

# PicATU 20W Auto-Antennentuner Hardware

Andreas Lindenau DL4JAL

28. August 2022

### Zusammenfassung

Inzwischen habe ich auch einen „PicATU 20W“ entwickelt. Das Fernsteuerprinzip ist das Gleiche geblieben. Diesen benutze ich meist bei meinen QRP-Aktivitäten im Urlaub usw..



Hier die kleine PicATU Ausführung mit maximal 20 Watt Belastung. Für die Fernbedienung verwende ich die gleiche Baugruppe wie beim *PicATU 20W*.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufbau des PicATU 20 Watt</b>	<b>2</b>
1.1	Baugruppen . . . . .	2
1.1.1	Gesamt_board . . . . .	2
1.1.2	lc_platine4 . . . . .	3
1.1.3	mc_platine mit Tastenplatine . . . . .	4
1.1.4	Pegel-Messplatine . . . . .	4
1.1.5	Frequenz-Messplatine, CW-Erzeugung . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Inbetriebnahme</b>	<b>7</b>
2.1	Funktionskontrolle der Bedientasten . . . . .	7
2.1.1	Kontrolle Taste 1 und Taste 5 . . . . .	7
2.1.2	Kontrolle Taste 2 und Taste 6 . . . . .	7
2.1.3	Kontrolle Taste 3 und Taste 7 . . . . .	8
2.1.4	Kontrolle Taste 4 und Taste 8 . . . . .	8
2.2	Funktionskontrolle der Relais . . . . .	8
2.2.1	Funktionskontrolle der Relais L-Schiene . . . . .	8
2.2.1.1	Kontrolle der einzelnen L-Relais . . . . .	9
2.2.2	Funktionskontrolle der Relais C-Schiene . . . . .	10
2.2.2.1	Kontrolle der einzelnen C-Relais . . . . .	10
2.2.3	Funktionskontrolle der Relais L/C Variante . . . . .	10
2.3	Funktionskontrolle der Frequenzmessung . . . . .	11
2.4	Funktionskontrolle der Pegelmessung . . . . .	12
2.5	Funktionskontrolle der Fernsteuerung und CW-Signalisierung . . . . .	13
2.6	Übersichten . . . . .	15
<b>3</b>	<b>Schlusswort</b>	<b>17</b>

# Kapitel 1

## Aufbau des PicATU 20 Watt

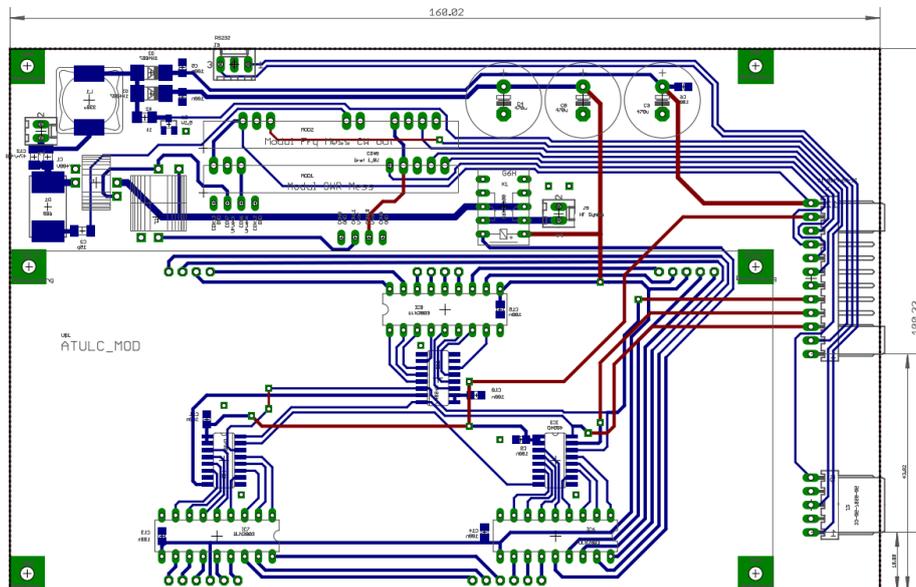
Bei der kleineren Ausführung des Tuners habe ich fast alle Leiterplatten neu entwickelt. Der Richtkoppler ist auch gleich mit auf der Hauptplatine. Die L-Baugruppe und C-Baugruppe und die LC-Varianten-Umschaltung habe ich auf einer Platine untergebracht.

### 1.1 Baugruppen

Das Grundgerät besteht aus 3 Leiterplatten und eine kleine Platine für die 8 Tasten.

#### 1.1.1 Gesamt\_board

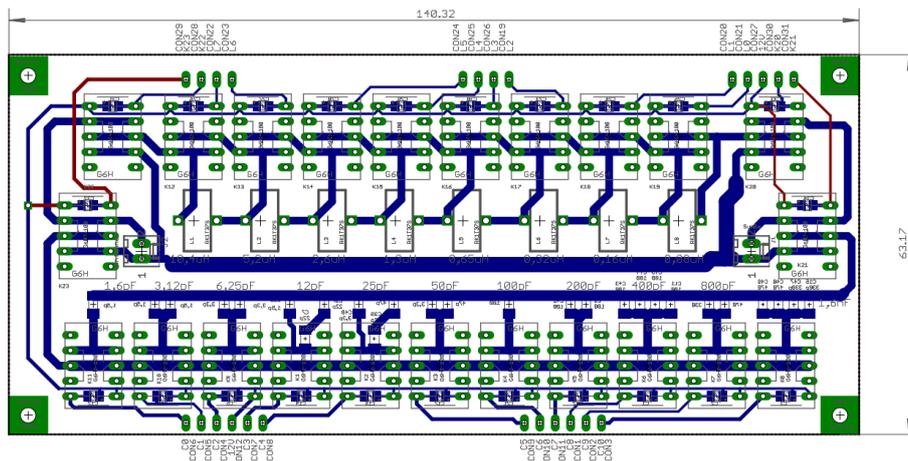
Die größte Platine ist das *gesamt\_board*. Die Platine hat die Größe einer Eurokarte 160mm x 100mm.



