

**QRP-CW-TRX *BM10* mit  
Bandsteckmodulen 160m bis 10m  
von DL4JAL**

Andreas Lindenau DL4JAL

25. Februar 2025

## Zusammenfassung



Ich habe einen CW-QRP-TRX BM10 entwickelt für alle Kurzwellenbänder. Die Frequenzumschaltung erfolgt mit Bandmodulen die umgesteckt werden. 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-Moduls 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 Bändern 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

<b>1</b>	<b>Hardware</b>	<b>2</b>
1.1	TRX Platine . . . . .	2
1.1.1	Der Empfänger . . . . .	6
1.1.1.1	Das Quarzfilter . . . . .	7
1.1.2	Der Sender . . . . .	7
1.2	mc Platine . . . . .	11
1.2.1	Das OLED-Display . . . . .	12
1.2.2	Drehgeber 1 für VFO . . . . .	13
1.2.3	Drehgeber 2 für Funktionen . . . . .	13
1.2.4	Bedientasten 1 und 2 . . . . .	13
1.2.5	Poti-Volume . . . . .	14
1.3	Band-Steckmodule . . . . .	14
1.4	AGC-Platine, nur HW 1.01 . . . . .	17
1.5	Steckverbindungen . . . . .	19
1.5.1	Verbindungen TRX-Platine zur MC-Platine . . . . .	19
1.5.2	Verbindungen TRX-Platine zur Rückwand . . . . .	21
1.5.3	Verbindung MC-Platine zur Rückwand . . . . .	22
1.6	Die AGC-Funktion . . . . .	22
1.7	Das Gehäuse des TRX BM10 . . . . .	26
1.7.1	Aufstellbügel zum Gehäuse . . . . .	29
<b>2</b>	<b>Schlusswort</b>	<b>30</b>

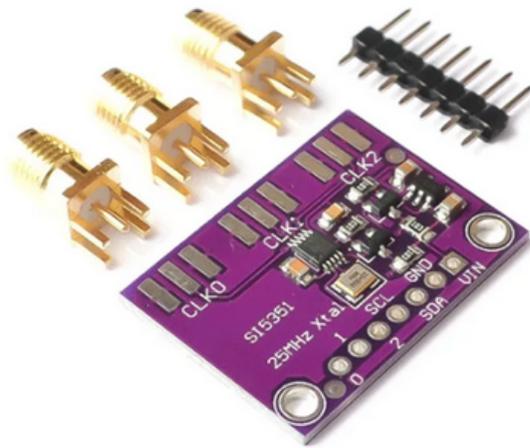
# Kapitel 1

## Hardware

Mir hat schon immer der QRP-TRX „Sierra“ von „Wilderness Radio“ gut gefallen. Ich wollte mal so etwas ähnliches konstruieren. In der heutigen Zeit könnte man doch den VFO durch ein „SI5351-Modul“ ersetzen und für die Ablaufsteuerung einen Mikrocontroller verwenden. Die Bandmodule würden sich sehr vereinfachen, da keine Mischer für den Sendezweig benötigt wird. Auf dem Band-Modul muss nur noch ein RX-Filter, ein Tiefpass für den Sender und eine Band-Selektion, für Band 160m bis 10m, vorhanden sein. Außerdem ließen sich viele Funktionen per Software integrieren.

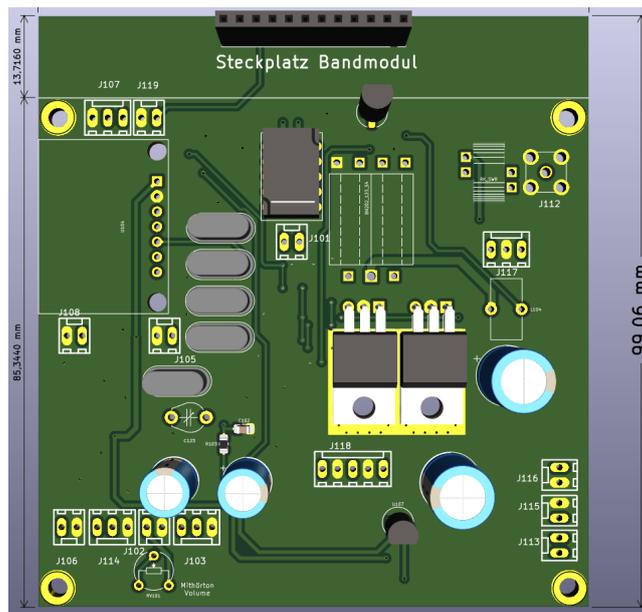
### 1.1 TRX Platine

Als Erstes beschreibe ich die TRX-Platine. Auf der Platine befindet sich der Empfänger, der Sender, das SI5351-Modul und Logik-Umschaltungen. Die Platine hat eine von Größe 99mm x 100mm. Für den LO-Oszillator verwende ich ein fertiges Modul mit dem SI5351. Dieses Modul gibt es für wenige Geld im Internet. Mit dem SI5351 kann ein rauscharmes Oszillator-Signal bis etwa 200 MHz erzeugt werden. Der SI5351 hat zwei unabhängige PLL-Kanäle die auf 3 getrennte Ausgänge programmiert werden können. Wir benötigen in unserem TRX nur 2 Ausgänge. Einen Ausgang für den Empfänger mit dem LO-Oszillator und einen Ausgang für den Sender, dessen Frequenz direkt, ohne Umsetzung, erzeugt wird.

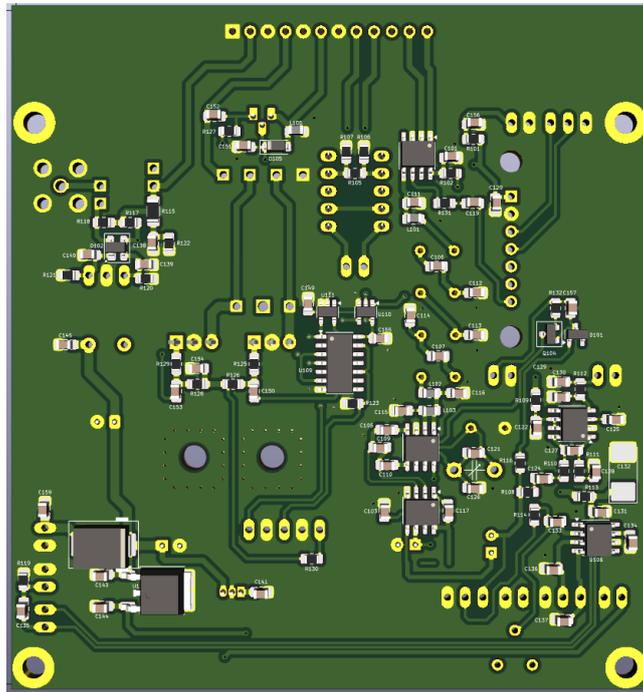


So bekommt man das Modul geliefert. Wir benötigen nur die 7-polige Stiftleiste zum aufstecken auf die Platine. In der Mitte der SI5351 und daneben der 25 MHz Quarz.

