

Handbuch zum  
70-cm-FM/FSK-Transceiver  
**T7F**

Holger Eckardt  
DF2FQ  
Lorenzstr. 4  
81737 München

## Technische Daten

### Allgemein

Frequenzbereich	430,000 ... 439,975 MHz
Kanalraster	25 kHz
Sende-Empfangsumschaltzeit	<25 ms
Temperaturbereich	-5 ... +50 °C
Stromversorgung	7 ... 14 V, 60 mA RX, max. 2,5 A TX
Größe	145 × 75 × 22 mm

### Empfänger

Empfindlichkeit digital	-120 dBm (=0,22 µV) für BER <10 <sup>-4</sup> (mit DF9IC-Modem gemessen)
Empfindlichkeit analog	-118 dBm für 20 dB SINAD (CCITT)
Frequenzgang	1 Hz ... 7000 Hz bei -3 dB
Intermodulation	-54 dB (3-Ton Messung)
Nachbarkanalselektion	>56 dB
Nebenempfangsunterdrückung	>60 dB 1. Spiegel, >51 dB 2. Spiegel

### Sender

Ausgangsleistung	1,5 W bei 7 V, 6,5 W bei 12 V
Frequenzgang	1 Hz ... 15000 Hz bei -3 dB
Klirrfaktor	<1,5 %
Nebenaussendungen	-66 dBc (1. OW), <-75 dBc sonst
Transiente Nachbarkanalstörungen	< -40 dB

## Funktion

Zur besseren Übersichtlichkeit ist das Schaltbild auf vier Seiten verteilt. Bild 1 zeigt den Synthesizer mit Modulationsschaltung, Bild 2 den Empfangsteil und Bild 3 den Sender, auf Blatt 4 ist die Steuerung dargestellt.

### Synthesizer

Kernstück des Synthesizers bildet der VCO, er wird für Sender und Empfänger verwendet. Ein Helixkreis garantiert geringes Oszillatorrauschen und niedrige Mikrofonieempfindlichkeit. Getrennte Varicaps sind für Abstimmung und Modulation zuständig, dies erleichtert die Einspeisung des NF-Signals. Der VCO schwingt auf der halben Sendefrequenz, um eine größere Entkopplung von der PA zu erreichen. Auf den VCO folgt eine Verdopplerstufe, auf diese wiederum ein Puffer. Das Dämpfungsglied zwischen den beiden ist ebenfalls für die Entkopplung zwischen Oszillator und PA gedacht. Im Kollektorkreis des Puffers liegt ein Saugkreis, der die Reste der VCO-Frequenz ausfiltert.

Die Steuerung des VCOs übernimmt ein der Synthesizerbaustein MB1504. Da die Ladungspumpe des ICs für die schnelle Umschaltzeit viel zu wenig Strom liefert, sitzt am Ausgang des Phasenvergleichers eine Gegentaktendstufe. Diese speist das niederohmige Schleifenfilter.

Würde das Modulationssignal nur in den VCO eingespeist, wäre der Frequenzgang für Packet-Radio-Betrieb unzureichend. Unterhalb der Grenzfrequenz des Schleifenfilters würde der Hub mit 6 dB pro Oktave abnehmen, auf der Schleifenresonanzfrequenz hätte er einen großen Überschwinger. Da die Schleifengrenzfrequenz in unserem Fall bei 700 Hz liegt, wäre bei 10 Hz kein nachweisbarer Anteil des Modulationssignals mehr vorhanden. Daher moduliert das NF-Signal auch den Referenzoszillator. Der Frequenzgang an dieser Stelle ist dem des VCO-Einspeisepunktes komplementär. Zusammengenommen ergibt sich ein völlig lineares Übertragungsverhalten.

Das Signal des Referenzoszillators wird gleichzeitig als Mischsignal für den zweiten Empfänger mischer verwendet. Da die Referenzfrequenz ohne Rest durch 25 kHz teilbar sein muss, ergibt sich für die zweite ZF ein Wert von 450 statt der sonst üblichen 455 kHz. Dies wird beim verwendeten ZF-Filter berücksichtigt.

### Empfänger

Zur Eingangsselektion benutzt der Empfänger zwei zweikreisige Helixfilter, eines vor und eines nach der Vorstufe. Ein Dual-Gate-FET arbeitet als Mischer, die Anpassung der hochohmigen Gates erfolgt mithilfe gedruckter Spulen. Im Drainkreis wird das ZF-Signal ausgekoppelt. Wegen der hohen Anforderungen an ein gutes Gruppenlaufzeitverhalten ist ein Trimmer zur Anpassung des Quarzfilters vorgesehen. Auf das Quarzfilter folgt eine Verstärkerstufe und darauf der ZF-Schaltkreis MC3371. Dieser Baustein enthält neben dem zweiten Mischer einen Begrenzerverstärker, den Demodulator, eine RSSI-Schaltung und einen Operationsverstärker. Letzterer ist hier als 2-poliges Tiefpassfilter zur Unterdrückung von ZF-Resten beschaltet. Das Filter für die zweite ZF hat gegenüber den etwas gebräuchlicheren CFW-Typen zwar eine um wenige dB schlechtere Nachbarkanalselektion, dafür aber ein erheblich besseres Gruppenlaufzeitverhalten. Der RSSI-Ausgang (Radio Signal Strength Indikator) gibt einen Strom ab, der über einen Dynamikbereich von ca. 60 dB proportional dem Logarithmus der Eingangsspannung ist. Dieses Signal ist für die Ansteuerung eines S-Meters geeignet, wenn man es hochohmig auskoppelt. Mithilfe eines Transistors wird daraus ein schnelles DCD-Signal (Data Carrier Detect) gewonnen, das vor allem beim Betrieb über Multimode-Digipeatern nützlich ist. Die Ansprechschwelle ist innerhalb des RSSI-Dynamikbereichs über ein Trimpoti einstellbar.

### Sendezweig

Wie bei direkt modulierten Synthesizer-Transceivern üblich, ist der Sender nicht sehr kompliziert. Das VCO-Signal wird in der Treiberstufe auf ca. 30 mW verstärkt. Damit wird ein PA-Modul angesteuert, das bei 12 Volt Betriebsspannung eine Ausgangsleistung von etwa 7 Watt erzeugt. Hinter dem Tiefpassfilter und dem PIN-Diodenschalter, der für die Sende-Empfangsumschaltung zuständig ist, stehen dann noch gut 6 Watt zur Verfügung. Eine Konstantstromquelle steuert den Schalttransistor an, der die Betriebsspannung des Sendeteils schaltet. Mithilfe einer RC-Kombination erzeugt diese eine lineare Rampe mit einer Zeitkonstanten von 5 ms. Durch das langsame Hochfahren des Senders vermeidet man Störungen in den Nachbarkanälen durch harte Einschaltflanken. Ein 5-V-Spannungsregler versorgt alle Schaltungsteile außer Treiber und PA. Die unregelmäßige Betriebsspannung speist den Sendezweig.