Auf der Platine habe ich alles zusammen gefasst, die Stromversorgung (Abkopplung vom Koaxkabel), der Richtkoppler, die Relaisreiber. Rechts wird die Platine mit dem PIC18F46K22 aufgesteckt. Links unten wird die große Platine mit L-Stecke (8 Relais), C-Strecke (10 Relais) und LC-Varianten-Umschaltung (4 Relais) aufgesteckt.

### 1.1.2 lc\_platine4

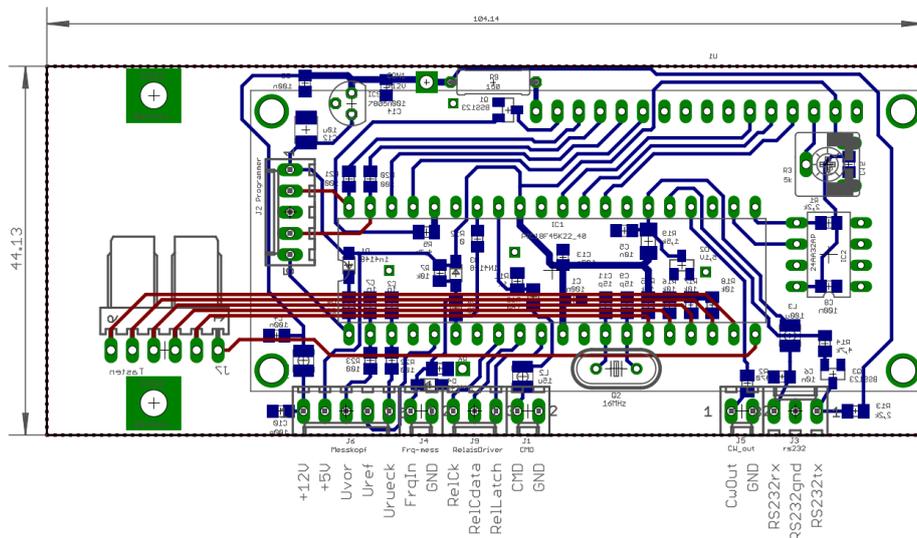
Auf dieser Leiterplatte befinden sich fast alle Relais für die binäre C-Reihe, die binäre L-Reihe und die LC-Varianten-Umschaltung.



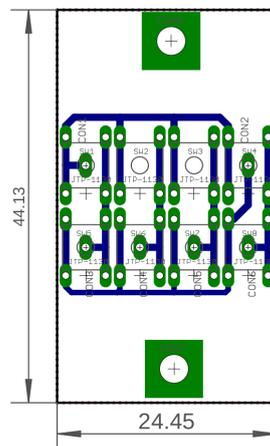
Oben die Induktivitäten 0,08 uH bis 10,4 uH (0..255), unten die Kapazitäten als SMD 1,6 pF bis 800 pF (0..2047). Oben Rechts und Link die 4 Relais für die Umschaltung der LC-Varianten. Die Platine wird ebenfalls auf die Gesamt-Platine aufgesteckt.

### 1.1.3 mc\_platine mit Tastenplatine

Die *mc\_platine* steuert alles. Im PIC18F46K22 befindet sich die Firmware, neu Version 3.10. Auf die Platine wird die LCD-Anzeige aufgesteckt und die Platine mit den Tasten angeschlossen. So kann man die Tasten-Platine besser im Abstand an die Frontplatte anpassen.



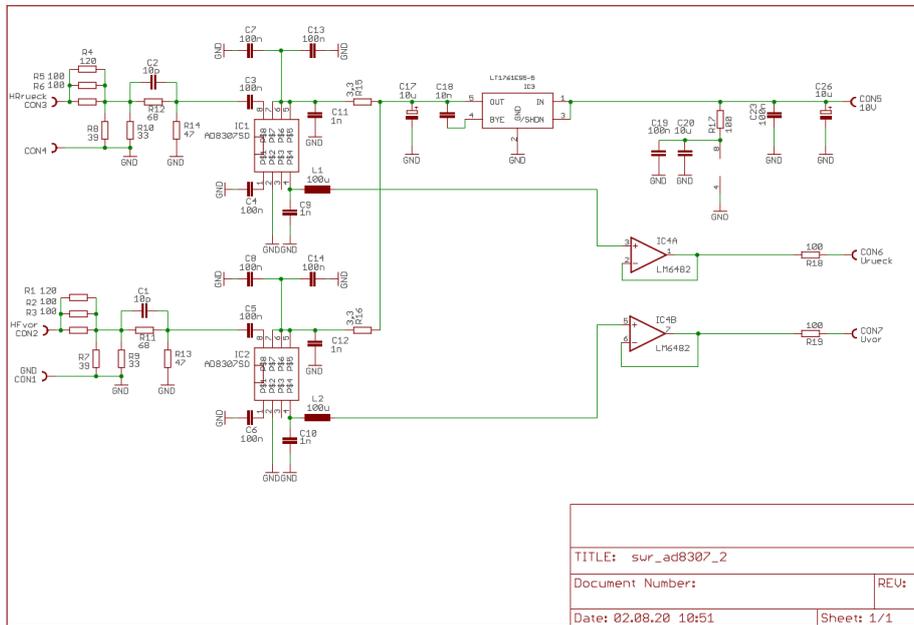
Links werden an Stecker J7 die Tasten angeschlossen. Wird sie auf die Gesamt-Platine aufgesteckt sind auf der Front die Tasten rechts.



