

PicATU 100W Auto-Antennentuner Hardware

Andreas Lindenau DL4JAL

2. März 2025

Zusammenfassung

Der „PicATU 100W“ ist ein Bastelprojekt von mir. Die Grundidee des Tuners stammt von G3XJP Peter Rhodes. Ich habe einige Details seiner Ideen mit bei der Konstruktion meines PicATU verwendet. Die FW im PIC habe ich neu geschrieben. Das Schreiben der Firmware hat sich über mehrere Jahre hingezogen. Als Programmiersprache verwende ich Assembler.



Hier ist der PicATU, die 100 Watt-Ausführung, zu sehen. Mein erster Aufbau.



Im Bild der zweite PicATU 100 Watt. Auf dem PicATU steht die Fernbedienung, rechts der PowerON Schalter und in der Mitte der Schalter für die Unterbrechungs-Steuerung.

Inhaltsverzeichnis

1	Aufbau des PicATU 100 Watt	3
1.1	Baugruppen	3
1.1.1	mc-Platine	3
1.1.1.1	J1 CMD	3
1.1.1.2	J2 Programmierstecker	4
1.1.1.3	J3 RS232	4
1.1.1.4	J4 Frq-mess	4
1.1.1.5	J5 CW-out	4
1.1.1.6	J6 Messkopf	4
1.1.1.7	J7 Tasten_Zeile	4
1.1.1.8	J8 SV Relaisdriver	5
1.1.1.9	J9 Relaisdriver	5
1.1.1.10	J10 Tasten_Spalte	5
1.1.2	L-Platine	5
1.1.3	C-Platine	6
1.1.4	Relaisdriver-Platine	6
1.1.5	Koppler-Platine	7
1.1.5.1	Stecker J1 CMD	8
1.1.5.2	Stecker J2 CW/Frq	8
1.1.5.3	Stecker J3 2x12V	9
1.1.5.4	Stecker J4 zum MC	9
1.1.5.5	Stecker J5 HF	9
1.1.5.6	Stecker J6 HF TRX	9
1.1.5.7	Stecker J7 Relaisdriver	9
1.1.5.8	Stecker CON6, CON8 HFruock	9
1.1.5.9	Stecker CON5, CON10 HFvor	9
1.1.6	Pegel-Messplatine	10
1.1.7	Frequenz-Messplatine, CW-Erzeugung	10
2	Inbetriebnahme	12
2.1	Funktionskontrolle der Bedientasten	12
2.1.1	Kontrolle Taste 1 und Taste 5	12
2.1.2	Kontrolle Taste 2 und Taste 6	12
2.1.3	Kontrolle Taste 3 und Taste 7	13
2.1.4	Kontrolle Taste 4 und Taste 8	13
2.2	Funktionskontrolle der Relais	13
2.2.1	Funktionskontrolle aller Relais ab FW 3.19	13
2.2.2	Funktionskontrolle der Relais L-Schiene	14

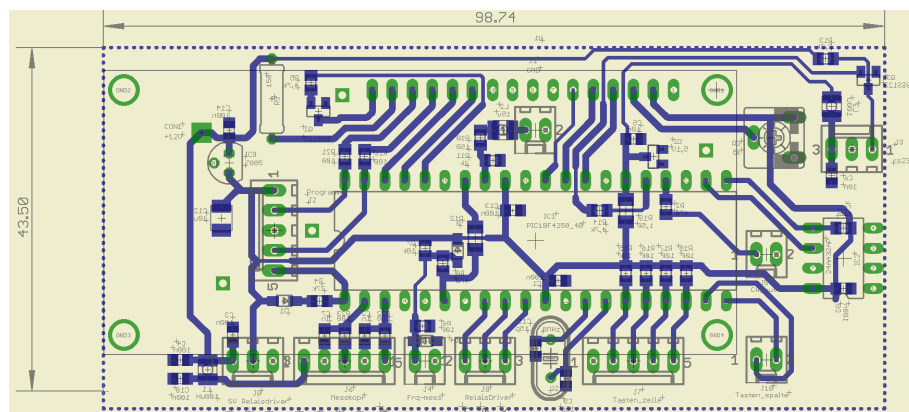
2.2.2.1	Kontrolle der einzelnen L-Relais	15
2.2.3	Funktionskontrolle der Relais C-Schiene	16
2.2.3.1	Kontrolle der einzelnen C-Relais	18
2.2.4	Funktionskontrolle der Relais L/C Variante	19
2.2.5	Funktionskontrolle des CW Relais	19
2.3	Übersichten	21
3	Schlusswort	23

Aufbau des PicATU 100 Watt

1.1 Baugruppen

1.1.1 mc-Platine

Diese Platine enthält den Mikroprozessor PIC18F4520 mit dem Quarz 8MHz. Diese Taktfrequenz wird intern vervierfacht auf 32MHz. Direkt auf der Platinenrückseite wird das Display 2x16 Zeichen aufgesteckt. Für die Speicherung der Massendaten ist ein serieller Eeprom (24LC512) vorgesehen. Es folgt die Beschreibung der Stecker auf dieser Platine.



Gesamtansicht der mc-Platine aus Eagle kopiert.

1.1.1.1 J1 CMD

Angeschlossen wird ein geschirmtes Diodenkabel und mir dem Stecker J1 auf der Kopplerplatine verbunden. Über diese Verbindung werden Unterbrechungen bei der Remotesteuerung zum PIC geleitet.

1. GND (Schirm)
2. cmd (Seele)

1.1.1.2 J2 Programmierstecker

Dieser Stecker dient zur Programmierung des PIC direkt in der Schaltung über die ICSP-Verbindung des Programmers.

1. 5V
2. RB7
3. GND
4. RB6
5. MCLR

1.1.1.3 J3 RS232

Dieser Stecker wird nur benötigt bei der Fernsteuerung mit dem TRX PicAStar nach DL4JAL. Achtung der Pegel ist etwas anders als bei einer richtigen RS232.

1.1.1.4 J4 Frq-mess

An diesem Stecker wird das Frequenzmesskabel von der Kopplerplatine angeschlossen. Ich habe dazu RG178 verwendet. Über diesen Eingang erfolgt die Frequenzmessung.

1.1.1.5 J5 CW-out

Dieser Stecker wird auch wieder mit der Kopplerplatine verbunden. Es werden die CW-Informationen an das Frequenzmessmodul gegeben. Das Frequenzmessmodul fornt noch einmal das Rechtecksignal, damit es im gesamten KW-Bereich gehört wird.

1.1.1.6 J6 Messkopf

Das ist die Verbindung zum Modul „SWR Mess“ auf der Kopplerplatine.

1. 12V
2. GND
3. Uvor
4. GND
5. Urueck

1.1.1.7 J7 Tasten_Zeile

Anschluss der 8 Bedientasten. Dazu gehört noch der Stecker J10.

