QRP-CW-TRX BM10
Hardware 1.01
Hinweise zum Aufbau

Andreas Lindenau DL4JAL

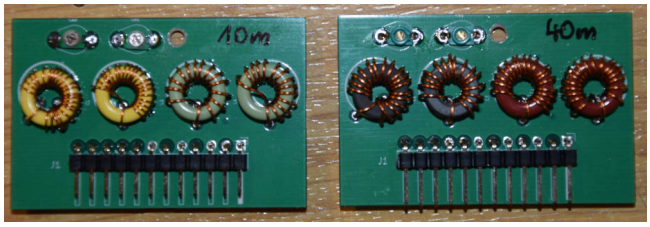
14. März 2025

Zusammenfassung

Ich habe einen CW-QRP-TRX BM10 entwickelt für alle Kurzwellenbänder. Die Frequenzumschaltung erfolgt mit Bandmodulen die umgesteckt werde. Dazu inspiriert hat mich der QRP-Transceiver „Sierra“. Der ebenfalls mit Bandmodulen arbeitet. Ich habe alt bewährte ICs NE602 eingesetzt. Die dürfte fast jeder Bastler noch in seiner Bastelkiste haben.

Die Schaltung habe ich modernisiert durch den Einsatz eines SI5351-Modules für den VFO. Eine S-Meter-Anzeige ist ebenfalls vorhanden. Für die PA habe ich robuste Transistoren „RD06HHF“ eingesetzt. Mit diesen Transistoren erreichen wir auf allen Bänder sicher die 5 Watt Ausgangsleistung.

Durch die Verwendung des SI5351-Moduls sind die Bandsteckmodule sehr einfach gehalten. Für den TX entfällt jegliche Frequenzaufbereitung. Das erledigt alles der SI5351. Die Sendefrequenz wird direkt erzeugt und geradeaus verstärkt.



Als Beispiel das Bandmodul für das 40m-Band, 7,30 MHz. Rechts die 2 Ringkerne sind für den Tiefpass der PA. Links die 2 Ringkerne + die 2 SMD-Trimmer sind für die Vor-Selektion des Empfängers.

Die Zwischenfrequenz des Empfängers habe ich auf 9,215 MHz hoch gelegt. Mit dieser hohen ZF ist die Spiegelfrequenz-Unterdrückung optimal.

Inhaltsverzeichnis

1 Hardware Version 1.01 **2**
1.1 TRX Platine 2
1.1.1 TRX Platine, SMD Variante, Bestückungshilfen 2
1.1.2 TRX Platine, DIL8 Variante, Bestückungshilfen 3
1.1.3 Änderungen der TRX Platine beide Varianten 3
1.2 mc Platine, Bestückungshilfen 6
1.3 Band-Steckmodule 8
1.4 AGC-Platine 14
1.5 Steckverbindungen 16
1.5.1 Verbindungen TRX-Platine zur MC-Platine 17
1.5.2 Verbindungen TRX-Platine zur Rückwand 19
1.5.3 Verbindung MC-Platine zur Rückwand 20
1.6 Das Gehäuse des TRX BM10 21
1.6.1 Gehäuse aus FR4 Leiterplattenmaterial 21
1.6.2 Gehäuse GEH EG2 von Reichelt 22
1.6.3 Ein Aufstellbügel für beide Gehäuse-Varianten 25

2 Schlusswort **27**

Kapitel 1

Hardware Version 1.01

Die erste Serie der Platinen ist die Version 1.01 und der BM10 besteht aus den Platinen:

TRX-Platine die TRX Grundplatine mit den RX, TX usw..

mc-Platine diese Platine beinhaltet alle Bedienelemente, Display, Mikrocontroller PIC18F46K22 usw..

Band-Steckmodule Für jedes Amateurfunk-Band ist ein Steckmodul vorgesehen. Insgesamt 10 Band-Steckmodule.

AGC-Miniplatine Für die AGC musste ich in dieser HW Version eine kleine Platine anfertigen lassen, da die vorgesehen AGC mit LED-Rückführung schlecht funktionierte.

Wir beginnen mit dem Bestücken der Platinen.

1.1 TRX Platine

Als Bestückungshilfe verwenden wir die von Kicad erzeugten Dateien.

1.1.1 TRX Platine, SMD Variante, Bestückungshilfen

In der ZIP auf die folgender Link zeigt befinden sich alle Dateien die wir zum Bestücken der Platine brauchen:
https://www.dl4jal.de/cw_qrp_trx_bm10/zip/trx_smd_1_01.zip

Inhalt der ZIP:

Verzeichnis production Hier befindet sich die Gerber-Dateie für die Leiterplattenherstellung und auch BOM-Listen.

Verzeichnis bom Hier befinden sich die Stücklisten, Schaltbild, **HTML interaktive Bestückungshilfe**, 3D-Ansichten.

Verzeichnis plots Neu! Mit *Bord2Pdf* erzeugte PDF mit Bestückungsansicht. Ich habe aus der PDF noch Bilder als PNG separiert.

***.kicad_pro** Projektdatei der Leiterplatte für Kicad 8.0. Es ist auch möglich mit Kicad alles anzuschauen.

Die Leiterplatte ist möglichst mit der ***ibom.html (interaktive Bestückungshilfe)** zu bestücken. Zu beachten ist aber die Bauelemente im Schaltbild mit einem „roten Kreuz“ werden nicht bestückt. Aber auch die PDF und PNG aus dem Verzeichnis *plots* sind eine gute Hilfe zum Bestücken.

1.1.2 TRX Platine, DIL8 Variante, Bestückungshilfen

In der ZIP auf die folgender Link zeigt befinden sich alle Dateien die wir zum Bestücken der Platine brauchen:
https://www.dl4jal.de/cw_qrp_trx_bm10/zip/trx_dil8_1_01.zip

Inhalt der ZIP:

Verzeichnis production Hier befindet sich die Gerber-Dateie für die Leiterplattenherstellung und auch BOM-Listen.

Verzeichnis bom Hier befinden sich die Stücklisten, Schaltbild, **HTML interaktive Bestückungshilfe**, 3D-Ansichten.

Verzeichnis plots Neu! Mit *Bord2Pdf* erzeugte PDF mit Bestückungsansicht. Ich habe aus der PDF noch Bilder als PNG separiert.

***.kicad_pro** Projektdatei der Leiterplatte für Kicad 8.0. Es ist auch möglich mit Kicad alles anzuschauen.

Die Leiterplatte ist möglichst mit der ***ibom.html (interaktive Bestückungshilfe)** zu bestücken. Zu beachten ist aber die Bauelemente im Schaltbild mit einem „roten Kreuz“ werden nicht bestückt. Aber auch die PDF und PNG aus dem Verzeichnis *plots* sind eine gute Hilfe zum Bestücken.

1.1.3 Änderungen der TRX Platine beide Varianten

Einige Bauelemente beider Varianten ändern sich

R104, 1,8K Wird nicht bestückt, die Verstärkung des LM386 ist zu hoch. Der LM386 geht in die Begrenzung.

C118, 10nF Wird nicht bestückt, die Verstärkung des LM386 ist zu hoch. Der LM386 geht in die Begrenzung.

D103, 1N4148W Wird nicht bestückt, TX Stumm wird nicht benötigt.

R132, 120k Wird nicht bestückt, TX Stumm wird nicht benötigt.

C157, 100n Wird nicht bestückt, TX Stumm wird nicht benötigt.

Q104, BSS123W Wird nicht bestückt, TX Stumm wird nicht benötigt.

C115, alt 470uF, neu 100nF Dieser Wert ändert sich durch die neue AGC.

C147, 100n Wird nicht bestückt. Im QMX+ ist da auch kein Kondensator.

C148, 470uF Wird nicht bestückt. Im QMX+ ist da auch kein Kondensator.

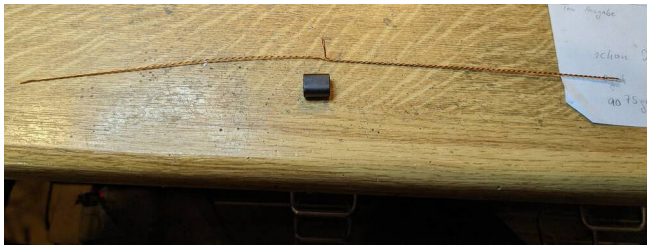
Stecker, D101, LED An D101 wird später die kleine AGC-Platine angesteckt.