### Steuerung

Ein wesentlicher Teil des Transceivers ist die Steuerung. Es wird hierzu ein Mikrocontroller PIC16F84 der Fa. Microchip verwendet. Dieser übernimmt die Abfrage der PTT-Leitung, oder im Falle eines Wechsels von Senden auf Empfang oder umgekehrt, die Programmierung des Synthesizerchips. Er schaltet Sender und Empfänger in einem genau vorgegeben Zeitschema ein und aus und kontrolliert daneben, ob über die Benutzerschnittstelle z.B. ein Kanalwechsel vorgenommen, oder eine neue Frequenz gespeichert werden soll. Das nötige Programm dazu ist im Chip selbst einprogrammiert.

### Aufbau

Die komplette Schaltung findet auf einer Platine mit den Abmessungen 72 × 144 mm Platz. Bild 5 zeigt den Bestückungsplan. Am Ende des Textes findet man die Stückliste. Es ist günstig, jedes bestückte Teil dort abzuhaken, damit man keine Komponenten vergisst. Der Bestückungsaufdruck der Platine zeigt einige Bauteile, die nicht bestückt werden müssen. Dazu gehören die beiden Dioden D6 und D7 in der Nähe der Antennenbuchse, der Kondensator C53 am PA-Modul und die acht SMD-Kondensatoren an den I/O-Ports von IC 1. Der VMOS-Transistor T11 (BS170) wird erst nach dem Abgleich eingelötet (s. u.). Beim Bestücken sollte man darauf achten, dass die Bauteile auf der Platine aufliegen und auf der Unterseite kurz abgeschnitten sind. Außer bei IC1 dürfen keine Sockel verwendet werden. Bei letzterem empfiehlt sich die Sockelung jedoch, da ein Wechsel auf

eine andere Softwareversion dadurch einfacher wird. Bei T5 ist das lange Bein Drain, bei T6 der Collector. D2 (BB405) hat keine aufgedruckte Bezeichnung, man erkennt sie am schwarzen Körper mit weißem Ring. Vier Spulen muß man selbst wickeln. Sie sind im Schaltbild mit 3W3D gekennzeichnet. Dies bedeutet drei Windungen, 3 mm Durchmesser. Man verwendet für die Spulen 0,4 mm starken Kupferlackdraht, von dem man drei Windungen auf einen 3-mm-Bohrer wickelt. Die Drahtenden werden vor dem Einlöten verzinnt. Die Spulen zieht man auf den Lochabstand auseinander. Die Festinduktivitäten sind, wie Widerstände mit Farbringen codiert. Vorsicht, die Farbringe von L14 (3,3  $\mu\text{H}$ , or, or, gold) sind denen der 0,33  $\mu\text{H}$  (or, or, silber) Spulen sehr ähnlich, genau wie 0,1  $\mu\text{H}$  (br, schw, silber) und 1  $\mu\text{H}$  (br, schw, gold).

Das PA-Modul lötet man als einziges Bauteil von unten auf die Platine. Die Kühlfläche schaut dabei von der Platine weg. Der Abstand zwischen den Montagefahnen und der Platine muss 4 mm betragen. Dies wird durch je zwei übereinanderliegende 2-mm-Distanzröllchen gewährleistet. Nachdem die Platine bestückt ist, wird sie in das Gehäuse eingebaut. Dazu steckt man die beiden Seitenteile und das Bodenblech zusammen. Die Distanzstücke werden montiert. Die 5 mm langen kommen auf die beiden mittleren Bohrungen, zwischen dem Flansch des PA-Moduls und der Platine kommen je zwei übereinandergesteckte 2-mm-Stücke. Das Ganze wird nun auf das Bodenblech aufgeschraubt. Wenn es stramm sitzt, wird die Platine an den von Lötstoplack freigehaltenen Stellen an der Wand des Gehäuses angelötet und die Seitenteile des Gehäuses an den Kanten zusammengelötet. Die beiden letzten zu montierenden Teile sind die BNC-Buchse und der Durchführungskondensator für die Betriebsspannung. Sie werden von außen ohne Mutter in die entsprechenden Bohrungen gesetzt und an der Seitenwand festgelötet. Will man den Sender für Dauerbetrieb auslegen, ist ein Kühlkörper mit 5 K/W oder weniger notwendig. Für den üblichen Packet-Radio-Betrieb mit <50 % Sendeanteil, reicht die beiliegende 2,5 mm dicke Aluplatte.

### Abgleich

Der Transceiver hat 9 Abgleichpunkte, trotzdem ist der Abgleich relativ einfach. Ein paar Messgeräte sind dazu allerdings notwendig:

- Vielfachmessgerät mit hochohmigen Eingang (Digitalvoltmeter),
- Frequenzzähler mit mindestens 30 MHz Messfrequenz und genauer Zeitbasis (die handelsüblichen Billig-Zähler sind oft nicht genauer als 50 ppm, das macht bei 70 cm 20 kHz Ablage!),
- Oszilloskop für den NF-Bereich (5 MHz reicht),
- 500-Hz-Generator mit 250 mV Ausgangsspannung und umschaltbarem Sinus- und Rechteckausgang (eine einfache Schaltung zeigt Bild 7),
- Ein stabiles, möglichst unmoduliertes 70-cm-Signal mit einem Pegel zwischen -60 und -90 dBm (falls kein Messsender zur Verfügung steht, tut es eine 0,5-Watt-Handfunke in ca. 30 m Entfernung).

Als Erstes legt man eine Betriebsspannung von 7 ... 12 Volt an das Gerät an. Wenn keine Kurzschlüsse auf der Platine sind, fließt ein Strom von ca. 60 mA. Nach zwei Minuten Anwärmphase schließt man den Frequenzzähler an Pin 2 von IC3 (MC3371) an. Die Frequenz sollte in der Nähe von 20,950 MHz liegen. Man muss nun mit R4 die Frequenz genau auf diesen Wert hinziehen. Dabei sollte man bedenken, dass jedes Herz Ablage bei der Referenzfrequenz den zwanzigfachen Fehler auf der Endfrequenz zur Folge hat. Wegen der großen Koppelkondensatoren reagiert dieser Abgleich relativ träge.

Nun wird die Frequenz 430,000 MHz eingestellt. Wie das geschieht, steht im Kapitel „Frequenzeingabe“. Der Kern von L1 muss so weit eingedreht werden, dass im Empfangsbetrieb an C75 eine Spannung von ca. 0,8 V ansteht.

Als Nächstes stellt man eine Frequenz möglichst in der Bandmitte ein. Die Frequenz muss mit dem unmodulierten Träger übereinstimmen, der von Generator (dem nächsten Relais, der Handfunke) geliefert wird. Das Digitalvoltmeter schließt man an den RSSI-Ausgang der Platine an. Der DCD-

Trimmer R53 muss in Mittelstellung stehen, da die RSSI-Spannung etwas von der Stellung des Trimmers abhängt. Ohne Signal muss eine Spannung von ca. 0,4 bis 0,8 V anstehen. Je nach Stärke des Eingangssignals steigt dieser Wert um einen bestimmten Betrag. Man kann nun wechselseitiges Drehen an den Kernen von L6 und L7 den Wert auf Maximum bringen. Wenn die Eingangsspannung über -60 dBm liegt (RSSI-Spannung ca. 3,5 V), steigt der Wert nicht weiter, man muss, um mit dem Abgleich fortfahren zu können, den Eingangspegel reduzieren.