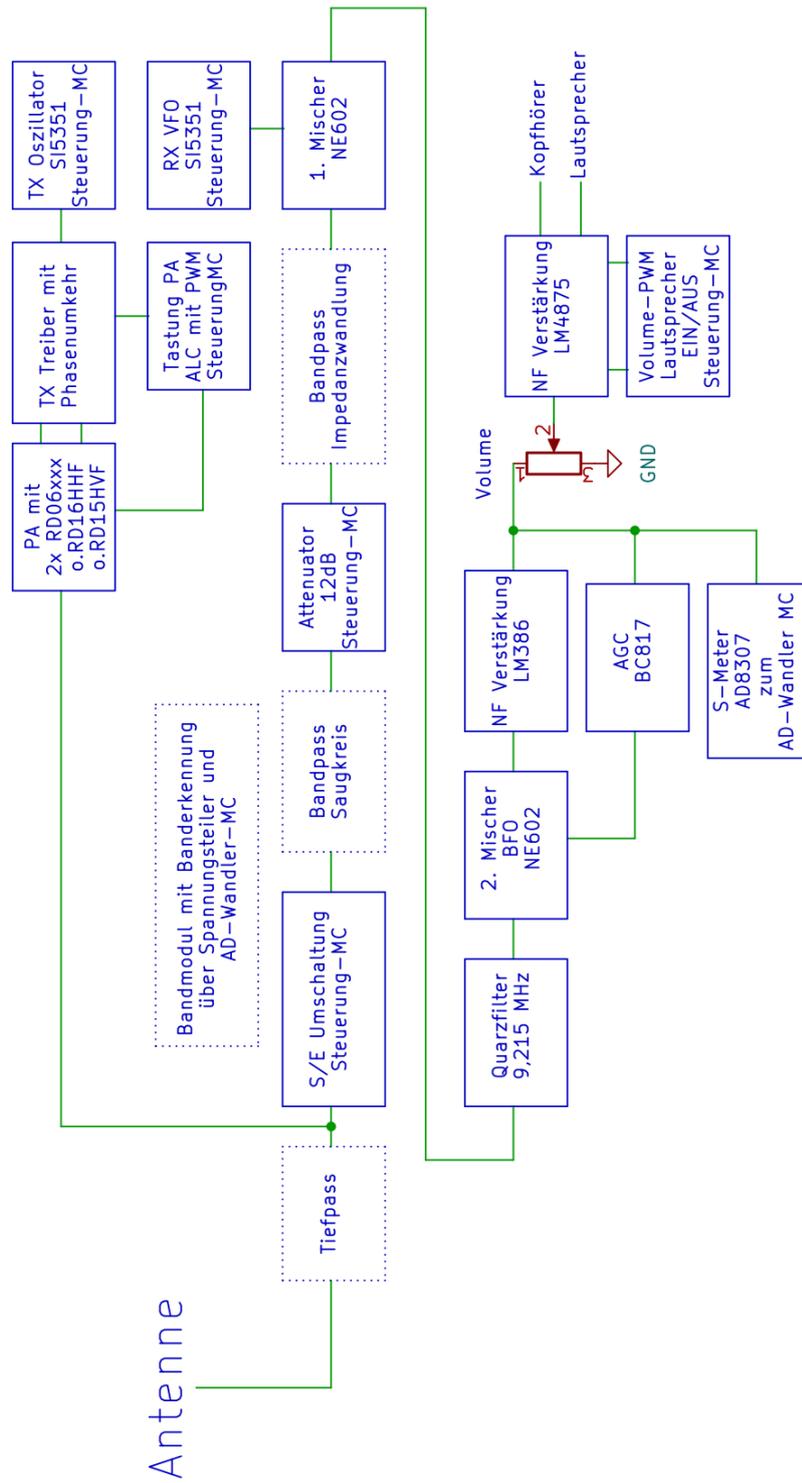
Die Ansicht der TRX-Platine als 3D-Modell. Zuerst die Ansicht von oben und anschließend von unten.



Oben die 12-polige Buchse für die Bandsteckmodule. Neben den Elkos die 2 Transistoren der PA. Links oben der Steckplatz für das „SI5351-Modul“.



3D Ansicht der Platinen mit Kicad erzeugt. Oben die Oberseite und unten die Unterseite. Die meisten Bauteile in SMD-Ausführung sind auf der Unterseite.



TRX BM10 Blockschaltbild

### 1.1.1 Der Empfänger

Der Empfänger ist ein Einfach-Superhet mit einer Zwischenfrequenz von 9,215 MHz. Als Mischer-ICs verwende ich den NE602. Dieser IC ist zwar abgekündigt, aber die meisten Bastler haben noch Exemplare in der Bastelkiste liegen. Im Internet ist der IC unter den Namen „SA612“ oder „SA602“ noch zu bekommen. Auch der „Funkamateurl“ Onlinehandel „Box73“ führt diese Schaltkreise noch. Der LO-Frequenz wird separat im „SI5351-Modul“ digital erzeugt. Der Signalweg des Empfängers ist folgender:

**SMA-Koaxbuchse** Hier liegt das HF-Signal von der Antenne an.

**Tiefpassfilter-Bandmodul** Das HF-Signal führt über das Tiefpassfilter.

**S/E-Umschaltung** Zur S/E Umschaltung weiter zum

**RX-Saugkreis** Der RX-Serienschwingkreis auf dem Bandmodul führt zum

**Attenuator-Relais** Mit dem Attenuator können 12dB Dämpfung eingeschleift werden. Vom ATT geht das HF-Signal zum

**Parallel-Schwingkreis** Der Parallel-Schwingkreis auf dem Bandmodul transformiert auf etwa 1,5kOhm Impedanz-symmetrisch. Dieses Signal führt zum

**NE602-Eingang** Der NE602 hat eine Mischverstärkung von etwa 20dB. Der Ausgang des NE602 geht auf das

**Quarz-Abzweigfilter, 9,215 MHz** Nach dem NE602 ist vor dem Quarzfilter noch eine Impedanzanpassung 1,5kOhm auf 60Ohm (Quarzfilter-Eingang). Am Ausgang des Quarzfilters ist wieder eine Impedanzanpassung von 60Ohm auf 1,5kOhm. Es folgt

**NE602-Eingang** Der zweite NE602 mischt das ZF-Signal auf den hörbaren NF-Frequenzbereich von etwa 800 Hz. Das NF-Signal geht zum Eingang des

**LM386** Im LM386 wird die NF maximal verstärkt.

**LM386-Ausgang** Der Ausgang des LM386 verzweigt sich auf die AGC, auf den Lautstärkereger mit einem Poti 10k/log und dem IC AD8307 für das S-Meter.

**10k/log Poti** Der Schleifer des Poti führt zum LM4875.

**LM4875** Die Verstärkung des LM4875 wird mit Gleichspannung eingestellt. Dazu verwende ich den zweiten PWM-Ausgang des PIC18F46K22. Hier wird die maximale Grundverstärkung eingestellt. Die analoge Einstellung der Lautstärke wird mit dem „10k/log Poti“ erledigt.

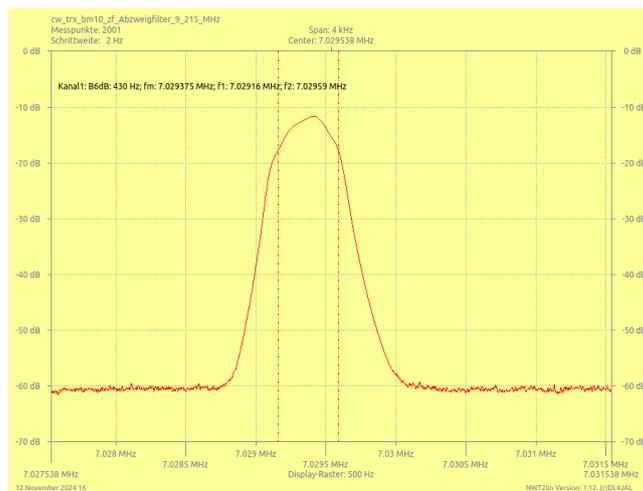
**AGC** Der NF-Ausgang des LM386 wird mit einer Schottky-Diode gleichgerichtet und der „Q104, BC817“ zieht die Spannung am Eingang des „U102, NE602“ Pin 1/2 nach unten. Dadurch verringert sich die Mischverstärkung des NE602 und der NF-Pegel geht zurück.

**S-Meter mit AD8307** Der unregelmäßige NF-Pegel geht auch mit auf den AD8307. Dieses IC wandelt eine linear ansteigende Eingangsspannung in eine logarithmisch ansteigende Spannung. Die Ausgangsspannung des AD8307 kann direkt in dBm-Eingangssignal umgerechnet werden. „S9“ entsprechen „-73dBm“.