Einstellregler RV101, 25k An diesem Einstellregler wird die Lautstärke des Mithörtones eingestellt. Wenn der Einstellbereich nicht reicht kann auch ein größerer Wert eingesetzt werden oder auf der MC-Platine der Widerstand R7, 1,5K vergrößert werden. Neu eventuell 27k.

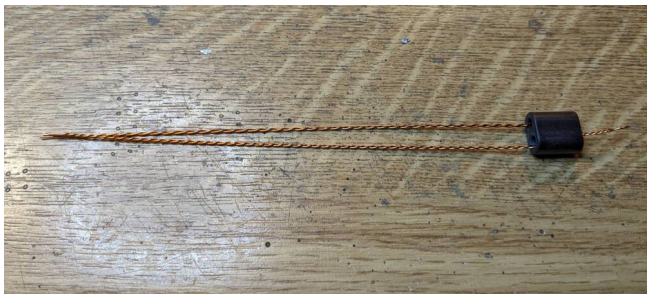
Die Anfertigung des TX-Ausgangsübertragers

Der Ausgangsübertrager hat ein Übersetzungsverhältnis von 3 zu 3 Windungen. Wobei die primäre Wicklung 2 x 1,5 Windungen sind und die sekundäre Wicklung 3 Windungen. Ich habe 0,5 mm Kupferlackdraht verwendet.

label description

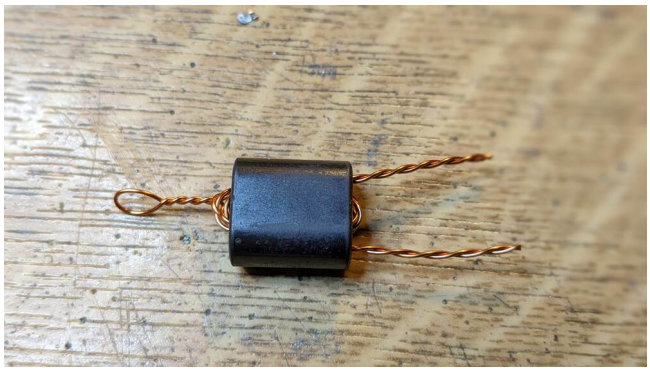


Beide Wicklungen primär und sekundär werden eng miteinander verdrillt. Die kleine Schlaufe ist die Mittelanzapfung.

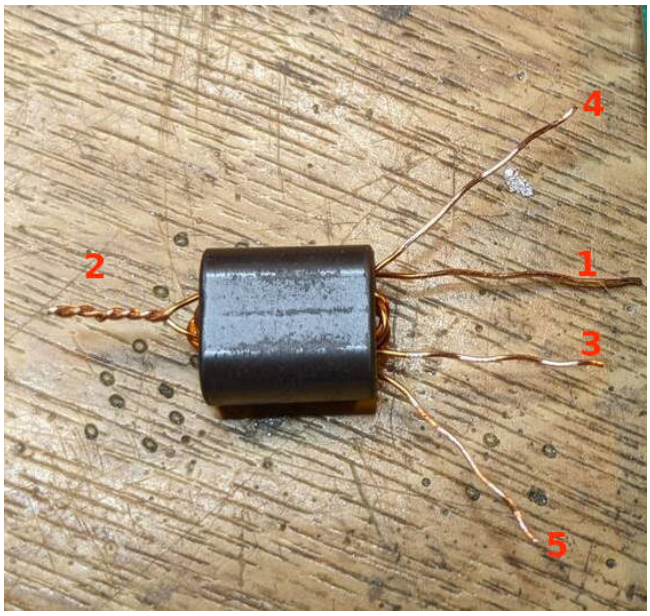


Das Verdrillte wird einmal durch den Doppellochkern gesteckt. 2x 0.5 Windungen sind geschafft.

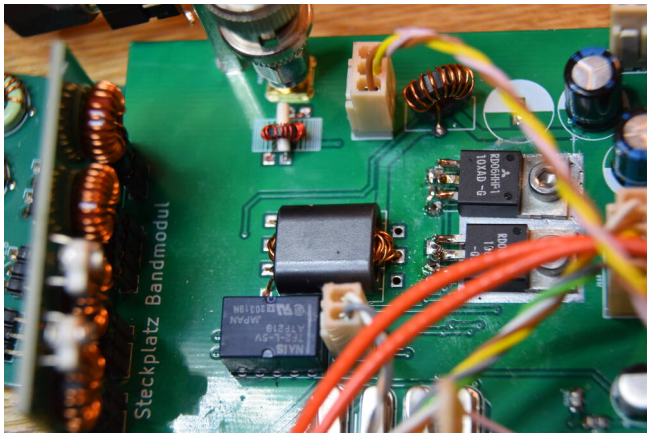
Das Verdrillte wird noch einmal durch den Doppellochkern gesteckt. 2x 1 Windung ist geschafft.



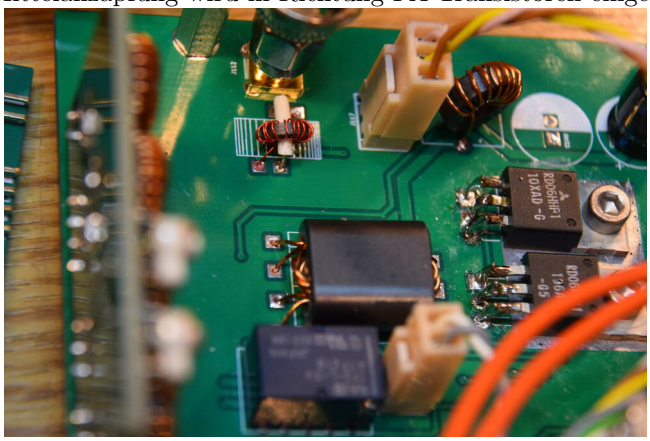
Das Verdrillte wird das dritte mal durch den Doppellochkern gesteckt. Das sind jetzt pro Draht 2x 1.5 Windungen.



Wobei die primäre Wicklung 2x 1.5 Windungen sind und die sekundäre Wicklung durchgehend 3 Windungen. Mit einem Ohmmeter messen wir jetzt aus welche Drähte zur primären Wicklung gehören und was die sekundäre Wicklung ist. 1, 2, 3 ist die primäre und 4, 5 die sekundäre Wicklung.



Die Mittelanzapfung wird in Richtung PA-Transistoren eingelötet.



Auf der anderen Seite sind die beiden äußeren Lötpunkte die Sekundär-Wicklung und in der Mitte die Primär-Wicklung, die zu den PA-Transistoren gehen. Im Bild oben sehen wir den Ringkern des Richtkopplers. Ich habe einen FT23-43 verwendet.

Ringkern T101 im Richtkoppler Die größe des Ringkernes ist unkritisch. Ich habe einen ganz kleinen FT23-43 eingesetzt. Für die Auskopplungswicklung habe ich CuL 0,3mm^2 22 Windungen aufgebracht.

1.2 mc Platine, Bestückungshilfen

In der ZIP auf die folgender Link zeigt befinden sich alle Dateien die wir zum Bestücken der Platine brauchen:
https://www.dl4jal.de/cw_qrp_trx_bm10/zip/mc_1_01.zip

Inhalt der ZIP:

Verzeichnis production Hier befindet sich die Gerber-Dateie für die Leiterplattenherstellung und auch BOM-Listen.

Verzeichnis bom Hier befinden sich die Stücklisten, Schaltbild, **HTML interaktive Bestückungshilfe**, 3D-Ansichten.

Verzeichnis plots Neu! Mit *Bord2Pdf* erzeugte PDF mit Bestückungsansicht. Ich habe aus der PDF noch Bilder als PNG separiert.

***.kicad_pro** Projektdatei der Leiterplatte für Kicad 8.0. Es ist auch möglich mit Kicad alles anzuschauen.

Die Leiterplatte ist möglichst mit der ***ibom.html (interaktive Bestückungshilfe)** zu bestücken. Zu beachten ist aber die Bauelemente im Schaltbild mit einem „roten Kreuz“ werden nicht bestückt. Aber auch die PDF und PNG aus dem Verzeichnis *plots* sind eine gute Hilfe zum Bestücken.

