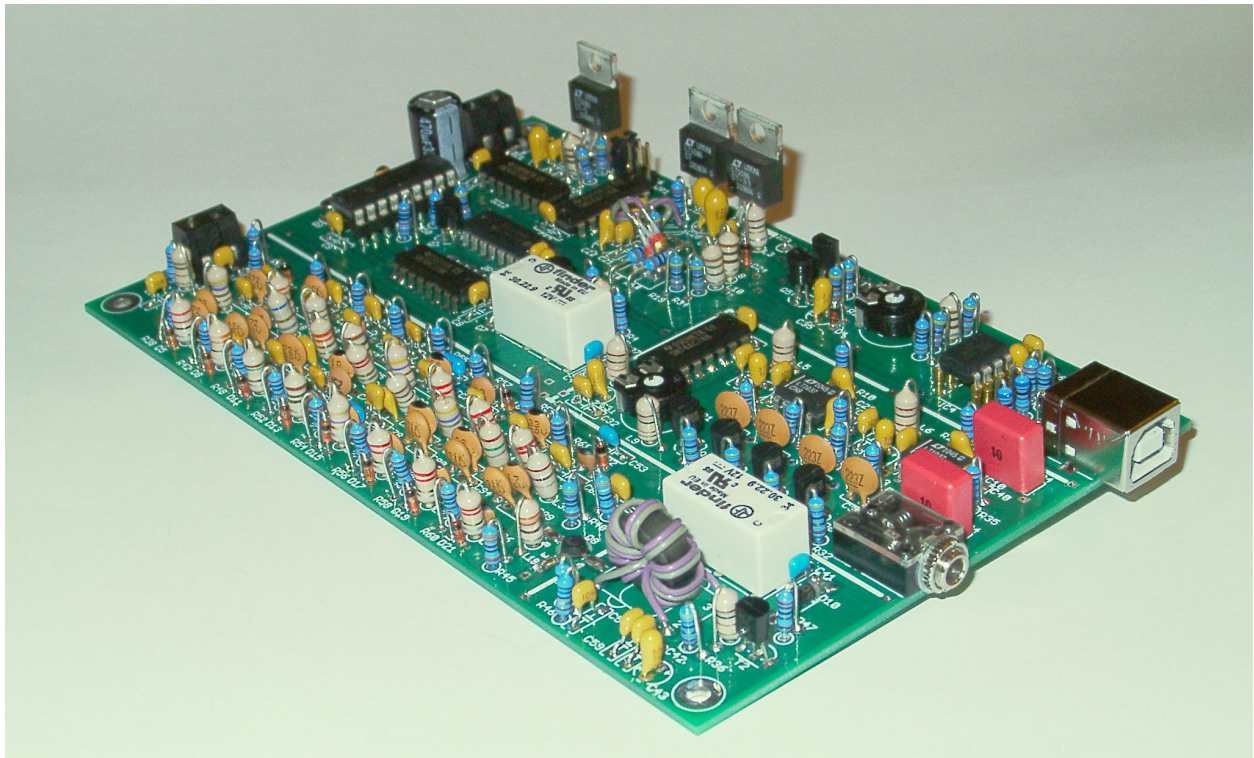


LIMA-SDR

BOARD 1 (RX)



Hardware / Software

Handbuch Version 2.1 ab Platinenversion 5.0

26.6.2014

**Bernd Wehner
DL9WB
Talbahnstraße 17
47137 Duisburg**

dl9wb@darç.de

Inhalt Teil 1:

1. Eigenschaften und Funktionsbeschreibung	3
2. Hardwarespezifikation	5
3. Vorwort zum Arbeitsbeginn	6
4. Materialübersicht und Stücklisten	9
5. Aufbaubeschreibung	11

Inhalt Teil 2:

6. Bestückungspläne Schritt 1 bis 7	30
--	-----------

Inhalt Teil 3:

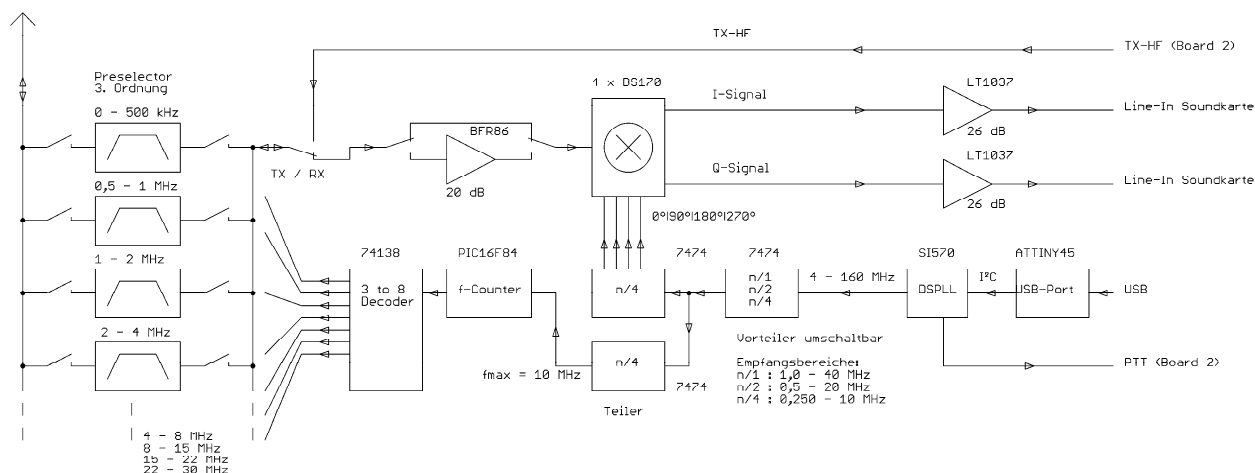
7. Programmieranleitung der Controller	47
8. Steckverbinder und Anschlüsse	50
9. SDR-Software	51
10. Nützliche Hinweise zum Betrieb	52
11. Schaltbilder	54
12. Bestelllisten u. Bezugsquellen	59
13. Literaturhinweise u. Internetadressen	61
14. Änderungshinweise	62

1. Eigenschaften und Funktionsbeschreibung

Der SDR Bausatz *Lima* beinhaltet alle notwendigen Hardwarekomponenten für die Realisierung eines vollständigen Software Defined Radio für den Frequenzbereich von 250 kHz bis 30 MHz. Das *Lima*-SDR ist ein Analog-Front-End welches mittels USB-Schnittstelle und zweier Stereoaudiokabel über die Soundkarte eines PCs angeschlossen wird. Die Erzeugung der beiden Audiosignale (I und Q) aus dem Antennensignal übernimmt ein sogenannter **Quadratur-Sampling-Detektor**. Der digitale Signalprozess erfolgt auf einem PC mit entsprechender Software.

Ziel bei der Entwicklung dieses Bausatzes war in erster Linie die Vermeidung von SMD-Bauteilen, die beim Aufbau dem einen oder anderen mehr oder weniger Schwierigkeiten bereiten könnten, und einen kostengünstiger Aufbau mit handelsüblichen Bauteilen.

Das *Lima*-SDR besteht im Endausbau aus zwei Platinen im Europakartenformat 160*100 mm. Board 1 (RX) enthält alle Komponenten für den Receiver; Board 2 (TX) enthält die Komponenten zur Aufbereitung des Sendesignals und eine kleine HF-Endstufe mit einer Ausgangsleistung von ca. 1 Watt PEP.



Blockschaltbild *Lima*-SDR Board 1 (RX)

Frequenzaufbereitung, das Herz des *Lima*-SDR

Durch den Einsatz eines DSPLL-Synthesizers vom Typ SI570 (CMOS) der über den USB-Port eines PCs angesprochen wird, kann der gesamte Frequenzbereich von 250 kHz bis 30 MHz in 1 Hz Schritten abgestimmt werden. Die USB-Schnittstelle im *Lima*-SDR besteht aus einem AVR-Microcontroller vom Typ Attiny45-20 der über einen I²C-Bus den Synthesizer steuert. Zusätzlich wird aus dem AVR-Microcontroller noch das PTT-Signal ausgekoppelt. Die Firmware des Controllers stammt von Thomas Baier, DG8SAQ. Der SI570 ist als CMOS-Variante vorgesehen und liefert somit eine Taktfrequenz von ca. 4 – 160 MHz. Beim I/Q-Verfahren benötigt man zur Erzeugung der niedrigen ZF von 9 kHz eine Mischfrequenz, die genau der vierfachen Empfangsfrequenz entspricht. Eine Teilung der Taktfrequenz durch 4 wird bereits durch die Signalaufbereitung für die Mischerstufe realisiert. Wir erreichen somit bei einer Oszillatorfrequenz von 4 – 160 MHz des SI570 und ohne weitere Teilung der Frequenz einen Empfangsbereich von 1 – 40 MHz. Damit auch das MW-Band und Teile des LW-Band erreicht werden können, ist eine weitere Teilerkette vorgesehen. Mittels Steckbrücke oder Umschalter können so auch die Bereiche 0,5 MHz – 20 MHz oder 0,250 MHz – 10 MHz erreicht werden.

Preselector, ohne Filter kein Genuß

Das *Lima*-SDR ist ein Superhet mit IQ-Mischer und einer niedrigen ZF von 9 kHz. Die Spiegelfrequenz wird durch das I/Q-Verfahren und durch die verwendete SDR-Software um ca. 40 – 60 dB unterdrückt. Durch die rechteckförmige Mischfrequenz gibt es auch einen

gleichzeitigen Empfang der ungeradzahligen Oberwellen also der dreifachen und fünffachen Empfangsfrequenz. Eine Filterung des HF-Signals am Antenneneingang ist also unerlässlich. Das HF-Signal wird beim Empfang mittels einer Relaisumschaltung einem Preselector zugeführt. Der Preselector ist in insgesamt acht Bereiche unterteilt, die je nach eingestellter Frequenz automatisch umgeschaltet werden.

Die automatische Umschaltung erledigt ein PIC-Controller vom Typ PIC16F84-4 unabhängig von der verwendeten Software in Ihrem PC. Der Eingang RA4 des Controllers erhält die nochmals um den Faktor 4 herunter geteilte Mischfrequenz und ein aus dem I²C-Bus des Si570 generiertes Bussy-Signal am Eingang RB0. Sobald der Si570 über den I²C-Bus einen Befehl zum Frequenzwechsel erhält, wird der PIC-Controller durch das Bussy-Signal gestartet und es erfolgt nach einer Wartezeit von ca. 200 ms eine Frequenzmessung der Mischfrequenz. Als Ergebnis wird ein dreistelliger Binärwert einem 3 zu 8 Decoder übermittelt. Der Decoder schaltet jetzt mit einem L-Pegel an einem seiner Ausgänge die beiden Schaltdioden des entsprechenden Filters auf Durchgang. Nach erfolgter Arbeit geht der PIC-Controller im Standby-Modus, schaltet seinen Clockoszillator aus und wartet auf das nächste Ereignis. Die 4 MHz Taktfrequenz des PICs können so das Empfangssignal nicht stören. Die Firmware stammt von Bernd Wehner, DL9WB.

Vorverstärker, 3 S-Stufen für schwache Signale

Zur Anhebung der Antennenspannung wird ein Vorverstärker mit 20 dB über ein Relais zugeschaltet. Gleichzeitig wirkt diese Verstärkerstufe als Dämpfung des Mischsignals in Richtung Antenne. An dieser Stelle möchte ich darauf hinweisen, dass ein Empfänger mit Direktmischer grundsätzlich immer mit einer Vorstufe betrieben werden sollte. D.h. auch beim *Lima-SDR* immer den Vorverstärker eingeschaltet lassen. Als HF-Transistor kommt der BFR96 zum Einsatz der mit einem Kollektorstrom von ca. 33 mA betrieben wird. Das Rauschmaß beträgt bei diesem Strom < 4,9 dB.