An den LM4875 kann auch ein Lautsprecher angeschlossen werden. Per SW lässt sich der Lautsprecher-Ausgang des IC ein/aus schalten. Dazu kommen wir später noch bei der Beschreibung der Software.

### 1.1.1.1 Das Quarzfilter

Das Abzweigfilter habe ich mit Quarzen 9,216 MHz Bauform HC49/U aufgebaut. Geholfen hat mir das PC-Programm von DJ6EV, Horst, „DISHAL“. Nachdem ich die Quarze mit dem VNWA von DG8SAQ ausgemessen habe konnte ich mit „DISHAL“ erst einmal simulieren, ob das Filter mit diesen Quarzen funktionieren könnte. Auch die oben genannte Impedanz des Filters von 60 Ohm berechnet die PC-Software. Das ist eine große Hilfe. Auch der Werte der Kondensatoren werden berechnet. Nach dem Aufbau des TRX habe ich die Durchlasskurve mit dem NWT2.0 gewobbelt. Die Wobbelkurve habe ich mit einem externen NF-Messkopf direkt am Kopfhörerausgang aufgenommen.



Die Bandbreite des Filter ist etwas geringer als 500 Hz. Also gerade richtig für unsere Zwecke.

### 1.1.2 Der Sender

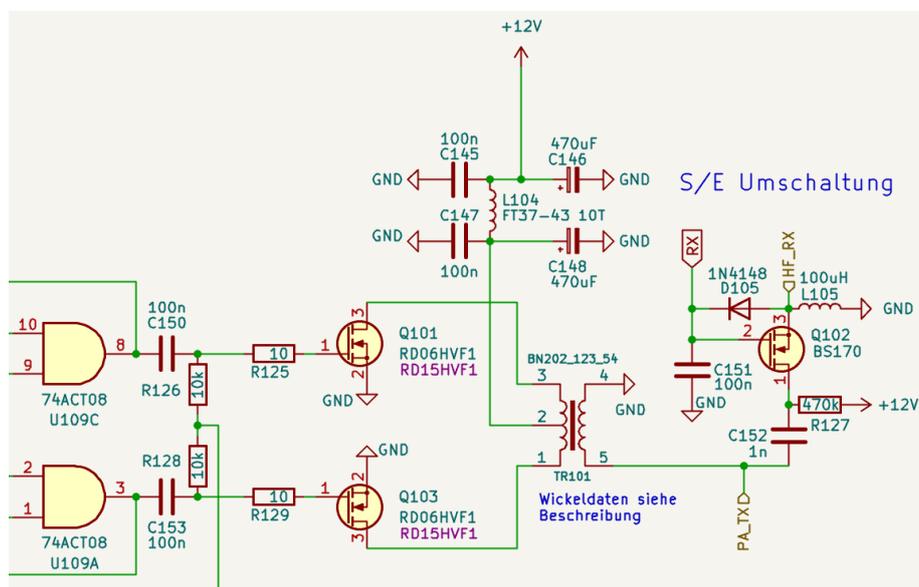
Am dritten Ausgang des „SI5351-Moduls“ wird die Frequenz des Sendesignales ausgegeben. Das Signal entspricht genau der Empfangsfrequenz und braucht nur geradeaus verstärkt werden. Das HF-Signal geht weiter auf U110 und U111 „74AHC1G86“. Beide ICs sind so beschaltet das sie ein Gegentaktsignal erzeugen. Das Gegentaktsignal wird getrennt auf je 2 Gatter des U109 „74ACT08“ geführt. Jeweils 2 Gatter-Ausgänge sind die Treiber für die Gegentakt-Endstufe mit 2x RD06HHF. Der Ausgangsübertrager transformiert die HF im Gegentakt auf den Ausgang des Übertragers. Es werden auf allen Bändern etwas mehr

als 5 Watt Sendeleistung erreicht. Die Sendeleistung wird durch Veränderung der Gate-Spannung an den PA-Mosfet-Transistoren eingestellt. Der Regelbereich geht von 1mW bis zur vollen Sendeleistung und wird mit einer PWM des PIC18F46K22 eingestellt. Die Sendeleistung kann pro Band fest eingestellt werden, im *Menü*, *PA PowerAdjust*. Das gerade aktive Band richtet sich nach dem gesteckten Bandmodul.

Am Ausgangsübertrager-Senderausgang zweigt das HF-Signal für den Empfänger ab. Die „S/E Umschaltung mit Q102, BS170“ arbeitet als HF-Schalter für den Empfänger. Beim Senden wird die HF zum Empfänger abgetrennt.

### Der Ausgangsübertrager

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.



1, 2, 3 ist die primäre Wicklung. 4, 5 ist die sekundäre Wicklung.



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



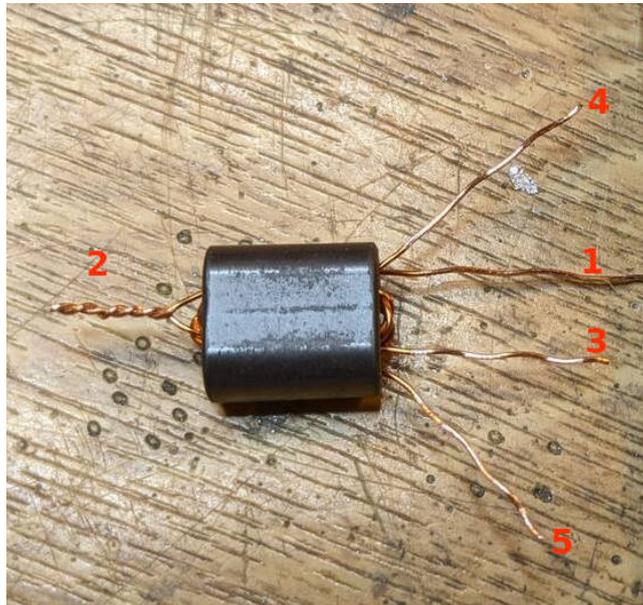
Das Verdrillte wird einmal durch den Doppellochkern gesteckt. 2x 0.5 Windungen sind geschafft.



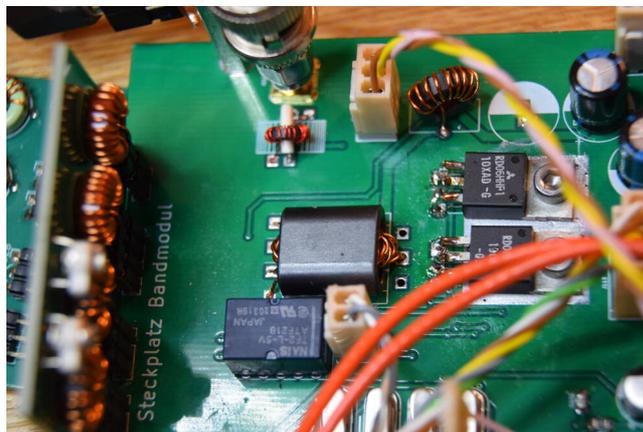
Das Verdrillte wird noch einmal durch den Doppellochkern gesteckt. 2x 1 Windung ist geschafft.



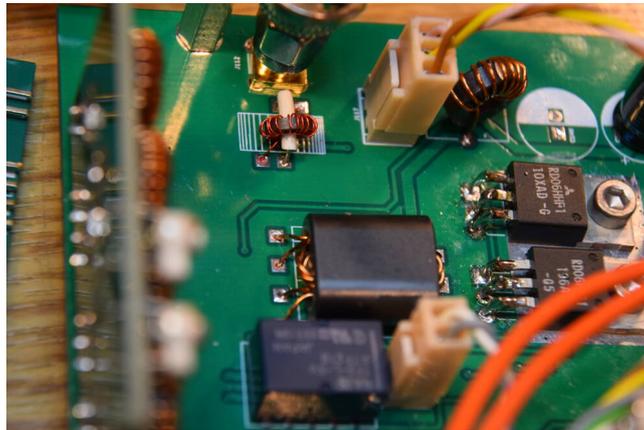
Das Verdrillte wird das dritte mal durch den Doppellochkern gesteckt. Das sind jetzt pro Draht 2x 1.5 Windungen.