Das OLED-Display

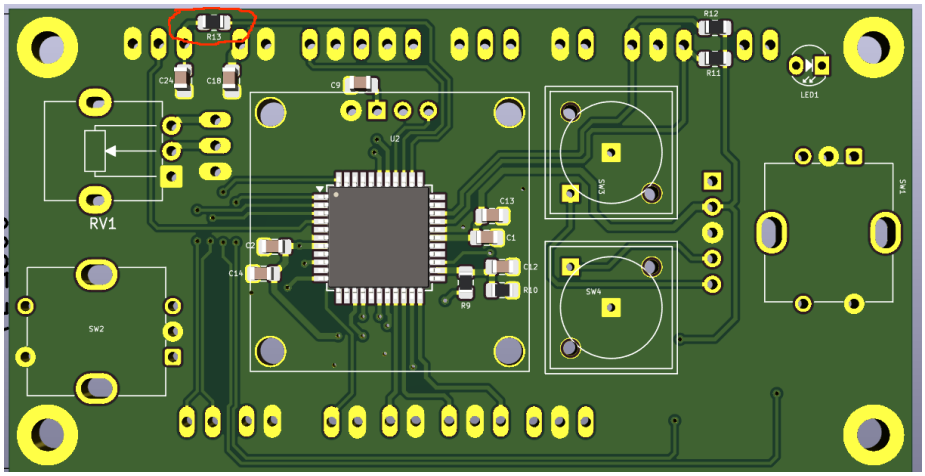
Das OLED-Display wird 1 zu 1 angeschlossen. Ich habe dafür Litzen $0,14mm^2$ genommen. So kann ich den Abstand zur Front des Gehäuses besser einstellen. Das Display habe ich mit M2 Schrauben auf Abstand befestigt.

Änderungen der MC Platine

J13, AGC_LED Wird nicht bestückt, da neue AGC-Platine.

LED1, LEDrt Wird nicht bestückt, da neue AGC-Platine.

Ein zusätzlicher Widerstand muss eingelötet werden



R13 habe ich rot eingerahmt.

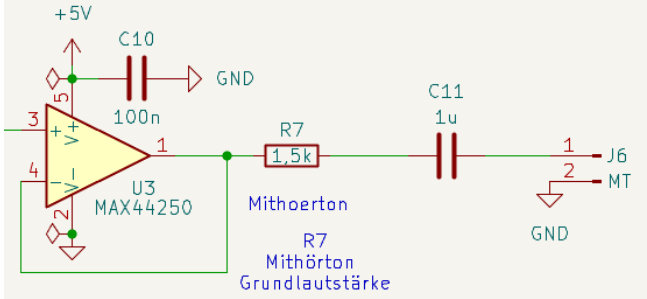
Ganz wichtig: R13, 10k muss noch zusätzlich eingefügt werden. Dazu muss der Leiterzug aufgetrennt werden und R13, 10k eingefügt werden. An Pin1 von „Audio_st“ sind sonst Sägezahnschwingungen von etwa 62 kHz von der PWM2 zu sehen. Mit der PWM2 wird die Lautstärke-Einstellung für den LM4875 eingestellt. Mit dem Sägezahn kommt der LM4875 nicht zurecht.

Verbesserung des Sinus vom Mithörton

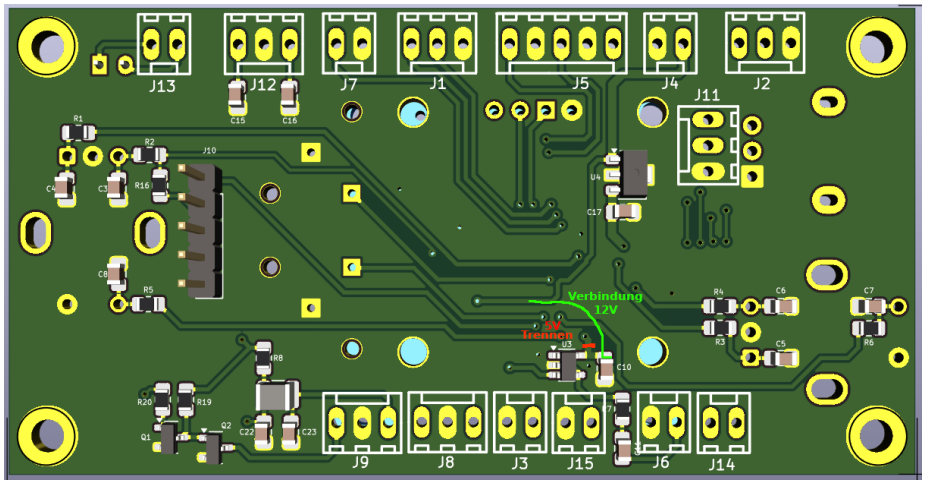
Eventuell ist diese Änderung auf der Platine schon eingearbeitet. Wenn nicht ist diese Änderung noch durchzuführen.

Der Mithörton wird von einem D/A Wandler im PIC18F46K22 erzeugt und anschließend mit einem Operationsverstärker, MAX44250, hochohmig abgegriffen. Der Ausgang des OPV ist anschließend niederohmig und wird so zur TRX-Platine geführt.

Ich habe festgestellt, dass bei der Betriebsspannung von 5 Volt am OPV die oberen Amplitude des Sinus begrenzt wird und dadurch der Sinus etwas unsauber ist. Eine Verbesserung des Sinus erreichen wir mit einer Erhöhung der Stromversorgung von +5 Volt auf +12 Volt.



In der HW 1.01 sieht die Auskopplung des Mithörtones so aus. R7 sollte sowieso auf 22k erhöht werden und die Stromversorgung müsste von +5 Volt auf +12 Volt erhöht werden.



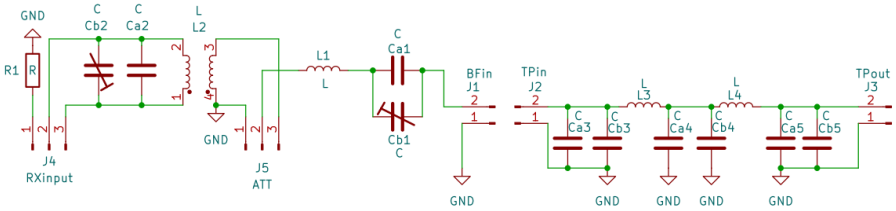
„ROT“ ist die Abtrennung der +5 Volt Stromversorgung vom MAX44250. Der Leiterzug wird unterbrochen. „GRÜN“ ist die neue Stromversorgung des OPV mit +12V. **Der Mithörton wird etwas sauberer!**

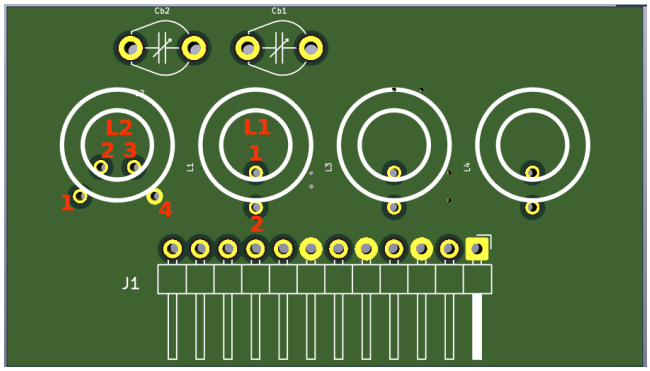
Achtung!! Die Abtrennung der +5 Volt bitte nachmessen, sonst bekommen alle IC’s und das Display auf der Platine +12 Volt Spannung und werden zerstört.

1.3 Band-Steckmodule

Für die Auswahl der Arbeitsfrequenz habe ich 10 *Band-Steckmodule* vorgesehen. Für jedes Amateurfunkband ein Steckmodul, von 160m-Band bis zum 10m-Band. Das sind genau 10 Module.

Welchen Bandmodul gerade gesteckt ist wird mit einem Widerstand gegen GND selektiert. Auf dem TRX „Modul-Steckplatz“ ist ein Widerstand 10kOhm gegen +5V platziert. Der Widerstand auf dem Steckmodul bestimmt den Spannungsteiler. Die entstehende Spannung wird vom PIC18F46K22 ausgewertet und auf das entsprechende Frequenzband umgeschaltet. Ist kein Modul gesteckt liegen am AD-Wandler die vollen +5V an. Auch das wird zuverlässig erkannt.





Hier die Pins von L1 und L2. L2 1/2 und L2 3/4 sind 2 getrennte Wicklungen. Wobei L1 und L2 1/2 die gleiche Induktivität bzw. Windungszahl haben. L2 3/4 kann man auch noch aufbringen wenn L2 eingelötet ist. Ich habe das so gemacht.