I/Q-Mischer, mal anders

Beim *Lima-SDR* werden zur Mischung nicht die sonst üblichen CMOS-Schalter wie bei anderen Bausätzen verwendet, sondern es werden vier Feldeffekttransistoren als Schalter eingesetzt. Einziger Nachteil ist, dass mit einem Trimpotentiometer einmal die Arbeitspunkte der Transistoren eingestellt werden müssen. Die Schaltung arbeitet als **Quadratur-Sampling-Detektor (QSD)** der aus vier Stufen zu je einem Integrationskondensator dem entsprechenden Feldeffekttransistor als Schalter und einem Ausgleichswiderstand in der Drainstrecke besteht. Die Ausgleichswiderstände sind an einer Seite zusammengeführt und bilden den HF-Eingang des Mixers. Über eine Induktivität, die als Sperre für die zu verarbeitenden HF-Signale dient, wird dieser Eingang auf eine Spannung von etwa 2,1V vorgespannt. Diese Spannung ist über das Trimpotentiometer einstellbar und bestimmt den Arbeitspunkt der Transistoren. Das Antennensignal wird zur galvanischen Trennung über einem Kondensator auf den Eingang geschaltet. Die vier Gateanschlüsse der Feldeffekttransistoren erhalten die vier um je 90° Phasenverschobenen Impulse der Mischfrequenz. An den Integrationskondensatoren stehen jetzt die vier zeitversetzten Spannungspegel der Empfangsfrequenz zur weiteren Verarbeitung an. Die beiden Operationsverstärker subtrahieren jeweils zwei der Spannungswerte und verstärken den Pegel um weitere 26 dB. Die so gewonnen I/Q-Signale werden über eine 3,5 mm Klinkenbuchse der Soundkarte zugeführt.

Weiterführende Informationen und Grundlagen zu I/Q-Mischern finden Sie im Literaturverzeichnis im Teil 3 dieses Manuals.

Ich hoffe, dass *Lima-SDR* Ihnen hilft, einen ersten Einstieg in die neue SDR-Technologie zu bekommen, wofür es sich lohnt, den Lötkolben anzuheizen; und das zu einem unschlagbaren Preis.

2. Hardwarespezifikation

Lima-SDR Board 1 (RX) Spezifikation	
RX Frequenzbereich 1	1,0 MHz bis 30 MHz
RX Frequenzbereich 2	0,50 MHz bis 20 MHz
RX Frequenzbereich 3	250 kHz bis 10 MHz
Durchlaßdämpfung des Preselector	12 dB
Eckfrequenzen Preselector Umschaltung erfolgt automatisch	Bereich 1: 0,25 - 0,59 MHz Bereich 2: 0,59 - 1,18 MHz Bereich 3: 1,18 - 2,16 MHz Bereich 4: 2,16 - 4,11 MHz Bereich 5: 4,11 - 8,22 MHz Bereich 6: 8,22 - 15,06 MHz Bereich 7: 15,07 - 22,10 MHz Bereich 8: 22,10 - 30,00 MHz
Spiegelfrequenzunterdrückung 3. Oberwelle	min. 36 dB
Spiegelfrequenzunterdrückung f0	> 50 dB Softwareabhängig
IP3 ohne Vorverstärker	+ 28 dBm
MDS ohne Vorverstärker	-130 dBm
MDS mit Vorverstärker	-125 dBm
Kleinster Abstimmschritt	1 Hz
Max. Receiverbandbreite	48, 96, 192 kHz je nach Soundkarte
DSPLL Oszillatorfrequenz	4 MHz bis 160 MHz
PC-Schnittstelle	USB 2.0 Buchsentyp B
Antenneneingang	50 Ohm über Schraubklemme
Soundkartenanschluß	3,5mm Klinkenbuchse Stereo
Stromversorgung	DC 9V bis 12V über Schraubklemme DC 13,8V bei gekühlten Spannungsreglern
Stromaufnahme Fvfo=3,600 MHz	ca. 300 mA
Mech. Abmessung	100 X 160 X 22 mm

Beachten Sie bitte, dass die hier angegebenen Empfangsleistungen stark von der verwendeten Soundkarte abhängig sind. Die oben angegebenen Werte wurden mit einer 7.1 Onboard-Soundkarte von RealTec ALC888 auf einem P7N SLI Board von MSI gemessen.

3. Vorwort zum Arbeitsbeginn

Erfahrene Funkamateure und Fachleute der Rundfunk-Technik mögen sich bei der Durchsicht dieser Einleitung und der Hinweise langweilen; dennoch muss diese Anleitung für weniger geübte sein.

Einführung:

Der Inhalt dieses Teils der Anleitung beschäftigt sich mit dem Zusammenbau des Lima-SDR RX. Weiterführende Informationen, Schaltpläne und Materiallisten finden Sie im Teil 3 dieser Anleitung.

Benötigte Werkzeuge:

- Lötstation mit feiner Lötspitze (0,8 – 1,2 mm), mit galvanischer Trennung, Temperatur einstellbar 370-430°C.
- Hochleistungslötkolben (ca. 100 W) zum Löten von Weißblech und ähnlich beschaffene Konstruktionsteile.
- 0,5 mm Elektroniker- Lötzinn.

Benutze kein säurehaltiges Lötzinn, Lötzinn mit wasserlöslichem Flussmittel und irgendwelche anderen Lötzusätze, andernfalls können keine erfolgsversprechenden Bauergebnisse erzielt werden.

- kleiner Kreuzschraubenzieher
- Spitzzange
- Schlüssel für verschiedene Muttergrößen
- kleiner Elektroniker Seitenschneider (empf. „KNIPEX 78 71 125“)
- Digital-Multimeter (DMM) mit Gleichspannung, Widerstand und Diodentest. Kapazitätsmessbereich ist wünschenswert, aber nicht unbedingt erforderlich
- Lupenbrille oder Lupenleuchte
- Entlötwerkzeuge und Entlötlitze sind unentbehrlich
- Frequenzzähler
- Ideal ist ein Oszilloskop, aber nicht Bedingung.

Wir empfehlen dringend die Benutzung eines leitfähigen ESD Armbandes und einer Anti-Statik-Matte als Arbeitsunterlage, wenn mit den hochsensiblen IC – Bauteilen hantiert werden muss oder die Platine mit den bestückten MC- Teilen angefasst werden muss.

Auspacken und Inventur:

Schutz vor elektrostatischer Beschädigung der Bauteile DSPLL-Synthesizer SI570, Attiny45-20, dem PIC-Controller PIC16F84A und den Feldeffekttransistoren BS170.:

Diese Bauteile sind besonders empfindlich gegen Beschädigung durch ESD (Elektro- Statik). Solche Beschädigungen sind oft nicht so geartet, dass das gesamte Gerät ausfällt. Häufig zeigen ESD beschädigte Bauteile im Betrieb aber merkwürdiges Verhalten. Solche Fehler sind extrem schwer zu finden. Deshalb wird hier nochmal dringend angeraten, dass beim Umgang mit diesen extra aufgeführten Bauteilen streng nach folgenden Regeln vorgegangen wird:

- Lassen Sie die Bauteile in der Verpackung, bis sie gebraucht werden

- Tragen Sie ein leitfähiges Armband oder berühre mit der Hand blanke, geerdete Flächen (z.B. Heizkörper) bevor Sie die Bauteile anfassen.
- Achtung: Verbinden Sie sich niemals direkt mit Masse(!), das könnte lebensgefährlich werden. Die Erdung muss immer hochohmig sein ($\geq 1\text{M}\Omega$) erfolgen.
- Benutzen Sie eine ESD-sichere Lötstation mit Potentialausgleich (galvanisch getrennt).
- Benutzen Sie eine leitfähige Arbeitsunterlage, ebenfalls hochohmig geerdet.

Einordnen von Kondensatoren:

Kondensatoren werden nach K-Wert und Rastermaß (RM) eingeordnet.

Festkondensatoren mit kleinen Werten sind normalerweise mit 1, 2 oder 3 Ziffern ohne Dezimalpunkt gekennzeichnet. Wenn 1 oder 2 Ziffern zu sehen sind, ist das der Wert in pF (Picofarad). Wenn es 3 Ziffern sind, ist die dritte Ziffer ein Multiplikator (einfacher: die dritte Ziffer gibt die Zahl der Nullen an, die hinter den beiden ersten Ziffern stehen). Als Beispiel: Steht auf einem Kondensator die Zahl 151, so hat er 150 pF ($15 \cdot 10^1$), 330 bedeutet also 33 pF, und 102 bedeutet 1000 pF (oder 1 nF). Abweichungen von dieser Regel werden in der Baumappe an entsprechender Stelle beschrieben.

Festkondensatoren mit Werten von 1000pF oder mehr werden oft mit Dezimalzahlen beschrieben wie z.B. 001, .047, oder 2.2. Diese Angaben beziehen sich immer auf Mikrofarad (μF). $1 \mu\text{F}$ entspricht $1.000.000 \text{ pF} = 1.000\text{nF}$.

Die meisten Kondensatoren haben ein Rastermaß (RM) von 5 mm. An Stellen, an denen ein Kondensator mit 2,5 mm benötigt wird, wird in der Baumappe ausdrücklich darauf hingewiesen. Einige Positionen der Kondensatoren sind im Layout der Platine für beide Rastermaße ausgelegt.

Einordnen von Widerständen:

Die Widerstände werden nach Widerstandswert und vorgegebener Leistung geordnet. In der Regel werden hier Metallfilmwiderstände mit $\frac{1}{4}$ Watt eingesetzt. Sie sind ausgesucht nach der IEC-Widerstandsgrundwerte- Tabelle und können mit einer W-Dekade oder mit einem W- Werte- Schieber („Widerstand-Uhr“) ermittelt werden. Erfahrene Elektroniker kennen diese Werte auswendig.

Löttechnik:

Umwelt: Achten Sie auf ausreichende Be- und Entlüftung wenn Sie löten und vermeiden Sie das Einatmen der Lötdämpfe. Waschen Sie nach der Arbeit sorgfältig die Hände, da Blei- Rückstände hochgiftig sind.

Lebensmittel, aber auch Zigaretten, haben während der Lötarbeiten nichts am Arbeitsplatz zu suchen, da sonst die gesundheitsschädliche Aufnahme von Blei unvermeidlich ist.

Geben Sie immer nur soviel Lötzinn zu wie eben benötigt wird, um das Bauteilbeinchen zu „umfließen“ und Kontakt zum Lötauge herzustellen. Die Bohrung in der Platine braucht nicht durchgängig gefüllt zu sein, ein „Berg“ an Lötzinn auf der anderen Seite

der Platine ist nicht nur überflüssig, sondern sogar gefährlich. Sparsamer Umgang mit Lötzinn vermeidet Kurzschlüsse.

Das Lötzinn muss sowohl am Bauteil, als auch am Lötauge richtig fließen. Damit das zuverlässig funktioniert, müssen Bauteilanschluss und Lötauge gleichzeitig erhitzt werden. Dazu wird die Lötkolbenspitze so platziert, dass Bauteilanschluss und Lötauge gleichzeitig berührt werden. Lötzinn erst zugeben, wenn beide Teile erhitzt sind.

Gute Lötstellen glänzen und sehen glatt und sauber aus. Erscheint eine Lötstelle stumpf oder rissig, ist sie möglicherweise „kalt“. Kalte Lötstellen müssen erst gesäubert und dann neu gelötet werden. Entfernen Sie als erstes möglichst viel von dem Lötzinn, in dem Sie es mit Entlötlitze absaugen und löten Sie die Lötstelle dann neu mit frischem Lötzinn. Entdecken Sie häufig kalte Lötstellen, so ist das ein Hinweis darauf, dass möglicherweise die Löttemperatur zu niedrig ist oder die Lötkolbenspitze defekt oder verschmutzt ist.