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.



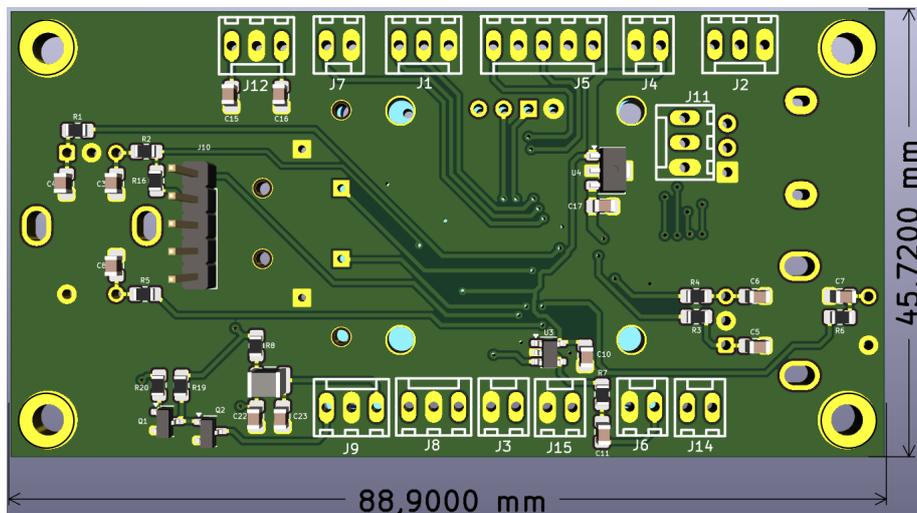
Die Mittelanzapfung wird in Richtung PA-Transistoren eingelötet.



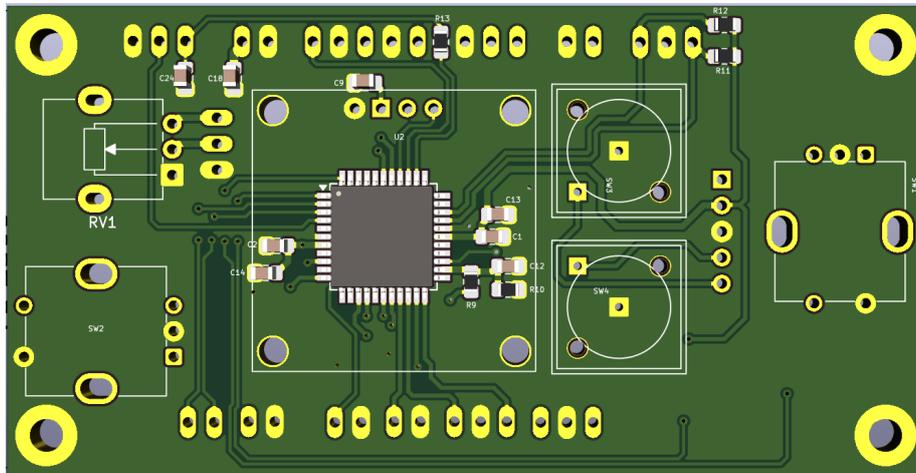
Auf der anderen Seite sind die beiden äußeren Lötunkte die Sekundär-Wicklung und in der Mitte die Primär-Wicklung, die zu den PA-Transistoren gehen.

## 1.2 mc Platine

Für die Steuerung des Transceivers ist der PIC18F46K22 verantwortlich. Ich musste dieses mal einen SMD-Typ einsetzen, da der Platz auf der Platine sehr beschränkt ist.



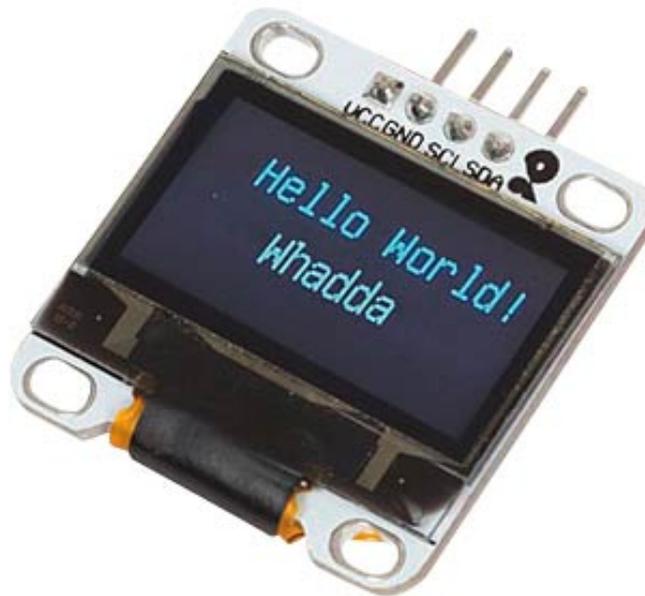
Die LP als 3D-Ansicht in Kicad erzeugt. Viele Bauelemente sind nicht zu sehen. Sichtbar die Steckbuchsen für die Verbindungen zu den anderen Leiterplatten und Buchsen an der Rückwand. Unten ist der OPV in SMD SOT23-5 für die Impedanzwandlung des Mithörtones. Oben darüber der Spannungsregler 5V, auch SMD.



In der Mitte der PIC18F46K22 für die Steuerung des TRX. Links oben der Platz für das Poti (Volume). Darunter der Drehgeber mit Rastung für Einstellungen (WpM, Menü; SETUP). Das OLED Display wird direkt über dem PIC befestigt. Rechts davon die beiden Tasten und ganz rechts der Platz für den Drehgeber ohne Rastung, der VFO-Knopf.

### 1.2.1 Das OLED-Display

Für die Anzeige aller Funktion habe ich ein kleines Display gesucht. Trotz der Kleinheit soll es aber so viel wie möglich Informationen anzeigen. Meine Wahl viel auf ein kleines grafisches OLED-Display mit 0,96 Zoll Größe.



Das Display hat nur 4 Anschlüsse mit eine  $I^2C$ -Bus.

Die grafische Darstellung erlaubt verschiedene Schriftgrößen usw... Allerdings auch mehr Programmieraufwand.

### 1.2.2 Drehgeber 1 für VFO

Für den Drehgeber VFO habe ich einen Drehgeber ohne Rastung eingesetzt. Leider ist der bei Reichelt nicht erhältlich. Die fehlende Rastung vermittelt einen echten VFO Knopf. Zusätzlich habe ich die Möglichkeit genutzt per Software-Trick die Impulse pro Umdrehung zu verdoppeln. So das pro Umdrehung nicht 24 Impulse sondern 48 Impulse ausgewertet werden plus Drehrichtung. Dieser Drehgeber hat auch eine Tastenfunktion. Diese nutze ich für die *RIT*.

Die Herstellernummer des von mir verwendeten Drehgebers:

**PEC12R-4020F-S0024**

How To Order	
Model	PEC12R - 4 0 20 F - S 0012
Terminal/Bushing Configuration	
2 = Vertical Mount - Radial PC Pin/No Bushing	
3 = Horizontal Mount - Axial PC Pin/with Bushing	
4 = Horizontal Mount - Axial PC Pin/No Bushing	
Detent Option	
0 = No Detents	
1 = 12 Detents (available with 12 pulses only)	
2 = 24 Detents	
Standard Shaft Length	
15 = 15.0 mm (Horizontal Mount/No Bushing only)	22 = 22.5 mm
17 = 17.5 mm	25 = 25.0 mm
20 = 20.0 mm	30 = 30.0 mm
Shaft Style	
F = Insulated Flatted Shaft	
Switch Configuration	
S = Push Momentary Switch	
N = No Switch	
Resolution	
0012 = 12 Pulses per 360 ° Rotation	
0024 = 24 Pulses per 360 ° Rotation	

Ein Auszug aus der PDF des Herstellers. **Detent Option:** „0 = No Detents“ bedeutet keine Rastung. **Standard shaft Length:** „20“ bedeutet Drehgeberlänge von der Leiterplatte aus gemessen 20mm. **Switch Configuration:** „S = Push Momentary Switch“ ist mit Taster und **Resolution:** „0024“ ist 24 Impulse pro Umdrehung.