Band-Steckmodul-Leiterplatte, Bestückungshilfen

In der ZIP auf die folgender Link zeigt befinden sich alle Dateien die wir zum Bestücken der Platine brauchen:
https://www.dl4jal.de/cw_qrp_trx_bm10/zip/bandmodul_neu_1_01.zip

Inhalt der ZIP:

Verzeichnis production Hier befindet sich die Gerber-Dateie für die Leiterplattenherstellung und auch BOM-Listen.

Verzeichnis bom Hier befinden sich die Stücklisten, Schaltbild, **HTML interaktive Bestückungshilfe**, 3D-Ansichten.

Verzeichnis plots Neu! Mit *Bord2Pdf* erzeugte PDF mit Bestückungsansicht. Ich habe aus der PDF noch Bilder als PNG separiert.

***.kicad_pro** Projektdatei der Leiterplatte für Kicad 8.0. Es ist auch möglich mit Kicad alles anzuschauen.

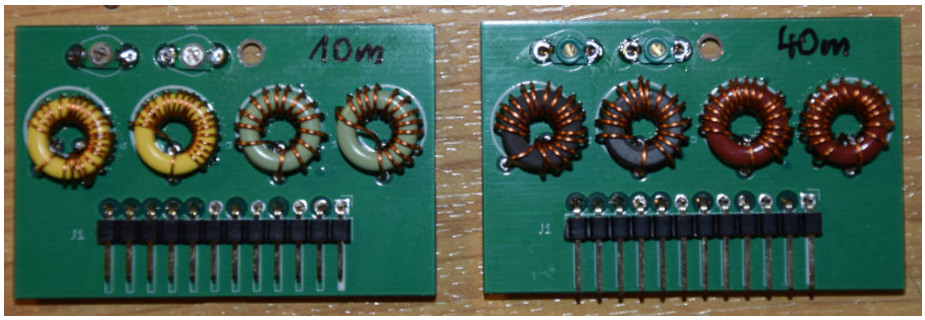
Die Leiterplatte ist möglichst mit der ***ibom.html (interaktive Bestückungshilfe)** zu bestücken. Zu beachten ist aber die Bauelemente im Schaltbild mit einem „roten Kreuz“ werden nicht bestückt. Aber auch die PDF und PNG aus dem Verzeichnis *plots* sind eine gute Hilfe zum Bestücken.

Band-Modul-Daten

	160m	**80m**	**60m**	**40m**	**30m**
R1	0 Ohm	1k	2,2k	3,9k	5,6k
C1/2	80pF	39pF	40pF	36pF	47pF
L1/2(1,2)	97uH	50uH	22uH	14uH	5,2uH
L2(3,4)	4 Wdg	2 Wdg	2 Wdg	2 Wdg	3 Wdg
Material	FT37-61	FT37-61	FT37-61	FT37-61	T37-2
MK-Rechner	42 Wdg	30 Wdg	20 Wdg	16 Wdg	36 Wdg
reale Wdg	42 Wdg	30 Wdg	20 Wdg	16 Wdg	36 Wdg
Draht:	0,3mm	0,4mm	0,5mm	0,5mm	0,4mm
C3/4	1,657nF	963pF	591pF	499pF	345pF
C4	2,853nF	1,659nF	1,019nF	859pF	594pF
L3/4	4,953uH	2,879uH	1,769uH	1,492uH	1,032uH
Material	T37-2	T37-2	T37-2	T37-2	T37-2
MK-Rechner	35 Wdg	27 Wdg	21 Wdg	19 Wdg	16 Wdg
reale Wdg	35 Wdg	26 Wdg	20 Wdg	18 Wdg	15 Wdg
Draht:	0,4mm	0,4mm	0,5mm	0,5mm	0,5mm

	20m	**17m**	**15m**	**12m**	**10m**
R1	8,2k	12k	18k	27k	47k
C1/2	44pF	45pF	30pF	25pF	20pF
L1/2(1,2)	2,9uH	1,7uH	1,9uH	1,6uH	1,6uH
L2(3,4)	2 Wdg	2 Wdg	2 Wdg	2 Wdg	2 Wdg
Material	T37-2	T37-6	T37-6	T37-6	T37-6
MK-Rechner	27 Wdg	24 Wdg	25 Wdg	23 Wdg	23 Wdg
reale Wdg	27 Wdg	24 Wdg	25 Wdg	23 Wdg	21 Wdg
Draht:	0,4mm	0,4mm	0,4mm	0,4mm	0,4mm
C3/4	259pF	197pF	173pF	142,8pF	125,5pF
C4	446pF	340pF	297pF	246pF	216,2pF
L3/4	774nH	589,6nH	515,9nH	427nH	375,2nH
Material	T37-6	T37-6	T37-6	T37-6	T37-12
MK-Rechner	16 Wdg	14 Wdg	13 Wdg	12 Wdg	16 Wdg
reale Wdg	15 Wdg	13 Wdg	12 Wdg	12 Wdg	14 Wdg
Draht:	0,5mm	0,5mm	0,5mm	0,5mm	0,5mm

Ich habe alle Bänder von 160m bis 10m realisiert und getestet.



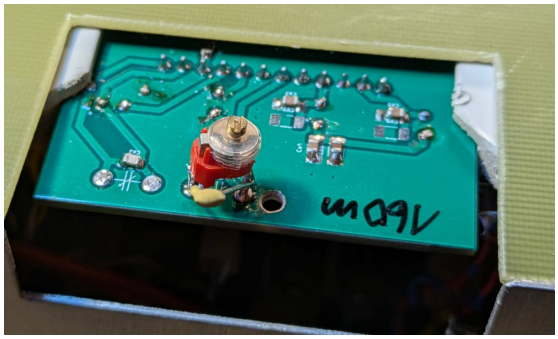
Links das Modul für 10m. Ich habe SMD-Trimmer eingelötet. Die funktionieren auch gut. Rechts das Modul für 40m.

Hinweise zum Bandmodul-Abgleich der RX-Schwingkreise

Etwas knifflig ist der Abgleich der beiden RX-Schwingkreise auf den Bandmodul. Meistens ist es notwendig zum SMD-Trimmkondensator 30pF noch einen SMD-Kondensator parallel anlöten.

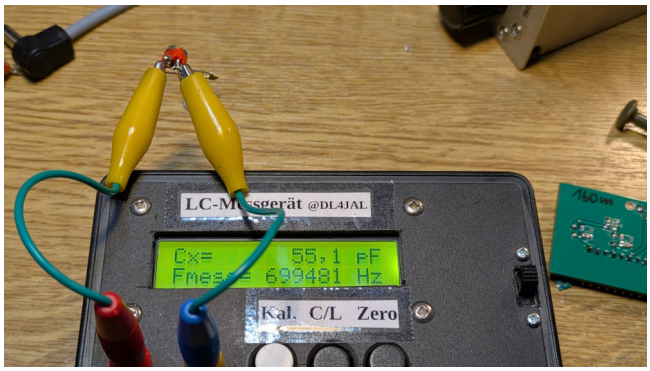
Ein große Hilfe ist hier, mit einem zusätzlichen Trimmer zu arbeiten. Ich habe einen 40pF Trimmer auf der Rückseite angelötet. Als ersten Schritt drehen wir den SMD-Trimmer auf dem Bandmodul auf halbe Kapazität (15pF).

Bei den Trimmern von „Digikey“ ist die halbe Kapazität wenn der Einstellschlitz waagerecht steht (entspricht etwa 15pF).



Beim 160m Band-Modul hat der zusätzliche Trimmer 40pF nicht gereicht. Ich habe noch einen Kondensator parallel angelötet. Das Modul vom 160m Band braucht eine etwas größere Kapazität am Saugkreis und am parallelen Schwingkreis.

Mit dieser Kombination habe ich **zwei mal ein Rauschmaximum** beim Durchdrehen des zusätzlichen Trimmers gehört. Bei angeschlossener Antenne. Jetzt löten wir den zusätzlichen Trimmer, mit zusätzlicher Kapazität, aus und messen dessen Kapazität.



Ich messe 55pF. Ein SMD Kondensator 0805 von 56pF wäre genau passend für beide Schwingkreise.