1. GND
2. Taste 1,5
3. Taste 2,6
4. Taste 3,7
5. Taste 4,8

1.1.1.8 J8 SV Relaisdriver

Das ist die Stromversorgung für die Treiber-IC der Relaisansteuerung.

1. +12V
2. +5V
3. GND

1.1.1.9 J9 Relaisdriver

Über diese 3 Pins werden alle Relais angesteuert.

1. CLK
2. Data
3. Latch

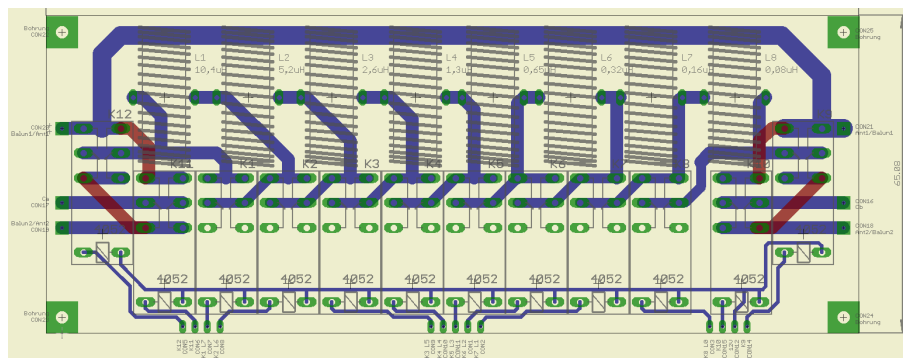
1.1.1.10 J10 Tasten_Spalte

Anschluss der 8 Bedientasten. Dazu gehört noch der Stecker J7.

1. GND
2. Taste 1,2,3,4
3. Taste 5,6,7,8

1.1.2 L-Platine

Auf der L-Platine befinden sich die 8 Induktivitäten mit den 8 Relais und noch die 4 Relais mit der Umschaltung der L/C Varianten.



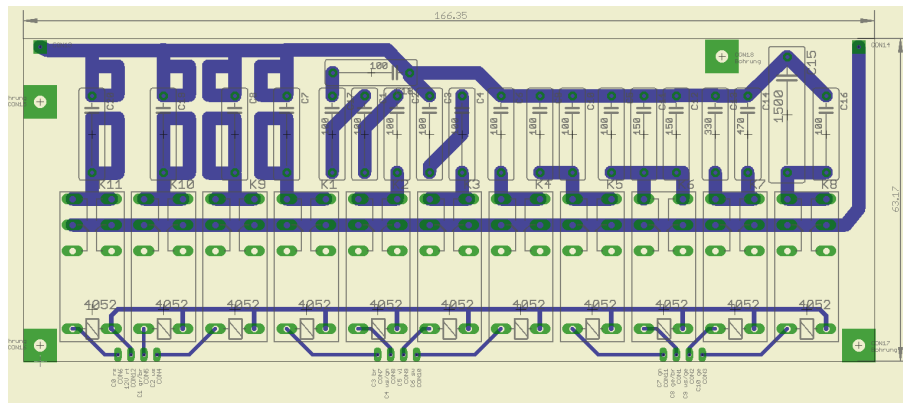
Gesamtansicht der L-Platine. Das ist ein Bildschirmfoto aus Eagle.

Alle Induktivitäten außer die kleinste Spule sind auf Ringkernen gewickelt. Für die Berechnung der Windungszahl habe ich das PC-Programm „mini Ringkern Rechner“ verwendet. Nach der Fertigstellung muss man die Induktivität mit einem L/C Messgerät nachmessen. Es kommt auf die möglichst genaue binäre Staffellung der Induktivitäten an. Die Lötunkte der Relais sind eindeutig und sind noch in der Baugruppe „Relaisdriver“ genauer zu sehen. Es folgen noch die anderen Lötunkte:

Pin	Beschreibung
CON20 Balun1	Die Seele des Koaxkabels vom SymBa 200
CON13 Balun2	Ohne SymBa zum Stecker Kopplerplatine
	Der Schirm des Koaxkabels vom SymBa 200
	Ohne SymBa zum Stecker Kopplerplatine GND
CON17 Ca	Verbindung 1 zur C-Platine
CON21 Ant1	Lecherleitung oder Antenne
CON18 Ant2	Lecherleitung oder Masse
CON16 Cb	Verbindung 2 zur C-Platine

1.1.3 C-Platine

Auf der C-Platine befinden sich alle 10 Kapazitäten mit den 10 Relais. Die Werte der Kapazitäten sind binärer gestaffelt.

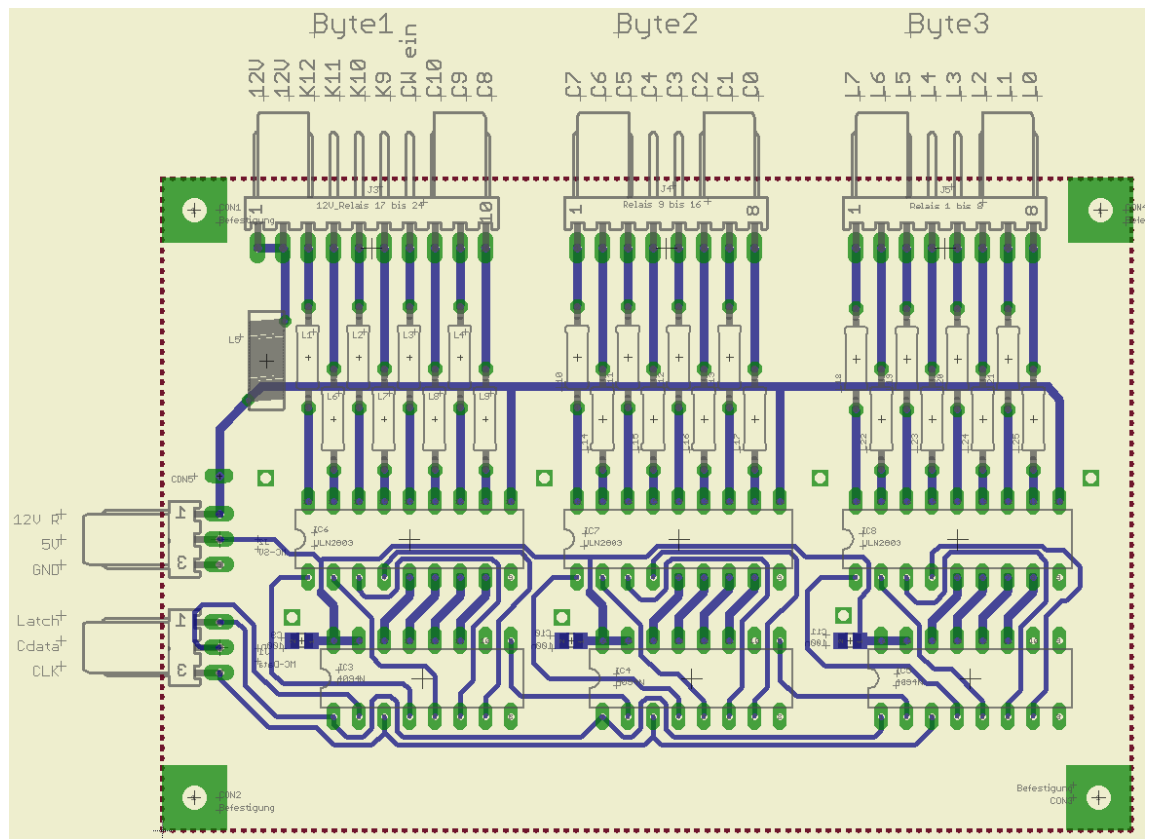


Gesamtansicht der C-Platine. Das ist ein Bildschirmfoto aus Eagle.