Ich habe den Drehgeber von *Digikey* bezogen.

### 1.2.3 Drehgeber 2 für Funktionen

Für Einstellungen WpM, Menü, SETUP usw. habe ich noch einen zweiten Drehgeber vorgesehen. Dieser hat eine Rastung und 24 Impulse pro Umdrehung. Der Taster im Drehgeber wird mehrfach genutzt.

Diesen Drehgeber mit Taster gibt es auch bei *Reichelt*, Bestellnummer:

**STEC12E08**

### 1.2.4 Bedientasten 1 und 2

Rechts vom Display, links neben dem VFO-Drehgeber sind 2 Tasten die mehrfach genutzt werden. In erster Line zum schellen Umschalten der VFO-Frequenzschrittwerten. Oben ist die *Taste 1* und darunter die *Taste 2*. Die Funktionen beider Tasten wird im „Kapitel Software“ genauer beschrieben.

### 1.2.5 Poti-Volume

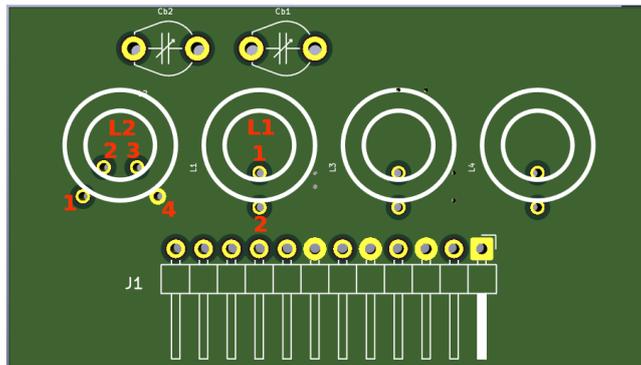
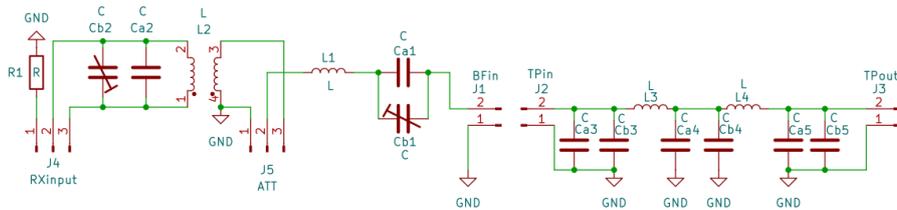
Für die schnelle Änderung der Lautstärke habe ich ein Potentiometer 10k/log vorgesehen. Da der Empfänger auch ohne AGC betrieben werden kann, ist es notwendig die Lautstärke schnell zu regeln.

Die Grundlautstärke wird digital am LM4875 eingestellt. Dafür ist ein Punkt im Menü, *LM4875 Volume* vorgesehen. Genaue Beschreibung im „Kapitel Software“.

### 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.



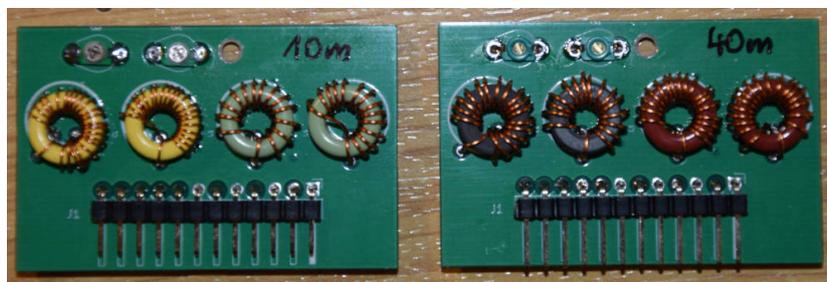
Hier die Pins von L1 und L2. L2 1/2 und L2 3/4 sind 2 getrennte Wicklungen. Wobei L1 und L2 1/2 die gleiche Induktivität bzw. Windungszahl haben. L2 3/4 kann man auch noch aufbringen wenn L2 eingelötet ist. Ich habe das so gemacht.

#### Band-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 bis jetzt alle Bänder von 80m bis 10m realisiert und getestet. Das 160m Band realisiere ich später. Das ist für mich nicht so wichtig.

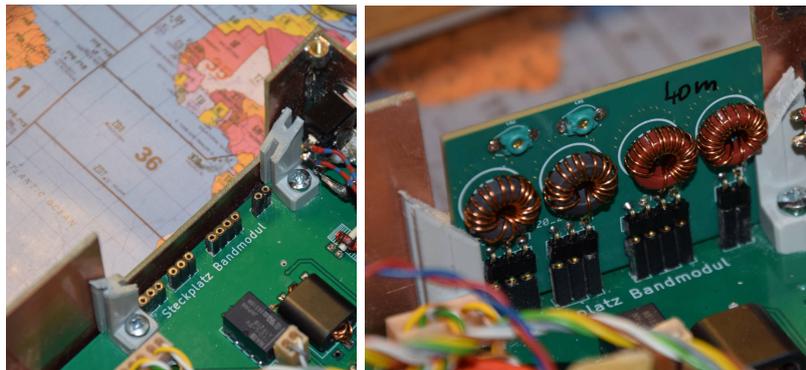


Links das Modul für 10m. Bei beiden Modulen habe ich SMD-Trimмер eingebaut. Rechts das Modul für 40m. Das sind die neuen Platinen mit einer durchgehende 12-polige Steckerleiste.

## 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.

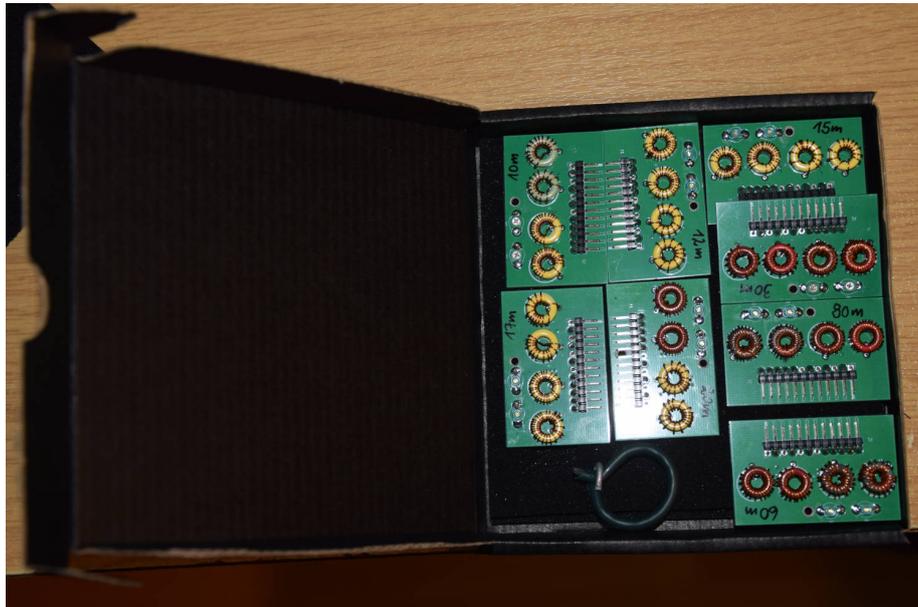
Bestellnummer bei Reichelt: **KARTENHALTER**.