Entlöttechnik:

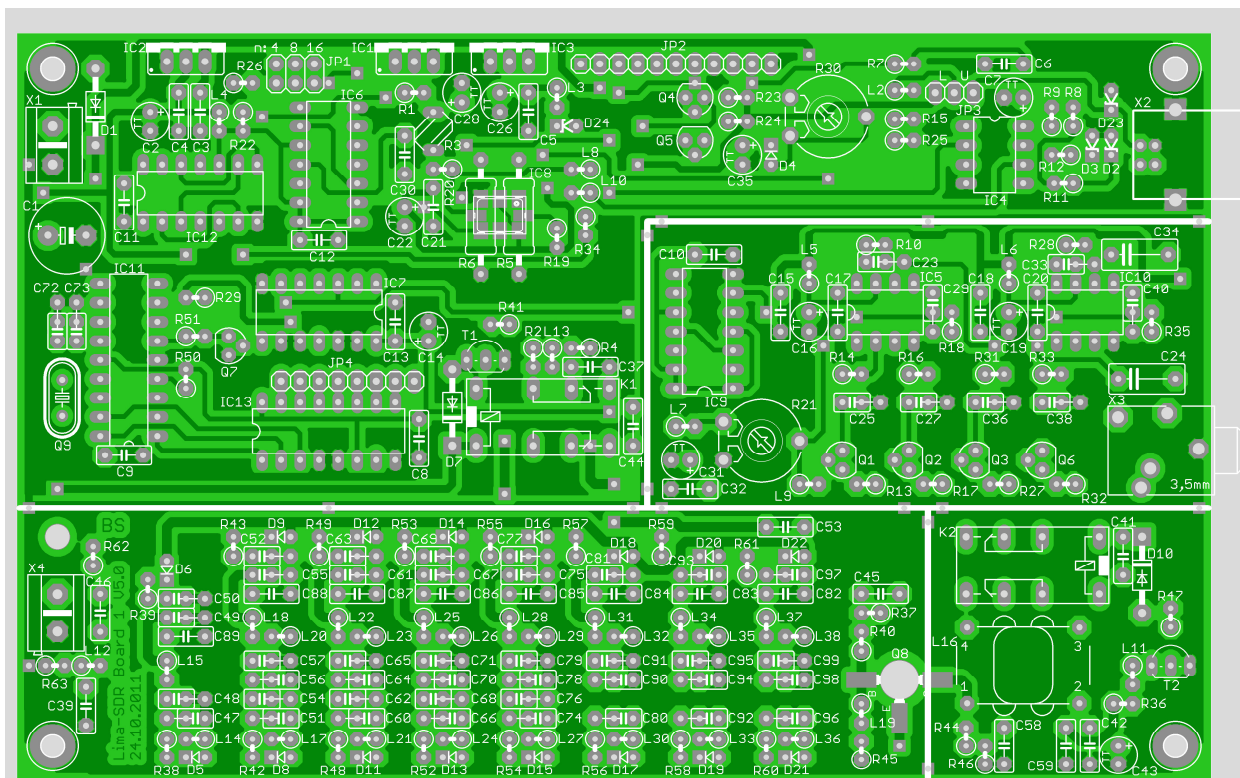
Die beste Entlöttechnik besteht darin, dass man die Notwendigkeit ein Teil auszulöten vermeidet. !! (Hi).

Prüfen Sie jeden Wert des Bauteils und die richtige Einbaurichtung vor dem Einbau zweimal, bevor Sie löten und beachten Sie die ESD Schutzmaßnahmen, damit die Teile nicht während des Einbaus beschädigt werden.

Wenn Teile ausgelötet werden müssen:

- Zerren Sie nicht an einem Bauteilbeinchen wenn nicht entweder das Zinn restlos entfernt ist oder aber die Lötstelle nicht auf Schmelztemperatur erhitzt ist. Es besteht die Gefahr, dass die Platine beschädigt wird.
- Begrenzen Sie den Kontakt zwischen Lötkolben und Lötstelle auf wenige Sekunden pro Versuch
- Wenn Sie mit einer Entlötpumpe arbeiten wollen, benutzen Sie eine große Ausführung, denn die Kleinen arbeiten nicht besonders effizient.
- Der sicherste Weg ein IC und andere mehrbeinige Bauteile zu entfernen ist es, sie erst „bergmännisch“ zu zerlegen und dann jedes einzelne Beinchen individuell auszulöten. Es macht wenig Sinn beim Versuch das Bauteil zu retten die Platine zu zerstören. Besser noch verwendet man zum Einbau IC-Lötsocket.
- Dringend angeraten sei an dieser Stelle sich einen stabilen Platinenhalter für diese Arbeiten zu besorgen. Bitte nicht diese billige sogenannte „DRITTE HAND“, bei der die Platine mit Krokodilklemmen befestigt wird.
Einen wirklich guten Platinenhalter erhält man über den Leserservice des „FUNKAMATEUR“. Mit einem solchen Platinenhalter hat man beide Hände frei für den Lötkolben und z.B. eine Zange.

4. Materialübersicht und Stücklisten



Leiterplatte *Lima-SDR Board 1 (RX)*

Bevor wir mit der Bestückung des *Lima-SDR Board 1 (RX)* beginnen, prüfen wir die vorhandenen Bauteile auf Vollständigkeit. Eine ausführlichere Stückliste finden Sie auf den beiden folgenden Seiten.

Anzahl der Bauteile bei vollständiger Bestückung:

- 64 Widerstände, NTC's und Trimmer
- 99 Kondensatoren
- 37 Spulen
- 47 Halbleiter
- 11 Kleinteile wie Leiterplatte, Quarz, Steckverbinder usw.

Mutige und ungeduldige Bastler können natürlich die Leiterplatte sofort mit allen Bauteilen bestücken und dann hoffen, dass alles funktioniert. Es ist jedoch ratsam, sich an meine Schritt für Schritt Vorgehensweise zu halten. Durch Teilaufbauten (**Schritt 1 bis 17**) können die aufgebauten Schaltungsteile auf Funktion getestet werden, wodurch eine erforderliche Fehlersuche vereinfacht wird. (Die durchzuführenden Messungen sind kumulierend). Bei einem Fehler braucht dann nur der zuletzt bestückte Schaltungsteil untersucht werden. Es wäre auch schade, wenn durch eine Fehlbestückung in der Spannungsversorgung der doch recht teure SI570 in Rauch und Flammen aufgehen würde. Beachten Sie aber unbedingt die besondere Vorbereitung einiger Bauteile.

Ich wünsche nun viel Erfolg (55) beim Basteln...

Gesamtstückliste Lima-SDR Board 1 (RX), Stand 29.11.2011

Anzahl	Wert	Bezeichnung	Anzahl	Wert	Bezeichnung
Widerstände:			Spulen:		
1	1M	Metallfilmwiderstand	7	100μ	Festinduktivität
4	20k	Metallfilmwiderstand	1	47μ	Festinduktivität
1	10k	Metallfilmwiderstand	3	33μ	Festinduktivität
10	4k7	Metallfilmwiderstand	1	22μ	Festinduktivität
3	2k2	Metallfilmwiderstand	2	15μ	Festinduktivität
24	1k	Metallfilmwiderstand	6	10μ	Festinduktivität
1	470R	Metallfilmwiderstand	1	6μ8	Festinduktivität
1	390R	Metallfilmwiderstand	2	4μ7	Festinduktivität
1	330R	Metallfilmwiderstand	1	3μ3	Festinduktivität
1	220R	Metallfilmwiderstand	7	2μ2	Festinduktivität
2	180R	Metallfilmwiderstand	2	1μ	Festinduktivität
2	100R	Metallfilmwiderstand	1	0μ47	Festinduktivität
2	68R	Metallfilmwiderstand	1	0μ15	Festinduktivität
1	56R	Metallfilmwiderstand	1	0μ1	Festinduktivität
5	47R	Metallfilmwiderstand	1	10Wdg. bif.	Ringkern FT 50-77
1	5R6	Metallfilmwiderstand			
2	2x2k2	NTC (s. Text)	Halbleiter:		
1	250k	Trimmer	1	PIC16F84A	PIC CONTROLLER
1	5k	Trimmer	1	ATTINY45-20	Atmel AVR-RISC-Control
			1	SI570 CMOS	Synthesizer PLL
Kondensatoren:			2	LT1037	Operationsverstärker
1	470μ/16V	Elko radial	1	74HC138N	TTL-IC
2	22μ/16V	Tantalelko	3	74AC74N	TTL-IC
1	10μ/16V	Tantalelko	1	74AC00N	TTL-IC
8	3μ3/16V	Tantalelko	1	LT1086 CT	Spannungsregler
2	1μ	Folienkondensator	1	LT1086 CT 3,3	Spannungsregler
32	100n	Vielschichtkondensator	1	LT1086 CT 5	Spannungsregler
3	33n	Vielschichtkondensator	1	BFR96	HF Transistor
4	22n	Keramikkondensator	7	BS170	FET
3	4n7	Keramikkondensator	2	BC547C	Transistor
1	2n7	Keramikkondensator	3	FZ3V6	Zenerdiode
1	1n8	Keramikkondensator	1	FZ6V2	Zenerdiode
2	1n5	Keramikkondensator	3	1N4004	Diode
2	1n2	Keramikkondensator	1	1N4148	Diode
3	680p	Keramikkondensator	16	BA243	Diode
1	470p	Keramikkondensator			
3	390p	Keramikkondensator	Sonstiges:		
3	330p	Keramikkondensator	1	4MHz	Quarz 4MHz
2	180p	Keramikkondensator	1	USB-Buchse	USB-Buchse Serie B
2	150p	Keramikkondensator	1	Buchsenleiste 1x11	
5	100p	Keramikkondensator	1	Stiftleiste 2x3	
2	82p	Keramikkondensator	2	Schraubklemme 2 pol.	
2	68p	Keramikkondensator	1	Stereo-Klinkenbuchse 3,5 mm	
2	33p	Keramikkondensator	2	Relay	
2	22p	Keramikkondensator	1	Jumper	
6	18p	Keramikkondensator	1	Leiterplatte 100 x 160 mm Board 1 RX	
2	15p	Keramikkondensator	1	Kleinteile	Schrauben, Kabel etc.
1	10p	Keramikkondensator			
1	4p7	Keramikkondensator	Zubehör:		
			1	USB-Kabel 1m A->B	
			1	IC-Sockel	(optional) 8-polig
			1	IC-Sockel	(optional) 18-polig
			1	Weißblechgehäuse	
			1	Audiokabel	

Eine ausführliche Stückliste mit Bestellnummern und Bezugsquellenangaben finden Sie im Teil 3 dieses Manuals.

Achtung, wenn Sie die beiden Controller PIC16F84-4 und den Attiny45-20 selbst direkt beschafft haben, dann denken Sie bitte vor dem Einbau an die entsprechende Programmierung der ICs! Eine Programmieranleitung finden Sie in diesem Manual.

Controller die Sie von mir bezogen haben sind bereits programmiert und getestet!

5. Aufbaubeschreibung

Besondere Vorbereitung einiger Bauteile:

NTCs

Als erstes suchen Sie unter den Bauteilen die beiden NTC-Widerstände. Es handelt sich hierbei um Bauteile, die wie kleine Keramikkondensatoren aussehen und mit einer Farbcodierung versehen sind.

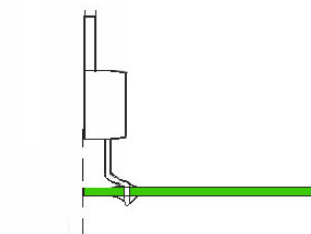
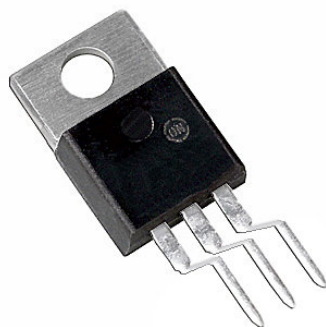
Die NTCs, hier als ein Widerstand mit R3 bezeichnet, werden wie im folgenden Bild parallel zusammengelötet und danach an einem Stück Zwillingslitze von ca. 30 mm angelötet. Das andere Ende der Litze wird auch abisoliert und verzinnt.



Die freien Enden der Litze werden später an der Position des NTCs R3 auf der Leiterplatte eingelötet und auf die beiden Heizwiderstände des SI570 geklebt.

Spannungsregler

Bei den drei Spannungsreglern IC1, IC2 und IC3 müssen die Anschlüsse etwas abgewinkelt werden, so dass bei der Montage auf der Leiterplatte die Rückseite der TO220-Gehäuse in einer Flucht mit der seitlichen Leiterplattenkante liegt. Die Spannungsregler können dann später zur Kühlung mit Glimmerscheiben **isoliert** an das Gehäuse geschraubt werden.



Hinterkante Transistor in einer Flucht mit Leiterplattenkante

Atmel-Controller

Der Atmel-Controller IC4 muß ein Programm enthalten, damit er als USB-Schnittstellenbaustein arbeiten kann. Er kommuniziert über den USB-Port mit einem PC und reicht die empfangenen Befehle als I²C-Bus-Signal zur DSPLL IC8 weiter. Haben Sie den Controller zusammen mit der Leiterkarte bei mir bezogen, so ist der Controller bereits programmiert und getestet.

Neue Controller, die Sie selbst bezogen haben, müssen Sie vor der Bestückung programmieren.

(Eine entsprechende Programmieranleitung finden Sie im Teil 3 dieses Manuals).