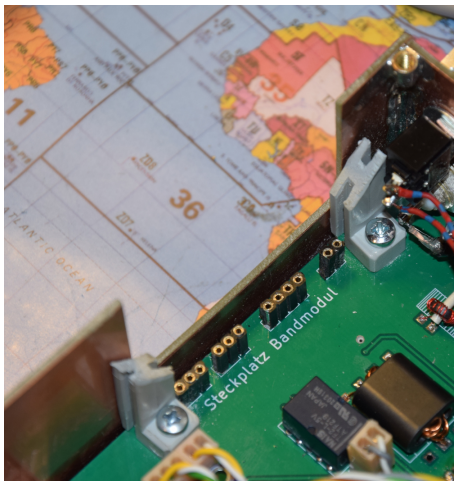
Sind die beiden 56pF eingelötet, kann mit dem SMD-Trimmer noch einmal nachgestimmt werden, auf Rauschmaximum mit angeschlossener Antenne.

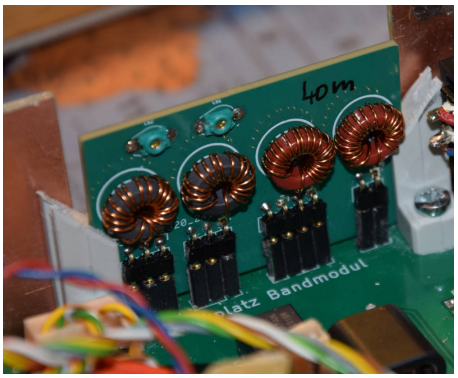
Mit dieser Vorgehensweise habe ich bei allen Band-Modulen die RX-Schwingkreise schnell auf Resonanz gebracht. Da beide Induktivitäten der RX-Schwingkreise gleich sind, werden zwei gleiche zusätzliche Kapazität eingelötet. Bei dem parallelen Schwingkreis ist das Rauschmaximum nicht so stark ausgeprägt. Im 160m-Band ändert sich fast nichts, wenn ich am SMD-Trimmer drehe.

Führungsschiene für Band-Module

Ich habe jetzt bei Reichelt Führungsschienen für Leiterplatten gefunden. Die müssen stark gekürzt werden und ein Befestigungsfuss musste ich auch absägen. Ich habe die Schienen schräg abgeschnitten, so dass die Schiene die Ringkerne auf dem Band-Modul nicht verschiebt. Durch die Führungsschienen entfällt das „fummelige“ einfädeln der Bandmodule.

Bestellnummer bei Reichelt: **KARTENHALTER**.



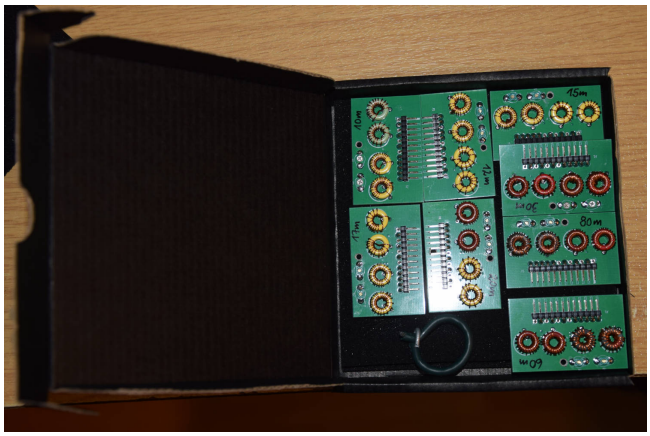


So habe ich die Schienen eingebaut. Das funktioniert gut. Das ist noch die alte Stecker-Aufteilung der Band-Module vom Muster-TRX. Die Schienen werden so gekürzt, dass die Ringkerne noch Platz haben.

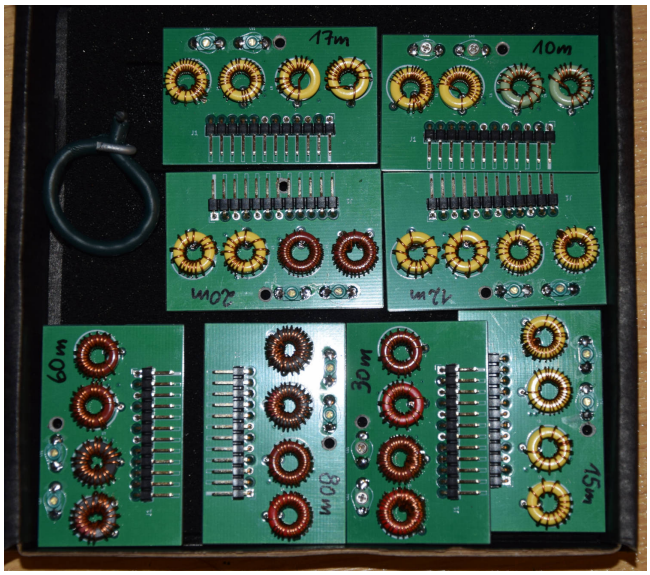
Aufbewahrung der Band-Module

Alter Behälter für die Bandmodule

Ich habe etwas ganz einfaches gefunden. Eine Schachtel wo die PIC18F46K22 drin waren. Es passen 8 Module rein. Das neunte Modul ist immer im TRX.

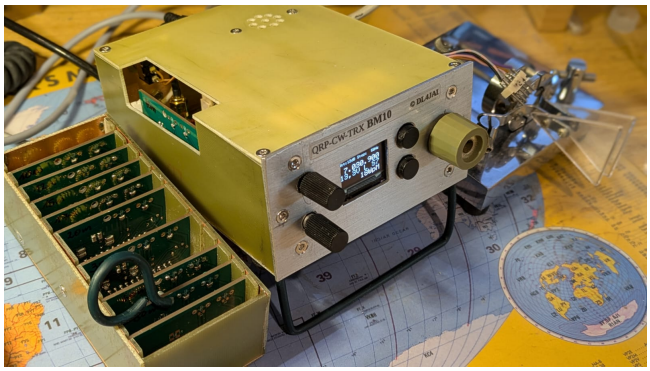


Die Schachtel hat die richtige Größe und ist nur 2cm dick.



Links ist der kleine Hacken zum ziehen der Module.

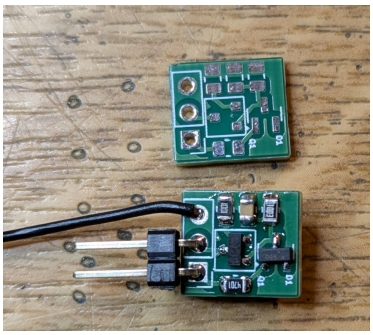
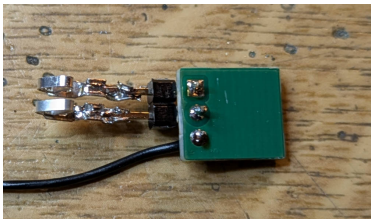
Neuer Behälter für die Bandmodule



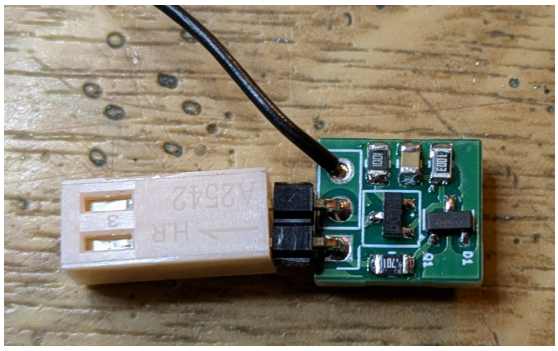
Nun habe ich doch einen Behälter aus LP-Material zusammen gelötet. Diese Variante ist sehr Platz sparend.

1.4 AGC-Platine

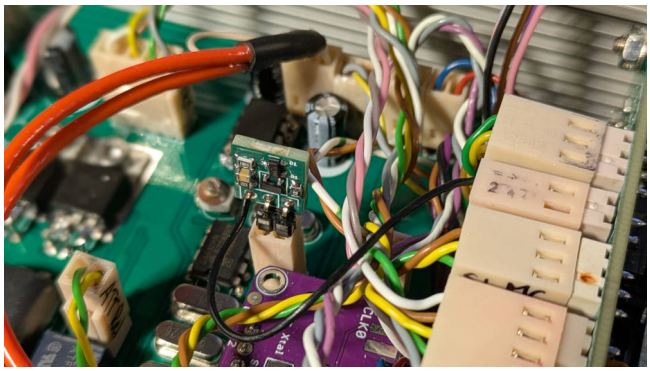
In dieser HW-Version 1.01 wird zusätzlich eine kleine AGC-Platine bestückt und auf die TRX-Platine *Stecker D101* aufgesteckt.