CON13 und CON14 wird mit der L-Platine verbunden.

1.1.4 Relaisdriver-Platine

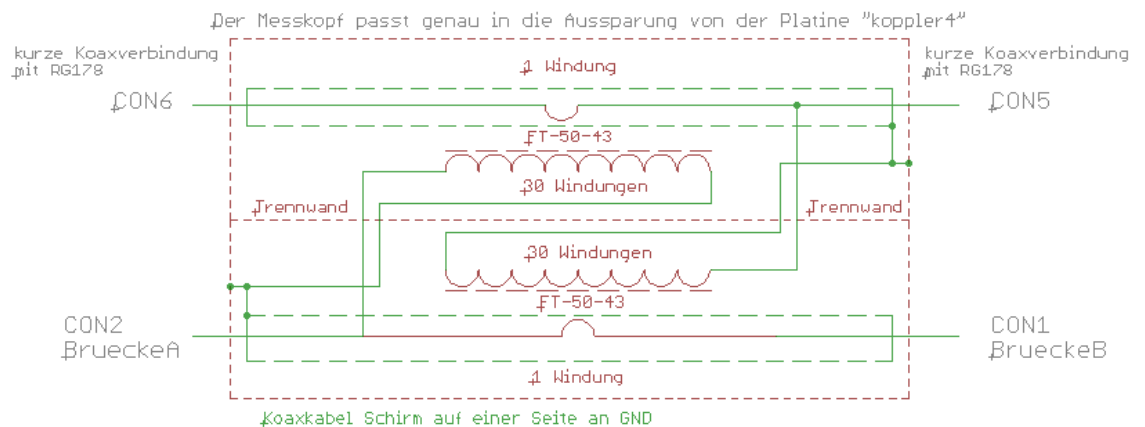
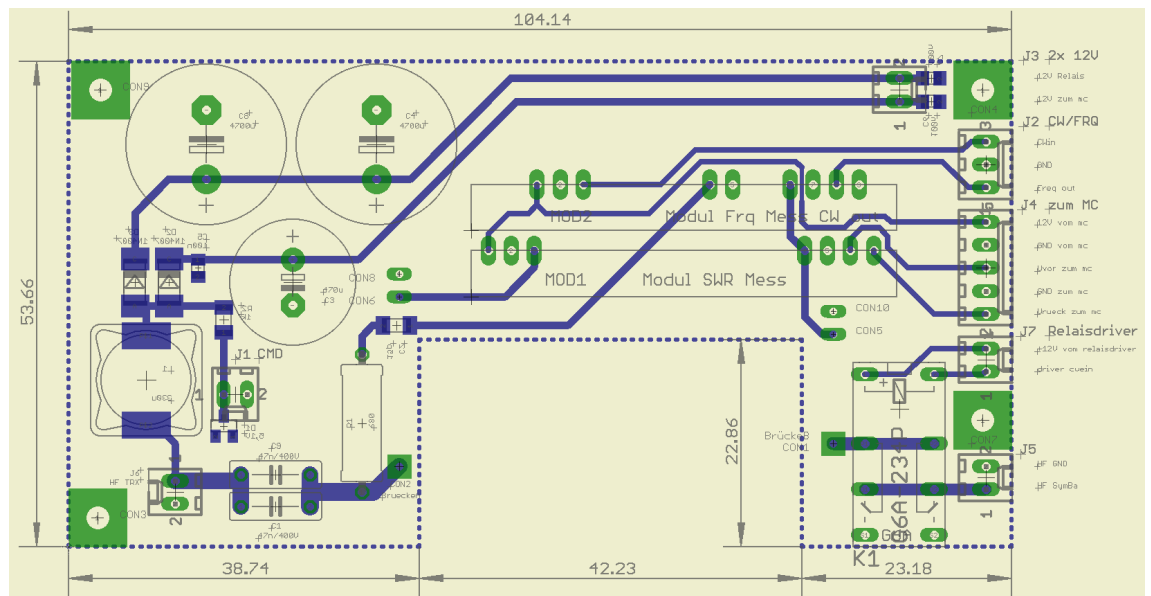
Die ICs für die Ansteuerung der Relais befinden sich auf einer extra Platine. 3 CMOS 4094 dienen als Schieberegister. Die Ausgänge der 4094 steuern die 3 Relaisreiber ULN2803 an. An den Ausgängen des ULN2803 sind Tiefpässe, die die rückwärtz HF-Signale abblocken sollen.



Gesamtansicht der Relaisdriver-Platine. Das ist ein Bildschirmfoto aus Eagle.

1.1.5 Koppler-Platine

Diese Platine hat viele Funktionen. In die Aussparung wird der SWR-Messkopf eingebaut. Der Messkopf braucht keinen Abgleich und ist nach dem Stockton-Prinzip aufgebaut.



liegt das Rechecksignal der Frequenzmessung an und wird weiter zur Auswertung an die MC-Platine geführt.

1.1.5.3 Stecker J3 2x12V

Hier liegen die Rohspannungen der Stromversorgung an. Die „12V Relais“ führen zur Relaisdriver-Platine und die „12V zum mc“ zur MC-Platine.

1.1.5.4 Stecker J4 zum MC

Die Kabel dieses Steckers führen zur MC-Platine.

1. Urueck, Messspannung vom „SWR-Modul“
2. GND
3. Uvor, Messspannung vom „SWR-Modul“
4. GND
5. 12V, Stromversorgung für das „SWR-Modul“

1.1.5.5 Stecker J5 HF

An diesem Stecker liegt die volle Sendeleistung an. Entweder wird mit einem kurzen Teflon-Koaxialkabel die HF direkt zum L/C-Glied geführt. Aber besser ist noch zwischen diesen Stecker und dem L/C-Glied ein Symmetrierglied einzufügen. Das beste was ich kenne ist der „SymBa 200“ von DG0SA.