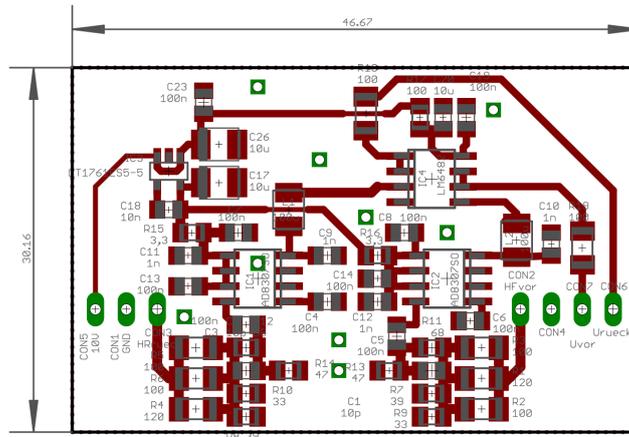
Für die 8 Tasten habe ich ganz kleine Print-Tasten eingesetzt.

### 1.1.4 Pegel-Messplatine

Für die Messung des Pvor- und Prück-Pegel ist eine Aufsteckplatine vorgesehen. Auf der Platine befinden sich 2 AD8307 zur Umsetzung HF-Pegel in Spannung und ein OPV für ein niederohmige Anpassung.



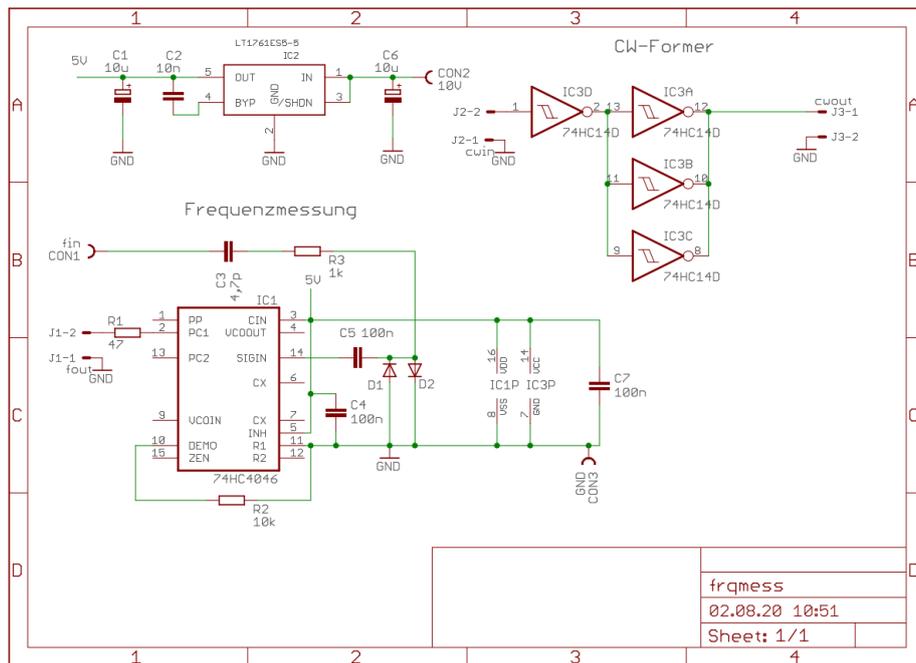
Die Eingangsbeschaltung hat etwa 30 dB Dämpfung. Wichtig ist die Impedanz von 50 Ohm an beiden Eingängen.



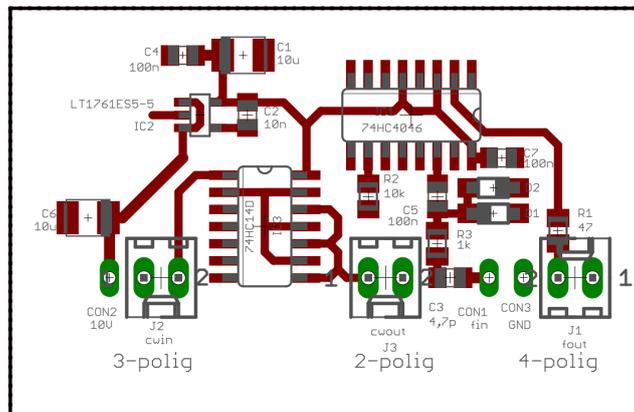
Hier ein Bild der Platine aus Eagle erzeugt. Die Platine wird aufgesteckt.

### 1.1.5 Frequenz-Messplatine, CW-Erzeugung

Am Vorlauf wird die HF für die Frequenzmessung ausgekoppelt und der Frequenz-Messplatine zugeführt. Die zweite Funktion ist die Formung und Verstärkung des CW-Signales für die Rückmeldungen PicATU zum angeschlossenen TRX.



Für die Frequenzmessung verwende ich das IC-74HC4046. Diese Schaltung ist allgemein bekannt und formt die HF-Sinussignale in Rechtecksignale die der PIC-Eingang gut verarbeiten kann. Der *CW-Former* verstärkt das Rechtecksignal vom PIC in ein Rechteck mit steilen Flanken, so das die CW-Infos im ganzen Kurzwellenbereich gut zu hören sind.



Die Platine wird auch einfach aufgesteckt.

# Kapitel 2

## Inbetriebnahme

In diesem Kapitel beschreibe ich die Inbetriebnahme des PicATU 100W/20W.