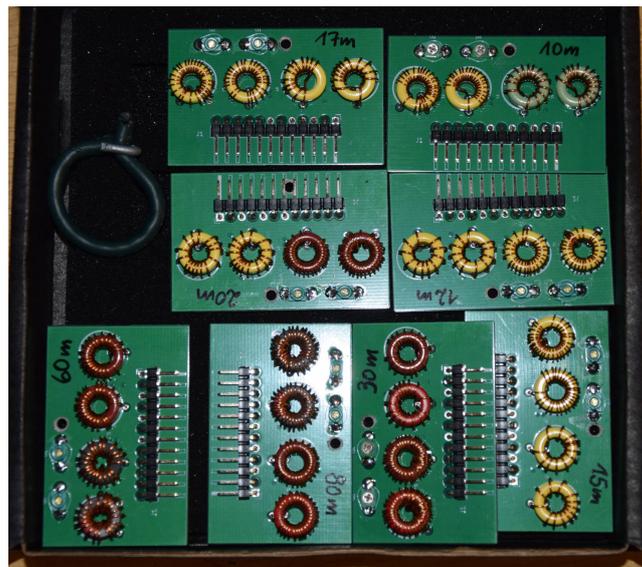
So habe ich die Schienen eingebaut. Das funktioniert gut. Das ist noch die alte Stecker-Aufteilung der Band-Module vom Muster-TRX. Die Schienen werden so gekürzt, dass die Ringkerne noch Platz haben.

## Aufbewahrung der Band-Module

Ich wollte erst aus Leiterplattenmaterial einen Behälter bauen. 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.



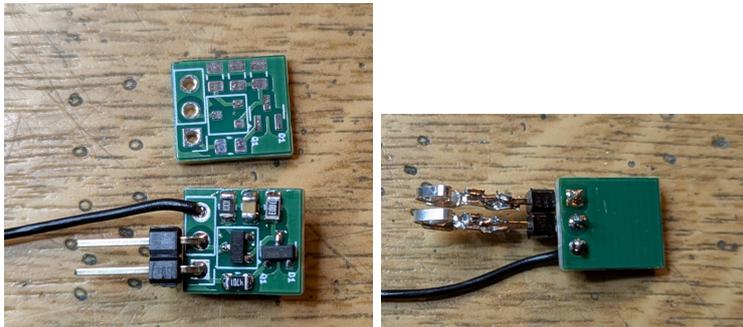
Die Schachtel hat die richtige Größe und ist nur 2cm dick.



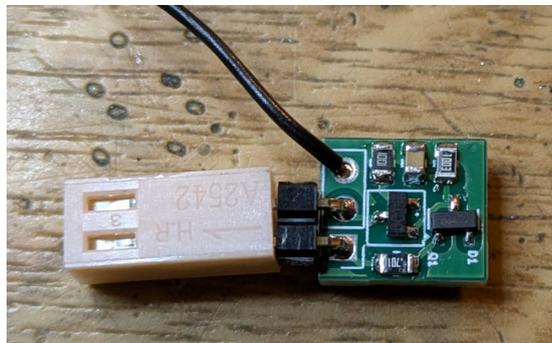
Links ist der kleine Hacken zum ziehen der Module.

## 1.4 AGC-Platine, nur HW 1.01

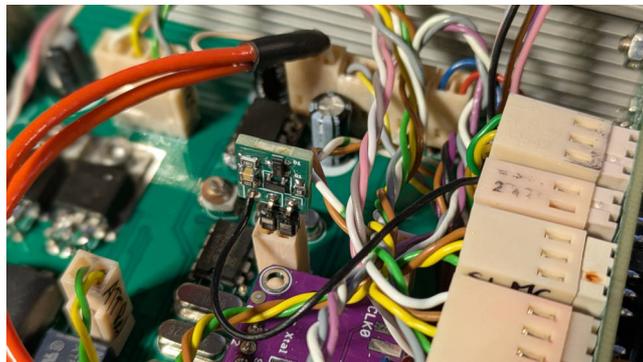
In der HW-Version 1.01 wird zusätzlich eine kleine AGC-Platine bestückt und auf die TRX-Platine *Stecker D101* aufgesteckt.



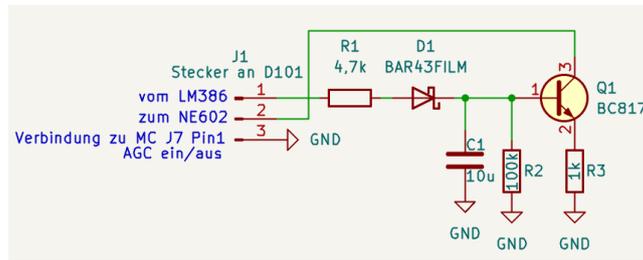
Zuerst bestücken wir die 6 Bauelemente der Platine. Für die Steckverbindung löten wir abgewinkelte Steckstifte ein.



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.

## 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.

**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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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

### LED für AGC, D101

Mit der neuen AGC entfällt diese Verbindung. **Es folgt noch ein extra Kapitel über die Funktion der AGC.**

TRX D101	Beschreibung	MC J13 AGC_LED
Pin 1	Katode der LED	Pin 1
Pin 2	Anode der LED	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. **Es folgt noch ein extra Kapitel über die Funktion der AGC.**

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.

TRX J116	Beschreibung	Rückwand Hohlbuchse
Pin 1	+12V	SV Buchse +
Pin 2	GND	SV Buchse -

### Kopfhörer, J115

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

TRX J115	Beschreibung	Rückwand Klinke 3,5mm
Pin 1	GND	Masse
Pin 2	Audio NF	Spitze/Mitte

### Lautsprecher, J113

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

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

Dann ist noch die Verbindungen mit Koaxkabel-RG174.

- 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.

### Keyer, J12

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

MC J12	Beschreibung	Rückwand Klinke 3,5mm
Pin 1	Strich	Mitte
Pin 2	GND	Masse
Pin 3	Punkt	Spitze

### RS232, J9

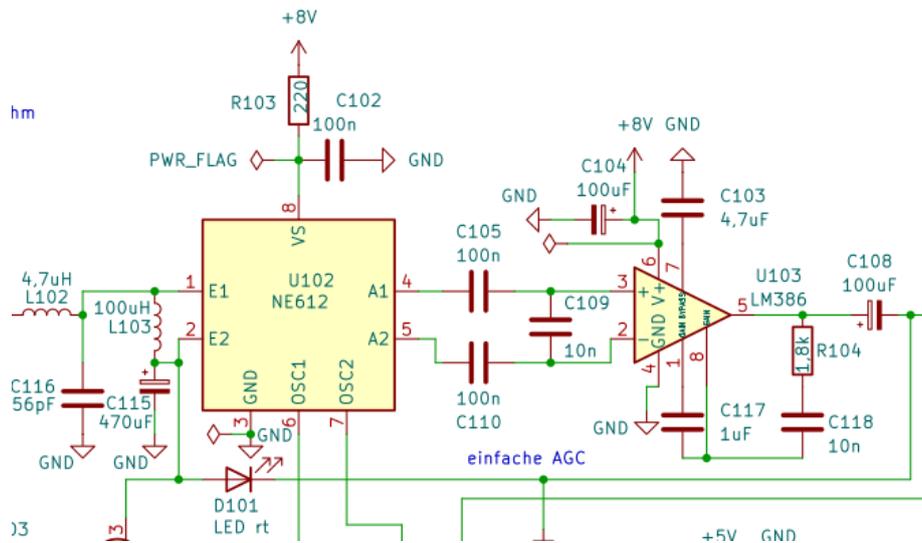
Für die Frequenzübergabe an Antennentuner(DL4JAL) erfolgt über diese CAT-TTL-Schnittstelle.

MC J9	Beschreibung	Rückwand Klinke 3,5mm
Pin 1	RS232 RX	Spitze
Pin 2	GND	Masse
Pin 3	RS232 TX	Mitte

## 1.6 Die AGC-Funktion

Die AGC-Funktion muss ich extra beschreiben. Ich bin mit der einfachen Lösung die vom „TRX SST“ abgekupfert habe nicht zufrieden.