Wenn kein Messsender zur Verfügung steht, reicht zum Abgleich des Demodulatorkreises ein unmodulierter Träger auf der Empfangsfrequenz. Man muss an den Modulationseingang der Platine einen Sinusgenerator (z.B. aus Bild 7) anschließen und auf 300 mV einstellen. Wichtig ist, dass T11 nicht bestückt ist, dieser Transistor schaltet normalerweise im Empfangsfall den Modulationseingang ab. Am Pin NF-OUT muss nun auf dem Oszilloskop ein Signal mit ca. 1 V<sub>SS</sub> zusehen sein. Mit L9 stellt man es auf maximale Ausgangsspannung ein, C70 wird so eingestellt, dass das Signal die optimal Sinusform hat. Sehr gut kann man das auf einem Zweikanaloszilloskop sehen, wenn der zweite Kanal direkt am Sinusgenerator angeschlossen ist.

Der Empfangspfad ist hiermit betriebsbereit. Als Letztes kommt der Sender dran. Dazu braucht man das Gerät nicht auf Senden zu schalten, alles was man tun muss, ist den Generator auf Rechteck umzuschalten. Ein rechteckähnliches Signal mit großer Amplitude sollte man nun auch auf dem Oszilloskop sehen, das immer noch am NF-OUT-Anschluss liegt. Auch der unmodulierte Träger muss noch am Empfänger anliegen. Man dreht nun an R41 im Uhrzeigersinn an den Anschlag. Dann dreht man solange zurück (ca. 6 Umdrehungen), bis das Signal eine optimale Rechteckform und ca. 1 V<sub>SS</sub> Amplitude besitzt. Ganz wird man das nicht schaffen, da die Verzerrungen des Empfangszweiges auch einen Einfluss auf die Signalform haben. Nun darf man nicht vergessen, T11 einzulöten.

Zum Schluss tastet man den Sender hoch und misst zur Kontrolle mit einem Wattmeter die Ausgangsleistung.

## Userinterface

Neben Antennen- und Betriebsspannungsanschluss hat das Gerät zwei Buchsen, eine 10-polige (X2) und eine 14-polige Pfostenleiste (X1), die Pinbelegung zeigt Tabelle 2. Pin 1 ist jeweils oben rechts bei Blick auf die Stiftleiste. Es gibt für beide passende Stecker, an die man Flachbandkabel anschlagen kann. X1 dient zur Frequenzeinstellung. Die Signale auf X2 verbinden das Funkgerät mit Modem oder TNC.

<u>X1</u>				<u>X2</u>			
1	D0	2	n.c.	1	GND	2	+5 V
3	D1	4	n.c.	3	DCD	4	PTT
5	D2	6	n.c.	5	GND	6	MOD
7	D3	8	TXD	7	GND	8	NF-OUT
9	n.c.	10	RXD	9	n.c.	10	RSSI
11	PTT	12	n.c.				
13	GND	14	+5 V				

## Frequenzeingabe

Wie aus den technischen Daten zu ersehen ist, überstreicht der Transceiver das komplette 70-cm-Band im 25-kHz-Raster, man kann eine beliebige Relaisablage (oder auch keine) verwenden. Das Gerät besitzt dazu einen Speicher für 10 Kanalpaare für Senden und Empfangen. Der aktuelle Kanal wird über die Pins D0 bis D3 auf Stecker X1 ausgewählt. Die Einstellung erfolgt im BCD-Code

und kann z.B. über einen BCD-Schalter oder mit Steckbrücken vorgenommen werden. Hierbei bedeutet eine gesteckte Brücke Eins, eine offene Brücke Null. Bei Verwendung eines BCD-Schalters muss der gemeinsame Pin auf Masse (Pin 13) gelegt werden, D0 ist das niedrigstwertige, D3 das höchstwertige Bit. Die Kurzschlussbrücken steckt man jeweils auf ein übereinanderliegendes Pin-Paar, z.B. 1 und 2, 3 und 4 usw. Obwohl n.c. eigentlich "no connection" bedeutet, sind diese Pin während des normalen Betriebs vom Prozessor aus auf Masse gelegt und können von den Steckbrücken als solche verwendet werden.

Im Auslieferungszustand sind die 10 Kanäle vorbelegt. Kanal 0 hat 430,000 MHz, Kanal 1 431,000 MHz bis zu Kanal 9, der auf 439,000 MHz programmiert ist. Die Frequenzen gelten für Sender und Empfänger.

Im Allgemeinen wird man jedoch andere Frequenzen für den Funkbetrieb benutzen wollen. Dazu muss man die entsprechenden Frequenzen vorher einprogrammieren. Dies geschieht über die serielle Schnittstelle mithilfe eines Computers mit V24-Schnittstelle und einem Terminalprogramm. Terminalprogramme sind Bestandteil der meisten Betriebssysteme. Bei Windows 3.11 heißt die entsprechende Software TERMINAL, bei Windows 95 HYPER TERMINAL. Auch für DOS gibt es Terminalprogramme, z.B. TERM von DL5FBD, das man in vielen PR-Boxen findet.

Man schließt die TXD-Leitung (Pin 3 des Sub-D Steckers) der seriellen Schnittstelle (bei DOS-Computern z.B. COM1 oder COM2) an die RXD-Leitung des Transceivers (Pin 10, X1) und die RXD-Leitung (Pin 2, Sub-D) des Computers an die TXD-Leitung beim T7F (Pin 8, X1). Ground (Pin 5 beim 9-poligen und 7 beim 25-poligen Sub-D-Stecker) kommt an Ground des Transceivers (PIN 13, X1).

Die Übertragungsparameter des Terminalprogramms stellt man auf 1200 Bit pro Sekunde, 8 Bit, kein Parity, zwei Stoppbits, kein lokales Echo, keine Datenprotokoll. Nun kann man mit einer einfachen Syntax die Kanäle programmieren. Die Zeichenfolge, die man eingeben muss lautet:

***Cntttrrr*[RETURN]**

Dabei ist *C* das große C auf der Tastatur (HEX 43), für *n* gibt man die zu programmierende Speicherstelle zwischen Null und Neun ein, *rrr* steht für die Empfangsfrequenz und *ttt* für die Sendefrequenz. Die einzugebende Zahl ist die Kanalnummer ab 430,000 MHz im 25-kHz Raster gezählt, sie muss immer dreistellig eingegeben werden, auch wenn die erste Ziffer eine Null ist. Die Eingabe wird mit RETURN abgeschlossen. Die Zeichenfolge ist nicht editierbar, d.h., die Löschtaste wird als Fehleingabe gewertet. Hat man sich vertippt, gibt man RETURN ein und fängt noch mal von vorne an. Kanalnummern über 399, entsprechend 439,975 MHz, werden ignoriert. Zur Verdeutlichung ein Beispiel:

Man möchte die Speicherstelle Null mit der Empfangsfrequenz 438,100 MHz und der Sendefrequenz 430,500 MHz belegen. Die zugehörige Eingabefolge lautet **C0324020**. Will man die Speicherstelle Acht mit der Simplexfrequenz 434,125 MHz belegen so tippt man **C8165165**.