### 2.1 Funktionskontrolle der Bedientasten

Am Tuner befinden sich 8 Tasten zur Bedienung. Der Tuner von G3XJP Peter Rhodes hat keine Tasten und Display zur Bedienung. Er wird nur durch die Fernsteuerung bedient. Mein PicATU besitzt ein Display und 8 Tasten. Die Anordnung und Nummerierung der Tasten stelle ich jetzt in einer Tabelle dar:

1	2	3	4
5	6	7	8

#### 2.1.1 Kontrolle Taste 1 und Taste 5

Mit den Tasten 1 und 5 kann man die Menüebene wechseln. Mit der „Taste 1“ kommen wir eine Menünummer nach oben und mit der „Taste 5“ eine Menünummer nach unten. Die Menünummer sehen wir im Display, oberste Zeile, die ganz linke Zahl. Funktioniert die Umschaltung ist die Funktion der Taste 1 und 5 ok.

#### 2.1.2 Kontrolle Taste 2 und Taste 6

Mit der Taste 2 und 6 wird die L/C Variante umgeschaltet. Nach „PowerON“ ist die L/C Variante 0 „-L“ aktiv. Drücken wir die „Taste 2“ schaltet die L/C Variante um auf Variante 1 siehe Tabelle. Mit der „Taste 6“ schaltet die L/C Variante wieder auf 0 „-L“. Welche Variante aktiv ist sehen wir im Display Zeile 1 und 2 ganz rechts.

0	1	2	3	4	5
-L	L+	+L	C+	+C	-C
	C	C	L	L	

### 2.1.3 Kontrolle Taste 3 und Taste 7

Nach „PowerON“ steht die Menüebene auf Nummer 1 und die Induktivität L auf „L 0“. Im Display Zeile unten links. Die „Taste 3“ schaltet die Induktivität im Wert eins höher. Im Display muss dann „L 1“ stehen. Mit der „Taste 7“ wird der L-Wert wieder um 1 zurück geschaltet. In der Menüebene 2 schalten die Werte +/- 10 Schritte und in der Menüebene 3 +/- 100 Schritte.

### 2.1.4 Kontrolle Taste 4 und Taste 8

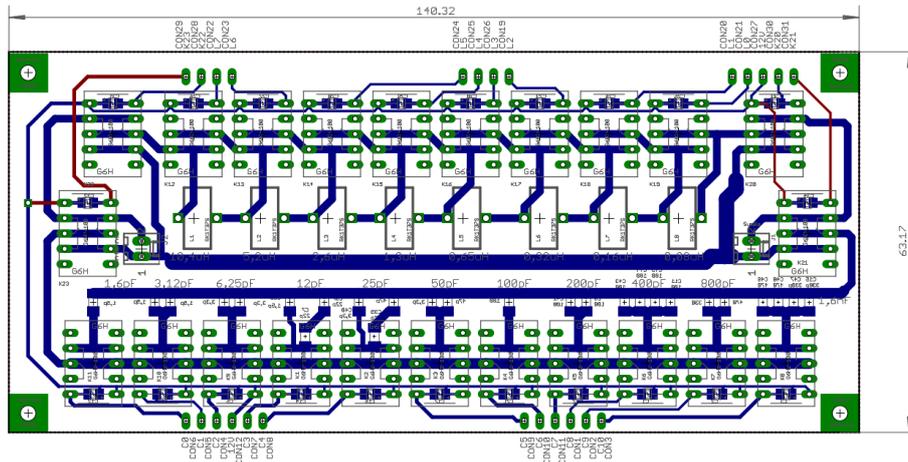
Nach „PowerON“ steht die Menüebene auf Nummer 1 und die Kapazität C auf „C 0“. Im Display Zeile unten Mitte. Die „Taste 4“ schaltet die Kapazität im Wert eins höher. Im Display muss dann „C 1“ stehen. Mit der „Taste 8“ wird der C-Wert wieder um 1 zurück geschaltet. In der Menüebene 2 schalten die Werte +/- 20 Schritte und in der Menüebene 3 +/- 200 Schritte.

## 2.2 Funktionskontrolle der Relais

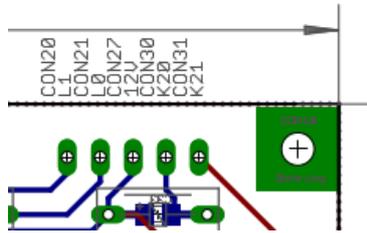
Alle Relais, bis auf ein Relais auf der Gesamt-Platine, befinden sich auf der LC-Platine. Das L besteht aus 8 Relais und das C aus 10 Relais. Für die LC-Varianten sind noch mal 4 Relais vorgesehen. Wichtig für das automatische Tunen ist die richtige Ansteuerung der Relais. Die Funktionskontrolle kontrollieren wir in diesem Kapitel.

### 2.2.1 Funktionskontrolle der Relais L-Schiene

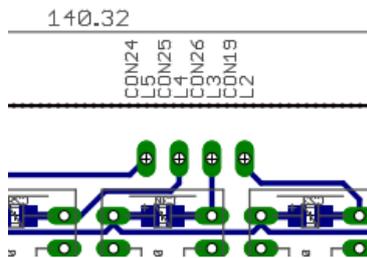
Hat die **Induktivität L** den Wert 0 sind alle Relais der L-Schiene angezogen. Alle Induktivitäten sind kurz geschlossen.



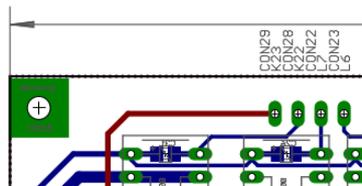
Gesamtansicht der Leiterplatte L-Schiene und C-Schiene.



Die 5 Lötunkte oben rechts auf der Platine.