1.1.5.6 Stecker J6 HF TRX

An diesen Stecker wird nur eine kurze Litze zur Koaxialbuchse angeschlossen

1.1.5.7 Stecker J7 Relaisdriver

Der Stecker J7 ist nur für das Relais, was bei der CW-Ausgabe anzieht. Beide Drähte führen zum Relaisdriver.

1.1.5.8 Stecker CON6, CON8 HFrueck

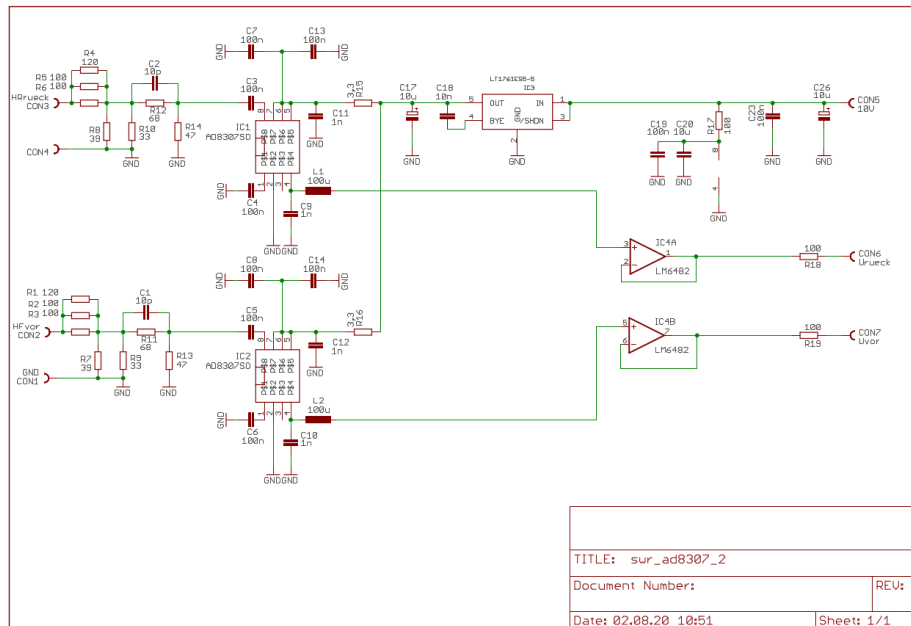
An beiden Pins wird ein kurzes Stück RG178 zum SWR-Messkopf angeschlossen. Bei mir ist an CON6, CON8 eine Trennstelle mit kleinen Stecker/Buchse. An dieser Trennstelle kann der AD8307 kalibriert werden.

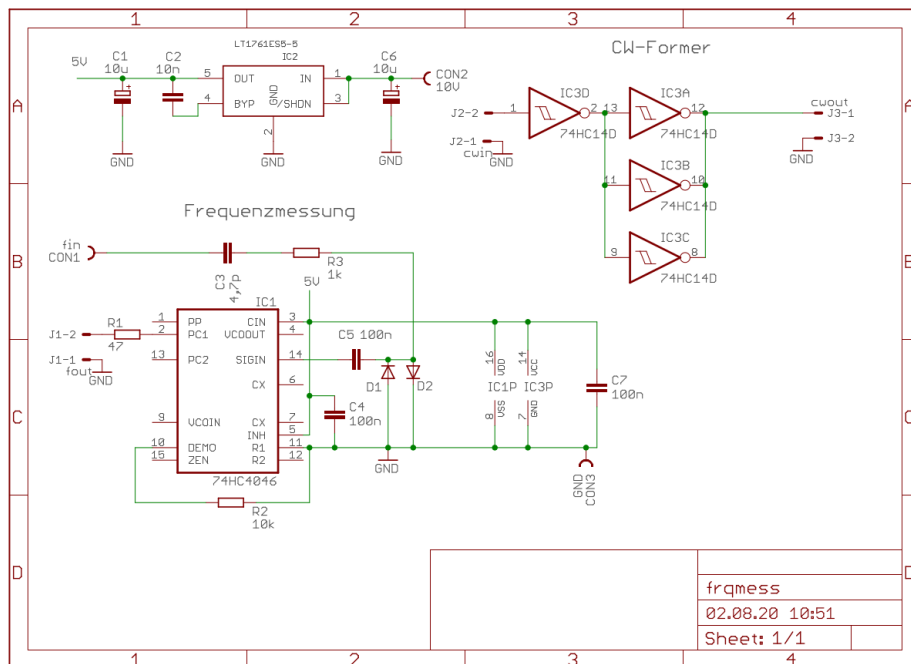
1.1.5.9 Stecker CON5, CON10 HFvor

An beiden Pins wird ein kurzes Stück RG178 zum SWR-Messkopf angeschlossen. Bei mir ist an CON5, CON10 eine Trennstelle mit kleinen Stecker/Buchse. An dieser Trennstelle kann der AD8307 kalibriert werden.

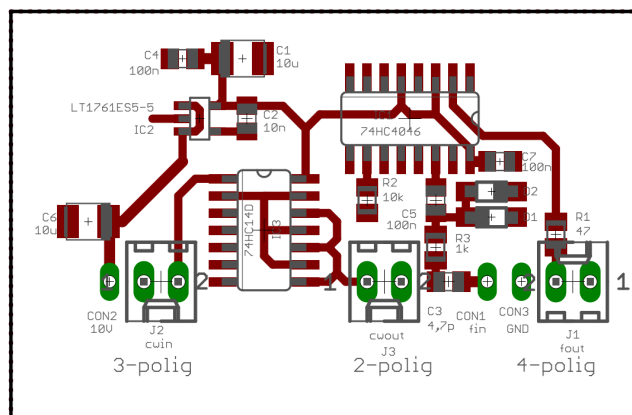
1.1.6 Pegel-Messplatine

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 eine niederohmige Anpassung.





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.

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

Wichtig für das automatische Tunen ist die richtige Ansteuerung der Relais. Die Funktionskontrolle kontrollieren wir in diesem Kapitel.

2.2.1 Funktionskontrolle aller Relais ab FW 3.19

Drücken wir nach **PowerON** dauerhaft eine Taste wird in die Funktion „**Relaistest**“ verzweigt. In Zeile 2 lesen wir „Taste los lassen“. Lassen wir die Taste los werden der Reihe nach einzeln die Relais für 1 Sekunde eingeschaltet. Die Routine beginnt immer wieder von vorn. Unterbrochen wird die Funktion mit einem Tastendruck auf irgend eine Taste.