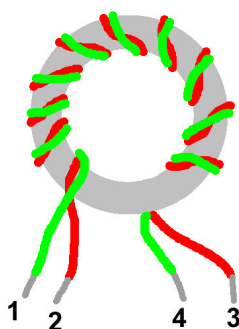
PIC-Controller

Der PIC-Controller IC11 wird nur beim Aufbau des vollständigen Preselector gebraucht und muss ein Programm enthalten, damit er die Filterstufen je nach Frequenz umschalten kann. Sollten Sie auch diesen Controller bei mir bezogen haben, so ist dieser bereits programmiert und getestet.

Wie bei jeder Software kann es auch für diese Controller in Zukunft Updates der Software geben. Aus diesem Grund ist es ratsam, für eine spätere Programmierung dieser beiden v.g. ICs, zu sockeln. IC-Sockel sind nicht in der Stückliste aufgeführt.

Ringkern L16

Die Spule L16 wird beim Aufbau des Vorverstärkers benötigt. Es handelt sich hierbei um einen 1:1 HF-Transformator der auf einen Ringkern vom Typ FT 50-77 gewickelt wird. Als Drahtmaterial können Sie, zur besseren Unterscheidung der beiden Wicklungen, Reste von mehrfarbigem Flachbandkabel (AWG26, Leiterquerschnitt 0,13mm²) verwenden. Schneiden Sie sich also zwei Stücke Draht mit einer Länge von ca. 30 cm zurecht. Die beiden Drahtstücke werden jetzt miteinander verdreht und nach folgendem Schema 10 Windungen auf dem Ringkern gewickelt:



Die Numerierung der Kabelenden finden Sie später bei der Bestückung der Spule auf dem Platinaufdruck wieder.

Bestückung der Platine: BOARD 1 (RX)

Nachdem Sie die Vorbereitung abgeschlossen haben, beginnen Sie mit der Bestückung. Wie bereits erwähnt, wird die Bestückung in Funktionsgruppen unterteilt, die jeweils am Ende der Bestückung getestet werden sollten (bessere Fehlereingrenzung!).

Achten Sie unbedingt darauf, dass Sie jedesmal nach einem abgeschlossenen (und hoffentlich erfolgreichen) Test die Versorgungsspannung abschalten und alle Verbindungskabel zum PC trennen. Bei der Fortsetzung der Bestückung könnten sonst Kurzschlüsse durch Ihre Werkzeuge erhebliche Schäden an dem Bausatz oder an dem noch angeschlossenen PC verursachen.

Auch sollten Sie unbedingt darauf achten, dass statische Aufladungen vermieden werden. Besondere Hinweise hierzu gebe ich an entsprechender Stelle. (Geerdeter Arbeitsplatz).

Bestückung und Test der Stromversorgung:

Materialliste:

1 x Leiterplatte Lima-SDR Board 1 RX	
1 x Spannungsregler LT1086CT	IC1 (siehe Vorbereitung Bauteile)
1 x Spannungsregler LT1086CT-3,3	IC3 (siehe Vorbereitung Bauteile)
1 x Spannungsregler LT1086CT-5	IC2 (siehe Vorbereitung Bauteile)
1 x Diode 1N4004	D1
1 x Diode FZ6V2	D23
1 x Diode FZ3V6	D24
1 x Schraubklemme	X1
1 x Metallfilmwiderstand 220R	R1
2 x NTC 2k2	R3 (siehe Vorbereitung Bauteile)
1 x Trimmer 5k	R21
1 x Elko 470µF/16V	C1

6 x Tantalelko 3 μ 3/16V	C7, C14, C16, C19, C22, C31
1 x Tantalelko 10 μ /16V	C2
2 x Tantalelko 22 μ /16V	C26, C28
10 x Vielschichtkondensator 100nF	C3, C4, C5, C6, C15, C17, C18, C20, C21, C32
4 x Festinduktivität 100 μ H	L5, L6, L7, L9
2 x Festinduktivität 10 μ H	L2, L4
1 x Festinduktivität 1 μ H	L3
1 x Drahtbrücke	JP3

Beginnen Sie jetzt mit der Bestückung der oben aufgeführten Bauteile gemäß der Zeichnung **Schritt 1**. Achten Sie auf die Polarität der Diode D1, D23, D24 des Bechereikos C1 und der neun Tantalelkos. Verwechseln Sie bitte nicht die drei unterschiedlichen Spannungsregler. Sorgen Sie dafür, dass die Schraubklemme X1 ohne Abstand direkt auf die Platine montiert ist. Vergessen Sie nicht die Drahtbrücke an JP3. Hier wird die Auswahl der Spannungsversorgung für den USB-Controller vorgenommen. In der dargestellten Position erfolgt die Versorgung über das *Lima-Board*.

Test der Stromversorgung

Legen Sie die Leiterplatte auf eine isolierte Unterlage und schließen Sie an die Schraubklemme X1 laut Zeichnung eine Gleichspannung von 12V an. Nach dem Einschalten der Spannung sollte die Stromaufnahme einen Wert von ca. 19 mA nicht überschreiten. Mit einem Vielfachmessgerät können Sie jetzt die Spannungen der einzelnen Meßpunkte laut der folgenden Tabelle überprüfen. Gemessen wird bei den Spannungsmessungen immer gegen GND.

MP1	5V
MP2	3,3V
MP3	5V
MP4	11,2V
MP5	11,2V
MP6	2,08V mit Trimmer R21 einstellen
MP7	ca. 6-8V je nach Temperatur der NTCs

Sollte der aufgenommene Strom zu hoch sein, so prüfen Sie Ihre Lötstellen auf Kurzschlüsse und kontrollieren Sie die Polarität aller Elkos und Dioden. Eine langsam ansteigende Stromaufnahme bis fast zum Kurzschluß entsteht durch einen verpolten Tantalelko. Bei fehlenden Spannungen kontrollieren Sie zuerst den korrekten Einbau der Diode D1 und suchen Sie nach nicht gelöteten Bauteilen. Hierbei sind besonders die Festinduktivitäten zu begutachten. Stimmen die Spannungen an den Messpunkten MP2 oder MP7 nicht mit den Werten in der Tabelle überein, so kontrollieren Sie den Wert des Widerstandes R1 für die Spannung am Messpunkt 7.

Wenn alle Spannungen stimmen, können Sie die Versorgungsspannung wieder abschalten und mit der Bestückung der Leiterplatte fortfahren.

Bestückung und Test der DSPLL:

Materialliste:

1 x DSPLL SI570	IC8	Bitte ESD-Schutz beachten!
4 x Metallfilmwiderstand 4k7	R19, R20, R22, R26	
1 x Vielschichtkondensator 100nF	C30	

Beginnen Sie jetzt als erstes mit der Bestückung des SI570 SMD-IC8 gemäß der Zeichnung **Schritt 2**. Achten Sie hierbei auf den kleinen Punkt auf der IC-Bedruckung der den Pin 1

markiert. Dieser Punkt muß bei der Platzierung des ICs mit der Markierung auf dem Bestückungsplan übereinstimmen.



Achtung!

An den beiden schmalen Stirnseiten (Pin 7 u. 8) des SI570 befinden sich zwei zusätzliche metallische Flächen, die auf keinem Fall mit dem Pad der Platine verbunden sein dürfen. Es darf also nur der mittlere Anschluß verlötet werden!

Löten Sie zunächst nur den Pin 8 fest und korrigieren Sie gegebenenfalls die Lage des ICs mit einer Pinzette und gleichzeitigem aufschmelzen der Lötstelle. Wenn Sie sicher sind, dass das Bauteil richtig sitzt, können Sie die anderen sieben Pinne des ICs verlöten. Achten Sie unbedingt darauf, dass keine Zinnbrücken zum Gehäusedeckel entstehen und an den seitlichen Anschlüssen keine Zinnbrücken, wie oben beschrieben, die Metallflächen verbinden. Danach können Sie alle anderen Bauteile bestücken und verlöten.

Test der DSPLL

Je nach Lieferant wird der SI570 mit unterschiedlichen Startupfrequenzen ausgeliefert. Achten Sie bitte hierbei auf die vom Lieferanten angegebenen Daten!

Schalten Sie die Stromversorgung ein und messen Sie zuerst die Stromaufnahme. Die Stromaufnahme sollte jetzt ca. 70 mA betragen. Am Messpunkt MP8 muß anschließend mit einem Frequenzzähler die Startupfrequenz zu messen sein. Steht kein Frequenzzähler zur Verfügung, so kann auch mit einem HF-Voltmeter das Signal ($> 2V_{ss}$) nachgewiesen werden. Sollte kein HF-Signal anstehen, so kontrollieren Sie bitte die Lötstellen am SI570 auf Unterbrechungen oder Kurzschlüsse mit dem Metallgehäuse des ICs. Reicht der Pegel am Messpunkt nicht aus, so prüfen Sie die Lötstellen und die Werte von C30, R22 und R26. Nach erfolgreichem Test trennen Sie bitte wieder die Stromversorgung.

Bestückung und Test der USB-Schnittstelle:

Materialliste:

1 x Atmel-Controller Attiny45-20P	IC4 (optional 8-pol. IC-Sockel) Bitte ESD-Schutz beachten!
2 x Z-Diode FZ3V6	D2, D3
1 x Metallfilmwiderstand 1M	R8
2 x Metallfilmwiderstand 4k7	R7, R15
1 x Metallfilmwiderstand 2k2	R9
2 x Metallfilmwiderstand 68R	R11, R12
2 x Festinduktivität 10 μ H	L8, L10
1 x USB-Einbaubuchse Serie B	X2

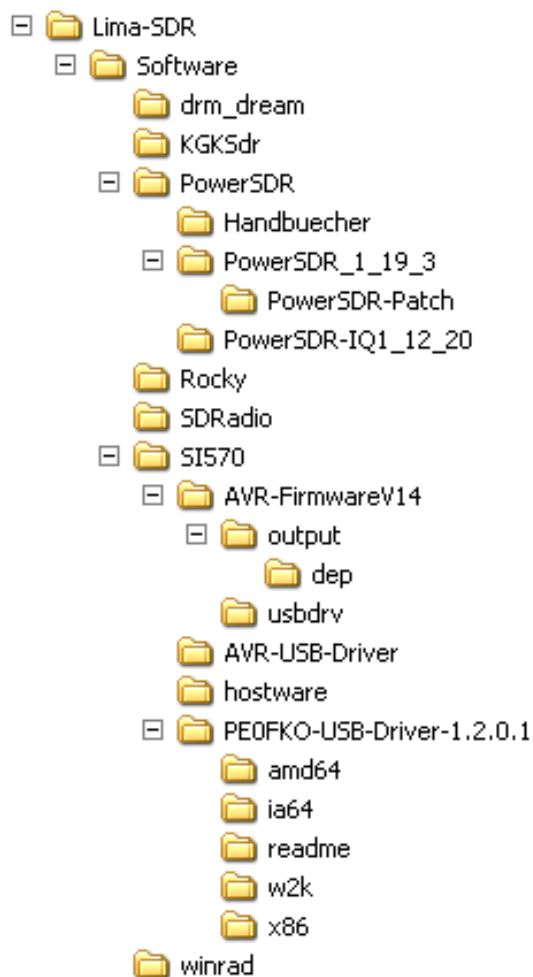
Beginnen Sie jetzt mit der Bestückung der Bauteile gemäß der Zeichnung **Schritt 3**.

Achten Sie auch hier besonders auf die Polarität der beiden Z-Dioden D2 und D3 sowie auf die richtige Richtung der Kerbe des IC4. Achten Sie besonders darauf, dass L10 nicht versehentlich in die rechts daneben befindliche quadratische Durchkontaktierung bestückt wird!

Test des USB-Port

Vor dem Test des USB-Ports müssen Sie auf Ihrem PC die erforderliche Software installieren. Zunächst legen Sie bitte die beigefügte CD in das CD-Laufwerk Ihres PC's. Erstellen Sie bitte jetzt z.B. mit Hilfe von Windows-Explorer auf Ihrer Festplatte unter **C:/** ein neues Verzeichnis mit dem Namen **Lima-SDR**. Kopieren Sie anschließend das gesamte Verzeichnis **/Software/** der CD in das neue Verzeichnis **/Lima-SDR/** Ihrer Festplatte.

Das so angelegte Verzeichnis auf Ihrer Festplatte sollte jetzt folgende Struktur haben:



Für die weiteren Installationsanweisungen können Sie die CD wieder aus dem Laufwerk entnehmen und archivieren.