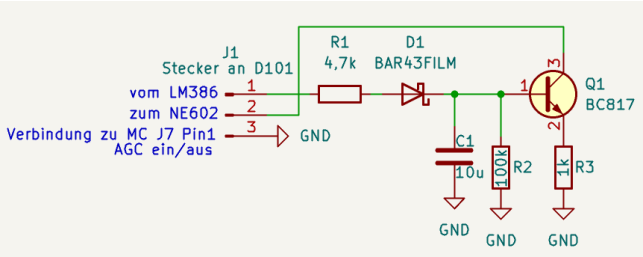
Zuerst bestücken wir die 6 Bauelemente der Platine. Für die Steckverbindung löten wir abgewinkelte Steckstifte.



Anschließend stecken wir das Steckergehäuse auf. In das freie PIN der Platine löten wir eine Litze an. Das ist die Verbindung zur MC-Platine für AGC on/off.



So stecken wird die kleine Platine auf die TRX-Platine. Der schwarze Draht führt zur MC-Platine J7, AGCoff PIN1. Über diese Verbindung wird die AGC ein/aus geschaltet.



Es hat sich heraus gestellt, dass die AGC „weicher“ arbeitet, wenn der Widerstand R2, 100k entfernt wird. Der Kondensator C1, 10uF kann sich nur über die Basis von Q1, BC817 entladen. Die AGC „ploppt“ nicht so sehr.

AGC-Platine, Bestückungshilfen

In der ZIP auf die folgender Link zeigt befinden sich alle Dateien die wir zum Bestücken der Platine brauchen:
https://www.dl4jal.de/cw_qrp_trx_bm10/zip/agc_neu_1_01.zip

Inhalt der ZIP:

Verzeichnis production Hier befindet sich die Gerber-Dateie für die Leiterplattenherstellung und auch BOM-Listen.

Verzeichnis bom Hier befinden sich die Stücklisten, Schaltbild, **HTML interaktive Bestückungshilfe**, 3D-Ansichten.

Verzeichnis plots Neu! Mit *Bord2Pdf* erzeugte PDF mit Bestückungsansicht. Ich habe aus der PDF noch Bilder als PNG separiert.

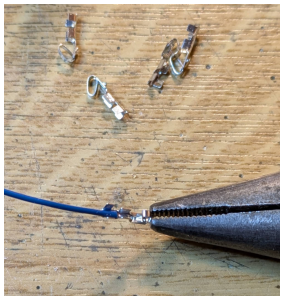
***.kicad_pro** Projektdatei der Leiterplatte für Kicad 8.0. Es ist auch möglich mit Kicad alles anzuschauen.

Die Leiterplatte ist möglichst mit der ***ibom.html (interaktive Bestückungshilfe)** zu bestücken. Zu beachten ist aber die Bauelemente im Schaltbild mit einem „roten Kreuz“ werden nicht bestückt. Aber auch die PDF und PNG aus dem Verzeichnis *plots* sind eine gute Hilfe zum Bestücken.

1.5 Steckverbindungen

Für fast alle Verbindungen habe ich die PSK 254 Stecker und Buchsen verwendet. Die Verbindungen sind aus Litzen 0,14mm, was ich aus Kabelstücken LIYCY 8 x 0,14mm gezogen habe. Die Litzen sind farbig unterschiedlich und so bestens geeignet. Folgend beschreibe ich alle Steckverbindungen von der TRX-Platine zur MC-Platine und zur Rückwand des TRX.

Das ist meine „dritte Hand“, wo ich die PSK-Kontakte einspanne.



Jede Litze wird angelötet. So habe ich immer eine gute Verbindung, ohne Wackelkontakt.

Die Litzen 0,14mm habe ich an die PSK-KONTAKTE direkt angelötet und nicht gepresst!

Fast alle Verbindungen sind 1 zu 1, aber es gibt Ausnahmen!.

1.5.1 Verbindungen TRX-Platine zur MC-Platine

Zuerst beschreibe ich alle Verbindungen von der TRX-Platine zur MC-Platine (TRX-Bedienung)

ATT-Relais, J101

Für das EIN/AUS des ATT 12dB Relais werden 2 Drähte benötigt.

Länge der Litzen: 100 mm

TRX J101	Beschreibung	MC J14 ATTrel
Pin 1	+	Pin 1
Pin 2	-	Pin 2

Mithörton, J102

Der Mithörton wird auf der MC-Platine erzeugt und wird zur TRX-Platine geführt.

Länge der Litzen: 95 mm

TRX J102	Beschreibung	MC J6 MT
Pin 1	Mithörton	Pin 1
Pin 2	GND	Pin 2

Poti Volume, J103

Für die Verbindung zum Poti werden 2 dünne Diodenkabel verwendet. Der Schirm kommt an Pin3.

Länge der Verbindung mit den Diodenkabeln: 180 mm

TRX J103	Beschreibung	MC J11 Poti
Pin 1	Poti	Pin 1
Pin 2	Poti Schleifer	Pin 2
Pin 3	GND	Pin 3

Steckplatz Bandmodul J104

Hier wird keine Verbindung benötigt. In diese 12-polig Buchse werden die Bandmodule gesteckt.

12V_mc, J106

Achtung diese Verbindung ist nicht 1 zu 1 sondern über Kreuz!
Diese Verbindung versorgt die MC-Platine mit +12V von der TRX-Platine.

Länge der Litzen: 100 mm

TRX J106	Beschreibung	MC J4 SV 12V
Pin 1	+12V	Pin 2
Pin 2	GND	Pin 1

Steuerung SI5351, J107

Die Ansteuerung des SI5351-Moduls erfolgt mit 3 Drähten. Davon ist ein Draht die Masse 0V.

Länge der Litzen: 90 mm

TRX J107	Beschreibung	MC J1 Steuerung
Pin 1	SDA	Pin 1
Pin 2	SCL	Pin 2
Pin 3	GND	Pin 3

S-Meter, J108

Die Auswertespannung des S-Meters führt von der TRX-Platine zur MC-Platine. Der PIC18F46K22 misst die anstehende Spannung.

Länge der Litzen: 60 mm

TRX J108	Beschreibung	MC J3 S_Meter
Pin 1	Spannung vom AD8307	Pin 1
Pin 2	GND	Pin 2

Audio_st, J114

Die Steuerung der Grundlautstärke des LM4875 erfolgt vom PIC18F46K22. Auch der Lautsprecher wird über die Software EIN/AUS geschaltet. Dazu benötigen wird 3 Drähte.

Länge der Litzen: 110 mm

TRX J114	Beschreibung	MC J3 Audio_st
Pin 1	PWM, Volume	Pin 1
Pin 2	Lautsprecher EIN/AUS	Pin 2
Pin 3	GND	Pin 3

SWR, J117

Die Messspannungen des Richtkopplers am Antennenausgang von der TRX-Platine erfolgt mit 3 Drähten über diese Verbindung.

Länge der Litzen: 190 mm

TRX J117	Beschreibung	MC J8 Richtkoppler
Pin 1	Uvor	Pin 1
Pin 2	GND	Pin 2
Pin 3	Urück	Pin 3

Steuerung TRX, J118

Die Steuerung des TRX von der MC-Platine benötigt 5 Drähte.

Länge der Litzen: 145 mm

TRX J118	Beschreibung	MC J5 Steuerung
Pin 1	Signal RX on	Pin 1
Pin 2	GND	Pin 2
Pin 3	Signal TX on	Pin 3
Pin 4	GND	Pin 4
Pin 5	PWM	Pin 5

U_Bmod, J119

Die Spannung des Spannungsteiler von den Bandmodulen wird mit dieser Verbindung zum PIC18F46K22 geführt.

Länge der Litzen: 80 mm

TRX J118	Beschreibung	MC J15 Uband
Pin 1	Spannungsteiler vom Bandmodul	Pin 1
Pin 2	GND	Pin 2

AGCoff

Für die neue AGC wird eine kleine Platine 10x10mm auf den Stecker D101 der TRX-Platine gesteckt (mit 2 kurzen Drähten). Die Leitung „AGCoff“ von der AGC-Platine führt direkt zur MC-Platine auf J7, Pin1. **Die AGC-Platine ist noch in Arbeite und wird später angeschlossen.**

TRX AGC-Platine	Beschreibung	MC J7 AGCoff
Pin 1	von der AGC-Platine AGCoff	Pin 1
Pin 2	bleibt frei	Pin 2

1.5.2 Verbindungen TRX-Platine zur Rückwand

Es folgt die Beschreibung der Verbindungen von der TRX Platine zur Rückwand des TRX-Gehäuses.