Die 4 Lötunkte oben mitte auf der Platine.



Die 5 Lötunkte oben links auf der Platine.

Steht die Wertigkeit von „L“ auf „0“ messen wir an allen Lötunkten „L0“ bis „L7“ gegen Masse die Spannung von etwa 0,7 Volt. Alle Relais sind eingeschaltet. Am Pin „CON27 12V“ messen wir etwa die 12 Volt Betriebsspannung.

### 2.2.1.1 Kontrolle der einzelnen L-Relais

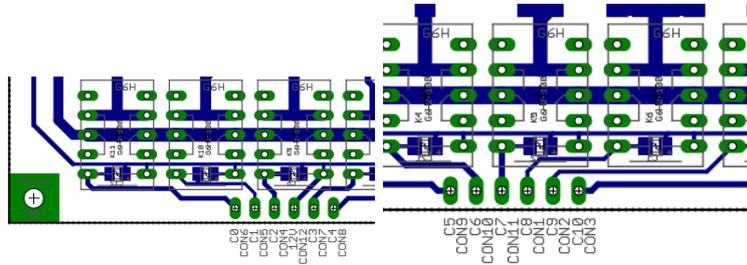
Jetzt müssen wir jedes Relais in der L-Schiene noch kontrollieren. Mit der Taste 3 schalten wir den Wert von auf „L 1“ und messen anschließend, ob das richtige Relais abgefallen ist. Die Spannung am Messpunkt muss 12 Volt betragen. Die L-Werte und die Messpunkte stehen in der Tabelle.

L-Wert	Relais	Messpunkt	Spannung (V)	alle anderen Relais
1	K19	CON21 L0	12V	0,7V
2	K18	CON20 L1	12V	0,7V
4	K17	CON19 L2	12V	0,7V
8	K16	CON26 L3	12V	0,7V
16	K15	CON25 L4	12V	0,7V
32	K14	CON24 L5	12V	0,7V
64	K13	CON23 L6	12V	0,7V
128	K12	CON22 L7	12V	0,7V

Größere Sprünge beim Umschalten der Werte kann man durch Umschalten der Menüebene einstellen. Menüebene 1 Step=1, Menüebene 2 Step=10 und Menüebene 3 Step=100.

## 2.2.2 Funktionskontrolle der Relais C-Schiene

Hat die **Kapazität C** den Wert 0 sind alle Relais der C-Schiene abgefallen. Es folgen wieder Bilder der Pins.



Hier alle Messpunkte der C-Reihe auf der LC-Platine.

An allen Lötunkten „C0“ bis „C10“ messen wir gegen Masse die Spannung etwa 12 Volt Betriebsspannung. Alle Relais sind aus geschaltet. Am Pin „CON12 12V“ messen wir die 12 Volt Betriebsspannung.

### 2.2.2.1 Kontrolle der einzelnen C-Relais

Jetzt müssen wir jedes Relais in der C-Schiene noch kontrollieren. Mit der Taste 4 schalten wir den Wert von auf „C 1“ und messen anschließend, ob das richtige Relais abgefallen ist. Die Spannung am Messpunkt muss etwa 0,7 Volt betragen. Die C-Werte und die Messpunkte stehen in der Tabelle. Jedes Relais muss kontrolliert werden. Die anderen Messpunkte der Relais müssen aber auf 12 Volt bleiben.

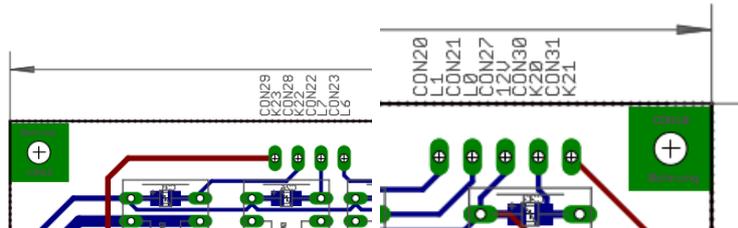
C-Wert	Relais	Messpunkt	Spannung (V)	alle anderen Relais
1	K11	CON6 C0	0,7V	12V
2	K10	CON5 C1	0,7V	12V
4	K9	CON4 C2	0,7V	12V
8	K1	CON7 C3	0,7V	12V
16	K2	CON8 C4	0,7V	12V
32	K3	CON9 C5	0,7V	12V
64	K4	CON10 C6	0,7V	12V
128	K5	CON11 C7	0,7V	12V
256	K6	CON1 C8	0,7V	12V
512	K7	CON2 C9	0,7V	12V
1024	K8	CON3 C10	0,7V	12V

Größere Sprünge beim Umschalten der Werte kann man durch Umschalten der Menüebene einstellen. Menüebene 1 Step=1, Menüebene 2 Step=20 und Menüebene 3 Step=200.

## 2.2.3 Funktionskontrolle der Relais L/C Variante

In diesem Kapitel kontrollieren wird die Funktion der Umschaltung der L/C-Varianten. Die Messpunkte finden wir auch auf der LC-Platine Hier noch einmal die L/C Varianten:

Variante	0	1	2	3	4	5
	-L	L+	+L	C+	+C	-C
		C	C	L	L	



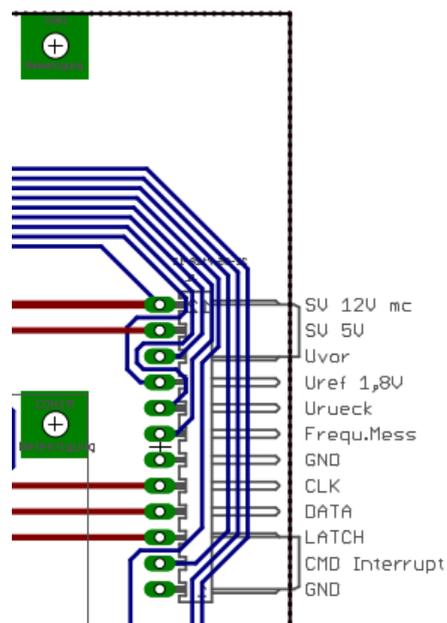
Die Messpunkte K23(CON29), K22(CON28), K20(CON30) und K21(CON31) auf der Platine links und rechts.