Alle Zeichen, die auf dem Computer eingegeben werden, werden von Transceiver als Echo ausgegeben, dies ist eine gute Kontrolle, ob die Übertragung funktioniert. Mit dem großen E (Hex 45) erhält man einen Hex-Dump der 40 Bytes des Kanalspeichers im Little-Endian-Format.

## **Modemsignale**

NF-Ein- und Ausgang sind zu den meisten 9k6-Modems kompatibel. Der NF-Pegel am Ausgang bei 3 kHz Hub beträgt 1 V<sub>SS</sub>, beim Sender sind 300 mV<sub>SS</sub> nötig, um einen Hub von 3 kHz zu erzeugen. Manche Modems liefern auch im Empfangsbetrieb ein NF-Signal, daher ist der Eingang während des Empfangs abgeschaltet.

Der Transceiver liefert ein schnelles DCD-Signal (Pin 3). Es wird von der RSSI-Spannung abgeleitet. Wenn ein Eingangssignal anliegt, das über der mit R53 einstellbaren Schwelle liegt, geht der Pegel von 0 auf 5 V. Die Verzögerung beträgt ca. 5 ms. Steht das Poti auf Linksanschlag, ist die Funktion abgeschaltet.

Als Parameter für TX-Delay hat sich T4, also 40 Millisekunden bewährt. Eigentlich müsste T3 auch funktionieren, nur habe ich festgestellt, dass bei den gängigen Z80-TNCs diese Zeit nicht sehr genau eingehalten wird. Bei T3 kann das wirkliche TX-Delay durchaus hin und wieder nahe an 20 ms liegen, was für den Transceiver zu wenig ist. Die Analogteile mancher 9k6-Modems benötigen selbst eine sehr lange Zeit bis sie von Senden auf Empfang umgeschaltet haben. Der Grund sind die Koppelkondensatoren an den Operationsverstärkern. Oft hilft es, das Modem auf Dauer-NF zu stellen, um das Problem zu beseitigen.

### **Sprechfunkbetrieb und was man sonst noch machen kann**

Mit wenig zusätzlichem Aufwand kann der Transceiver auch für Sprechfunkbetrieb verwendet werden. Alles was man braucht, ist ein Mikrofonverstärker (1 Transistor) und eine NF-Endstufe (z.B. LM386) für den Lautsprecher. Der Squelch wird aus dem DCD-Signal abgeleitet, R53 kann als Squelch-Poti über X2 nach außen geführt werden. Auf Seite 15 findet sich dazu ein Schaltungsbeispiel.

Für Packet-Radio-Betrieb mit 1200 Bps ist das Gerät unmodifiziert verwendbar. Will man es für höhere Baudraten verwenden, z.B. 19200 Bps, so muss man beim Empfänger breitere ZF-Filter einbauen, am Sendeteil ändert sich nichts. Durch die erhöhte ZF-Bandbreite wird sich die Empfindlichkeit und die Nachbarkanalselektion etwas verschlechtern. Versuche dazu habe ich jedoch noch nicht gemacht.

### **Schlussbemerkung**

Die hier veröffentlichte Schaltung darf von jedermann zur privaten Nutzung nachgebaut werden. Jede kommerzielle Verwertung, auch von Teilen der Schaltung, bedarf zumindest der Genehmigung des Autors. Darüber hinaus können für Schäden, die aus der Nutzung oder dem Nachbau der hier veröffentlichten Schaltung entstehen, keine Haftungsansprüche gegen den Autor abgeleitet werden.

Die Schaltung erfüllt bei sachgerechtem Aufbau alle Anforderungen der neuen europäischen Bestimmung für Amateurfunkgeräte ETS 300-684 sowie der EMV-Norm EN 55022, soweit sie hier anwendbar ist. Jedoch ist das Gerät nicht behördlich nach einer dieser Vorschriften zertifiziert.

Für technischen Fragen bin ich auf Packet-Radio, über das Internet (holger.eckardt@vlsi.com), oder auch schriftlich (Rückporto!) erreichbar.