Reihenfolge der Relais

L-Relais (1) 0,08 uH; (2) 0,16 uH; (4) 0,32 uH; (8) 0,65 uH; (16) 1,3 uH; (32) 2,6 uH; (64) 5,2 uH; (128) 10,4 uH

C-Relais (1) 1,6 pF; (2) 3,12 pF; (4) 6,25 pF; (8) 12 pF; (16) 25 pF; (32) 50 pF; (64) 100 pF; (128) 200 pF; (256) 400 pF; (512) 800 pF; (1024) 1600 pF

C-Wert 2048 CWein Relais auf der Koppler-Platine

C-Wert 4096 Relais K9 L/C Variante

C-Wert 8192 Relais K10 L/C Variante

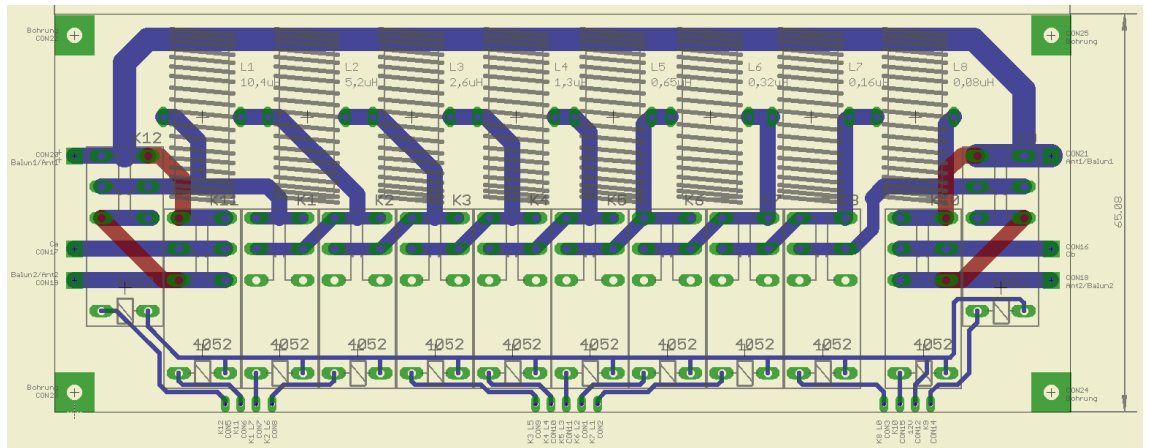
C-Wert 16384 Relais K11 L/C Variante

C-Wert 32768 Relais K12 L/C Variante

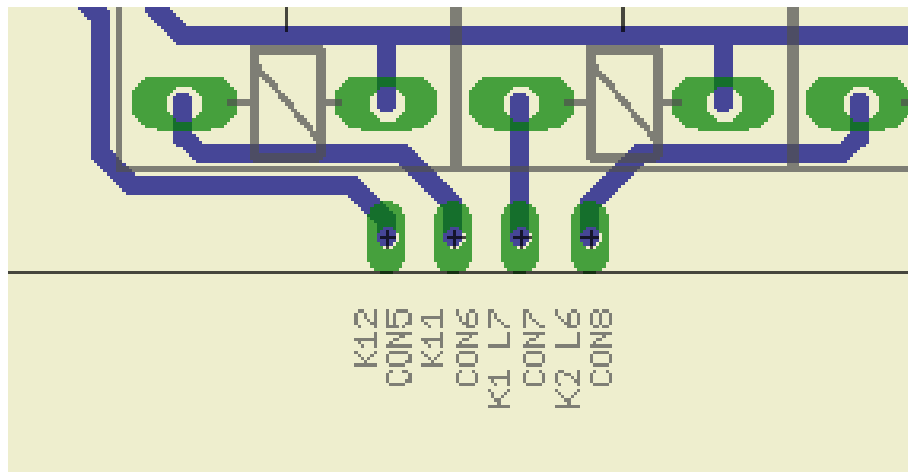
Da der Relaistest immer wieder von vorn beginnt, kann mit einem Messgerät geprüft werden, ob das richtige Relais zieht.

2.2.2 Funktionskontrolle der Relais L-Schiene

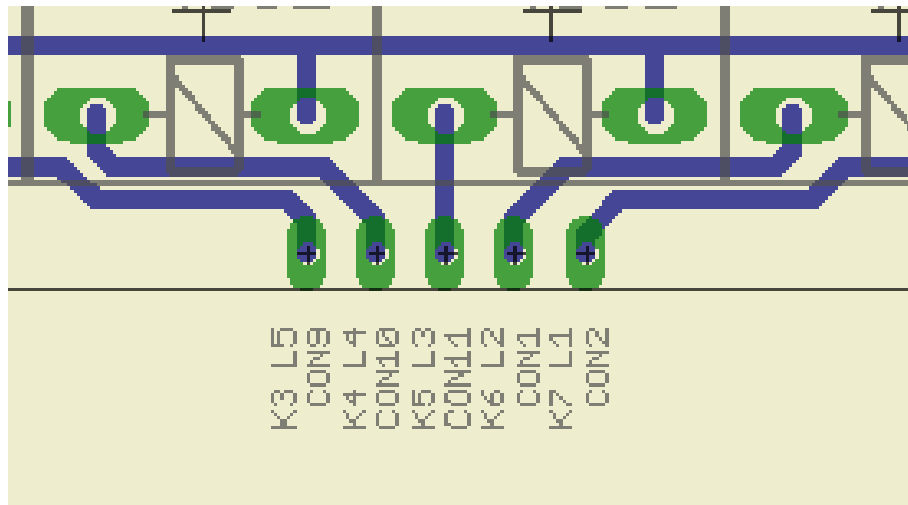
Hat L den Wert 0 sind alle Relais der L-Schiene angezogen. Alle Einzelinduktivitäten sind kurz geschlossen.



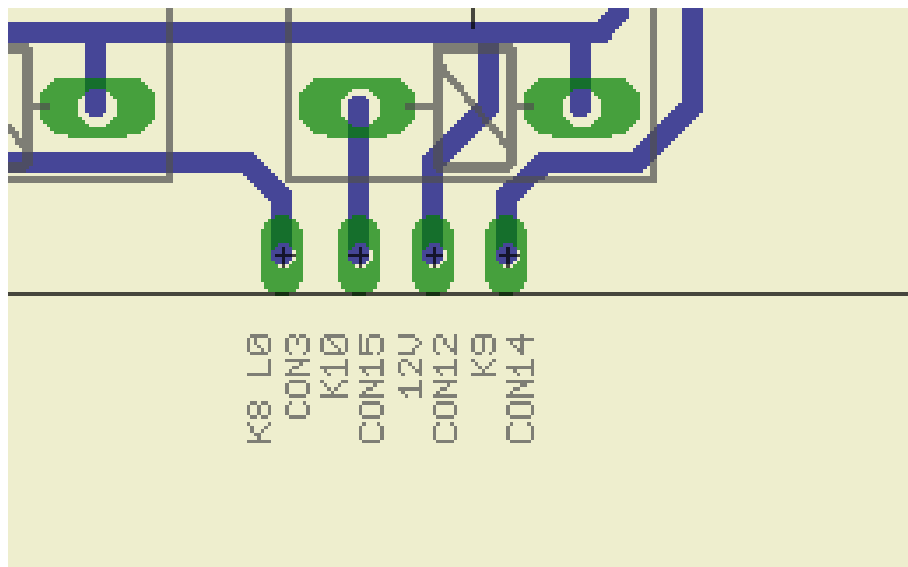
Gesamtansicht der Leiterplatte L-Schiene.