Tabelle der Messpunkte je nach LC-Variante:

Variante	CON30 K20	CON31 K21	CON29 K23	CON28 K22
0	12V	0,7V	0,7	12V
1	12V	12V	0,7	12V
2	12V	0,7V	12V	12V
3	12V	12V	12V	0,7V
4	0,7V	12V	12V	12V
5	0,7V	12V	12V	0,7V

Die Varianten von L/C werden mit der Taste 2 durchgeschaltet.

## 2.3 Funktionskontrolle der Frequenzmessung



An PIN7 von J1 „Frequ.Mess“ liegen die Rechtecksignale an.

Ab etwa 0,1 Watt Sendeleistung vom TRX beginnt der 74HC4046 auf dem Frequenzmess-Modul eine Rechteckspannung am Ausgang zu erzeugen. Die Frequenz entspricht der Sendefrequenz. Mit einem Oszi können wir die Rechteckschwingung sehen. Weiterhin liegt das Rechtecksignal auf der Platine „mc“ „J4“ an und am PIC18F46K22 PIN 6 und PIN 34 könne wir das Signal auch messen.

Allerdings beginnt der PIC erst ab einem Pegel von +23dBm (0,2 Watt) mit der Auswertung des Rechtecksignals. Sollte die Frequenzmessung trotz angezeigten Pegel >23dBm, nicht funktionieren, bitte diese Messpunkte der Reihe nach überprüfen. Funktioniert allerdings die Pegelmessung nicht, wird auch keine Frequenz ausgewertet und angezeigt. Die Rechtecksignale müssen aber trotzdem zu messen sein.

## 2.4 Funktionskontrolle der Pegelmessung

Auf dem Modul „Pegel-Messplatine“ werden die Pegel der SWR-Messbrücke gemessen. Die Messspannungen liegen auf der „Gesamt\_board“ an „J1“ an. Die Vorlaufspannung am Pin10 „Uvor“ und die Rücklaufspannung am Pin8 „Urueck“. Zum Messen stellen wir die L/C Variante auf „-L“ L=0 und C=0, damit das L/C Glied überbrückt wird und der Abschlusswiderstand 50 Ohm Wirkung zeigt. Diese Messspannungen müssen auch auf der mc-Platine am PIC Pin 2 und 3 anliegen. Ist das der Fall sehen wir im Display beim Sende mit 0,3 Watt die Leistungsanzeige bei etwa +23dBm. Displayübersicht der Anzeigen in der Abbildung. Die Messwerte und Displaywerte sind in der Tabelle zu sehen.



In diesem Fall sehen wir eine Anpassung an meine Kunstantenne. Die Leistung ist etwas über 100mW. Das ReturnLoss ist sehr gut. Umgerechnet entspricht RL 33,8dB einem SWR von 1,04.

Die Messwerte in einer Tabelle zusammengefasst.

Pegel	Uvor	Urueck	Abschluss	Display dBm	Return Loss
ohne (0mW)	0,1 V	0,1 V	50 Ohm	-29 dBm	2 dB
0dBm (1mW)	0,84 V	0,52 V	50 Ohm	-2 dBm	14 dB
0dBm (1mW)	0,78 V	0,79 V	offen	+2 dBm	0 dB
+25dBm (400mW)	1,51 V	1,54 V	offen	+24 dBm	0 dB
+25dBm (400mW)	1,5 V	1,0 V	50 Ohm	+24 dBm	21 dB

Ist die Spannung „Urueck“ geringer als „Uvor“ mit einem Abschlusswiderstand 50 Ohm habe wir auch gleich eine Bestätigung, dass der SWR-Messkopf richtig arbeitet. Noch genauere Pegelwerte im Display erhält man nach einer Kalibrierung der Messköpfe. Aber für den normalen Betrieb des Tuner reichen die Defaultwerte der FW.

## 2.5 Funktionskontrolle der Fernsteuerung und CW-Signalisierung

Der „PicATU“ wird Ferngespeist und auch Ferngesteuert. Beides erfolgt über das Koaxialkabel als Verbindungsleitung zwischen der Fernsteuerbox und dem PicATU. In der Fernsteuerbox wird die Betriebsspannung für den PicATU eingespeist und mit einem Wechselkippschalter in der Stromzuführung kann man durch das Umschalten kurze Spannungsunterbrechungen im mSek.-Bereich erzeugen. Die Relais und die anderen Baugruppen werden nicht beeinflusst von diesen Unterbrechungen. Aber der PIC18F46K22 bekommt diese Unterbrechungen als LOW-Impuls mit. Der LOW-Impuls wird auf dem „Gesamt.board“ an „J1 CMD Interrupt“ ausgekoppelt und zur „mc-Platine“ „J1 cmd“ geleitet. Wird der Umschalter an der Fernsteuerbox betätigt erkennt der PIC das und beginnt der Reihe nach in CW Buchstaben als Funktionsbeschreibung auszugeben. Im LCD-Display sehen wir der Reihe nach in Zeile 1:

„(M)atch“

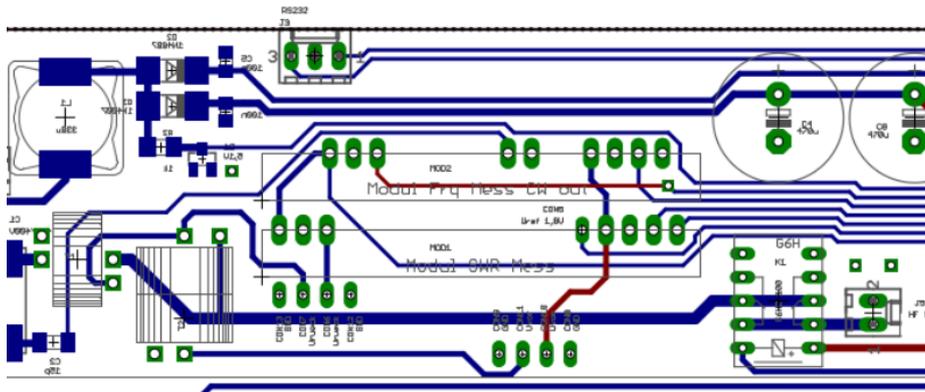
„(R)e-Match“

„(U)tilitis“

„(S)leep“

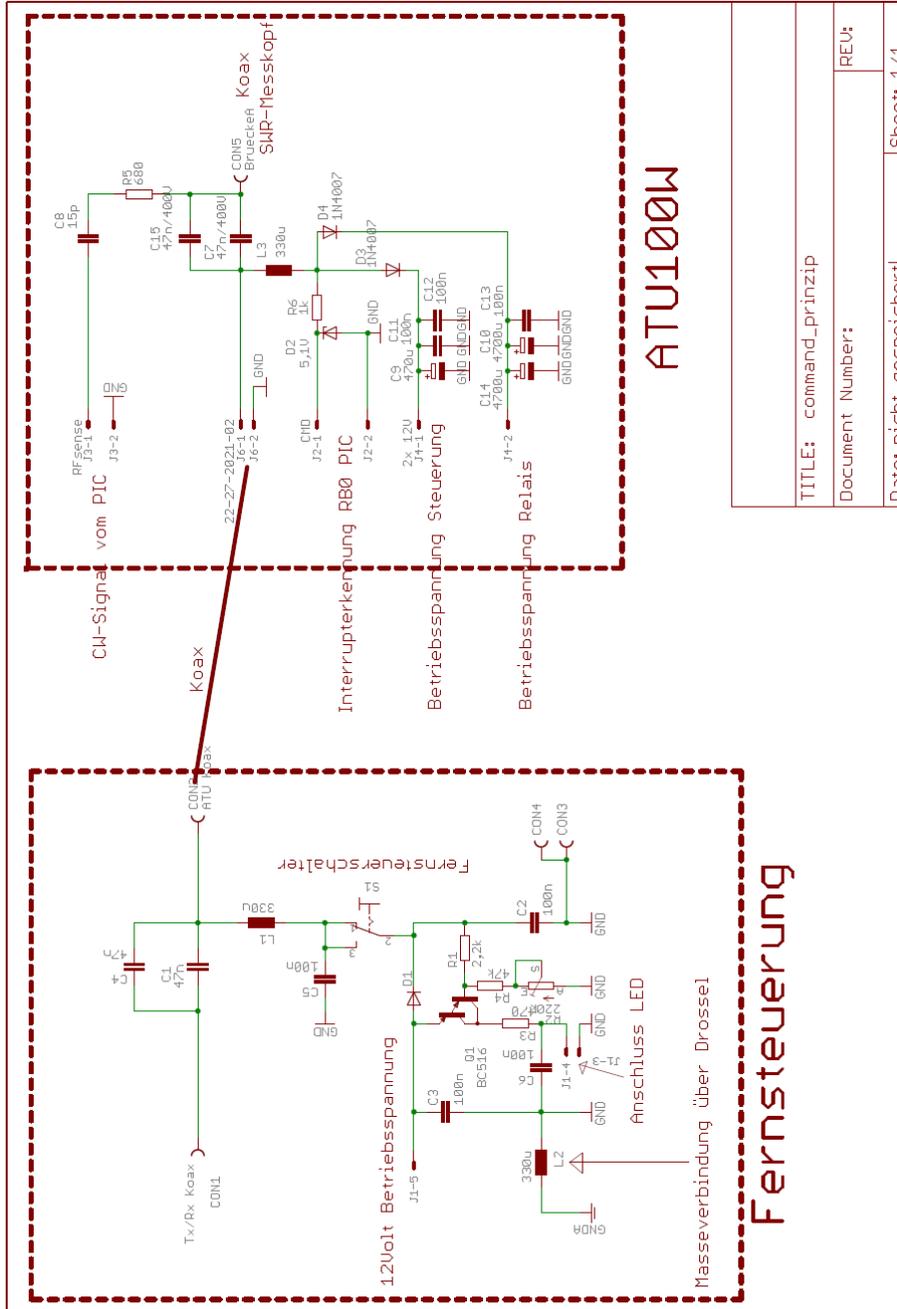
Wir hören auch im Empfänger des TRX die Buchstaben in den Klammern als CW-Signal. Ist das der Fall, brauchen wir keine Fehlersuche. Kommt die Aufschrift im Display aber keine CW-Signale müssen wir noch den Weg der CW-Signale kontrollieren. Der Weg der CW-Signale führt von der „mc-Platine“ PIC PIN24 zum Stecker „J5 CwOut“ zum „Gesamt.board“ „J2 cw.in“ zum Frequenzmessmodul. Auf dem Frequenzmessmodul geht das Signal auf den IC 74HC14 und anschließend wieder auf die Kopplerplatine über R1 und C2 zur Seele der Koaxleitung. Diese Rechteckschwingung erzeugt im ganzen KW-Bereich Oberwellen im Abstand von etwa 700 Hz und ist deshalb auf fast jeder im Empfänger eingestellten Frequenz hörbar. Während der CW-Signalisierung zieht das Relais K1 an und trennt das LC-Glied mit dem Antennenausgang ab.