Beginnen Sie als erstes mit der Installation des AVR-USB-Treibers.

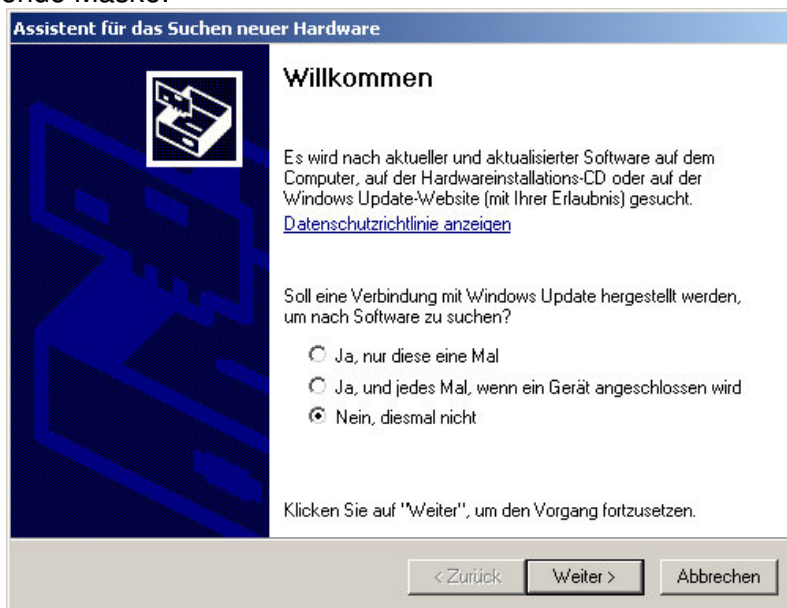
Verbinden Sie hierzu die *Lima-SDR* Platine mit einem USB-Kabel an einem freien USB-Port Ihres PCs. Kurz nachdem Sie die Versorgungsspannung an Ihrer *Lima-SDR* Platine eingeschaltet haben, sollte Ihr PC in der Taskleiste folgende Meldung zeigen:

Neue Hardware gefunden – DG8SAQ – I2C -> AVR USB Device

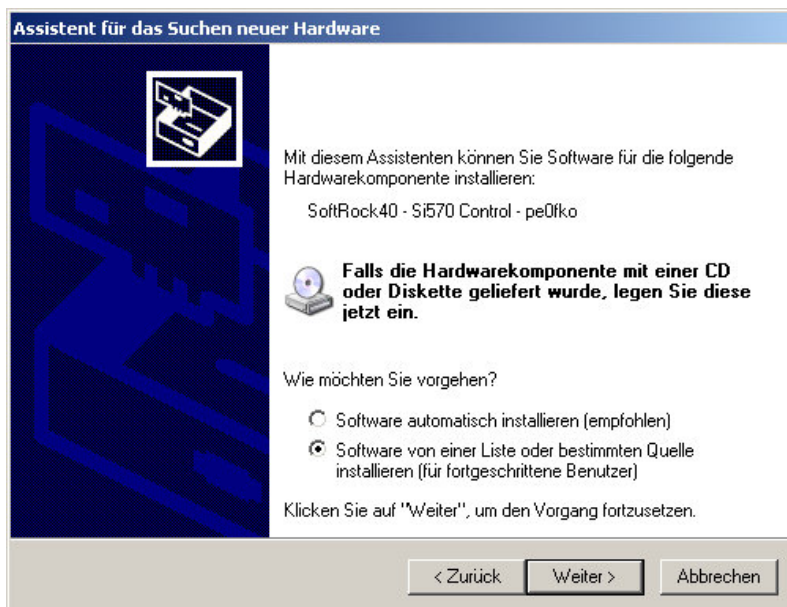
Die Stromaufnahme der Schaltung beträgt jetzt ca. 100 mA. Sollte Ihr PC die neue Hardware nicht erkennen, so schalten Sie sofort die Versorgungsspannung an Ihrer Platine wieder aus und überprüfen Sie die Bestückung und die Werte der Bauteile R8, R9, R11 und R12, die

beiden Dioden D2 und D3 und den korrekten Sitz des IC4. Prüfen Sie auch besonders an der USB-Buchse X2 die Lötstellen auf Kurzschlüsse oder Unterbrechungen.

Wurde die neue Hardware erkannt, so startet der Hardware-Assistent von Windows und es erscheint die folgende Maske:

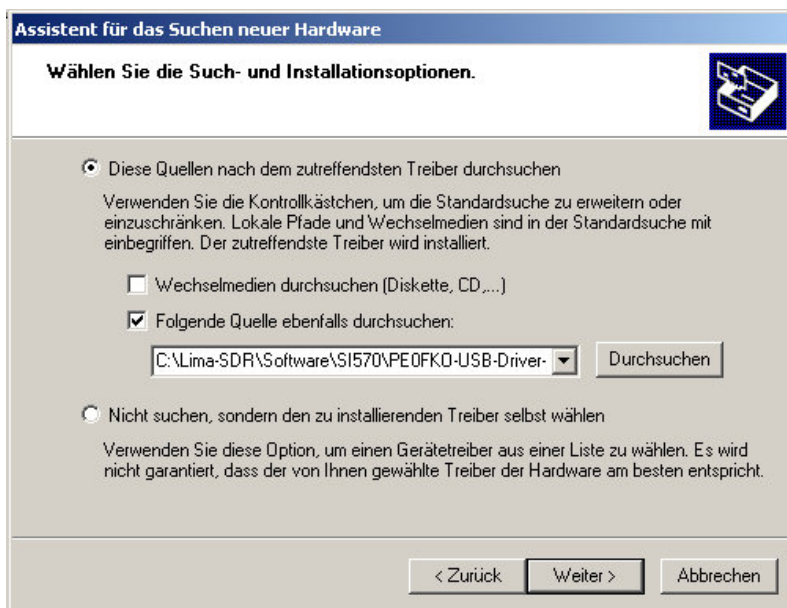


Wie im Bild zu sehen ist, wählen Sie bitte den letzten Eintrag *Nein diesmal nicht* und klicken danach auf die Schaltfläche *Weiter*. Es erscheint jetzt eine weitere Maske, in der Sie aufgefordert werden, die Quelle des Treibers anzugeben:



Wählen Sie bitte jetzt den zweiten Eintrag *Software von einer Liste ... installieren* und klicken dann wieder auf die Schaltfläche *Weiter*.

Im nächsten Fenster machen Sie die gezeigten Einstellungen und suchen nach dem Verzeichnis */Lima-SDR/Software/SI570/PE0FKO-USB-Driver-1.2.0.1/* auf Ihrer Festplatte.



Nachdem Sie wieder die Schaltfläche [Weiter](#) betätigt haben, sucht Windows im angegebenen Verzeichnis nach den passenden Treiberinformationen und es sollte nach kurzer Zeit das folgende Fenster angezeigt werden:

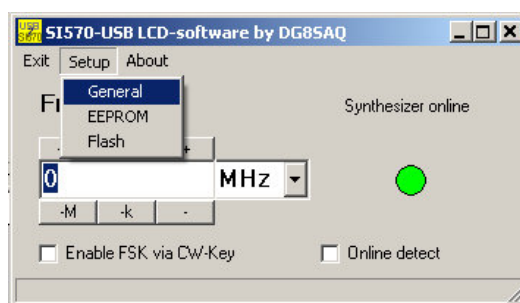


Jetzt nur noch die Schaltfläche [Fertig stellen](#) betätigen und nach einigen Sekunden erscheint in der Taskleiste die folgende Meldung:

Neue Hardware gefunden – Die neue Hardware wurde installiert und kann jetzt verwendet werden

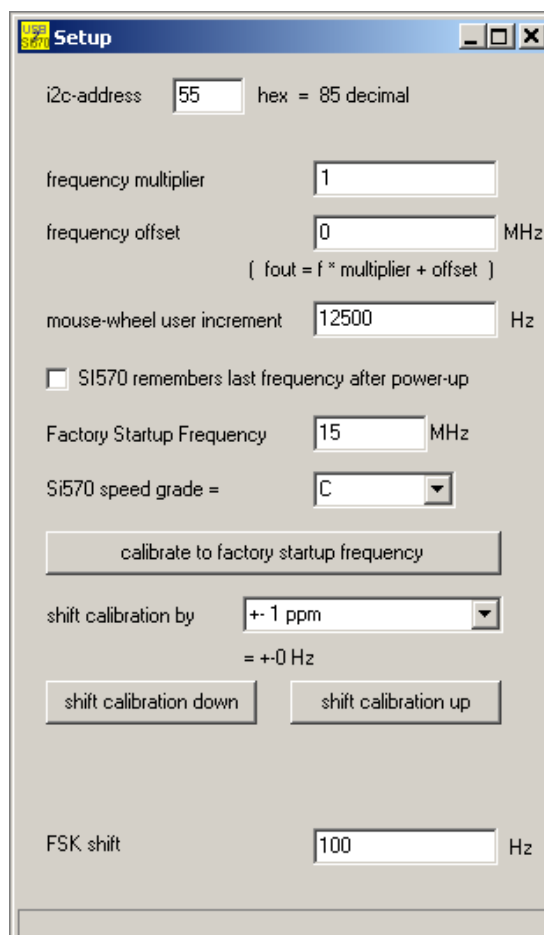
Der Treiber für den USB-Port ist jetzt eingerichtet und Sie können nun die Anwendungssoftware installieren.

Für unseren Test benötigen wir zunächst das Programm [SI570-USB](#) Software von DG8SAQ. Mit diesem Programm können Sie vom PC aus über die USB-Schnittstelle die Frequenz des SI570 verändern bzw. einstellen. Das Programm befindet sich bereits im *Lima-SDR* Verzeichnis und muß nicht extra installiert werden. Starten Sie einfach das Programm [/Lima-SDR/Software/SI570/USB_synth.exe](#)



Wichtig ist, dass die grüne LED im Programmfenster leuchtet. Sollte eine rot leuchtende LED zu sehen sein, dann ist entweder die *Lima*-SDR Platine ausgeschaltet oder die USB-Verbindung wurde getrennt.

Bevor Sie das Programm korrekt benutzen können, müssen jetzt noch einige Einstellungen im Setup vorgenommen werden. Wie im oberen Bild gezeigt klicken Sie bitte auf Setup und dann auf General. Neben dem Hauptfenster des Programmes öffnet sich jetzt das Setupfenster. Vergleichen Sie bitte die im folgenden Bild gezeigten Einstellungen und korrigieren Sie ggf. die Werte in Ihrem Programm. Wichtig sind hierbei die Werte von *i2c adress* (55), *frequency multiplier* (1) und die *Factory Startup Frequency* (15MHz oder 56,32Mhz). Sind alle Werte richtig übertragen bzw. gesetzt, betätigen Sie einmal die große Schaltfläche *calibrate to factory startup frequency*.



Das Setupfenster kann jetzt wieder geschlossen werden und USB_synth ist somit betriebsbereit. Zur späteren schnellen Verwendung des Programmes können sie noch im Programmverzeichnis eine Verknüpfung erstellen und das so erstellte Icon auf Ihrem Desktop plazieren. Wenn Sie später eine SDR-Software verwenden, die nicht den SI570 unterstützt, so verwenden Sie zur Frequenzeinstellung dieses Tools parallel zur Ihrer SDR- oder DRM-Software.

Nachdem endlich die Software installiert und eingerichtet ist, können Sie sich wieder der Lima-SDR Platine zuwenden. Es muß ja noch geprüft werden, ob sich der SI570 ansprechen läßt und die Frequenz verändert werden kann.

Schließen Sie bitte jetzt an dem Messpunkt 8 laut Zeichnung **Schritt 3** einen Frequenzzähler an. Jede Frequenzänderung im Bereich von 3,5 bis 160 MHz, die Sie manuell in der Software vornehmen, muss auch auf dem Frequenzzähler sichtbar werden. Da die Software noch nicht kalibriert ist, werden Sie eine Frequenzabweichung am Frequenzzähler zum eingestellten Wert in der Software von einigen 100 Hz feststellen. Dies ist aber normal. Wenn Sie keinen Frequenzzähler zur Verfügung haben, können Sie sich auch bei diesem Test mit einem KW-Empfänger den Träger auf der eingestellten Frequenz kontrollieren.