Die 4 Lötunkte links.



Die 5 Lötunkte in der Mitte.



Die 4 Lötunkte rechts.

An allen Lötunkten „L0“ bis „L7“ messen wir gegen Masse die Spannung etwa 0,7 Volt. Alle Relais sind eingeschaltet. Am Pin „CON12 12V“ messen wir etwa die 12 Volt Betriebsspannung.

2.2.2.1 Kontrolle der einzelnen L-Relais

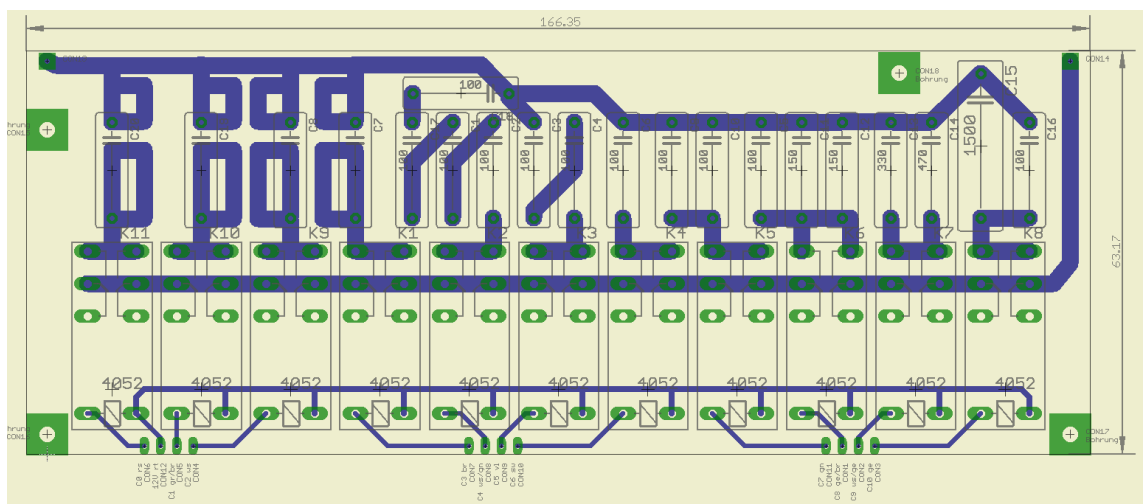
Jetzt müssen wir jedes Relais in der L-Schiene noch kontrollieren. Mit der Taste 3 schalten wir den Wert von auf „L 1“ und messen anschließend, ob das richtige Relais abgefallen ist. Die Spannung am Messpunkt muss 12 Volt betragen. Die L-Werte und die Messpunkte stehen in der Tabelle.

L-Wert	Relais	Messpunkt	Spannung (V)	alle anderen Relais
1	K8	CON3 L0	12V	0,7V
2	K7	CON2 L1	12V	0,7V
4	K6	CON1 L2	12V	0,7V
8	K5	CON11 L3	12V	0,7V
16	K4	CON10 L4	12V	0,7V
32	K3	CON9 L5	12V	0,7V
64	K2	CON8 L6	12V	0,7V
128	K1	CON7 L7	12V	0,7V

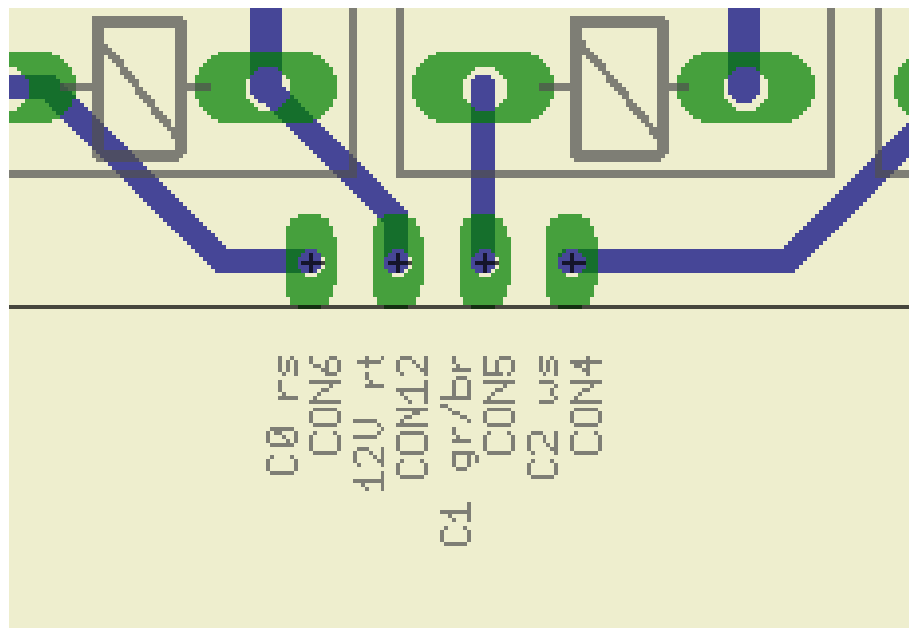
Größere Sprünge beim Umschalten der Werte kann man durch Umschalten der Menüebene einstellen.

2.2.3 Funktionskontrolle der Relais C-Schiene

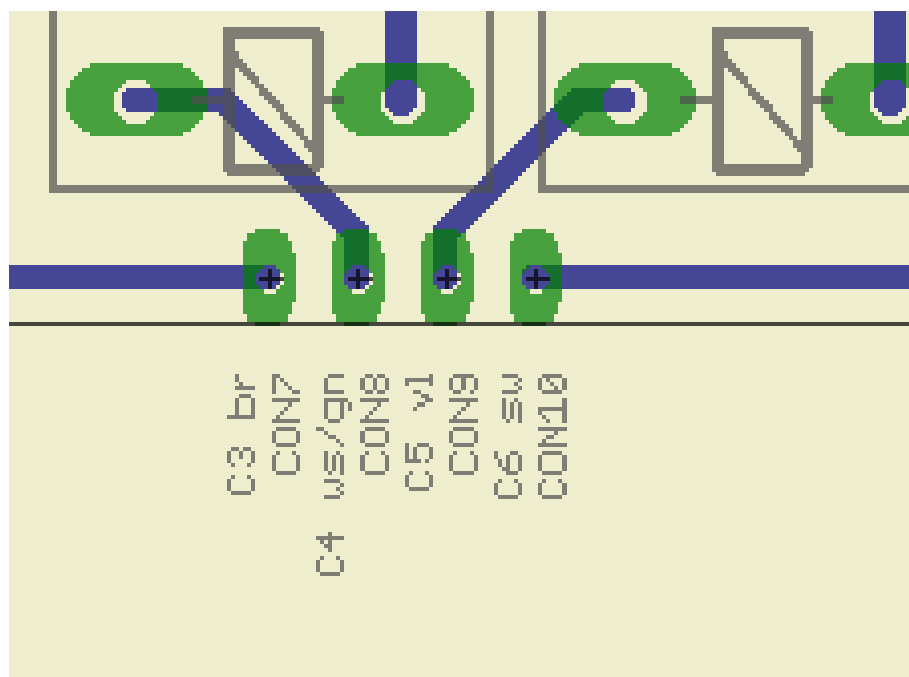
Hat C den Wert 0 sind alle Relais der C-Schiene abgefallen. Es folgen wieder Bilder der Leiterplatte.



