge von L10 zu lang oder zu kurz? Oder der VCO schwingt gar nicht? Oder Pin5 IC7 liegt auf Masse (darf beim U891BS nicht sein!)? Oder die VCO-Spannung mit +9V fehlt?

Bei Fehlern kann der Kondensator C68 ausgelötet werden. An dieser Stelle kann ein Spectrumanalyser angeschlossen werden. Bei einwandfreier Funktion der Stufen T9, T10, T11 läßt sich hier eine Leistung von 10-14 mW (10 dBm an 50 Ω) auf einem 1/3 der Endfrequenz messen. In 20 kHz Abstand vom Hauptträger muß das Signal um 50 dB abgefallen sein!

Bei Fehlern kann auch D12 ausgelötet werden. An dieser Stelle kann ein Spectrumanalyzer angeschlossen werden. Bei einwandfreier Funktion der Stufen T9, T10, T11 und T12 läßt sich hier eine Leistung von 5 mW (7 dBm an 50 Ω) auf der Endfrequenz messen. Nebenwellen (bis zu 60 dB unter dem Träger) dürfen in keinem Fall sichtbar sein.

Der Spannungsabfall an R61 (100 Ω) beträgt ca. 3 V (wenn der Oszillator schwingt!)

Inbetriebnahme und Abgleich des Empfängers:

1. **Abgleich des HF-Teiles.** Für einen optimalen Abgleich des Empfängers ist ein Meßsender sehr hilfreich. Stellen Sie diesen bitte auf die Empfangsfrequenz ein. Am DuKo "S-Meter-Ausgang" wird ein Voltmeter (DC-Meßbereich 3Volt) angeschlossen.

Nachdem jetzt genügend Oszillatorpegel vorliegt, müßten Sie bei Anschluß eines Messenders (und genügend Pegel) bereits ein Signal empfangen.

Meßsender auf Empfangsfrequenz einstellen. Ausgangspegel = 10mV.

Voltmeter an S-Meter Ausgang anschließen.

Gemessene Spannung ohne Eingangssignal ----- > ca. 1.5 Volt.

Gemessene Spannung mit Eingangssignal ----- > 1 Volt - 2,5 Volt.

Bei einer Eingangsspannung von 10 mV müßte die angezeigte Spannung bereits deutlich >0.7 Volt sein. Jetzt kann mit dem Abgleich des HF-Teiles begonnen werden. Bitte drehen Sie vorsichtig an den Kernen des Filters Fi1 und beobachten Sie dabei die Anzeige des Meßinstrumentes. Das Filter ist wechselseitig auf maximale Anzeige abzugleichen. Sollte dabei am Meßinstrument eine Spannung von 2 Volt überschritten werden, muß die Ausgangsspannung am Meßsender reduziert werden.

Diesen Vorgang wiederholen Sie mit Filter Fi2.

Anmerkung: Zur Verbesserung der Rauschzahl der Eingangsstufe kann am Verbindungspunkt L2 / Basis T1 ein Sky-Trimmer (grün) eingebaut werden. Diese Maßnahme ist von Exemplarstreuungen des Transistors T1, der Leiterkarte und der Empfangsfrequenz abhängig. Im Allgemeinen ist der Kondensator nicht notwendig.

2. **Klirrfaktor:** Als nächstes ist vorsichtig an der Spule L6 zu drehen. Diese Spule hat nur geringen Einfluß auf die Empfindlichkeit. Mit ihr ändert sich der Klirrfaktor des Empfängers.

Messender auf Empfangsfrequenz einstellen (f_e +/- 100 Hz!).

Ausgangspegel = 10 mV

Messender modulieren mit Hub: 3 kHz, Modulationsfrequenz: 1 kHz

Ausgang "FSK" ----- > Oszilloskop anschließen

Am Oszillograf sollte ein einwandfreier Sinus zu sehen sein. Die Kurvenform kann mit L6 verändert werden. Bitte gleichen Sie auf bestmögliche Kurvenform (idealer Sinus) ab.

Mit dem Schwingkreis Fi5 wird auf größtmögliche Amplitude abgeglichen.

Falls möglich, bitte Modulationsfrequenz am Meßsender verändern (300 Hz - 6 kHz) und dabei Sinus am Oszillograf beobachten. Die Spitzenspannung am Oszillografen sollte zu hohen Frequenzen hin (6 kHz) nicht mehr als 10% abnehmen. Der Klirrfaktor sollte im gesamten NF-Bereich (10 Hz - 6 kHz) 10% nicht übersteigen. Andernfalls muß L10 und / oder R11 geändert werden.

Als nächstes ist vorsichtig an der Spule L7 zu drehen. Diese Spule hat nur geringen Einfluß auf den Klirrfaktor. Nach Abgleich auf geringsten Klirrfaktor läßt sich mit ihr die Empfindlichkeit noch etwas steigern. Beim Drehen an der Spule nicht Oszillograf, sondern S-Meter beobachten!

Der Abgleich von L6 und L7 ist mehrmals zu wiederholen.

Die Frequenz des zweiten Mischoszillators (27,545 MHz) kann nicht mit einem Zähler oder Oszi gemessen werden. Jede kapazitive Ankopplung an den Quarz oder Schwingkreis ist zu unterlassen. Lediglich mit einem externen Empfänger (bzw. Spectrumanalyzer) kann über die Luft (Abstand von der Prüfspitze zum Quarz ca. 2cm) die Frequenz gemessen werden.