Wurde der USB-Port vom PC richtig erkannt, aber es findet keine Frequenzänderung statt, so überprüfen Sie bitte die Lötstellen und die Wertigkeit der beiden Festinduktivitäten L8 und L10, sowie die beiden Lötstellen Pin 8 und Pin 7 des SI570 IC8. Die Spannung an diesen beiden Anschlüssen des SI570 sollte 3,3V betragen. Können Sie diese Spannung nicht messen, so überprüfen Sie besonders die Lötstellen und Werte der beiden Widerstände R19 und R20. Aus Erfahrung kann ich berichten, dass es bei einem Fehlverhalten zu 90% an schlecht gelöteten Lötstellen an den Anschlüssen des SI570 liegt. Kontrollieren Sie deshalb immer zuerst die beiden seitlichen Anschlüsse Pin 7 und 8.

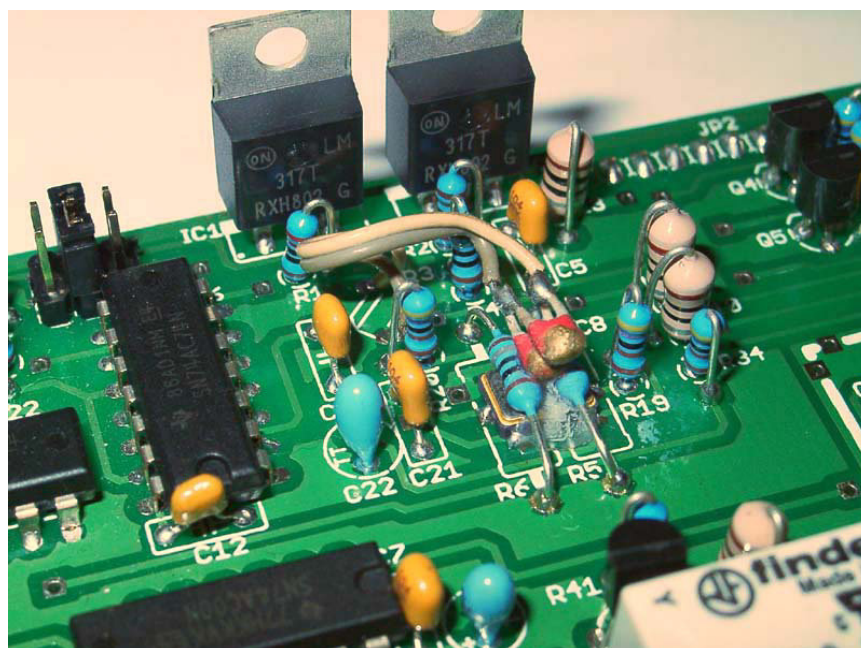
Nach erfolgreichem Test schalten Sie wieder die Stromversorgung an Ihrer Platine aus, trennen alle Verbindungen zum PC und fahren Sie mit der Bestückung fort.

Bestückung und Test der beiden DSPLL-Heizwiderstände:

Materialliste:

2 x Metallfilmwiderstand 180R R5, R6

Die beiden Widerstände R5 und R6 gemäß Zeichnung **Schritt 4** müssen mit ihrem Keramikkörper direkten thermischen Kontakt mit der Gehäuseoberfläche des SI570 IC8 haben. Nach Montage und Lötung der beiden Widerstände werden jetzt noch die beiden, bereits mit einer Zwillingslitze auf der Platine bestückten NTCs R3, mit einem Tropfen Sekundenkleber genau zwischen die beiden Widerstandskörper der gerade montierten Widerstände geklebt. Das folgende Foto zeigt den kompletten Aufbau:



Test der DSPLL Heizung

Schalten Sie die Versorgungsspannung ein und messen Sie die Stromaufnahme. Die in den folgenden Tests angegebenen Stromaufnahmen beziehen sich auf einer eingestellten VFO-Frequenz von ca. 15,000 MHz und bei einem Teilungsfaktor von 1. Je nach Umgebungstemperatur sollten Sie zu Beginn der Messung einen Strom von ca. 180 mA messen. Nach etwa einer Minute können Sie mit einer Fingerprobe feststellen, dass R5 und R6 sich leicht erwärmt haben. Die Stromaufnahme sollte jetzt ca. 160 mA betragen. Wenn vorhanden, können Sie jetzt noch mit einem Fön und etwas Kältespray den Temperaturgang der Heizung prüfen. Bei Abkühlung des PLL-Blocks steigt die Stromaufnahme und bei Erwärmung fällt die Stromaufnahme. Bei 20°C Raumtemperatur sollte der PLL-Block eine Temperatur von ca. 40°C erreichen. Für die weitere Bestückung schalten Sie die Stromversorgung wieder aus.

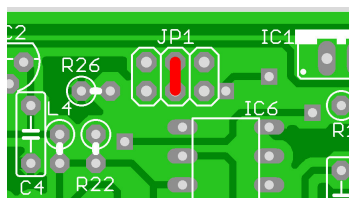
Bestückung und Test der Frequenzaufbereitung:

Materialliste:

2 x TTL-IC 74AC74	IC6, IC9	Bitte ESD-Schutz beachten!
1 x TTL-IC 74AC00	IC7	Bitte ESD-Schutz beachten!
3 x Vielschichtkondensator 100nF	C10, C12, C13	
1 x Stiftleiste 2X3	JP1	
1 x Jumper		

Beginnen Sie jetzt mit der Bestückung der Bauteile gemäß der Zeichnung **Schritt 5**. Achten Sie auch hier besonders auf die richtige Richtung der Kerben der ICs.

Den Jumper stecken Sie, wie auch in der Zeichnung dargestellt, auf die mittlere Position der 6-pol. Stiftleiste.



Hierdurch haben Sie einen Teilungsfaktor von 8 eingestellt. Mit dem Teilungsfaktor 8 können Sie einen Empfangsbereich von ca. 0,5 MHz – 20 MHz abdecken.

Test der Frequenzaufbereitung

Schalten Sie die Versorgungsspannung ein und messen Sie die Stromaufnahme. Je nach Umgebungstemperatur sollten Sie jetzt wieder eine Stromaufnahme von ca. 160 mA messen. Verbinden Sie jetzt die USB-Schnittstelle mit Ihrem PC und warten Sie, bis der Port vom PC erkannt wurde. Starten Sie jetzt wieder das Programm *SI570-USB* und tragen Sie im Setup den Teilungsfaktor (*frequency multiplier*) 8 ein. Stellen Sie jetzt in der Software eine Frequenz von exakt 1MHz ein.

Mit einem Frequenzzähler prüfen Sie dann die Frequenzen an den Messpunkten nach folgender Tabelle:

MP8	8 MHz
MP9	4 MHz
MP10	2 MHz
MP11	1 MHz

Fehlen die Signale an den Messpunkten MP9 und MP10 so kontrollieren Sie die Lötstellen und den richtigen Sitz des IC6. Fehlt das Signal an den Messpunkten MP11, so prüfen Sie die Lötstellen und die korrekte Montage von IC9. Sollte Ihr Frequenzzähler falsche bzw. doppelte Werte anzeigen, so kann es an einer Fehlanpassung der Meßspitze oder an eine schlecht eingestellte Signaltriggerung Ihres Frequenzzählers liegen. Für die weitere Bestückung schalten Sie die Stromversorgung wieder aus und trennen alle Verbindungen zum PC.

Bestückung und Test des IQ-Mischers:

Materialliste:

2 x Operationsverstärker LT1037	IC5, IC10	
4 x FET BS170	Q1, Q2; Q3, Q6	Bitte ESD-Schutz beachten!
4 x Metallfilmwiderstand 20k	R10, R18, R28, R35	
4 x Metallfilmwiderstand 1k	R14, R16, R31, R33	
4 x Metallfilmwiderstand 47R	R13, R17, R27, R32	
2 x Folienkondensator 1µF	C24, C34	
1 x Vielschichtkondensator 33nF	C53	
4 x Keramikkondensator 22nF	C25, C27, C36, C38	
4 x Keramikkondensator 100pF	C23, C29, C33, C40	
1 x Klinkenbuchse 3,5mm	X3	
1 x Drahtbrücke		

Beginnen Sie jetzt mit der Bestückung der Bauteile gemäß der Zeichnung **Schritt 6**. Achten Sie auch hier besonders auf die richtige Richtung der Kerben der ICs.

Achtung!

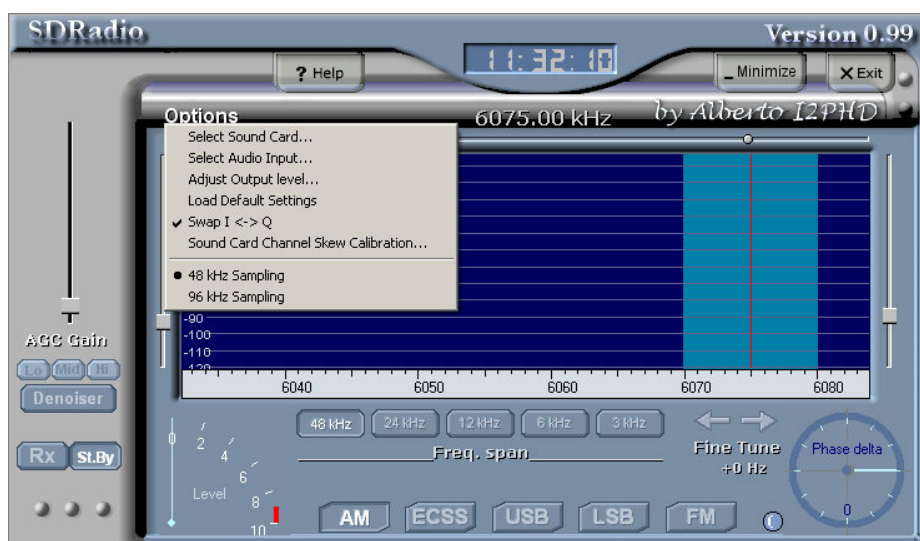
Die vier Feldeffekttransistoren BS170 können durch statische Aufladung zerstört werden. Erden Sie also Ihre Arbeitsunterlage, LötKolben und ggf. Ihr Handgelenk oder fassen Sie einen geerdeten Gegenstand an. Vermeiden Sie ein direktes Berühren der Anschlußdrähte der Transistoren.

Test des IQ-Mischers

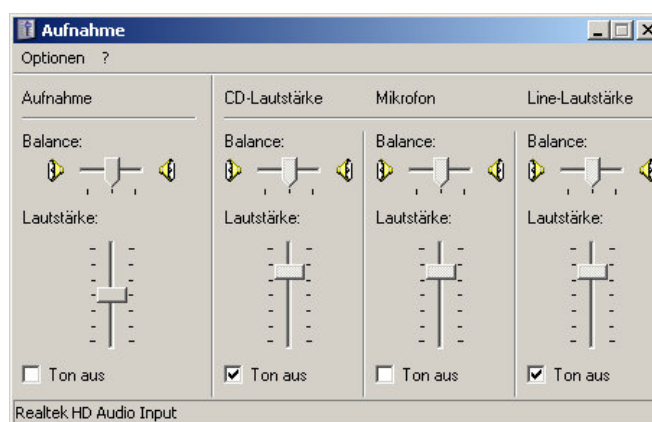
Die Platine ist jetzt soweit bestückt, dass Sie die ersten Signale empfangen können. Damit Sie den mittleren Empfangsbereich von 0,5 MHz – 20 MHz empfangen können, belassen Sie den Jumper JP1 auf die mittlere Position 2 für den Teilungsfaktor 8.

Verbinden Sie provisorisch eine Antenne (Mittelseele des Koaxialkabels) an die in der Aufbauzeichnung gezeigte Stelle von C53. Die Schirmung des Koaxialkabels verbinden Sie mit GND. Verbinden Sie Ihren PC mit der USB-Schnittstelle und die Klinkenbuchse X3 Ihrer Platine mit einem entsprechenden Audiokabel an die blaue Buchse (Line-In) der Soundkarte Ihres PCs. Alternativ können Sie auch die rosa Buchse (Mikrofoneingang) verwenden. Hier ist aber sicherzustellen, dass es sich bei diesem Eingang um einen **Stereoeingang** handelt und ein vorhandener Mikrofonverstärker ausgeschaltet ist. Einige Notebooks besitzen hier nur einen Monoingang den wir nicht verwenden können. Sie können damit Sender empfangen, aber es ist keine Spiegelfrequenzunterdrückung möglich. Schalten Sie die Versorgungsspannung an Ihrer Platine ein und warten Sie bis Ihr PC den USB-Port erkannt hat. Die Gesamtstromaufnahme sollte weiterhin ca. 160 mA betragen. Starten Sie jetzt wieder das Programm [SI570-USB](#).