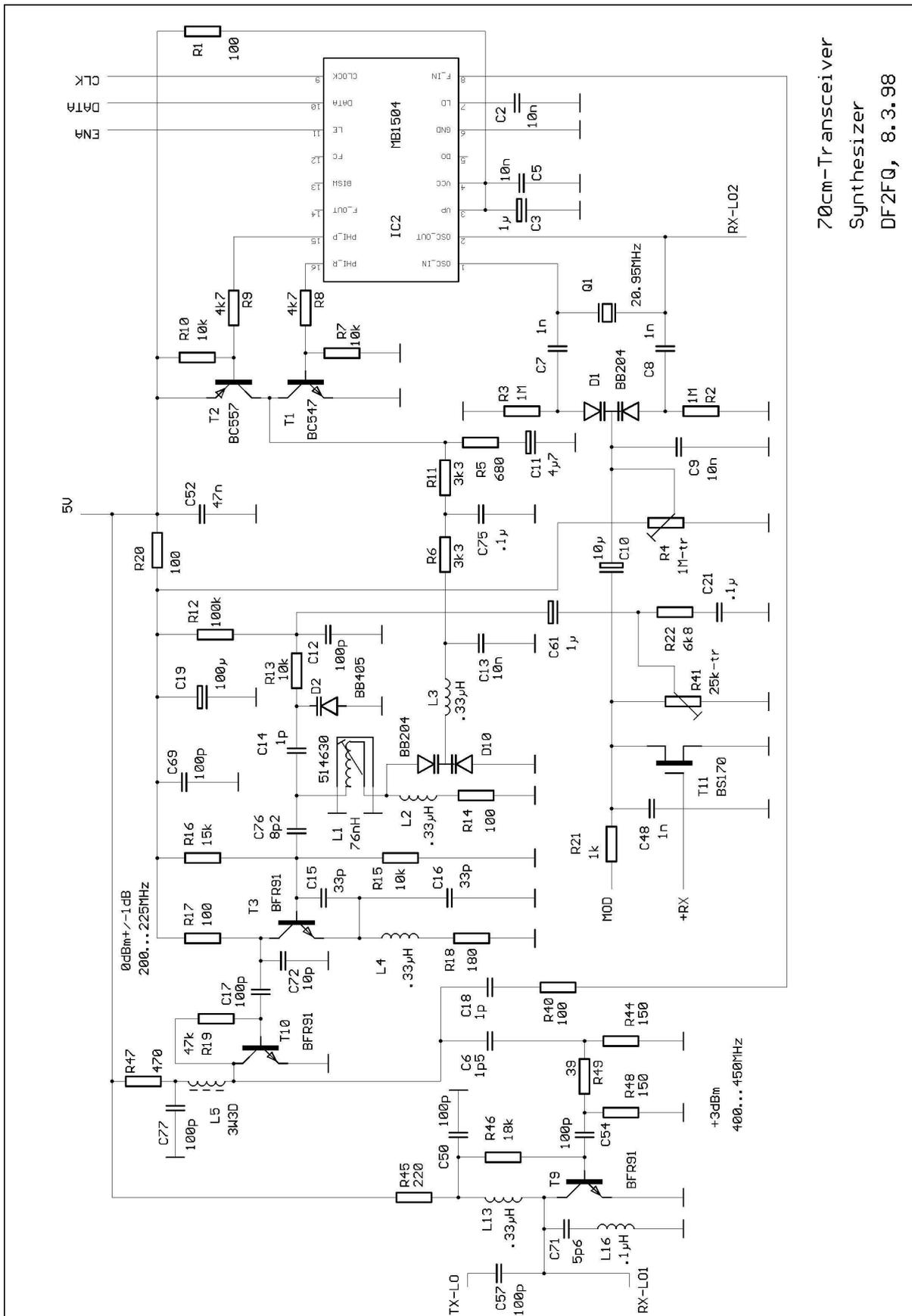
## Stückliste

Part	Value	Package						
C1	33p	C25	C54	100p	C25	L13	μ33	SP10
C2	10n	C25	C55	100p	C25	L14	3μ3	SP7
C3	1μ	ELKO	C56	10μ	ELKO	L15	μ33	SP10
C4	47n	C5	C57	100p	C25	L16	μ1	SP7
C5	10n	C25	C58	47n	C5	L17	3W3D	SP5
C6	1p5	C25	C59	4p7	C25	L18	1μ	SP10
C7	1n	C25	C60	100p	C25	P3	ANT	PIN
C8	1n	C25	C61	1μ	ELKO	P4	+UB	PIN
C9	10n	C25	C62	22p	C25	PMOD	M67749M	PWR-MOD
C10	10μ	ELKO	C63	1μ	ELKO	Q1	20,95MHz	HC49/U
C11	4μ7	ELKO	C64	33p	C25	Q2	ZTB920	QS
C12	100p	C25	C65	33p	C25	R1	100	R10
C13	10n	C25	C66	47n	C5	R2	1M	R10
C14	1p	C25	C67	10n	C25	R3	1M	R10
C15	33p	C25	C68	10n	C25	R4	1M-trim	R_TR_ST
C16	33p	C25	C69	100p	C25	R5	68	R10
C17	100p	C25	C70	30p	CT5	R6	3k3	R10
C18	1p	C25	C71	5p6	C25	R7	10k	R10
C19	100μ	ELKO	C72	10p	C25	R8	4k7	R10
C20	33p	C25	C73	10μ	ELKO	R9	4k7	R10
C21	μ.1	C5	C74	47n	C5	R10	10k	R10
C22	10μ	ELKO	C75	μ1	C5	R11	3k3	R10
C23	10μ	ELKO	C76	8p2	C25	R12	100k	R10
C24	10n	C25	C77	100p	C25	R13	10k	R10
C25	47n	C5	C78	470p	C25	R14	100	R10
C26	47n	C5	C79	47n	C5	R15	10k	R10
C27	47n	C5	D1	BB204	TO92	R16	15k	R10
C28	5p6	C25	D2	BB405	D5	R17	100	R10
C29	10n	C25	D3	1N4148	D7	R18	180	R10
C30	3p3	C25	D4	BA479	D5	R19	47k	R10
C31	2p2	C25	D5	BA479	D5	R20	100	R10
C32	33p	C25	D8	BA479	D7	R21	1k	R10
C33	47n	C5	D9	ZF5V1	ZD	R22	6k8	R10
C34	100p	C25	D10	BB204	TO92	R23	2k7	R10
C35	100p	C25	FI1	21U15A	HC45U	R24	10k	R10
C36	10μ	ELKO	FI2	CFUS450D	CFU	R25	10	R10
C37	10n	C25	IC1	PIC16F84	DIL18	R26	33k	R10
C38	10μ	ELKO	IC2	MB1504	DIL16	R27	10k	R10
C39	10n	C25	IC3	MC3371	DIL16	R28	4k7	R10
C40	10n	C25	IC4	78L05	TO92	R29	33	R75
C41	3p3	C25	L1	514630	HELIX	R30	18k	R10
C42	100p	C25	L2	μ33	SP7	R31	220	R10
C43	5p6	C25	L3	μ33	SP7	R32	82	R10
C44	5p6	C25	L4	μ33	SP7	R33	18k	R10
C45	2p2	C25	L5	3W3D	SP5	R34	82	R10
C46	100p	C25	L6	511765	HELIX	R35	10k	R10
C47	2μ2	ELKO	L7	511765	HELIX	R36	470	R10
C48	1n	C25	L8	3μ9	SP7	R37	2k2	R10
C50	100p	C25	L9	455kHz,sw	BANDFI	R38	2k2	R10
C51	100p	C25	L10	μ33	SP10	R39	1k	R10
C52	47n	C5	L11	3W3D	SP5	R40	100	R10
			L12	3W3D	SP5	R41	25k-trim	R_TR_ST

R42	100k	R10	R55	10k	R10	T5	BF966	SOT103
R43	100	R10	R56	270	R10	T6	BFR91	SOT103
R44	150	R10	R57	10k	R10	T7	BFR96	SOT103
R45	220	R10	R58	100	R75	T8	BD140	TO139
R46	18k	R10	R59	100	R10	T9	BFR91	SOT103
R47	470	R10	R60	330	R10	T10	BFR91	SOT103
R48	150	R10	R61	100	R10	T11	BS170	TO92
R49	39	R10	R62	2k2	R10	T14	BC547	TO92
R50	470	R10	R64	1M	R10	T15	BF255	TO92
R51	470	R10	T1	BC547	TO92	T16	BC557	TO92
R52	100	R10	T2	BC557	TO92	T17	BS170	TO92
R53	100k-trim	R_TR_ST	T3	BFR91	SOT103	X1	2X07/90	RM2.54
R54	10k	R10	T4	BC547	TO92	X2	2X05/90	RM2.54