Power +12V, J116

Als erstes die Stromversorgung. Ich habe an der Rückwand eine SV-Hohlbuchse montiert. Die Plusleitung führt anschließend zu EIN/AUS Schalter, auch auf der Rückwand, und zur TRX-Platinen.

Länge der Litzen: 55 mm

TRX J116	Beschreibung	Buchsen-LP(HW 2.01)	Rückwand Hohlbuchse
Pin 1	+12V	J7, Pin 2 (anlöten)	SV Buchse +
Pin 2	GND	J7, Pin 1 (anlöten)	SV Buchse -

Kopfhörer, J115

Für den Kopfhörer habe ich eine Stereo-Klinkenbuchse 3,5mm montiert. 2 Drähte führen von der TRX-Platine zur Buchse.

Länge der Litzen: 55 mm

TRX J115	Beschreibung	Buchsen-LP(HW 2.01)	Rückwand Klinke 3,5mm
Pin 1	GND	J6, Pin 2 (anlöten)	Masse
Pin 2	Audio NF	J6, Pin 1 (anlöten)	Spitze/Mitte

Lautsprecher, J113

Der Mini-Lautsprecher Durchmesser 28mm ist im Deckel des Gehäuses eingebaut. 2 Drähte führen von der TRX-Platine zum Lautsprecher.

Länge der Litzen nach Bedarf. Es kommt darauf an wo der Lautsprecher moniert wird.

TRX J115	Beschreibung	Lautsprecher im Gehäuse
Pin 1	Pol 1	Lautsprecher
Pin 2	Pol 2	Lautsprecher

Antenne, J112

- Koaxverbindung von TRX-Platine J112 (Antenne) zur Rückwand.

Ich habe eine SMA-Buchse eingelötet, aber das braucht man nicht. Das RG174-Kabel kann auch direkt in die Platine gelötet werden.

1.5.3 Verbindung MC-Platine zur Rückwand

Jetzt kommt noch die Beschreibung der Verbindungen von der MC-Platine zur Rückwand des TRX-Gehäuse. In der HW Version 2.01 kann auch die Buchsen-Platine verwendet werden für die Verbindungen zur Rückwand. Auf der Buchsen-LP sind J4 und J5 gleichwertig. J4 und J5 können also in ihrer Funktion vertauscht werden.

Keyer, J12

Für den Keyer habe ich eine Stereo-Klinkenbuchse 3,5mm in der Rückwand montiert. Wir benötigen 3 Drähte zur MC-Platine.

Länge der Litzen: 220 mm

MC J12	Beschreibung	Buchsen-LP(HW 2.01)	Rückwand Klinke 3,5mm
Pin 1	Strich	J5, Pin 3 (anlöten)	Mitte
Pin 2	GND	J5, Pin 2 (anlöten)	Masse
Pin 3	Punkt	J5, Pin 1 (anlöten)	Spitze

RS232, J9

Für die Frequenzübergabe an Antennentuner(DL4JAL) erfolgt über diese CAT-TTL-Schnittstelle.

Länge der Litzen: 220 mm

MC J9	Beschreibung	Buchsen-LP(HW 2.01)	Rückwand Klinke 3,5mm
Pin 1	RS232 RX	J4, Pin 3/1 (anlöten)	Mitte/Spitze
Pin 2	GND	J4, Pin 2 (anlöten)	Masse
Pin 3	RS232 TX	J4, Pin 3/1 (anlöten)	Spitze/Mitte

Je nach Verbindungskabel zwischen TRX-CAT und Antennentuner ist auf der Buchsen-Leiterplatte Pin1 und Pin3 zu vertauschen. So das der Datenfluss gewährleistet ist.

1.6 Das Gehäuse des TRX BM10

1.6.1 Gehäuse aus FR4 Leiterplattenmaterial

Für das erste Mustergerät habe ich ein Gehäuse aus Leiterplattenmaterial „FR4 Kupfer einseitig“ zusammen gelötet. Das Gehäuse sieht gut aus. Es ist aber viel Arbeit.

Das zweite Mustergeräte habe ich auch nachträglich in ein Gehäuse aus Leiterplattenmaterial „FR4 Kupfer einseitig“ eingebaute. Das gefällt mir etwas besser.

Grundplatte 1x Maße: 105mm x 135mm FR4 einseitig Kupfer.

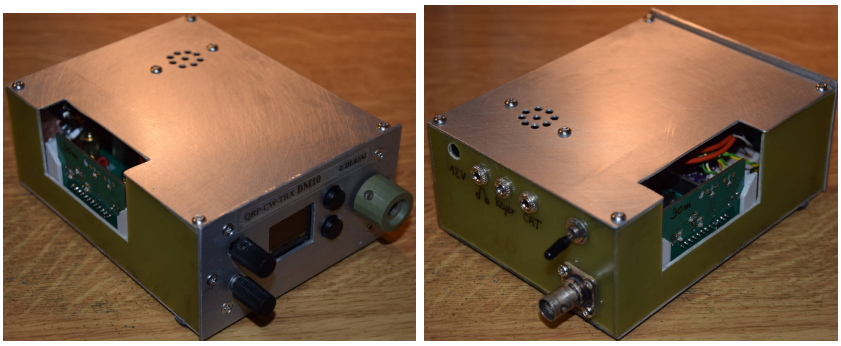
Rückwand 1x Maße: 102mm x 50mm FR4 einseitig Kupfer. Für die Buchsen, Ein/Aus Schalter und BNC-Buchse müssen Löcher in die Rückwand. Aber so weit oben wie möglich um nicht zu nahe an die TRX-Platine zu kommen. Siehe folgende Bilder.

Seitenwand 2x Maße: 135mm x 50mm FR4 einseitig Kupfer. In der linken Seitenwand muss noch die Aussparung für die Steckmodule ausgesägt werden.

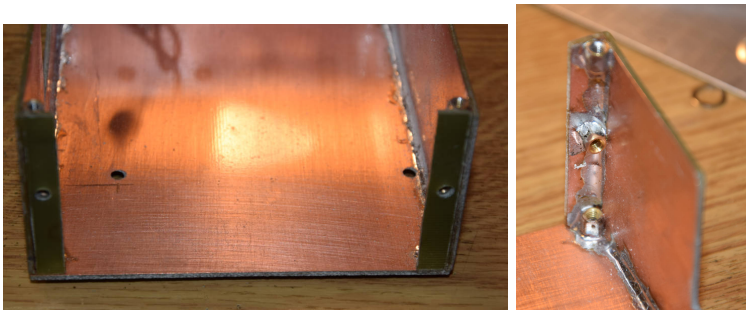
Frontstreifen rechts und links 2x Maße: 6mm x 50mm FR4 einseitig Kupfer.

Deckel 1x Maße: 105mm x 135mm Aluminium 1mm Stärke. Im Aluminiumdeckel muss ein Aussparung für die Band-Steckmodule ausgesägt werden. Der kleine Lautsprecher D=28mm wird im Deckel befestigt. Siehe folgende Bilder.

Frontplatte 1x Maße: 106mm x 56mm Aluminium 2mm Stärke. Hier müssen noch die Löcher und Ausschnitte für die Bedienelemente und das OLED-Display ausgearbeitet werden.



Ansicht im Gehäuse komplett.



Die beiden Frontstreifen 6mm von außen und von innen.

Noch einmal die Rückwand mit den Löchern. So weit oben wie möglich.