- 3. Rauschsperr:** Mit Potentiometer P1 kann der Ansprechpunkt der Rauschsperr eingestellt werden. Die Rauschsperr öffnet (je nach Einstellung) zwischen 0,2µV und 1µV Eingangsspannung.
- 4. Eingangsempfindlichkeit:** Wenn der Empfänger optimal abgeglichen ist, werden folgende Empfindlichkeitswerte erreicht:

Eingangsspannung in µV	Signal-/Rauschabstand in dB
0,3	10
0,4	16
1,0	20
10,0	40

Damit ist der Abgleich des Empfängers beendet.

Abgleich des Senders:

- 1. Inbetriebnahme.** Aus den vorhergehenden Messungen wird Ihnen das Schaltbild des Senders bereits bekannt sein. Auch haben Sie an D12 bereits eine HF-Leistung von 7dBm gemessen. Diese Leistung steht im Sendefall auch an IC9 an. IC9 verstärkt das Signal nun auf ca. 14 dBm, wovon ca. 12 dBm am Ausgang von Fi8 übrig bleiben.

Abschlußwiderstand mit 50Ω / 2 Watt an Bu2 anschließen!

Anschluß PTT auf Masse legen.

Es sollte bei 12,6 Volt ein Strom von ca. 1 A fließen.

Statt des Abschlußwiderstandes ist ein Leistungsmesser anzuschließen.

Bitte gleichen Sie jetzt Filter F18 auf maximale Ausgangsleistung ab. Es sollte eine Ausgangsleistung von 32 dBm (>1,2 Watt) erreicht werden.

Der schwarze Kühlkörper muß am Unterteil des Senders angeschraubt sein, sonst stirbt das Endstufenmodul den Wärmetod!

Das Modul liefert laut Hersteller max. 2 Watt, also versuchen Sie nicht 5Watt herauszukitzeln.

- 2. Modulationsteil:** Sie können nun probeweise an die Eingänge "NF-Eingang" und "FSK-Eingang" einen Tongenerator anschließen und Ihr Signal über einen Empfänger abhören.

Auch sollte mit einem Oszi an R64 / R45 die Kurvenform des NF-Signales kontrolliert werden. Bei zu großem Eingangspegel begrenzt der Operationsverstärker und es ist statt eines Sinus ein Trapez zu sehen (sollte nicht sein!).

Die Einstellung des Hubes wird für den Zweig "NF-Eingang" mit dem Potentiometer P3 vorgenommen. Für den Eingang "FSK-Eingang" ist kein Potentiometer vorgesehen. Den notwendigen Hub können Sie mit dem Ausgangspotentiometer des G3RUH-Modems einstellen.

Sollte der erzielbare Hub (max. 4 kHz) nicht ausreichen, müssen zu D7 und D8 jeweils nochmals Dioden gleichen Typs parallel geschaltet werden.

Damit ist der Abgleich des Senders beendet.

Hinweise für eventuelle Fehlersuche

Beim Zusammenbau und Abgleich einiger Geräte wurde für eventuelle Fehlersuche die Verstärkung einzelner Stufen im Empfänger festgehalten. Dabei wurde immer die Spannung am S-Meter-Ausgang als Referenz herangezogen.

Messendersignal eingespeist in: Spannung am S-Meter-Ausgang = 1,47Volt

Antenneneingang Bu2	1 μ V
Ohne Eingangssignal am S-Meter-Ausgang = 0,8Volt	
S/N 20dB bei 0,61 μ V	
S/N 40dB bei 6,24 μ V	
C8	2,7 μ V
Ohne Eingangssignal am S-Meter-Ausgang = 0,51Volt	
S/N 20dB bei 0,61 μ V	
S/N 40dB bei 6,24 μ V	
Mixer M1	31,3 μ V
Ohne Eingangssignal am S-Meter-Ausgang = 0,25Volt	
Rauschsperrschwellenwert bei ca. 4 μ V	
S/N 20dB bei ca. 36 μ V	
S/N 40dB bei ca. 600 μ V (NF-Ausgangsspannung ist sehr klein)	
C11	8,1 μ V
Ohne Eingangssignal am S-Meter-Ausgang = 0,33Volt	
Rauschsperrschwellenwert bei ca. 0,385 μ V	
S/N 20dB bei ca. 1 μ V	
S/N 40dB bei ca. 23 μ V (NF-Ausgangsspannung ist sehr klein)	
Eingang MC3371 Messender auf 28MHz einstellen!	135 μ V
Ohne Eingangssignal am S-Meter-Ausgang = 0,0005Volt	
Rauschsperrschwellenwert bei ca. 2,51 μ V	
S/N 20dB bei ca. 5,2 μ V	
S/N 40dB bei ca. 52,5 μ V (NF-Ausgangsspannung ist sehr klein)	

Gemessene Spannungen:

Spannungsabfall an R7 0,386V

Spannungsabfall an R5 0,939V

Quarze:

Für Sender und Empfänger wird nur ein Quarz mit folgenden technischen Daten verwendet werden:

$$\text{Qu1} \quad \text{Quarzfrequenz} = \frac{\text{Sendefrequenz}}{192}$$

zu bestellen bei der Fa. Telequarz nach der Bauvorschrift: TQ-310526 30pF

Mischquarz für eine ZF von 28 MHz

$$\text{Qu2} \quad \text{Quarzfrequenz} = 27,545\text{MHz}$$

zu bestellen bei der Fa. Telequarz nach der Bauvorschrift: TQ-330314 25pF

Farbkennzeichnung der Neosid / TOKO - Spulenfilter:

BV-5243	(15 nH)	Striche schwarz/schwarz/weiß
BV-4034	(40 nH)	schwarzer Strich
BV-5061	(115 nH)	braun/blau
BV-5049	(330 nH)	gelb/weiß
BV-5036	(560 nH)	orange/blau