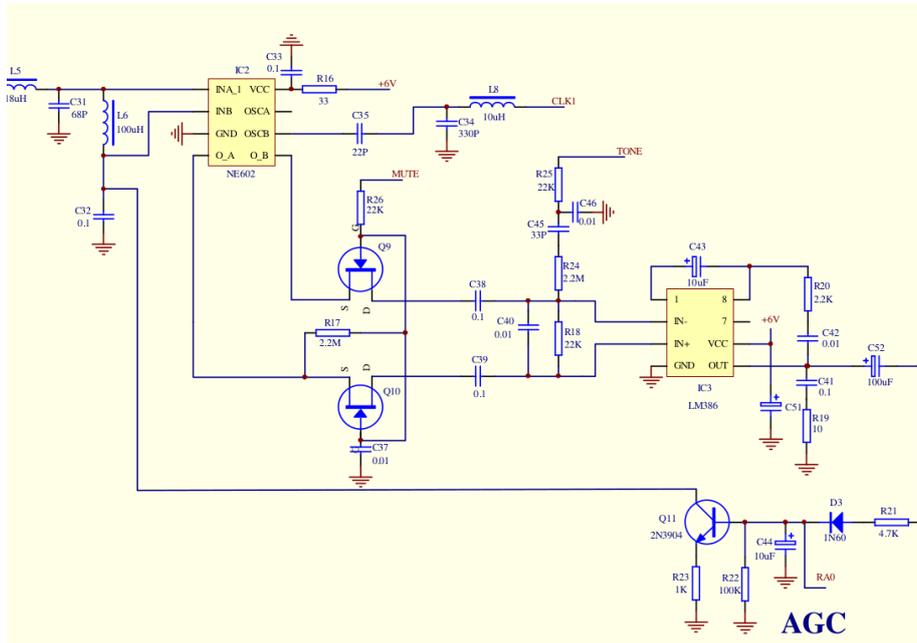
**TRX-HW 1.00 (AGC nach „SST“)** Zuerst das Schaltbild dieser Version der einfachen AGC. Nach dem „LM386, C108 100uF“ wird die verstärkte NF zur LED zurück geführt. Die LED befindet sich auf der MC-Platine. An der Anode der LED entsteht eine negative Spannung wenn das NF-Signal groß genug ist. Das Potenzial an „NE602 Pin1,2“ wird negativer und die Verstärkung des NE602 sinkt ab. C115 470uF bewirkt ein langsames hochfahren der Spannung wenn das NF-Signal schwächer wird.



Jetzt ist mir negativ aufgefallen das die Impulsbelastung an C108 Minus die NF-Audio kratzig macht. Das ist unangenehm beim Empfang. Sobald ich die Verbindung zur LED D101 abziehe, ist der Ton wieder sauber.

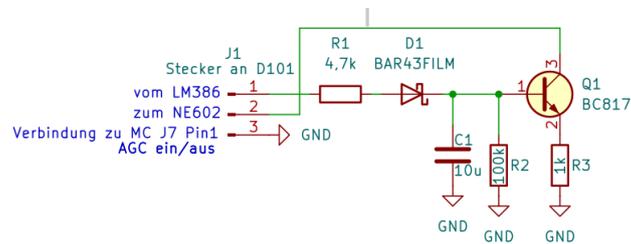
Also habe ich mich nach einer anderen Schaltung der AGC mit dieser Rückführung umgeschaut. Der „TRX SW 3B“ nutzt eine andere Schaltung.

**TRX-HW 1.01 (AGC nach „SW 3B“)** Es folgt ein Ausschnitt des Schaltbildes der AGC diese Empfängers. Das NF-Signal wird mit D3 gleichgerichtet und wenn die Spannung an C41 10uF hoch genug ist zieht Q11 auch das Spannungspotenzial am „NE602 Pin1,2“ nach unten. Also das gleiche Prinzip der Regelung wie beim „SST“ nur etwas eleganter gelöst.



Schaltungsauszug „SW 3B“.

#### AGC Zusatzmodul 10x10mm

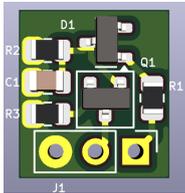


Diese kleine Baugruppe wird auf die TRX-Platine an Stelle der D101 aufgesteckt, PIN1,2. PIN3, vom der AGC-Platine, wird mit J7, Pin1 auf der MC-Platine verbunden. Über diese Verbindung wird die AGC ein- oder ausgeschaltet.



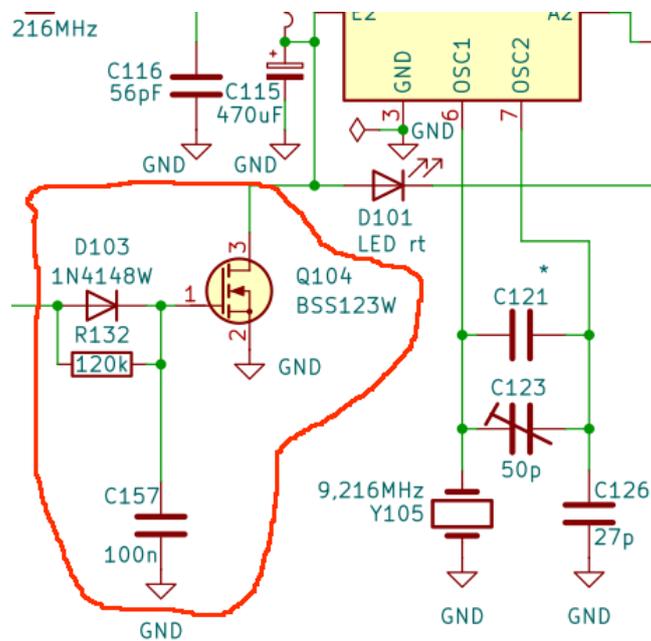
Im Bild die kleine AGC-Baugruppe mit SMD-Bauteile auf Lochraster gelötet. Der rosa Draht führt zur MC-Platine J7, Pin1.

Ich habe mit Kicad eine kleine Platine entwickelt 10 x 10mm, die nachträglich auf „TRX-HW 1.01“ aufgesteckt wird. Der Kondensator C115 470uF muss aber in diesem Zusammenhang auf 100nF verringert werden.



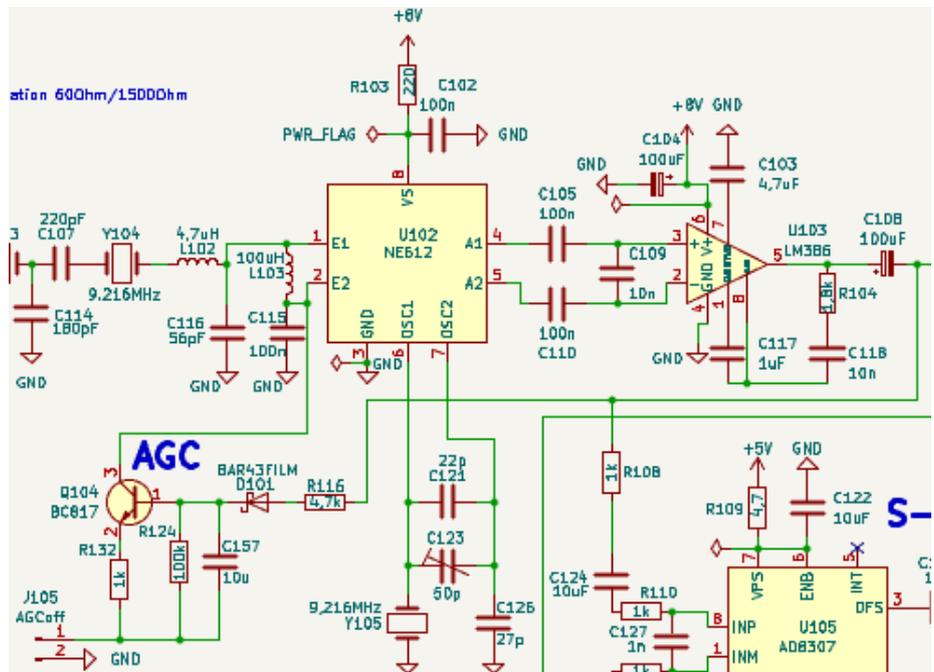
Die Platine ist nur etwa 10 x 10 mm groß.