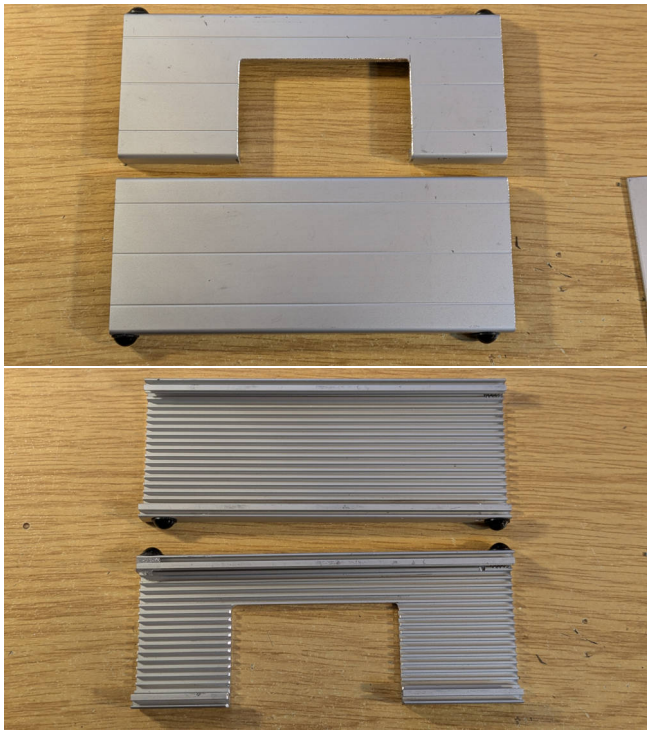
1.6.2 Gehäuse GEH EG2 von Reichelt

Ich habe ein zweites Muster aufgebaut mit der TRX-Platine 2x NE602-DIL8 und 1x LM386-DIL8. Ich muss ja testen ob diese Platine auch so gut funktioniert wie die TRX-Platine, wo alles in SMD ist.

Für das Gehäuse habe ich mir aber etwas anderes ausgedacht. Bei Reichelt gibt es fertige Gehäuse aus Aluminium für Leiterplatten im Eurokarten-Format. Rechts und links sind Nuten wo man die Leiterplatte einschieben kann.

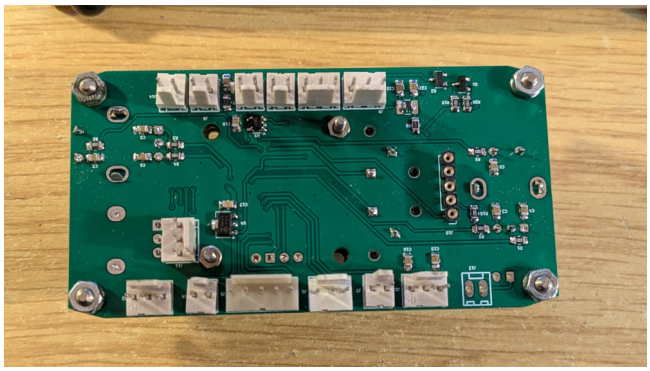
Reichelt, Artikel-Nummer: GEH EG2

Diese Gehäuse habe ich für das zweite Mustergerät genommen. Ich brauche nicht die volle Länge von 160mm des Eurokartenformates und habe das Gehäuse gekürzt auf 140mm. Für das Bandmodul habe ich links eine Aussparung in das Aluminiumprofil gesägt.

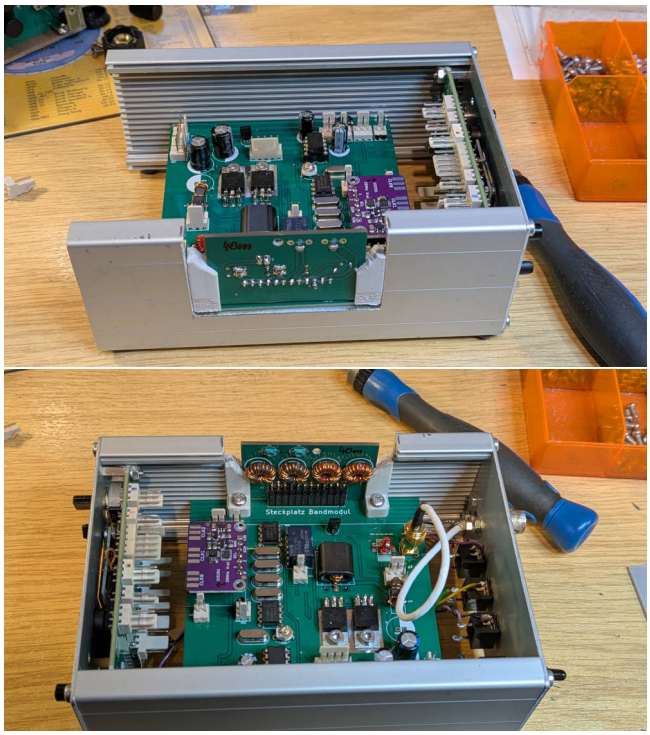


Die Größe der Aussparung beträgt 63 mm x 37 mm. Die Aussparung beginnt 43 mm von vorn gemessen.

Mit einer Stichsäge und einem Metallsägeblatt habe ich die 2x 37 mm Schlitze eingesägt. Den Längsschnitt konnte ich nicht sägen. Ich habe Loch an Loch gebohrt und die Aussparung ausgebrochen. Anschließend habe ich mit der Feile den Bruch geglättet.



Die MC-Platine habe ich an den Ecken etwas abgerundet. Sonst passt die Platine nicht ins Gehäuse.



Die TRX-Platine wird im 5-ten Führungschlitz von unten, der Seitenprofile, eingeführt. Die beiden grauen Führungen aus Plaste, für die Band-Module, passen genau in die gesägte Aussparung von 63 mm x 37 mm.

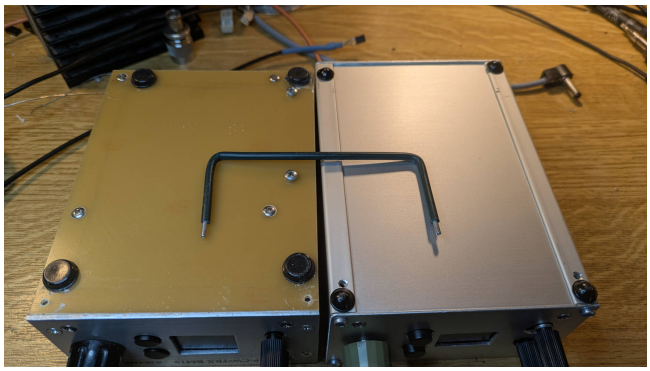
So sieht das Ganze aus, wenn es fast fertigt ist.

Die Alu-Deckplatte bekommt auch noch eine Aussparung für die Bandmodule. Die Aussparung muss so groß werden, dass die Bandmodule ohne Probleme gewechselt werden können.

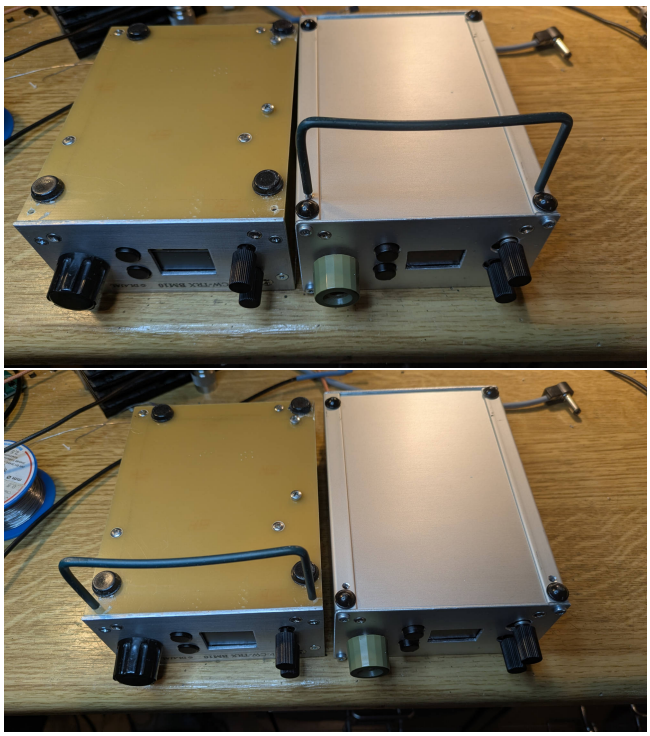
1.6.3 Ein Aufstellbügel für beide Gehäuse-Varianten

Ich habe mir einen Aufstellbügel aus **Spanndraht für Gartenzäune 2mm grün** angefertigt. Der Draht hat eine starke Isolierung auf eine Stahldraht von 2mm Durchmesser. Der Spanndraht ist in jedem Baumarkt erhältlich.

Der Aufstellbügel wird einfach von unten in zwei 2mm Löcher eingesteckt.



Die Löcher in beiden Gehäusetypen sind zu sehen.



Der Aufstellbügel passt in beide Gehäusetypen. So kann der „BM10“ besser bedient werden.

Kapitel 2

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