Ob das Relais zieht kann auch mit einem Durchgangsprüfer kontrolliert werden. Unterbrechung zwischen „J5 HF SymBa“ und Übertrager „T1, Pin3/4“.

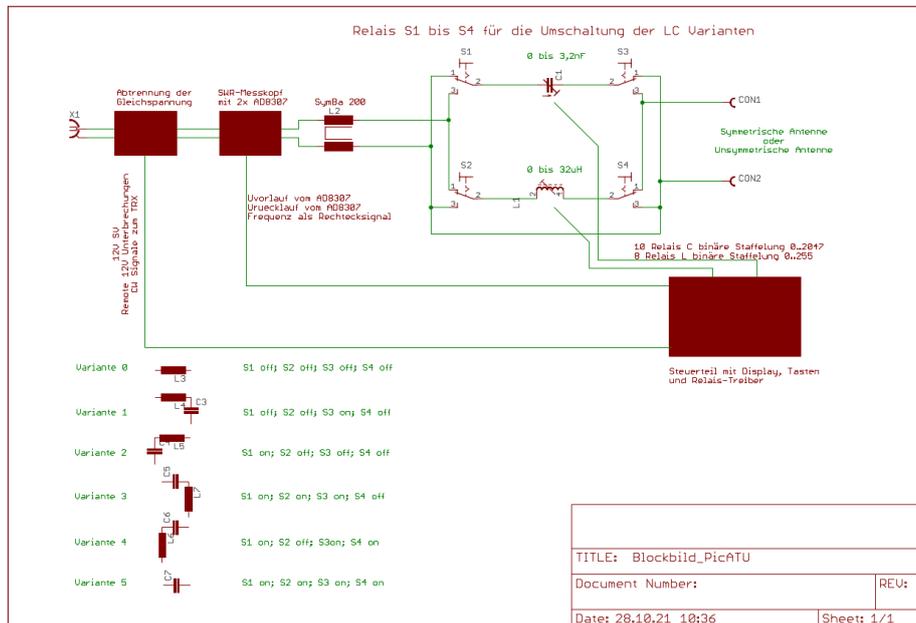


Ganz links im Bild ist T1 Pin3/4 und rechts neben dem Relais J5.

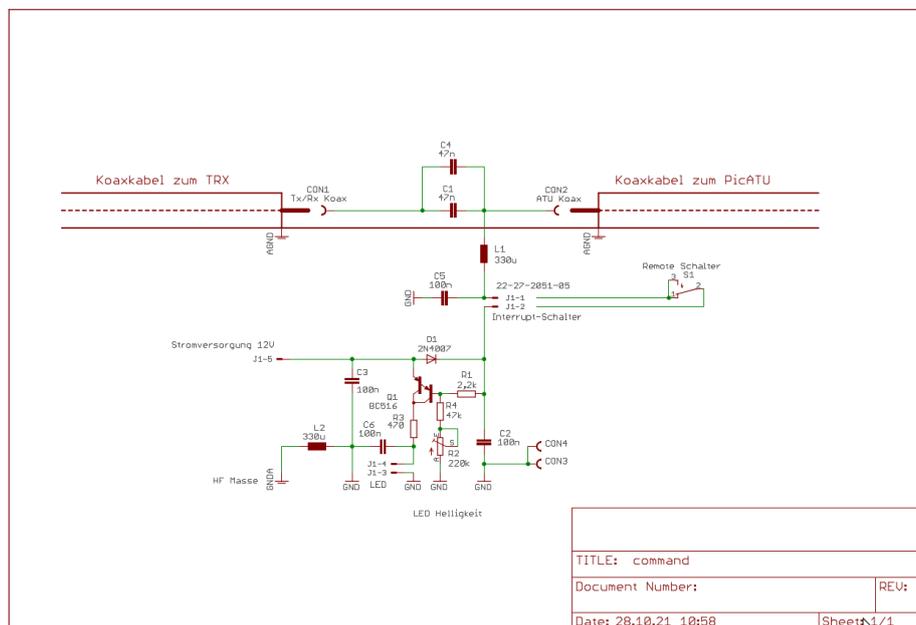
## 2.6 Übersichten



Eine Übersicht der Wirkungsweise der Fernsteuerung. Mit dem Fernsteuerschalter werden kurze Unterbrechungen (mSek.) in der Stromversorgung erzeugt. Der Interrupteingang des PIC erfasst die Unterbrechung und reagiert darauf.



Schematische Darstellung des PicATU. Der PicATU kann abgesetzt betrieben werden. Die Stromversorgung und Fernsteuerung erfolgt über das Koaxkabel.



Hier die Remote-BG das Schaltbild. Die Stromversorgung des PicATU wird hier eingespeist. Der „Remote-Schalter“ löst Funktionen im PicATU aus. Rückmeldungen vom PicATU kommen per CW im Empfangsfall oder die LED beginnt zu blinken im Sendefall (z.B.: Machtfunktion beendet).

## Kapitel 3

# Schlusswort

**Dieses Projekt darf nicht kommerziell vermarktet oder genutzt werden. Alle Rechte liegen bei DL4JAL (Andreas Lindenau). Ich wünsche viel Spaß beim Basteln.**

vy 73 Andreas DL4JAL

✉ DL4JAL@t-online.de

🌐 [www.dl4jal.de](http://www.dl4jal.de)