**Grundsätzlich muss diese Bestückung von Q104 und die dazu gehörigen Bauteile wegfallen.** Ich hatte vermutet beim Senden noch NF aus dem BFO zu hören. Das ist aber nicht der Fall. Deshalb diese Bauteile nicht bestücken.



Der rot Umrandete Bereich wird nicht bestückt.

**TRX-HW 2.00 (AGC neu)** In Zukunft wird die neue AGC gleich mit auf der TRX-Platine HW 2.00 installiert.



J105, Pin1 ist die Verbindung zur MC-Platine J7. Wird diese Pin vom PIC18F46K22 hochohmig geschaltet ist die AGC aus, da die Masseverbindung fehlt.

## 1.7 Das Gehäuse des TRX BM10

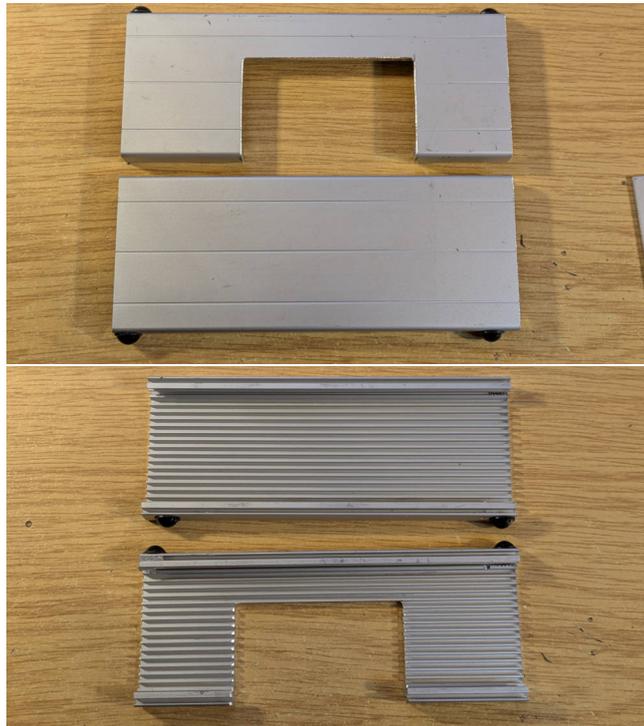
Für das erste Mustergerät habe ich ein Gehäuse aus Leiterplattenmaterial „FR4 Kupfer einseitig“ zusammen gelötet. Das Gehäuse sieht gut aus. Es ist aber viel Arbeit.

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.

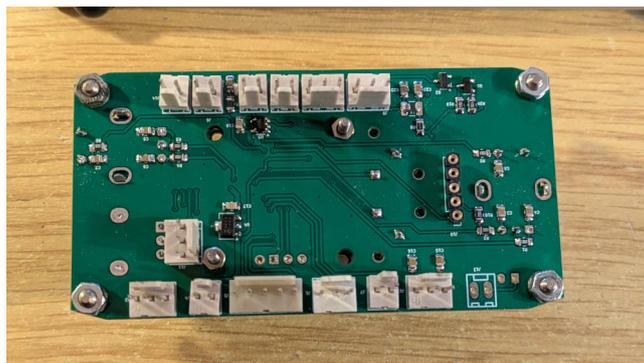
### Reichelt, Artikel-Nummer: GEH EG2

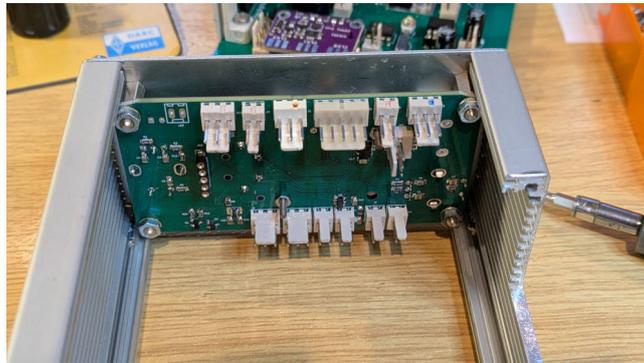
Diese Gehäuse habe ich für das zweite Mustergerät genommen. Ich brauche nicht die volle Länge von 160mm des Eurokartenformates und habe das Gehäuse gekürzt auf 140mm. Für das Bandmodul habe ich links eine Aussparung in das Aluminiumprofil gesägt.



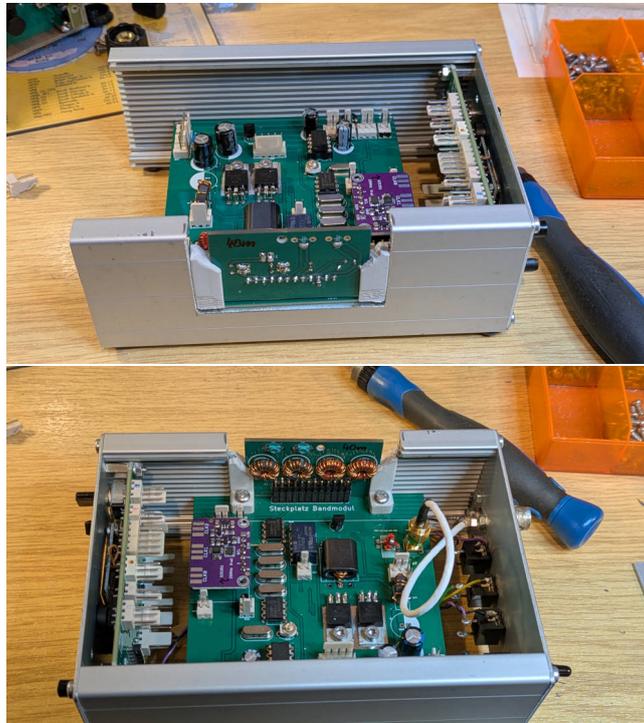
Die Größe der Aussparung beträgt 63 mm x 37 mm. Die Aussparung beginnt 43 mm von vorn gemessen.

Mit einer Stichsäge und einem Metallsägeblatt habe ich die 2x 37 mm Schlitzze 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 Führungsschlitz 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.

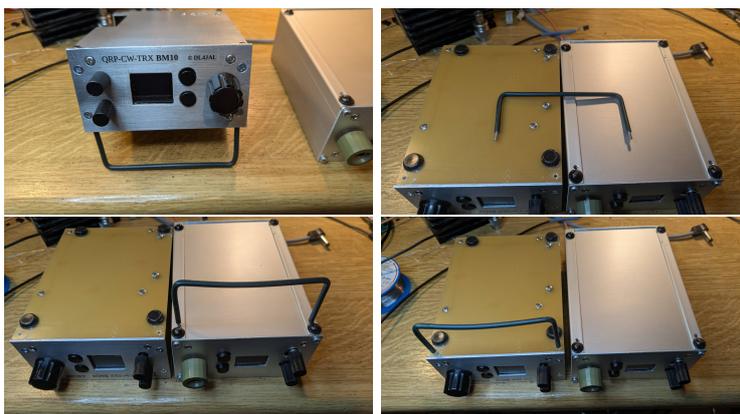


So sieht das Ganze aus, wenn es fast fertig ist.

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.

### 1.7.1 Aufstellbügel zum Gehäuse

Ich habe mir noch Gedanken gemacht das Gehäuse etwas aufzurichten für eine bessere Bedienung. Das Einfachste ist ein Stahldraht 2mm Stärke mit starker dunkelgrüner Plasteisolierung. Dieser Draht wird als „Spanndraht für Gartenzäune 2mm grün“ in Baumärkten geführt. Hier noch Bilder zu meiner Lösung.



Unten im Gehäuse werden 2 Löcher 2,1mm gebohrt und der Bügel einfach eingesteckt.

## 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