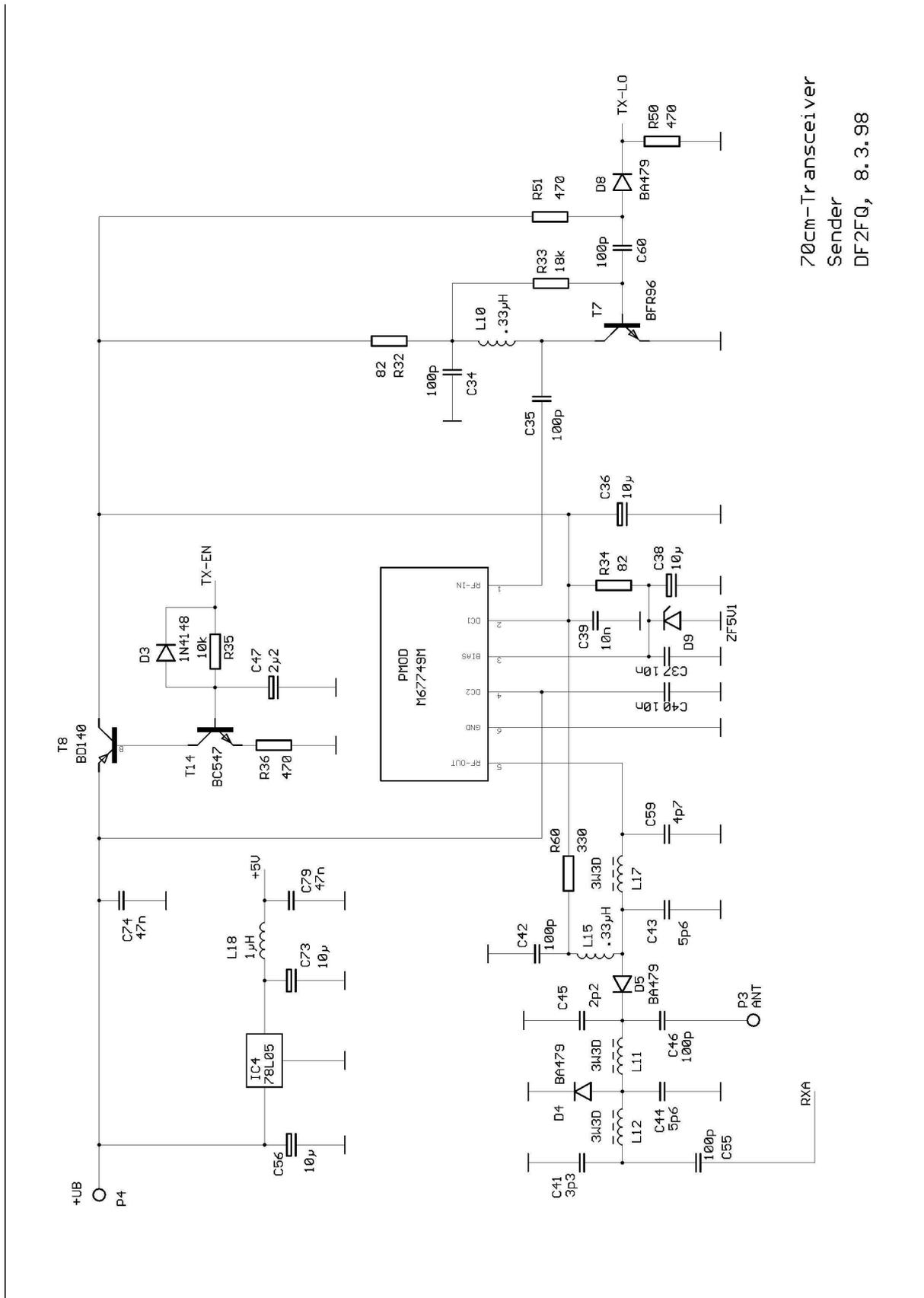
Foto des fertigen Transceivers



70cm-Transceiver  
 Synthesizer  
 DF2FQ, 8.3.98

Bild 1

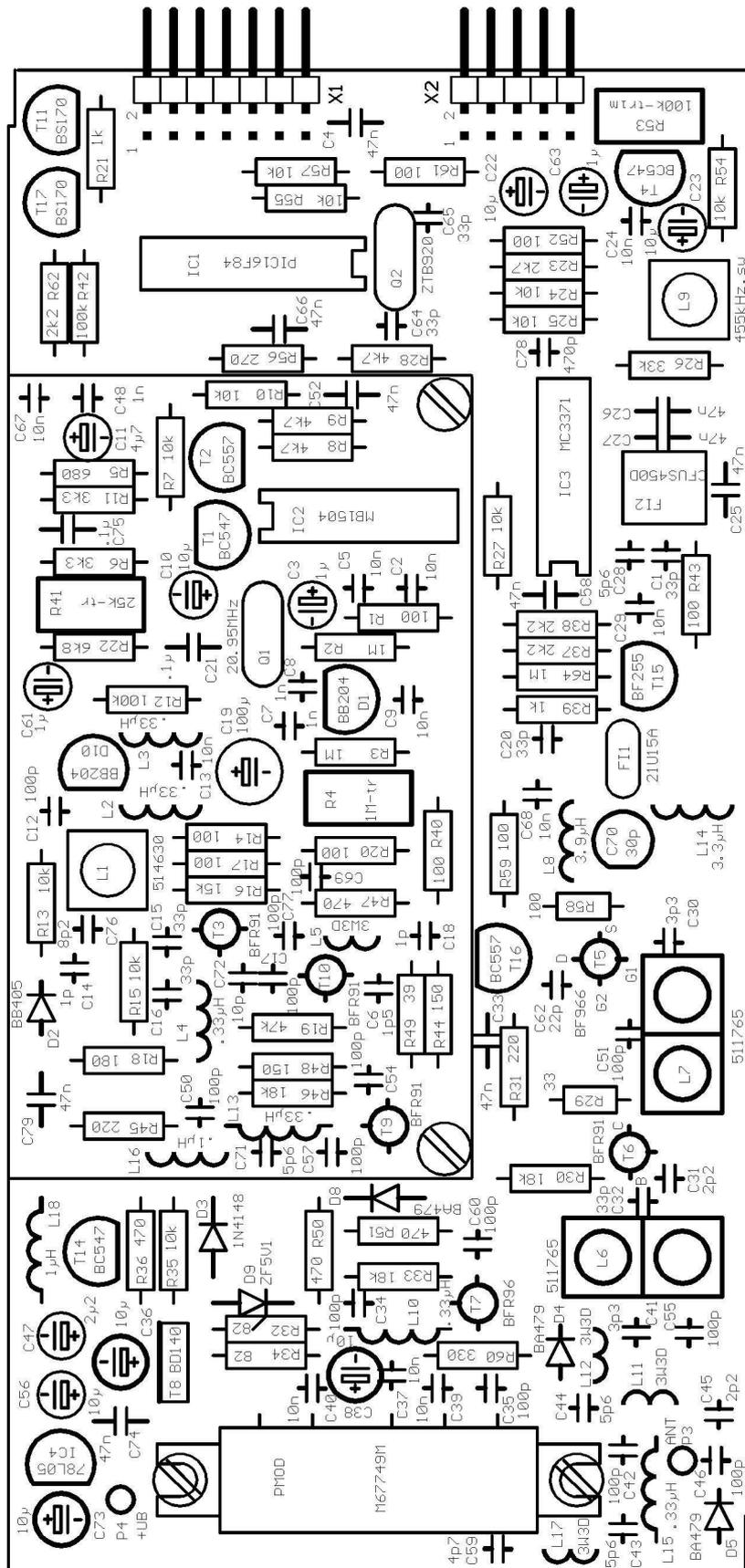




70cm-Transceiver  
Sender  
DF2FQ, 8.3.98

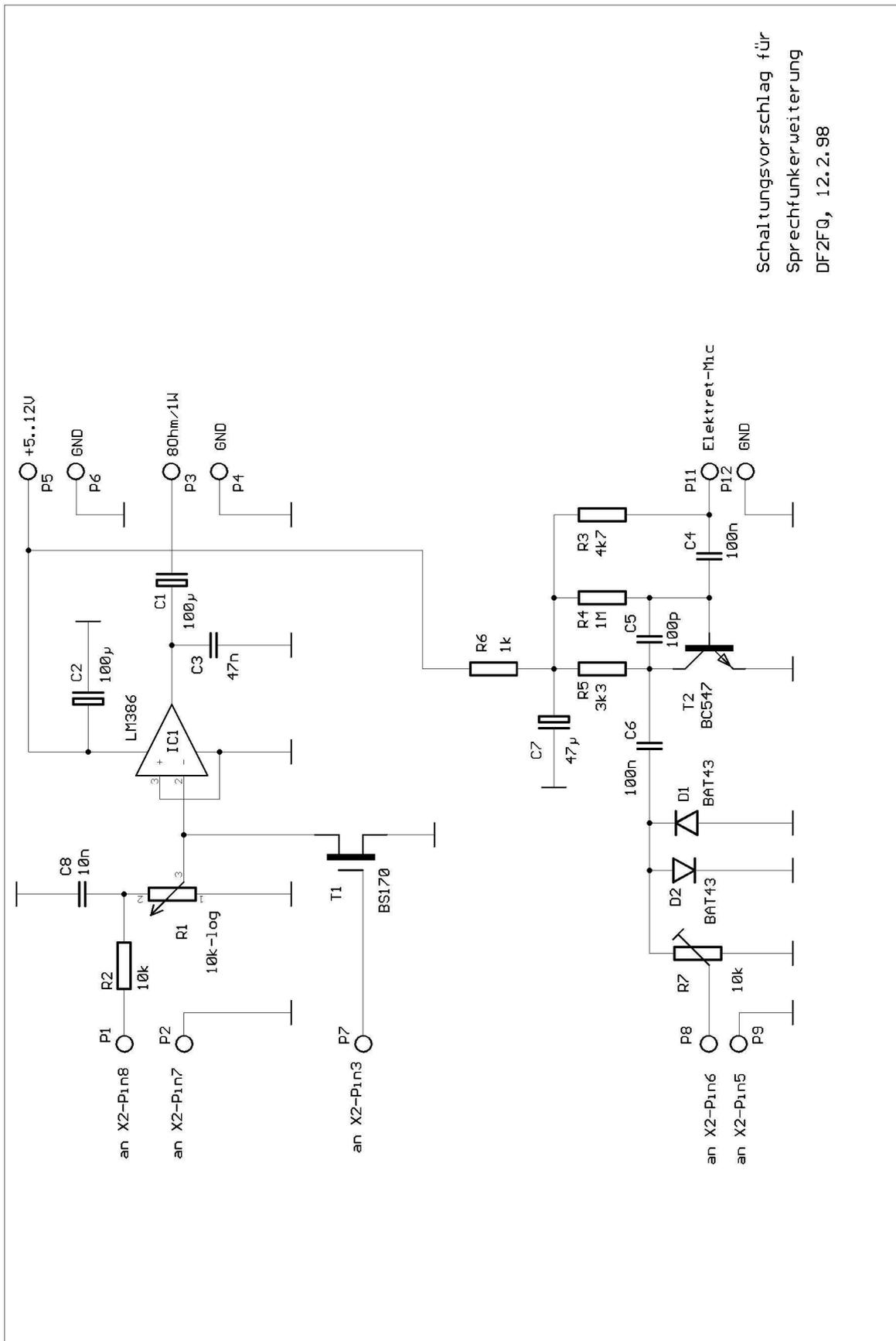