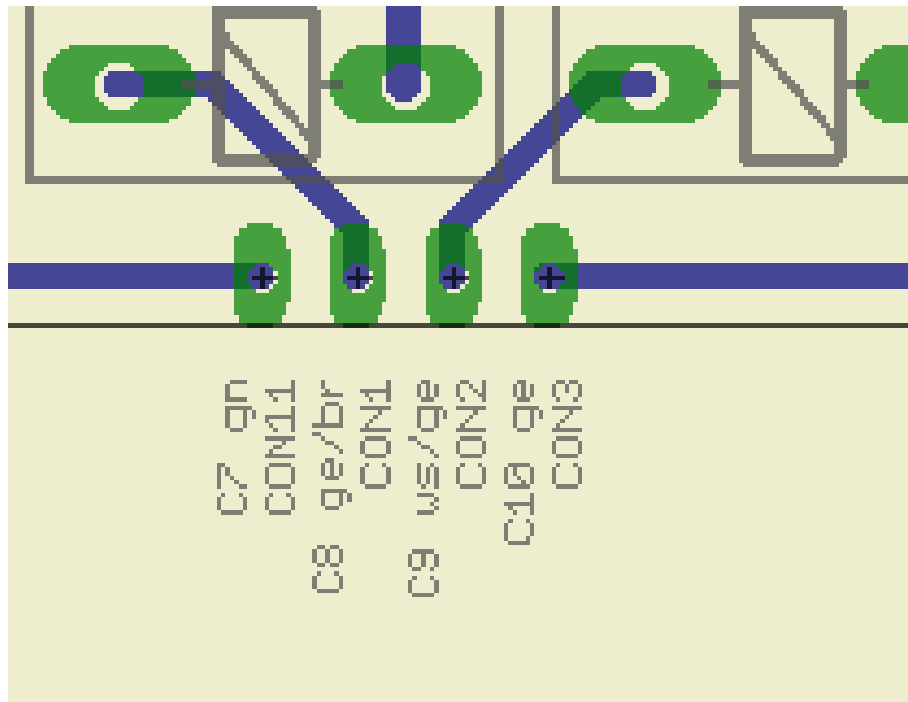
Gesamtansicht der Leiterplatte C-Schiene.



Die 4 Lötunkte links.



Die 4 Lötunkte in der Mitte.



Die 4 Lötunkte rechts.

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.

2.2.3.1 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.

2.2.4 Funktionskontrolle der Relais L/C Variante

In diesem Kapitel kontrollieren wird die Funktion der Umschaltung der L/C-Varianten. Die Messpunkte finden wir in der Leiterplatte der L-Schiene. Hier noch einmal die L/C Varianten:

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

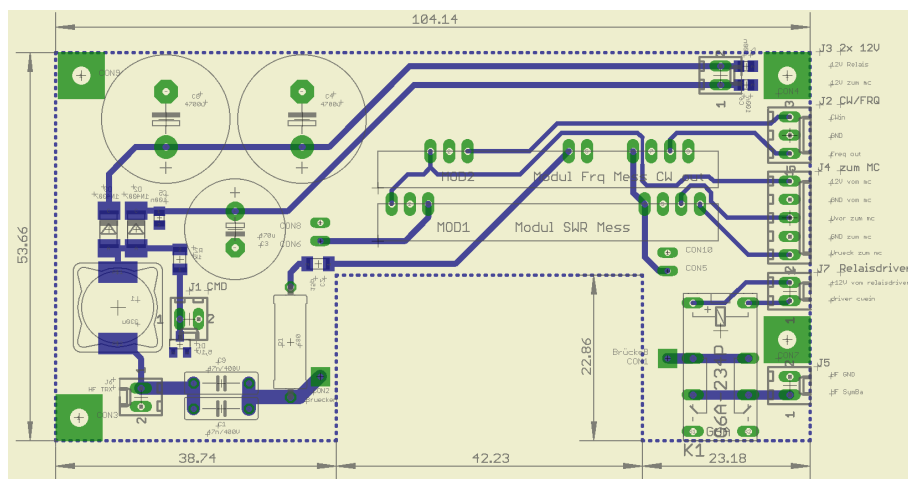
Tabelle der Messpunkte auf der Leiterplatte L-Schiene:

Variante	CON14 K9	CON15 K10	CON6 K11	CON5 K12
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.

2.2.5 Funktionskontrolle des CW Relais

Bei der Ausgabe von CW-Signalen wird das L/C Glied abgeschaltet. Damit liegen keine Antennensignale mehr an und die CW-Signale vom Tuner sind besser lesbar. Die Schaltfunktion dieses Relais kontrollieren wir kurz nach „PowerON“. Bei der Ausgabe der Antennennummer in CW wird diese Relais aktiv.