Damit Sie die ersten Signale auch hören können, müssen Sie noch eine SDR-Software auf Ihrem PC installieren. Wir verwenden zunächst die einfach zu bedienende Software SDRadio von I2PHD. Im Verzeichnis [/Lima-SDR/Software/SDRadio](#) finden Sie das Programm [sdradio_99.exe](#). Starten Sie das Programm und folgen Sie der Installationsanleitung. Das folgende Bild zeigt die Oberfläche dieser SDR-Software:



Auch bei dieser Software müssen Sie vor der Inbetriebnahme einige Einstellungen vornehmen. Klicken Sie, wie im Bild zu sehen ist, auf **Options** und anschließend im Pulldownmenü auf **Select Sound Card**. Hier sollte bereits die aktuelle Soundkarte Ihres PC eingetragen sein. Beim Klick auf **Select Audio Input** wird, wie im folgenden Bild gezeigt, der Aufnahme-Mixer Ihrer Soundkarte eingeblendet.

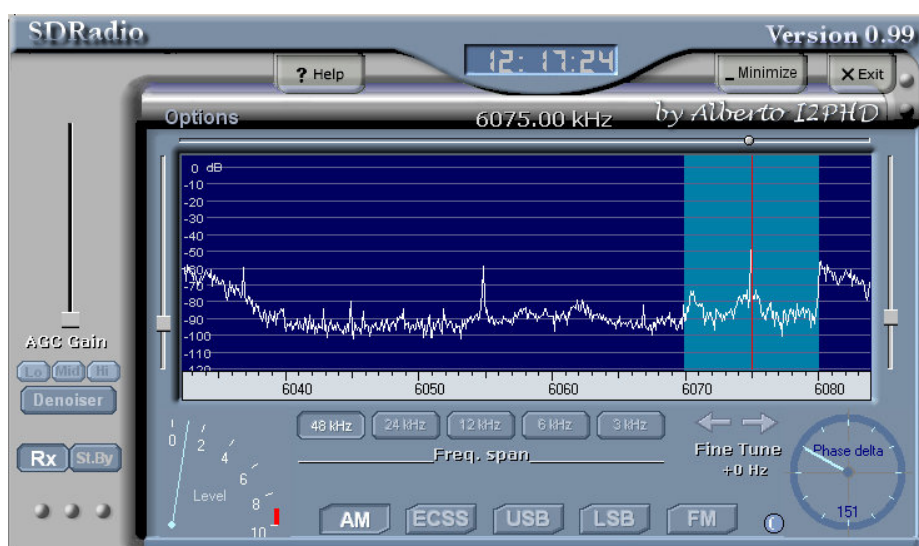


Stellen Sie zunächst alle Pegelregler auf eine mittlere Stellung und setzen Sie die Häkchen in den unteren Kontrollkästchen so, dass nicht benutzte Geräte bzw. Eingänge ausgeschaltet sind. An unserem Beispiel ist die Aufnahme grundsätzlich eingeschaltet (1. Kästchen links) und als Eingang wird der Mikrofoneingang verwendet (3. Kästchen). Der CD-Eingang und der Line-Eingang sind ausgeschaltet. Haben Sie dagegen Ihre Platine mit dem Line-Eingang Ihres PCs verbunden, so müssen Sie den Mikrofoneingang ausschalten und den Line-Eingang einschalten.

Im Optionsmenü von **SDRadio** klicken (aktivieren) Sie bitte jetzt **Swap I <-> Q** und stellen zum Schluss noch die Samplingrate auf **48 kHz Sampling**. Sobald Sie auf den linken Knopf **Rx** klicken, sollte, wenn Sie alles richtig gemacht haben, Rauschen oder das erste Signal im Lautsprecher Ihres PCs zu hören sein.

Bei der Frequenzeinstellung ist folgendes zu beachten. Grundsätzlich wird die Frequenz zunächst mit dem Programm **SI570-USB** grob eingestellt. Die so eingestellte Frequenz entspricht genau der Mitte des in **SDRadio** dargestellten Empfangsspektrums.

Mit dem kleinen Knopf oberhalb der roten Linie des Spektrumfensters von [SDRadio](#) können Sie jetzt die Empfangsfrequenz innerhalb der 48 kHz Bandbreite Ihrer Soundkarte verändern und genau auf den gewünschten Sender einstellen. Damit auch die Frequenzanzeige im [SDRadio](#) korrekt anzeigt, klicken Sie bitte auf die Frequenzanzeige oberhalb des Spektrumfensters. Es öffnet sich jetzt eine Eingabemaske, in der Sie die Oszillatorfrequenz von [SI570-USB](#) eintragen können. Sobald Sie in [SI570-USB](#) eine andere Grundfrequenz einstellen, sollten Sie den gerade beschriebenen Vorgang zur Anpassung der Frequenzanzeige in [SDRadio](#) wiederholen. Eine direkte Verknüpfung der beiden Programme zur einfacheren Frequenzeinstellung ist z.Z. leider noch nicht möglich. Bei anderen SDR-Programmen wie z.B. bei PowerSDR-IQ, die den SI570 ansteuern können, sieht die Sache ganz anders aus. Hier wird das Softwaretool [SI570-USB](#) nicht mehr benötigt und die Frequenzeinstellung erfolgt direkt über das entsprechende SDR-Programm.



Damit die Soundkarte nicht übersteuert wird, sollten Sie mit dem Pegelregler für den Mikrofon- oder Lineeingang Ihrer Soundkarte den Grundpegel (untere Rauschlinie) im Spektrum vom [SDRadio](#) bei ca. -90 dB einstellen.

Ohne Abgleich können bereits mehr als 40 dB Spiegelfrequenzunterdrückung erreicht werden. Eine schlecht eingestellte Spiegelfrequenzunterdrückung macht sich dadurch bemerkbar, dass z.B. ein starker AM-Sender sowohl in der linken als auch in der rechten Hälfte des Spektrums zu erkennen ist. Einen Feinabgleich ermöglicht Ihnen die [SDRadio](#)-Software unter [Options](#) und dann im [Menüpunkt Soundcard Channel Skew Calibration](#). Hier können Sie mit mehreren Schieberegler für Amplitude und Phase eine weitere Verbesserung der Spiegelfrequenzunterdrückung bis ca. 60 dB und mehr erzielen.

Tipps bei Empfangsproblemen oder Fehlfunktionen

Sollten Sie wiedererwarten überhaupt kein Signal empfangen, so prüfen Sie zuerst, ob Sie den richtigen Eingang Ihrer Soundkarte benutzen. Ziehen Sie für einen kleinen Test den Klinkenstecker an der Lima-SDR Platine ab und berühren Sie mit einem Finger die Spitze des Klinkensteckers. Es sollte jetzt genau in der Mitte des Spektrums durch die eingespeiste Brummspannung eine leichte Signalerhöhung zu sehen sein. Ist dies nicht der Fall, so prüfen Sie noch einmal die Soundkarteneinstellungen im [SDRadio](#).

Ist keine Spiegelfrequenzunterdrückung möglich, so prüfen Sie die Stereotauglichkeit des Soundkarteneingangs und das Audiokabel und deren Klinkenstecker auf Kurzschlüsse.

Ist nur ein Rauschpegel mit erheblicher Amplitude beim Einstecken des Klinkensteckers zu verzeichnen, so kontrollieren Sie noch einmal die Einstellung von R21. In der ersten

Aufbauzeichnung **Schritt 1** muss am Messpunkt MP6 zunächst eine Spannung von 2,08V für den Arbeitspunkt der FETs eingestellt werden. Ein falsch eingestellter Arbeitspunkt kann dieses Rauschen verursachen.

Sollten Sie noch immer keinen Erfolg haben, so messen Sie bei beiden Operationsverstärkern IC5 und IC10 die Spannungen an den Pinns 2, 3 und 6. Hier sollten Sie überall die eingestellte Arbeitspunktspannung von ca. 2.08V messen.

In den Abendstunden kann sich der fehlende Preselector durch Phantomempfang der 3. Und 5. Oberwelle bemerkbar machen. Ein vernünftiger Abgleich kann somit unmöglich sein. Haben Sie bereits einige Stationen mit ausreichend Pegel empfangen können, dann haben Sie das Schwierigste bereits geschafft. Schalten Sie jetzt die Stromversorgung zum *Lima-SDR* aus, trennen Sie die provisorisch angeschlossene Antenne, alle Verbindungen zum PC und bestücken Sie jetzt den Vorverstärker.

Bestückung und Test des Vorverstärkers:

Materialliste:

1 x HF-Transistor BFR96	Q8
1 x Transistor BC547	T2
1 x Diode 1N4004	D10
1 x Metallfilmwiderstand 2k2	R47
1 x Metallfilmwiderstand 470R	R40
1 x Metallfilmwiderstand 390R	R37
1 x Metallfilmwiderstand 330R	R45
1 x Metallfilmwiderstand 56R	R46
1 x Metallfilmwiderstand 47R	R36
1 x Metallfilmwiderstand 5R6	R44
1 x Tantalelko 3 μ 3/16V	C43
4 x Vielschichtkondensator 100nF	C42, C45, C58, C59,
1 x Keramik Kondensator 33nF	C41
1x Festinduktivität 100 μ H	L11
1x Festinduktivität 33 μ H	L19
1x Ringkern FT 50-77 bewickelt	L16 (siehe Vorbereitung Bauteile)
1 x Relay FIN 30.22.9 12V	K2
1 x Buchsenleiste 1x11 pol.	JP2
1 x Drahtbrücke	

Achtung: Möchten Sie später das Board 2 (TX) verwenden, dann muß die 11 pol. Buchsenleiste von der Lötseite der Platine bestückt werden!

Das Board 2 (TX) wird später unter das Board 1 (RX) montiert.

Vor der Bestückung entfernen Sie bitte als erstes die Drahtbrücke zwischen K2 und C41 und reinigen Sie die Lötunkte. Bestücken Sie jetzt die Bauteile nach der Zeichnung **Schritt 7**. Achten Sie auf den korrekten Einbau des HF-Transistors Q8. Basis, Kollektor und Emitter sind nur durch die unterschiedlich langen Beine gekennzeichnet. Der Kollektor hat den längsten Anschluss. Da die Anschlüsse des Transistors für den Einbau auf der Platine zu lang sind, müssen Sie die Anschlüsse des Emitters und der Basis auf etwa 3 mm kürzen. Den Anschluss des Kollektors kürzen Sie auf ca. 5 mm. Den Transistor bauen Sie jetzt so ein, dass der längere Anschluss in Richtung L16 zeigt. Auch hier ist es ratsam, erst einen Anschluss zu löten und dann mit einer Pinzette und gleichzeitigem Aufschmelzen dieser Lötstelle den Transistor in seiner Lage zu korrigieren. Danach können die anderen beiden Anschlüsse verlötet werden. Die Spule L16 haben Sie bereits gewickelt. Achten Sie darauf, dass die Drähte mit ihrer Nummerierung in der Aufbauanleitung mit der Nummerierung des Bestückungsaufdrucks der Platine übereinstimmt.

- 1 -> Anfang Spule 1
- 4 -> Ende Spule 1
- 2 -> Anfang Spule 2
- 3 -> Ende Spule 2

Halten Sie die Anschlußdrähte der Spule so kurz wie möglich.
 Nach dem Test können Sie die Spule L16 mit etwas Alleskleber (z.B. Pattex) auf der Platine fixieren.

Test des Vorverstärkers

Verbinden Sie wieder alle Anschlüsse zum PC und zur Stromversorgung und schalten Sie die Versorgungsspannung ein. Starten Sie die *SDRadio*-Software und suchen Sie einen Sender mittlerer Signalstärke. Wenn Sie jetzt eine Drahtbrücke von Pin1 nach Pin 2 der Buchsenleiste JP2 stecken, muss sich das Signal um 20 dB anheben. Vermeiden Sie, weil es vielleicht schneller geht, die Verbindung der Pinne mit einer Zange oder Ähnlichem herzustellen. Schnell haben Sie einen Kurzschluß zum Kühlfähnchen des benachbarten Spannungsregler gemacht und der SI570 wird dadurch unweigerlich zerstört. Solange Sie das Board 2 TX nicht verwenden, können Sie zwischen Pin 1 und 2 von JP2 einen Schalter zum Ein- bzw. Ausschalten des Vorverstärkers anschließen. Bei eingeschaltetem Vorverstärker beträgt die Stromaufnahme ca. 250 mA.