Bild 3





T7F, PCB  
DF2FQ, 8.3.98

Bild 5



Schaltungsvorschlag für  
Sprechfunkeverweiterung  
DF2FQ, 12.2.98

Bild 6

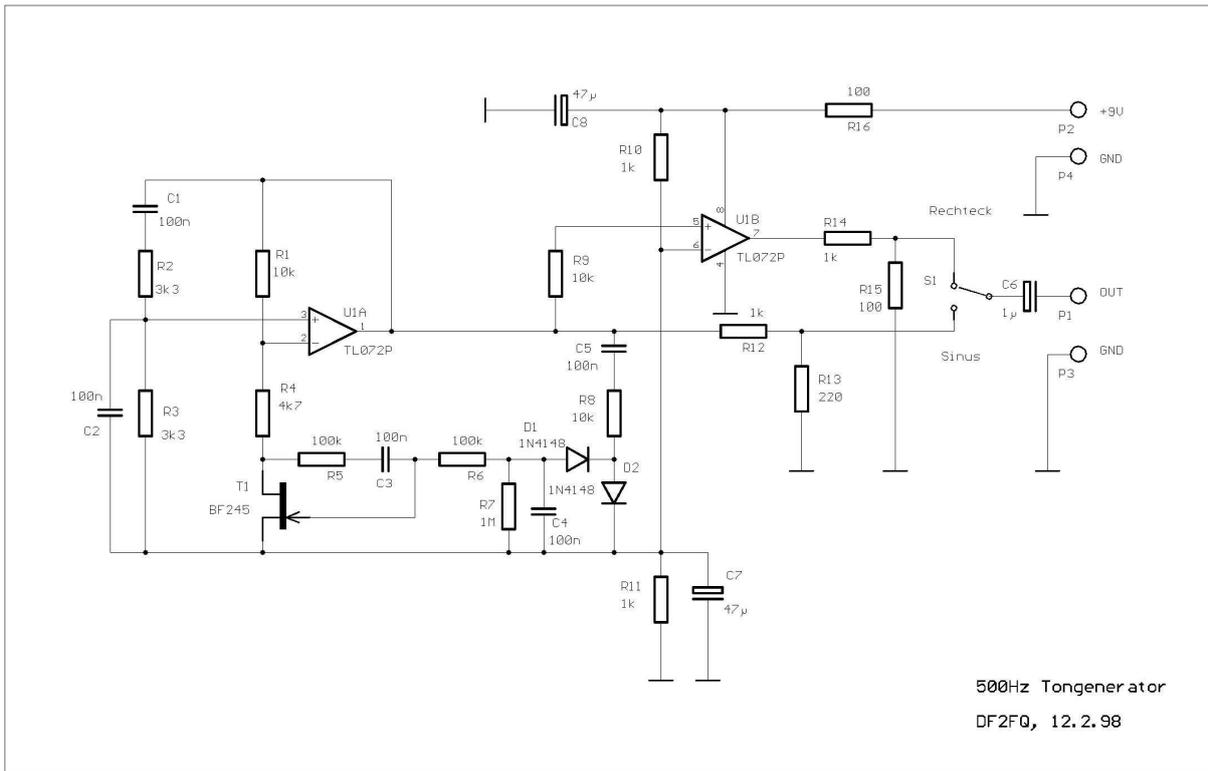
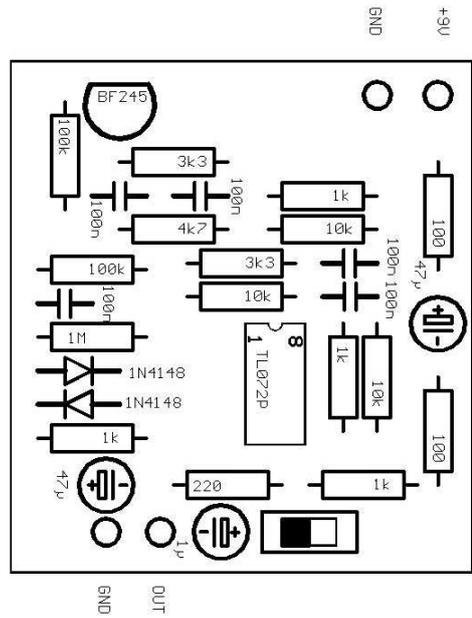
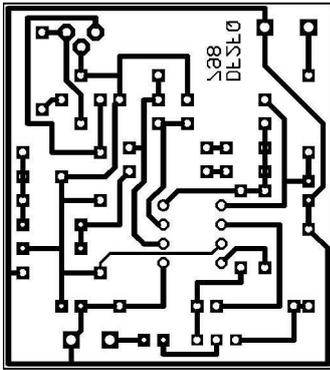