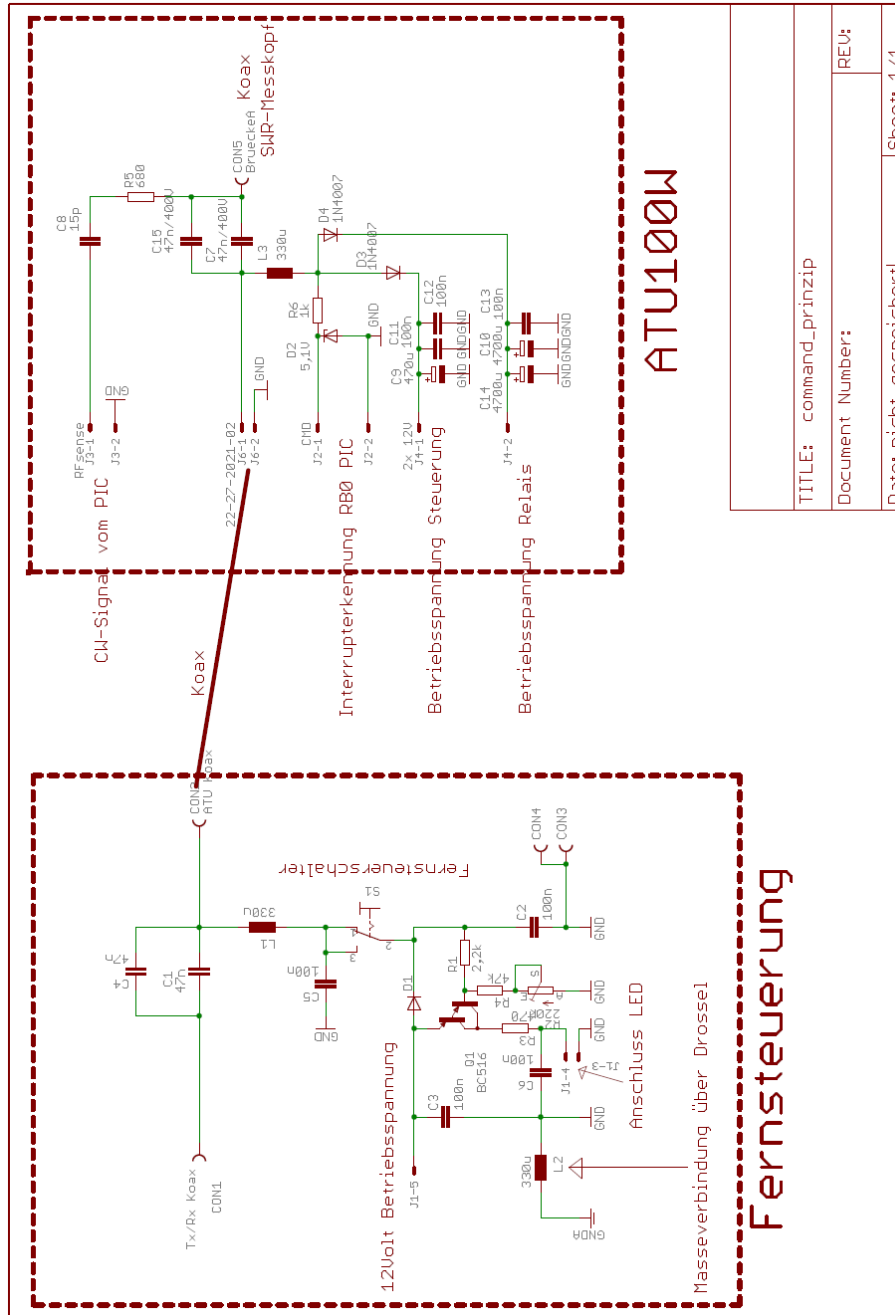
Die Kopplerplatine Gesamtansicht.



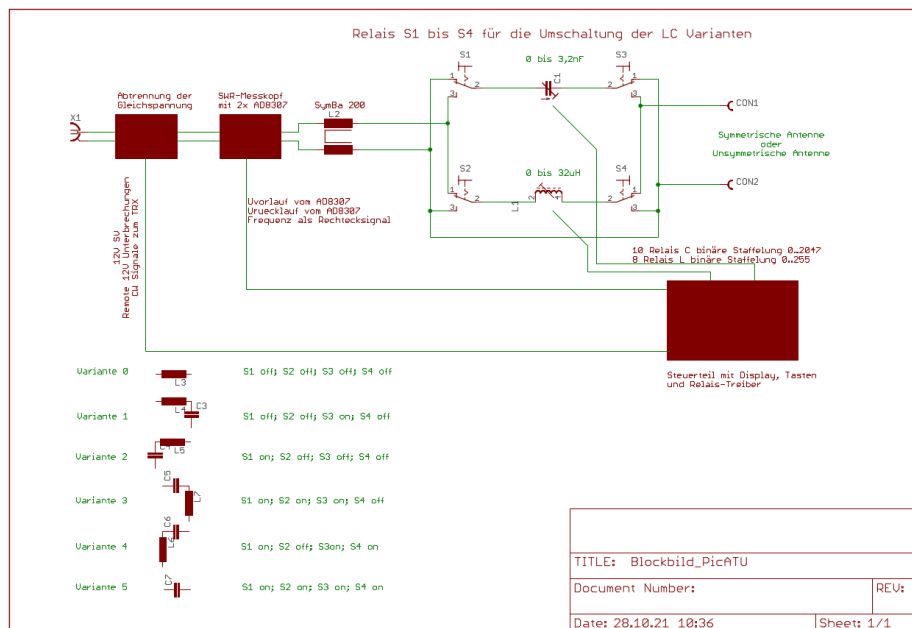
Ansicht des J7 Steckers.

Am Stecker J7 messen wir an Pin „driver cwein“ 0,7 Volt, wenn das Relais aktiv wird. Das andere Pin hat ständig 12 Volt.

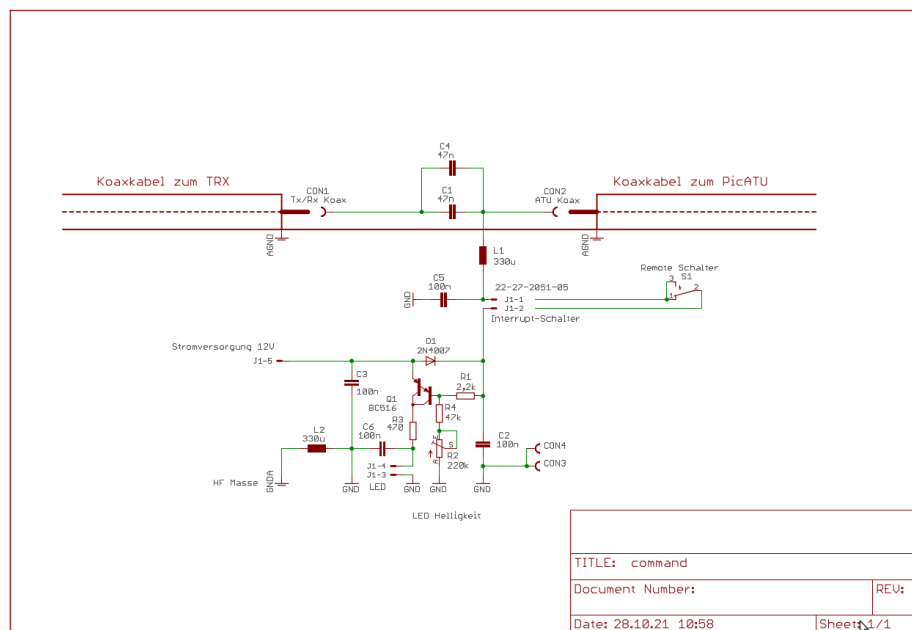
2.3 Übersichten



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.: Matchfunktion 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