Bestückung und Test der Preselectorsteuerung:

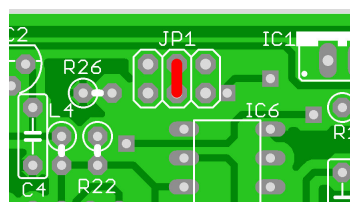
Materialliste:

- | | | |
|----------------------------------|-------------|----------------------------|
| 1 x PIC-Controller PIC16F84A | IC11 | Bitte ESD-Schutz beachten! |
| 1 x TTL-IC 74HC138 | IC13 | Bitte ESD-Schutz beachten! |
| 1 x TTL-IC 74AC74 | IC12 | Bitte ESD-Schutz beachten! |
| 1 x FET BS170 | Q7 | Bitte ESD-Schutz beachten! |
| 1 x Metallfilmwiderstand 10k | R50 | |
| 2 x Metallfilmwiderstand 4k7 | R29, R34 | |
| 1 x Metallfilmwiderstand 100R | R51 | |
| 3 x Vielschichtkondensator 100nF | C8, C9, C11 | |
| 2 x Keramik Kondensator 15pF | C72, C73 | |
| 1 x Quarz 4 MHz | Q9 | |

Beginnen Sie mit der Bestückung der Bauteile gemäß der Zeichnung **Schritt 8**. Achten Sie auch hier besonders auf die richtige Richtung der ICs.

Test der Preselectorsteuerung

Verbinden Sie wieder alle Anschlüsse zum PC und zur Stromversorgung und schalten Sie die Versorgungsspannung ein. Über das Softwaretool *SI570-USB* stellen Sie jetzt verschiedene Frequenzen ein und prüfen mit einem Vielfachmessinstrument, ob die einzelnen Messpunkte von 5V auf 0V wechseln. Die folgende Tabelle zeigt Ihnen bei welcher Frequenz welcher Messpunkt 0V haben muss. Alle anderen Messpunkte müssen dann 5V zeigen:



Jumperposition von links nach rechts: 1 | 2 | 3 |

Messpunkt = 0V	Empfangsfrequenz (± 10kHz)	Jumperposition JP1	In Software Teilungsfaktor einstellen
----------------	----------------------------	--------------------	---------------------------------------

MP12	0,25 - 0,59 MHz	3	16
MP13	0,59 - 1,18 MHz	3	16
MP14	1,18 - 2,16 MHz	2	8
MP15	2,16 - 4,11 MHz	2	8
MP16	4,11 - 8,22 MHz	2	8
MP17	8,22 - 15,06 MHz	2	8
MP18	15,07 - 22,10 MHz	1	4
MP19	22,10 - 30,00 MHz	1	4

Der SI570 kann eine Oszillatorfrequenz im Bereich von ca. 4 MHz bis 160 MHz erzeugen. Diese Frequenzen werden auf eine einstellbare Teilerkette geführt, wo eine Teilung auf den gewünschten Empfangsbereich erfolgt. Mit der Steckbrücke JP1 können drei Teilungsfaktoren 1/4, 1/8 und 1/16 gewählt werden. Je nach gewähltem Teilungsfaktor erreicht man folgende Empfangs- bzw. Sendebereiche:

Teilungsfaktor	Jumperposition JP1	Sende- Empfangsbereich
1/4	1	1,0 - 30 MHz (40MHz möglich, aber nicht getestet)
1/8	2	0,5 - 20 MHz
1/16	3	0,25 - 10 MHz

Beachten Sie auch, dass der eingestellte Teilungsfaktor immer in der entsprechenden Software z.B. in SI570-USB oder in PowerSDR angegeben werden muß.

Die Lötungen M12 bis M19 können für spätere Erweiterungen, wie z.B. den verbesserten Preselector vom DARC e.V. Ortsverband U02 oder einer LED-Bandanzeige genutzt werden.

Bestückung und Test des Antenneneingangs und des Preselector für 0 – 0,5 MHz:

Materialliste 0-0,5 MHz Filter:

2 x Diode BA243	D5, D6
6 x Metallfilmwiderstand 1k	R2, R4, R38, R39, R62, R63,
2 x Festinduktivität 100µH	L12, L13
1 x Festinduktivität 47 µH	L15
1 x Festinduktivität 22 µH	L14
4 x Vielschichtkondensator 100nF	C37, C39, C46, C89
1 x Vielschichtkondensator 33nF	C44
2 x Keramikkondensator 4,7nF	C47, C49
1 x Keramikkondensator 1,8nF	C48
1 x Keramikkondensator 330pF	C50
1 x Relais	K1
1 x Schraubklemme 2 pol.	X4

Beginnen Sie jetzt mit der Bestückung der Bauteile gemäß der Zeichnung **Schritt 9**. Achten Sie bei der Bestückung der Kondensatoren mit einem Rasremaß von 2,5 mm auf die Richtige Position. Die Positionen der Kondensatoren auf der Platine sind sowohl für 2,5 mm und auch für 5 mm Rastermaß ausgelegt und haben aus diesem Grund 3 Bauteillöcher. Den provisorischen Antennenanschluß an C53 aus Schritt 6 und 7 können Sie wieder ablöten.

Test des Preselector für 0 – 0,5 MHz

Mit einem Frequenzgenerator und der *SDRadio*-Software können Sie jetzt die Filterkurve des Preselector im Bereich 0,25 – 0,5 MHz prüfen. Bei einer konstanten Signalspannung von 50µV sollte über dem genannten Frequenzbereich keine nennenswerte Änderung der Pegelhöhe im Spektrum von SDRadio zu sehen sein. Prüfen Sie auch den Bereich der 3. Oberwelle bei 0,75 –

1,5 MHz auf ausreichende Bedämpfung des Antennensignals. Damit Sie den Frequenzbereich erreichen können, müssen Sie den Teilungsfaktor sowohl auf der Hardware JP1 und auch in der Software auf 16 stellen.

Bestückung und Test der restlichen Preselectorfilter:

Materialliste 0,5-1 MHz Filter:

2 x Diode BA243	D8, D9
2 x Metallfilmwiderstand 1k	R42, R43
2 x Festinduktivität 33 μ H	L17, L18
1 x Festinduktivität 6,8 μ H	L20
1 x Vielschichtkondensator 100nF	C88
1 x Keramikkondensator 4,7nF	C56
1 x Keramikkondensator 1,5nF	C57
2 x Keramikkondensator 1,2nF	C54, C55
2 x Keramikkondensator 180pF	C51, C52

Bestücken Sie die Bauteile gemäß der Zeichnung **Schritt 10**.

Materialliste 1-2 MHz Filter:

2 x Diode BA243	D11, D12
2 x Metallfilmwiderstand 1k	R48, R49
2 x Festinduktivität 15 μ H	L21, L22
1 x Festinduktivität 3,3 μ H	L23
1 x Vielschichtkondensator 100nF	C87
1 x Keramikkondensator 2,7nF	C64
2 x Keramikkondensator 680pF	C62, C63
1 x Keramikkondensator 470pF	C65
2 x Keramikkondensator 18pF	C60, C61

Bestücken Sie die Bauteile gemäß der Zeichnung **Schritt 11**.

Materialliste 2-4 MHz Filter:

2 x Diode BA243	D13, D14
2 x Metallfilmwiderstand 1k	R52, R53
2x Festinduktivität 10 μ H	L24, L25
1x Festinduktivität 2,2 μ H	L26
1 x Vielschichtkondensator 100nF	C86
1 x Keramikkondensator 1,5nF	C70
2 x Keramikkondensator 330pF	C68, C69
2 x Keramikkondensator 18pF	C66, C67
1 x Keramikkondensator 10pF	C71

Bestücken Sie die Bauteile gemäß der Zeichnung **Schritt 12**.

Materialliste 4-8 MHz Filter:

2 x Diode BA243	D15, D16
2 x Metallfilmwiderstand 1k	R54, R55
2 x Festinduktivität 4,7 μ H	L27, L28

1 x Festinduktivität 1 μ H	L29
1 x Vielschichtkondensator 100nF	C85
1 x Keramikkondensator 680pF	C78
2 x Keramikkondensator 150pF	C76, C77
1 x Keramikkondensator 100pF	C79
2 x Keramikkondensator 22pF	C74, C75

Bestücken Sie die Bauteile gemäß der Zeichnung **Schritt 13**.

Materialliste 8-15 MHz Filter:

2 x Diode BA243	D17, D18
2 x Metallfilmwiderstand 1k	R56, R57
2 x Festinduktivität 2,2 μ H	L30, L31
1 x Festinduktivität 0,47 μ H	L32
1 x Vielschichtkondensator 100nF	C84
1 x Keramikkondensator 390pF	C90
2 x Keramikkondensator 82pF	C80, C81
1 x Keramikkondensator 68pF	C91

Bestücken Sie die Bauteile gemäß der Zeichnung **Schritt 14**.

Materialliste 15-22 MHz Filter:

2 x Diode BA243	D19, D20
2 x Metallfilmwiderstand 1k	R58, R59
2 x Festinduktivität 2,2 μ H	L33, L34
1 x Festinduktivität 0,15 μ H	L35
1 x Vielschichtkondensator 100nF	C83
1 x Keramikkondensator 390pF	C94
1 x Keramikkondensator 68pF	C95
2 x Keramikkondensator 33pF	C92, C93

Bestücken Sie die Bauteile gemäß der Zeichnung **Schritt 15**.

Materialliste 22-30 MHz Filter:

2 x Diode BA243	D21, D22
2 x Metallfilmwiderstand 1k	R60, R61
2 x Festinduktivität 2,2 μ H	L36, L37
1 x Festinduktivität 0,1 μ H	L38
1 x Vielschichtkondensator 100nF	C82
1 x Keramikkondensator 390pF	C98
2 x Keramikkondensator 18pF	C96, C97
1 x Keramikkondensator 4,7pF	C99

Bestücken Sie die Bauteile gemäß der Zeichnung **Schritt 16**.

Test des Preselector

Mit einem Frequenzgenerator und der [SDRadio](#)-Software können Sie jetzt die Filterkurven des Preselector über den gesamten Frequenzbereich von 0,25 bis 30 MHz prüfen.

Bestückung und Test der PTT-Steuerung:

Materialliste:

2 x FET BS170	Q4, Q5
1 x Transistor BC547	T1
1 x Diode 1N4004	D7
1 x Diode 1N4148	D4
2 x Metallfilmwiderstand 4k7	R23, R24
1 x Metallfilmwiderstand 2k2	R41
1 x Metallfilmwiderstand 100R	R25
1 x Trimmer 250k	R30
1 x Tantalelko 3 μ 3/16V	C35

Bestücken Sie die Bauteile gemäß der Zeichnung **Schritt 17**. Stellen Sie das Trimpmpotentiometer auf Linksanschlag. Bei der PTT-Steuerung wird über die USB-Schnittstelle mittels Relais K1 das Antennensignal auf den Steckverbinder JP2 geschaltet und dem Board 2 TX zur Verfügung gestellt. Einen Test der Umschaltung können Sie z.B. mit der Software [PowerSDR](#) durchführen.

Achten Sie bitte bei der Installation von PowerSDR darauf, dass die Versionen 1.x nur auf dem Betriebssystem WIN XP verwendet werden dürfen. Die Versionen ab 2.x können sowohl auf WIN XP als auch auf WIN 7 bzw. 8 verwendet werden.

Deutsche Installationsanweisungen zu diesem Programm habe ich Ihnen im Verzeichnis [/Lima-SDR/Software/PowerSDR/Manuals/](#) zur Verfügung gestellt.

Die Bestückung des *Lima*-SDR Board 1 (RX) ist hiermit abgeschlossen.

An dieser Stelle möchte ich noch einmal auf das Kapitel **10 „Nützliche Hinweise“** im Teil 3 dieses Handbuches verweisen. Hier beschreibe ich, wie Sie z.B. den Empfang durch Abschirmmaßnahmen weiter verbessern können.

Ich wünsche Ihnen viel Freude mit Ihrem selbstgebaute SDR-Empfänger und freue mich, wenn Sie später auch mit dem *Lima*-SDR Board 2 (TX) auf Sendung gehen können.

Bernd Wehner, DL9WB