Bild 7



**Tabelle zur Umrechnung der 70-cm-Frequenzen in die T/F-Kanalnummern**

000	430,000	050	431,250	100	432,500	150	433,750	200	435,000	250	436,250	300	437,500	350	438,750
001	430,025	051	431,275	101	432,525	151	433,775	201	435,025	251	436,275	301	437,525	351	438,775
002	430,050	052	431,300	102	432,550	152	433,800	202	435,050	252	436,300	302	437,550	352	438,800
003	430,075	053	431,325	103	432,575	153	433,825	203	435,075	253	436,325	303	437,575	353	438,825
004	430,100	054	431,350	104	432,600	154	433,850	204	435,100	254	436,350	304	437,600	354	438,850
005	430,125	055	431,375	105	432,625	155	433,875	205	435,125	255	436,375	305	437,625	355	438,875
006	430,150	056	431,400	106	432,650	156	433,900	206	435,150	256	436,400	306	437,650	356	438,900
007	430,175	057	431,425	107	432,675	157	433,925	207	435,175	257	436,425	307	437,675	357	438,925
008	430,200	058	431,450	108	432,700	158	433,950	208	435,200	258	436,450	308	437,700	358	438,950
009	430,225	059	431,475	109	432,725	159	433,975	209	435,225	259	436,475	309	437,725	359	438,975
010	430,250	060	431,500	110	432,750	160	434,000	210	435,250	260	436,500	310	437,750	360	439,000
011	430,275	061	431,525	111	432,775	161	434,025	211	435,275	261	436,525	311	437,775	361	439,025
012	430,300	062	431,550	112	432,800	162	434,050	212	435,300	262	436,550	312	437,800	362	439,050
013	430,325	063	431,575	113	432,825	163	434,075	213	435,325	263	436,575	313	437,825	363	439,075
014	430,350	064	431,600	114	432,850	164	434,100	214	435,350	264	436,600	314	437,850	364	439,100
015	430,375	065	431,625	115	432,875	165	434,125	215	435,375	265	436,625	315	437,875	365	439,125
016	430,400	066	431,650	116	432,900	166	434,150	216	435,400	266	436,650	316	437,900	366	439,150
017	430,425	067	431,675	117	432,925	167	434,175	217	435,425	267	436,675	317	437,925	367	439,175
018	430,450	068	431,700	118	432,950	168	434,200	218	435,450	268	436,700	318	437,950	368	439,200
019	430,475	069	431,725	119	432,975	169	434,225	219	435,475	269	436,725	319	437,975	369	439,225
020	430,500	070	431,750	120	433,000	170	434,250	220	435,500	270	436,750	320	438,000	370	439,250
021	430,525	071	431,775	121	433,025	171	434,275	221	435,525	271	436,775	321	438,025	371	439,275
022	430,550	072	431,800	122	433,050	172	434,300	222	435,550	272	436,800	322	438,050	372	439,300
023	430,575	073	431,825	123	433,075	173	434,325	223	435,575	273	436,825	323	438,075	373	439,325
024	430,600	074	431,850	124	433,100	174	434,350	224	435,600	274	436,850	324	438,100	374	439,350
025	430,625	075	431,875	125	433,125	175	434,375	225	435,625	275	436,875	325	438,125	375	439,375
026	430,650	076	431,900	126	433,150	176	434,400	226	435,650	276	436,900	326	438,150	376	439,400
027	430,675	077	431,925	127	433,175	177	434,425	227	435,675	277	436,925	327	438,175	377	439,425
028	430,700	078	431,950	128	433,200	178	434,450	228	435,700	278	436,950	328	438,200	378	439,450
029	430,725	079	431,975	129	433,225	179	434,475	229	435,725	279	436,975	329	438,225	379	439,475
030	430,750	080	432,000	130	433,250	180	434,500	230	435,750	280	437,000	330	438,250	380	439,500
031	430,775	081	432,025	131	433,275	181	434,525	231	435,775	281	437,025	331	438,275	381	439,525
032	430,800	082	432,050	132	433,300	182	434,550	232	435,800	282	437,050	332	438,300	382	439,550
033	430,825	083	432,075	133	433,325	183	434,575	233	435,825	283	437,075	333	438,325	383	439,575
034	430,850	084	432,100	134	433,350	184	434,600	234	435,850	284	437,100	334	438,350	384	439,600
035	430,875	085	432,125	135	433,375	185	434,625	235	435,875	285	437,125	335	438,375	385	439,625
036	430,900	086	432,150	136	433,400	186	434,650	236	435,900	286	437,150	336	438,400	386	439,650
037	430,925	087	432,175	137	433,425	187	434,675	237	435,925	287	437,175	337	438,425	387	439,675
038	430,950	088	432,200	138	433,450	188	434,700	238	435,950	288	437,200	338	438,450	388	439,700
039	430,975	089	432,225	139	433,475	189	434,725	239	435,975	289	437,225	339	438,475	389	439,725
040	431,000	090	432,250	140	433,500	190	434,750	240	436,000	290	437,250	340	438,500	390	439,750
041	431,025	091	432,275	141	433,525	191	434,775	241	436,025	291	437,275	341	438,525	391	439,775
042	431,050	092	432,300	142	433,550	192	434,800	242	436,050	292	437,300	342	438,550	392	439,800
043	431,075	093	432,325	143	433,575	193	434,825	243	436,075	293	437,325	343	438,575	393	439,825
044	431,100	094	432,350	144	433,600	194	434,850	244	436,100	294	437,350	344	438,600	394	439,850
045	431,125	095	432,375	145	433,625	195	434,875	245	436,125	295	437,375	345	438,625	395	439,875
046	431,150	096	432,400	146	433,650	196	434,900	246	436,150	296	437,400	346	438,650	396	439,900
047	431,175	097	432,425	147	433,675	197	434,925	247	436,175	297	437,425	347	438,675	397	439,925
048	431,200	098	432,450	148	433,700	198	434,950	248	436,200	298	437,450	348	438,700	398	439,950
049	431,225	099	432,475	149	433,725	199	434,975	249	436,225	299	437,475	349	438,725	399	439,975